



**MEVCUT KONUTLARIN YAPI KABUĞUNDA YAPILABİLECEK ENERJİ
ETKİN İYİLEŞTİRMELER ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA:
SİVAS İLİ ÖRNEK ÇALIŞMASI**

AHMET ETHEM ÇULCUOĞLU

ŞUBAT 2023

ÇANKAYA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MİMARLIK ANA BİLİM DALI

Yüksek Lisans

MİMARLIK

**MEVCUT KONUTLARIN YAPI KABUĞUNDA YAPILABİLECEK ENERJİ
ETKİN İYİLEŞTİRMELER ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA:
SİVAS İLİ ÖRNEK ÇALIŞMASI**

AHMET ETHEM ÇULCUOĞLU

ŞUBAT 2023

ÖZET

MEVCUT KONUTLARIN YAPI KABUĞUNDA YAPILABİLECEK ENERJİ ETKİN İYİLEŞTİRMELER ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA: SİVAS İLİ ÖRNEK ÇALIŞMASI

ÇULCUOĞLU, Ahmet Ethem

Mimarlık Yüksek Lisans

Danışman: Doç. Dr. Timuçin HARPUTLUGİL

Şubat 2023, 215 sayfa

Gelişen toplum, kent yerleşiminin artması ve artan nüfusa bağlı olarak çok katlı konutların üretilmesi son yüzyılda artarak çoğalmıştır. Yapılar, yaklaşık olarak dünyadaki toplam enerjinin 40%'ını tüketmekte ve karbon salımının artmasına katkıda bulunmaktadır (Aykal vd. 2009:21). Yapı stoğunun büyük bir kısmını kapsayan konutların, özellikle de ısınma bağlamında enerji etkinlikleri bu anlamda büyük önem kazanmaktadır (Oral 2007:256). Ülkemizde kullanılan enerjinin 73% ithal edilmektedir (Türkyılmaz 2015:15). Bu bağlamda mevcut yapı stoğunun da enerji verimliğinin artması ve günümüz enerji standartlarına ulaşması önemlidir. Bunun için mevcut yapıların yapı kabuklarında bakım, onarım, iyileştirmeler ve çeşitli yenileme çalışmaları yürütülmelidir. Enerjinin verimli ve sürdürülebilir kullanımı, sera gazı etkilerinin azaltılması ve fosil yakıt kullanımından yenilenebilir kaynakların kullanımına geçilmesi gibi konular Türkiye'nin de politikalarında yer bulması ve ilgilenilmesi gereken konulardandır (Satman 2006:7). TS 825'e göre Türkiye'de derece güne bağlı belirlenmiş 4 iklim bölgesi bulunmaktadır (TS 825 2008:34).

Bu çalışma ile mevcut konut stoğunun enerji performansının belirlenmesi, mevcut enerji hedefleri ile kıyaslanması ve güncel yönetmelikler bağlamında iyileştirme stratejilerinin belirlenmesi hedeflenmektedir. Isıtma yükü diğer bölgelere kıyasla daha fazla olan, TS 825'e göre 4. İklim bölgesinde yer alan Sivas ilindeki orta katlı konut yapıları incelenecektir. Bu çalışma ile Sivas ilinde mevcut bulunan, yakın tarihlerde benzer özellikte inşa edilmiş daha sonraki süreçte farklı enerji etkin önlemler uygulanmış olan orta yükseklikte konut bloklarının bulunduğu Yenişehir bölgesindeki yapılar incelenmiştir. Bu bölgede yapı kabuğunda ısı kayıplarına yönelik uygulama hatalarının ortaya konarak yenileme stratejilerinin belirlenmesine katkı sağlanması hedeflenmiştir. Yöntem olarak; konu ile ilgili kaynak taraması, mevcut yapı stoğunun tipolojileri de gözetilerek yapı kabuğu katman ve malzemeleri özelinde tanımlanması için alan çalışması, alan çalışmasında elde edilen verilerin işlendiği analizlere bağlı simülasyonların yapılması ve yeni malzeme ve katman önerilerinin kıyaslamalı analizine bağlı olarak değerlendirilmesi yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Isıl Performans, İyileştirme Stratejileri, Orta Katlı Mevcut Konutlar, Yapı kabuğu, Sivas

ABSTRACT

A RESEARCH ON ENERGY EFFICIENT RETROFITS THAT CAN BE MADE IN THE BUILDING ENVELOPE OF EXISTING HOUSINGS: CASE STUDY IN SIVAS

ÇULCUOĞLU, Ahmet Ethem
M.Sc. in Architecture

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Timuçin HARPUTLUGİL

February 2023, 215 pages

Due to the developing society, the increase in urban settlement and the increasing population, the production of multi-storey houses has increased in the last century. The buildings consume approximately 40% of the total energy in the world and contribute to the increase in carbon emissions (Aykal vd. 2009:21). The energy efficiency of the houses, which cover a large part of the building stock, especially in the context of heating, gains great importance in this sense (Oral 2007:256). 73% of the energy used in our country is imported (Türkyılmaz 2015:15). In this context, it is important to increase the energy efficiency of the existing building stock and to reach today's energy standards. For this, maintenance, repair, improvements and various renovation works should be carried out on the building envelopes of existing buildings. Issues such as the efficient and sustainable use of energy, the reduction of greenhouse gas effects, and the transition from fossil fuel use to the use of renewable resources are among the issues that should be included in Turkey's policies and should be dealt with (Satman 2006:7). According to TS 825, there are 4 climate zones in Turkey that are determined based on degree-day (TS 825 2008).

The aim of this study is to determine the energy performance of the existing housing stock, compare it with current energy targets, and identify improvement strategies in the context of current regulations. Multi-story residential buildings in Sivas, which is located in the 4th climate region according to TS 825 and has a higher heating load compared to other regions, will be examined. This study focuses on the Yenişehir area in Sivas, which includes mid-rise residential blocks that were constructed with similar characteristics in the same period but have since had different energy-efficient measures implemented. The aim is to identify renovation strategies by identifying errors in the application of measures to reduce heat losses in the building envelope. The method involved a literature review, fieldwork to define the building envelope layers and materials, simulations based on the data obtained from the fieldwork, and evaluation of new material and layer proposals based on comparative analyses.

Keywords: Thermal Performance, Retrofitting Strategies, Existing Mid-Storey Houses, Building Envelope, Sivas

TEŞEKKÜR

Bu alıőma sırasında; değerli vaktini esirgemeden sorularımı hiçbir zaman cevapsız bırakmayan, danıőtıęım tım sorunları güler yüzüyle zen, gelecekteki meslek hayatım için örnek aldığım, tez çalışması sürecinde yardım ve katkılarıyla beni bilgilendiren ve yönlendiren tez danıőmanım Doç. Dr. Timuçin HARPUTLUGİL'e teşekkür ederim.



İÇİNDEKİLER

TEZDE İNTİHAL OLMADIĞINA DAİR BEYAN SAYFASI	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR	viii
İÇİNDEKİLER	ix
TABLolar LİSTESİ.....	xii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xviii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	xxi
BÖLÜM I: GİRİŞ	1
1.1 PROBLEM	2
1.2 KAPSAM, AMAÇ VE HEDEFLER.....	5
1.3 ARAŞTIRMA SORULARI	7
1.4 YÖNTEM.....	8
BÖLÜM II: KAYNAK TARAMASI.....	10
2.1 BİNALARDA ENERJİ VERİMLİLİĞİ	10
2.1.1 Konutlarda Enerji Kaynakları ve Kullanım Değerleri.....	11
2.1.2 Konutlarda Enerji politikaları ve düzenlemeler.....	15
2.1.3 Enerji Etkin Yapı Kavramı	16
2.2 KONUTLAR ÖZELİNDE ENERJİ VERİMLİLİĞİNİ ETKİLEYEBİLECEK PARAMETRELER	17
2.2.1 Yapı Kabuğu.....	19
2.2.1.1 Dış duvar	23
2.2.1.2 Pencere ve dış açıklıklar	25
2.2.1.3 Döşemeler	28
2.2.1.4 Çatı.....	28
2.2.1.5 Balkon	29
BÖLÜM III: YÖNTEM.....	33
3.1 ARAŞTIRMA YAPILACAK BÖLGENİN ÖZELLİKLERİ	33

3.1.1 Sivas İlinin İklimsel Özellikleri.....	34
3.1.2 Sivas İlinin Mimari Geçmişi.....	35
3.2 ARAŞTIRMA BÖLGESİ VE ALANDAKİ YAPI KABUĞU PROBLEMLERİ	36
3.3 YAPIDA ENERJİ PERFORMANS SİMÜLASYONLARI	40
3.3.1 Binalarda Enerji Performans Ulusal Hesaplama Yöntemi (BepTR)	42
3.3.2 Beptr Yazılımının Çıkış Noktası ve Amacı	43
3.3.3 Beptr Yazılımının İçerik ve Özellikleri	45
BÖLÜM IV: ÖRNEK OLAY.....	50
4.1 YENİŞEHİR MAHALLESİ.....	50
4.2 SİMÜLASYON ÖN KABULLERİ	58
4.2.1 Doğrusal, Açısal, Topoloji Bölümleri	58
4.2.2 Proje Bilgileri Bölümü.....	58
4.2.3 Bina Bilgileri	58
4.2.4 Mekanik Isıtma Sistemi	59
4.2.5 Duvar Katmanı.....	62
4.2.6 Isı Köprüleri.....	65
BÖLÜM V: SİMÜLASYON ÇIKTILARI	67
5.1 DIŞ DUVAR İYİLEŞTİRME TÜRLERİ	67
5.1.1 Yapı Kabuğu İçinden Uygulanacak İyileştirmeler	67
5.1.2 Yapı Kabuğu Üzerindeki Uygulanacak İyileştirmeler	74
5.1.3 Yapı Kabuğu Dışından Uygulanacak İyileştirmeler	87
5.2 BALKON İYİLEŞTİRME TÜRLERİ	96
5.2.1 Yapı Kabuğu İçinden Uygulanacak İyileştirmeler	97
5.2.2 Yapı Kabuğu Üzerinden Uygulanacak İyileştirmeler	103
5.2.3 Yapı kabuğu dışından uygulanacak iyileştirmeler	110
5.3 AÇIKLIKLARDA UYGULANAN İYİLEŞTİRME TÜRLERİ	115
5.3.1 Yapı Kabuğu Üzerindeki Uygulanacak İyileştirmeler	115
5.3.1.1 Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması.....	115
5.3.1.2 Açıklıklardaki malzeme değişimleri	128
5.4 DÖŞEME VE TAVANLARDAKİ İYİLEŞTİRME TÜRLERİ	138
BÖLÜM VI: TARTIŞMA	156
6.1. DIŞ DUVAR İYİLEŞTİRME TÜRLERİ	156
6.1.1 Yapı Kabuğu İçinden Uygulanacak İyileştirmeler	156

6.1.2 Yapı Kabuğu Üzerinden Uygulanacak İyileştirmeler.....	159
6.1.3 Yapı Kabuğu Dışından Uygulanacak İyileştirmeler.....	163
6.1.4 Dış Duvar Uygulamalarının CO ₂ Salım Değerlerine Göre Değerlendirilmesi	165
6.2 BALKON İYİLEŞTİRME TÜRLERİ	167
6.3 AÇIKLIKLARDA İYİLEŞTİRME TÜRLERİ.....	171
6.3.1 Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması.....	172
6.3.2 Açıklıklardaki Malzeme Değişimleri	174
6.4 DÖŞEMELERDE İYİLEŞTİRME TÜRLERİ.....	177
6.5 BÖLÜMLERE GÖRE ORTALAMA VERİLER	181
BÖLÜM VII: SONUÇ	184
KAYNAKÇA	188

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1.1: 2017 yılına kadar mevcut yapı stoğu	4
Tablo 1.2: Araştırmanın Çözümlemesi	8
Tablo 1.3: Tez Bölümleri	9
Tablo 2.1: TS 825 standartlarına göre bölgeler için tavsiye edilen U (Yapı bileşeninin ısı geçirgenlik katsayısı) (W/m ² .K) değerleri	24
Tablo 2.2: Türkiye’de talep yüzdelerine göre yalıtım malzemeleri	25
Tablo 2.3: Çeşitli cam tiplerinin performans parametreleri	26
Tablo 2.4: Güneş Işınımının Farklı Cam Çeşitleriyle Etkileşimi	27
Tablo 2.5: Cephe yenilemelerinde kullanılan stratejiler	31
Tablo 3.1: BepTR’de Atıf yapılan ve yararlanılan standartlar	43
Tablo 4.1: Mevcutta bulunan yapı tipleri ve özellikleri	53
Tablo 4.2: Tüm yapı tiplerine uygulanan iyileştirmeler ve müdahale yönleri	54
Tablo 4.3: İyileştirme kısaltmalarının açılımları	55
Tablo 4.4: İyileştirme kısaltmalarının açılımları (devamı)	56
Tablo 4.5: İyileştirme kısaltmalarının açılımları (devamı)	57
Tablo 4.6: BepTR’de tanımlı yapı tipleri	58
Tablo 4.7: Mevcut yapıların kabuk materyalleri	63
Tablo 4.8: Mevcut yapıların döşeme materyalleri	64
Tablo 5.1: İ.1.1 stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması	68
Tablo 5.2: İ.1.1 stratejisinin sonuçları	68
Tablo 5.3: İ.1.2 stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması	69
Tablo 5.4: İ.1.2 stratejisinin sonuçları	69
Tablo 5.5: İ.1.3 stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması	70
Tablo 5.6: İ.1.3 stratejisinin sonuçları	70
Tablo 5.7: İ.1.4 stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması	71
Tablo 5.8: İ.1.4 stratejisinin sonuçları	71
Tablo 5.9: İ.1.5 stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması	72
Tablo 5.10: İ.1.5 stratejisinin sonuçları	72

Tablo 5.11: İ.1.6 stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması	73
Tablo 5.12: İ.1.6 stratejisinin sonuçları.....	73
Tablo 5.13: U.1.1 stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması.....	74
Tablo 5.14: U.1.1 stratejisinin sonuçları	74
Tablo 5.15: U.1.2 stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması.....	75
Tablo 5.16: U.1.2 stratejisinin sonuçları	75
Tablo 5.17: U.1.3 stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması.....	76
Tablo 5.18: U.1.3 stratejisinin sonuçları	76
Tablo 5.19: U.1.4 stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması.....	77
Tablo 5.20: U.1.4 stratejisinin sonuçları	77
Tablo 5.21: U.1.5 stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması.....	78
Tablo 5.22: U.1.5 stratejisinin sonuçları	78
Tablo 5.23: U.1.6 stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması.....	79
Tablo 5.24: U.1.6 stratejisinin sonuçları	79
Tablo 5.25: U.1.7 stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması.....	80
Tablo 5.26: U.1.7 stratejisinin sonuçları	80
Tablo 5.27: U.1.8 stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması.....	81
Tablo 5.28: U.1.8 stratejisinin sonuçları	81
Tablo 5.29: U.1.9 stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması.....	82
Tablo 5.30: U.1.9 stratejisinin sonuçları	82
Tablo 5.31: U.1.10 stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması.....	83
Tablo 5.32: U.1.10 stratejisinin sonuçları	83
Tablo 5.33: U.1.11 stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması.....	84
Tablo 5.34: U.1.11 stratejisinin sonuçları	84
Tablo 5.35: U.1.12 stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması.....	85
Tablo 5.36: U.1.12 stratejisinin sonuçları	85
Tablo 5.37: U.1.13 stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması.....	86
Tablo 5.38: U.1.13 stratejisinin sonuçları	86
Tablo 5.39: D.1.1 dış yalıtım stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması.....	87
Tablo 5.40: D.1.1 dış yalıtım stratejisinin sonuçları	88
Tablo 5.41: D.1.2 dış yalıtım stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması.....	88
Tablo 5.42: D.1.2 dış yalıtım stratejisinin sonuçları	89
Tablo 5.43: D.1.3 dış yalıtım stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması.....	89
Tablo 5.44: D.1.3 dış yalıtım stratejisinin sonuçları	90

Tablo 5.45: D.1.4 dış katman stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması	90
Tablo 5.46: D.1.4 dış katman stratejisinin sonuçları.....	91
Tablo 5.47: D.1.5 dış katman stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması	92
Tablo 5.48: D.1.5 dış katman stratejisinin sonuçları.....	93
Tablo 5.49: D.1.6 dış katman stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması	93
Tablo 5.50: D.1.6 dış katman stratejisinin sonuçları.....	94
Tablo 5.51: İ.2.1 prekast kapatma stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması ...	97
Tablo 5.52: İ.2.1 prekast kapatma stratejisinin sonuçları.....	98
Tablo 5.53: İ.2.2 prekast kapatma stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması ...	98
Tablo 5.54: İ.2.2 prekast kapatma stratejisinin sonuçları.....	99
Tablo 5.55: İ.2.3 prekast kapatma stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması ...	99
Tablo 5.56: İ.2.3 prekast kapatma stratejisinin sonuçları.....	100
Tablo 5.57: İ.2.4 yarı kapatma stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması.....	100
Tablo 5.58: İ.2.4 yarı kapatma stratejisinin sonuçları	101
Tablo 5.59: İ.2.5 yarı kapatma stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması	101
Tablo 5.60: İ.2.5 yarı kapatma stratejisinin sonuçları	102
Tablo 5.61: İ.2.6 prekast kapatma stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması .	102
Tablo 5.62: İ.2.6 yarı kapatma stratejisinin sonuçları	103
Tablo 5.63: U.2.1 Balkon bölümünün kaldırılması stratejisinin sonuçları	103
Tablo 5.64: U.2.2 Balkon stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması	104
Tablo 5.65: U.2.2 Balkon stratejisinin sonuçları.....	104
Tablo 5.66: U.2.3 Balkon stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması	105
Tablo 5.67: U.2.3 Balkon stratejisinin sonuçları.....	105
Tablo 5.68: U.2.4 Balkon stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması	106
Tablo 5.69: U.2.4 Balkon stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması	106
Tablo 5.70: U.2.5 Balkon stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması	107
Tablo 5.71: U.2.5 Balkon stratejisinin sonuçları.....	107
Tablo 5.72: U.2.6 Balkon stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması	108
Tablo 5.73: U.2.6 Balkonun tam kapatılması stratejisinin sonuçları	108
Tablo 5.74: U.2.7 Balkon stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması	109
Tablo 5.75: U.2.7 Balkonun tam kapatılması stratejisinin sonuçları	109
Tablo 5.76: D.2.1 Prekast kapatma stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması	110
Tablo 5.77: D.2.1 Prekast kapatma stratejisinin sonuçları	110
Tablo 5.78: D.2.2 Prekast kapatma stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması	111

Tablo 5.79: D.2.2 Prekast kapatma stratejisinin sonuçları	111
Tablo 5.80: D.2.3 Prekast kapatma stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması	112
Tablo 5.81: D.2.3 Prekast kapatma stratejisinin sonuçları	112
Tablo 5.82: Açıklıkların yeniden boyutlandırılması uygulama şeması.....	115
Tablo 5.83: Açıklıkların yeniden boyutlandırılması Tip A yapısı için sonuçları ...	116
Tablo 5.84: Açıklıkların yeniden boyutlandırılması Tip B yapısı için sonuçları....	117
Tablo 5.85: Açıklıkların yeniden boyutlandırılması Tip C yapısı için sonuçları....	118
Tablo 5.86: Açıklıkların yeniden boyutlandırılması Tip D yapısı için sonuçları ...	119
Tablo 5.87: U.3.1.1 stratejisinin sonuçları	120
Tablo 5.88: U.3.1.2 stratejisinin sonuçları	120
Tablo 5.89: U.3.2.1 stratejisinin sonuçları	121
Tablo 5.90: U.3.2.2 stratejisinin sonuçları	121
Tablo 5.91: U.3.3.1 stratejisinin sonuçları	122
Tablo 5.92: U.3.3.2 stratejisinin sonuçları	122
Tablo 5.93: U.3.4.1 stratejisinin sonuçları	123
Tablo 5.94: U.3.4.2 stratejisinin sonuçları	123
Tablo 5.95: U.3.5.1 stratejisinin sonuçları	124
Tablo 5.96: U.3.5.2 stratejisinin sonuçları	124
Tablo 5.97: U.3.6.1 stratejisinin sonuçları	125
Tablo 5.98: U.3.6.2 stratejisinin sonuçları	125
Tablo 5.99: U.3.7 stratejisinin sonuçları	126
Tablo 5.100: U.3.8 stratejisinin sonuçları	126
Tablo 5.101: U.3.9 stratejisinin sonuçları	127
Tablo 5.102: U.3.10 stratejisinin sonuçları	127
Tablo 5.103: Açıklıklarda malzeme değişimi uygulamaları	128
Tablo 5.104: Açıklıklarda malzeme değişimi Tip A yapısı sonuçları	128
Tablo 5.105: Açıklıklarda malzeme değişimi Tip B yapısı sonuçları.....	129
Tablo 5.106: Açıklıklarda malzeme değişimi Tip C yapısı sonuçları.....	129
Tablo 5.107: Açıklıklarda malzeme değişimi Tip D yapısı sonuçları	130
Tablo 5.108: U.3.11.1 stratejisinin sonuçları	130
Tablo 5.109: U.3.11.2 stratejisinin sonuçları	131
Tablo 5.110: U.3.12.1 stratejisinin sonuçları	131
Tablo 5.111: U.3.12.2 stratejisinin sonuçları	132
Tablo 5.112: U.3.13.1 stratejisinin sonuçları	132

Tablo 5.113: U.3.13.2 stratejisinin sonuçları	133
Tablo 5.114: U.3.14.1 stratejisinin sonuçları	133
Tablo 5.115: U.3.14.2 stratejisinin sonuçları	134
Tablo 5.116: U.3.15.1 stratejisinin sonuçları	134
Tablo 5.117: U.3.15.2 stratejisinin sonuçları	135
Tablo 5.118: Daire içinden yalıtım uygulama şeması.....	138
Tablo 5.119: Daire dışından yalıtım uygulama şeması.....	139
Tablo 5.120: Tip A için döşeme uygulamaları toplu sonuçları.....	140
Tablo 5.121: Tip B için döşeme uygulamaları toplu sonuçları.....	141
Tablo 5.122: Tip C için döşeme uygulamaları toplu sonuçları.....	142
Tablo 5.123: Tip D için döşeme uygulamaları toplu sonuçları.....	143
Tablo 5.124: İ.4.1 stratejisinin sonuçları.....	144
Tablo 5.125: D.4.1 stratejisinin sonuçları	144
Tablo 5.126: H.1 stratejisinin sonuçları	145
Tablo 5.127: İ.4.2 stratejisinin sonuçları.....	145
Tablo 5.128: D.4.2 stratejisinin sonuçları	146
Tablo 5.129: H.2 stratejisinin sonuçları	146
Tablo 5.130: İ.4.3 stratejisinin sonuçları.....	147
Tablo 5.131: D.4.3 stratejisinin sonuçları	147
Tablo 5.132: İ.4.4 stratejisinin sonuçları.....	148
Tablo 5.133: D.4.4 stratejisinin sonuçları	148
Tablo 5.134: İ.4.5 stratejisinin sonuçları.....	149
Tablo 5.135: D.4.5 stratejisinin sonuçları	149
Tablo 5.136: İ.4.6 stratejisinin sonuçları.....	150
Tablo 5.137: D.4.8 stratejisinin sonuçları	150
Tablo 5.138: İ.4.7 stratejisinin sonuçları.....	151
Tablo 5.139: D.4.7 stratejisinin sonuçları	151
Tablo 5.140: İ.4.8 stratejisinin sonuçları.....	152
Tablo 5.141: D.4.8 stratejisinin sonuçları	152
Tablo 5.142: H.3 stratejisinin sonuçları	153
Tablo 6.1: Kabuk İçerisinden Uygulanan Duvar uygulamaları Sonucu Oluşan Birincil Enerji Kullanımları (kWh).....	156
Tablo 6.2: Kabuk İçerisinden Uygulanan Duvar uygulamaları Sonucu Oluşan Birincil Enerji Kazanımları (%).....	157

Tablo 6.3: Kabuk Üzerinden Uygulanan Duvar uygulamaları Sonucu Oluşan Birincil Enerji Kullanımları (kWh)	159
Tablo 6.4: Kabuk Üzerinden Uygulanan Duvar Uygulamaları Mevcut Duruma Gör Enerji Kazanımı (%) 1	159
Tablo 6.5: Kabuk Üzerinden Uygulanan Duvar Uygulamaları Mevcut Duruma Gör Enerji Kazanımı (%) 2	160
Tablo 6.6: Kabuk Dışından Uygulanan Duvar uygulamaları Sonucu Oluşan Birincil Enerji Kullanımları (kWh)	163
Tablo 6.7: Kabuk Dışından Uygulanan Duvar Uygulamaları Sonucu Mevcut Durumlara Göre Enerji Kazanımları (%).....	163
Tablo 6.8: Tüm Duvar Uygulamaları Sonucu Oluşan CO ₂ Salımları (kg. CO ₂ /m ²)	165
Tablo 6.9: Mevcut Durumlara Göre Duvar Uygulamaları Sonucu Oluşan CO ₂ Salım Kazanımları (%).....	166
Tablo 6.10: Kabuk Dışından Uygulanan Duvar uygulamaları Sonucu Oluşan Birincil Enerji Kullanımları (kWh)	167
Tablo 6.11: Mevcut Durumlara Göre Balkon Uygulamaları Sonucu Oluşan Mevcut Durumlara Göre Enerji Kazanımları (%).....	169
Tablo 6.12: Mevcut Durumlara Göre Balkon Uygulamaları Sonucu Oluşan CO ₂ Salım Kazanımları (%).....	171
Tablo 6.13: Açıklık Uygulamaları Sonucu Oluşan Birincil Isıtma Enerjisi Kullanımları (kWh).....	172
Tablo 6.14: Açıklık Uygulamaları Sonucu Oluşan Birincil Isıtma Enerjisi Kazanım Değerleri (%).....	173
Tablo 6.15: Açıklık Uygulamaları Sonucu Birincil Enerjisi Kullanımları (kWh)..	175
Tablo 6.16: Açıklık Uygulamaları Sonucu Birincil Enerjisi Kazanım Oranları	176
Tablo 6.17: Döşeme Uygulamaları Sonucu Birincil Enerji Kullanımları 1	178
Tablo 6.18: Döşeme Uygulamaları Sonucu Birincil Enerji Kullanımları 2.....	178
Tablo 6.19: Alt katın ısıtılmadığı H.1 durumuna göre enerji kazanımları (%).....	178
Tablo 6.20: Üst katın ısıtılmadığı H.2 durumuna göre enerji kazanımları (%)	178
Tablo 6.21: Tüm katların ısıtıldığı senaryoda mevcut duruma göre enerji kazanımları (%).....	179
Tablo 6.22: Alt üst katların ısıtılmadığı H.3 durumuna göre enerji kazanımları	179

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1: Türkiye’de Yıllara göre birincil enerji tüketimi değerleri	3
Şekil 1.2: Türkiye’de Yıllara göre salınan CO ₂ değerleri	3
Şekil 1.3: Türkiye’deki farklı bina türlerinin iklim bölgelerine göre enerji talebi	6
Şekil 1.4: Türkiye’deki farklı iklim bölgeleri	6
Şekil 2.1: Dünya’da konut sektöründe kullanılan nihai enerji tüketim değerleri	12
Şekil 2.2: 2000 yılından bu yana Türkiye'deki enerji arzı	12
Şekil 2.3: Yakıta göre konut sektöründe enerji tüketimi, Türkiye, 2000-2018	13
Şekil 2.4: Türkiye’de (Çevrim ve Enerji sektörü hariç) 2019 yılı birincil enerji arzının sektörlere göre dağılımı ve konut sektörü içinde dağılımı	13
Şekil 2.5: Amaçlarına göre enerji ekin iyileştirme çeşitleri.....	18
Şekil 2.6: Yapı kabuğundaki çevresel yükler	20
Şekil 2.7: Yapı kabuğu sürdürülebilirliği bileşenleri	21
Şekil 2.8: Yapı kabuğunda ısı kaybı potansiyelleri	22
Şekil 2.9: Yapı kabuğunda genel olarak kullanılan enerji etkin teknolojiler	23
Şekil 2.10: Yapı kabuğundaki genel iyileştirme strateji, uygulama ve bölümleri	30
Şekil 2.11: Yapı kabuğu konumuna göre uygulanabilecek stratejiler ve bölümleri ..	32
Şekil 3.1: Araştırma yapılan bölge.....	34
Şekil 3.2: Sivas ili yıllık sıcaklık grafiği	35
Şekil 3.3: Açık balkonlar ve balkon döşemesinden kaynaklı ısı kaçağı. 2-Pencere çerçeveleri kaynaklı ısı kaçağı	36
Şekil 3.4: Yeterli kalınlık ve geçirgenlik değerlerinde olmayan malzeme kullanımından dolayı ısı kaçakları	37
Şekil 3.5: İç havalandırmanın sağlanması için kullanıcı tarafından açılmış pencerelerden kaynaklı ısı kaybı.....	37
Şekil 3.6: Kapatılan balkon bölümlerinin iç hacimlerle birleştirilmesi	38
Şekil 3.7: Her dairede eşit ısı kaybı önleyici sistemlerin kullanılmaması.....	38
Şekil 3.8: Yapının kuzey cephesinde açıklık/duvar oranının artırılmasına yönelik işlemler yapılması	39

Şekil 3.9: Kapatılmış balkon duvarlarında uygulanmamış dış yalıtım kaplamaları ..	39
Şekil 3.10: 1-Yalıtımsız cephe kabuğu sebebiyle farklı ısı geçirim seviyesine sahip taşıyıcı sistem ve duvar bileşenlerinin belirgin şekilde gözlemlenmesi. 2-Balkon döşeme ve duvar birleşimindeki ısı kayıpları	40
Şekil 3.11: BepTR veri girdileri ve hesaplama şeması	48
Şekil 3.12: Araştırma süreçleri ve stratejilerin simülasyona aktarılması.....	49
Şekil 4.1: İncelenen yapıların planı	51
Şekil 4.2: İncelenen yapıların kesiti.....	52
Şekil 4.3: İncelenen yapıların yan görünüşü.....	53
Şekil 4.4: Bina Bilgileri Giriş Ekranı Gösterimi.....	59
Şekil 4.5: Mekanik Isıtma Sistemleri Ekranı Gösterimleri.....	61
Şekil 4.6: Simülasyonda incelenecek yapının belirlenen zonları.....	62
Şekil 4.7: Şekil. Örnek Duvar	64
Şekil 5.1: Duvar uygulamaları Sonucu Oluşan Birincil Enerji Kullanımları	94
Şekil 5.2: Duvar Uygulamaları Sonucu Oluşan CO ₂ Salımları	95
Şekil 5.3: Duvar Uygulamalarının Mevcut Duruma Göre Enerji Kazanımları	96
Şekil 5.4: Balkon Uygulamaları Sonucu Oluşan Birincil Enerji Kullanımları	113
Şekil 5.5: Balkon Uygulamaları Sonucu Oluşan CO ₂ Salımları	113
Şekil 5.6: Balkon Uygulamalarının Mevcut Duruma Göre Enerji Kazanımları	114
Şekil 5.7: Açıklık uygulamaları Sonucu Oluşan Birincil Enerji Kullanımları	135
Şekil 5.8: Açıklık Uygulamaları Sonucu Oluşan CO ₂ Salımları	136
Şekil 5.9: Açıklık Uygulamalarının Mevcut Duruma Göre Enerji Kazanımları	137
Şekil 5.10: Döşeme uygulamaları Sonucu Oluşan Birincil Enerji Kullanımları	153
Şekil 5.11: Döşeme Uygulamaları Sonucu Oluşan CO ₂ Salımları	154
Şekil 5.12: Döşeme Uygulamalarının Mevcut Duruma Göre Enerji Kayıp ve Kazanımları	155
Şekil 6.1: Kabuk İçerisinden Uygulanan Duvar uygulamaları Sonucu Oluşan Birincil Enerji Kazanımlarının Tüm yapı Tipleri İçin Ortalamaları ve İyileştirmeler Sonucunda Oluşan Ortalama U-Değerleri	157
Şekil 6.2: Kabuk Üzerinde Uygulanan Duvar uygulamaları Sonucu Oluşan Birincil Enerji Kazanımlarının Tüm yapı Tipleri İçin Ortalamaları	160
Şekil 6.3: Kabuk Dışında Uygulanan Duvar Uygulamaları Sonucu Oluşan Birincil Enerji Kazanımlarının Tüm Yapı Tipleri İçin Ortalamaları	164

Şekil 6.4: Balkon uygulamaları sonucu oluşan birincil enerji kazanımlarının tüm yapı tipleri için ortalamaları.....	168
Şekil 6.5: Eksenlere göre açıklık boyutlandırma uygulamaları sonucu oluşan birincil enerji kazanımlarının tüm yapı tipleri için ortalamaları	173
Şekil 6.6: Açıklık/ duvar oranı ortalama verilerinin daire konumlarına göre enerji talebine etkisi	174
Şekil 6.7: Açıklık Değişimi uygulamaları sonucu oluşan birincil enerji kazanımlarının tüm yapı tipleri için ortalamaları	175
Şekil 6.8: Alt ve Üst Katın Isıtıldığı veya Isıtılmadığı Durumlar Baz Alınarak Döşeme Yalıtım Uygulamalarının Birincil Enerji Kazanımlarının Tüm Yapı Tipleri İçin Ortalamaları	179
Şekil 6.9: Döşeme uygulamalarının mevcut duruma göre birincil enerji kayıp ve kazanımları	181

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

Simgeler

°C	: Santigrat
cm	: Santimetre
CO ₂	: Karbodioksit
m	: Metre
SO ₂	:Sülfürdioksit
U	: (W/m ² K) Isı Geçirgenlik Katsayısı
λ	:(W/mK) Isı İletkenlik Katsayısı

Kısaltmalar

AB	: Avrupa Birliği
ASHRAE	: (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) Amerikan Isıtma, Soğutma ve İklimlendirme Mühendisleri Birliği
Bep-Tr	: Binalarda enerji performansı hesaplama yöntemi- Türkiye
BEP	: Binalarda Enerji Performansı
DIN	: (Deutsches Institut für Normung) Alman Bina Enerji Performansı Hesaplama Yöntemi
EKB	: Enerji Kimlik Belgesi
EPBD	: Binalarda Enerji Performansı Direktifi
EPS	: Genleştirilmiş polistren
IEA	: (International Energy Agency) Uluslararası Enerji Ajansı
PVC	: Polivinil klorür
TEP	: Ton Eşdeğer Petrol
TS 825	: Binalarda ısı yalıtım kuralları standardı programı
XPS	: Extrüde polistren

BÖLÜM I

GİRİŞ

Toplumlar ve kentler gelişimini sürdürdükçe buna paralel olarak enerji tüketimi artarak devam etmektedir. Bunun nedeni, enerji talebini artırmaya sebep olan nüfus artışı, ekonomik gelişme ve teknolojik ilerlemeler gibi çeşitli faktörlerdir. Ayrıca ülkeler sanayileştikçe ve kentleştikçe enerji kullanımları da artma eğilimi göstermektedir. (White 1943:339, Steinberger vd. 2012:84, Arto vd. 2016:8)

İnsanlık için enerji tüketimi hem tasarruf edilmesi gereken önemli bir konu hem de çevresel sorunların sebebidir (Sato 2007:13). Günümüzde enerji kaynaklarının büyük bir bölümü fosil yakıtlara dayanmakta ve çevreci enerji kaynaklarına geçiş hala yeterince hızlı ilerlememektedir. Bu nedenle, enerji tasarrufu her zaman önemli bir konu olarak tartışılmaktadır.

Gelişen teknolojik imkanlar, enerji kullanımını takip etmemizi ve azaltmamızı kolaylaştırırsa da genellikle insanlar hala ihtiyaçlarının ötesinde enerji tüketmekte ve enerji kullanımlarını kontrol altında tutamamaktadır. Bu durum hem çevre bilincinin yetersizliği hem de konfor ortamının sağlanması için enerji giderlerinin yeterince takip edilememesine dayanmaktadır. Ancak, enerji maliyetlerinin yükselmesi ve çevre problemlerinin artması bu konunun daha da dikkatle ele alınması gerektiğini hatırlatmıştır.

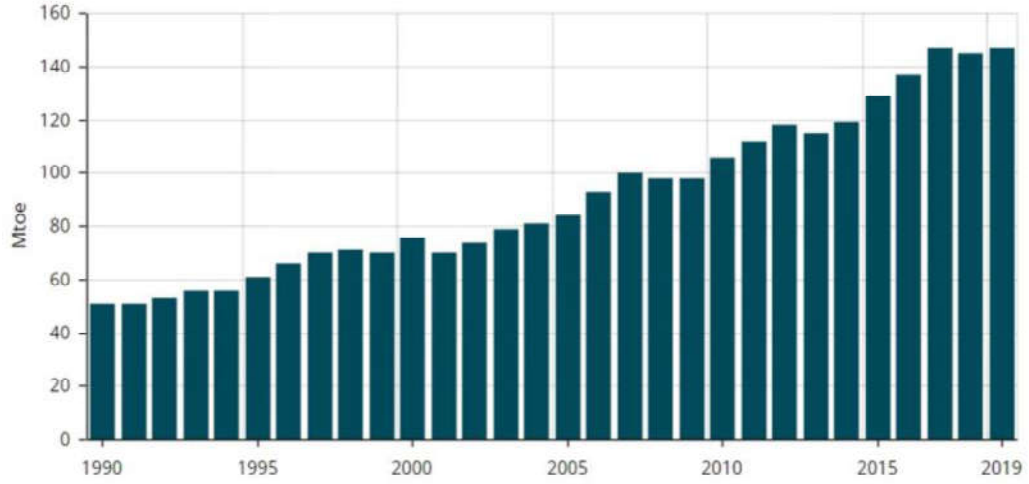
Türk Standartları enstitüsü tarafından yayınlanan Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardına (TS 825 2008:34) göre Türkiye 4 iklim bölgesine derece gün yöntemiyle ayrılmıştır. Yapıların soğuk aylarda ısıtma yüklerinin artması, yapıların, Türkiye'nin birçok bölgesinde enerji harcamaları içerisinde en önemli paya sahip kalem olmasına sebep olmaktadır. Türkiye'nin enerji ithalatçısı konumunda bir ülke olduğu düşünüldüğünde, artan maliyetler yapı içerisindeki ısınma giderlerinin ekonomik açıdan büyük sorunlara sebep olduğunu ortaya çıkarmaktadır. Ekonomik sorunların yanında kullanılan enerjinin çoğunluğunun fosil tabanlı kaynaklara bağlı olması önemli çevre sorunları da yaratmaktadır (Başarır ve Diri 2014:4).

Mümkün olan en düşük enerji tüketimi seviyelerinde iç ısı konfor seviyelerini korumak için bina kabuğunun ısı yalıtım direncinin en iyi seviyede olması gerekir. Bina kabuğu iç ve dış ortamlar arasındaki ısı akışını yeterince durdurulamadığında gerekli yalıtım ve bina kabuğu yöntemleri kullanılmalıdır. Bu tür önlemlerin alınmaması durumunda kullanıcı sağlığı zarar görebilir ve enerji kullanımı artabilir. (Oral 2007:238)

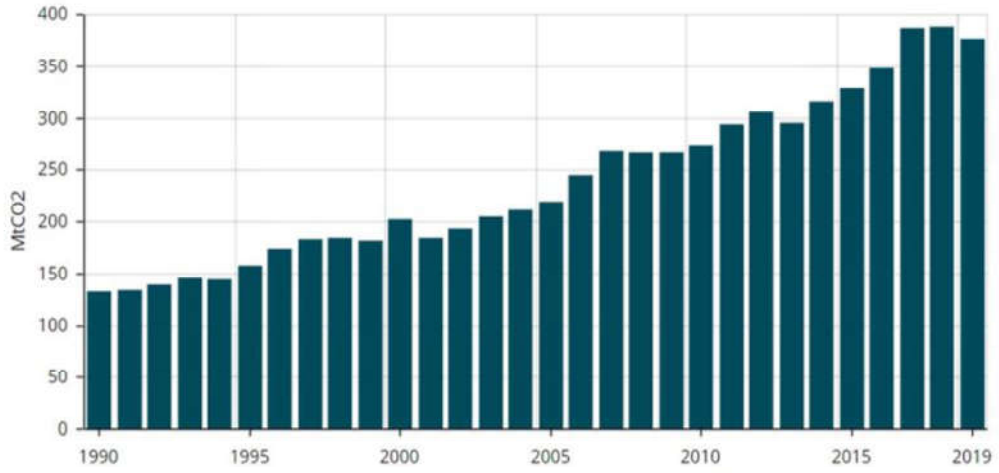
Bu çalışma ile yapı kabuğun iyileştirilerek enerji verimliliğinin hangi düzeylerde artırabileceği araştırılmıştır. Çalışma kapsamında, konutlar özelinde, soğuk iklim şartlarında yapı kabuğunda yapılan düzenlemeler ile enerji verimliliği artırılmaya çalışılmıştır. Seçilen bölgedeki konutların Binalarda Enerji Performansı-Türkiye (BEP-TR) adlı simülasyon programıyla yapı kabuğu analiz edilmektedir. Mevcut durum dışında yapı kabuğunda yapılan farklı iyileştirmeler sistematik olarak düzenlenmiştir. Bu bağlamda yapı kabuğunda geliştirilen farklı uygulama önerileri, yapılan simülasyonların sonuçları kapsamında kıyaslamalı olarak analiz edilmektedir.

1.1 PROBLEM

Yapılarda enerji korunumu, en başta kaynakların yok olmasını engellemek, daha sonra da doğal çevrenin ve o çevrede yaşayan canlıların hayatlarını sürdürebilmesi için üzerinde düşünülmesi gereken bir konudur. Dünya genelinde yapılar özelinde enerji verimliliğinin artırılması ve atıkların en aza indirilmesi için yoğun çalışmalar yürütülmektedir. Buna rağmen birincil enerji kullanım değerleri içerisinde fosil tabanlı enerji kaynaklarının önemli bir yer tutmasının önüne geçilememektedir. Bu nedenle enerji kullanımındaki artışla birlikte ve CO₂ seviyelerindeki artış sürmektedir (Şekil 1.1-1.2).



Şekil 1.1: Türkiye’de Yıllara göre birincil enerji tüketimi değerleri (Enerdata 2020)



Şekil 1.2: Türkiye’de Yıllara göre salınan CO₂ değerleri (Enerdata 2020)

Ülkemizde yıllık birincil enerji arzının yaklaşık 21%’lik kısmı konutlarda kullanılmaktadır (ETKB/EİGM 2019:23). Türkiye’nin enerji konusunda ithalatçı durumda olması nedeniyle bu sorunun ekonomik boyutları da ülkemiz için yüksektir. Ayrıca fosil yakıt kaynaklarının dünyada artan ihtiyaçlara cevap veremeyecek duruma gelme ihtimali ve fosil kaynaklarının bulunduğu coğrafyalardaki siyasi ve toplumsal problemler de enerji konusunda hassasiyet duyulması gerekliliğini hatırlatmaktadır. Türkiye, enerji kaynakları açısından zengin olmamasına rağmen, enerji tasarrufu yapıldığında bu yeni bir kaynak olarak değerlendirilebilir. Enerjinin verimli kullanımı, belli ihtiyaçların optimal şartlarından ödün vermeden daha az enerji ile kullanılmasıdır ve bu nedenle konut sektöründe enerjinin verimli kullanımı önemlidir (Oral 2007:263).

Mevcut konutların yenilenmesi durumu yapılarda kullanılan enerji kullanım değerlerinin azaltılması açısından önemli bir durumdur. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nın iklim bölgelerine göre yapı stoğu verilerine göre, Sivas'ın da bulunduğu 4. İklim bölgesinde mevcut çok haneli yapıların 64% oranındaki bölümü 2011 öncesinde inşa edilmiştir (Tablo 1.1). Bu durumda yapıların önemli bir bölümünde mevcut mevzuatlardaki zorunluluklara göre inşa edilmediği sonucuna varılmaktadır.

Tablo 1.1: 2017 yılına kadar mevcut yapı stoğu (ÇŞB 2021:42)

Mevcut Yapı Stoğu					
	Tek Haneli Konut	Çok Haneli Konut	Ofis	Kamu	Diğer
1. İklim Bölgesi	1.156.277	224.549	78.160	10.154	92.287
2. İklim Bölgesi	2.131.329	501.932	148.931	23.789	191.390
3. İklim Bölgesi	1.179.912	232.566	86.491	17.802	149.409
4. İklim Bölgesi	418.630	55.436	45.941	6.407	51.332
Toplam	4.886.148	1.014.483	359.523	58152	484.417
Yeni (2011 sonrası)					
	Tek Haneli Konut	Çok Haneli Konut	Ofis	Kamu	Diğer
1. İklim Bölgesi	89.672	87.279	3.103	2.297	20.049
2. İklim Bölgesi	122.851	214.766	6.624	4.968	36.685
3. İklim Bölgesi	71.385	100.948	3.527	3.912	20.502
4. İklim Bölgesi	16.767	19.718	995	751	13.422
Toplam	300.675	422.711	14.250	11.929	90.659
Genel Toplam	5.186.283	1.437.194	373.773	70.081	573.306

Yeni binaların inşası, malzeme ve enerji tüketimi açısından daha yüksek maliyetlere neden olabilirken, mevcut binaların iyileştirilmesi, daha az kaynak tüketimi ve daha düşük maliyetlerle gerçekleştirilebilmektedir (La Fleur vd. 2019:83). Verimli enerji kullanımının daha geniş kitlelere sağlanması açısından daha hızlı ve daha ekonomik bir yol olduğu için yapıların iyileştirilmesi tercih edilmiştir. Mevcut konutlarda kullanılan enerji çeşitlerinin yüksek maliyetleri, çevresel zararları ve mevcut yapı kabuklarının düşük enerji performansları bu konuyu daha çözümlenmesi gereken bir sorun haline getirmektedir.

Sivas'ın iklim şartları nedeniyle uzun süreli ısınma giderlerinin yüksek maliyetlerini aşağıya çekmek için önlemler alınmalıdır. Yapı içerisinde ısı konfor şartlarının sağlanması için ısıtma enerjisi aktif olarak sağlanmaya devam ederken ısı kaybeden bölgeler nedeniyle daha fazla enerji kullanımı meydana gelmektedir. Mevcut yapıların büyük bölümünde bu soruna karşı alınmış yapı kabuğundaki

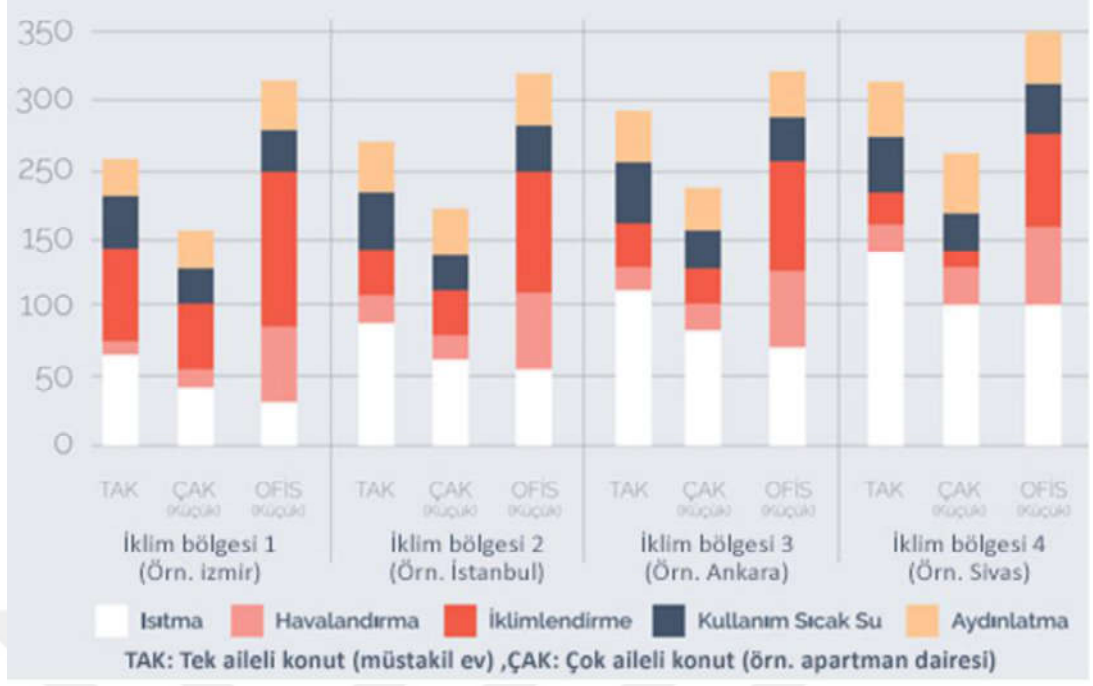
önlemler geliştirilmelidir. Zaman içerisinde bazı konut sakinlerinin aldığı önlemler de göz önünde bulundurulursa, belli yapılarda ise ısı konfor sağlayabilecek şartlara daha az efor harcayarak ulaşılma şansı bulunmaktadır.

1.2 KAPSAM, AMAÇ VE HEDEFLER

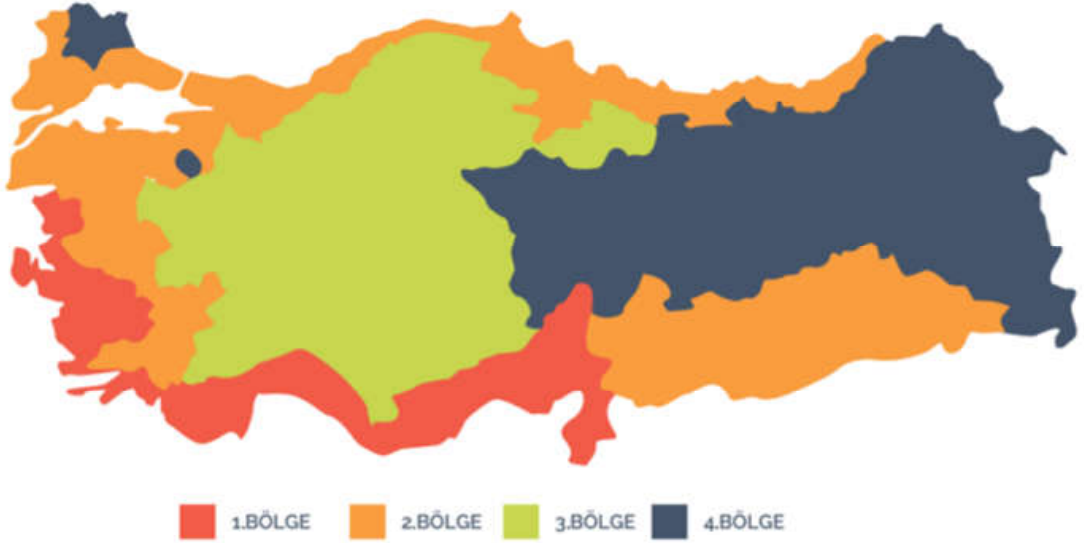
Araştırma kapsamında Sivas ilinin, merkez ilçesinde yer alan, Yenişehir Mahallesiindeki Yenişehir Toplu Yapı Kooperatifi içerisindeki yapılar incelenmiştir. Araştırma yeri olarak Sivas'ın seçilmesinin nedeni ise soğuk bir iklim tipine sahip olması ve genellikle yapı tipi olarak orta katlı yapıların görülmesidir. TS 825'e göre Türkiye'de derece, güne bağlı belirlenmiş 4 iklim bölgesi bulunmaktadır (TS 825 2008). Bu çalışma ile seçilen orta katlı mevcut konutların enerji performansının belirlenmesi, mevcut enerji hedefleri ile kıyaslanması ve güncel yönetmelikler bağlamında iyileştirme stratejilerinin belirlenmesi hedeflenmektedir. Bu kapsamda ısıtma yükü, diğer bölgelere kıyasla daha fazla olan TS 825'e göre 4. İklim bölgesinde yer alan Sivas ilindeki belli bir bölgede bulunan konutların üzerinden araştırmalar yürütülmektedir. Örnek olay bölgesi olarak Yenişehir Kooperatifi içerisinde bulunan konutları, zaman içerisinde farklı kabuk uygulamalarına maruz kalmaları ve ısıtma amacıyla kullanılan yakıt tiplerinin farklılaşmış olmaları sebebiyle örnek olay çalışması için seçilmiştir.

Belirlenen bölgedeki yapılar incelenerek eksiklikleri tespit edilmiştir. Literatürdeki örnekler ve örnekleme uygulanabilecek kabuk hızını belirleyerek modellemeler arayıcılığı ile incelenen yapı tiplerine uygulanmıştır. Bu çalışma kapsamında Türkiye Cumhuriyeti'nin resmi bina enerji performansı yazılımı olan BepTR yazılımının ikinci versiyonu üzerinden değerlendirmeler yapılmaktadır.

Çıkan sonuçlar neticesinde benzer özellikteki yapılar ve bölgeler için iyileştirme konusunda karar almada yardımcı olabilecek veriler sunulmaktadır.



Şekil 1.3: Türkiye’deki farklı bina türlerinin iklim bölgelerine göre yıllık tahmini enerji talebi 2015 (ÇŞB ve GIZ 2018:12)



Şekil 1.4: Türkiye’deki farklı iklim bölgeleri (TS 825 2008:34)

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı’nın yaptığı çalışmada, farklı iklim bölgelerindeki yapı tiplerinin enerji kullanım değerleri karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucu enerji kullanım değeri en yüksek yapılar 4. iklim bölgesinde bulunan yapı tipleridir. Bu yapılar ise en çok harcamayı ısıtma kaleminde gerçekleştirmiştir.

Benzer bir konut stoğu örneği olarak sunulabilecek Avrupa Birliğinde binalarının yaklaşık 35%'i 50 yaşın üzerindedir ve bina stokunun yaklaşık %75'i enerji açısından verimsizdir (European Commission 2018). Sivas'taki çok katlı bina yapım teknikleri, İç Anadolu'daki diğer şehirlerdeki yapıların teknikleriyle paralellik göstermesi de araştırmanın kolay bir şekilde Türkiye için de genelleme yapılabilmesini sağlamaktadır.

Sivas'taki konut stoğunun enerji kullanım ve korunum ortalamasını verebilecek özelliklere sahip bir bölge olan Yenişehir bölgesindeki yapılar incelenmiştir. Genel olarak 1990'lı yılların başında inşa edilen yapıların yapıldıkları dönemde enerji etkin bir anlayış içeren mevzuat ve yasal düzenlemeler bulunmamaktadır. Sivas şehrinin en kalabalık ikinci mahallesi olan bu bölgede yaklaşık 20.000 kişi yaşamaktadır. Bu bölgede yapılacak yapı incelemelerinde sahip oldukları plan tipolojisi, yapı yönelimleri, kullanılan ısıtma enerjisi çeşitleri ve yapı sakinleri tarafından daha sonrasında yaptırılan yalıtım sistemleri incelenip sınıflandırılmıştır.

Bu araştırmada sonucunda, mevcut çok katlı konut stoğunun gelecekteki enerji etkin dönüşümüne katkı sağlayabilecek verileri ortaya koymak hedeflenmiştir. Mevcut konutlarını iyileştirmesi dışında yeni konut sahibi olacak kişiler için mevcut konutlar içerisinde iyileştirme ihtiyacı az ve potansiyeli yüksek konutların tespitinin kolaylaşması amaçlanmıştır.

1.3 ARAŞTIRMA SORULARI

Türkiye'de soğuk iklim bölgelerinden biri olan Sivas ilinde bulunan mevcut çok katlı yapıların ısıtma yükünü azaltabilecek uygulamaların çeşitlendirilmesi ve daha verimli sonuçlara ulaşılması mümkün olabilir. Bu durumun gerçekleşebilmesi için çözümlenmesi gereken sorular:

- Sivas'ın güncel iklim şartları, aylara göre enerji kullanım dağılımı nedir?
- Sivas'taki çok katlı konut yapılarının enerji korunumu konusunda, olan mevcut hassasiyetleri ve eksiklikleri nelerdir?
- Sivas'taki binalarda enerji değerlerinin daha makul seviyelere indirebilecek;
 - Kabuk malzeme ve bileşen örnekleri,
 - Yapı yönelimi ve plan tipolojisi,
 - Açıklık/ yüzey alanı oranı ve pencere elemanları ve

- Mevcutta kullanılan ısıtma enerji kaynaklarının etkileri nelerdir?
- Sivas veya benzeri koşullardaki yapılarda yaygın olarak kullanılan, ekonomik ve verimli enerji etkin çözümler nelerdir?
- Gelişen teknoloji ve değişen kullanıcı istekleri ışığında mevcut enerji korunumunu savunan düzenlemeler ve yönetmelikler yeterli midir?
- Yapı kabuğu iyileştirme aşamalarında uygulama yapılması gereken bölümler, kullanılması gereken sistemler ve malzemeler öncelik sıralarına göre nelerdir?

Tablo 1.2: Araştırmanın Çözümlemesi

Ne	Mevcut yapılardaki ısıtma enerjisi yükünü arttıracak kabuk yetersizlikleri ve hatalarının analizi	Alan taraması Kaynak taraması
Neden	Fosil tabanlı yüksek enerji kullanımının çevresel zararları Yükselen enerji maliyetleri Soğuk iklim bölgelerindeki yapılarda enerji verimlilik sorunları	Kaynak taraması
Nasıl	Mevcut yapıların incelenmesi, kabuk hatalarının tespiti Yapılarda uygulanabilecek enerji etkin kabuk geliştirmelerinin belirlenmesi Simülasyonlara bağlı olarak yenileme stratejileri ile elde edilecek verimliliğin analizinin yapılması	(Alan Çalışması- Simülasyon) Tartışma

1.4 YÖNTEM

- Alan araştırması için seçilen bölgede yapı kabukları termal kamera ile incelenmiş, kabuk hataları ve yanlış uygulamalar not edilmiştir.
- Literatür araştırmaları ve alanda yapılan gözlemler sonucunda yapılarda belirlenen problemlere göre uygulanacak stratejiler belirlenmiştir.
- Belirlenen stratejiler için bir sistem geliştirilerek yapı kabuğu bileşenleri üzerinden bölümlere ayrılmış ve kategorize edilmiştir.
- Araştırmada örnek olay incelemesine dayalı simülasyon hesaplamaları yapılarak değerlendirmeler yapılmaktadır.
- Bu doğrultuda Türkiye'nin resmi yapı enerji hesabı programı olan BepTR yazılımını ikinci sürümü kullanılmıştır.

- Belirlenen stratejiler simülasyon yardımı ile hesaplanmış ve değişim oranları karşılaştırılmıştır.
- Araştırma yapılacak bölgede bulunan, nitelik olarak ortalama bina stoğunu temsil edebilecek özellikteki konut binalarının kullandığı ısıtma enerjisi değerleri hesaplanması ile bölgesel, ulusal ve uluslararası ölçekte gelecekteki enerji talebinin azaltılmasına yönelik çıktılarının ortaya konması amaçlanmaktadır.

Tablo 1.3: Tez Bölümleri

Bölümler	İçerik
Bölüm II Kaynak Taraması	Literatürde enerji, enerji politikaları, binalarda enerji verimliliği, enerji etkin yapı kavramı ve enerji etkin yapı kabuğu uygulamaları konusunda yapılan araştırmalar
Bölüm III Yöntem	Araştırma yapılan bölgenin iklimsel ve coğrafi özellikleri, Alanda yapılan incelemeler ve termal kamera çekimleri, Bina enerji simülasyonları ve BepTR hakkında genel bilgiler
Bölüm IV Örnek Olay	İncelenen yapıların genel özellikleri Simülasyon girdileri ve ön kabulleri
Bölüm V Simülasyon Çıktıları	Dış duvar uygulamaları ve sonuçları Balkon uygulamaları ve sonuçları Açıklık uygulamaları ve sonuçları Döşeme uygulamaları ve sonuçları
Bölüm VI Tartışma	Simülasyon çıktılarının karşılaştırılması ve değerlendirilmesi
Bölüm VII Sonuç	Araştırmanın sonuçları ve gelecek için beklentiler

BÖLÜM II

KAYNAK TARAMASI

2.1 BİNALARDA ENERJİ VERİMLİLİĞİ

Enerji verimliliği ve enerji tasarrufu, etkin enerji kullanımı amacıyla ortaya konulmuş kavramlardır. Enerji tasarrufu, enerjiyi verimli bir şekilde kullanarak israf etmemek; aynı işi daha az enerji kullanarak yapmak olarak tanımlanmaktadır. Enerji verimliliği ise, birim hizmet veya ürün miktarı başına enerji tüketiminin azaltılmasıdır (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı 2021). Enerji verimliliği ve tasarrufu, enerji politikalarının düzenlenmesinde uzun süredir kritik unsurlar olmuştur ve küresel iklim değişikliği ve enerji güvenliği ile ilgili endişeler yoğunlaştıkça daha da önem kazanmıştır. Enerji talebini uygun maliyetli olarak azaltmaya yönelik uzun yıllar boyunca araştırmalar yapılmış ve politikalar geliştirilmiştir (Gillingham vd. 2009:598)

Enerji kullanımlarının önemli bölümünü yaşadığımız yapılar içerisinde gerçekleşmektedir. Özellikle konut yapılarında, insanların yaşam şartları ve ihtiyaçlarına uygun olarak belirli enerji türleri kullanılmaktadır. Sivas ili gibi araştırmanın yapılacağı ortalama sıcaklığın yıllık olarak düşük olduğu yerlerde ısıtma enerjisi ile ilgili harcamalar ön plana çıkmaktadır. Yapı kabuğu, ısıtma enerjisinin etkin kullanımı için en önemli yapı elemanı olmakla birlikte, Türkiye’de yapıdaki ısı kaybı nedeniyle enerji tasarrufu sağlanmasını amaçlayan ilk çalışma TSE’nin 1970 yılında yayınladığı “Binalarda Isı Yalıtım Kuralları” olmuştur (Sezer 2005:11). 29 Nisan 1998 tarihinde tavsiye niteliğinde yayımlanan standarttan sonra "Binalarda Isı Yalıtımı Yönetmeliği'nin Resmi Gazete’de yayınlanması ile 14 Haziran 2000 tarihinden itibaren uygulaması zorunlu standart olarak yürürlüğe girmiştir. En yeni hali ise 26 Ağustos 2008 tarihinde Resmi Gazete’de tebliğ olarak yayımlanmıştır. (TS 825, 2008)

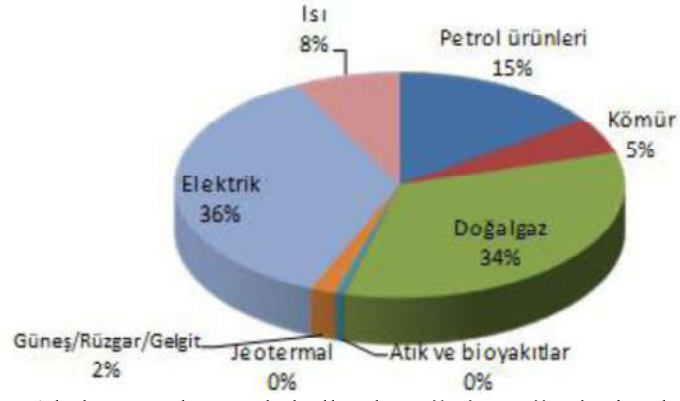
Enerji etkin önlemlerin hem yeni yapıların inşasında hem de mevcut yapıların iyileştirme aşamalarında ele alınması gerekmektedir. Yapı kabuğu içinde veya dışında yapılacak müdahaleler ve ısıtma sistemlerinde yapılacak geliştirmeler ve yenilemeler sayesinde mevcut yapılarda da enerji etkin iyileştirmeler yapılmaktadır. Yapı kabuğunun iyileştirilmesi için yalıtım uygulaması ve daha verimli ekipmanların kullanılması, dijital enerji takibi ve yenilenebilir kaynakların kullanımı gibi uygulamalar enerji talebini ve emisyonları azaltmaya yardımcı olacaktır (IEA 2020:21).

İyileştirme (retrofit), bir ürünün daha sonrasında geliştirilerek güncellenmesidir. İyileştirme, yapılarda oluşan deformasyonları gidermek amacıyla yapı kabuğu ve içerisinde görsel değişiklikler yapılmasıdır. Son yıllarda sürdürülebilirlik amacı da güdülmektedir. (Wilkinson 2013:213). Yapılarda gerçekleştirilen uygulamalar etki ve amaçlarına göre farklı başlıklar içerisinde ele alınabilir. Yenileme (renovasyon) amaç olarak uygulama yapılacak alana yeni bir amaç kazandırma ve işlevsel dönüşümleri içermektedir. İyileştirmeler yapının kullanım amacını değiştirmeden, belli başlı kozmetik uygulamaların ötesinde yapının enerji verimliliğini olumlu yönde etkileyebilecek (ısıtma ve iklimlendirme sistemleri ve yalıtım uygulamaları gibi) teknik amaçlar içeren uygulamalardır. (Team Build 2023)

Binalardaki ortalama yıllık enerji iyileştirme oranları, çoğu büyük pazarda 1%'in altındadır ve bu, sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak için gerekli olan seviyenin altındadır. Isınma talebi yoğun olan gelişmiş ekonomilerdeki binaların çoğu, etkili bina yönetmelikleri olmadan inşa edilmiştir. Hala, küresel olarak ülkelerin üçte birinden daha azı yeni inşaatlar için enerjiyle ilgili yasaları zorunlu hale getirmiştir (IEA 2020:22).

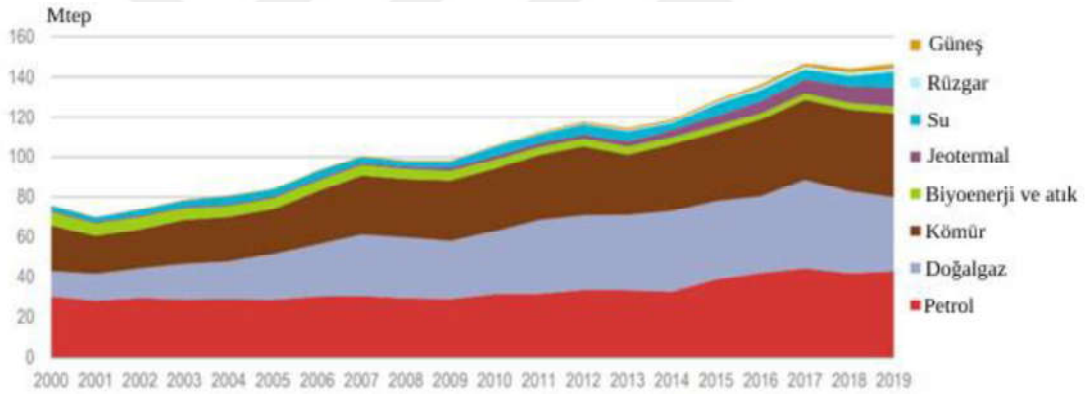
2.1.1 Konutlarda Enerji Kaynakları ve Kullanım Değerleri

Konut sektöründe enerjinin önemli bir bölümünü yapıların inşasında ve daha sonra o yapıların içinde yaşadığımız süreç içerisinde tüketilmektedir. İnşaat sektörü ve binalar, 2018 yılında Dünya'daki nihai enerji kullanımının 36%'sını; enerji ve süreçle ilgili karbondioksit emisyonlarının 39%'unu oluşturmuştur. (UNEP 2019:124). Şekil 2.1'deki verilere göre Dünyada konut sektörü birincil enerji olarak 54% oranında fosil tabanlı yakıt tüketmektedir.



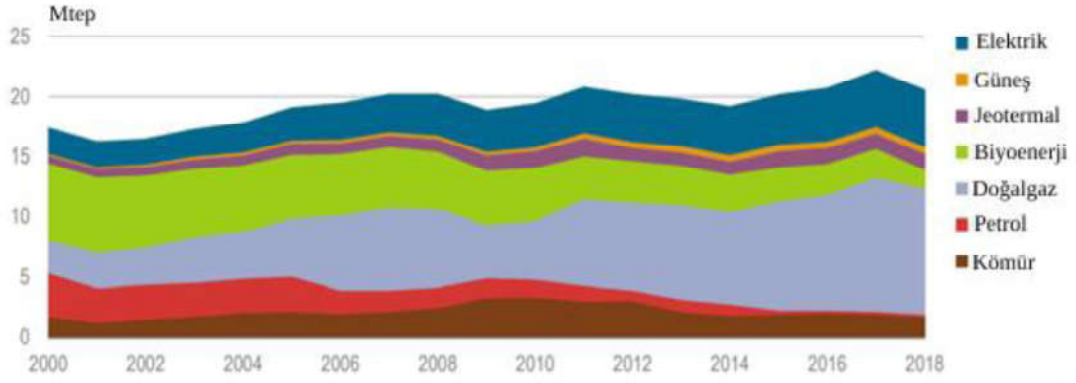
Şekil 2.1: Dünya’da konut sektöründe kullanılan nihai enerji tüketim değerleri (IEA Sankey 2020)

Ülkemizde yıllık birincil enerji arzının yaklaşık 21%’lik kısmı konutlarda kullanılmaktadır (ETKB/EİGM 2019:23). Ayrıca ülkemiz enerji konusunda ithalatçı durumda olması nedeniyle bu sorunun ekonomik boyutları da ülkemiz için yüksektir.



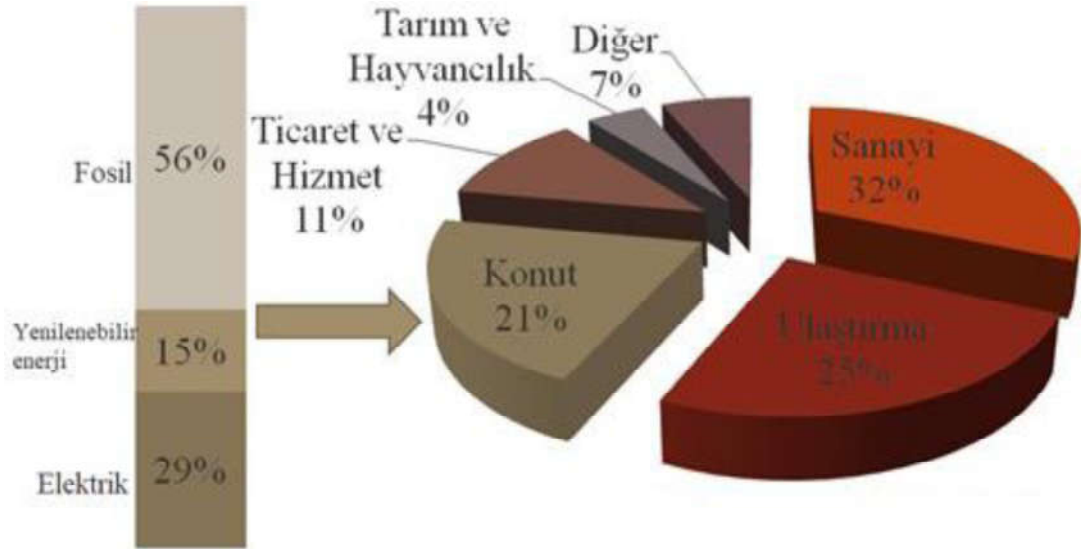
Şekil 2.2: 2000 yılından bu yana Türkiye’deki enerji arzı (IEA 2020:44)

IEA Verilerine göre Türkiye’de enerji arzı, hızla büyüyen ekonomisinin ihtiyaçlarını karşılamak için istikrarlı bir şekilde artmıştır. 2000 ve 2019 yılları arasında enerji tüketimi 92% büyüdü. Türkiye’deki enerji tüketiminin 83%’lük kısmı 2019 itibarıyla fosil yakıtlara aittir. Bu konuda da IEA üye ülkeleri arasında en yüksek dokuzuncu sırada yer almaktadır. (IEA 2020:41)



Şekil 2.3: Yakıtı göre konut sektöründe enerji tüketimi, Türkiye, 2000-2018 (IEA 2020:46)

2019 yılı itibari ile Türkiye’de yerli birincil enerji üretimi 35.374 bin ton eşdeğer petrol (TEP) olarak hesaplanmıştır. Bu kaynakların büyük çoğunluğu sırasıyla linyit (39%), hidrolik (27%), rüzgâr (8%), jeotermal (7%) oluşturmaktadır. İthal edilen birincil enerji 113.117 bin TEP olarak hesaplanırken bu ithal enerji kaynaklarının 45%’i petrol, 34%’ü doğalgaz, 21%’i ithal kömürdür. 2019 yılında birincil enerji kaynakları bakımından enerji tüketim miktarı toplamda 137.9 TEP olarak hesaplanmıştır. (ETKB/EİGM 2019:25) Bu durum da Türkiye’de konut sektörünün enerji kaynağı olarak büyük oranda fosil yakıt kullandığını ve genel enerji ihtiyacının büyük bölümünün ithal edildiğini ortaya koymaktadır.



Şekil 2.4: Türkiye’de (Çevrim ve Enerji sektörü hariç) 2019 yılı birincil enerji arzının sektörlere göre dağılımı ve konut sektörü içinde dağılımı (IEA 2020:47)

Mevcut konutların yenilenmesi, enerji kullanım değerlerinin azaltılması açısından önemlidir. Ancak, daha verimli ve kolay bir seçenek (eğer yapılarda

strüktürel bir problem yoksa) mevcut konutların enerji etkin bir şekilde iyileştirilmesidir. (UNDP 2010:10) Mevcut konutlarda kullanılan enerji türlerinin yüksek maliyetleri ve çevresel zararları, mevcut yapıların düşük enerji performansları bu konuyu çözülmesi gereken bir sorun haline getirir.

Bazı ülkelerde, mevcut binaların 2030'da genel yapı stoğunun 80%'ini oluşturması beklenmektedir. Ancak inşaat ve yenileme faaliyetlerindeki covid dönemi içerisindeki gecikmeler, enerji verimliliği iyileştirmelerini yavaşlatarak, yapı sektöründe enerji kullanımını ve ilgili CO₂ emisyonlarını etkileyecektir. Bu, özellikle günümüzde binalarda enerji kullanımının yaklaşık 40%'ını, sektördeki CO₂ emisyonlarının %42'sini ve doğrudan CO₂ emisyonlarının %60'ından fazlasını oluşturan alan ısıtma ve soğutma için geçerlidir. (IEA 2020:21)

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nın katkılarıyla hazırlanan "Türkiye Bina Sektörü Enerji Verimliliği Teknoloji Atlası Yönetici Özeti ve Yol Atlası" adlı kitapçıkta, Türkiye'deki konut stoğu hakkında genel bilgiler verilmiştir. İnşaat sektörü içerisinde tahmini 2,4 milyar m² alanla konut binalarının en büyük paya sahip olduğu ve diğer yapıların 500 milyon m² alana sahip olduğu bildirilmiştir. Bu rakamlardan hareketle 23 milyon hanenin bulunduğu hesap edilmiştir. Yaş olarak yapı stoğunun son yıllardaki inşaat sektörü gelişmeleri nedeniyle yaklaşık 66%'lık bölümünün 30 yaştan genç olduğu, 20%'lik kısmı ise 1960 öncesi inşa edildiği belirtilmektedir. (ÇŞB ve GIZ 2018:19)

Binalardaki ortalama yıllık enerji iyileştirme oranları şu anda çoğu büyük pazarda 1%'in altındadır ve bu, sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak için gereken seviyenin oldukça altındadır. Isıtma talebinin yoğunlaştığı gelişmiş ekonomilerdeki binaların çoğu, etkili bina yönetmelikleri çıkmadan önce inşa edildiği bilinmektedir. (IEA 2020:21)

TS 825'e göre 4. iklim bölgesinde yer alan Sivas'ın iklim şartları nedeniyle uzun süreli ısınma giderlerinin yüksek maliyetlerini minimum seviyelere indirebilmek için önlemler alınmalıdır. Mevcut yapıların büyük bölümünde bu soruna karşı alınmış önlemler bulunmamakta veya yetersizdir. (Erdabak 2010:78) Bazı yapılarda ise ısıl konfor sağlayabilecek şartlara daha az enerji harcayarak ulaşabilme şansı bulunmaktadır. Sivas gibi soğuk iklime sahip bölgelerde kullanılan enerjinin büyük bölümü ısıtma amacıyla kullanılmaktadır. Yapı içerisinde ısıl konfor şartlarının sağlanması için ısıtma enerjisi aktif olarak sağlanmaya devam ederken ısı kaybeden bölgeler nedeniyle daha fazla enerji kullanımı meydana gelmektedir.

2.1.2 Konutlarda Enerji politikaları ve düzenlemeler

Yapılarda ve diğer ortamlarda enerji harcamalarının azaltılmasına yönelik Avrupa'daki mevzuat ve direktiflerden bazıları şöyle sıralanabilir;

Avrupa'da;

- Binaların Enerji Performansı (EPBD)Yönergesi (2002 ve 2010'da değişiklik yapıldı)
- Çevreci Tasarım Yönergesi (2005)
- Enerji Hizmetleri Yönergesi (2006)
- Enerji Verimliliği Eylem Planı (2006)
- Birleşik Isı ve Güç Yönergesi (2008)
- 2020 Enerji Stratejisi (2010)
- 2050 Enerji Yol Haritası (2011) (Koçaslan 2014:117)
- 2030 Enerji Stratejisi (2014)
- Enerji Güvenliği Stratejisi (2014)
- Enerji Birliğinin Yönetimi (2018)

İklim Değişikliği Sözleşmesi'ne ve Kyoto Protokolü'ne taraf olunmasından dolayı Avrupa'da, küresel ısınma ve hava kirliliği ile mücadele edilmesi yönünde buldukları taahhütler nedeni ile kısa zaman aralıklarında standartlarında yer alan enerji sınır değerleri yenilenmektedir (Kılınç 2011:45).

Yapı ve diğer sektörler için enerji verimliliği ve çevrenin korunması amacıyla Avrupa Birliği ülkeleri tarafından belirlenen hedefler sera gazı salınımında 1990 yılı baz alınarak 2030 yılında 40%, 2050 yılında ise 80% oranındadır. Bu oranların sağlanabilmesi için en geç 2030 yılına kadar genel enerjinin 27%'lik kısmının yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanması amaçlanmaktadır (Avrupa Komisyonu 2021).

Türkiye'deki mevzuat ve direktiflerden bazıları;

- TS 825 – Binalarda Isı Yalıtım Kuralları (Mayıs 2008) (14 Haziran 1999 tarih ve 23725 sayılı Resmi Gazete)
- 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu (2 Mayıs 2007, 26510 sayılı Resmi Gazete)
- Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği (5 Aralık 2008 ve 27075 sayılı Resmi Gazete)
- Binalarda Isı Yalıtımı Yönetmeliği (2008) (8 Mayıs 2000 tarih ve 24043 sayılı Resmi Gazete)

- Ulusal İklim Değişikliği Strateji Belgesi (Yüksek Planlama Kurulunun 3 Mayıs 2010 tarihli ve 2010/8 numaralı kararı)
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı 2010-2014 Stratejik Planı (15 Nisan 2010) (Koçaslan 2014:119).
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü 2015-2018 Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı
- Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı 2016
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü 2017-2023 Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı (Kasım 2017)

Türkiye’de geliştirilen yönerge ve yasalar ışığında amaçlanan hedef; 2023 yılına kadar birincil enerji talebini 14% oranında azaltmaktır. Bu hedef doğrultusunda yeni binalarda yıllık enerji talebinin 20% oranındaki bölümünün, yenilenebilir kaynaklardan sağlanması, konut stoğunun 25%’lik bölümünün, sürdürülebilir yapı haline getirilmesi ve kendi enerjisini üreten ve verimli yapıların yaygınlaşması için destekler sağlanması amaçlanmaktadır. (ÇŞB ve GIZ 2018:38)

2.1.3 Enerji Etkin Yapı Kavramı

Mimaride sürdürülebilirliğin hedefleri, enerjinin verimli kullanılması ve çevrenin korunmasıdır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması bunun için çok önemlidir. Bu kaynaklar jeotermal enerji, biyokütle enerjisi, hidroelektrik enerji, güneş enerjisi, rüzgar enerjisi ve deniz bazlı enerjiyi içerir. Ortaya konulmuş ürünün doğa ile uyumu kadar, kullanıcı sağlığını korumak ve konforu artırmak da sürdürülebilir mimarinin iki hedefi olarak değerlendirilmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının verimli kullanımı, geri dönüştürülebilir malzemelerin tercih edilmesi, enerji verimli bina tasarımı gibi teknikler kullanılarak bu fikir hayata geçirilebilir. Çevresel zararların önlenmesi için sürdürülebilirlik kavramının tüm yapı malzemelerine dahil edilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu anlayışa göre yeniden düşünülen yapılara daha fazla ağırlık verilecek ve bu yapılar konfor, ekonomiklik, ekoloji ve sağlık açısından tercih edilecektir. (Gür ve Aygün 2009:77)

TS 825 standartlarına göre, kullanıcıların tercih ettikleri iç ortam iklim koşulları, dış ortam iklimi, bina içindeki çeşitli ısı kazanım kaynakları, bina açıklıklarının sağladığı güneş enerjisi miktarı gibi değişkenlerin hepsi kullanılan ısıtma enerjisi üzerinde etkili olabilmektedir. Bunlara ek olarak, ısıtma sisteminin özellikleri, iletim, konveksiyon ve havalandırma yoluyla ısı kayıpları, kullanılan

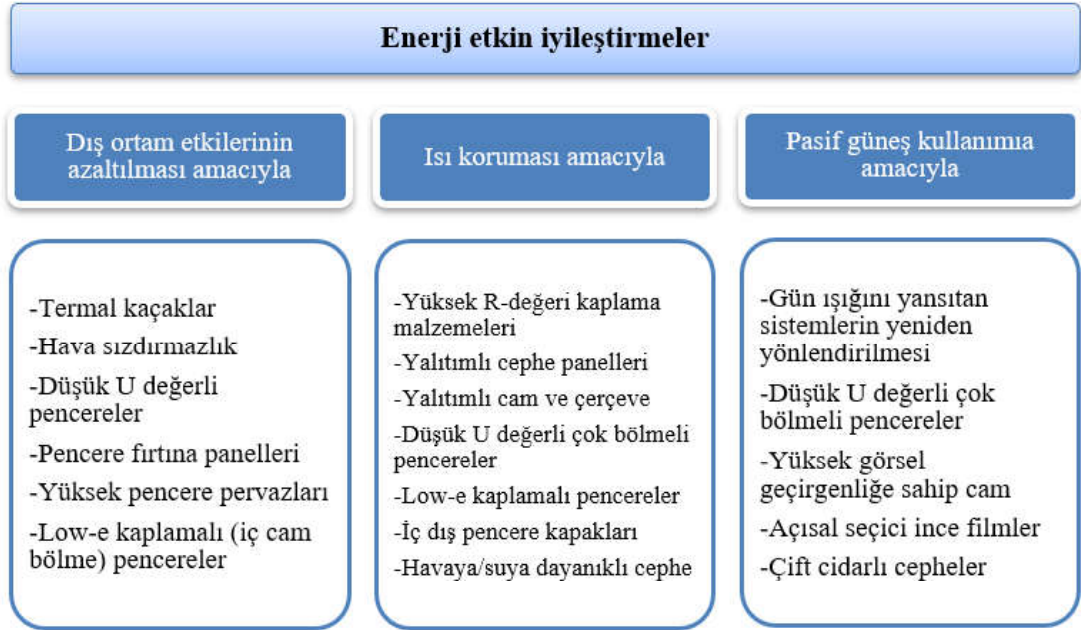
enerji miktarında önemli faktörlerdir. Sonuç olarak, ısıtma ile ilgili yapılabilecek her türlü eylem, sürdürülebilirlik ve enerji verimliliği için çok önemlidir. (TS 825 2008:5).

Mevcut binalarda enerji performans eksikliklerinin giderilmesi ve yenilenmesi kavramı literatürde “retrofit” (iyileştirme-güçlendirme) olarak adlandırılmaktadır. Bu kavram belli durumlar özelinde kademelere ayrılmıştır;

- Basit uygulamalara yapıda görsel değişimler yaşanmadan uygulanan işlemler örnek gösterilebilir. (Kısmi yalıtım uygulamaları ve aydınlatma sistemi iyileştirmeleri)
- Ara düzey iyileştirmelerde belli başlı bileşenlerin değiştirilmesi görülmektedir. (Pencere gibi açıklıklarda yapılan değişiklikler ve ısıtma sistemlerinin yenilenmesi)
- Ana düzey iyileştirmelerde ise yapı kabuğunun genel olarak değişime uğradığı uygulamalar görülmektedir. (Çatı ve cephe malzemesi değişimi veya kaplanması) (Jahed 2018:120)

2.2 KONUTLAR ÖZELİNDE ENERJİ VERİMLİLİĞİNİ ETKİLEYEBİLECEK PARAMETRELER

Isıl konfor, “ısı ortamdan duyulan memnuniyeti ifade eden zihin durumu” olarak tanımlanmaktadır (ISO EN7730 1994:2). Kullanıcı ile ortam arasında ısı alışverişi sıfır veya sıfıra yakın olduğu durumlar termal konfor sıcaklığının sağlandığı durumlardır. (Jahed 2018:124) İklimsel, coğrafi ve yapı özelliklerine göre her yapıda termal konfor sıcaklığının sağlanabilmesi adına harcanan enerji sarfiyatı değişkenlik gösterebilmektedir. Mevcut yapıların enerji harcamalarının iyileştirilmesinde yapılabilecek uygulamalar Şekil 2.5’deki gibidir.



Şekil 2.5: Amaçlarına göre enerji etkin iyileştirme çeşitleri, (Jahed 2018:126)

Yapılarda gerçekleştirilen enerji kazanım ve görsel amaçlı iyileştirmelerde, yapıya uygulanan müdahalelerin kapsamına göre seviyeleri bulunmaktadır. Giebler ve arkadaşlarının kaleme aldığı “Refurbishment manual” adlı çalışmada iyileştirme seviyeleri kısmı, normal ve kapsamlı olmak üzere üçe ayrılmıştır:

Kısmi iyileştirme: Yapının sadece belli bir bölümünde yapılan uygulamaları içermektedir. Yapı kullanım halinde iken uygulanabilmektedir. Bina içerisindeki sakinlerin hepsinin yapılan iyileştirmeye dahili bulunmadığı durumlarda, uygulama esnasında altyapı ve gürültü gibi sebeplerden dolayı anlaşmazlıklar meydana gelebilmektedir.

Normal iyileştirme: Yapının tamamını veya yapının diğer bileşenlerinden bağımsız bölümlerini kapsayan uygulamalardır. Genellikle altyapıda ve fiziksel bileşenlerde eklemeler ve değişimler olarak uygulanmaktadır. Yangın koruması, ses ve termal yalıtım uygulamaları öncesinde hazırlık için yapılan yıkım uygulaması dışında ağır bir işlem içermemektedir.

Kapsamlı iyileştirme: Kapsamlı iyileştirmelerde yapı iskeleti kalana kadar yıkım yapılabilir. Ekonomik açıdan en yüksek harcamaların yapıldığı fakat uygulamaların daha etkili ve doğru uygulanabildiği iyileştirmelerdir. Genel olarak yapı bileşenlerinin standartlar ve düzenlemelere göre değiştirilmesini veya iyileştirilmesini içermektedir. (Giebler vd. 2012: 12)

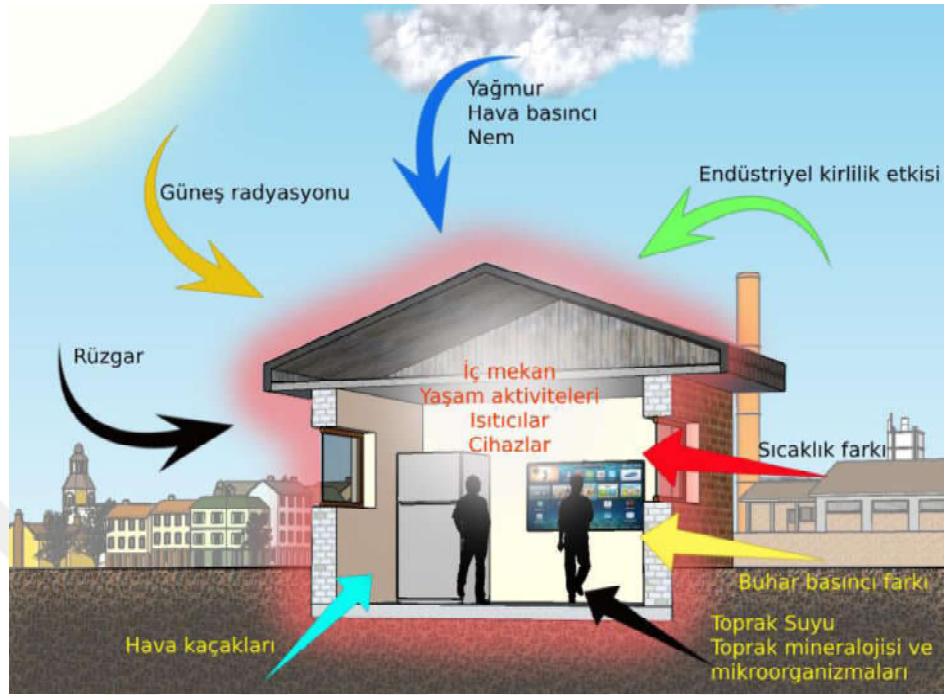
Yapıda gerçekleştirilen iyileştirmelerin maliyetlerinin uzun vadede sağlanan enerji kazanım maliyetine göre oranını araştıran çalışmalar bulunmaktadır. Ancak genel çerçevede uygulanan iyileştirme seviyesine göre maliyetler de aynı ölçüde artmaktadır. Yapı kabuğunu yıkılıp yeniden yapıldığı bir stratejide yapım maliyetlerinin yanında yıkım ve kullanıcıların farklı bir yerde yaşamlarının maliyetleri de hesaba katılmaktadır. Yapı kabuğuna dışarıdan yapılan uygulamalarda içerden yapılan uygulamalara göre maliyeti düşüren en önemli durumlardan biri kullanıcıların yapıyı kullanmaya devam edebilmesidir. (Başarır ve Diri 2014: 3)

Yapıda ısıtma ve soğutma amaçlı olarak kullanılan enerji, üretim sürecinde kullanılan gömülü enerji de dahil olmak üzere yapıların servis ömürleri boyunca harcanan enerjinin 80 -85% oranlık bölümünü kapsamaktadır (Adalberth 1999: 118). Standart bir betonarme yapının servis ömrünün 50-70 yıl arasında olduğu öngörülmektedir. Bu süreçte harcanan enerjinin azaltılması için yapıda enerji etkin önlemler alınmalıdır. (Orhon ve Altın 2012: 294) Rauf ve Crawford'un yaptığı çalışmada, yapıların hizmet ömrünün yapının gömülü enerji talebi üzerindeki etkiler araştırılmış ve 50 yıllık bina hizmet ömrüne kıyasla, 75, 100, 125 ve 150 yıllık bina hizmet ömrü için yıllık ve ömrü boyunca gömülü enerji talebi sırasıyla %14, %16, %18 ve %29 oranında azaldığı görülmüştür. Bir binanın servis ömrünün uzama miktarının gömülü enerji oranındaki düşüşe etkisi gözlemlenmiştir. (Rauf ve Crawford 2015: 147)

2.2.1 Yapı Kabuğu

Çoğu durumda, bina kabuğu, bir binayı daha enerji verimli hale getirmenin ilk adımı kabul edilir. Duvar bölgelerindeki U değerini düşürmek ve hava kaçaklarını durdurmak için bu prosedürlerde yalıtım malzemeleri kullanılır. Yapının dışı, doğal ve insan yapımı ortamlar arasında bir bariyer görevi görmektedir. Özellikle değişken özelliklere sahip bina kabukları, kullanıcı konforunu artırmak ve enerjiyi verimli kullanmak için avantajlar sağlar. Bina kabuğundaki farklı kullanımlar ve ilerlemeler, yerel hava koşullarına bağlı olarak gelişmiştir. Cephe kabuğunun optik ve termal özellikleri, bina cephelerinde enerji verimliliği ve ısı yalıtımı kullanımının belirlenmesinde en önemli faktörlerdir. Bu özellikler ayrıca cephe kabuğunun pasif iklimlendirme yeteneğini de karakterize eder. Cephe kabuğunun optik özellikleri; güneş ışınımına karşı yutuculuk, geçirgenlik, yansıtıcılık gibi özelliklerdir.

Termofiziksel özellikleri; toplam ısı geçirme katsayısı, saydamlık oranı, zaman geciktirmesi, genlik küçültme faktörü gibi değerleridir (Oral 2007:278).

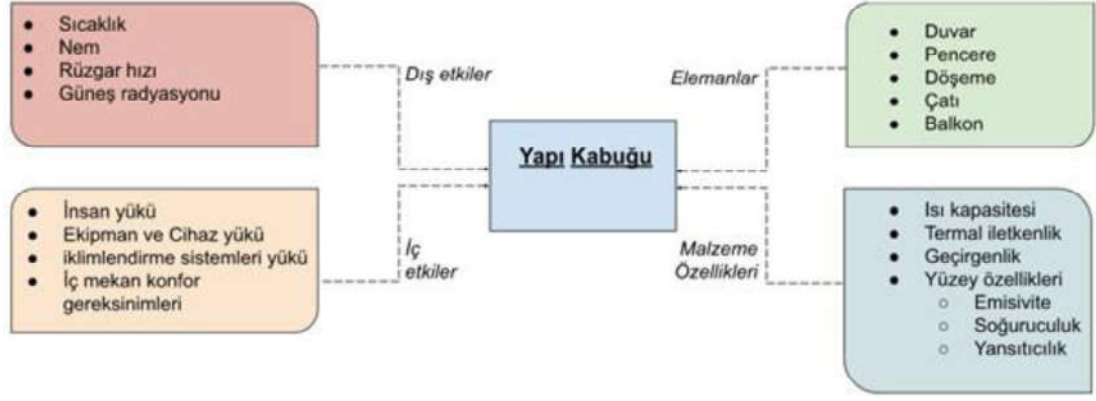


Şekil 2.6: Yapı kabuğundaki çevresel yükler (Iwaro ve Mwashu 2013:162)

Enerji etkin inşa edilmiş veya iyileştirilmiş bir bina kabuğunun, soğutma ve ısıtma için gereken enerji yüklerini sınırlamak amacıyla sahip olması gereken bazı nitelikler şunlardır:

- Verimli güneş yönetimi ile soğutma yükünü azaltmak ve termal konforu artırmak için gün ışığını kullanmak,
- Termal konfor ve gün ışığını dengeleyerek soğutma talebini azaltmak ve doğal havalandırma ile hava kalitesini iyileştirmek.
- Kullanıcılara daha sağlıklı, daha konforlu ve daha verimli iç ortamlar sunmak için işletme giderlerini azaltmak ve aydınlatma sağlamak. (Gür ve Aygün 2009:79).

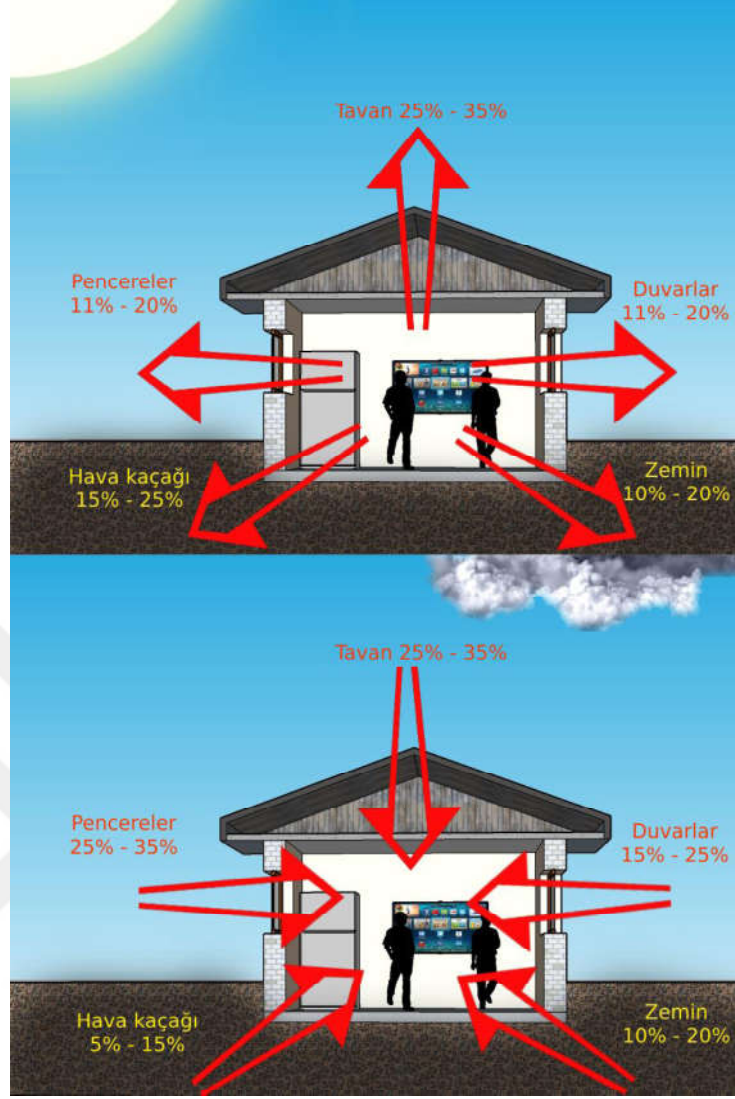
Daha nitelikli uygulamalarda, gün ışığından etkin faydalanmak ve ayarlanabilir sistemler kullanılarak ısıtma, soğutma ve elektrik yükünü en aza indirmek için açıklıkların bina konumlarına göre baştan değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Ayrıca, iç hava kalitesinin iyileştirilmesi ve konforlu iç sıcaklıkların daha düşük maliyetle elde edilebilmesi için havalandırma sistemi uygulamaları önerilmektedir. (Gür ve Aygün 2009:79)



Şekil 2.7: Yapı kabuğu sürdürülebilirliği bileşenleri (Iwaro ve Mwasha 2013:169)

Bir binanın termal performansı, hava sızmasını önleme ve bina kabuğu yoluyla ısı alışverişini kontrol etme yeteneğine bağlıdır. Bu durum, binanın enerji tüketimini doğrudan etkiler (El-Darwish ve Gomaa 2017:583). Yalıtımın verimli olması, enerji israfını azaltarak bakım maliyetlerini düşürür ve uygun iç mekân koşullarını sağlar. Doğal hava koşulları, özellikle rüzgâr ve sıcaklık değişimleri, hava kaçağının artmasına neden olabilir (Aslani vd. 2018:55). Bu nedenle, hava sızdırmazlığı, tüm binalarda sıcaklık düzenlemesi için yüzde 5 ila 40 oranında enerji tasarrufu sağlamak için gereklidir. Doğru pencere montajı tekniğini kullanarak hava sızıntılarını ve ısı köprülerini önemli ölçüde azaltabilir. Yapı kabuğundaki işçilik ve tasarım hataları ise ısı kayıplarına neden olan ısı köprülerini oluşturur (IEA 2013:68).

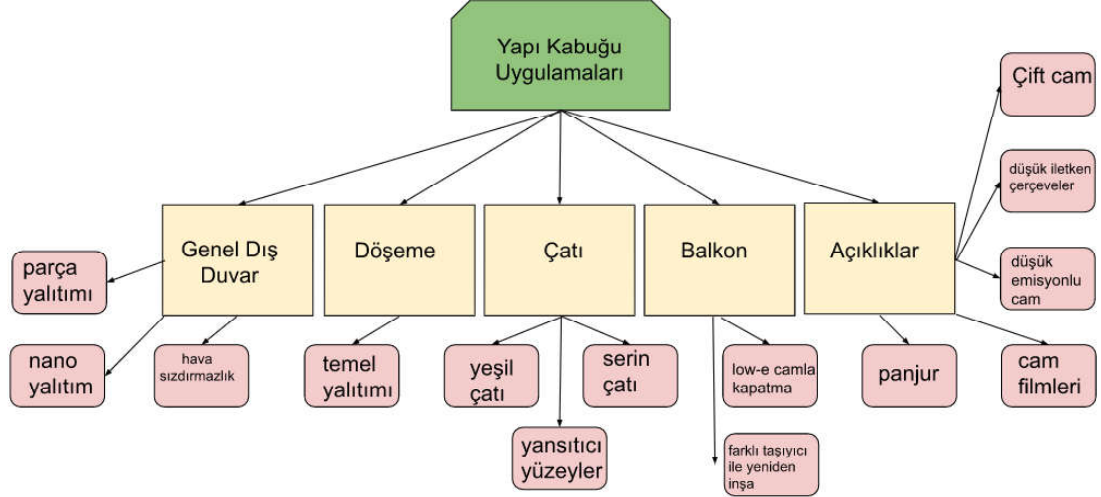
Yapı içerisinde ısıtma sistemleri, güneş ışınımı, cihazlar veya kullanıcılar kaynaklı ısı kaynaklarının yapı kabuk bölümlerinden kayıp oranları (Şekil 2.7) aşağıda gösterilmiştir. Isının yükselerek hareket ettiği önemli bölmelerden olan çatı üzerinden 25- 35% oranında ısı kaybı yaşanabilmektedir. Ancak çok katlı konutlar için dairelerin çoğunluğunda duvarlar ve açıklıklar üzerinden gerçekleşebilecek ısı kayıpları ön plana çıkmaktadır. Bu nedenle duvarlar ve camlar üzerinde gerçekleştirilen uygulamalara daha sık rastlanılmaktadır.



Şekil 2.8: Yapı kabuğunda ısı kaybı potansiyelleri (El-Darwish ve Gomaa 2017:583)

IEA standartlarına göre, bina kabuğunda enerji verimliliği için en önemli teknolojilerin aşağıdaki gibi belirtilmiştir:

- 1- Verimli ve kaplamalı camlar
- 2- Gelişmiş, yüksek performanslı ve hafif kaplama
- 3- Daha kolay ulaşılabilen hava sızdırmazlığı ve düşük maliyetli doğrulama testi
- 4- Düşük fiyatlı otomatik, etkili gölgeleme ve cam uygulamaları
- 5- Daha sağlam ve daha ucuz yansıtıcı çatı elemanları (IEA 2013:42).



Şekil 2.9: Yapı kabuğunda genel olarak kullanılan enerji etkin teknolojiler (Aslani vd. 2018:63)

2.2.1.1 Dış duvar

19. yüzyılda çelik ve ardından betonarme çerçevelerin gelişmesiyle duvar kavramı önemli değişikliklere uğramış ve modern bina kabuğu kavramının doğmasına neden olmuştur. Duvarın yapısal nitelikleri zamanla azalmış olmasına rağmen enerji verimliliğindeki rolü artmıştır. Yalıtım ve yanmaz malzemelerin kullanılması, hava ve nem bariyerlerinin oluşturulması, iç ve dış cephe kaplamalarının uygulanması sonucunda yapı kabuğu yeni işlevler kazanmıştır. Isı kazancını, ısı kaybını ve nem nüfuzunu kontrol etmedeki işlevleri sayesinde, dış duvar son zamanlarda yapısal bilim araştırmalarının önemli konularındandır. Sonuç olarak, modern duvarlar artık birkaç performans katmanına sahiptir. (Arnold 2016)

Bir bina cephesinin ısı yalıtım yetenekleri, birim alandaki ısı kazanç ve kayıplarını etkileyebileceği gibi kabuğun termodinamik özellikleri de ısıtma ve soğutma gereksinimlerini etkileyebilir. Kışın dış ortamdan ısı kaybı, bina cephesinin ısı yalıtım direncinin düşmesi nedeniyle artabilir ve bu da daha yüksek yakıt giderlerine neden olur. İç sıcaklık belirtilen seviyede tutulmaması durumunda, sağlık sorunları ve beklenenden düşük kullanıcı performansı gibi olumsuz etkiler ortaya çıkabilir. Bu zararlı etkileri durdurmak için ısı yalıtımı kullanılarak, iç ve dış ortamlar arasındaki ısı akışının düzenlenmesi sağlanır. (Gönüloğlu 2014: 25)

Yapı kabuğunda yapılan iyileştirmelerin büyük bölümü yapı cephesindeki yani dış duvarda uygulanmaktadır. İç ortam ile dış ortam şartlarının ayırımında önemli bir alana sahip dış duvarların içeriğindeki malzemelerin ısı geçirgenlik

katsayılarının düşürülmesi ve mevcut ısı köprülerinin yok edilmesi aracılığıyla iyileştirmeler yapılmaktadır.

Termal iletkenlik (λ), bir malzemenin termal iletkenliğini temsil eden ve birimi W/mK olan bir değerdir. 1 Kelvin sıcaklık farkı olması durumunda bu birim, 1 m² yüzey alanına ve 1 m kalınlığa sahip bir malzemedan geçen ısı miktarını (W) ölçer. (K). Yalıtım için en iyi malzemeler, ısı geçirgenliği minimum olanlardır. Isı transfer sabiti olarak da bilinen U değeri, bileşenlerin kantitatif ısı kayıplarını hesaplamak için kullanılır. Birimi W/m²K olan bu sabit, 1 m²'lik bir yüzey alanı boyunca 1 K'lık bir sıcaklık farkı olduğunda harekete geçen ısı enerjisini temsil eder (Gönülol 2014: 28).

Yapılarda ısı yalıtımının sağlanması için yalıtım malzemelerinin seçimine özen gösterilmesi gerekmektedir. Yapı kabuğunda kullanılacak malzemelerin seçiminde dikkat edilebilecek hususlar şu şekildedir;

- Yalıtım malzemelerinin ısı iletim katsayıları küçük olmalıdır.
- Uzun ömürlü ve taşınabilir olmalıdır.
- Hafif ve Kokusuz olmalıdır.
- İçerisinde mikrobik canlıları yaşamasına engel olmalıdır.
- Yanıcı olmamalıdır.
- Su geçirgenliği olmamalıdır.
- Temini kolay ve bulunabilir olmalıdır. (Altınışık 2006:24)

TS 825 standartlarına göre, belirlenen her iklim bölgesi için yapı kabuk elemanlarında sağlanması gereken bir ısı iletim katsayısı değeri (Tablo 2.1-2.2) mevcuttur.

Tablo 2.1: TS 825 standartlarına göre bölgeler için tavsiye edilen U (Yapı bileşeninin ısı geçirgenlik katsayısı) (W/m².K) değerleri (TS 825 2008:30)

Bölge	U- Duvar	U- Tavan	U- Zemin	U- Pencere
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4

Tablo 2.2: Türkiye’de talep yüzdelerine göre yalıtım malzemeleri (ÇŞB 2021:49)

Malzemeler	Talep Yüzdeleri
EPS	30%
Taş Yünü	25%
Cam Yünü	20%
XPS	15%
Diğer	10%

2.2.1.2 Pencere ve dış açıklıklar

Yapı kabuğunda, dış ortam ile iç ortam arasında güneş ışığı ve ısının geçişinde direk etkisi olan bölümlerdendir. Bu bölümde, pencereler gibi dış açıklıkların boyutları ve kullanılacak cam seçimi, doğal aydınlatma, kamaşma, enerji kayıpları ve ısı kazanımları gibi faktörler göz önünde bulundurularak seçim yapılmalıdır. Bu sayede, yapının enerji verimliliği ve sürdürülebilirliği artırılabilir.

Pencereler, dış kabuktaki yapı elemanları arasında ısı yalıtımı açısından en zayıf bileşenler. Ancak son yıllarda, pencerelerin enerji kalitesi büyük ilerlemeler kaydetmiştir. Bu gelişmelerin kaynağı, cam katmanlarının termal özelliklerinde sağlanan ilerlemelerdir. Geçmiş yıllarda sadece tek cam kullanılan pencereler, bugün aralarında ısı iletimini düşüren gazların kullanıldığı çoklu cam tipleriyle değiştirilmiştir. Bu sayede, pencerelerdeki ısı transferinde düşüş sağlanmıştır ve ısı kaybı azalmıştır. (Cuce ve Riffat 2015:699)

Çok camlı pencere teknolojisi, tek katmanlı cama göre daha düşük ısı geçirgenliğine sahip olsa da binanın ısını içeride tutmakta yetersiz kalabilmektedir. Bu eksikliği gidermek için camlar arasındaki boşluğa emisyon azaltıcı metal katmanlar yerleştirilmiştir. Bu sayede yüksek verimli çok camlı pencerelerin ısı yalıtım değerleri 50-60% oranında artırılabilir ve U değerleri 0,4 ile 1,6 aralığındaki değerlere düşürülebilir. Kısa dalgalı güneş ışınlarını cam tabakalardan geçirirken, metal tabakalar uzun dalgalı güneş ışınlarını geri yansıtır. Üçüncü katmandaki daha büyük alan ve hatta metal katmandaki ısı kayıplarının daha düşük olması nedeniyle, bu üretim yaklaşımıyla üretilen iki katmanlı camlar, ısıyı korumada daha başarılıdır. (IEEA 2008:32)

Tablo 2.3: Çeşitli cam tiplerinin performans parametreleri (Cuce ve Riffat 2015:699)

Cam Tipi	U değeri	Isı kazanç katsayısı	Görünür geçirgenlik
Tek, renksiz	0.84	0.64	0.65
Tek, renkli	0.84	0.54	0.49
Çift, renksiz	0.49	0.56	0.59
Çift, renkli	0.49	0.47	0.44
Çift, yüksek ısı kazançlı, low-e kaplamalı	0.37	0.53	0.54
Çift, orta ısı kazançlı, low-e kaplamalı	0.35	0.44	0.56
Çift, düşük ısı kazançlı, low-e kaplamalı	0.34	0.30	0.51
Üçlü, orta ısı kazançlı, low-e kaplamalı	0.29	0.38	0.47
Üçlü, düşük ısı kazançlı, low-e kaplamalı	0.28	0.25	0.40

İki veya daha fazla cam bölmeli pencereler yalıtımlı pencerelerdir. Bu pencereler, cam panellerin belirli aralıklarla hava geçirmez şekilde sızdırmaz hale getirilmesi ve aralarında yalıtkan bir hava boşluğu bırakılmasıyla yalıtılmıştır. Bu tasarımla pencerelerin U faktörü ve parlaklığı azaltılarak enerji verimliliği artırılır. Çift cam teknolojisi, bu tür kullanımların en yaygın çeşididir. Çift cam kurulumlarının tipik U değerleri 1,80 ile 2,60 W/m²K arasında değişiklik göstermektedir. Low-e kaplamanın nitelikleri ve hava tabakasının kalınlığı bu değişikliğe neden olmaktadır (Energy Saver 2021).

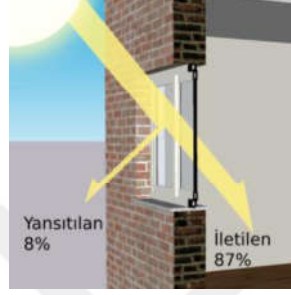
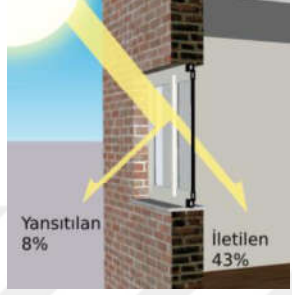
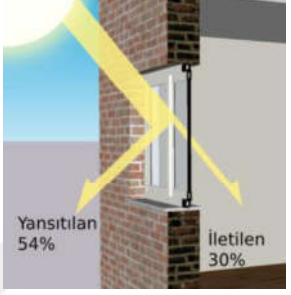
Emisyon azaltıcı metal katman ve yüksek verimli cam katmanları kullanılarak, tipik tek katmanlı pencerelere göre sekiz kat daha iyi ısı yalıtımı üretmek mümkündür (IEEA 2008:45).

Çoklu cam kullanımlarında camlar arası alan tipik olarak xenon, argon veya kripton gazı gibi toksik olmayan, şeffaf ve kokusuz gazlarla doldurulur. En yaygın olarak kullanılan gaz, daha az maliyetli olması ve 1/2 inçlik bir mesafede etkili bir şekilde çalışması nedeniyle argondur. Daha maliyetli olmasına ve daha yüksek termal performansa sahip olmasına rağmen, kripton daha ince boşluklarda da kullanılabilir. Aralayıcılar, cam katmanlar arasında uygun aralığı korumak için kullanılır, bu da basınç farklarını ve termal genişlemeyi kontrol etmesinin yanı sıra gaz ve nem kaçışlarını durdurmaya yardımcı olur. (Energy Saver 2021)

Yanlış pencerenin tipi ve boyutu, hava durumuna bağlı olarak istenmeyen ısı kazanımına veya kaybına neden olabilir. Örneğin, sıcak ve kuru alanlarda büyük pencereler istenmeyen ısı kazanımına neden olurken, soğuk iklimlerde büyük

pencereler ısı kaybına neden olabilir. Sıcak iklim bölgelerinde güneş ışığını yansıtan cam türleri, soğuk iklim bölgelerinde ise önemli ısı kazancı olan cam türleri tercih edilmesi gerektiğinden, iklim bölgesine göre ideal bir pencere konumu ve ölçüsü sağlanmalıdır. (Soğukoğlu ve Vatan 2015:7)

Tablo 2.4: Güneş Işınımının Farklı Cam Çeşitleriyle Etkileşimi, (Soğukoğlu ve Vatan 2015:7)

Cam Tipi	Saydam		Isı Soğuran		Yansıtıcı	
Gelen Güneş Işınımı						
Yeniden Işıma	Dışarı 2%	İçeri 3%	Dışarı 12%	İçeri 37%	Dışarı 16%	İçeri 20%
Isı Kazanımı	Yüksek		Orta		Düşük	

Açıklıklarda uygulanan iyileştirmeler yapı kabuğundaki diğer işlemlerden önce uygulanmalıdır. Pencereler monte edildikten sonra, yalıtım tabakasının zarar görmemesi ve kabuğun hava sızdırmazlığını tehlikeye atabilecek boşlukların önlenmesi için ısı yalıtımı tamamlanmalıdır. Yeniden takılan pencereler, eski pencereler gibi bina dışı ile temas edecek şekilde monte edilirlerse, ısı yalıtımı tarafından hapsedilen iç ısıyı taşıyan bir ısı köprüsü görevi görecektir. (Gönüloğlu 2014: 29)

Low-e kaplama, küçük, ince ve görünmez metal veya metalik oksit katmanlar halinde cam yüzeyine bir veya daha fazla tabaka halinde yerleştirilir. Bu kaplama, pencerenin U faktörünü düşürerek, güneş ısı kazanımını ve cam sistemi boyunca gün ışığı iletimini kontrol edebilir. Yüksek güneş kazancı, orta güneş kazancı veya düşük güneş kazancı için bir low-e kaplama yapılabilir ve iletilen görünür gün ışığı miktarı da değiştirilebilir. Son uygulama için uygun çeşitler de bulunsa da low-e kaplamalar genellikle imalat sırasında uygulanır. Bu filmler enerji tasarrufu sağlar, kumaşın solmasını azaltır, konforu artırır ve komple pencere değişimlerinden daha ucuzdur. Düşük emisyonlu kaplamalar, yalıtımlı cam üzerinde ısı transferini kontrol etmektedir. Low-e kaplamalı pencereler, normal pencerelerden ortalama olarak 10%

ila 15% daha pahalıdır, ancak enerji kaybını 30% ila 50% oranında azaltabilir. Ayrıca soyulmadan 10 ila 15 yıl dayanabilmektedir (Energy Saver 2021).

Açıklıklardaki ısı kayıpları ve ısı transferini etkileyen yegâne unsurlardan biri pencere çerçeveleridir. Yüksek teknoloji, sızdırmaz birleşimler ve düşük ısı iletim değerleri içeren bir çerçeve ile 30%'a varan ısı tasarrufları sağlanabilmektedir. (Aslani vd. 2018:56)

Panjurlar, pencere ve benzeri açıklıklarda öncelikli olarak güneş ışığı, gürültü, toz, rüzgar girmesini önlemek ve güvenlik amaçları için kullanılmaktadır. Ancak yalıtım özelliği içeren ürünler de piyasada bulunmaktadır.

Genel olarak kapı ve pencere gibi açıklıklarda hava sızdırmazlığı sağlayabilecek fitil gibi detay uygulamalar da yapılabilmektedir. Açıklık çerçevelerinin teknolojisi, malzemesi ve fiziksel bütünlüğü hava sızıntılarının önlenmesinde büyük öneme sahiptir. (Aslani vd. 2018:56)

2.2.1.3 Döşemeler

Döşeme yalıtımları genel olarak temele temas eden katlarda dış yalıtım katmanı olarak uygulamaktadır. Toprağa temas eden döşemenin ısı ve nem bağlantısının kesilmesi amacıyla yapılmaktadır. Ancak Çatı katı altı ve ara katlarda bulunan daireler arasındaki döşemelerde de yalıtım katmanı uygulaması görülebilmektedir. Ses yalıtımı amacıyla da uygulamalar yapılırsa da daireler arasında kullanıcı tercihlerinden kaynaklı ısı farklarının önlenmesi adına da tercih edilebilmektedir.

Döşeme uygulamaları yapılacak yapılardaki ısıtma sisteminin konumu da belirleyici rol oynayabilir. Yerden ısıtılmalı olan ya da yapılması planlanan yapılarda uygulama yapılacak yönde değişiklik yapılabilir.

2.2.1.4 Çatı

Çok katlı konut tiplerinde dairelerin büyük bölümü için çatı bölümü ısı kayba sebep olmamaktadır. Çatıya yakın daireler için yapılan uygulamalarda varsa çatı döşemesi üzerinde döşeme yalıtımı yapılmaktadır. Çatı katı içerisinde yaşanan hacimlerin bulunduğu yapılarda iç katmandan itibaren yalıtım özellikli malzemelerin kullanıldığı stratejilere mevcut yapı tiplerinde rastlanılmaktadır.

Ayrıca çatıda dıştan uygulanabilecek bazı iyileştirmeler ile sürdürülebilir katkılar sağlanabilmektedir. Örneğin, yeşil çatı gibi sistemler çatıların yeşil alanla

kaplayarak bitki yetiştirilmesine olanak sağlayan sistemlerdir. Bu sayede su buharlaşmasına katkı sağlayarak ısı transferine engel olmakta ve fazla güneş ışığının yansıtılmasına neden olmaktadır. (Vandermeulen vd. 2011:44).

2.2.1.5 Balkon

Balkonlarda uygulanabilecek birçok sistem bulunmaktadır. Balkonda uygulanabilecek sistemler aynı dış kabukta yalıtım uygulaması gibi tüm apartman paydaşlarının katılımıyla yapılmalıdır. Pencere ve kapı gibi açıklıklarda olduğu gibi bireysel olarak uygulanabilen ve değiştirilebilen durumlarda olduğu gibi bireysel olarak kullanıcıların balkona müdahaleleri mümkündür. Fakat ısı köprülerinin büyük bölümü komşu bölümler üzerinde devam edeceği için verimli uygulamalar yapılamamaktadır.

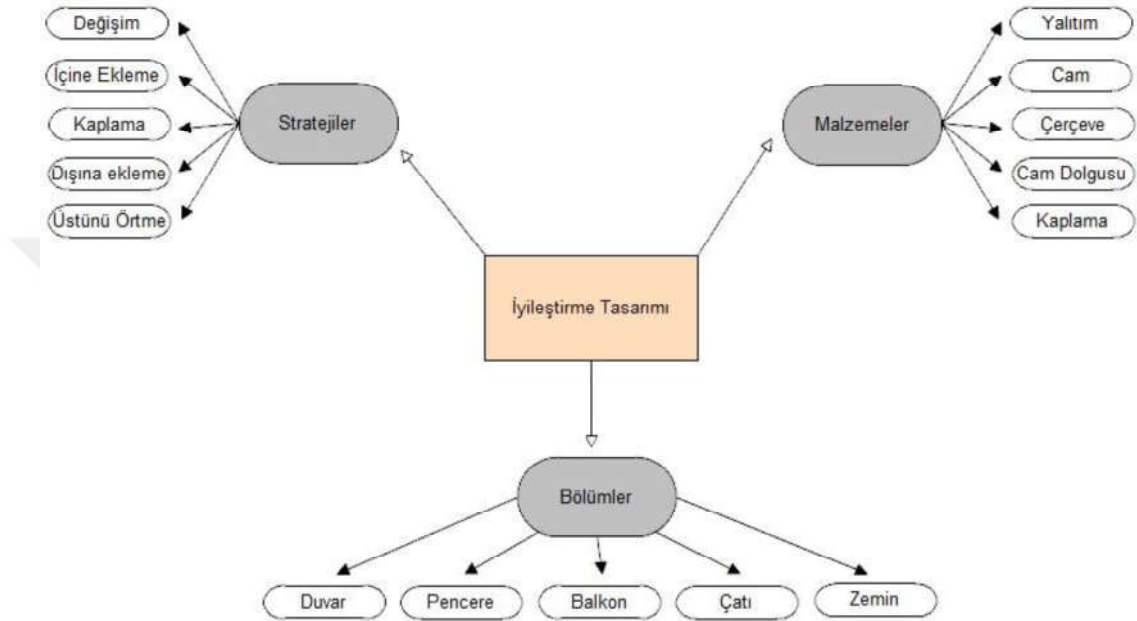
Balkon döşemesini her taraftan yalıtım ısı akışının kesilmesi için uygulanabilir bir yöntemdir. Balkon döşemesinin iki tarafında ve köşe kısımlarında ısı akışının kesilmesi için uygulanmaktadır. Sıcaklık farkı ne kadar küçük olursa, o kadar az ısı akışı olur. Ancak bu çözüm, izolasyonun tüm balkon yüzeylerine uygulanmasını gerektirdiğinden malzeme açısından verimli değildir. (Konstantinou 2014:169)

Balkonun cam ile kapatılması, balkon döşemesi ile dış ortam arasındaki ilişkinin kesilerek ısı köprüsü oluşumunu önlemek amacıyla yapılan bir iyileştirme çalışmasıdır. Bu çalışma iki şekilde uygulanabilir. Birincisi, balkon hacminin eskisi gibi korunarak balkonun ön tarafının cam ile kapatılmasıdır. Bu yöntem sayesinde kışın balkon hacmi sıcak hava deposu olarak kullanılabilir ve yazın ise camlar açılarak dışarıdaki sıcak hava ile iç ortam arasında havalandırma sağlanır. Bu sayede iç mekânın aşırı ısınması önlenir. İkinci yöntem ise balkon hacminin iç mekâna dahil edilerek balkonun önünün duvar ya da cam ile kapatılmasıdır. Bu çalışma sonucu, iç ortama dahil edilen balkon döşemesi iç ortam ile ısıtıldığından, ısı köprüsü görevi görmektedir (Konstantinou 2014:170)

Bir diğer balkon iyileştirmesi ise mevcut balkon döşemesinin kaldırılması ve cepheye sabitlenen ve kendi taşıyıcısı olarak işlev gören bileşenlerin yerleştirilmesidir. Bina kabuğunun korumasız bir bileşeni olarak dışarıya doğru uzanan balkon bölümü ortadan kaldırılarak ısı kaybı azaltılabilmektedir. Yeni balkon elemanlarını çevresel ve sismik stresinden koruyan ve duvara sabitlenmesine yardımcı olan ankraj elemanları, bu iyileştirme çalışması sırasında kritik öneme

sahiptir. Bu bileşenlerin ürettikleri ısı köprüsü önemsizdir. Ankraj parçalarının duvara montajından sonra bina cephesine yalıtım tabakasının yerleştirilmesi ve kendi taşıyıcıları ile yeni balkonların eklenmesi işlemlerinin sıra ile yapılması sağlanırsa oluşabilecek ısı köprüleri engellenmiş olur. (Gönüloğlu 2014: 34)

2.1 Konutlarda Enerji Tüketim Verimliliği İçin Geliştirilen Kabuk Stratejileri

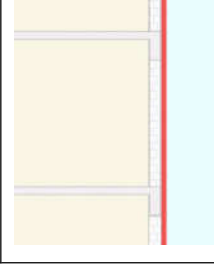
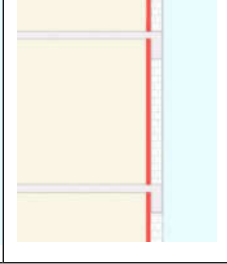
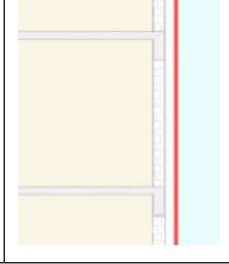
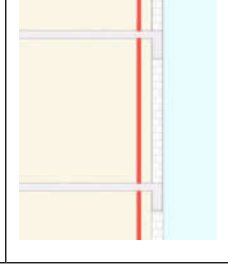
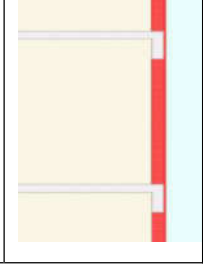


Şekil 2.10: Yapı kabuğundaki genel iyileştirme strateji, uygulama ve bölümleri (Konstantinou 2014:127)

Cephe kabuğu güçlendirmeleri materyal olarak eleman ve katmanların yenilenmesi, kaplanması, eklenmesi veya çıkarılması ile yapılabilen işlemlerden meydana gelmektedir. Bu işlemlerin uygulanacağı kabuk bölgelerine göre farklı stratejiler uygulanabilmektedir (Başarı ve Diri 2014:14).

Literatürde cephe iyileştirmeleri konusunda araştırma yapan kişilerin başlıca stratejilerini oluştururken kabukta uygulanan genel müdahale türü başlığı altında çeşitlendirmeler yaptıkları görülmektedir. 2014 yılında Başarı ve Diri tarafından yapılan çalışmada yapı kabuğuna yapılan müdahalenin eklenme biçimi ve yönüne göre 5 farklı strateji geliştirilmiştir. Bu stratejilerin olumlu ve olumsuz yönleri karşılaştırılmış ve dünya genelindeki örnekleri sunulmuştur.

Tablo 2.5: Cephe yenilemelerinde kullanılan stratejiler (Başarı ve Diri 2014:14)

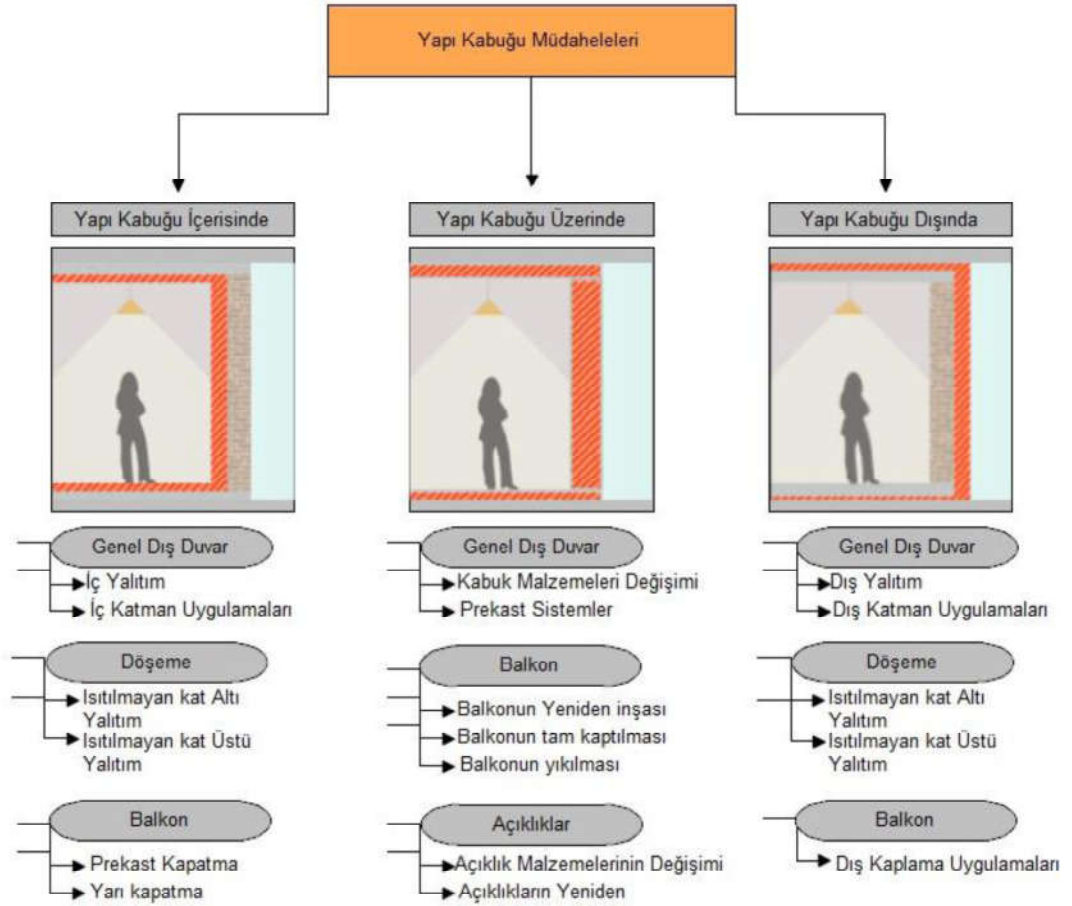
Cephe İyileştirme Stratejileri				
Dış Yüzey Kaplama	İç Yüzey Kaplama	Dış Ek Katman	İç Ek Katman	Cephenin Yeniden İnşası
				

Konstantinou tarafından 2014 yılında hazırlanan ‘Façade Refurbishment Toolbox’ adlı çalışmada kabukta uygulanan genel uygulama biçimi ve bölgesine yönelik şematik ayırım yapılmıştır. Fakat yapı analizlerinde kullanılan matris sisteminde kabukta bulunan bölgelere göre uygulanabilecek işlemler sıralanmıştır. Daha önce yüzde katkısı her işlem için tek olarak hesaplanmış ve diğer iyileştirme yapılacak yapılarda daha kolay hesaplanabilmesi için birlikte uygulandıklarında oluşacak enerji kazancı yüzdesinin verilebileceği bir sistem amaçlanmıştır.

Konstantinou tarafından kullanılan stratejilerin farklı bir yorumu olarak Xu ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada yapı kabuğundaki bölümler hiyerarşik olarak içlerinde de katmanlaşarak onlar üzerinde; içine ve dışına ek kabuk veya katman eklenmesi gibi iyileştirme stratejileri uygulanarak çeşitlendirilmiştir. En son aşamada kullanılan malzeme tipi stratejide belirlenmiştir. (Xu vd. 2021:14)

Araştırmada kullanılacak iyileştirme algoritmasının oluşturabileceği her senaryoya yönelik yapı enerji simülasyonlarınca analizleri yapılmıştır. İncelenen yapıların mevcut durumları arasındaki farklılıklar da hesaba katılarak oluşabilecek senaryo sayısı artırılmıştır.

Yapıların ideal özelliklerini baz alan bir referans yapı tasarımı üzerinde ilk olarak belirlenen kabuk müdahaleleri uygulanmıştır. Daha sonraki süreçte yapıların sahip oldukları enerji etkin kabuk uygulamaları modellere işlenerek kabuk stratejileri simülasyonlarca uygulanmıştır. Bu şekilde farklı kabuk özelliklerine sahip eş yapılarda uygulanabilecek kabuk stratejilerinin verimleri karşılaştırılmıştır.



Şekil 2.11: Yapı kabuğu konumuna göre uygulanabilecek stratejiler ve bölümleri

Hazırlanan tablodan geliştirilebilecek tüm senaryolar için bir altlık oluşturulması amaçlanmıştır. Kabuk elemanlarının stratejideki karşılıklarına uygulanabilecek belirli malzeme tipleri ve teknolojiler yazılarak senaryolar oluşturulmuştur.

BÖLÜM III

YÖNTEM

Araştırmanın bu bölümde saptanan problemlerin çözümü için yapılabilecekler anlatılmaktadır. Araştırma yapılacak bölgenin seçimi ve literatürdeki bilgiler ışığı altında alanda tespit edilen yapı kabuğu problemlerine çözüm arayışları bu bölümde ele alınmaktadır.

Araştırmada örnek olay incelemesine dayalı simülasyon hesaplamaları yapılarak değerlendirmeler yapılmaktadır. Genel bina stoğunu temsil edecek nitelikteki tipik binaların enerji kullanımlarının hesaplanması yolu ile bölgesel, ulusal ve uluslararası ölçekte gelecekteki enerji talebinin azaltılması için stratejilerin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bu doğrultuda Türkiye'nin resmi bina enerji hesabı programı olan BepTR yazılımını ikinci sürümünü kullanılmıştır.

3.1 ARAŞTIRMA YAPILACAK BÖLGENİN ÖZELLİKLERİ

Araştırmada incelenecek bölge TS 825 standartlarına göre 4. Bölgede bulunan, genel iklim değerleri soğuk ve ısıtma enerjisi giderleri yüksek illerden olan Sivas ilidir. Araştırmaya konu olan yapılar ise Sivas il merkezi içerisinde Yenişehir Mahallesi'nde yer almaktadır. Yenişehir Mahallesi'nin tercih sebebi:

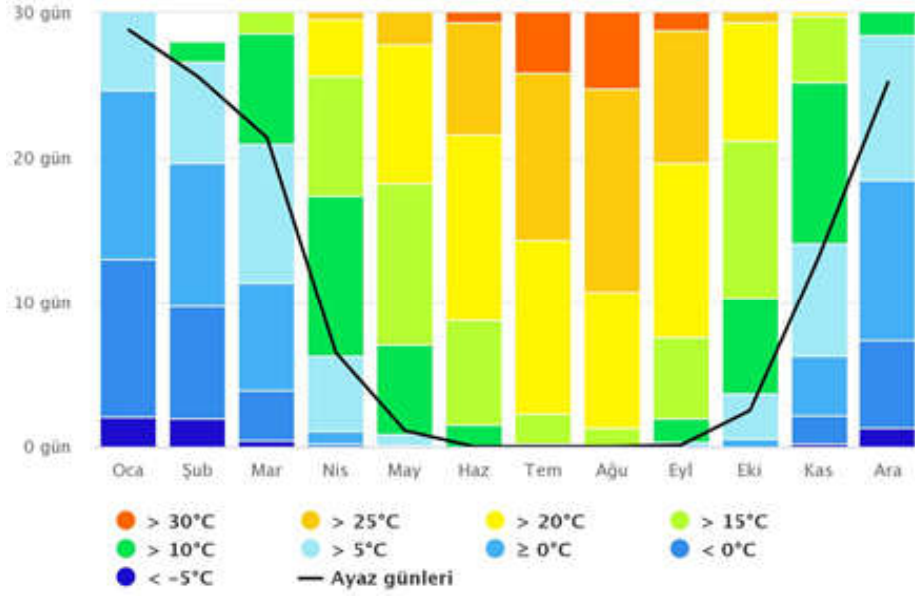
- 1990 yılların başında eş özelliklerde inşa edilen bir yapı kooperatiftir.
- Zaman içerisinde kullanıcıların tercihlerine göre farklı kabuk iyileştirmeleri örnekleri bulunmaktadır.
- Ayrıca aynı bölge içerisinde kömür ve doğalgaz olmak üzere farklı yakıt türlerinin kullanıldığı yapı tipleri bulunmaktadır.



Şekil 3.1: Araştırma yapılan bölge

3.1.1 Sivas İlinin İklimsel Özellikleri

Sivas, Anadolu'nun yukarı Kızılırmak bölümünde, $35^{\circ} 50'$ ve $38^{\circ} 14'$ doğu boylamları ile $38^{\circ} 32'$ ve $40^{\circ} 16'$ kuzey enlemleri arasında yer alan, 1.285 m rakıma sahip bir ilimizdir (Yasak 2004:5). Sivas ili Merkez ilçesinde karasal iklim hâkimdir. Sivas ilinin yıllık ortalama sıcaklığı $19,4^{\circ}\text{C}$ 'dır. Ortalama günlük maksimum ve minimum değerlerine göre gün içi ortalama sıcaklık değişimi en çok Ağustos ayında görülmekte ve ortalama 15°C civarında farklar oluşmaktadır. Sivas ilinde yıl boyunca az miktarda yağış görülmektedir. Yıl içerisinde yaz aylarında yağış miktarı en dip seviyelere düşmesi ile birlikte yağış çeşidi olarak 7 ay boyunca kar yağışı görülebilmektedir. Yıllık ortalama yağış miktarı: 345 mm'dir. 0 mm yağışla Temmuz yılın en kurak ayıdır. Ortalama 78 mm yağış miktarıyla en fazla yağış aralık ayında görülmektedir (Meteoblue 2021).



Şekil 3.2: Sivas ili yıllık sıcaklık grafiği (Meteoblue 2021)

3.1.2 Sivas İlinin Mimari Geçmişi

Osmanlı döneminde Demiryolları ve Cer Atölyesi gibi sanayi tesislerinin çalışanları için inşa edilen lojmanlar, Sivas'ta ilk modern toplu konut örnekleri olarak bilinmektedir. Daha sonra, 1940 ve 1950 yılları arasında küçük aile apartmanları ve az katlı toplu konutlar inşa edilmiştir. Bu dönemlerde, köyden şehre göçlerin artışı nedeniyle, kentteki konut stoğunun talebi karşılamaması ve ekonomik nedenlerle şehrin çeşitli bölgelerinde gecekondu bölgeleri oluşmuştur. Sivas'ta, 1960'ların sonuna kadar aile apartmanları, gecekondu ve kamu lojmanları görülür. 1970'lerin sonrasında, ekonomik ve teknolojik gelişmeler sayesinde apartmanların sayısı kişiler ve kooperatifler sayesinde artış göstermiştir. Kooperatifler, bitişik halde, mahalleler halinde, site olarak ve tek apartman olarak inşa edilmeye başlanmıştır. (Koç ve Tuztaşı 2021:378).

İnceleme yapılacak Yenişehir bölgesinde çok katlı konut yapılarının inşasına 1990'lı yılların ilk bölümünde tamamlanmıştır. Sivas ilindeki özellikle 1980'li yıllarda gerçekleşen hızlı şehirleşme neticesinde konut stoğunda da artış gerçekleşmiştir. 1975 yılında ildeki toplam bina sayısı 26.146 iken, 1984 'de 36.846, 1989 'da ise 51.528 olmuş, 1993 yılında yapılan numaralama çalışması neticesi bu sayı 52.451 olarak tespit edilmiştir. (Ökmen 2006:245)

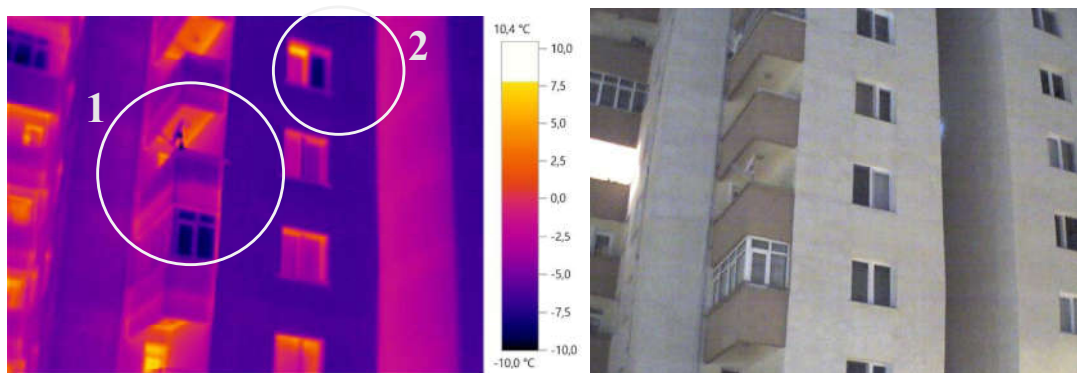
Sivas ilinin hızlı şehirleşmesinden kaynaklı meydana gelen çevre sorunlarının başında; iklimden dolayı uzun dönem ısıtma amacıyla kullanılan yakıtlar ve akarsular aktarılan atıklar gelmektedir. Şehrin hava kalitesizliğinde özellikle kış

aylarında yakılan evsel yakıtların etkisinin %90 seviyesinde olduğu aktarılmıştır. 1991 yılı ölçülen SO₂ değerleri 400 µg/m³ seviyelerini aşmıştır. (Everest 1993:149) Günümüzde ise bu rakam maksimum 20 µg/m³ seviyesini görebilmektedir. (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı 2021)

3.2 ARAŞTIRMA BÖLGESİ VE ALANDAKİ YAPI KABUĞU PROBLEMLERİ

Yenişehir bölgesinde aynı dönemde eş özelliklerle inşa edilmiş yapılar içerisinde günümüzde farklı kabuk iyileştirmeleri uygulanmış ve farklı yakıt kullanılan yapı tiplerine rastlanılabilmektedir. Bölgede dış cephe yalıtımı bulunan ve bulunmayan yapı tipleri mevcuttur. Dış cephe uygulamaları dışında pencere doğramaları ve balkonlarda, bireysel olarak kullanıcılar farklı uygulamalarda bulunmuşlardır. Yapıların büyük bölümünde doğalgaz ısıtma enerjisi olarak kullanılmaktadır ancak bazı yapılarda kullanıcıların tercihleri üzerine doğalgaza geçiş yapılmamış ve kömür kullanımına devam edilmiştir.

Bölgede bulunan konutlarda dış cephe yalıtımı olan ve olmayan örneklerin hepsi üzerinde termal kamera yardımı ile çekimler yapılmıştır. 2021 yılı şubat ayında -20 °C sıcaklıkta gerçekleştirilen termal kamera çekimleri ile mevcut yapı kabuklarındaki ısı farkları gözlemlenerek kabuk hataları ve ısı köprüsüne sebebiyet veren durumların tespit edilmesi amaçlanmıştır. Yapıların sınıflandırılması ve sınıflandırılan yapılara hangi kabuk stratejilerinin uygulanması gerektiği kararları yapılan çekim sonuçlarına göre alınmıştır.

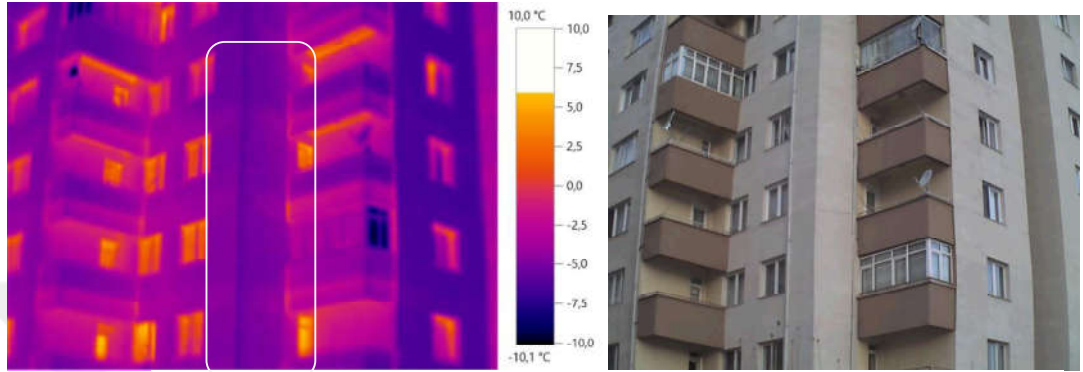


Şekil 3.3: Açık balkonlar ve balkon döşemesinden kaynaklı ısı kaçağı. 2-Pencere çerçeveleri kaynaklı ısı kaçağı

Balkon döşemeleri (balkonların yapılarda hangi bölüme dahil edildiği ve bağımsız sayıldığı ile ilgili referanslar) döşeme aracılığı ile kesintisiz bağlantı

sağladığı iç mekanlardan ısı akışı sağlamaktadır. Bu ısının kaybedilmemesi adına balkon genelinde yapılabilecek bazı stratejiler bulunmaktadır.

Yapılarda kullanılan pencere tipleri genel olarak PVC çerçeveye sahip ve çift camlı olarak değiştirilmiştir. Fakat bazı dairelerde yapının ilk inşasından beri kullanılan ahşap doğramalı pencere tiplerini kullanımına rastlanılmaktadır.



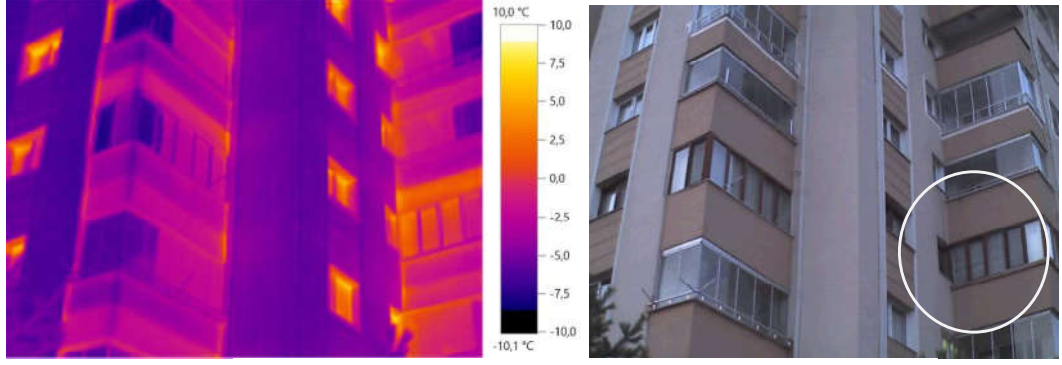
Şekil 3.4: Yeterli kalınlık ve geçirgenlik değerlerinde olmayan malzeme kullanımından dolayı ısı kaçakları

Yalıtımda temel amaç ısıtılan alandaki hava sızırdımlarının önlemesini sağlamaktır. Yapının saydam olamayan bölümlerindeki termal kamera ölçümlerinde gözlemlenen sıcaklık değerlerindeki dalgalanmalar kabuktaki ısı kaybının göstergesi olmaktadır. Bu durum TS 825 standartlarına uygun U değerlerinin sağlamayan malzeme kullanımı veya işçilik hataları sonucu oluşabilmektedir.



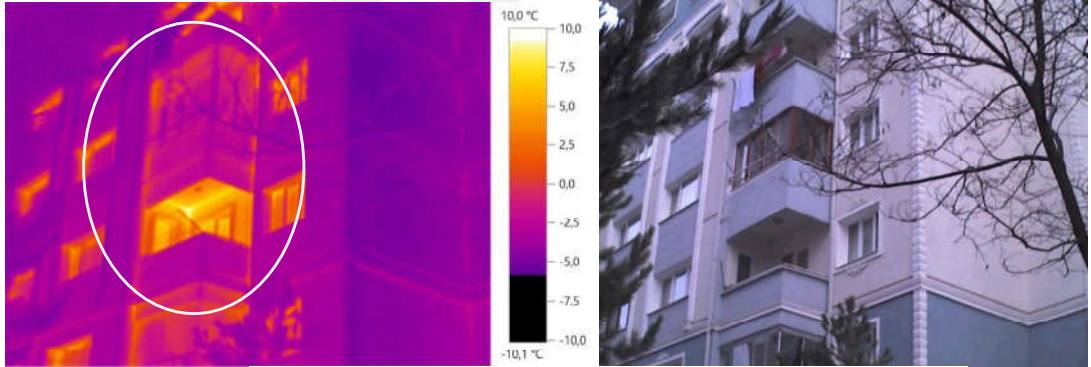
Şekil 3.5: İç havalandırmanın sağlanması için kullanıcı tarafından açılmış pencerelerden kaynaklı ısı kaybı

Kış aylarında pencerelerden havalandırma yapılarak veya pencereler açık unutulurak ısı kaybının yaşandığı gözlemlenmiştir. Bu durum aynı zamanda kazanılan ısı enerjisinin kaybına neden olmakta ve daha çok enerji harcanmasına sebebiyet vermektedir.



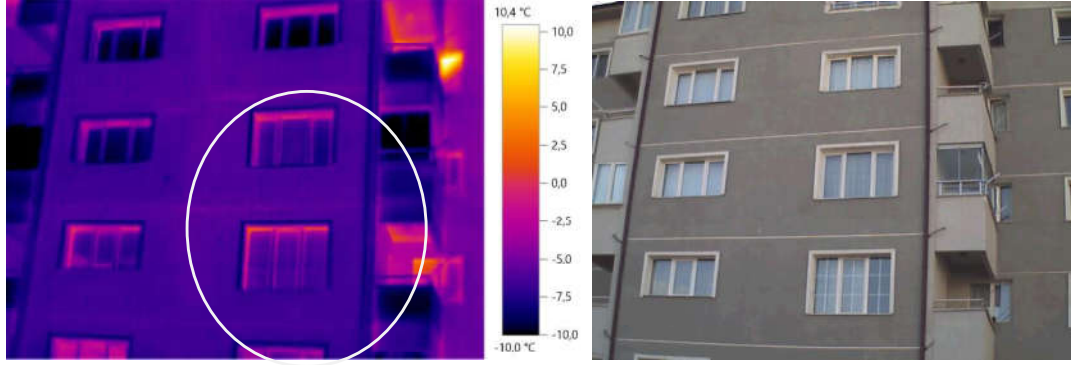
Şekil 3.6: Kapatılan balkon bölümlerinin iç hacimlerle birleştirilmesi

Yapıdaki iç hacimlerin balkonlardan ayıran kabuk bölümünün yıkılarak iç mekâna katılması durumu mevzuat olarak yasadışı olmasına rağmen görülebilen bir durumdur. Yapıyı yük dengelerine zarar verebileceği gibi iç mekandaki ısıtma yükünün artmasına da sebep olmaktadır. Balkon bölümlerinde doğru bir şekilde uygulanmayan yalıtımlar nedeniyle de ısı kaçaklarını daha belirgin görüldüğü durumlar gözlemlenmiştir.



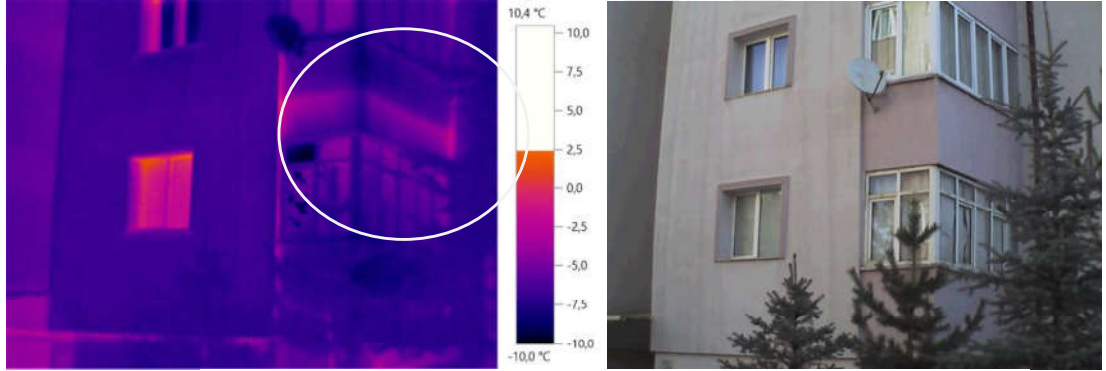
Şekil 3.7: Her dairede eşit ısı kaybı önleyici sistemlerin kullanılmaması

Yapı kabuğunda yapılan yalıtım katmanı uygulamaları genel olarak her dairenin ortak iştirakiyle gerçekleştirilerek eşit olarak uygulanmaktadır. Ancak balkon ve pencere gibi yapı elemanlarındaki enerji etkin uygulamalarda müşterek bir yaklaşım sağlanamamaktadır. Bu nedenle özellikle balkonlarda bir uygulama yapıldığında komşu dairelerde yapılmaması sebebiyle belli oranda ısı kaybı devam etmektedir.



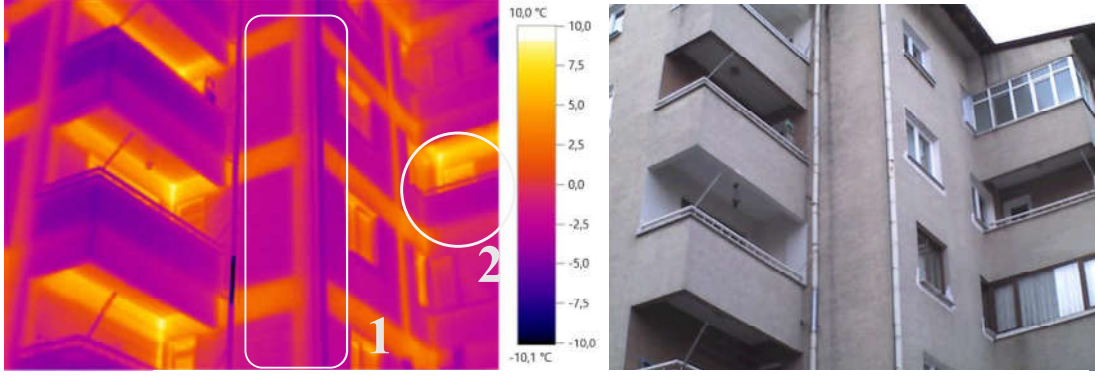
Şekil 3.8: Yapının kuzey cephesinde açıklık/duvar oranının artırılmasına yönelik işlemler yapılması

Daireler tadilat aşamasında eski performansı düşük pençelerin yenilenmesini sağlamışlardır fakat bazı dairelerde görsel kaygılar güdülerken pencere alanında değişiklikler yapılmıştır. Pencere büyütme işlemleri, pencere yönü ve konumuna göre dairenin enerji performansında olumlu veya olumsuz sonuçlar doğurabilmektedir.



Şekil 3.9: Kapatılmış balkon duvarlarında uygulanmamış dış yalıtım kaplamaları

Soğuk iklim bölgelerindeki yapılarda balkon bölgelerinde ısı kayıpları görülmesi kaçınılmaz bir durumdur. Balkondaki ısı kayıplarının iç mekân konfor sıcaklığını etkilememesi için yapılan uygulamalardan en başta geleni ise balkonun açıklık olan kısmının opak malzemelerle kapatılması ve balkon işlevinden çıkarılmasıdır. Opak ve geçirgen elemanlarla kapatılarak ısı duvarı etkisinin sağlanması ve gün ışığından faydalanarak iç mekâna ısı katkısı sağlaması da amaçlanmaktadır. Ancak örneklerde görüldüğü üzere kapalı balkon duvarlarına yalıtım uygulanmaması; döşeme bölümlerinden aktarılan ısı nedeniyle enerji kaybına sebebiyet verdiği görülmüştür.



Şekil 3.10: 1-Yalıtımsız cephe kabuğu sebebiyle farklı ısı geçirim seviyesine sahip taşıyıcı sistem ve duvar bileşenlerinin belirgin şekilde gözlemlenmesi. 2-Balkon döşeme ve duvar birleşimlerindeki ısı kayıpları

Dış cephede yalıtım uygulaması bulunmayan aynı site içerisindeki eş özellikli yapıda gerçekleşen ısı kaybı termal ölçümlerle gözlemlenmiştir.

3.3 YAPIDA ENERJİ PERFORMANS SİMÜLASYONLARI

Sürdürülebilir mimarlık çerçevesinde bina performansını, beklentilerin en uygun şekilde karşılanması olarak değerlendirebiliriz. Bu beklentiler, insanın varlığını sürdürebilmesi, ekosistem dengelerini bozmadan çevre kalitesinin iyileştirilmesi amacıyla uzun dönem çözümler üretmek için gerekli olan tüm etkinliklerdir ve bunlar sürdürülebilir mimarlığın temel hedefidir. (Harputlugil 2011:15).

Enerji konusunda verimli yapıların varlığı ve üretimi;

- Doğal kaynakların dikkatli kullanımı,
- Uygun maliyet,
- Kullanıcı konforu ve sağlığının iyileştirilmesi ve
- Çevresine verdiği etkilerin azaltılması ve uyum sağlaması, konularında fayda sağlayabilmektedir.

Binaların enerji performansı, ulusal ve bölgesel düzeyde farklılaştırılabilir bir metodoloji temelinde hesaplanmalı ve;

- Pasif ısıtma ve soğutma elemanları,
- Yenilenebilir kaynaklardan enerjinin uygulanması,
- Isıtma ve iklimlendirme tesisatları,
- İç mekan hava kalitesi,
- Yeterli doğal ışık ve gölgeleme
- Binanın tasarımı gibi kriterler hesaba katılmalıdır.

Enerji verimliliğini ölçme yaklaşımlarında, bir binanın sadece ısıtma mevsimini değil, yıllık enerji performansını da hesaba katmalıdır. (EP, 2010:44)

Gerçek bir yapının sistem davranışı hakkında bilgi elde etmek için çok sayıda yapı özelliğini birleştirerek ve basitleştirilmiş bir model üzerinden enerji performansı simülasyonları oluşturulur. Simülasyonlar, daha az ilgili unsurları göz ardı ederek gerçek sistemin davranışına yaklaşmak için tasarlanmıştır. (Hensen 2003:22).

Simülasyon programları, mimari seçeneklerin modellenmesine ve belirli çalışmaların üretilmesine yardımcı olmak için yaygın olarak kullanılır. Bu programlar bina içlerinin yönlendirilmesine yardımcı olurken, iklim koşullarına (güneş, rüzgar, nem gibi) uygun meteorolojik veriler dikkate alınmaktadır. Bu nedenle ısı kazançları ve kayıpları önlenebilir ve yaşam alanları güneş ısı ve ışığından ve doğal havalandırmadan yararlanacak şekilde tasarlanabilir. Ayrıca, yüzeyin güneş ışığı uzunluğuna göre analizler yapılabilmekte, gün ışığı faktörü ve aydınlık düzeyi modelleri üretilmekte ve hava akımı simülasyonları kullanılarak doğal havalandırma analizleri yapılabilmektedir. (Harputlugil 2013:950).

Termal konforu göz önünde bulundurarak ve ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme (HVAC) sistemlerinin tasarımını belirleyerek bina enerji performansını iyileştirmek için simülasyon programları çalıştırabilir, iç hava kalitesini inceleyebilir ve Dijital Akışkanlar Dinamiği (CFD) analizleri yapabilir. Simülasyonlar, kullanılacak farklı malzeme setleri seçilerek binanın kabuğunun tasarlanmasına ve kabuğa uygulanmasına olanak tanır. Bu şekilde, çeşitli kabuk tasarımlarının göreceli performansları karşılaştırılabilir. (Harputlugil 2013:954).

Bir binanın enerji performansını simüle etmek için çeşitli modeller mevcuttur. Küçültülmüş modeller (maketler), tam boyutlu fiziksel modeller (iklim odaları, test hücreleri, test evleri veya diğer binalar), matematiksel olarak belirtilen sanal modeller ve bilgisayar tabanlı modeller bazı örneklerdir. (Hensen 2003:25).

Genel olarak, geçmiş ve çağdaş simülasyon yazılımları, uzmanların yararlanabileceği bir çerçeveye sahiptir. Kullanmadan önce yeterli eğitim ve yeterlilik gereklidir. Mimari simülasyon araçları kullanılabilirse, tasarım öncesi aşamalar için çok önemli ön değerlendirmeler elde edilebilir. (Aydın 2019:113).

Bilgi İşlem Modülleri (BEM) ve simülasyon yöntemlerinin kullanımı, 1960'larda Amerika Birleşik Devletleri ve İsveç'te başlamıştır. Bu yöntemler, kişisel bilgisayarlarda ve yüksek performanslı bilgi işlem kümelerinde çalışmaktadır. Dijital hesaplamalar, sıradan ve kısmi diferansiyel denklemlerin sayısal olarak

çözülebileceği noktaya kadar gelişmiştir. Bu denklemler, binaların dış ve iç ısı transferini temsil edecek şekilde yazılmıştır. O dönemlerde, en ilkel analiz sistemleri bile, sadece akademisyenler veya federal çalışanlar tarafından kullanılabilmiştir. (Brackney vd. 2018:15).

3.3.1 Binalarda Enerji Performans Ulusal Hesaplama Yöntemi (BepTR)

Türkiye'de enerji talebi yüksek olan birçok sektörde enerji kullanımını en aza indirmek ve enerji verimliliğini artırmak amacıyla 2007 yılında “Enerji Verimliliği Kanunu” çıkarılmış ve 2007 yılında “Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Artırılmasına Dair Yönetmelik” yürürlüğe girmiştir. 2008. Ayrıca 2008 yılında kamu kurum ve kuruluşlarında enerjinin etkin ve verimli kullanılmasına yönelik prosedürler oluşturulmuştur. Binalarda enerji ve enerji kaynaklarının etkin ve verimli kullanılması, enerji israfının önlenmesi ve çevrenin korunması amacıyla Aralık 2008'de Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği yürürlüğe girmiştir. (Resmi Gazete 2007:4).

Bina Enerji Performansı Hesaplama Yöntemi, 7 Aralık 2010'da Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği kapsamında mevcut ve yeni binaların enerji verimliliğine etki eden tüm parametrelerin değerlendirilmesi ve enerji performans sınıfının belirlenmesine yardımcı olması amacıyla yayınlanmıştır. Bu yöntem, konut, ofis, eğitim, sağlık, otel, alışveriş ve ticaret merkezleri gibi çeşitli binalara enerji kimlik belgesi verilmesi için kullanılır (Resmi Gazete 2010:4).

Tablo 3.1: BepTR’de Atıf yapılan ve yararlanılan standartlar (Resmî Gazete 2010:6)

No.	Ad (İngilizce)	Ad (Türkçe)
EN 13790	Energy performance of buildings- Calculation of energy use for space heating and cooling	TS EN ISO 13790 Binaların enerji performansı – mekan ısıtılması ve soğutulması için enerji kullanımının hesaplanması
EN 13789	Thermal Performance of buildings- Transmission heat loss coefficient- Calculation method (ISO 13789: 1999)	TS EN ISO 13789 Binaların Isıl Performansı- Transmisyon ısı kaybı katsayısı- Hesaplama metodu
EN 15251	Indoor environment criteria for design and calculation of energy performance of buildings	TS EN 15251 Binaların enerji performansının tasarımı ve değerlendirilmesi için bina içi ortam parametreleri (bina içi hava kalitesi, ısıl ortam, aydınlatma ve akustik)
TS 825		Binalarda Isı Yalıtım Kuralları
EN ISO 14683	Thermal bridges in building construction- Linear thermal transmittance- Simplified Methods and default values	TS EN ISO 14683+AC Bina İnşaatı- Isıl Köprüler- Lineer Isıl Geçirgenlik-Basitleştirilmiş Metot ve Hatasız Değerler
EN 10456	Building materials and products - Hygrothermal properties - Tabulated design values and procedures for determining declared and design thermal values	TS EN ISO 10456 İnşaat Malzeme Ve Mamulleri - Beyan Ve Tasarım Termal Değerlerinin Tayini İçin Metotlar
BS EN 12524	Building materials and products - Hygrothermal properties -Tabulated design values	TS EN 12524 Bina malzemeleri ve mamulleri – hidroisil Özellikler – çizeleştirilmiş tasarım değerleri
BR 443		Kalorifer Tesisatı Projelendirme Kuralları
TS 2164	Energy efficiency of buildings	Binaların enerji verimliliği
DIN 18599	Calculation of the net, final and primary energy demand for heating, cooling, ventilation, domestic hot water and lighting	Isıtma, soğutma, havalandırma, kullanım sıcak suyu ve aydınlatma için net, nihai ve birincil enerji talebinin hesaplanması

3.3.2 Beptr Yazılımının Çıkış Noktası ve Amacı

Tüm dünyada kaynakların tükenmesi, sera gazı etkileri ve çevresel sorunlar nedeniyle önlemler alınmaktadır. Bu nedenle, Avrupa Birliği 2002 yılında "Binaların Enerji Performansı" direktifi yürürlüğe konulmuş ve Türkiye’de bu daha sonrasında "Binalarda Enerji Performansı (BEP) Yönetmeliği" yürürlüğe girmiştir. (Harputlugil, 2011:17).

Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği (BEP), 2008 yılında yürürlüğe girmiş ve Avrupa Birliği'nin 2002/91/EC sayılı "Binaların Enerji Performansı Direktifi" temel olarak alınmıştır. Bu yönetmeliğin amacı, binalarda enerji ve enerji kaynaklarının verimli ve etkin bir şekilde kullanılmasını sağlamak, enerji israfını önlemek ve çevrenin korunmasını sağlamak için gerekli usul ve esasları düzenlemektir. Ayrıca, BEP Yönetmeliği yayınlanması ile birlikte, Binalarda Isı Yalıtım Yönetmeliğini yürürlükten kaldırılmıştır (Resmi Gazete 2010:3).

Bina Enerji Performansı Hesaplama Yöntemi;

- Binanın ısıtılması ve soğutulması için ihtiyaç duyduğu net enerji miktarının belirlenmesi,
- Net ısıtma ve soğutma enerji ihtiyacını karşılamayı hedefleyen sistemlerin, sistem verimlerini ve kayıplarını dikkate alarak binanın toplam ısıtma ve soğutma enerji tüketiminin belirlenmesi,
- Havalandırma enerjisi tüketiminin hesaplanması,
- Güneş ışığı etkilerinin de dikkate alınarak, güneş ışığından yararlanılmayan süre ve gün ışığının etkili olmadığı alanlar için aydınlatma enerji ihtiyacının ve tüketiminin belirlenmesi,
- Sıhhi sıcak su için gerekli enerji tüketiminin hesaplanmasını içerir.

(Resmi Gazete 2010:4).

Bina Enerji Performansı Hesaplama Yöntemi, binaların enerji harcamalarını değerlendirerek mevcut ve yeni binaların enerji performans sınıflarını belirleme amacıyla geliştirilmiştir. Yöntem, Türkiye'nin özelliklerine uygun olarak, binaların enerji tüketimini etkileyen tüm girdilerin dikkate alınarak hesaplama yapar. Bu hesaplama yöntemi;

- Planlanmakta olan projeler için farklı enerji seviyelerinde alternatifler sunması,
- Mevcut yapıların enerji performans durumlarının değerlendirilmesi,
- Mevcut binaların enerji performanslarının durumuna göre iyileştirme yapılıp yapılmaması gerektiğinin belirlenmesi,
- Belli niteliklere sahip ve yapı stoğunun genel özelliklerini barındıran yapıların enerji kullanım durumları üzerinden daha geniş ölçekteki enerji kullanım değerlerine projeksiyon sunması,

- Sisteme girilen bilgiler sayesinde yapıların plan ve malzeme tipolojileri ile genel bir veri kütüphanesi oluşturulması gibi uygulamalarda kullanılabilir (Kınacı, 2015:63).

3.3.3 Beptr Yazılımının İçerik ve Özellikleri

Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği mevcut ve yeni yapılacak binalar için aşağıdaki konuları kapsar:

- Bina projelerinin ve enerji kimlik belgelerinin hazırlanması, yapılacak hesaplamalar için metodlar, standartlar, yöntemler ve asgari performans kriterleri (mimari tasarım, mekanik tesisat, aydınlatma, elektrik tesisatı gibi enerji kullanımı ile ilgili konuları),
- Enerji Kimlik Belgesi'nin düzenlenmesi ve bina kontrolleri ile denetim faaliyetleri için yetkilendirme,
- Enerji ihtiyacının kojenerasyon sistemi ve yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanması,
- Ülke genelindeki bina envanterinin oluşturulması ve güncel tutulması, toplumda enerji verimliliği bilincinin geliştirilmesi için eğitim ve bilinçlendirme faaliyetleri,
- Korunması gerekli kültür varlığı olarak tescil edilen binalarda, Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kurulu'nun görüşü alınarak bu görüş doğrultusunda yapının özelliğini ve dış görüntüsünü etkilemeyecek şekilde enerji verimliliğini artırıcı uygulamaların yapılması (Resmi Gazete 2010:9).

Binalarda Enerji Performansı Hesaplama Yöntemi yazılım programı (BEP-TR) kullanılarak birçok yapı tipi için enerji kullanım değerlerini ve kabuk özelliklerini içeren bir Enerji Kimlik Belgesi (EKB) sağlanabilmektedir. Bina Enerji Performansı (BEP) yönetmeliği doğrultusunda hazırlanan simülasyon programına Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı internet sitesi üzerinden ulaşılabilir. Kayıtlı EKB uzmanları tarafından düzenlenebilen enerji kimlik belgeleri 10 yıl boyunca geçerliliğini korumaktadır (BepTR 2019:65).

BepTR yazılımına göre 01.01.2011 sonrası inşa edilen ve yapı ruhsatı alan yapılar yeni yapı olarak kabul edilmektedir. Bu yapıları azami C sınıfı enerji tüketim ve CO₂ salım değerlerini karşılaması gerekmektedir. Eski yapılar için (01.01.2011

yapı ruhsatı almış yapılar) 2 Mayıs 2017 tarihinden bu yana Enerji Kimlik Belgesi düzenlenebilmekte ve 01.01.2020 tarihi itibarıyla alım satım ve kiralama işlemleri için Enerji Kimlik Belgesi istenmektedir (BepTR 2019:65).

Bu hesaplama yönteminde, bina enerji performansı değerlendirilirken;

- Binaların ısıtılması ve soğutulması için binanın ihtiyacı olan net enerji miktarının hesaplanmasını,
- Net enerjiyi karşılayacak kurulu sistemlerden oluşacak kayıpları ve sistem verimlerini de göz önüne alarak binanın toplam ısıtma-soğutma enerji tüketiminin belirlenmesini,
- Havalandırma enerjisi tüketiminin belirlenmesini,
- Binalarda gün ışığı etkileri göz önüne alınarak, günışığından yararlanılmayan süre ve gün ışığının etkili olmadığı alanlar için aydınlatma enerji ihtiyacının ve tüketiminin hesaplanmasını,
- Sıhhi sıcak su için gerekli enerji tüketiminin hesaplanmasını kapsamaktadır (Resmî Gazete 2010:4).

Bir yapının sadece ısıtılması veya soğutulması için ihtiyaç duyduğu ve yapıda bulunan aktif sistemlerin veriminin hesaba katılmadığı enerji miktarı net enerji kullanımı olarak tanımlanmaktadır. BepTR içerisinde net enerji hesabı için kullanılan parametreler aşağıda belirtilmiştir:

- Yapıda kullanılan malzeme tipleri ve ısı özellikleri,
- Yapının bulunduğu bölgenin iklimsel özellikleri,
- Binanın havalandırma özellikleri,
- Yapının geometrik özellikleri,
- Yapının işlevine göre sahip olması gereken konfor sıcaklığı ve nem durumu şartları,
- Havalandırma, güneş kazançları ve iç kazanç sağlayan araçlar,
- Yapı içerisinde bulunan ısıtılan veya ısıtılmayan alanların dağılımı (BepTR 2019:74).

Yapının ısıtılması veya soğutulması için gerekli net enerji değeri ısı enerji dengesi durumuna göre ele alınmaktadır. Yapı içerisindeki bir bölgede enerji dengesini oluşumu için gerekli durumlar aşağıdaki gibidir:

- Yapı içerisinde iklimlendirilen bir ortam ile dış ortam şartları arasında gerçekleşen ısı iletimi ve taşımını, iki ortamı ayıran yapı malzemeleri içinden aktarılan ısı olarak iç ve dış ortamın sıcaklık farkı üzerinden hesaplanmaktadır.

- Isı dengesi hesaplanması aşamasında yapı kabuğunun sahip olduğu ısı kütlelenin, ısıyı depolama ve geri kaybetme değerleri hesaba katılmaktadır.

- Yapı içerisinde iklimlendirilen ve iklimlendirilmeyen iki bölgenin birbirine teması halinde, iklimlendirilmeyen bölge içerisinde gerçekleşen ısı kayıpları (ısı iletimi ve havalandırma nedeniyle) belirli bir oran ile iklimlendirilen bölgenin değerlerine eklenmesi ile hesaplama yapılmaktadır.

- İklimlendirilen bölgenin havalandırılması durumunda; dış ortam sıcaklığı ile iç hava sıcaklığı farkı üzerinden değerlendirilmektedir. Aktif bir havalandırma sistemi kullanılmakta ise ortam sıcaklığı ile havalandırma sistemine ait besleme havası sıcaklığı farkı üzerinden hesaplanmaktadır. Havalandırma boşlukları ve duvar çatlakları kaynaklı ısı transferleri de hesaba katılmaktadır.

- Yapı içerisinde bulunan sistemler, ekipmanlar, aydınlatma araçları ve yaşayan kişilerden kaynaklı ısılar iç ısı kazançları olarak tanımlanmaktadır.

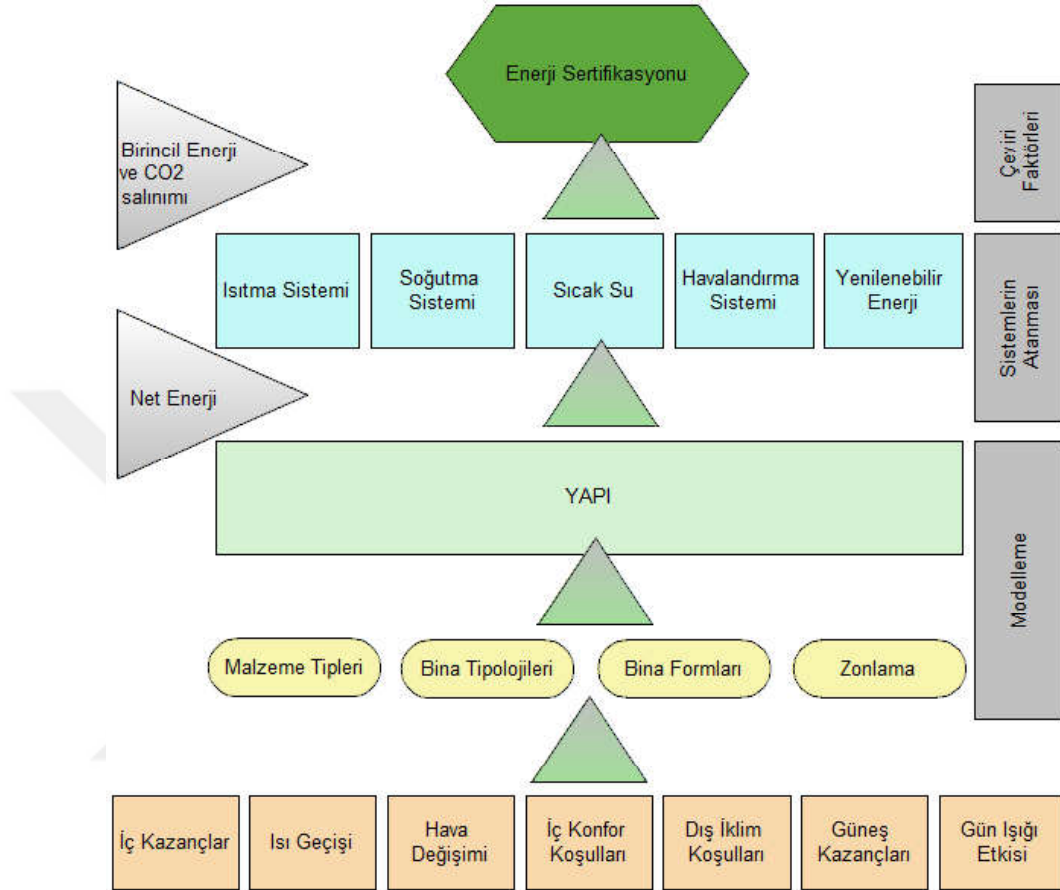
- İklimlendirilen bölgenin ısıtma veya soğutma ayar sıcaklığına ulaştırılması ve nem oranında konfor seviyesini sağlanması için gerekli minimum enerji talebi ısıtma veya soğutma için harcanan enerji ihtiyacına tekabül etmektedir.

- Güneşten sağlanan ısı kazanımları soğurma yolu ile açıklıklar ve pencere gibi opak malzemeler üzerinden dolaylı olarak sağlanmaktadır (BepTR 2019:83).

Isıtma enerjisi hesabında saatlik olarak aktarılan net enerji değerleri aylık bir sisteme girilerek sunulmaktadır. DIN V 18599 standartları üzerinden gerekli ısıtma enerjisi hesapları yapılmaktadır. İklimlendirme sistemlerinde kullanılan hesaplar, değerler ve sistem tercihleri (kalorifer, kazan sistemleri gibi) proje ve hesap raporundan alınmaktadır. Isıtma tesisatı hesaplamaları ise TS 2164 “Kalorifer Tesisat Projelendirme Kuralları” standartlarına göre yapılmaktadır. (BepTR 2019:92).

BepTR yazılımında simülasyon yöntemi olarak referans bir bina üzerinden değerlendirme yapılan Varsayılan Bina Yöntemi kullanılmaktadır. Bu yöntemde genel olarak değerlendirilen binanın standart ve yönetmeliklere uygunluk gösteren bir kopyası simülasyon tarafından otomatik olarak üretilmektedir ve bu yapı üzerinden karşılaştırma yapılmaktadır. Referans bina ile gerçek binanın konum ve geometrik özellikleri eş olmakla birlikte sistem ve kabuk özellikleri farklılaşmaktadır. Asıl bina ve referans bina için yıllık enerji talebi ve CO₂ salım

değerleri program içerisinde ayrı ayrı hesaplanmaktadır. Yapının enerji kimlik belgesine yansıtacak performans değerleri, referans bina ile karşılaştırılan sonuçlar neticesinde belirlenmektedir. (BepTR 2019:95).



Şekil 3.11: BepTR veri girdileri ve hesaplama şeması (Bep 2010:66)

Bina enerji performansı, enerji tüketimi için aşağıdaki formül ile hesaplanır:

$$E_p \cdot EP = 100(EP_a/EP_r)$$

CO₂ salımı için ise aşağıdaki formül kullanılır:

$$E_p \cdot SEG = 100(SEG_a/SEG_r)$$

E_p: Binanın enerji performansını,

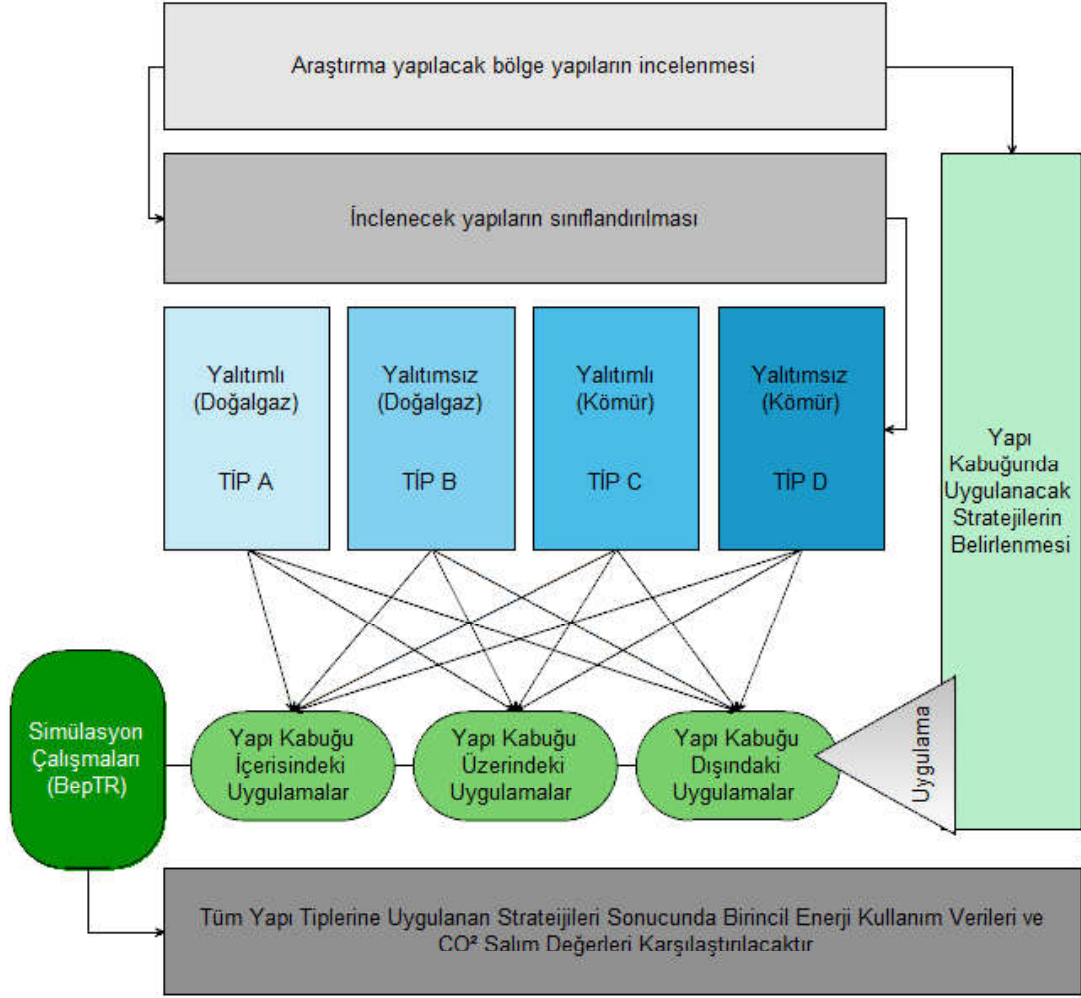
EP: Binanın yıllık m² başına düşen enerji tüketim miktarını, birincil enerjiye dönüştürülmüş şekilde (kWh/m². Yıl),

SEG: Binanın yıllık m²'ye düşen CO₂ salım miktarını (kg. CO₂/m². Yıl),

r: Referans binayı,

a: Asıl binayı, ifade eder.

Referans bina ile aynı değerlere sahip bir binanın Enerji Performansı değeri 100'dür ve D sınıfının üst sınırına yerleşmektedir (BepTR 2019:92).



Şekil 3.12: Araştırma süreçleri ve stratejilerin simülasyona aktarılması

BÖLÜM IV

ÖRNEK OLAY

4.1 YENİŞEHİR MAHALLESİ

Yenişehir toplu yapı kooperatifi 1990'lı yılların ilk dönemlerinde tamamlanmaya başlanan bir projedir. Yaklaşık 162.500 m² alana yayılmış, 62 adet bloktan oluşmaktadır. (3 tanesi daha sonraki yıllarda inşa edilmiştir. 8 katlı 36 adet ve 5 katlı 26 adet blok ve bu bloklarda 2+1 ve 3+1 daire tipolojisine sahip 1.672 daire bulunmaktadır. Yapılar o dönemlerin genel toplu konutlarındaki cephe dilinde, betonarme iskelet ve tuğla duvar malzeme içeriğiyle inşa edilmiştir. İlk yapıldığı dönemde yapılarda yakıt olarak kömür kullanılmıştır. 2004 Yılında ilk doğalgazın yatırımlarının Sivas'ta gerçekleşmesi ile Yenişehir bloklarında da doğalgaza geçiş başlamıştır. Günümüzde ise yapıların önemli bir bölümü doğalgaza geçmesine rağmen hala kömür kullanılan yapılar da az da olsa mevcuttur. Yakıtlarına göre sınıflandırılırsa iki tip yapı çeşidine rastlanılmaktadır:

- Doğalgaz kullanılan yapılar
- Kömür kullanılan yapılar

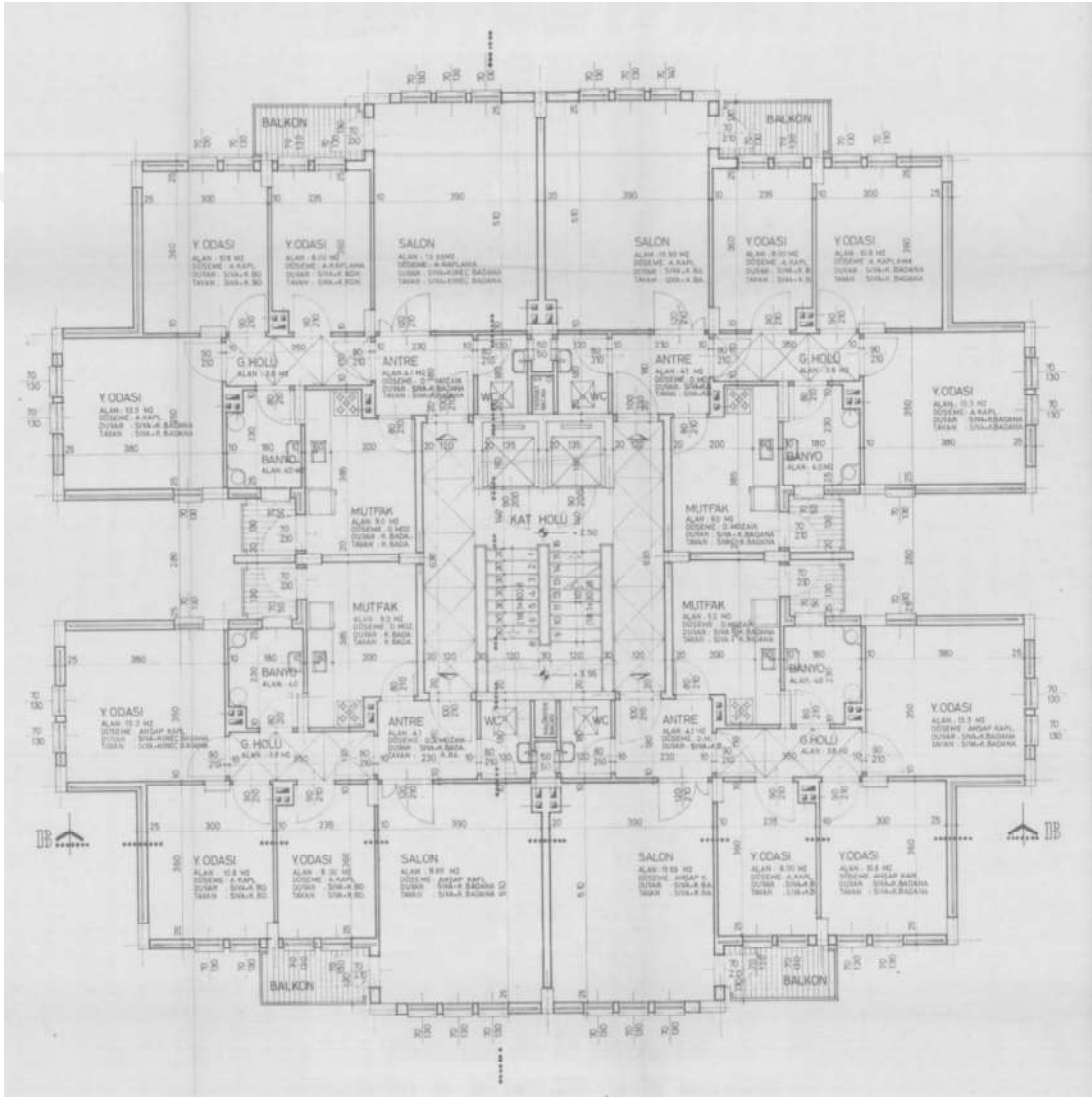
Araştırma yapılacak bölgede yapılan gözlemler sonucunda yapı kabuğu özelliklerine göre 2 tip yapı örnekleri bulunmaktadır:

- Dış cephesinde yalıtım bulunmayan (ilk inşa edildiği kabuk tipi)
- Dış cephesinde yalıtım bulunan

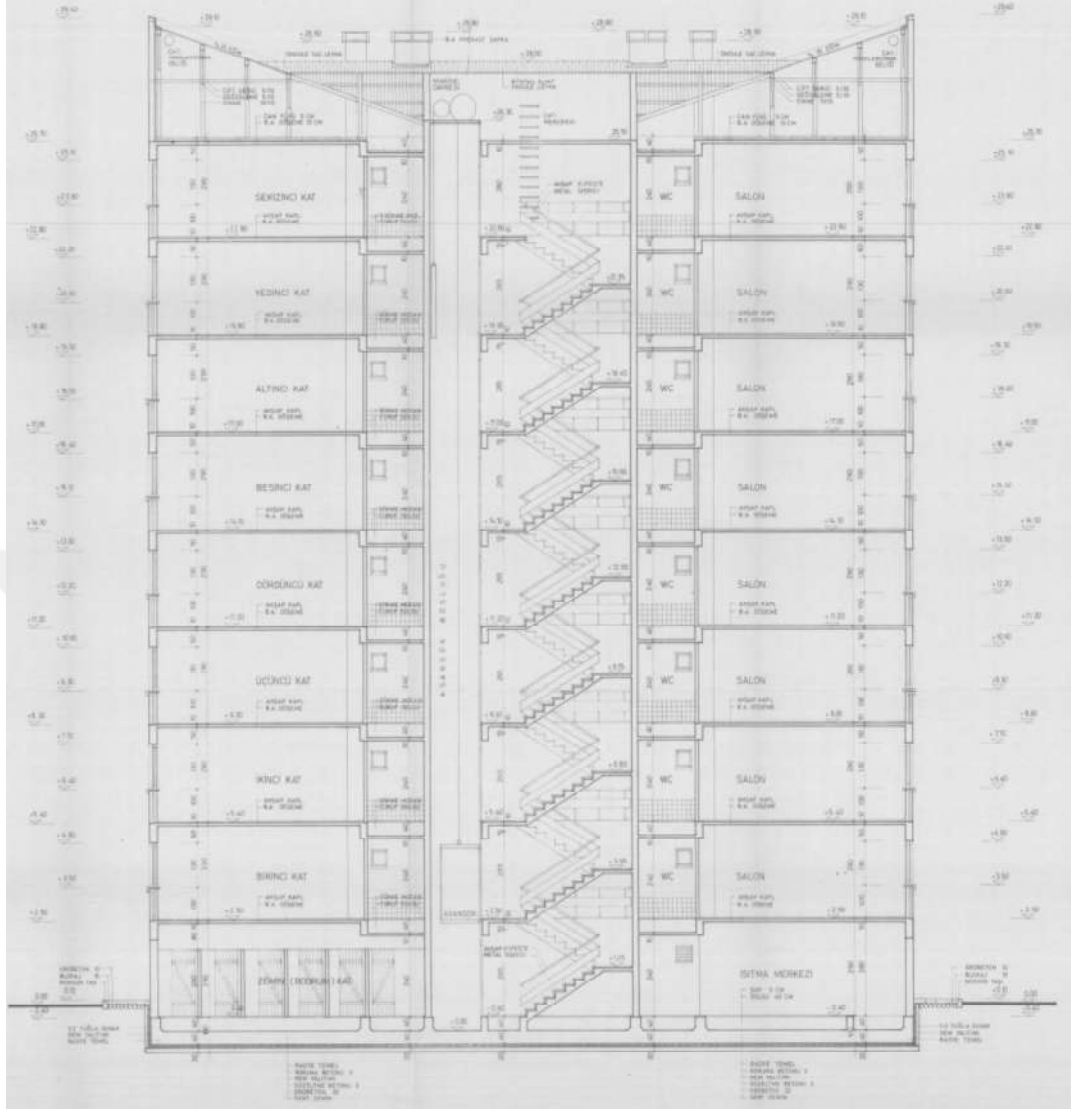
Farklı özelliklerle sınıflandırılan yapı tiplerinin kombinasyon durumlarına göre bölge içerisinde örnekler bulmak mümkündür. Tüm mevcut yapı tipleri sıralanırsa:

- Yakıt olarak doğalgaz kullanılan, dış cephesi yalıtımlı
- Yakıt olarak doğalgaz kullanılan, dış cephesi yalıtımsız
- Yakıt olarak kömür kullanılan, dış cephesi yalıtımlı
- Yakıt olarak kömür kullanılan, dış cephesi yalıtımsız

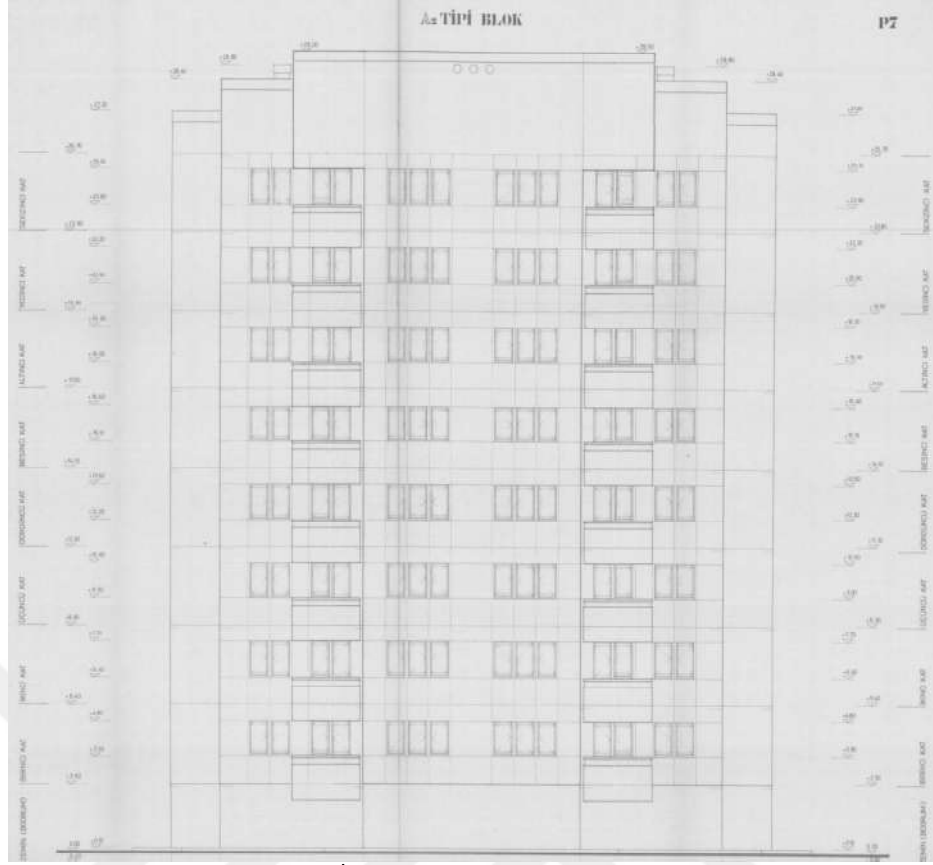
Yenişehir bölgesindeki yapıların ilk inşa edildikleri halinde yapı kabuğunda iki katman duvar arasında 2 cm kalınlığında bir yalıtım katmanı kullanıldığı belediyeden temin edilen projelerde görülmektedir. Ancak günümüzde yapıların belli bir bölümünde dıştan yalıtım uygulaması yapılmış örnekler bulunmaktadır. Yakıt olarak bölgede ilk aşamada kömür kullanılmıştır. Doğalgaza geçiş 2004 yılı itibari ile yapıların büyük bölümünde gerçekleşmesine rağmen kömür kullanımına devam eden yapı örnekleri bulunmaktadır.



Şekil 4.1: İncelenen yapıların planı

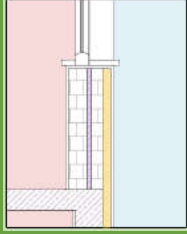
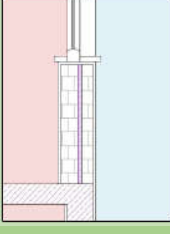
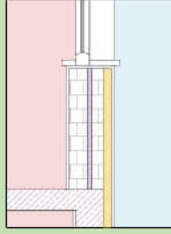
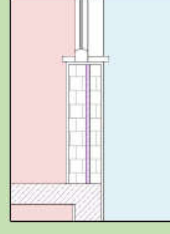


Şekil 4.2: İncelenen yapıların kesiti



Şekil 4.3: İncelenen yapıların yan görünüşü

Tablo 4.1: Mevcutta bulunan yapı tipleri ve özellikleri

Yapı Kronolojisi	Yapılarda dış yalıtım yapılmaya başlandığı dönem (2011)	Doğalgaza ilk geçildiği dönem (2004)	Yapılarda dış yalıtım yapılmaya başlandığı dönem (2011)	Yapıların ilk hali (1992)
Kabuk Kesitleri ve Yapı Tipleri	 Tip A	 Tip B	 Tip C	 Tip D
Kabuk Tipi	Yalıtımlı	Yalıtımsız	Yalıtımlı	Yalıtımsız
Yakıt tipi	Doğalgaz	Doğalgaz	Kömür	Kömür

Araştırma bölgesindeki yapıların ilk yapıldığı halinde bulunan yalıtım katmanı yapıların sınıflandırılmasında hesaba katılmamış ve yalıtımsız olarak kabul edilmiştir.

Tablo 4.2: Tüm yapı tiplerine uygulanan iyileştirmeler ve müdahale yönleri

Kabuk Müd. Yönü	İçeriden Müdahale			Yapı Kabuğu Üzerinde			Dışarıdan Müdahale				
	İ.1.1 İ.1.2 İ.1.3 -	İ.1.4 İ.1.5 İ.1.6 -	İç Katman	Kabuk Malzeme Değişim Prekast Sist. Yıkım	U.1.1 U.1.4 U.1.7 U.1.11 U.2.1	U.1.2 U.1.5 U.1.8 U.1.12 -	U.1.3 U.1.6 U.1.10 U.1.13	Dış Yalıtım	D.1.1 D.1.2 D.1.3 -	D.1.4 D.1.5 D.1.6 -	
Duvar	İ.2.1 İ.2.2	İ.2.4 İ.2.5	Yarı Kapatma	Yeniden İnşa	U.2.2 U.2.5	U.2.3 U.2.6	U.2.4 U.2.7	Dış Kaplama	D.2.1 D.2.2 D.2.3		
Balkon	İ.2.3	İ.2.6	Tam Kapatma	Tam Kapatma	U.3.1 U.3.4 U.3.7	U.3.2 U.3.5 U.3.9	U.3.3 U.3.6 U.3.10				
Açıklıklar			Yeniden Boyutlandırma	Yeniden Boyutlandırma	U.3.11 U.3.14	U.3.12 U.3.15	U.3.13				
Döşeme	Alt kat ısıtılmıyor ise tavan-döşeme yalıtımı	Tavan	Zemin	İkisinde	Hiçbirinde			Tavan	Zemin	İkisinde	Hiçbirinde
	Üst kat ısıtılmıyor ise tavan-döşeme yalıtımı	-	İ.4.1	-	H1	Alt kat ısıtılmıyor ise tavan-döşeme yalıtımı		-	D.4.1	-	H1
	Alt ve üst kat ısıtılıyor ise tavan-döşeme yalıtımı	İ.4.2	-	-	H2	Üst kat ısıtılmıyor ise tavan-döşeme yalıtımı		D.4.2	-	-	H2
	Alt ve üst kat ısıtılmıyor ise tavan-döşeme yalıtımı	İ.4.3	İ.4.4	İ.4.5	-	Alt ve üst kat ısıtılıyor ise tavan-döşeme yalıtımı		D.4.3	D.4.4	D.4.5	-
	İ.4.6	İ.4.7	İ.4.8	İ.4.8	H3	Alt ve üst kat ısıtılmıyor ise tavan-döşeme yalıtımı		D.4.6	D.4.7	D.4.8	H3

Tablo 4.3: Yapı kabuğuna içeriden müdahale kısaltmalarının açıklımları

Yapı Kabuğuna İçeriden Müdahale		
Dış Duvar	İ.1.1	Yapı kabuğu içinden 6 cm XPS uygulaması
	İ.1.2	Yapı kabuğu içinden 12 cm XPS uygulaması
	İ.1.3	Yapı kabuğu içinden 12 cm taş yünü uygulaması
	İ.1.4	Yapı kabuğu içinden boşluklu ek katman (2 cm hafif beton plaka-6 cm taş yünü) uygulaması
	İ.1.5	Yapı kabuğu içinden boşluklu ek katman (8 cm gaz beton plaka-6 cm taş yünü) uygulaması
	İ.1.6	Yapı kabuğu içinden boşluklu ek katman (6 cm mineral esaslı gaz beton plaka-6 cm taş yünü) uygulaması
Balkon	İ.2.1	Balkon duvarı içinden 6 cm XPS ve 2 cm PVC sistem (Low-e cam)
	İ.2.2	Balkon duvarı içinden 12 cm XPS ve 5 cm hafif beton plaka sistem (Low-e argon cam)
	İ.2.3	Balkon duvarı içinden 12 cm taşyünü ve 2 cm gaz beton plaka sistem (Low-e 3'lü cam)
	İ.2.4	Balkon duvarı üstüne cam-çerçeve uygulaması (Low-e cam)
	İ.2.5	Balkon duvarı üstüne cam-çerçeve uygulaması (Low-e argon cam)
	İ.2.6	Balkon duvarı üstüne cam-çerçeve uygulaması (Low-e 3'lü cam)
Döşeme	İ.4.1	Alt kat ısıtılmadığında daire içinden zemin yalıtımı
	İ.4.2	Üst kat ısıtılmadığında daire içinden tavan yalıtımı
	İ.4.3	Alt ve üst kat ısıtıldığında daire içinden tavan yalıtımı
	İ.4.4	Alt ve üst kat ısıtıldığında daire içinden zemin yalıtımı
	İ.4.5	Alt ve üst kat ısıtıldığında daire içinden tavan ve zemin yalıtımı
	İ.4.6	Alt ve üst kat ısıtılmadığında daire içinden tavan yalıtımı
	İ.4.7	Alt ve üst kat ısıtılmadığında daire içinden zemin yalıtımı
	İ.4.8	Alt ve üst kat ısıtılmadığında daire içinden tavan ve zemin yalıtımı
	H1	Alt kat ısıtılmadığı yalıtımsız durum
H2	Üst kat ısıtılmadığı yalıtımsız durum	
H3	Alt ve üst kat ısıtılmadığı yalıtımsız durum	

Tablo 4.4: Yapı kabuğu üzerinden müdahale kısaltmalarının açıklımları

Yapı Kabuğu Üzerinden Müdahale				
Dış Duvar	U.1.1	Yeni duvar uygulaması (25 cm gaz beton dışına 6 cm XPS)		
	U.1.2	Yeni duvar uygulaması (25 cm gaz beton dışına 12 cm XPS)		
	U.1.3	Yeni duvar uygulaması (30 cm gaz beton dışına 6 cm XPS)		
	U.1.4	Yeni duvar uygulaması (30 cm gaz beton dışına 12 cm XPS)		
	U.1.5	Yeni duvar uygulaması (30 cm gaz beton dışına 12 cm taş yünü)		
	U.1.6	Yeni duvar uygulaması (25 cm gaz beton içine 6 cm XPS)		
	U.1.7	Yeni duvar uygulaması (25 cm gaz beton içine 12 cm XPS)		
	U.1.8	Yeni duvar uygulaması (30 cm gaz beton içine 6 cm XPS)		
	U.1.9	Yeni duvar uygulaması (30 cm gaz beton içine 12 cm XPS)		
	U.1.10	Yeni duvar uygulaması (30 cm gaz beton içine 12 cm taş yünü)		
	U.1.11	Profile içten dıştan sabitlenmiş çift 10 cm XPS yalıtımlı sistem		
	U.1.12	Profile içten dıştan sabitlenmiş çift 12 cm XPS yalıtımlı sistem		
	U.1.13	Profile içten dıştan sabitlenmiş çift 12 cm taş yünü yalıtımlı sistem		
Balkon	U.2.1	Balkonun yıkılarak kaldırılması		
	U.2.2	Farklı konstrüksiyonla yeniden inşa (Çelik)		
	U.2.3	Farklı konstrüksiyonla yeniden inşa (Ahşap)		
	U.2.4	Farklı konstrüksiyonla yeniden inşa (Betonarme)		
	U.2.5	Balkon duvarı yıkılarak balkonun kapatılması (Low e cam)		
	U.2.6	Balkon duvarı yıkılarak balkonun kapatılması (Low e 3'lü cam)		
	U.2.7	Balkon duvarı yıkılarak balkonun kapatılması (Mevcut duvar)		
Açıklıklar	U.3.1	Açıklık/Duvar Oranı: 16,10%	U.3.9	Açıklık/Duvar Oranı: 0%
	U.3.2	Açıklık/Duvar Oranı: 17,75%	U.3.10	Açıklık/Duvar Oranı: 7,83%
	U.3.3	Açıklık/Duvar Oranı: 19,86%	U.3.11	Kaplamalı yalıtım camı (U:2,5-G:2,5)
	U.3.4	Açıklık/Duvar Oranı: 22,23%	U.3.12	Yalıtım camı (U:2,7-G:2,7)
	U.3.5	Açıklık/Duvar Oranı: 13,92%	U.3.13	Low e camı (U:1,9-G:1,9)
	U.3.6	Açıklık/Duvar Oranı: 12,32%	U.3.14	Low e argon cam (U:1,1-G:1,1)
	U.3.7	Açıklık/Duvar Oranı: 24,58%	U.3.15	Low e 3'lü cam (U:0,7-G:0,7)
	U.3.8	Açıklık/Duvar Oranı: 34%		

Tablo 4.5: Yapı kabuğuna dışından müdahale iyileştirme kısaltmalarının açıklımları

Yapı Kabuğuna Dışından Müdahale		
Dış Duvar	D.1.1	Yapı kabuğu dışından 6 cm XPS uygulaması
	D.1.2	Yapı kabuğu dışından 12 cm XPS uygulaması
	D.1.3	Yapı kabuğu dışından 12 cm taş yünü uygulaması
	D.1.4	Yapı kabuğu dışından boşluklu ek katman (2 cm hafif beton plaka-6 cm XPS) uygulaması
	D.1.5	Yapı kabuğu dışından boşluklu ek katman (8 cm gaz beton plaka-6 cm XPS) uygulaması
	D.1.6	Yapı kabuğu dışından boşluklu ek katman (6 cm mineral esaslı gaz beton plaka-6 cm taş yünü) uygulaması
Balkon	D.2.1	Balkon duvarı dışından 6 cm XPS ve 2 cm PVC sistem (Low-e cam)
	D.2.2	Balkon duvarı dışından 12 cm XPS ve 2 cm hafif beton plaka sistem (Low-e argon cam)
	D.2.3	Balkon duvarı dışından 12 cm taşyünü ve 2 cm gaz beton plaka sistem (Low-e 3'lü cam)
Döşeme	D.4.1	Alt kat ısıtılmadığında daire dışından zemin yalıtımı
	D.4.2	Üst kat ısıtılmadığında daire dışından tavan yalıtımı
	D.4.3	Alt ve üst kat ısıtıldığında daire dışından tavan yalıtımı
	D.4.4	Alt ve üst kat ısıtıldığında daire dışından zemin yalıtımı
	D.4.5	Alt ve üst kat ısıtıldığında daire dışından tavan ve zemin yalıtımı
	D.4.6	Alt ve üst kat ısıtılmadığında daire dışından tavan yalıtımı
	D.4.7	Alt ve üst kat ısıtılmadığında daire dışından zemin yalıtımı
	D.4.8	Alt ve üst kat ısıtılmadığında daire dışından tavan ve zemin yalıtımı
	H1	Alt kat ısıtılmadığı yalıtımsız durum
	H2	Üst kat ısıtılmadığı yalıtımsız durum
	H3	Alt ve üst kat ısıtılmadığı yalıtımsız durum

4.2 SİMÜLASYON ÖN KABULLERİ

4.2.1 Doğrusal, Açısal, Topoloji Bölümleri

İncelenecek bölgedeki yapıların yönelimleri muhtelif olmakla birlikte birbirlerine yakın açıdaki yapılar tercih edilmiştir. Kabul edilen ortalama yönelim açısı 135° olarak tespit edilmiştir.

4.2.2 Proje Bilgileri Bölümü

Bina bilgileri bölümü altında bulunan proje bilgileri, bina bilgileri, sızdırmazlık bilgileri, ısı köprüsü bilgileri projesine uygun olarak girilmiştir. BepTR sistemine göre 01-01-2011 tarihinden önce yapılmış binalar 'mevcut bina' olarak adlandırıldığından mevcut yapı üzerinden devam edilmiştir.

Araştırma yapılan bölgedeki yapıların hepsinin projelerinde ruhsat tarihi 18.05.1987 olarak belirtildiği için mevcut bina standartlarında değerlendirilecektir.

4.2.3 Bina Bilgileri

Tablo 4.6: BepTR'de tanımlı yapı tipleri (BepTR 2019:112)

Müstakil Konut	Apartman
Otel	AVM
Rezidans	Hastane
Ofis	İş Yeri Binası
İdari Bina Kamu	Eğitim

Konstrüksiyon tipi, binadaki taşıyıcı sistem ve duvar malzemeleri tiplerine dayanır. Konstrüksiyon tipi belirlerken, belediyeden alınan mimari proje ve hazırlanmış ısı yalıtım raporu kullanılmaktadır. 'Bina Koruma Durumu' bilgisi girilirken; açık alandaki yüksek binalar için 'Korunmasız', şehir merkezindeki az sıklıkta bulunan binalar için 'Hafif Korumalı', orman içindeki veya şehir merkezindeki sık bulunan binalar için 'Korumalı' seçilmektedir. (BepTR 2019:116).

Araştırma yapılacak yapılar Sivas ili Merkez ilçesinde bulunan Yenişehir mahallesindeki Yenişehir Yapı Kooperatifi tarafından yapılan yapılardır. İncelenecek yapılar bölgenin kuzeydoğu bölümünün iç kısmındaki sokaklarda bulunan apartmanlardan seçilmiştir. İncelenecek yapıların etrafı binalarla çevrili olduğu için hepsinde bina koruma durumu korumalı olarak belirlenmiştir. İncelenecek yapıların hepsinin inşası 1990 ve 1992 yılları aralığında tamamlanmıştır. Betonarme karkas biçimde inşa edilmiştir.

▲ Bina Bilgileri	
Bina Tipi	Apartman ▼
Konstrüksiyon Tipi	Beton veya Perde Duvar Yüksek Bina ▼
Binanın Korunma Durumu	Korunmalı ▼
Binanın İstasyonu	SİVAS ▼
Binanın İli	SİVAS ▼
Binanın İlçesi	MERKEZ ▼

Şekil 4.4: Bina Bilgileri Giriş Ekranı Gösterimi

4.2.4 Mekanik Isıtma Sistemi

Binalarda kullanılan ısıtma sistemleri BepTR yazılımında mahal (bireysel) veya merkezi olarak sınıflandırılır. Mahal (bireysel) sistemler, binanın bağımsız bölümlerinin her birinin ısıtma taleplerini bağımsız olarak karşılayan sistemlerdir ve genellikle bağımsız alanda ısı üreticisini içerirler. Merkezi ısıtma sistemi ise, binanın bağımsız bölümlerinin ısı ihtiyacının merkezi bir yerden karşılandığı ve ısı üreticisinin normalde yapı içinde ancak bağımsız bölümlerden ayrı bir alanda barındırıldığı bir sistemdir (BepTR 2019:124).

Isıtma sisteminin kapasitesi binanın ısıtma projesinden çıkarılmalı ve 'Sistemin Kapasitesi' ilgili alana kW olarak kaydedilmelidir. Bireysel ve merkezi ısıtma sistemi tanımları dikkate alınarak, binanın ısıtma sistemi projesi üzerinden binanın ısıtma sistemi tipi belirlenmeli ve 'Bireysel' veya 'Merkezi' seçeneklerinden uygun olanı seçilmelidir (BepTR 2019:132).

Isıtma ihtiyacını karşılamak için ısıtma sistemine sağlanacak enerjinin tamamı ve destek enerjisi DIN V 18599 standardı kullanılarak hesaplanmıştır. Standart, ısıtma ayı için hesaplamalar yapılmakta ve bu çalışmada aylık rakamlardan yararlanılmaktadır. Net enerjiden gelen bilgiler başlangıçta aylık olarak sağlanır. Her bir saatlik ısıtma için net ısıtma enerjisi ihtiyacına karşılık verilecek enerji miktarı ve destek enerjisi aylık olarak belirlenir ve böylece yıllık toplam sağlanacak enerji miktarı hesaplanır (BepTR 2019:132).

Isıtma; bir maddenin sıcaklığını, çevreleyen hacim sıcaklığının üzerine çıkarmak ve orada tutmak için bir maddeye veya ortama ısı uygulama işlemidir. Bina ısıtma tesisatı hesapları TS 2164 "Isıtma Tesisatı Projelendirme Kuralları" standardına göre yapılmaktadır. Bu standartta belirtilen kabullere, referans değerlere

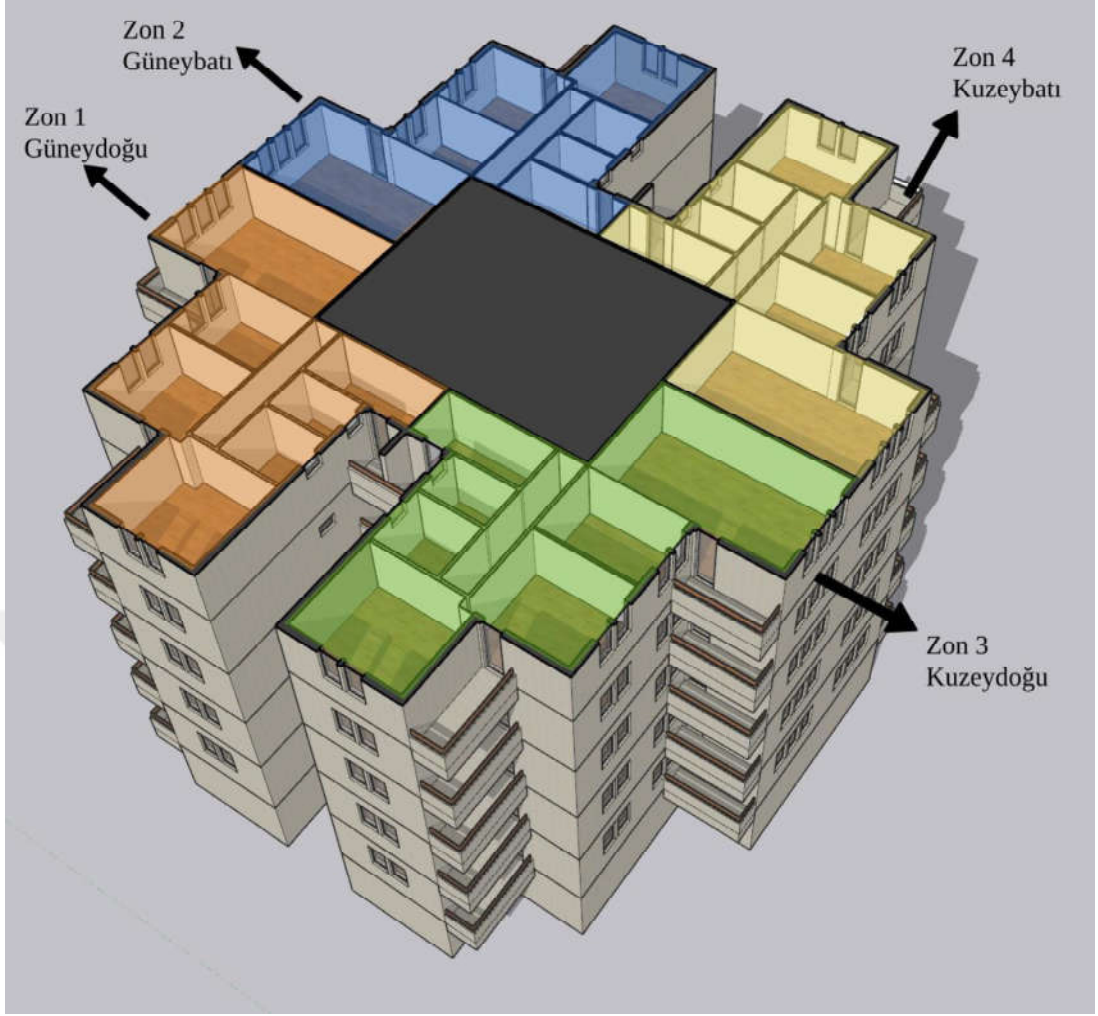
ve hesap sonuçlarına göre imal edilen kazanlar, radyatörler ve benzeri cihazlar "Proje ve Hesap Raporu" bölümünde belirtilmektedir (BepTR 2019:134).

Araştırma bölgesinde bulunan yapıların kömür ve doğalgaz olmak üzere iki yakıt tipinde örnekleri mevcuttur. Doğalgazlı örnekler içerisinde merkezi ve bireysel (kombi) ısıtma sistemleri bulunan tipler bulunmakla birlikte simülasyonlarda baz alınan yapı tiplerinde merkezi özellikte olanlar tercih edilmiştir.

İncelenecek apartmanlar bölge içerisindeki 8 katlı A tipi bloklar biçiminde modellenerek 4.kat üzerindeki 63- 64- 65- 66 bölgelerinde bulunan dairelerin ortalama aylık ısı talebi üzerinden değerlendirilmiştir. Araştırma içerisinde 4 farklı özelliğe sahip apartmanlardan ikisi yakıt olarak doğalgaz, diğer iki apartmanda ise kömür kullanılmaktadır. Her yakıt tipi için kendi içinde eş değer özelliklerle değerlendirmeler yapılacak ve mekanik sistemler ile alakalı bilgiler sabit tutulacaktır. Her iki yakıt türüne sahip apartmanlardan merkezi sistem ile ısıtılan apartmanlar tercih edilmiştir. Apartmanların mevcut halinde HVAC sistemleri ve güneş sistemleri kullanılmadıkları için mekanik sistem hesabı içerisine dahil edilmeyecektir. Aynı şekilde sıcak su mekanizmaları da yakıt tiplerine göre ayrıştırılıp merkezi sistem kullanılacak şekilde sabit tutulacaktır.

Systemİd	1	Systemİd	1
Isıtma Sistemi Adı	kömür-1	Isıtma Sistemi Adı	doğalgaz-1
Üretim Yılı	1992	Üretim Yılı	2007
Sistemin Gücü (kW)	140	Sistemin Gücü (kW)	140
Sistemin Konumu	Merkezi	Sistemin Konumu	Merkezi
Mahal Isıtma Sistemleri	0	Mahal Isıtma Sistemleri	0
Merkezi Isıtma Sistemleri	Klasik Kazanlar	Merkezi Isıtma Sistemleri	Klasik Kazanlar
Mahal Isıtma Kombi Sistem Tipleri	0	Mahal Isıtma Kombi Sistem Tipleri	0
Mahal Isıtma Yakotli Sistem Tipleri	0	Mahal Isıtma Yakotli Sistem Tipleri	0
Mahal Isıtma Radyant Sistem T...	0	Mahal Isıtma Radyant Sistem T...	0
Radyant Sistem Sayısı	0	Radyant Sistem Sayısı	0
Elektrikli Isıtma Duvar Seçimi	0	Elektrikli Isıtma Duvar Seçimi	0
Sistemin Çalışma Şekli	Sürekli	Sistemin Çalışma Şekli	Sürekli
Yayıc Tipleri	Radyatör	Yayıc Tipleri	Radyatör
Yüzeysel Isıtma Tipi	0	Yüzeysel Isıtma Tipi	0
Yüzeysel Isıtma Yalıtımı	0	Yüzeysel Isıtma Yalıtımı	0
Radyatörün Konumu	Dış Duvarda	Radyatörün Konumu	Dış Duvarda
Hava Çıkış Konumu	0	Hava Çıkış Konumu	0
Kontrolör Tipi	Kontrol Yok, Merkezi Gidiş ...	Kontrolör Tipi	Kontrol Yok, Merkezi Gidiş ...
Isıtma Devresi	90/70	Isıtma Devresi	90/70
Borulama Tipi	İki Borulu Isıtma	Borulama Tipi	İki Borulu Isıtma
Borulama Yalıtımı	Var	Borulama Yalıtımı	Var
Pompa Kontrolü	Sabit	Pompa Kontrolü	Sabit
Hidrolik Dengeleme	Yok	Hidrolik Dengeleme	Yok
Entegre Pompa/Brülör Yönetimi	Yönetim Yok	Entegre Pompa/Brülör Yönetimi	Yönetim Yok
Kontrol Sisteminin Tipi	Elektotermal	Kontrol Sisteminin Tipi	Elektotermal
Kontrol Sistemi Sürücü Adedi	0	Kontrol Sistemi Sürücü Adedi	0
Kontrol Sistemi(Konvektör) Fan...	0	Kontrol Sistemi(Konvektör) Fan...	0
Kontrol Sistemi(Serpantin) Ek P...	0	Kontrol Sistemi(Serpantin) Ek P...	0
Kontrol Sistemi(Serpantin) Ek P...	0	Kontrol Sistemi(Serpantin) Ek P...	0
Depolama Tankının Hacmi (Litre)	1000	Depolama Tankının Hacmi (Litre)	1000
Yakıt Tipi	Kömür	Yakıt Tipi	Doğal Gaz
Kazan Tipi	Kab Yakotli Kazanlar	Kazan Tipi	Yoğuşmalı Kazanlar
Standart Kazan Tipi	0	Standart Kazan Tipi	0
Düşük Sıcaklıklı Kazan Tipi	0	Düşük Sıcaklıklı Kazan Tipi	0
Bölgesel Isıtma Altistasyon Tipi	0	Bölgesel Isıtma Altistasyon Tipi	0
Alt istasyon Yalıtımı	0	Alt istasyon Yalıtımı	0
Alt istasyon Sıcaklık Kontrolü	0	Alt istasyon Sıcaklık Kontrolü	0
Isı Pompası Tipi	0	Isı Pompası Tipi	0
Elektrik Tahrikli Isı Pompası Tipi	0	Elektrik Tahrikli Isı Pompası Tipi	0
Elektrik Tahrikli Isı Pompası Besl...	0	Elektrik Tahrikli Isı Pompası Besl...	0
Yanma Tahrikli Isı Pompası Tipi	0	Yanma Tahrikli Isı Pompası Tipi	0
Yanma Tahrikli Isı Pompası Besl...	0	Yanma Tahrikli Isı Pompası Besl...	0
Güneş Sistemi Katkısı	Yok	Güneş Sistemi Katkısı	Yok
Güneş Sistemi Kollektör Tipi	0	Güneş Sistemi Kollektör Tipi	0
Güneş Sistemi Kollektör Yüzeysel ...	0.000	Güneş Sistemi Kollektör Yüzeysel ...	0.000
Güneş Sistemi Üretim Yılı	0	Güneş Sistemi Üretim Yılı	0
HVAC Transferi	Yok	HVAC Transferi	Yok
HVAC Hava Kanallarının Konumu	0	HVAC Hava Kanallarının Konumu	0
Bina Dışındaki Hava Kanalı Yüz...	0	Bina Dışındaki Hava Kanalı Yüz...	0

Şekil 4.5: Mekanik Isıtma Sistemleri Ekranı Gösterimleri



Şekil 4.6: Simülasyonda incelenecek yapının belirlenen zonları

4.2.5 Dış Duvar

Yapı içerisindeki ortam ve dış ortam şartlarını ayıran, yapının geometrik çerçevesini oluşturan elemanlar bölümüdür. BepTR yazılımı içerisinde açıklıklar ve balkon gibi kabuk elemanlarına ait bilgiler duvar başlığı altında sisteme girilmektedir

İyileştirme stratejileri içerisinde pencereler ve balkonlar üzerinde değişiklikler ve değerlendirmeler yapılacaktır. Ancak referans apartmanlardaki pencere ve balkon özellikleri incelenen yapıların mevcut durumları ışığında belirlenerek sabit tutulmuştur. Pencerelerin çerçeve tipi PVC olarak, cam tipleri ise “2011 öncesi renksiz yalıtım camı (4+9 mm Hava+4) (U:3- G:3)” olarak belirlenmiştir. Balkonlar ise planlarda belirtilen ölçülerde belirtilerek açık balkon olarak kabul edilmiştir.

Pencere tipi açıklıklar üzerinde yapılacak değişikliklerde cam ve çerçeve tipindeki değişiklikler daire içindeki tüm pencerelere uygulanmıştır. Ancak pencere

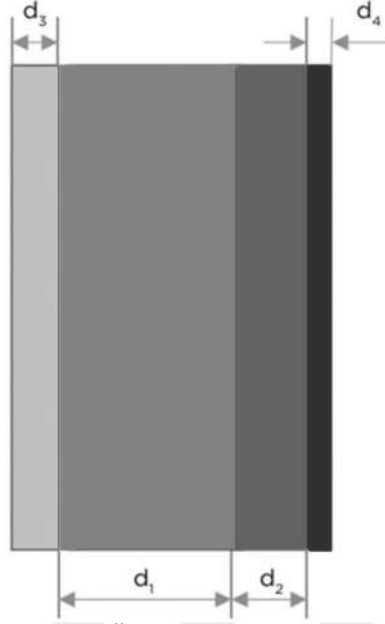
boyutları üzerinde yapılan değişikliklerde oran büyütme ve küçültme işlemleri balkon kapıları ve küçük boyutlu pencereler sabit tutularak uygulanmıştır.

Yapı kabuğunda ise mevcut durumlarında sahip oldukları özelliklere göre malzemeler belirlenmiştir. Yapılacak iyileştirme stratejilerine göre kabuklarda bazı eklemeler, çıkarmalar ve değişiklikler uygulanacaktır. Referans yapılarda kullanılan kabuk bileşenleri aynı olmasına karşın sadece yalıtımsız yapılarda 6 cm XPS katmanı bulunmamaktadır.

Tablo 4.7: Mevcut yapıların kabuk materyalleri

	Malzemeler	Kalınlık
Tip A	L:0.510- 04.04- Sadece alçı kullanarak (agregasız) yapılmış sıva	2cm
Tip B	L:0.330- 07.01.05.01- Yatay delikli tuğlalarla yapılan duvarlar (TS EN 771-1)- Tuğla duvarlar	13.5cm
Tip C	L:0.040- 10.03.01.01.04- Polistiren Parçacıklı köpük- TS EN 13163'e uygun; Isıl iletkenlik grupları 040- Ekspande polistiren köpük (EPS) levhalar- Sentetik köpük malzemeler	3cm
Tip D	L:0.330- 07.01.05.01- Yatay delikli tuğlalarla yapılan duvarlar (TS EN 771-1)- Tuğla duvarlar	8.5cm
Tip A	L:1.600- 04.02- Çimento harç	2cm
Tip C	L:0.040- 10.03.02.01.03- Ekstrüde polistiren köpük- TS EN 11989 EN 13164 'e uygun; Isıl iletkenlik grupları 040 -Ekstrüde polistren köpük (XPS) levhalar- Sentetik köpük malzemeler	6cm
	L:0.350- 04.08.02- Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış; sıva harçları	2cm

Isı İletkenlik Katsayısı λ (W/m.K): Bir malzemenin sıcaklık farklarına göre ısı iletim değeridir. λ değeri ne kadar küçükse malzeme ısıyı o kadar az iletir. Yapı elemanının kalınlığı (d) ve lamda (λ) değerleri ile (U) değeri 1.2 formülü ile hesaplanmaktadır. Isı geçirgenlik katsayısını bulmak için ilk olarak yapı elemanı bileşenlerinin oluşturduğu toplam direnç (R), 1.1 formülü ile hesaplanır (TS 825 2008:6).



Şekil 4.7: Şekil. Örnek Duvar (TS 825 2008:6)

$$R = \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \frac{d_3}{\lambda_3} + \frac{d_4}{\lambda_4} \quad (1.1)$$

$$U = \frac{1}{R_i + R + R_e} \dots \dots \dots$$

(1.2)

R_i : İç yüzeyin yüzeysel ısı iletim direnci (m².K/W),

R_e : Dış yüzeyin yüzeysel ısı iletim direnci (m².K/W)

R : Yapı bileşenlerinin ısı geçirgenlik dirençleri (m².K/W),

İncelenecek yapılar simülasyon sonucunda belirlenen bir ara kat dairenin ısıtma verilerine göre değerlendirileceği için katlar arası döşemeler ve alt üst dairelerin ısıtılmaması durumu iyileştirme stratejileri içerisinde bulunmaktadır. Referans yapılarda ise mevcut döşeme katmanlarına göre ve alt-üst katların ısıtıldığı senaryo üzerinden değerlendirmeler yapılmıştır. Çatı ve temel katmanları gibi ara katları etkilemeyecek parametreler tüm simülasyonlarda sabit olarak kabul edilmiştir.

Tablo 4.8: Mevcut yapıların döşeme materyalleri

Malzemeler	Kalınlık
L:0.130-08.01.01- İğne yapraklı, ağaçlardan elde edilmiş olanlar- Ahşap	1cm
L:1.400- 04.06.01- Çimento harçlı şap	3cm
L:2.500- 05.01.01- Donatılı beton- Normal beton (TS 500'e uygun), doğal agrega veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar	10cm
L:0.510- 04.04- Sadece alçı kullanarak (agregasız) yapılmış sıva	2cm

Değerlendirilecek yapılardaki bir diğer değişken durum ise dış kabuklarının yalıtım durumudur. Apartmanlarda yıllar içerisinde kullanıcıların tercihleri veya yasal zorunluluklar paralelinde bazı yalıtım uygulamaları yapılmıştır. Ancak bölgede henüz yalıtım yapılmayan apartmanlarda mevcuttur. Apartmanların inşa edildikleri dönemden kalan kabuk özelliklerinden en çok değiştirilen bölüm pencereler ve balkonlardır. Hemen hemen tüm dairelerin pencereleri yapı planında gösterilen çift katlı ahşap çerçevelerden, ısı yalıtımlı çift cam ve PVC çerçeveli pencerelere dönüştürülmüştür.

4.2.6 Isı Köprüleri

Yapı kabuğunda meydana gelen farklı ısı iletim ve yalıtım özelliklerine sahip elemanların teması ile istenmeyen, iç ve dış ortam arasında oluşan ısı akışları ısı köprüsü olarak tanımlanmaktadır. Yapıda oluşabilecek ısı köprüleriBepTR içerisinde ilgili bölümde kategorize edilmiştir. (BepTR 2019:145).

Yapı kabuğunda uygulanacak stratejilere göre ısı köprüsü durumları yenilenmiştir. Özellikle daha önce hiç ek yalıtım uygulaması yapılmamış (Tip B- Tip D) yapı tiplerinde uygulanan kabuk stratejisine göre ısı köprüsü ihtimalleri yenilenmiştir. Yalıtım uygulanmış yapı tiplerinde (Tip A- Tip C) ise dıştan yapılmış yalıtım uygulamalarına hali hazırda sahip oldukları için sabit olarak dış yalıtıma sahip bir yapıya ait ısı köprüsü ihtimalleri kabul edilmiştir.

Bazı uygulama stratejilerinde hem içte hem kabuk dışında yalıtım bulunduğu durumlar meydana gelmektedir. Bu durumları tam olarak açıklayabilecek bir ısı köprüsü senaryosu bulunmadığı için dıştan yalıtılmış yapı özelliklerine göre ısı köprü tipleri atanmıştır.

- Çatı Isı Köprüsü Tipi
- Balkon Isı Köprüsü Tipi
- Köşe Isı Köprüsü Tipi
- Bölme Duvar Isı Köprüsü Tipi
- Ara Kat Döşeme Isı Köprüsü Tipi
- Toprağa Basan Döşeme Isı Köprüsü Tipi
- İklimlendirilmeyen Zona Basan Döşeme Isı Köprüsü Tipi
- Pencere Kapı Açıklıkları Isı Köprüsü Tipi
- Kolon Isı Köprüsü Tipi

Katlarda dört daire ve bir çekirdek alanı olmak üzere beş bölge bulunmaktadır. Her daire kendi iç duvar ve odalarını içerecek şekilde bir bölge kabul edilecektir. Ara katlardaki tüm çekirdek ve daire bölgeleri referans yapılarda ısıtılan bölge özelliklerine sahiptir. Her bölge için ısklandırma aygıtları tüm simülasyonlar süresince sabit tutulmuştur.

Simüle edilecek yapıların tümünde değişkenlik gösterecek değerlerin yapı içerisindeki ısıtma harcamalarını azaltılmasına etki edebilecek mimarlık disiplini içerisindeki parametreler olması amaçlanmıştır.

Simülasyon modellemeleri gereğince bir yapının tüm katları bodrumdan çatıya kadar programa işlenmektedir. Tüm iyileştirmeler yapının bütününe uygulanmıştır ancak belirlenen ara kattaki bir dairenin verileri üzerinden değerlendirilmiştir. Her yalıtım ve yakıt özelliğine sahip yapıları referans dairelerde belirtilen özelliklerle simüle edilmiştir. Kat duvarları tek tipleştirilerek kolonların dış duvardaki payı ihmal edilmiştir. Daha sonrasında belirlenen iyileştirme stratejileri uygulanmış simülasyon verileri ile karşılaştırılarak her iyileştirme kalemi için sağlanan ısıtma enerjisi kazançları belirlenmiştir.

BÖLÜM V

SİMÜLASYON ÇIKTILARI

5.1 DIŞ DUVAR İYİLEŞTİRME TÜRLERİ

Yapı kabuğu üzerinde duvar bölümüne içinden, kendi üzerinden ve dışından olmak üzere üç başlık altında toplam 21 strateji uygulanmıştır. Belirlenen 4 mevcut yapı tipi için simülasyon üzerinde malzemeler uygulama şemalarında belirtilen şekil ve sıra ile uygulanmıştır.

5.1.1 Yapı Kabuğu İçinden Uygulanacak İyileştirmeler (Yön İ)

İnceleme bölgesindeki yapılar içerisinde iç yalıtım uygulaması yapılmış örnek bulunmamaktadır. Bu nedenle belirlenen yapı tipolojilerinde Tip A ve Tip B gibi hali hazırda dıştan yalıtımlı olan yapılarda ek olarak içeriden de belirlenen uygulamalar yapılmıştır. Uygulama şemaları Tip A ve Tip B'ye göre çizilmiştir. Mevcut durumda dış yalıtımı bulunmayan Tip C ve Tip D yapılarında malzeme listesinin yeşil bölümünde bulunan katmanlar simülasyona işlenmemiştir. İç yalıtım uygulamaları yapı dış duvarına temas edecek biçimde uygulanmıştır. İç katman uygulamaları ise duvar katmanı ile arasında boşluk olacak biçimde farklı bir taşıyıcı ile duvardan ayrılmış bir katman olarak uygulanmıştır. Katman uygulamalarında duvar ile yalıtım katmanı arasında bulunan havanın ısı kazancına etkisi araştırılmıştır.

Tablo 5.1: İ.1.1 stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması

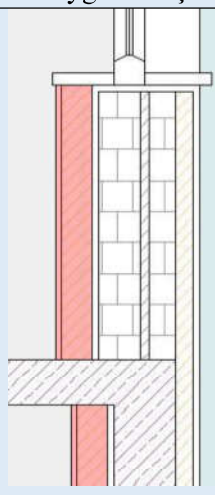
	Malzemeler	Kalınlık	Uygulama şeması
Ek	L:0.510- 04.04- Sadece alçı kullanarak (agregasız) yapılmış; sıva	2cm	
	L:0.040- 10.03.02.01.03- Ekstrüde polistiren köpük- TS EN 11989 EN 13164 'e uygun; Isıl iletkenlik grupları 040 -Ekstrüde polisten köpük (XPS) levhalar- Sentetik köpük malzemeler	6cm	
	L:1.600- 04.02- Çimento harç	2cm	
Tip A	L:0.510- 04.04- Sadece alçı kullanarak (agregasız) yapılmış sıva	2cm	
Tip B	L:0.330- 07.01.05.01- Yatay delikli tuğlalarla yapılan duvarlar (TS EN 771-1)- Tuğla duvarlar	13.5cm	
Tip C	L:0.040- 10.03.01.01.04- Polistiren Parçacıklı köpük- TS EN 13163'e uygun; Isıl iletkenlik grupları 040- Ekspande polistiren köpük (EPS) levhalar- Sentetik köpük malzemeler	3cm	
Tip D	L:0.330- 07.01.05.01- Yatay delikli tuğlalarla yapılan duvarlar (TS EN 771-1)- Tuğla duvarlar	8.5cm	
Tip A	L:1.600- 04.02- Çimento harç	2cm	
Tip C	L:0.040- 10.03.02.01.03- Ekstrüde polistiren köpük- TS EN 11989 EN 13164 'e uygun; Isıl iletkenlik grupları 040 -Ekstrüde polisten köpük (XPS) levhalar- Sentetik köpük malzemeler	6cm	
	L:0.350- 04.08.02- Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış; sıva harçları	2cm	

Yapılan ilk uygulamada kabuk içerisine 6 cm XPS yalıtım uygulaması yapılmıştır. Tip A ve Tip C gibi mevcut hali dıştan yalıtımlı yapılarda bu uygulama ile 13% oranında enerji kazanımı sağlanmıştır. Bu oran yalıtımsız kabuk özelliğindeki Tip B ve Tip D'de 33% seviyelerindedir. CO₂ salım değerlerinde en önemli kazanç değeri Tip B ve Tip D yapılarında 26% oranı olarak ölçülmüştür.

Tablo 5.2: İ.1.1 stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
5576,29	6607,85	10061,24	11163,18	6301,216	7466,871	11369,2	12614,4
5996,98	7048,88	10482,82	11577,82	6776,595	7965,242	11845,59	13082,93
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
6307,505	13,28%	10821,27	32,71%	7127,481	13,28%	12228,03	32,71%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
Kg.CO ₂ /m ² :	21,18	Kg.CO ₂ /m ² :	31,49	Kg.CO ₂ /m ² :	29,65	Kg.CO ₂ /m ² :	43,96
Kazanım:	17,45%	Kazanım:	26,85%	Kazanım:	9,76%	Kazanım:	26,57%

Tablo 5.3: İ.1.2 stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması

	Malzemeler	Kal.	Uygulama şeması
Ek	L:0.510- 04.04- Sadece alçı kullanarak (agregasız) yapılmış; sıva	2cm	
	L:0.040- 10.03.02.01.03- Ekstrüde polistiren köpük- TS EN 11989 EN 13164 'e uygun; Isıl iletkenlik grupları 040 -Ekstrüde polistren köpük (XPS) levhalar- Sentetik köpük	12cm	
	L:1.600- 04.02- Çimento harç	2cm	
Tip A	L:0.510- 04.04- Sadece alçı kullanarak (agregasız) yapılmış sıva	2cm	
Tip B	L:0.330- 07.01.05.01- Yatay delikli tuğlalarla yapılan duvarlar (TS EN 771) Tuğla duvarlar	13.5cm	
Tip C	L:0.040- 10.03.01.01.04- Polistiren Parçacıklı köpük- TS EN 13163'e uygun; Isıl iletkenlik grupları 040- Ekspande polistiren köpük (EPS) levhalar- Sentetik köpük malzemeler	3cm	
Tip D	L:0.330- 07.01.05.01- Yatay delikli tuğlalarla yapılan duvarlar (TS EN 771) Tuğla duvarlar	8.5cm	
Tip A	L:1.600- 04.02- Çimento harç	2cm	U (TipA-TipC): 0,1600
Tip C	L:0.040- 10.03.02.01.03- Ekstrüde polistiren köpük- TS EN 11989 EN 13164 'e uygun; Isıl iletkenlik grupları 040 -Ekstrüde polistren köpük (XPS) levhalar- Sentetik köpük	6cm	
	L:0.350- 04.08.02- Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış; sıva harçları	2cm	U (TipB- TipD):0,2112

Bu uygulamada kabuk içerisine XPS yalıtım uygulaması 2 kat artırılarak 12 cm yapılmıştır. Tip A ve Tip C gibi mevcut hali dıştan yalıtımlı yapılarda uygulama sonucunda 18% oranında enerji kazanımı sağlanmıştır. Yalıtımsız kabuk özelliğindeki Tip B ve Tip D yapılarında bu oran 38% seviyelerindedir. CO₂ salım değerlerinde en önemli kazanç değeri Tip B ve Tip D yapılarında 30% olarak ölçülmüştür.

Tablo 5.4: İ.1.2 stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire Konumları		Daire Konumları		Daire Konumları		Daire Konumları	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
5219,429	6239,961	9217,352	10309,12	5897,955	7051,156	9217,352	10309,12
5630,008	6676,621	9637,578	10730,38	6361,909	7544,581	9637,578	10730,38
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
5941,505	18,31%	9973,607	37,98%	6713,9	18,31%	9973,607	37,98%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
Kg.CO ₂ /m ² :	20,45	Kg.CO ₂ /m ² :	29,77	Kg.CO ₂ /m ² :	28,64	Kg.CO ₂ /m ² :	41,59
Kazanım:	17,45%	Kazanım:	30,84%	Kazanım:	12,84%	Kazanım:	30,53%

Tablo 5.5: İ.1.3 stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması

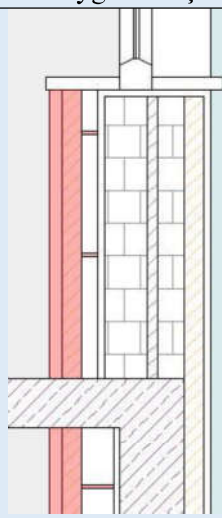
	Malzemeler	Kalınlık	Uygulama şeması	
Ek	L:0.510- 04.04- Sadece alçı kullanarak (agregasız) yapılmış; sıva	2cm		
	L:0.035- 10.05.01- Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri (cam yünü, taş yünü vb.)- TS 901-1 EN 13162 10 'a uygun; Isıl iletkenlik grupları 035	12cm		
	L:1.600- 04.02- Çimento harç	2cm		
Tip A	L:0.510- 04.04- Sadece alçı kullanarak (agregasız) yapılmış sıva	2cm		
Tip B	L:0.330- 07.01.05.01- Yatay delikli tuğlalarla yapılan duvarlar (TS EN 771) Tuğla duvarlar	13.5cm		
Tip C	L:0.040- 10.03.01.01.04- Polistiren Parçacıklı köpük- TS EN 13163'e uygun; Isıl iletkenlik grupları 040- Ekspande polistiren köpük (EPS) levhalar- Sentetik köpük malzemeler	3cm		
Tip D	L:0.330- 07.01.05.01- Yatay delikli tuğlalarla yapılan duvarlar (TS EN 771) Tuğla duvarlar	8.5cm		
Tip A	L:1.600- 04.02- Çimento harç	2cm		
Tip C	L:0.040- 10.03.02.01.03- Ekstrüde polistiren köpük- TS EN 11989 EN 13164 'e uygun; Isıl iletkenlik grupları 040 -Ekstrüde polistiren köpük (XPS) levhalar- Sentetik köpük	6cm		U (TipA-TipC): 0,1497
	L:0.350- 04.08.02- Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış; sıva harçları	2cm		U (TipB- TipD):0,1936

Bu uygulamada kabuk içerisine XPS yalıtım malzeme niteliği bir önceki uygulamaya göre geliştirilmiştir. Mevcut halinde dış yalıtım bulunan Tip A ve Tip C yapılarında uygulama sonucunda ile 19,36% oranında enerji kazanımı sağlanmıştır. Tip B ve Tip D yapılarında bu oran 38.8% seviyelerindedir. CO₂ salım değerlerinde Tip B ve Tip D yapılarında 31% oranında kazanımlar görülmüştür.

Tablo 5.6: İ.1.3 stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
5143,803	6164,876	9086,239	10176,93	5812,497	6966,31	10267,45	11499,93
5553,605	6598,354	9507,105	10600,68	6275,574	7456,14	10743,03	11978,77
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
5865,16	19,36%	9842,74	38,79%	6627,63	19,36%	11122,3	38,79%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	20,30	CO ₂ /m ² :	29,51	CO ₂ /m ² :	28,44	CO ₂ /m ² :	41,22
Kazanım:	20,88%	Kazanım:	31,45%	Kazanım:	13,45%	Kazanım:	31,15%

Tablo 5.7: İ.1.4 stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması

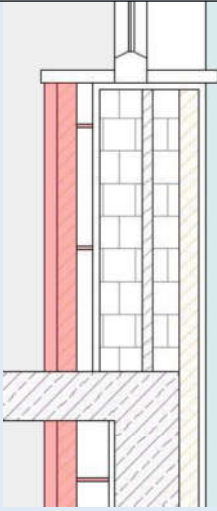
	Malzemeler	Kal.	Uygulama şeması	
Ek	L:0.510- 04.04- Sadece alçı kullanarak (agregasız) yapılmış; sıva	2cm		
	L:0.290- 06.02.01- Hafif beton duvar plaka	2cm		
	L:0.035- 10.05.01- Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri (cam yünü, taş yünü vb.)- TS 901-1 EN 13162 10 'a uygun; Isıl iletkenlik grupları 035	6cm		
	-	5cm		
Tip A	L:0.510- 04.04- Sadece alçı kullanarak (agregasız) yapılmış sıva	2cm		
Tip B	L:0.330- 07.01.05.01- Yatay delikli tuğlalarla yapılan duvarlar (TS EN 771) Tuğla duvarlar	13.5cm		
Tip C	L:0.040- 10.03.01.01.04- Polistiren Parçacıklı köpük- TS EN 13163'e uygun; Isıl iletkenlik grupları 040- Ekspande polistiren köpük (EPS) levhalar- Sentetik köpük malzemeler	3cm		
Tip D	L:0.330- 07.01.05.01- Yatay delikli tuğlalarla yapılan duvarlar (TS EN 771) Tuğla duvarlar	8.5cm		
Tip A	L:1.600- 04.02- Çimento harç	2cm		U (TipA-TipC): 0,1992
Tip C	L:0.040- 10.03.02.01.03- Ekstrüde polistiren köpük- TS EN 11989 EN 13164 'e uygun; Isıl iletkenlik grupları 040 -Ekstrüde polistiren köpük (XPS) levhalar- Sentetik köpük malzemeler	6cm		
	L:0.350- 04.08.02- Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış; sıva harçları	2cm	U (TipB- TipD):0,2851	

Yapı içerisinde kabuktan bağımsız ve kabukla arasında boşluk bulunan bir uygulama stratejisidir. İlk uygulamada Tip A ve Tip C gibi mevcut hali dıştan yalıtımlı yapılarda 11,29% oranında enerji kazanımı sağlanmıştır. Tip B ve Tip D yapılarında enerji kazanımı 32,14% seviyelerinde ölçülmüştür. CO₂ salım değerlerinde Tip B ve Tip D yapılarında 26% oranında kazanımlar görülmüştür.

Tablo 5.8: İ.1.4 stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire Konumları		Daire Konumları		Daire Konumları		Daire Konumları	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
5718,864	6758,293	10144,51	11254,25	6462,316	7636,871	11463,3	12717,3
6135,904	7196,304	10567,29	11683,08	6933,572	8131,824	11941,04	13201,88
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
6452,341	11,29%	10912,28	32,14%	7291,146	11,29%	12330,88	32,14%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	21,48	CO ₂ /m ² :	31,65	CO ₂ /m ² :	30,08	CO ₂ /m ² :	44,21
Kazanım:	16,28%	Kazanım:	26,48%	Kazanım:	8,46%	Kazanım:	26,15%

Tablo 5.9: İ.1.5 stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması

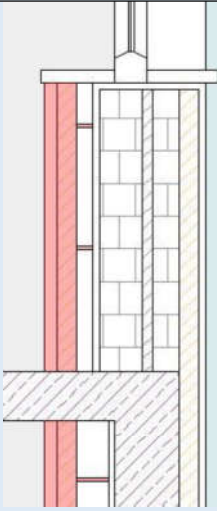
	Malzemeler	Kalınlık	Uygulama şeması		
Ek	L:0.510- 04.04- Sadece alçı kullanarak (agregasız) yapılmış; sıva	2cm			
	L:0.110- 06.01.02.01- İnce derzli veya özel yapıştırıcı kullanılarak yerleştirilen levhalar- Gaz beton yapı levhaları	8cm			
	L:0.035- 10.05.01- Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri (cam yünü, taş yünü vb.); Isıl iletkenlik grupları 035	6cm			
	-	5cm			
Tip A	L:0.510- 04.04- Sadece alçı kullanarak (agregasız) yapılmış sıva	2cm			
Tip B	L:0.330- 07.01.05.01- Yatay delikli tuğlalarla yapılan duvarlar (TS EN 771) Tuğla duvarlar	13.5cm			
Tip C	L:0.040- 10.03.01.01.04- Polistiren Parçacıklı köpük- TS EN 13163'e uygun; Isıl iletkenlik grupları 040- Ekspande polistiren köpük (EPS) levhalar- Sentetik köpük	3cm			
Tip D	L:0.330- 07.01.05.01- Yatay delikli tuğlalarla yapılan duvarlar (TS EN 771) Tuğla duvarlar	8.5cm			
Tip A	L:1.600- 04.02- Çimento harç	2cm			U (TipA-TipC): 0,1761
Tip C	L:0.040- 10.03.02.01.03- Ekstrüde polistiren köpük- TS EN 11989 EN 13164 'e uygun; Isıl iletkenlik grupları 040 -Ekstrüde polistiren köpük (XPS) levhalar- Sentetik köpük	6cm			
	L:0.350- 04.08.02- Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış; sıva harçları	2cm	U (TipB- TipD):0,2398		

Yapı içerisinden ikinci katman uygulaması Tip A ve Tip C gibi mevcut hali dıştan yalıtımlı yapılarda 14% oranında enerji kazanımı sağlanmıştır. Tip B ve Tip D yapılarının uygulama sonucu enerji kazanımı 34,63% seviyelerindedir. CO₂ salım değerlerinde Tip B ve Tip D yapılarında 28% oranında kazanımlar görülmüştür.

Tablo 5.10: İ.1.5 stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
5523,39	6562,204	9743,844	10848,72	6241,431	7415,29	11010,54	12259,06
5938,723	6991,908	10169,64	11283,63	6710,757	7900,856	11491,69	12750,5
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
6254,056	14,01%	10511,46	34,63%	7067,083	14,01%	11877,95	34,63%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	21,08	CO ₂ /m ² :	30,84	CO ₂ /m ² :	29,53	CO ₂ /m ² :	43,09
Kazanım:	17,84%	Kazanım:	28,36%	Kazanım:	10,13%	Kazanım:	28,02%

Tablo 5.11: İ.1.6 stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması

	Malzemeler	Kalınlık	Uygulama şeması	
Ek	L:0.510- 04.04- Sadece alçı kullanarak (agregasız) yapılmış; sıva	2cm		
	L:0.044 – İTBAK 2016/075 sayılı UTO yayını, Mineral esaslı gazbeton ısı yalıtım kaplama malzemesi	6cm		
	L:0.035- 10.05.01- Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri (cam yünü, taş yünü vb.)Isıl iletkenlik grupları 035	6cm		
	-	5cm		
Tip A	L:0.510- 04.04- Sadece alçı kullanarak (agregasız) yapılmış sıva	2cm		
Tip B	L:0.330- 07.01.05.01- Yatay delikli tuğlalarla yapılan duvarlar (TS EN 771) Tuğla duvarlar	13.5cm		
Tip C	L:0.040- 10.03.01.01.04- Polistiren Parçacıklı köpük- TS EN 13163'e uygun; Isıl iletkenlik grupları 040- Ekspande polistiren köpük (EPS) levhalar- Sentetik köpük malzemeler	3cm		
Tip D	L:0.330- 07.01.05.01- Yatay delikli tuğlalarla yapılan duvarlar (TS EN 771) Tuğla duvarlar	8.5cm		
Tip A	L:1.600- 04.02- Çimento harç	2cm		U (TipA-TipC): 0,1584
Tip C	L:0.040- 10.03.02.01.03- Ekstrüde polistiren köpük- TS EN 11989 EN 13164 'e uygun; Isıl iletkenlik grupları 040 -Ekstrüde polistiren köpük (XPS) levhalar- Sentetik köpük	6cm		
	L:0.350- 04.08.02- Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış; sıva harçları	2cm	U (TipB- TipD):0,2083	

Yapı içerisinden yapılan daha nitelikli bir içeriğe sahip katman uygulaması ile Tip A ve Tip C yapılarında 16% oranında enerji kazanımı sağlanmıştır. Tip B ve Tip D yapılarında ise enerji kazanımı 36,31% seviyelerindedir. CO₂ salım değerlerinde Tip B ve Tip D yapılarında 29,6% oranında kazanımlar görülmüştür.

Tablo 5.12: İ.1.6 stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
5376,263	6411,641	9476,993	10576,48	6075,177	7245,154	10709	11951,42
5784,841	6835,832	9901,551	11013,43	6536,871	7724,49	11188,75	12445,17
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
6102,144	16,10%	10242,11	36,31%	6895,423	16,10%	11573,59	36,31%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	20,77	CO ₂ /m ² :	30,29	CO ₂ /m ² :	29,10	CO ₂ /m ² :	42,33
Kazanım:	19,05%	Kazanım:	29,64%	Kazanım:	11,44%	Kazanım:	29,29%

5.1.2 Yapı Kabuğu Üzerindeki Uygulanacak İyileştirmeler (Yön U)

Yapı kabuğu üzerindeki uygulamalar, mevcut yapı kabuğunun yıkılıp farklı malzemelerle yeniden yapılacağı farz edilerek geliştirilmiş stratejileri içermektedir. Bu bölümde uygulanacak ilk beş uygulamada yalıtım katmanı, malzeme listesindeki katmanlara göre yapı dışına yakın kalacak biçimde işlenmiştir. U.1.6 stratejisiyle birlikte yalıtım katmanı yapı içerisinde yakın olacak biçimde hesaplamalar yapılmıştır. Prekast sistem uygulamalarında yalıtım özellikli katmanların yoğun olduğu ve ara katmanındaki taşıyıcı bölümünden destek alan hazır sistemlerin uygulandığı senaryolar incelenmiştir.

Tablo 5.13: U.1.1 stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması

Malzemeler	Kalınlık	Uygulama şeması
L:0.510- 04.04- Sadece alçı kullanarak (agregasız) yapılmış; sıva	2cm	
L:0.110- 05.05.01- Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS EN 771-4'e uygun)	25cm	
L:1.600- 04.02- Çimento harç	2cm	
L:0.040- 10.03.02.01.03- Ekstrüde polistiren köpük- TS EN 11989 EN 13164 'e uygun; Isıl iletkenlik grupları 040 - Ekstrüde polistiren köpük (XPS) levhalar- Sentetik köpük malzemeler	6cm	
L:0.350- 04.08.02- Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış; sıva harçları	2cm	
		U değeri: 0,2499

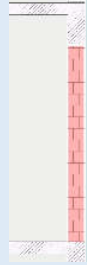
Tablo 5.14: U.1.1 stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
6237,706	7287,929	6237,706	7287,929	7048,607	8235,359	7048,607	8235,359
6663,402	7724,141	6663,402	7724,141	7529,644	8728,28	7529,644	8728,28
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
6978,294	4,06%	6978,294	56,60%	7885,473	4,06%	7885,473	56,60%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	22,53	CO ₂ /m ² :	22,53	CO ₂ /m ² :	31,54	CO ₂ /m ² :	31,54
Kazanım:	12,19%	Kazanım:	47,66%	Kazanım:	4,01%	Kazanım:	47,31%

Yapı kabuğu üzerinden iyileştirmeler uygulamalarında mevcut yapılardan farklı bir duvar tuğlası malzemesi kullanılmıştır. Uygulamalar sonucunda Tip B ve Tip D yapılarında enerji kazanımı 56% seviyelerindedir. CO₂ salım değerlerinde Tip B ve Tip D yapılarında 47% oranında kazanımlar görülmüştür. Tip A ve Tip C gibi

mevcut hali yalıtımlı olan yapılardaki iyileştirmelerde önemli kazanımlar olmadığı için diğer yapılarla arasındaki fark azalmıştır.

Tablo 5.15: U.1.2 stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması

Malzemeler	Kalınlık	Uygulama şeması
L:0.510- 04.04- Sadece alçı kullanarak (agregasız) yapılmış; sıva	2cm	
L:0.110- 05.05.01- Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS EN 771-4'e uygun)	25cm	
L:1.600- 04.02- Çimento harç	2cm	
L:0.040- 10.03.02.01.03- Ekstrüde polistiren köpük- TS EN 11989 EN 13164 'e uygun; Isıl iletkenlik grupları 040 -Ekstrüde polistiren köpük (XPS) levhalar- Sentetik köpük malzemeler	12cm	
L:0.350- 04.08.02- Anorganik esashlı hafif agregalardan yapılmış; sıva harçları	2cm	
		U değeri: 0,2244

İlk kabuk uygulamasından farklı olarak duvar sabit tutularak yalıtım malzemesi 6 cm kalınlaştırılmıştır. Tip A ve Tip C'de 14% oranında enerji kazanımı sağlanmıştır. Tip B ve Tip D yapılarında enerji kazanımı 61% seviyelerindedir. CO₂ salım değerlerinde Tip B ve Tip D yapılarında 52% oranında kazanımlar görülmüştür. Daireler tipleri ve cepheleri özelinde baktığımızda yıllık ısıtma verileri en düşük daire ile en yüksek daire arasındaki fark 2370 kWh olarak ölçülmüştür.

Tablo 5.16: U.1.2 stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
5488,697	6514,468	5488,697	6514,468	6202,227	7361,349	6202,227	7361,349
5900,764	6954,612	5900,764	6954,612	6667,863	7858,712	6667,863	7858,712
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
6214,635	14,23%	6214,635	61,35%	7022,538	14,23%	7022,538	61,35%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	20,50	CO ₂ /m ² :	20,50	CO ₂ /m ² :	28,72	CO ₂ /m ² :	28,72
Kazanım:	20,10%	Kazanım:	52,38%	Kazanım:	12,59%	Kazanım:	52,02%

Tablo 5.17: U.1.3 stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması

Malzemeler	Kalınlık	Uygulama şeması
L:0.510- 04.04- Sadece alçı kullanarak (agregasız) yapılmış; sıva	2cm	
L:0.110- 05.05.01- Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS EN 771-4'e uygun)	30cm	
L:1.600- 04.02- Çimento harç	2cm	
L:0.040- 10.03.02.01.03- Ekstrüde polistiren köpük- TS EN 11989 EN 13164 'e uygun; Isıl iletkenlik grupları 040 - Ekstrüde polistiren köpük (XPS) levhalar- Sentetik köpük malzemeler	6cm	
L:0.350- 04.08.02- Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış; sıva harçları	2cm	U değeri: 0,2244

İlk kabuk uygulamasından farklı olarak yalıtım katmanı sabit tutularak duvar tuğla malzemesi 5 cm kalınlaştırılmıştır. Tip A ve Tip C yapılarında 11% oranında enerji kazanımı sağlanmıştır. Tip B ve Tip D yapılarında enerji kazanımı 60% seviyelerindedir. CO₂ salım değerlerinde Tip B ve Tip D yapılarında 51% oranında kazanımlar görülmüştür. Daireler tipleri ve cepheleri özelinde baktığımızda yıllık ısıtma verileri en düşük daire ile en yüksek daire arasındaki fark 2412 kWh olarak ölçülmüştür.

Tablo 5.18: U.1.3 stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
5714,176	6748,661	5714,176	6748,661	6457,019	7625,987	6457,019	7625,987
6137,038	7191,39	6137,038	7191,39	6934,853	8126,271	6934,853	8126,271
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
6447,816	11,35%	6447,816	59,90%	7286,033	11,35%	7286,033	59,90%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	21,02	CO ₂ /m ² :	21,02	CO ₂ /m ² :	29,45	CO ₂ /m ² :	29,45
Kazanım:	18,08%	Kazanım:	51,17%	Kazanım:	10,37%	Kazanım:	50,81%

Tablo 5.19: U.1.4 stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması

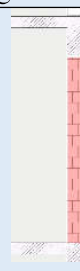
Malzemeler	Kalınlık	Uygulama şeması
L:0.510- 04.04- Sadece alçı kullanarak (agregasız) yapılmış; sıva	2cm	
L:0.110- 05.05.01- Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS EN 771-4'e uygun)	30cm	
L:1.600- 04.02- Çimento harç	2cm	
L:0.040- 10.03.02.01.03- Ekstrüde polistiren köpük- TS EN 11989 EN 13164 'e uygun; Isıl iletkenlik grupları 040 -Ekstrüde polistren köpük (XPS) levhalar- Sentetik köpük malzemeler	12cm	
L:0.350- 04.08.02- Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış; sıva harçları	2cm	

İlk katman uygulamasına göre hem duvar katmanı 5 cm artırılmış hem de yalıtım katmanı iki katına çıkarılarak 12 cm yapılmıştır. Bu uygulama sonucunda Tip A ve Tip C yapılarında 17% oranında enerji kazanımı sağlanmıştır. Tip B ve Tip D yapılarında ise enerji kazanımı 62% oranına çıkmıştır. CO₂ salım değerlerinde Tip B ve Tip D yapılarında 51% oranında kazanımlar görülmüştür. Daireler tipleri ve cepheleri özelinde baktığımızda yıllık ısıtma verileri en düşük daire ile en yüksek daire arasındaki fark 2332 kWh olarak ölçülmüştür.

Tablo 5.20: U.1.4 stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
5263,473	6289,069	5263,473	6289,069	5947,724	7106,648	5947,724	7106,648
5675,234	6721,275	5675,234	6721,275	6413,014	7595,041	6413,014	7595,041
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
5987,263	17,68%	6447,816	62,20%	6765,607	17,68%	6765,607	62,20%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	20,54	CO ₂ /m ² :	20,54	CO ₂ /m ² :	28,32	CO ₂ /m ² :	28,32
Kazanım:	19,95%	Kazanım:	52,28%	Kazanım:	12,41%	Kazanım:	51,92%

Tablo 5.21: U.1.5 stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması

Malzemeler	Kalınlık	Uygulama şeması
L:0.510- 04.04- Sadece alçı kullanarak (agregasız) yapılmış; sıva	2cm	
L:0.090- TSE UTO/2015-011 rev. 3 sy UTO yayını, Gazbeton kagir birimler	30cm	
L:1.600- 04.02- Çimento harç	2cm	
L:0.035- 10.05.01- Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri (cam yünü, taş yünü vb.)- TS 901-1 EN 13162 10 'a uygun; Isıl iletkenlik grupları 035	12cm	
L:0.350- 04.08.02- Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış; sıva harçları	2cm	

Isıl geçirgenlik değerleri konusunda daha nitelikli malzeme çeşitlerinin kullanıldı uygulama sonucunda olabilecek sonuçlar araştırılmıştır. Bu uygulama sonucunda Tip A ve Tip C yapılarında 20% oranında enerji kazanımı sağlanmıştır. Tip B ve Tip D yapılarında ise enerji kazanımı 64% oranına çıkmıştır. CO₂ salım değerlerinde Tip B ve Tip D yapılarında 53% oranında kazanımlar görülmüştür. Daireler tipleri ve cepheleri özelinde baktığımızda yıllık ısıtma verileri en düşük daire ile en yüksek daire arasındaki fark 2299 kWh olarak ölçülmüştür.

Tablo 5.22: U.1.5 stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
5101,065	6125,862	5101,065	6125,862	5764,203	6922,224	5764,203	6922,224
5507,03	6549,384	5507,03	6549,384	6222,943	7400,804	6222,943	7400,804
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
5820,835	19,97%	5820,835	63,80%	6577,544	19,97%	6577,544	63,80%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	20,21	CO ₂ /m ² :	20,21	CO ₂ /m ² :	28,32	CO ₂ /m ² :	28,32
Kazanım:	21,23%	Kazanım:	53,05%	Kazanım:	13,81%	Kazanım:	52,69%

Katman üzerindeki uygulamaların ikinci kısmında aynı yalıtım ölçü ve özellikleri, uygulama olarak içten dışa sıralaması değiştirilerek tekrar uygulanmıştır. İlk bölümlüde dış kısımda kullanılan yalıtım malzemeleri ikinci kısımda içte kullanılmıştır. Uygulamalarda yalıtım katmanı içte ise kirişin iç yüzünden dışarda ise kirişin dış yüzünden uygulandığı farz edilmiştir. Isı köprüsü tercihleri değiştirilmiştir.

Tablo 5.23: U.1.6 stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması

Malzemeler	Kalınlık	Uygulama şeması
L:0.510- 04.04- Sadece alçı kullanarak (agregasız) yapılmış; sıva	2cm	
L:0.040- 10.03.02.01.03- Ekstrüde polistiren köpük- TS EN 11989 EN 13164 'e uygun; Isıl iletkenlik grupları 040 - Ekstrüde polistiren köpük (XPS) levhalar- Sentetik köpük malzemeler	6cm	
L:1.600- 04.02- Çimento harç	2cm	
L:0.110- 05.05.01- Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS EN 771-4'e uygun)	25cm	
L:0.350- 04.08.02- Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış; sıva harçları	2cm	

Bu uygulamada, ilk uygulamadaki (U.1.1) malzemeler içten dışa sıralanarak uygulanmıştır. Uygulama sonucunda mevcut hali dış yalıtıma sahip olan Tip A ve Tip C yapılarında 51% oranında enerji kaybı gözlemlenmiştir. Tip B ve Tip D yapılarında ise 31% oranında enerji kazanımı sağlanmıştır. CO₂ salım değerlerinde sadece Tip B ve Tip D yapılarında 24% oranında kazanımlar görülmüş diğerlerinde daha fazla değerler ölçülmüştür ve kazanım görülmemiştir. Aynı malzemelerin kullanıldığı U.1.1 uygulamasından tüm yapılarda ortalama %57 daha fazla enerji kullanımı yapıldığı görülmüştür.

Tablo 5.24: U.1.6 stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
10254,29	11345,21	10254,29	11345,21	11587,35	12820,09	11587,35	12820,09
10672,61	11758,86	10672,61	11758,86	12060,05	13287,51	12060,05	13287,51
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
11007,74	-51,33%	11007,74	31,55%	12438,75	-51,33%	12438,75	31,55%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	32,43	CO ₂ /m ² :	32,43	CO ₂ /m ² :	45,28	CO ₂ /m ² :	45,28
Kazanım:	-26,38%	Kazanım:	24,66%	Kazanım:	-37,79%	Kazanım:	24,36%

Tablo 5.25: U.1.7 stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması

Malzemeler	Kalınlık	Uygulama şeması
L:0.510- 04.04- Sadece alçı kullanarak (agregasız) yapılmış; sıva	2cm	
L:0.040- 10.03.02.01.03- Ekstrüde polistiren köpük- TS EN 11989 EN 13164 'e uygun; Isıl iletkenlik grupları 040 - Ekstrüde polistiren köpük (XPS) levhalar- Sentetik köpük malzemeler	12cm	
L:1.600- 04.02- Çimento harç	2cm	
L:0.110- 05.05.01- Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS EN 771-4'e uygun)	25cm	
L:0.350- 04.08.02- Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış; sıva harçları	2cm	

U.1.2 uygulamasındaki malzemelerin içten dışa sıralamasının değiştirildiği bu uygulamada bir önceki uygulamaya göre yalıtım katmanı 2 kat artırılmıştır. Uygulama sonucunda mevcut hali dış yalıtıma sahip olan Tip A ve Tip C yapılarında 41% oranında enerji kaybı gözlemlenmiştir. Tip B ve Tip D yapılarında ise 36% oranında enerji kazanımı sağlanmıştır. CO₂ salım değerlerinde sadece Tip B ve Tip D yapılarında 29% oranında kazanımlar görülmüş diğerlerinde daha fazla değerler ölçülmüştür. Aynı malzemelerin kullanıldığı U.1.2 uygulamasından tüm yapılarda 65% daha fazla enerji kullanımı yapıldığı görülmüştür.

Tablo 5.26: U.1.7 stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
9554,604	10641,13	9554,604	10641,13	10796,7	12024,48	10796,7	12024,48
9969,434	11055,2	9969,434	11055,2	11265,46	12492,38	11265,46	12492,38
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
10305,09	-41,67%	10305,09	35,92%	11644,76	-41,67%	11644,76	35,92%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	30,54	CO ₂ /m ² :	30,54	CO ₂ /m ² :	42,64	CO ₂ /m ² :	42,64
Kazanım:	-19,01%	Kazanım:	29,05%	Kazanım:	-29,76%	Kazanım:	28,77%

Tablo 5.27: U.1.8 stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması

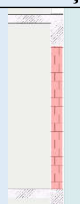
Malzemeler	Kalınlık	Uygulama şeması
L:0.510- 04.04- Sadece alçı kullanarak (agregasız) yapılmış; sıva	2cm	
L:0.040- 10.03.02.01.03- Ekstrüde polistiren köpük- TS EN 11989 EN 13164 'e uygun; Isıl iletkenlik grupları 040 - Ekstrüde polistiren köpük (XPS) levhalar- Sentetik köpük malzemeler	6cm	
L:1.600- 04.02- Çimento harç	2cm	
L:0.110- 05.05.01- Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS EN 771-4'e uygun)	30cm	
L:0.350- 04.08.02- Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış; sıva harçları	2cm	
		U değeri: 0,2244

U.1.3 uygulamasındaki malzemelerin içten dışa sıralamasının değiştirildiği bu uygulamada bir önceki uygulamaya göre tuğla kalınlığı 5 cm arttırılmıştır. Uygulama sonucunda mevcut hali dış yalıtıma sahip olan Tip A ve Tip C yapılarında 44% oranında enerji kaybı gözlemlenmiştir. Tip B ve Tip D yapılarında ise 34% oranında enerji kazanımı sağlanmıştır. CO₂ salım değerlerinde sadece Tip B ve Tip D yapılarında 27% oranında kazanımlar görülmüş diğerlerinde daha fazla değerler ölçülmüştür. Aynı malzemelerin kullanıldığı U.1.3 uygulamasından, tüm yapılarda 63% daha fazla enerji kullanımı yapıldığı görülmüştür.

Tablo 5.28: U.1.8 stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
9767,469	10856,86	9767,469	10856,86	11037,24	12268,25	11037,24	12268,25
10183,63	11270,54	10183,63	11270,54	11507,5	12735,71	11507,5	12735,71
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
10519,63	-44,62%	10519,63	34,58%	11887,18	-44,62%	11887,18	34,58%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	31,03	CO ₂ /m ² :	31,03	CO ₂ /m ² :	43,32	CO ₂ /m ² :	43,32
Kazanım:	-20,927%	Kazanım:	27,92%	Kazanım:	-31,83%	Kazanım:	27,64%

Tablo 5.29: U.1.9 stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması

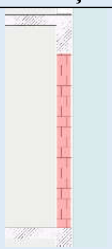
Malzemeler	Kalınlık	Uygulama şeması
L:0.510- 04.04- Sadece alçı kullanarak (agregasız) yapılmış; sıva	2cm	
L:0.040- 10.03.02.01.03- Ekstrüde polistiren köpük- TS EN 11989 EN 13164 'e uygun; Isıl iletkenlik grupları 040 - Ekstrüde polistiren köpük (XPS) levhalar- Sentetik köpük malzemeler	12cm	
L:1.600- 04.02- Çimento harç	2cm	
L:0.110- 05.05.01- Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS EN 771-4'e uygun)	30cm	
L:0.350- 04.08.02- Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış; sıva harçları	2cm	

U.1.4 uygulamasındaki malzemelerin yerlerinin değiştirildiği bu uygulamada bir önceki uygulamaya göre yalıtım katmanı 2 kat artırılmıştır. Uygulama sonucunda Tip A ve Tip C yapılarında 38% oranında enerji kaybı gözlemlenmiştir. Tip B ve Tip D yapılarında ise 37% oranında enerji kazanımı sağlanmıştır. CO₂ salım değerlerinde sadece Tip B ve Tip D yapılarında 29% oranında kazanımlar görülmüş diğerlerinde daha fazla değerler ölçülmüştür. Aynı malzemelerin kullanıldığı U.1.4 uygulamasından, tüm yapılarda 68% daha fazla enerji kullanımı yapıldığı görülmüştür.

Tablo 5.30: U.1.9 stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
9329,836	10413,05	9329,836	10413,05	10542,71	11766,74	10542,71	11766,74
9745,864	10828,06	9745,864	10828,06	11012,83	12235,7	11012,83	12235,7
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
10079,2	-38,57%	10079,2	37,32%	11389,5	-38,57%	11389,5	37,32%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	30,44	CO ₂ /m ² :	30,44	CO ₂ /m ² :	42,68	CO ₂ /m ² :	42,68
Kazanım:	18,62822	Kazanım:	-29,2915	Kazanım:	29,88436	Kazanım:	-28,7122

Tablo 5.31: U.1.10 stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması

Malzemeler	Kalınlık	Uygulama şeması
L:0.510- 04.04- Sadece alçı kullanarak (agregasız) yapılmış; sıva	2cm	
L:0.035- 10.05.01- Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri (cam yünü, taş yünü vb.)- TS 901-1 EN 13162 10 'a uygun; Isıl iletkenlik grupları 035	12cm	
L:1.600- 04.02- Çimento harç	2cm	
L:0.110- 05.05.01- TSE UTO/2015-011 rev. 3 sy UTO yayını, Gazbeton kagir birimler	30cm	
L:0.350- 04.08.02- Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış; sıva harçları	2cm	

U.1.5 uygulamasındaki malzemelerin yerlerinin değiştirildiği bu uygulamada bir önceki uygulamaya göre malzeme nitelikleri artırılmıştır. Uygulama sonucunda Tip A ve Tip C yapılarında 36% oranında enerji kaybı gözlemlenmiştir. Tip B ve Tip D yapılarında ise 38% oranında enerji kazanımı sağlanmıştır. CO₂ salım değerlerinde sadece Tip B ve Tip D yapılarında 30% oranında kazanımlar görülmüş diğerlerinde daha fazla değerler ölçülmüştür. Aynı malzemelerin kullanıldığı U.1.5 uygulamasından, tüm yapılarda 70% daha fazla enerji kullanımı yapıldığı görülmüştür.

Tablo 5.32: U.1.10 stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
9173,786	10256,37	9173,786	10256,37	10366,38	11589,7	10366,38	11589,7
9593,131	10674,92	9593,131	10674,92	10840,24	12062,66	10840,24	12062,66
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
9924,552	-36,44%	9924,552	38,28%	11214,74	-36,44%	11214,74	38,28%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	30,13	CO ₂ /m ² :	30,13	CO ₂ /m ² :	42,25	CO ₂ /m ² :	42,25
Kazanım:	-17,42%	Kazanım:	30,01%	Kazanım:	-28,57%	Kazanım:	29,43%

Tablo 5.33: U.1.11 stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması

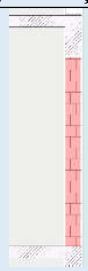
Malzemeler	Kalınlık	Uygulama şeması
L:0.059- TSE 2016/016 sayılı UTO yayını, İç ve dış cephelerde kullanılır ısı yalıtım sıvası	2cm	
L:0.040- 10.03.02.01.03- Ekstrüde polistiren köpük- TS EN 11989 EN 13164 'e uygun; Isıl iletkenlik grupları 040 -Ekstrüde polistiren köpük (XPS) levhalar- Sentetik köpük malzemeler	10cm	
L:204,000- 11.01.01- Taşıyıcı profil- Alüminyum	2cm	
L:0.040- 10.03.02.01.03- Ekstrüde polistiren köpük- TS EN 11989 EN 13164 'e uygun; Isıl iletkenlik grupları 040 -Ekstrüde polistiren köpük (XPS) levhalar- Sentetik köpük malzemeler	10cm	
L:0.059- TSE 2016/016 sayılı UTO yayını, İç ve dış cephelerde kullanılır ısı yalıtım sıvası	2cm	

Bu uygulamada ise yıkılan kabuk bölümünün yerine prekast sistem uygulaması yapılması durumlarında oluşabilecek sonuçlar araştırılmıştır. Taşıyıcı profiller üzerinde içte ve dışta yalıtım katmanları bulunan bir sistem uygulanmıştır. Tip A ve Tip C gibi mevcut hali dıştan yalıtımlı yapılarda bu uygulama ile 13% oranında enerji kazanımı sağlanmıştır. Bu oran mevcut hali yalıtımsız olan Tip B ve Tip D yapılarında 61% seviyelerindedir. CO₂ salım değerlerinde en önemli kazanç değeri Tip B ve Tip D yapılarında 50% oranı olarak ölçülmüştür. Daireler tipleri ve cepheleri özelinde baktığımızda yıllık ısıtma verileri en düşük daire ile en yüksek daire arasındaki fark 2297 kWh olarak ölçülmüştür.

Tablo 5.34: U.1.11 stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
5079,447	6103,358	5079,447	6103,358	5739,775	6896,795	5739,775	6896,795
5485,075	6527,833	5485,075	6527,833	6198,135	7376,451	6198,135	7376,451
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
6263,378	13,89%	6263,378	61,05%	7077,618	13,89%	7077,618	61,05%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	21,1	CO ₂ /m ² :	21,1	CO ₂ /m ² :	29,55	CO ₂ /m ² :	29,55
Kazanım:	17,77%	Kazanım:	50,98%	Kazanım:	10,07%	Kazanım:	50,64%

Tablo 5.35: U.1.12 stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması

Malzemeler	Kalınlık	Uygulama şeması
L:0.059- TSE 2016/016 sayılı UTO yayını, İç ve dış cephelerde kullanılır ısı yalıtım sıvası	2cm	
L:0.040- 10.03.02.01.03- Ekstrüde polistiren köpük- TS EN 11989 EN 13164 'e uygun; Isıl iletkenlik grupları 040 -Ekstrüde polistiren köpük (XPS) levhalar- Sentetik köpük malzemeler	12cm	
L:204,000- 11.01.01- Taşıyıcı profil- Alüminyum	2cm	
L:0.040- 10.03.02.01.03- Ekstrüde polistiren köpük- TS EN 11989 EN 13164 'e uygun; Isıl iletkenlik grupları 040 -Ekstrüde polistiren köpük (XPS) levhalar- Sentetik köpük malzemeler	12cm	
L:0.059- TSE 2016/016 sayılı UTO yayını, İç ve dış cephelerde kullanılır ısı yalıtım sıvası	2cm	U değeri: 0,1460

Bu uygulamada yalıtım malzemelerinin kalınlıkları bir önceki uygulamaya göre iki kat arttırılmıştır. Tip A ve Tip C gibi mevcut hali dıştan yalıtımlı yapılarda bu uygulama ile 16% oranında enerji kazanımı sağlanmıştır. Bu oran yalıtımsız olan Tip B ve Tip D’de 62% seviyelerindedir. CO₂ salım değerlerinde en önemli kazanç değeri Tip B ve Tip D yapılarında 52% oranı olarak ölçülmüştür. Daireler tipleri ve cepheleri özelinde baktığımızda yıllık ısıtma verileri en düşük daire ile en yüksek daire arasındaki fark 2440 kWh olarak ölçülmüştür.

Tablo 5.36: U.1.12 stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
5322,719	6355,224	5322,719	6355,224	6014,673	7181,404	6014,673	7181,404
5733,365	6781,139	5733,365	6781,139	6478,702	7662,687	6478,702	7662,687
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
6048,112	16,85%	6048,112	62,39%	6834,367	16,85%	6834,367	62,39%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	20,66	CO ₂ /m ² :	20,66	CO ₂ /m ² :	28,95	CO ₂ /m ² :	28,95
Kazanım:	19,48%	Kazanım:	52%	Kazanım:	11,89%	Kazanım:	51,64%

Tablo 5.37: U.1.13 stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması

Malzemeler	Kalınlık	Uygulama şeması
L:0.059- TSE 2016/016 sayılı UTO yayını, İç ve dış cephelerde kullanılır ısı yalıtım sıvası	2cm	
L:0.035- 10.05.01- Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri (cam yünü, taş yünü vb.) TS 901-1 EN 13162 10)'ye uygun; Isıl iletkenlik grupları 035	12cm	
L:204,000- 11.01.01- Taşıyıcı profil- Alüminyum	2cm	
L:0.035- 10.05.01- Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri (cam yünü, taş yünü vb.) TS 901-1 EN 13162 10)'ye uygun; Isıl iletkenlik grupları 035	12cm	
L:0.059- TSE 2016/016 sayılı UTO yayını, İç ve dış cephelerde kullanılır ısı yalıtım sıvası	2cm	

Bu uygulamada yalıtım malzemelerinin nitelikleri arttırılmıştır. Bir önceki uygulamada lambda değeri 0,040 olan XPS malzemesi yerine lambda değeri 0.035 olan taş yünü malzeme kullanılmıştır. Tip A ve Tip C gibi mevcut hali dıştan yalıtımlı yapılarda bu uygulama ile 20% oranında enerji kazanımı sağlanmıştır. Bu oran mevcut hali yalıtımsız olan Tip B ve Tip D'de 63% seviyelerindedir. CO₂ salım değerlerinde en önemli kazanç değeri Tip B ve Tip D yapılarında 52.5% oranı olarak ölçülmüştür. Daireler tipleri ve cepheleri özelinde baktığımızda yıllık ısıtma verileri en düşük daire ile en yüksek daire arasındaki fark 2316 kWh olarak ölçülmüştür.

Tablo 5.38: U.1.13 stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
5212,354	6240,195	5212,354	6240,195	5889,96	7051,42	5889,96	7051,42
5616,673	6662,669	5616,673	6662,669	6346,84	7528,816	6346,84	7528,816
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
5932,973	18,43%	5932,973	63,10%	6704,259	18,43%	6704,259	63,10 %
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	20,43	CO ₂ /m ² :	20,43	CO ₂ /m ² :	28,63	CO ₂ /m ² :	28,63
Kazanım:	20,38%	Kazanım:	52,54%	Kazanım:	12,87%	Kazanım:	52,17%

5.1.3 Yapı Kabuğu Dışından Uygulanacak İyileştirmeler (Yön D)

Mevcut yapı kabuğunun dışına eklemeler yapılarak iyileştirilen uygulamalardır. Tip A ve Tip C gibi yapılarda geçmiş zamanlarda uygulanan dış yalıtım uygulamaları bulunduğu için eklemeler mevcut yalıtım katmanı üzerine yapılmıştır. Uygulama şemaları da Tip A ve Tip C'ye göre çizilmiştir. Dış yalıtım uygulamaları yapı dış duvarına temas edecek biçimde uygulanmıştır. Dış katman uygulamaları ise duvar katmanı ile arasında boşluk olacak biçimde farklı bir taşıyıcı ile duvardan ayrılmış bir katman olarak uygulanmıştır.

Tablo 5.39: D.1.1 dış yalıtım stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması

	Malzemeler	Kalınlık	Uygulama şeması
Tip A	L:0.510- 04.04- Sadece alçı kullanarak (agregasız) yapılmış sıva	2cm	
Tip B	L:0.330- 07.01.05.01- Yatay delikli tuğlalarla yapılan duvarlar (TS EN 771) Tuğla duvarlar	13.5cm	
Tip C	L:0.040- 10.03.01.01.04- Polistiren Parçacıklı köpük- TS EN 13163'e uygun; Isıl iletkenlik grupları 040- Ekspande polistiren köpük (EPS) levhalar- Sentetik köpük	3cm	
Tip D	L:0.330- 07.01.05.01- Yatay delikli tuğlalarla yapılan duvarlar (TS EN 771) Tuğla duvarlar	8.5cm	
Tip A	L:1.600- 04.02- Çimento harç	2cm	
Tip C	L:0.040- 10.03.02.01.03- Ekstrüde polistiren köpük- TS EN 11989 EN 13164 'e uygun; Isıl iletkenlik grupları 040 -Ekstrüde polistiren köpük (XPS) levhalar- Sentetik köpük malzemeler	6cm	
	L:0.350- 04.08.02- Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış; sıva harçları	2cm	
Ek	L:1.600- 04.02- Çimento harç	2cm	
	L:0.040- 10.03.02.01.03- Ekstrüde polistiren köpük- TS EN 11989 EN 13164 'e uygun; Isıl iletkenlik grupları 040 -Ekstrüde polistiren köpük (XPS) levhalar- Sentetik köpük	6cm	
	L:0.350- 04.08.02- Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış; sıva harçları	2cm	

Tip A ve Tip C gibi mevcut hali dıştan yalıtımlı yapılarda D.1.1 uygulaması ile 15% oranında enerji kazanımı sağlanmıştır. Bu oran mevcut hali yalıtımsız olan Tip B ve Tip D yapılarında 55% seviyelerindedir. CO₂ salım değerlerinde en önemli kazanç değeri Tip B ve Tip D yapılarında 46,6% oranı olarak ölçülmüştür. Daireler tipleri ve cepheleri özelinde baktığımızda yıllık ısıtma verileri en düşük daire ile en yüksek daire arasındaki fark 3552 kWh olarak ölçülmüştür.

Tablo 5.40: D.1.1 dış yalıtım stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
5435,589	6462,015	6465,398	7517,243	6142,215	7302,077	7305,9	8494,484
5847,954	6902,728	6882,922	7953,602	6608,187	7800,082	7777,702	8987,57
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
6162,071	15,28%	7204,791	55,20%	6963,141	15,28%	8141,414	55,20%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	20,72	CO ₂ /m ² :	22,98	CO ₂ /m ² :	29,65	CO ₂ /m ² :	32,17
Kazanım:	19,25%	Kazanım:	46,62%	Kazanım:	9,76%	Kazanım:	46,26%

Tablo 5.41: D.1.2 dış yalıtım stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması

	Malzemeler	Kalınlık	Uygulama şeması	
Tip A	L:0.510- 04.04- Sadece alçı kullanarak (agregasız) yapılmış sıva	2cm		
Tip B	L:0.330- 07.01.05.01- Yatay delikli tuğlalarla yapılan duvarlar (TS EN 771) Tuğla duvarlar	13.5cm		
Tip C	L:0.040- 10.03.01.01.04- Polistiren Parçacıklı köpük- TS EN 13163'e uygun; Isıl iletkenlik grupları 040- Ekspande polistiren köpük (EPS) levhalar- Sentetik köpük	3cm		
Tip D	L:0.330- 07.01.05.01- Yatay delikli tuğlalarla yapılan duvarlar (TS EN 771) Tuğla duvarlar	8.5cm		
Tip A	L:1.600- 04.02- Çimento harç	2cm		
Tip C	L:0.040- 10.03.02.01.03- Ekstrüde polistiren köpük- TS EN 11989 EN 13164 'e uygun; Isıl iletkenlik grupları 040 -Ekstrüde polistiren köpük (XPS) levhalar- Sentetik köpük malzemeler	6cm		
	L:0.350- 04.08.02- Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış; sıva harçları	2cm		
Ek	L:1.600- 04.02- Çimento harç	2cm		
	L:0.040- 10.03.02.01.03- Ekstrüde polistiren köpük- TS EN 11989 EN 13164 'e uygun; Isıl iletkenlik grupları 040 -Ekstrüde polistiren köpük (XPS) levhalar- Sentetik köpük	12cm		U (TipA-TipC): 0,1596
	L:0.350- 04.08.02- Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış; sıva harçları	2cm		U (TipB- TipD): 0,2104

D.1.1 uygulamasına göre yalıtım kalınlığı iki kat artırılan D.1.2 uygulamasında Tip A ve Tip C yapılarında 20% oranında enerji kazanımı sağlanmıştır. Bu oran yalıtımsız olan Tip B ve Tip D yapılarında 60% seviyelerindedir. CO₂ salım değerlerinde en önemli kazanç değeri Tip B ve Tip D yapılarında 50% oranı olarak ölçülmüştür. Daireler tipleri ve cepheleri özelinde

baktığımızda yıllık ısıtma verileri en düşük daire ile en yüksek daire arasındaki fark 2903 kWh olarak ölçülmüştür.

Tablo 5.42: D.1.2 dış yalıtım stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
5078,757	6102,599	5590,598	6621,968	5738,995	6895,936	6317,376	7482,824
5489,823	6533,205	6011,146	7063,264	6203,5	7382,522	6792,594	7981,489
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
5801,096	20,24%	6321,744	60,69%	6555,238	20,24%	7143,571	60,69%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	19,99	CO ₂ /m ² :	21,21	CO ₂ /m ² :	28,65	CO ₂ /m ² :	29,71
Kazanım:	22,09%	Kazanım:	50,73%	Kazanım:	12,81%	Kazanım:	50,37%

Tablo 5.43: D.1.3 dış yalıtım stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması

	Malzemeler	Kal.	Uygulama şeması
Tip A	L:0.510- 04.04- Sadece alçı kullanarak (agregasız) yapılmış sıva	2cm	
Tip B	L:0.330- 07.01.05.01- Yatay delikli tuğlalarla yapılan duvarlar (TS EN 771) Tuğla duvarlar	13.5cm	
Tip C	L:0.040- 10.03.01.01.04- Polistiren Parçacıklı köpük- TS EN 13163'e uygun; Isıl iletkenlik grupları 040- Ekspande polistiren köpük	3cm	
Tip D	L:0.330- 07.01.05.01- Yatay delikli tuğlalarla yapılan duvarlar (TS EN 771)- Tuğla duvarlar	8.5cm	
Tip A	L:1.600- 04.02- Çimento harç	2cm	
Tip C	L:0.040- 10.03.02.01.03- Ekstrüde polistiren köpük- TS EN 11989 EN 13164 'e uygun; Isıl iletkenlik grupları 040 -Ekstrüde polistiren köpük (XPS) levhalar- Sentetik köpük	6cm	
	L:0.350- 04.08.02- Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış; sıva harçları	2cm	
Ek	L:1.600- 04.02- Çimento harç	2cm	
	L:0.035- 10.05.01- Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri (cam yünü, taş yünü vb.)- TS 901-1 EN 13162 10 'a uygun; Isıl iletkenlik grupları 035	12cm	

D.1.3 uygulamasında yalıtım malzemelerinin nitelikleri artırılmıştır. Bir önceki uygulamada lambda değeri 0,040 olan XPS malzemesi yerine lambda değeri 0.035 olan taş yünü malzeme kullanılmıştır. Tip A ve Tip C gibi mevcut hali dıştan yalıtımlı yapılarda bu uygulama ile 21% oranında enerji kazanımı sağlanmıştır. Bu

oran yalıtımsız olan Tip B ve Tip D’de 61% seviyelerindedir. CO₂ salım değerlerinde en önemli kazanç değeri Tip B ve Tip D yapılarında 51% oranı olarak ölçülmüştür.

Tablo 5.44: D.1.3 dış yalıtım stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
5003,614	6027,763	5457,358	6482,995	5738,995	6895,936	6166,815	7325,785
5412,467	6454,556	5870,068	6922,69	6203,5	7382,522	6633,176	7822,64
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
5724,6	21,29%	6183,278	61,55%	6468,798	21,29%	6987,104	61,55%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	19,84	CO ₂ /m ² :	20,94	CO ₂ /m ² :	28,43	CO ₂ /m ² :	29,32
Kazanım:	22,68%	Kazanım:	51,35%	Kazanım:	13,48%	Kazanım:	51,02%

Tablo 5.45: D.1.4 dış katman stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması

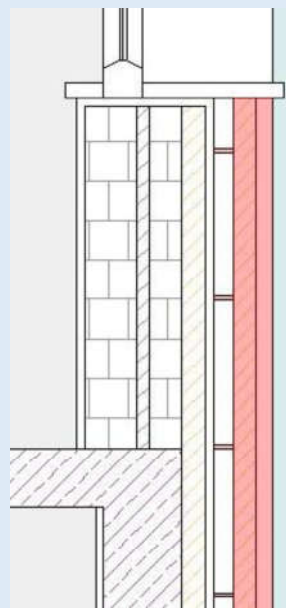
	Malzemeler	Kal.	Uygulama şeması
Tip A	L:0.510- 04.04- Sadece alçı kullanarak (agregasız) yapılmış sıva	2cm	
Tip B	L:0.330- 07.01.05.01- Yatay delikli tuğlalarla yapılan duvarlar (TS EN 771)- Tuğla duvarlar	13.5cm	
Tip C	L:0.040- 10.03.01.01.04- Polistiren Parçacıklı köpük- TS EN 13163'e uygun; Isıl iletkenlik grupları 040- Ekspande polistiren köpük (EPS) levhalar- Sentetik köpük malzemeler	3cm	
Tip D	L:0.330- 07.01.05.01- Yatay delikli tuğlalarla yapılan duvarlar (TS EN 771)- Tuğla duvarlar	8.5cm	
Tip A	L:1.600- 04.02- Çimento harç	2cm	
Tip C	L:0.040- 10.03.02.01.03- Ekstrüde polistiren köpük- TS EN 11989 EN 13164 'e uygun; Isıl iletkenlik grupları 040 -Ekstrüde polistiren köpük (XPS) levhalar- Sentetik köpük	6cm	
	L:0.350- 04.08.02- Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış; sıva harçları	2cm	
Ek	-	5cm	
	L:0.035- 10.03.02.01.02- Ekstrüde polistiren köpük- TS EN 11989 EN 13164 'e uygun; Isıl iletkenlik grupları 035 -Ekstrüde polistiren köpük (XPS) levhalar- Sentetik köpük	6cm	
	L:0.290- 06.02.01- Hafif beton duvar plakaları	2cm	
	L:0.350- 04.08.02- Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış; sıva harçları	2cm	U (TipB- TipD): 0,2851

D.1.4 yapı kabuğu ile bütünleşik olmayan ve kabukla arasında dış taraftan boşluk bulunan bir uygulama stratejisidir. İlk uygulamada Tip A ve Tip C yapılarında 13% oranında enerji kazanımı sağlanmıştır. Tip B ve Tip D yapılarında ise enerji kazanımı 55% seviyelerindedir. CO₂ salım değerlerinde Tip B ve Tip D yapılarında 46% oranında kazanımlar görülmüştür. Daireler tipleri ve cepheleri özelinde baktığımızda yıllık ısıtma verileri en düşük daire ile en yüksek daire arasındaki fark 3449 kWh olarak ölçülmüştür

Tablo 5.46: D.1.4 dış katman stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
5580,621	6622,985	6489,386	7542,178	6306,102	7483,973	7333,006	8522,661
5997,877	7055,091	6918,818	7990,638	6777,601	7972,252	7818,264	9029,421
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
6314,143	13,19%	7235,255	55,01%	7134,982	13,19%	8175,838	55,01%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	21,03	CO ₂ /m ² :	23,05	CO ₂ /m ² :	30,08	CO ₂ /m ² :	32,27
Kazanım:	18,04%	Kazanım:	46,45%	Kazanım:	8,46%	Kazanım:	46,09%

Tablo 5.47: D.1.5 dış katman stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması

	Malzemeler	Kalınlık	Uygulama şeması
Tip A	L:0.510- 04.04- Sadece alçı kullanarak (agregasız) yapılmış sıva	2cm	
Tip B	L:0.330- 07.01.05.01- Yatay delikli tuğlalarla yapılan duvarlar (TS EN 771) Tuğla duvarlar	13.5cm	
Tip C	L:0.040- 10.03.01.01.04- Polistiren Parçacıklı köpük- TS EN 13163'e uygun; Isıl iletkenlik grupları 040- Ekspande polistiren köpük (EPS) levhalar- Sentetik köpük malzemeler	3cm	
Tip D	L:0.330- 07.01.05.01- Yatay delikli tuğlalarla yapılan duvarlar (TS EN 771) Tuğla duvarlar	8.5cm	
Tip A	L:1.600- 04.02- Çimento harç	2cm	
Tip C	L:0.040- 10.03.02.01.03- Ekstrüde polistiren köpük (XPS) levhalar - Isıl iletkenlik grupları 040 - Sentetik köpük	6cm	
	L:0.350- 04.08.02- Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış; sıva harçları	2cm	
Ek	-	5cm	
	L:0.035- 10.03.02.01.02- Ekstrüde polistiren köpük- TS EN 11989 EN 13164 'e uygun; Isıl iletkenlik grupları 035 -Ekstrüde polistiren köpük (XPS) levhalar- Sentetik köpük	6cm	
	L:0.110- 06.01.02.01- İnce derzli veya özel yapıştırıcı kullanılarak yerleştirilen levhalar- Gaz beton yapı levhaları (TS EN 771)	8cm	
	L:0.350- 04.08.02- Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış; sıva harçları	2cm	

D.1.4 uygulamasından farklı olarak eklenen katmanda lambda değeri 0,110 olan bir kaplama malzemesi kullanılmıştır. Bu uygulamada Tip A ve Tip C yapılarında 13% oranında enerji kazanımı sağlanmıştır. Tip B ve Tip D yapılarında enerji kazanımı 57% seviyelerindedir. CO₂ salım değerlerinde Tip B ve Tip D yapılarında 48% oranında kazanımlar görülmüştür. Daireler tipleri ve cepheleri özelinde baktığımızda yıllık ısıtma verileri en düşük daire ile en yüksek daire arasındaki fark 3165 kWh olarak ölçülmüştür

Tablo 5.48: D.1.5 dış katman stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
5385,473	6423,468	6072,481	7120,289	6085,585	7258,519	6861,904	8045,926
5794,189	6848,519	6501,744	7566,819	6547,434	7738,826	7346,97	8550,505
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
6112,912	15,95%	6815,333	57,62%	6907,591	15,95%	7701,326	57,62%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	20,62	CO ₂ /m ² :	22,21	CO ₂ /m ² :	29,53	CO ₂ /m ² :	31,10
Kazanım:	19,64%	Kazanım:	48,40%	Kazanım:	10,13%	Kazanım:	48,05%

Tablo 5.49: D.1.6 dış katman stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması

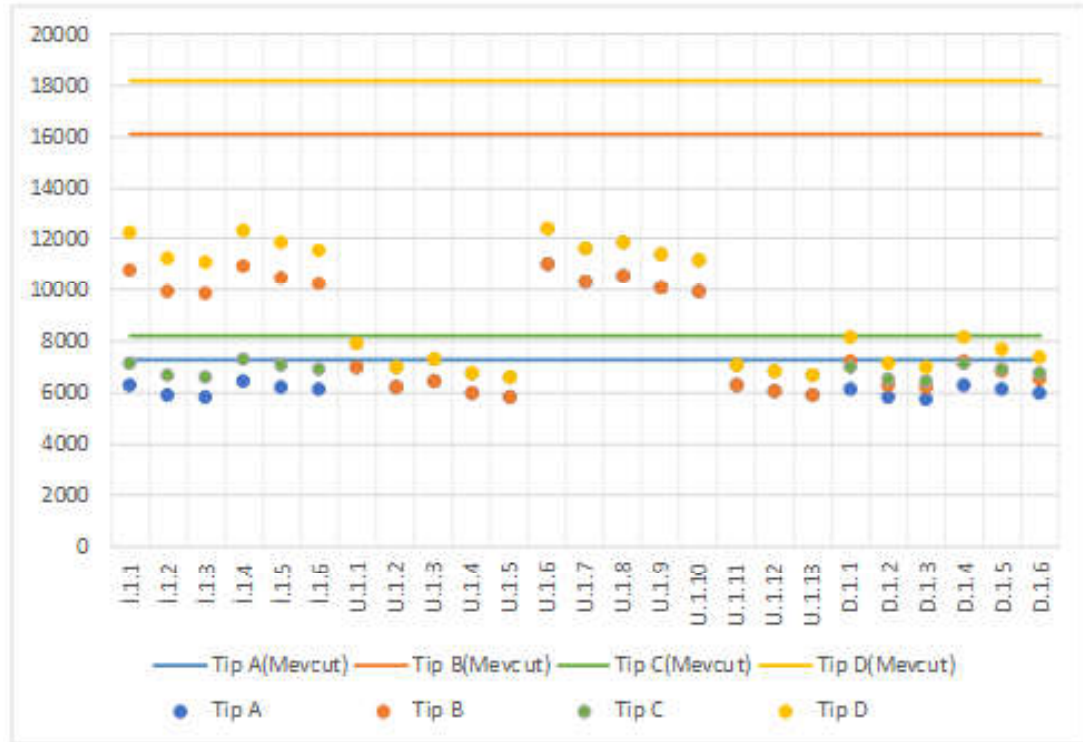
	Malzemeler	Kalınlık	Uygulama şeması
Tip A	L:0.510- 04.04- Sadece alçı kullanarak (agregasız) yapılmış sıva	2cm	
Tip B	L:0.330- 07.01.05.01- Yatay delikli tuğlalarla yapılan duvarlar (TS EN 771) Tuğla duvarlar	13.5cm	
Tip C	L:0.040- 10.03.01.01.04- Polistiren Parçacıklı köpük- TS EN 13163'e uygun; Isıl iletkenlik grupları 040- Ekspande polistiren köpük (EPS) levhalar- Sentetik köpük malzemeler	3cm	
Tip D	L:0.330- 07.01.05.01- Yatay delikli tuğlalarla yapılan duvarlar (TS EN 771)- Tuğla duvarlar	8.5cm	
Tip A	L:1.600- 04.02- Çimento harç	2cm	
Tip C	L:0.040- 10.03.02.01.03- Ekstrüde polistiren köpük- TS EN 11989 EN 13164 'e uygun; Isıl iletkenlik grupları 040 -Ekstrüde polistiren köpük (XPS) levhalar- Sentetik köpük	6cm	
	L:0.350- 04.08.02- Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış; sıva harçları	2cm	
Ek	-	5cm	
	L:0.035- 10.03.02.01.02- Ekstrüde polistiren köpük- TS EN 11989 EN 13164 'e uygun; Isıl iletkenlik grupları 035 -Ekstrüde polistiren köpük (XPS) levhalar- Sentetik köpük	6cm	
	L:0.044 – İTBAK 2016/075 sayılı UTO yayını, Mineral esaslı gazbeton ısı yalıtım kaplama malzemesi	6cm	
	L:0.350- 04.08.02- Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış; sıva harçları	2cm	U (TipB- TipD): 0,2083

D.1.6 uygulamasında da bir önceki D.1.5 uygulamasından farklı olarak eklenen katman dış kabuğunda lambda değeri 0,044 olan bir kaplama malzemesi kullanılmıştır. Bu uygulamada ile Tip A ve Tip C yapılarında 18% oranında enerji kazanımı sağlanmıştır. Tip B ve Tip D yapılarında ise enerji kazanımı 59%

seviyelerindedir. CO₂ salım değerlerinde Tip B ve Tip D yapılarında 49% oranında kazanımlar görülmüştür. Daireler tipleri ve cepheleri özelinde baktığımızda yıllık ısıtma verileri en düşük daire ile en yüksek daire arasındaki fark 2993 kWh olarak ölçülmüştür.

Tablo 5.50: D.1.6 dış katman stratejisinin sonuçları

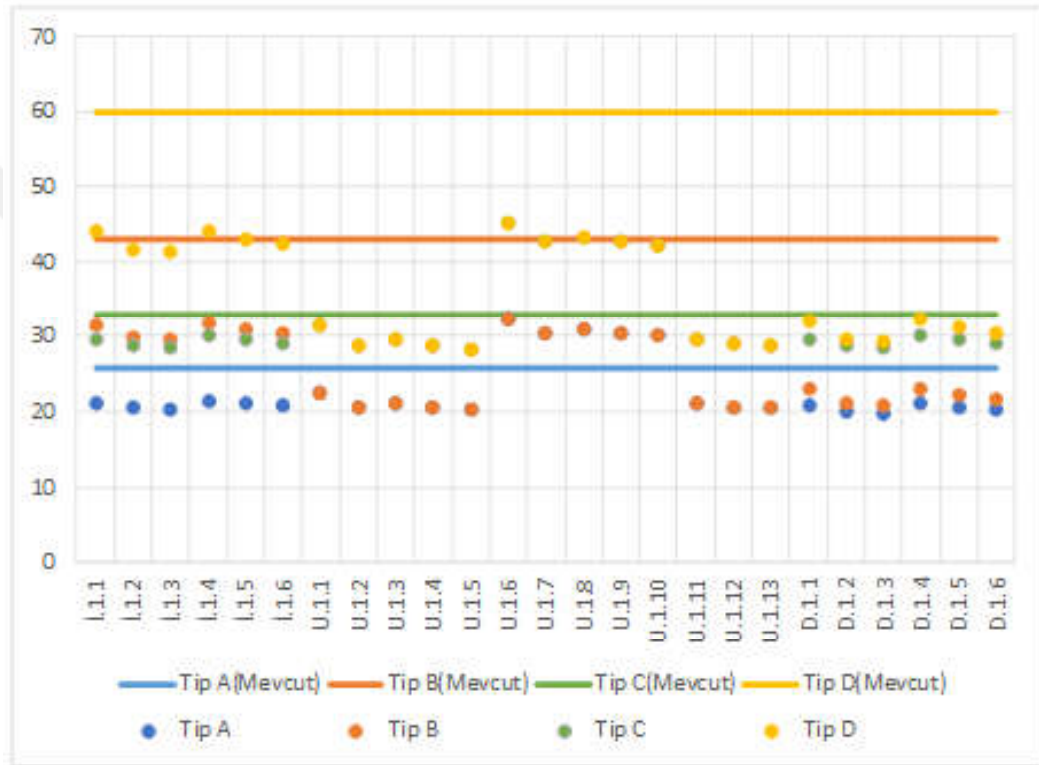
Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
5237,835	6271,275	5802,113	6842,187	5918,753	7086,541	6556,388	7731,671
5640,832	6694,597	6219,984	7283,88	6374,14	7564,895	7028,582	8230,785
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
5961,135	18,04%	6537,041	59,35%	6736,082	18,04%	7386,856	59,35%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	20,32	CO ₂ /m ² :	21,65	CO ₂ /m ² :	29,10	CO ₂ /m ² :	30,32
Kazanım:	%20,81	Kazanım:	49,70%	Kazanım:	11,44%	Kazanım:	49,35%



Şekil 5.1: Duvar uygulamaları Sonucu Oluşan Birincil Enerji Kullanımları (kWh)

Yapılan uygulama simülasyonları sonucunda toplamda en düşük yıllık ısıtma enerjisi değerini sağlayan iyileştirme U.1.5 (Yeni duvar uygulaması- 30 cm

gaz beton dışına 12 cm taş yünü) uygulamasıdır. Bu uygulama sonucunda mevcut hali yalıtımlı olan Tip A ve Tip C yapılarında 20% oranında, mevcut hali yalıtımsız olan Tip B ve Tip D uygulamalarında 64% oranında ilk hallerindeki enerji kullanım verilerine göre kazanım sağlanmıştır. Ancak Tip A ve Tip C için en verimli uygulama 21% kazanım sağladıkları D.1.3 (Yapı kabuğu dışından 12 cm taş yünü) uygulamasıdır. D.1.3 uygulamasında Tip C ve Tip D 61% oranında kazanım sağlayabilmişlerdir.

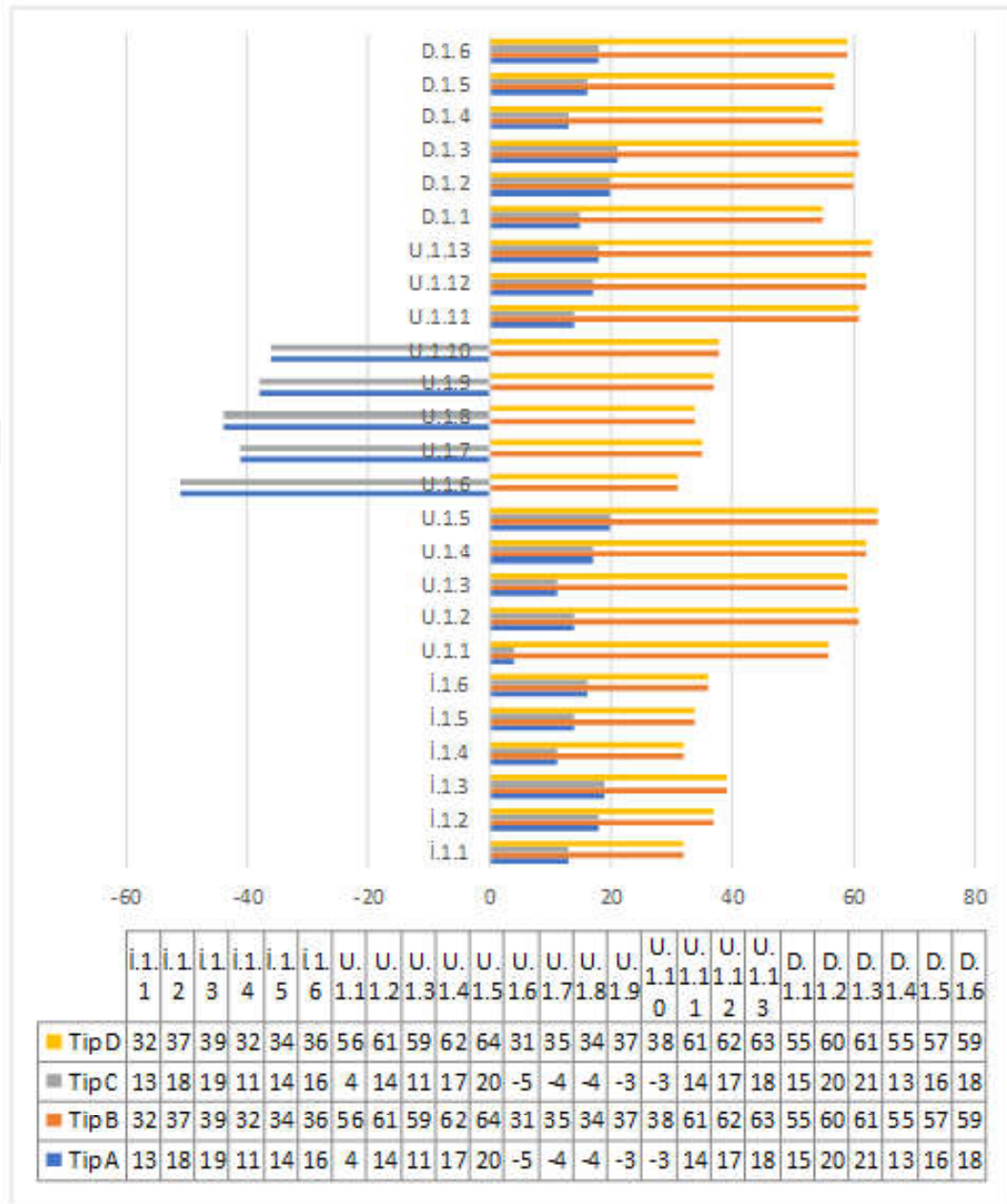


Şekil 5.2: Duvar Uygulamaları Sonucu Oluşan CO₂ Salımları (kg.CO₂/m²)

Metrekareye düşen CO₂ salımlarında en düşük değerle U.1.5 (Yeni duvar uygulaması- 30 cm gaz beton dışına 12 cm taş yünü) uygulamalarında ölçülmüştür. En yüksek değerler ise U.1.6 (Yeni duvar uygulaması- 25 cm gaz beton içine 6 cm XPS) uygulamalarında ölçülmüştür. Yakıt olarak kömürün kullanıldığı Tip C ve Tip D yapılarında bu metrik en yüksek verileri vermiştir.

En verimi düşük uygulamalar U.1.6 (Yeni duvar uygulaması- 25 cm gaz beton içine 6 cm XPS) stratejileri sonucu ölçülmüştür. Tip A ve Tip C gibi mevcut hali yalıtımlı olan yapılarının U.1.6 uygulamaları sonucunda mevcuttaki enerji kullanımlarından 51% oranında daha fazla enerji harcandığı gözlemlenmiştir. Bu

uygulamada Tip B ve Tip D gibi mevcut hali yalıtımsız yapıların enerji kazanım değerleri 31% dolaylarındadır.



Şekil 5.3: Duvar Uygulamalarının Mevcut Duruma Göre Birincil Enerji Kazanımları (%)

5.2 BALKON İYİLEŞTİRME TÜRLERİ

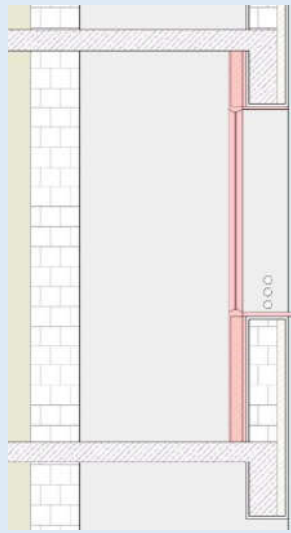
Balkonlar her dairede 3 adet olmakla birlikte toplamda her dairede 8,8 m² alana sahiptir. BepTR programında balkonlar döşeme üzerinden kabuğa temas ettiği uzunluk ölçüsünde tek boyut olarak dahil edilmektedir. Aşağıda uygulanan balkon stratejilerinde uygulama yapılan balkon bölümleri birer zon olarak modellenmiştir. Simülasyon sonucunda daire içindeki zonların ısıtma ihtiyacı hesaplanmış ve yeni

modellenen balkon zonları hesaba katılmamışlardır. Mevcut yapılardaki cam tipleri: “2011 öncesi- Renksiz yalıtım camı (4+9mmHava+4) (U:3-G:3)” olarak belirlenmiştir.

5.2.1 Yapı Kabuğu İçinden Uygulanacak İyileştirmeler (Yön İ)

Balkon bölgesi için yapı kabuğu içerisinde yapılan uygulamalarda kastedilen balkon duvarı içerisinde yapılan iyileştirmelerdir. Bu iyileştirme örneklerine sahada ve literatürde prekast hazır sistem uygulamaları olarak rastlanmıştır. Farklı malzeme ve cam kombinasyonları içeren hazır katman uygulamaları incelenmiştir.

Tablo 5.51: İ.2.1 prekast kapatma stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması

	Malzemeler	Kalınlık	Uygulama şeması
Ek	L:0.230- 09.01.03- PVC kaplamalar	2cm	
	L:0.040- 10.03.02.01.03- Ekstrüde polistiren köpük- TS EN 11989 EN 13164 'e uygun; Isıl iletkenlik grupları 040 -Ekstrüde polistren köpük (XPS) levhalar- Sentetik köpük	6cm	
L:0.350- 04.08.02- Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış; sıva harçları	2cm		
L:0.330- 07.01.03.01.02- Normal harç kullanarak AB sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar- Düşey delikli tuğlalarla duvarlar (TS EN 771-11'e uygun AB sınıfı, normal derz veya harç cepli)- Tuğla duvarlar	25cm		
L:1.600- 04.02- Çimento harç	2cm		
L:0.040- 10.03.02.01.03- Ekstrüde polistiren köpük- TS EN 11989 EN 13164 'e uygun; Isıl iletkenlik grupları 040 -Ekstrüde polistren köpük (XPS) levhalar- Sentetik köpük malzemeler	6cm		
L:0.350- 04.08.02- Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış; sıva harçları	2cm		
Cam özellikler	2007 Sonrası- Low E Kombinasyonlu Yalıtım camı (4+9mmHava+4) (U:1.9-G:1.9)		
Çerçeve	PVC- açılabilir		

Balkon içerisinde yapılan ilk prekast uygulamada balkon duvarı önünde üstünde mevcut kabul edilen yapılardaki cam tipi ve PVC özellikli bir kapatma sistemi uygulanmıştır. PVC katman ile balkon duvarı arasında 6 cm XPS uygulaması yapılmıştır. İyileştirmeler sonucunda Tip A ve Tip C yapılarında 6% oranında enerji kazanımı sağlanmıştır. Tip B ve Tip D yapılarında ise enerji kazanımı 12% seviyelerindedir. CO₂ salım değerlerinde kazanımlar tüm yapı tiplerinde yakın olduğu görülmüş ve en yüksek kazanç Tip A'da 6% oranında ölçülmüştür.

Tablo 5.52: İ.2.1 prekast kapatma stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
5923,757	6918,89	13406,13	14257,63	6693,845	7818,346	15148,93	16111,13
6797,992	7452,194	13960,14	14820,78	7681,73	8420,979	15774,96	16747,48
Kuzeydoğu		Kuzeybatı		Kuzeydoğu		Kuzeybatı	
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
6773,208	6,88%	14111,17	12,25%	7653,725	6,88%	15945,62	12,25%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	24,06	CO ₂ /m ² :	40,86	CO ₂ /m ² :	33,74	CO ₂ /m ² :	57,06
Kazanım:	6,23%	Kazanım:	5,08%	Kazanım:	2,67%	Kazanım:	4,69%

Tablo 5.53: İ.2.2 prekast kapatma stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması

	Malzemeler	Kalınlık	Uygulama şeması
Ek	L:0.290- 06.02.01- Hafif betondan duvar plakaları	5cm	
	L:0.040- 10.03.02.01.03- Ekstrüde polistiren köpük- TS EN 11989 EN 13164 'e uygun; Isıl iletkenlik grupları 040 -Ekstrüde polistren köpük (XPS) levhalar- Sentetik köpük	12cm	
L:0.350- 04.08.02- Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış; sıva harçları	2cm		
L:0.330- 07.01.03.01.02- Normal harç kullanarak AB sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar- Düşey delikli tuğlalarla duvarlar (TS EN 771-11'e uygun AB sınıfı, normal derz veya harç cepli)- Tuğla duvarlar	25cm		
L:1.600- 04.02- Çimento harç	2cm		
L:0.040- 10.03.02.01.03- Ekstrüde polistiren köpük- TS EN 11989 EN 13164 'e uygun; Isıl iletkenlik grupları 040 -Ekstrüde polistren köpük (XPS) levhalar- Sentetik köpük malzemeler	6cm		
L:0.350- 04.08.02- Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış; sıva harçları	2cm		
Cam özellikler	Temperlenebilir Lox E argon dolgulu çift cam (U:1.1-G:1.1)		
Çerçeve	PVC- açılabilir		

Balkon içerisinde yapılan ikinci uygulamada hafif betondan imal edilmiş bir katman ve arada kullanılmak üzere 12 cm kalınlığında XPS uygulanmıştır. Cam özellikleri Low E çift cam olarak yenilenmiştir. Bu iyileştirme sonucunda Tip A ve Tip C'de 15% oranında Tip B ve Tip D'de 16% seviyelerinde birbirlerine yakın bir enerji kazanımı ölçülmüştür. CO₂ salım değerlerinde Tip A yapısında 11% oranında kazanım görülmüştür.

Tablo 5.54: İ.2.2 prekast kapatma stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
5136,363	6359,162	12184,06	13795,12	5804,09	7185,853	13767,99	15588,48
6159,733	6935,502	13461,39	14392,89	6960,499	7837,117	15211,38	16263,97
Kuzeydoğu		Kuzeybatı		Kuzeydoğu		Kuzeybatı	
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
6147,69	15,48%	13458,37	16,31%	6946,89	15,48%	15207,95	16,31%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	22,85	CO ₂ /m ² :	39,59	CO ₂ /m ² :	32,07	CO ₂ /m ² :	55,31
Kazanım:	10,95%	Kazanım:	8,03%	Kazanım:	2,40%	Kazanım:	7,61%

Tablo 5.55: İ.2.3 prekast kapatma stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması

	Malzemeler	Kalınlık	Uygulama şeması
Ek	L:0.110- 06.01.02.01- İnce derzli veya özel yapıştırıcı kullanılarak yerleştirilen levhalar- Gaz beton yapı levhaları (TS EN 771-4 uygun)	2cm	
	L:0.035- 10.05.01- Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri (cam yünü, taş yünü vb.)- TS 901'a uygun; Isıl iletkenlik grupları 035	12cm	
L:0.350- 04.08.02- Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış; sıva harçları	2cm		
L:0.330- 07.01.03.01.02- Normal harç kullanarak AB sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar- Düşey delikli tuğlalarla duvarlar (TS EN 771-11'e uygun AB sınıfı, normal derz veya harç cepli)- Tuğla duvarlar	25cm		
L:1.600- 04.02- Çimento harç	2cm		
L:0.040- 10.03.02.01.03- Ekstrüde polistiren köpük- TS EN 11989 EN 13164 'e uygun; Isıl iletkenlik grupları 040 -Ekstrüde polistiren köpük (XPS) levhalar- Sentetik köpük malzemeler	6cm		
L:0.350- 04.08.02- Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış; sıva harçları	2cm		
Cam özellikler	T İlk camı solar Low E kaplamalı 3'lü yalıtım camı ünitesi (4+16+4+16+4) (U:0.7-G:0.7)		
Çerçeve	PVC- açılabilir		

Balkon içerisinde yapılan son prekast uygulamada yalıtım katmanının büyük bölümünü içerdığı dıştan gaz beton özelliklerinde bir ince malzeme ile kaplanmış bir sistem uygulanmıştır. Camda ise Low E özellikli üç cam teknolojisi kullanılmıştır. Uygulama sonucunda Tip A ve Tip C yapılarında 16% oranında Tip B ve Tip D'de 15% seviyelerinde bir enerji kazanımı ölçülmüştür. CO₂ salım değerlerinde en yüksek kazanım Tip A yapısında 11,5% oranında görülmüştür.

Tablo 5.56: İ.2.3 prekast kapatma stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
5435,65	6154,533	12907,1	13719,84	6142,284	6954,622	14585,03	15503,41
5988,795	6707,55	13465,06	14279,46	6767,338	7579,532	15215,52	16135,79
Kuzeydoğu		Kuzeybatı		Kuzeydoğu		Kuzeybatı	
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
6071,632	16,52%	13592,87	15,47%	6860,944	16,52%	15359,94	15,47%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	22,69	CO ₂ /m ² :	39,85	CO ₂ /m ² :	31,83	CO ₂ /m ² :	55,65
Kazanım:	11,57%	Kazanım:	7,43%	Kazanım:	3,13%	Kazanım:	7,04%

Tablo 5.57: İ.2.4 yarı kapatma stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması

Malzemeler	Kalınlık	Uygulama şeması
L:0.350- 04.08.02- Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış; sıva harçları	2cm	
L:0.330- 07.01.03.01.02- Normal harç kullanarak AB sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar- Düşey delikli tuğlalarla duvarlar (TS EN 771-11'e uygun AB sınıfı tuğlalarla, normal derz veya harç cepli)- Tuğla duvarlar	25cm	
L:1.600- 04.02- Çimento harç	2cm	
L:0.040- 10.03.02.01.03- Ekstrüde polistiren köpük- TS EN 11989 EN 13164 'e uygun; Isıl iletkenlik grupları 040 -Ekstrüde polistren köpük (XPS) levhalar- Sentetik köpük malzemeler	6cm	
L:0.350- 04.08.02- Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış; sıva harçları	2cm	
Cam özellikler	2007 Sonrası- Low E Kombinasyonlu Yalıtım camı (4+9mmHava+4+) (U:1.9-G:1.9)	
Çerçeve	PVC- açılabilir	

Yarı kapatma uygulamasında balkon duvarında bir müdahale yapılmamakta ve sadece geçirgen cam katmanıyla balkon kapatılmaktadır. Cam ve çerçeve balkon duvarı tarafından taşınmaktadır. İlk uygulamada mevcut yapılarda da kullanıldığı kabul edilen cam ve çerçeve tipi ile balkon kapatılmıştır. Bu iyileştirme sonucunda Tip A ve Tip C yapılarında 2,8% oranında Tip B ve Tip D yapılarında ise 5,7% seviyelerinde bir enerji kazanımı ölçülmüştür. CO₂ salım değerlerinde en yüksek kazanım Tip A yapısında 3% oranında görülmüştür.

Tablo 5.58: İ.2.4 yarı kapatma stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
6531,078	7112,238	14576,65	15265,12	7380,118	8036,829	16471,62	17249,58
7006,377	7629,615	15058,48	15756,61	7917,205	8621,465	17016,08	17804,97
Kuzeydoğu		Kuzeybatı		Kuzeydoğu		Kuzeybatı	
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
7069,827	2,80%	15164,22	5,70%	7988,904	2,80%	17135,56	5,70%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	24,65	CO ₂ /m ² :	42,95	CO ₂ /m ² :	34,56	CO ₂ /m ² :	59,92
Kazanım:	3,93%	Kazanım:	0,23%	Kazanım:	-5,17%	Kazanım:	0,08%

Tablo 5.59: İ.2.5 yarı kapatma stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması

Malzemeler	Kalınlık	Uygulama şeması
L:0.350- 04.08.02- Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış; sıva harçları	2cm	
L:0.330- 07.01.03.01.02- Normal harç kullanarak AB sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar- Düşey delikli tuğlalarla duvarlar (TS EN 771-11'e uygun AB sınıfı tuğlalarla, normal derz veya harç cepli)- Tuğla duvarlar	25cm	
L:1.600- 04.02- Çimento harç	2cm	
L:0.040- 10.03.02.01.03- Ekstrüde polistiren köpük- TS EN 11989 EN 13164 'e uygun; Isıl iletkenlik grupları 040 -Ekstrüde polistren köpük (XPS) levhalar- Sentetik köpük malzemeler	6cm	
L:0.350- 04.08.02- Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış; sıva harçları	2cm	
Cam özellikler	Temperlenebilir Lox E Argon dolgulu çiftcam (U:1.1-G:1.1)	
Çerçeve	PVC- açılabilir	

İkinci uygulamada Low e özellikli çift cam ile balkon kapatılmıştır. Bu iyileştirme sonucunda Tip A ve Tip C yapılarında 6,26% oranında Tip B ve Tip D yapılarında 8% seviyelerinde bir enerji kazanımı ölçülmüştür. CO₂ salım değerlerinde en yüksek kazanım Tip A yapısında 5% oranında görülmüştür.

Tablo 5.60: İ.2.5 yarı kapatma stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
6249,516	6866,852	14164,07	14895,11	7061,954	7759,543	16005,4	16831,48
6753,105	7403,378	14662,52	15402,46	7631,009	8365,818	16568,64	17404,78
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
6818,213	6,26%	14781,04	8,09%	7704,581	6,26%	16702,58	8,09%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	24,16	CO ₂ /m ² :	42,19	CO ₂ /m ² :	33,87	CO ₂ /m ² :	58,88
Kazanım:	5,84%	Kazanım:	1,99%	Kazanım:	-3,07%	Kazanım:	1,65%

Tablo 5.61: İ.2.6 prekast kapatma stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması

Malzemeler		Kalınlık	Uygulama şeması
L:0.350- 04.08.02- Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış; sıva harçları		2cm	
L:0.330- 07.01.03.01.02- Normal harç kullanarak AB sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar- Düşey delikli tuğlalarla duvarlar (TS EN 771-11'e uygun AB sınıfı tuğlalarla, normal derz veya harç cepi)- Tuğla duvarlar		25cm	
L:1.600- 04.02- Çimento harç		2cm	
L:0.040- 10.03.02.01.03- Ekstrüde polistiren köpük- TS EN 11989 EN 13164 'e uygun; Isıl iletkenlik grupları 040 -Ekstrüde polistren köpük (XPS) levhalar- Sentetik köpük malzemeler		6cm	
L:0.350- 04.08.02- Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış; sıva harçları		2cm	
Cam özellikler	İlk camı solar Low E kaplamalı 3'lü yalıtım camı ünitesi (4+16+4+16+4) (U:0.7-G:0.7)		
Çerçeve	PVC- açılabilir		U değeri: 0,3914

İ.2.6 yarı kapatma uygulamasında Low e özellikli üçlü cam teknolojisine sahip bir cam katmanı ile balkon kapatılmıştır. Bu iyileştirme sonucunda Tip A ve Tip C yapılarında 12% oranında Tip B ve Tip D yapılarında 8.7% seviyelerinde bir enerji kazanımı ölçülmüştür. CO₂ salım değerlerinde en yüksek kazanım Tip A yapısında 9% oranında görülmüştür.

Tablo 5.62: İ.2.6 yarı kapatma stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
5742,376	6416,006	14093,04	14771,16	6488,885	7250,087	15925,13	16691,41
6281,832	6956,535	14585,4	15270,77	7098,47	7860,885	16481,5	17255,97
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
6349,187	12,71%	14680,09	8,71%	7174,582	12,71%	16588,5	8,71%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	23,24	CO ₂ /m ² :	42,02	CO ₂ /m ² :	32,59	CO ₂ /m ² :	58,61
Kazanım:	9,43%	Kazanım:	2,39%	Kazanım:	0,82%	Kazanım:	2,10%

5.2.2 Yapı Kabuğu Üzerinden Uygulanacak İyileştirmeler (Yön U)

Yapı kabuğu üzerindeki uygulamalar içerisinde, balkon duvarlarının yıkılıp yeniden ele alınması ve balkon bölümünün tamamıyla kaldırılıp yeniden farklı konstrüksiyon ile inşası senaryoları incelenmiştir. Balkon bölümünün kaldırılması uygulamasında, her daire için istenilen balkon ölçüsü sıfır olarak girilerek hesaplama yapılacaktır. Uygulamada balkon dış duvarlarının ve döşemesinin yıkılması sonucunda oluşacak durum araştırılmıştır. Mevcut yapıda dış yalıtım mevcut ise koparılan döşeme bölümü düşey hizada yalıtımı tamamlanmış olarak kabul edilmiştir. Balkona açılan açıklıklar üzerinde değişiklik yapılmamıştır. Yeniden inşa edilecek balkonların ana taşıyıcı sisteme ısı transferi ihmal edilecek boyuttaki ankraj elemanları ile sabitlendiği farz edilmiştir.

Tablo 5.63: U.2.1 Balkon bölümünün kaldırılması stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
5696,372	6741,23	14617,36	15696,06	6436,9	7617,59	16517,62	17736,55
6114,217	7184,998	15002,2	16092,81	6909,065	8119,048	16952,49	18184,88
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
6434,204	11,54%	15352,11	4,53%	7270,651	11,54%	17347,88	4,53%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	22,88	CO ₂ /m ² :	41,38	CO ₂ /m ² :	30,35	CO ₂ /m ² :	57,57
Kazanım:	10,83%	Kazanım:	3,87%	Kazanım:	7,63%	Kazanım:	3,84%

Tablo 5.64: U.2.2 Balkonun yıkılarak kaldırılması ve yeniden (farklı konstrüksiyonla) inşa edilmesi stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması

Duvar Malzemeleri		Kalınlık	Uygulama şeması
L:30 – 11.06.03.03 – Tip 30, Pürüzsüz paslanmaz çelik		2cm	
Döşeme Malzemeleri			
L:30 – 11.06.03.03 – Tip 30, Pürüzsüz paslanmaz çelik		2cm	
Cam özellikler		2007 Sonrası- Low E Kombinasyonlu Yalıtım camı (4+9mmHava+4) (U:1.9-G:1.9)	
Çerçeve özellikler		Alüminyum- açılabilir	
		U değeri: 5.8593	

İlk uygulamada balkon yerine çelik konstrüksiyonla taşıtılan ve açık bölümleri Low E özellikli Çift cam pencere ile kapatılmış bir sistem uygulanmıştır. Farklı konstrüksiyonla yeniden balkon kısmının inşası durumunda simülasyon sonuçlarına göre Tip A ve Tip C yapılarında enerji kazanımı sağlanamamış ve 18% oranında daha fazla enerji harcaması yapılmıştır. Tip B ve Tip D için uygulama öncesi verilerine göre 6% oranında enerji kazanımı ölçülmüştür. CO₂ salım değerleri konusunda kazanım sağlanamamış ve Tip C’de 18% oranında daha fazla enerji kullanımı meydana gelmiştir.

Tablo 5.65: U.2.2 Balkonun yıkılarak kaldırılması ve yeniden (farklı konstrüksiyonla) inşa edilmesi stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
8289,346	8560,587	14455,43	15222,61	9366,961	9673,464	16334,64	17201,54
8652,255	8935,495	14951,06	15730,65	9777,048	10097,11	16894,7	17775,64
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
8609,421	-18,36%	15089,94	6,16%	9728,646	-18,36%	17051,63	6,16%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	27,71	CO ₂ /m ² :	42,80	CO ₂ /m ² :	38,76	CO ₂ /m ² :	59,72
Kazanım:	-7,98%	Kazanım:	0,58%	Kazanım:	-17,95%	Kazanım:	0,25%

Tablo 5.66: U.2.3 Balkonun yıkılarak kaldırılması ve yeniden (farklı konstrüksiyonla) inşa edilmesi stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması

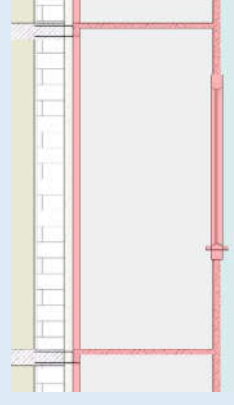
Duvar Malzemeleri		Kalınlık	Uygulama şeması
L:0.200 – 08.01.04– Ladin, çam- Ahşap		10cm	
Döşeme Malzemeleri			
L:0.200 – 08.01.04– Ladin, çam- Ahşap		10cm	
Cam özellikler	2007 Sonrası- Low E Kombinasyonlu Yalıtım camı (4+9mmHava+4) (U:1.9-G:1.9)		
Çerçeve özellikler	Alüminyum- açılabilir		U değeri: 1,4925

Bu uygulamada balkon yerine ahşap konstrüksiyonla taşıtılan ve açık bölümleri Low E özellikli Çift cam pencere ile kapatılmış bir sistem uygulanmıştır. Simülasyon sonuçlarına göre Tip A ve Tip C yapılarında enerji kazanımı sağlanamamış ve 11% oranında daha fazla enerji harcaması yapılmıştır. Tip B ve Tip D için uygulama öncesi verilerine göre 8% oranında enerji kazanımı ölçülmüştür. CO₂ salım değerleri konusunda kazanım sağlanamamış hatta Tip C’de 14% oranında negatif yönde bir artış meydana gelmiştir.

Tablo 5.67: U.2.3 Balkonun yıkılarak kaldırılması ve yeniden (farklı konstrüksiyonla) inşa edilmesi stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
7681,995	8085,716	14042,29	14870,91	8680,655	9136,859	15867,78	16804,13
8089,108	8504,885	14560,64	15407,1	9140,692	9610,52	16453,52	17410,03
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
8090,426	-11,22%	14720,24	8,46%	9142,181	-11,22%	16633,87	8,46%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	26,68	CO ₂ /m ² :	42,06	CO ₂ /m ² :	37,35	CO ₂ /m ² :	58,71
Kazanım:	-3,97%	Kazanım:	2,29%	Kazanım:	-13,66%	Kazanım:	1,93%

Tablo 5.68: U.2.4 Balkonun yıkılarak kaldırılması ve yeniden (farklı konstrüksiyonla) inşa edilmesi stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması

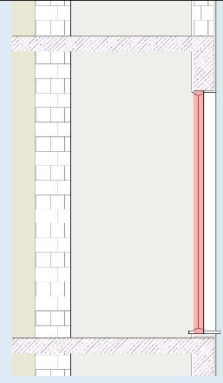
Duvar Malzemeleri	Kalınlık	Uygulama şeması
L:0.510- 04.04- Sadece alçı kullanarak (agregasız) yapılmış sıva	2cm	
L:2.500- 05.01.01- Donatılı beton- Normal beton (TS 500'e uygun), doğal agrega veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar	20cm	
L:1.600- 04.02- Çimento harç	2cm	
L:0.035- 10.03.02.01.02- Ekstrüde polistren köpüğü -TS EN 11989 EN 13164'e uygun; Isıl iletkenlik grupları 035 -Ekstrüde polistiren köpük (XPS) levhalar- Sentetik köpük malzemeler	6cm	
L:0.350- 04.08.02- Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış sıva harç	2cm	
Cam özellikler	2007 Sonrası- Low E Kombinasyonlu Yalıtım camı (4+9mmHava+4) (U:1.9-G:1.9)	
Çerçeve özellikler	Alüminyum- açılabilir	

Bu uygulamada balkon yerine yine betonarme olan fakat taşıyıcı olarak ana yapıdan bağımsız ve temeli ayrı bir yapı inşa edilmiştir. Açık bölümleri Low E özellikli Çift cam pencere ile kapatılmış bir sistem uygulanmıştır. Simülasyon sonuçlarına göre Tip A ve Tip C yapılarında bu uygulama sonucunda da enerji kazanımı sağlanamamış ve 7% oranında daha fazla enerji harcaması yapılmıştır. Tip B ve Tip D için uygulama öncesi verilerine göre 10% oranında enerji kazanımı ölçülmüştür. CO₂ salım değerleri konusunda önemli bir kazanım sağlanamamış olup Tip C'de 11% oranında negatif yönde bir artış meydana gelmiştir.

Tablo 5.69: U.2.4 Balkonun yıkılarak kaldırılması ve yeniden (farklı konstrüksiyonla) inşa edilmesi stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
7373,753	7842,163	14042,29	14870,91	8332,341	8861,644	15556,63	16543,27
7808,177	8283,901	14560,64	15407,1	8823,24	9360,808	16166,51	17162,71
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
7826,999	-7,60%	14475,47	9,99%	8844,508	-7,60%	16357,28	9,99%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	26,15	CO ₂ /m ² :	41,58	CO ₂ /m ² :	36,63	CO ₂ /m ² :	58,04
Kazanım:	-1,90%	Kazanım:	3,41%	Kazanım:	-11,47%	Kazanım:	3,05%

Tablo 5.70: U.2.5 Balkonun tam kapatılması stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması

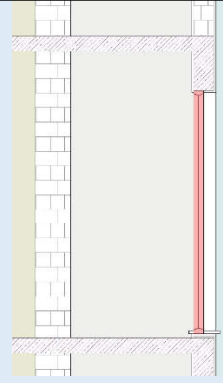
Duvar Malzemeleri		Kalınlık	Uygulama şeması
Tamamen yalıtım özellikli doğrama ve cam ile kapatılması			
Cam özellikler	2007 Sonrası- Low E Kombinasyonlu Yalıtım camı (4+9mmHava+4) (U:1.9-G:1.9)		
Çerçeve özellikler	PVC- açılabilir		U değeri: 0,5245

Bu uygulamada balkon duvarı kaldırılarak tamamen mevcut yapıda kullanılan genel cam tipi özelliklerinde bir sistem ile kapatılmıştır. Tip A ve Tip C yapılarında bu uygulama sonucunda enerji kazanımı sağlanamamış ve 15% oranında daha fazla enerji harcaması yapılmıştır. Tip B ve Tip D için uygulama öncesi verilerine göre 8% oranında enerji kazanımı ölçülmüştür. CO₂ salım değerleri konusunda önemli bir kazanım sağlanamamış olup Tip C’de 16% oranında negatif yönde bir artış meydana gelmiştir

Tablo 5.71: U.2.5 Balkonun tam kapatılması stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
8079,144	8400,825	14027,44	14938,65	9129,433	9492,932	15851,01	16880,68
8434,081	8768,153	14556,58	15481,21	9530,511	9908,013	16448,94	17493,77
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
8420,551	-15,76%	14750,97	8,27%	9515,223	-15,76%	16668,6	8,27%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	27,33	CO ₂ /m ² :	42,11	CO ₂ /m ² :	38,24	CO ₂ /m ² :	58,79
Kazanım:	-6,50%	Kazanım:	2,18%	Kazanım:	-16,37%	Kazanım:	1,80%

Tablo 5.72: U.2.6 Balkonun tam kapatılması stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması

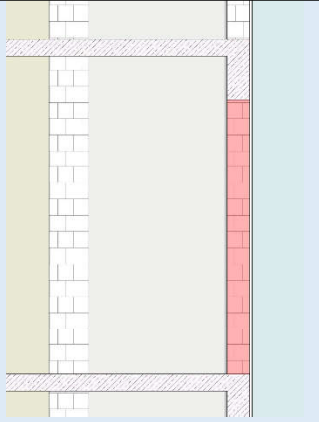
Duvar Malzemeleri		Kalınlık	Uygulama şeması
Tamamen yalıtım özellikli doğrama ve cam ile kapatılması			
Cam özellikler	İlk camı solar Low E kaplamalı 3'lü yalıtım camı ünitesi (4+16+4+16+4) (U:0.7-G:0.7)		
Çerçeve özellikler	PVC- açılabilir		U değeri: 0,5245

Bu uygulamada Low E özellikli üçlü cam teknolojisine sahip özelliklerinde bir sistem ile kapatılmıştır. Tip A ve Tip C yapılarında bu uygulama sonucunda 11% oranında enerji kazanımı sağlanmıştır. Tip B ve Tip D için uygulama öncesi verilerine göre 14% oranında enerji kazanımı ölçülmüştür. CO₂ salım değerleri konusunda önemli bir kazanım sağlanamamış olup Tip A'da 8% oranında bir kazanım meydana gelmiştir.

Tablo 5.73: U.2.6 Balkonun tam kapatılması stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
5770,454	6562,975	12875,04	13909,28	6520,613	7416,161	14548,79	15717,49
6327,248	7121,428	13489,84	14513,28	7149,79	8047,213	15243,52	16400,01
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
6445,526	11,38%	13696,86	14,83%	7283,445	11,38%	15477,45	14,83%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	23,41	CO ₂ /m ² :	40,03	CO ₂ /m ² :	32,84	CO ₂ /m ² :	55,92
Kazanım:	8,76%	Kazanım:	7,01%	Kazanım:	0,06%	Kazanım:	6,59%

Tablo 5.74: U.2.7 Balkonun tam kapatılması stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması

Duvar Malzemeleri	Kalınlık	Uygulama şeması
L:0.510- 04.04- Sadece alçı kullanarak (agregasız) yapılmış sıva	2cm	
L:0.330- 07.01.03.01.02- Normal harç kullanarak AB sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar- Düşey delikli tuğlalarla duvarlar (TS EN 771-11'e uygun AB sınıfı tuğlalarla, normal derz veya harç cepli)- Tuğla duvarlar	25cm	
L:1.600- 04.02- Çimento harç	2cm	
L:0.040- 10.03.02.01.03- Ekstrüde polistiren köpük- TS EN 11989 EN 13164 'e uygun; Isıl iletkenlik grupları 040 -Ekstrüde polistren köpük (XPS) levhalar- Sentetik köpük malzemeler	6cm	
L:0.350- 04.08.02- Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış; sıva harçları	2cm	
Cam özellikler	-	
Çerçeve özellikler	-	U değeri: 0,3942

Son balkon üzerinde kapatma uygulamasında ise balkon mevcut yapıdaki dış duvar özelliklerine benzer şekilde sağır olarak kapatılmıştır. Bu durumda mevcut hali dıştan yalıtımlı olan Tip A ve Tip C yapılarında bu uygulama sonucunda 10% oranında enerji kazanımı sağlanmıştır. Tip B ve Tip D için uygulama öncesi verilerine göre 11% oranında enerji kazanımı ölçülmüştür. CO₂ salım değerleri konusunda önemli bir kazanım sağlanamamış olup Tip A'da 8% oranında bir kazanım meydana gelmiştir.

Tablo 5.75: U.2.7 Balkonun tam kapatılması stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
6102,149	6439,719	13786,22	14166,49	6895,428	7276,882	15578,43	16008,13
6547,545	6915,49	14213,52	14599,82	7398,726	7814,504	16061,28	16497,79
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
6501,226	10,62%	14191,51	11,75%	7346,385	10,62%	16036,41	11,75%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	23,59	CO ₂ /m ² :	41,08	CO ₂ /m ² :	33,05	CO ₂ /m ² :	57,3
Kazanım:	8,06%	Kazanım:	4,57%	Kazanım:	0,57%	Kazanım:	4,29%

5.2.3 Yapı kabuğu dışından uygulanacak iyileştirmeler (Yön D)

Tablo 5.76: D.2.1 prekast kapatma stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması

Malzemeler		Kal.	Uygulama şeması	
L:0.350- 04.08.02- Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış; sıva harçları		2cm		
L:0.330- 07.01.03.01.02- Normal harç kullanarak AB sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar- Düşey delikli tuğlalarla duvarlar (TS EN 771-11'e uygun AB sınıfı, normal derz veya harç cepli)- Tuğla duvarlar		25cm		
L:1.600- 04.02- Çimento harç		2cm		
L:0.040- 10.03.02.01.03- Ekstrüde polistiren köpük- TS EN 11989 EN 13164 'e uygun; Isıl iletkenlik grupları 040 -Ekstrüde polistren köpük (XPS) levhalar- Sentetik köpük malzemeler		6cm		
L:0.350- 04.08.02- Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış; sıva harçları		2cm		
Ek	L:0.040- 10.03.02.01.03- Ekstrüde polistiren köpük- TS EN 11989 EN 13164 'e uygun; Isıl iletkenlik grupları 040 -Ekstrüde polistren köpük (XPS) levhalar- Sentetik köpük malzemeler	6cm		
	L:0.230- 09.01.03- PVC kaplamalar	2cm		
Cam özellikler	2007 Sonrası- Low E Kombinasyonlu Yalıtım camı (4+9mmHava+4) (U:1.9-G:1.9)			
Çerçeve	PVC- açılabilir			U değeri: 0,2414

Balkon dışında uygulanacak hazır katman uygulamasında PVC bir katman ve duvar arasında 6 cm XPS uygulaması yapılacaktır. Pencereleler ise mevcut durumda diğer açıklıklarda kullanıldığı kabul edilen özelliktedir. Bu uygulama sonucunda Tip A ve Tip C yapılarında %5 oranında, Tip B ve Tip D yapılarında ise 39% oranında enerji kazanımı elde edilmiştir. CO₂ salım değerleri konusunda Tip B ve Tip D'de 30% dolaylarında bir kazanım meydana gelmiştir.

Tablo 5.77: D.2.1 prekast kapatma stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
6337,853	6950,67	8910,871	9818,636	7161,773	7854,257	10069,28	11095,06
6835,793	7482,776	9517,919	10423,24	7724,446	8455,537	10755,25	11778,26
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
6901,773	5,11%	9667,666	39,88%	7799,003	5,11%	10924,46	39,88%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	24,32	CO ₂ /m ² :	29,66	CO ₂ /m ² :	34,10	CO ₂ /m ² :	41,58
Kazanım:	5,22%	Kazanım:	31,10%	Kazanım:	-3,77%	Kazanım:	30,54%

Tablo 5.78: D.2.2 prekast kapatma stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması

Malzemeler	Kal.	Uygulama şeması
L:0.350- 04.08.02- Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış; sıva harçları	2cm	
L:0.330- 07.01.03.01.02- Normal harç kullanarak AB sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar- Düşey delikli tuğlalarla duvarlar (TS EN 771-11'e uygun AB sınıfı, normal derz veya harç cepli)- Tuğla duvarlar	25cm	
L:1.600- 04.02- Çimento harç	2cm	
L:0.040- 10.03.02.01.03- Ekstrüde polistiren köpük- TS EN 11989 EN 13164 'e uygun; Isıl iletkenlik grupları 040 -Ekstrüde polistren köpük (XPS) levhalar- Sentetik köpük malzemeler	6cm	
L:0.350- 04.08.02- Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış; sıva harçları	2cm	
Ek L:0.040- 10.03.02.01.03- Ekstrüde polistiren köpük- TS EN 11989 EN 13164 'e uygun; Isıl iletkenlik grupları 040 -Ekstrüde polistren köpük (XPS) levhalar- Sentetik köpük malzemeler	12cm	
L:0.290- 06.02.01- Hafif betondan duvar plakaları	2cm	
Cam özellikler	Temperlenebilir Lox E Argon Dolgulu çift cam (U:1.1-G:1.1)	
Çerçeve	PVC- açılabilir	
		U değeri: 0,1778

Balkon dışında uygulanacak D.2.2 uygulamasında PVC hafif beton bir plaka ile duvar arasında 12 cm XPS uygulaması yapılmıştır. Sistemdeki pencereler Low E özellikte çift cam kullanılmıştır. Bu uygulama sonucunda Tip A ve Tip C yapılarında 14% oranında, Tip B ve Tip D yapılarında ise 43% oranında enerji kazanımı elde edilmiştir. CO₂ salım değerleri konusunda Tip B ve Tip D'de 33% dolaylarında bir kazanım meydana gelmiştir.

Tablo 5.79: D.2.2 prekast kapatma stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre		Daire Konumlarına göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
5597,91	6359,695	8349,557	9273,776	5804,09	7185,853	9434,999	10479,37
6160,14	6916,624	8940,593	9901,741	6960,499	7837,117	10102,87	11188,97
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
6258,592	13,95%	9116,417	43,31%	7072,209	13,95%	10301,55	43,31%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	23,05	CO ₂ /m ² :	28,58	CO ₂ /m ² :	32,34	CO ₂ /m ² :	40,08
Kazanım:	10,17%	Kazanım:	33,61%	Kazanım:	1,58%	Kazanım:	33,05%

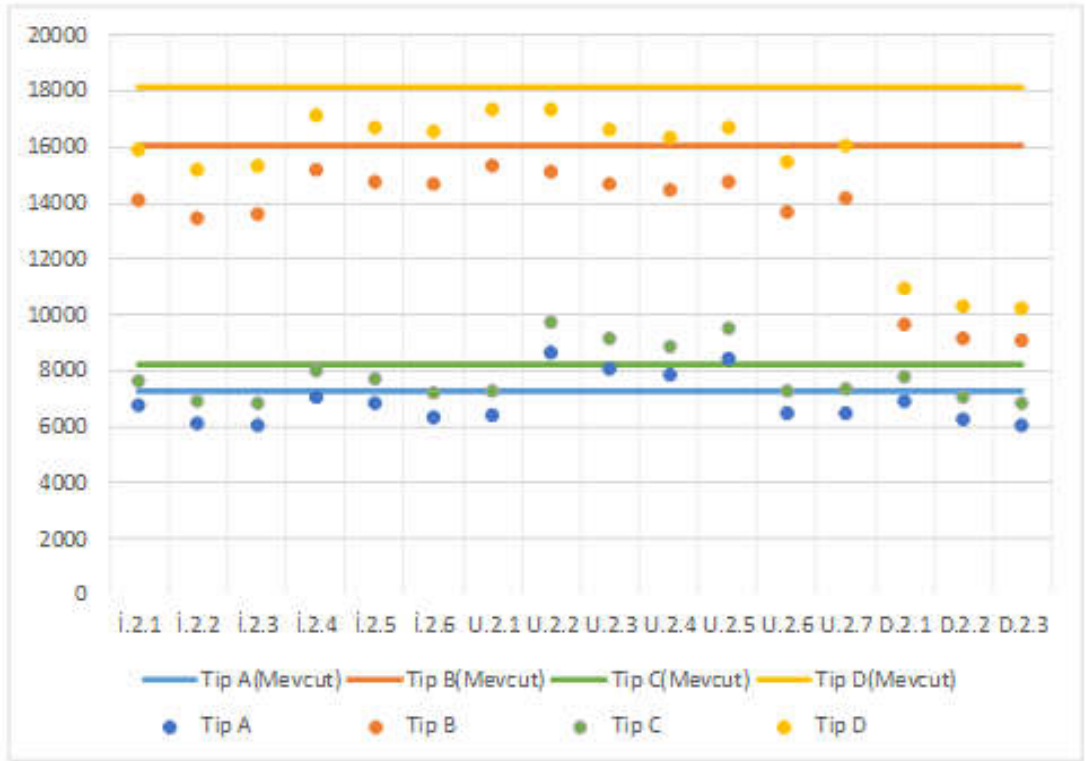
Tablo 5.80: D.2.3 prekast kapatma stratejisinin malzemeleri ve uygulama şeması

Malzemeler		Kal.	Uygulama şeması
L:0.350- 04.08.02- Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış; sıva harçları		2cm	
L:0.330- 07.01.03.01.02- Normal harç kullanarak AB sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar- Düşey delikli tuğlalarla duvarlar (TS EN 771-11'e uygun AB sınıfı, normal derz veya harç cepli)- Tuğla duvarlar		25cm	
L:1.600- 04.02- Çimento harç		2cm	
L:0.040- 10.03.02.01.03- Ekstrüde polistiren köpük- TS EN 11989 EN 13164 'e uygun; Isıl iletkenlik grupları 040 -Ekstrüde polistren köpük (XPS) levhalar- Sentetik köpük malzemeler		6cm	
L:0.350- 04.08.02- Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış; sıva harçları		2cm	
Ek	L:0.035- 10.05.01- Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri (cam yünü, taş yünü vb.)- TS 901-1 EN 13162 10 'a uygun; Isıl iletkenlik grupları 035	12cm	
	L:0.110- 06.01.02.01- İnce derzli veya özel yapıştırıcı kullanılarak yerleştirilen levhalar- Gaz beton yapı levhaları (TS EN 771 uygun plakalar)	2cm	
Cam özellikler	İlk camı solar Low E kaplamalı 3'lü yalıtım camı ünitesi (4+16+4+16+4) (U:0.7-G:0.7)		
Çerçeve	PVC- açılabilir		

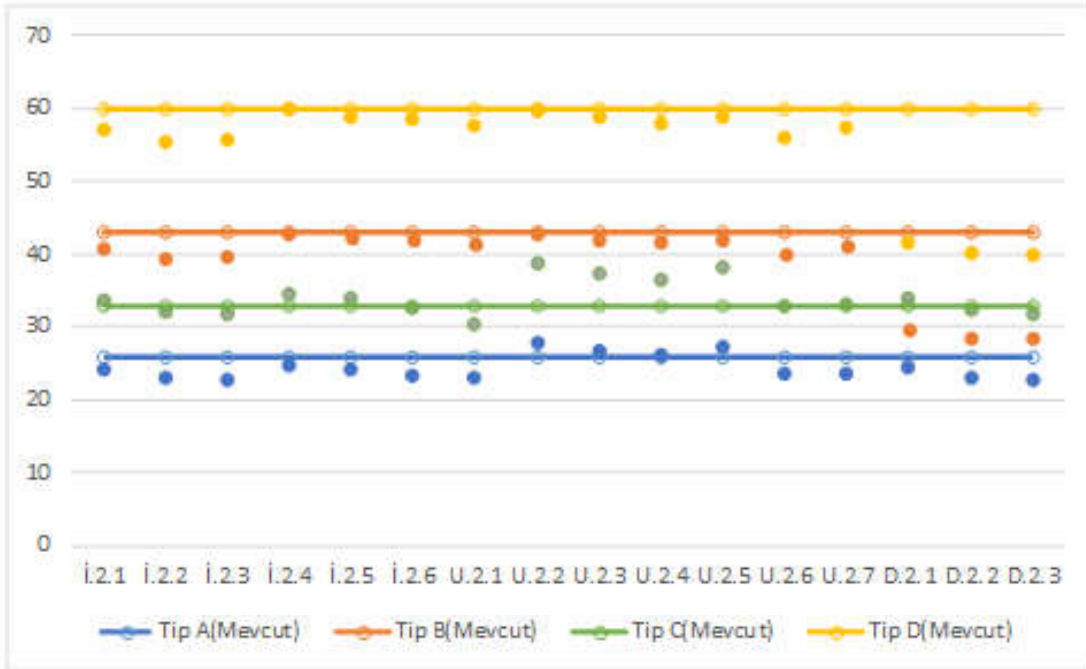
D.2.3 uygulamasında PVC hafif beton bir plaka ile duvar arasında 12 cm taş yünü uygulaması yapılacaktır. Sistemdeki pencereler Low E özellikte üçlü cam olacaktır. Bu uygulama sonucunda Tip A ve Tip C yapılarında 16,5% oranında, Tip B ve Tip D yapılarında ise 43,6% oranında enerji kazanımı elde edilmiştir. CO₂ salım değerleri konusunda bu uygulamada da Tip B ve Tip D'de 33% dolaylarında bir kazanım meydana gelmiştir.

Tablo 5.81: D.2.3 prekast kapatma stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
5435,311	6154,526	8344,017	9182,031	6141,901	6954,614	9428,739	10375,7
5989,158	6707,698	8925,003	9784,051	6767,748	7579,699	10085,25	11055,98
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
6071,673	16,52%	9058,776	43,67%	6860,991	16,52%	10236,42	43,67%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	22,69	CO ₂ /m ² :	28,48	CO ₂ /m ² :	31,83	CO ₂ /m ² :	39,93
Kazanım:	11,57%	Kazanım:	33,84%	Kazanım:	3,13%	Kazanım:	33,30%



Şekil 5.4: Balkon Uygulamaları Sonucu Oluşan Birincil Enerji Kullanımları (kWh)

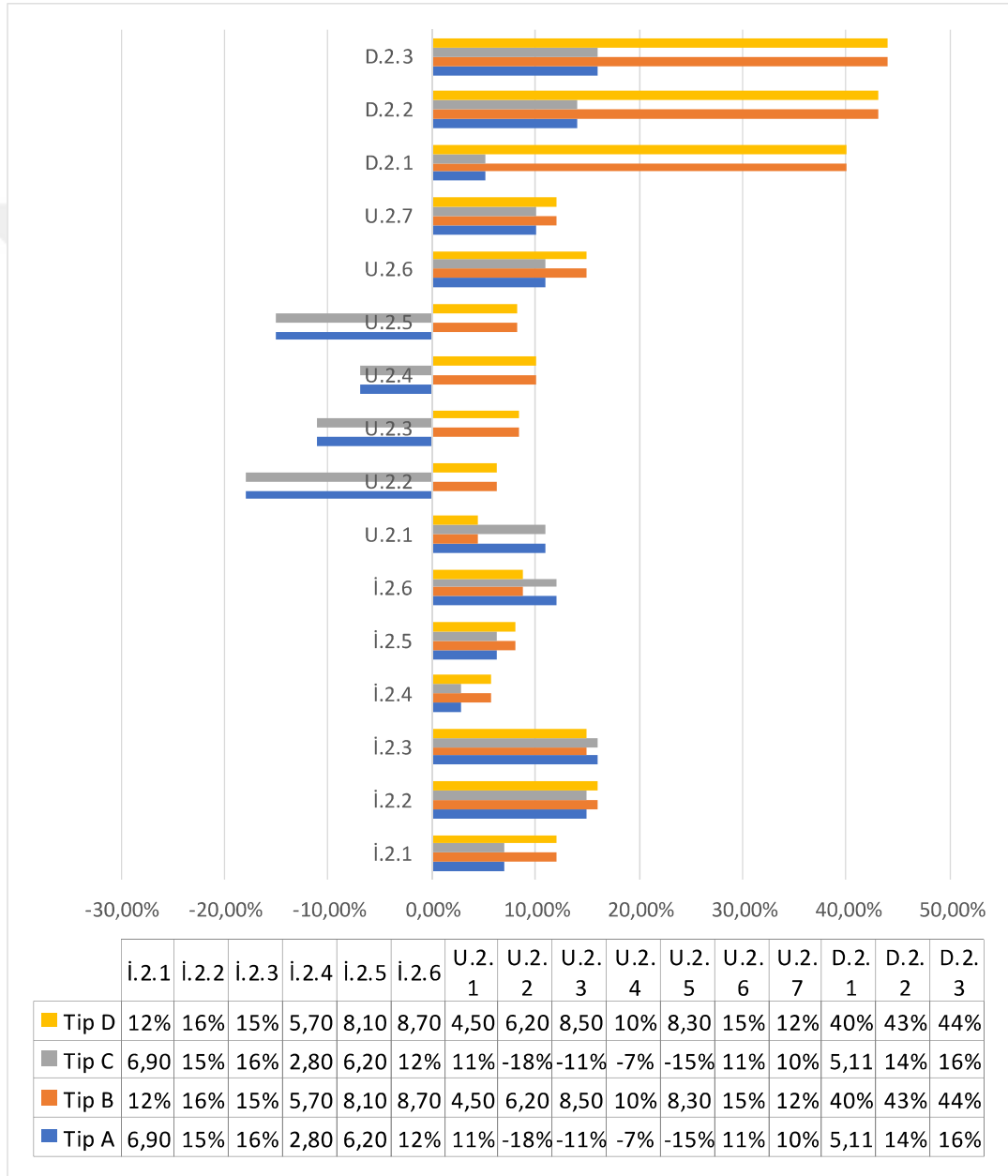


Şekil 5.5: Balkon Uygulamaları Sonucu Oluşan CO₂ Salımları (kg. CO₂/m²)

Yapılan balkon uygulamaları simülasyonları sonucunda toplamda en düşük yıllık ısıtma enerjisi değerini sağlayan ve en düşük metre kareye düşen CO₂ salım değerini sağlayan uygulama D.2.3'dür. Bu uygulama sonucunda mevcut hali yalıtımlı olan Tip A ve Tip C yapılarında 16% oranında, mevcut hali yalıtımsız olan

Tip B ve Tip D uygulamalarında 44% oranında ilk hallerindeki enerji kullanım verilerine göre kazanım sağlanmıştır.

En verimi düşük uygulamalar U.2.2 stratejileri sonucu ölçülmüştür. Tip A ve Tip C'nin mevcuttaki hallerinden bile 18% dolaylarında daha fazla enerji harcandığı gözlemlenmiştir. Bu uygulamada Tip B ve Tip D gibi mevcut hali yalıtımsız yapıların enerji kazanım değerleri 6,2% dolaylarındadır.



Şekil 5.6: Balkon Uygulamalarının Mevcut Duruma Göre Birincil Enerji Kazanımları (%)

5.3 AÇIKLIKLARDA UYGULANAN İYİLEŞTİRME TÜRLERİ

Simülasyon imkanları içerisinde pencere ve kapı gibi bölümlerin birden fazla katman olarak kabuğa eklememesi sağlanamadığı için kabuk içinde ve dışındaki uygulamalar iptal edilmiştir. Mevcut yapılarda cam tipleri: 2011 öncesi- Renksiz yalıtım camı (4+9mmHava+4) (U:3-G:3) ve çerçeve tipi PVC olarak kabul edilmiştir.

5.3.1 Yapı Kabuğu Üzerindeki Uygulanacak İyileştirmeler (Yön U)

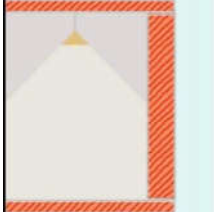
5.3.1.1 Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması

Yapı kabuğu üzerinde dairenin önemli hacimlerine açılan pencereler üzerinde boyutlandırma uygulaması yapılmıştır. Boyut değişimi uygulanan açıklık alanı referans yapılardaki bir katta toplam 36,66 m²'dir. Açıklıklarda yapılan ölçü değişimleri yatay ve dikey doğrultuda olarak ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Sadece 100% oranında yapılan büyütme açıklık alanlarında iki doğrultuda da ölçü artırımları yapılarak uygulanmıştır.

Tablo 5.82: Açıklıkların yeniden boyutlandırılması uygulama şeması

Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması Yatay +10% (U.3.1.1)	Açıklık/Duvar Oranı: 16,10%	Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması Dikey +10% (U.3.1.2)	Açıklık/Duvar Oranı: 16,10%
Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması Yatay +30% (U.3.2.1)	Açıklık/Duvar Oranı: 17,75%	Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması Dikey +30% (U.3.2.2)	Açıklık/Duvar Oranı: 17,75%
Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması Yatay +50% (U.3.3.1)	Açıklık/Duvar Oranı: 19,86%	Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması Dikey +50% (U.3.3.2)	Açıklık/Duvar Oranı: 19,86%
Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması Yatay +75% (U.3.4.1)	Açıklık/Duvar Oranı: 22,23%	Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması Dikey +75% (U.3.4.2)	Açıklık/Duvar Oranı: 22,23%
Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması Yatay -10% (U.3.5.1)	Açıklık/Duvar Oranı: 13,92%	Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması Dikey -10% (U.3.5.2)	Açıklık/Duvar Oranı: 13,92%
Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması Yatay -30% (U.3.6.1)	Açıklık/Duvar Oranı: 12,32%	Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması Dikey -30% (U.3.6.2)	Açıklık/Duvar Oranı: 12,32%
Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması +100% (U.3.7.)	Açıklık/Duvar Oranı: 24,58%	Açıklıkların Tamamen Kapatılması -100% (U.3.9.)	Açıklık/Duvar Oranı: 0%
Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması +200% (U.3.8.)	Açıklık/Duvar Oranı: 34%	Açıklıkların Yarı Kapatılması -50% (U.3.10.)	Açıklık/Duvar Oranı: 7,83%

Tablo 5.83: Açıklıkların yeniden boyutlandırılması Tip A yapısı için sonuçları

Tip A (Yalıtımlı-Doğalgaz) (7273,76 kWh)					
					
Mevcut Açıklık/Duvar Oran (Tüm Yapı Tipleri İçin): 15,15%					
Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması Yatay +10% (U.3.1.1)	Açıklık/Duvar Oranı: 16,10%	7338 KWh +0,9%	Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması Dikey +10% (U.3.1.2)	Açıklık/Duvar Oranı: 16,10%	7365 KWh +1,2%
Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması Yatay +30% (U.3.2.1)	Açıklık/Duvar Oranı: 17,75%	7467 KWh +2,6%	Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması Dikey +30% (U.3.2.2)	Açıklık/Duvar Oranı: 17,75%	7527 KWh +3,5%
Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması Yatay +50% (U.3.3.1)	Açıklık/Duvar Oranı: 19,86%	7602 KWh +4,5%	Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması Dikey +50% (U.3.3.2)	Açıklık/Duvar Oranı: 19,86%	7730 KWh +6,3%
Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması Yatay +75% (U.3.4.1)	Açıklık/Duvar Oranı: 22,23%	7772 KWh +6,8%	Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması Dikey +75% (U.3.4.2)	Açıklık/Duvar Oranı: 22,23%	7964 KWh +9,5%
Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması Yatay -10% (U.3.5.1)	Açıklık/Duvar Oranı: 13,92%	7207 KWh 0,9%	Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması Dikey -10% (U.3.5.2)	Açıklık/Duvar Oranı: 13,92%	7182 KWh 1,2%
Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması Yatay -30% (U.3.6.1)	Açıklık/Duvar Oranı: 12,32%	7074 KWh 2,8%	Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması Dikey -30% (U.3.6.2)	Açıklık/Duvar Oranı: 12,32%	6990 KWh 3,9%
Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması +100% (U.3.7.)				Açıklık/Duvar Oranı: 24,58%	7973 KWh +9,6%
Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması +200% (U.3.8.)				Açıklık/Duvar Oranı: 34%	8791 KWh +20,9%
Açıklıkların Tamamen Kapatılması -100% (U.3.9.)				Açıklık/Duvar Oranı: 0%	5590 KWh 23%
Açıklıkların Yarı Kapatılması -50% (U.3.10)				Açıklık/Duvar Oranı: 7,83%	6803 KWh 6,4%

Tablo 5.84: Açıklıkların yeniden boyutlandırılması Tip B yapısı için sonuçları

Tip B (Yalıtımsız-Doğalgaz) (16082 kWh)					
Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması Yatay +10% (U.3.1.1)	Açıklık/D uvar Oranı: 16,10%	16081 KWh 0,004 %	Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması Dikey +10% (U.3.1.2)	Açıklık/D uvar Oranı: 16,10%	16133 KWh +0,3%
Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması Yatay +30% (U.3.2.1)	Açıklık/D uvar Oranı: 17,75%	16105 KWh +0,1 %	Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması Dikey +30% (U.3.2.2)	Açıklık/D uvar Oranı: 17,75%	16244 KWh +1%
Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması Yatay +50% (U.3.3.1)	Açıklık/D uvar Oranı: 19,86%	16137 KWh +0,3 %	Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması Dikey +50% (U.3.3.2)	Açıklık/D uvar Oranı: 19,86%	16389 KWh +1,9%
Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması Yatay +75% (U.3.4.1)	Açıklık/D uvar Oranı: 22,23%	16178 KWh +0,6 %	Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması Dikey +75% (U.3.4.2)	Açıklık/D uvar Oranı: 22,23%	16553 KWh +2,9%
Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması Yatay -10% (U.3.5.1)	Açıklık/D uvar Oranı: 13,92%	16105 KWh +0,1 %	Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması Dikey -10% (U.3.5.2)	Açıklık/D uvar Oranı: 13,92%	16052 KWh 0,2%
Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması Yatay -30% (U.3.6.1)	Açıklık/D uvar Oranı: 12,32%	16138 KWh +0,3 %	Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması Dikey -30% (U.3.6.2)	Açıklık/D uvar Oranı: 12,32%	15971 KWh 0,7%
Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması +100% (U.3.7.)				Açıklık/D uvar Oranı: 24,58%	16290 KWh +1,3%
Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması +200% (U.3.8.)				Açıklık/D uvar Oranı: 34%	16780 KWh +4,3%
Açıklıkların Tamamen Kapatılması -100% (U.3.9.)				Açıklık/D uvar Oranı: 0%	15065 KWh 6,3%
Açıklıkların Yarı Kapatılması -50% (U.3.10)				Açıklık/D uvar Oranı: 7,83%	15863 KWh 1,3%

Tablo 5.85: Açıklıkların yeniden boyutlandırılması Tip C yapısı için sonuçları

Tip C (Yalıtımlı-Kömür) (8219,35 kWh)					
Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması Yatay +10% (U.3.1.1)	Açıklık/Duvar Oranı: 16,10%	8292 KWh +0,9%	Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması Dikey +10% (U.3.1.2)	Açıklık/Duvar Oranı: 16,10%	8323 KWh +1,2%
Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması Yatay +30% (U.3.2.1)	Açıklık/Duvar Oranı: 17,75%	8438 KWh +2,6%	Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması Dikey +30% (U.3.2.2)	Açıklık/Duvar Oranı: 17,75%	8505 KWh +3,5%
Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması Yatay +50% (U.3.3.1)	Açıklık/Duvar Oranı: 19,86%	8590 KWh +4,5%	Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması Dikey +50% (U.3.3.2)	Açıklık/Duvar Oranı: 19,86%	8735 KWh +6,3%
Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması Yatay +75% (U.3.4.1)	Açıklık/Duvar Oranı: 22,23%	8782 KWh +6,8%	Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması Dikey +75% (U.3.4.2)	Açıklık/Duvar Oranı: 22,23%	8999 KWh +9,5%
Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması Yatay -10% (U.3.5.1)	Açıklık/Duvar Oranı: 13,92%	8144 KWh 0,9%	Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması Dikey -10% (U.3.5.2)	Açıklık/Duvar Oranı: 13,92%	8116 KWh 1,2%
Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması Yatay -30% (U.3.6.1)	Açıklık/Duvar Oranı: 12,32%	7994 KWh 2,8%	Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması Dikey -30% (U.3.6.2)	Açıklık/Duvar Oranı: 12,32%	7899 KWh 3,9%
Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması +100% (U.3.7.)				Açıklık/Duvar Oranı: 24,58%	9010 KWh +9,6%
Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması +200% (U.3.8.)				Açıklık/Duvar Oranı: 34%	9934 KWh +20,9%
Açıklıkların Tamamen Kapatılması -100% (U.3.9.)				Açıklık/Duvar Oranı: 0%	6317 KWh 23%
Açıklıkların Yarı Kapatılması -50% (U.3.10)				Açıklık/Duvar Oranı: 7,83%	7687 KWh 6,4%

Tablo 5.86: Açıklıkların yeniden boyutlandırılması Tip D yapısı için sonuçları

Tip D (Yalıtımsız-Kömür) (18172 kWh)					
Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması Yatay +10% (U.3.1.1)	Açıklık/Duvar Oranı: 16,10%	18171 KWh 0,004%	Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması Dikey +10% (U.3.1.2)	Açıklık/Duvar Oranı: 16,10%	18230 KWh +0,3%
Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması Yatay +30% (U.3.2.1)	Açıklık/Duvar Oranı: 17,75%	18199 KWh +0,1%	Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması Dikey +30% (U.3.2.2)	Açıklık/Duvar Oranı: 17,75%	18356 KWh +1%
Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması Yatay +50% (U.3.3.1)	Açıklık/Duvar Oranı: 19,86%	18235 KWh +0,3%	Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması Dikey +50% (U.3.3.2)	Açıklık/Duvar Oranı: 19,86%	18520 KWh +1,9%
Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması Yatay +75% (U.3.4.1)	Açıklık/Duvar Oranı: 22,23%	18282 KWh +0,6%	Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması Dikey +75% (U.3.4.2)	Açıklık/Duvar Oranı: 22,23%	18705 KWh +2,9%
Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması Yatay -10% (U.3.5.1)	Açıklık/Duvar Oranı: 13,92%	18199 KWh +0,1%	Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması Dikey -10% (U.3.5.2)	Açıklık/Duvar Oranı: 13,92%	18139 KWh 0,2%
Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması Yatay -30% (U.3.6.1)	Açıklık/Duvar Oranı: 12,32%	18236 KWh +0,3%	Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması Dikey -30% (U.3.6.2)	Açıklık/Duvar Oranı: 12,32%	18047 KWh 0,7%
Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması +100% (U.3.7.)				Açıklık/Duvar Oranı: 24,58%	18408 KWh +1,3%
Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması +200% (U.3.8.)				Açıklık/Duvar Oranı: 34%	18961 KWh +4,3%
Açıklıkların Tamamen Kapatılması -100% (U.3.9.)				Açıklık/Duvar Oranı: 0%	17024 KWh 6,3%
Açıklıkların Yarı Kapatılması -50% (U.3.10)				Açıklık/Duvar Oranı: 7,83%	17926 KWh 1,3%

Tablo 5.87: U.3.1.1 stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
6564,513	7640,274	15315,72	16418,34	7417,9	8633,509	17306,76	18552,72
7027,109	8121,403	15739,11	16852,09	7940,633	9177,185	17785,19	19042,87
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
7338,325	-0,88%	16081,31	-0,005%	8292,307	-0,88%	18171,88	-0,005%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	23,26	CO ₂ /m ² :	43,05	CO ₂ /m ² :	32,57	CO ₂ /m ² :	59,89
Kazanım:	-0,6%	Kazanım:	0,003%	Kazanım:	0,88%	Kazanım:	0,03%

Daire içerisinde genel yaşam alanlarını aydınlatan açıklıkların mevcut duruma göre yatay doğrultuda 10% artırılması ve açıklık/duvar oranının 16,10% seviyesine getirilmesi sonucu oluşacak simülasyon sonuçları incelenmiştir. Uygulama sonucunda enerji değerlerinde önemli bir değişim meydana gelmemiştir.

Tablo 5.88: U.3.1.2 stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
6591,794	7667,769	15368,09	16469	7448,727	8664,579	17365,94	18609,97
7053,637	8149,338	15791,53	16904,16	7970,61	9208,752	17844,43	19101,7
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
7365,635	-1,26%	16133,2	-0,31%	8323,167	-1,26%	18171,88	-0,31%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	23,09	CO ₂ /m ² :	42,97	CO ₂ /m ² :	32,33	CO ₂ /m ² :	59,76
Kazanım:	0,12%	Kazanım:	0,18%	Kazanım:	1,61%	Kazanım:	0,18%

Açıklıkların mevcut duruma göre dikey doğrultuda 10% artırılması ve açıklık/duvar oranının 16,10% seviyesine getirilmesi sonucu oluşacak simülasyon sonuçları incelenmiştir. Uygulama sonucunda enerji değerlerinde en yüksek değişim Tip A ve Tip C yapılarında 1.26% oranında negatif yönde olmuştur.

Tablo 5.89: U.3.2.1 stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
6630,673	7738,422	15286,62	16420,57	7492,661	8744,417	17273,88	18555,25
7181,294	8321,028	15783,83	16932,57	8114,862	9402,762	17835,73	19133,81
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
7467,854	-2,66%	16105,9	-0,14%	8438,675	-2,66%	18199,67	-0,14%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	23,54	CO ₂ /m ² :	43,12	CO ₂ /m ² :	32,96	CO ₂ /m ² :	59,99
Kazanım:	-1,81%	Kazanım:	-0,16%	Kazanım:	-0,3%	Kazanım:	-0,2%

Açıklıkların yatay doğrultuda 30% artırılması ve açıklık/duvar oranının 17,55% seviyesine getirilmesi sonucu oluşacak simülasyon sonuçları incelenmiştir. Uygulama sonucunda Tip A ve Tip C yapılarında 2,66% oranında enerji kullanım artışı olmuştur. CO₂ değerlerinde Tip A'da 1.81% oranında artış meydana gelmiştir.

Tablo 5.90: U.3.2.2 stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
6694,003	7808,689	15429,75	16566,14	7564,223	8823,819	17435,62	18719,74
7233,954	8372,193	15916,83	17067,24	8174,368	9460,578	17986,02	19285,98
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
7527,21	-3,48%	16244,99	-1,01%	8505,747	-3,48%	18356,84	-1,01%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	23,44	CO ₂ /m ² :	43,23	CO ₂ /m ² :	32,83	CO ₂ /m ² :	60,13
Kazanım:	-1,38%	Kazanım:	-0,41%	Kazanım:	0,09%	Kazanım:	-0,43%

Açıklıkların dikey doğrultuda 30% artırılması ve açıklık/duvar oranının 17,55% seviyesine getirilmesi sonucu oluşacak simülasyon sonuçları incelenmiştir. Uygulama sonucunda Tip A ve Tip C yapılarında 3,48% oranında kullanım artışı olmuştur. CO₂ değerlerinde Tip A'da 1.38% oranında artış meydana gelmiştir.

Tablo 5.91: U.3.3.1 stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
6704,91	7847,408	15254,77	16436,24	7576,549	8867,571	17237,88	18572,95
7336,992	8519,646	15835,37	17024,34	8290,801	9627,2	17893,97	19237,5
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
7602,239	-4,51%	16137,68	-0,34%	8590,53	-4,51%	18235,58	-0,34%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	23,82	CO ₂ /m ² :	43,19	CO ₂ /m ² :	33,37	CO ₂ /m ² :	60,1
Kazanım:	-3,02%	Kazanım:	-0,32%	Kazanım:	-1,55%	Kazanım:	-0,38%

Açıklıkların yatay doğrultuda 50% artırılması ve açıklık/duvar oranının 19,86% seviyesine getirilmesi sonucu oluşacak olan simülasyon sonuçları incelenmiştir. Uygulama sonucunda Tip A ve Tip C'de 4,51% oranında enerji kullanım artışı olmuştur. CO₂ değerlerinde Tip A'da 3% oranında artış meydana gelmiştir.

Tablo 5.92: U.3.3.2 stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
6832,57	7976,967	15511,75	16689,21	7720,804	9013,973	17528,28	18858,81
7464,768	8648,188	16084,61	17272,87	8435,188	9772,453	18175,6	19518,34
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
7730,623	-6,28%	16389,61	-1,91%	8735,604	-6,28%	18520,26	-1,91%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	23,89	CO ₂ /m ² :	43,57	CO ₂ /m ² :	33,46	CO ₂ /m ² :	60,61
Kazanım:	-3,33%	Kazanım:	-1,2%	Kazanım:	-1,82%	Kazanım:	-1,23%

Açıklıkların dikey doğrultuda 50% artırılması ve açıklık/duvar oranının 19,86% seviyesine getirilmesi sonucu oluşacak simülasyon sonuçları incelenmiştir. Uygulama sonucunda Tip A ve Tip C'de 6,28% oranında enerji kullanım artışı olmuştur. CO₂ değerlerinde Tip A'da 3,3% oranında artış meydana gelmiştir.

Tablo 5.93: U.3.4.1 stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
6792,716	8001,336	15203,57	16461,63	7675,769	9041,51	17180,04	18601,64
7528,396	8767,133	15905,03	17145,3	8507,088	9906,861	17972,69	19374,19
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
7772,395	-6,85%	16178,88	-0,60%	8782,807	-6,85%	18282,14	-0,60%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	24,18	CO ₂ /m ² :	43,27	CO ₂ /m ² :	33,88	CO ₂ /m ² :	60,23
Kazanım:	-4,58%	Kazanım:	-0,51%	Kazanım:	-3,10%	Kazanım:	-0,6%

Açıklıkların yatay doğrultuda 75% artırılması ve açıklık/duvar oranının 22,23% seviyesine getirilmesi sonucu oluşacak simülasyon sonuçları incelenmiştir. Uygulama sonucunda Tip A ve Tip C yapılarında 6,85% oranında enerji kullanım artışı olmuştur. CO₂ değerlerinde Tip A'da 4,5% oranında artış meydana gelmiştir.

Tablo 5.94: U.3.4.2 stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
6988,146	8186,653	15588,69	16834,93	7896,605	9250,918	17615,22	19023,47
7720,805	8961,139	16275,61	17515,79	8724,51	10126,09	18391,44	19792,85
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
7964,186	-9,49%	16553,76	-2,93%	8999,53	-9,49%	18705,74	-2,93%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	24,4	CO ₂ /m ² :	43,94	CO ₂ /m ² :	34,18	CO ₂ /m ² :	61,13
Kazanım:	-5,53%	Kazanım:	-2,06%	Kazanım:	-4,01%	Kazanım:	-2,10%

Açıklıkların dikey doğrultuda 75% artırılması ve açıklık/duvar oranının 22,23% seviyesine getirilmesi sonucu oluşacak simülasyon sonuçları incelenmiştir. Uygulama sonucunda Tip A ve Tip C yapılarında 9,5% oranında enerji kullanım artışı olmuştur. CO₂ değerlerinde Tip A'da 5,5% oranında artış meydana gelmiştir.

Tablo 5.95: U.3.5.1 stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
6501,405	7531,104	15359,78	16494,84	7346,588	8510,148	17356,55	18639,17
6873,112	7923,449	15708,73	16859,23	7766,617	8953,497	17750,87	19050,93
Kuzeydoğu		Kuzeybatı		Kuzeydoğu		Kuzeybatı	
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
7207,268	-0,91%	16105,65	-0,14%	8144,212	-0,91%	18199,38	-0,14%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	22,99	CO ₂ /m ² :	43,08	CO ₂ /m ² :	32,17	CO ₂ /m ² :	59,91
Kazanım:	0,56%	Kazanım:	-0,06%	Kazanım:	2,09%	Kazanım:	-0,06%

Daire içerisinde genel yaşam alanlarını aydınlatan açıklıkların yatay doğrultuda 10% azaltılması ve açıklık/duvar oranının 13,92% seviyesine getirilmesi sonucu oluşacak simülasyon sonuçları incelenmiştir. Uygulama sonucunda Tip A ve Tip C'de 1% oranında enerji kaybı olmuştur. CO₂ değerlerinde Tip C'de 2% oranında artış meydana gelmiştir.

Tablo 5.96: U.3.5.2 stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
6476,414	7505,629	15309,19	16441,1	7318,348	8481,361	17299,38	18578,45
6848,22	7899,215	15657,16	16802,68	7738,489	8926,113	17692,59	18987,02
Kuzeydoğu		Kuzeybatı		Kuzeydoğu		Kuzeybatı	
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
7182,369	1,25%	16052,53	0,18%	8116,077	1,25%	18139,36	0,18%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	22,93	CO ₂ /m ² :	42,96	CO ₂ /m ² :	32,09	CO ₂ /m ² :	59,75
Kazanım:	0,82%	Kazanım:	0,2%	Kazanım:	2,34%	Kazanım:	0,2%

Aydınlatan açıklıkların dikey doğrultuda 10% azaltılması ve açıklık/duvar oranının 13,92% seviyesine getirilmesi sonucu oluşacak simülasyon sonuçları incelenmiştir. Uygulama sonucunda Tip A ve Tip C yapılarında 1,25% oranında enerji kazanımı olmuştur. CO₂ değerlerinde Tip C'de 2% oranında azalış meydana gelmiştir.

Tablo 5.97: U.3.6.1 stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
6433,575	7422,087	15488,33	16503,23	7269,94	8386,959	17501,82	18648,65
6718,679	7723,884	15762,66	16798,95	7592,108	8727,989	17811,81	18982,81
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
7074,556	2,73%	16138,29	0,34%	7994,249	2,73%	18236,27	0,34%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	22,71	CO ₂ /m ² :	43,12	CO ₂ /m ² :	3,77	CO ₂ /m ² :	59,96
Kazanım:	1,77%	Kazanım:	0,16%	Kazanım:	3,31%	Kazanım:	0,15%

Açıklıkların yatay doğrultuda 30% azaltılması ve açıklık/duvar oranının 12,32% seviyesine getirilmesi sonucu oluşacak simülasyon sonuçları incelenmiştir. Uygulama sonucunda Tip A ve Tip C yapılarında 2,7% oranında enerji kazanımı olmuştur. CO₂ değerlerinde Tip C'de 3,3% oranında azalış meydana gelmiştir.

Tablo 5.98: U.3.6.2 stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
6351,897	7337,277	15315,6	16344,15	7177,643	8291,124	17306,63	18468,89
6635,608	7639,081	15590,23	16636,45	7498,238	8632,161	17616,96	18799,19
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
6990,966	3,88%	15971,61	0,68%	7899,791	3,88%	18047,92	0,68%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	22,52	CO ₂ /m ² :	42,74	CO ₂ /m ² :	31,51	CO ₂ /m ² :	59,44
Kazanım:	2,59%	Kazanım:	0,72%	Kazanım:	4,10%	Kazanım:	0,71%

Açıklıkların dikey doğrultuda 30% azaltılması ve açıklık/duvar oranının 12,32% seviyesine getirilmesi sonucu oluşacak simülasyon sonuçları incelenmiştir. Uygulama sonucunda Tip A ve Tip C yapılarında 3,8% oranında enerji kazanımı olmuştur. CO₂ değerlerinde Tip C'de 4,1% oranında azalış meydana gelmiştir.

Tablo 5.99: U.3.7 stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
6912,571	8188,542	15228,79	16553,72	7811,205	9253,053	17208,53	18705,7
7749,674	9043,062	16042,97	17335,69	8757,131	10218,66	18128,55	19589,33
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
7973,462	-9,61%	16290,29	-1,29%	9010,012	-9,61%	18408,03	-1,29%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	24,4	CO ₂ /m ² :	43,32	CO ₂ /m ² :	34,19	CO ₂ /m ² :	60,29
Kazanım:	-5,53%	Kazanım:	-0,62%	Kazanım:	-4,04%	Kazanım:	0,7%

Daire içerisinde genel yaşam alanlarını aydınlatan açıklık alanının (yatay ve dikey doğrultuda) 100% artırılması ve açıklık/duvar oranının 24,58% seviyesine getirilmesi sonucu oluşacak simülasyon sonuçları incelenmiştir. Uygulama sonucunda Tip A ve Tip C yapılarında 9,6% oranında enerji kullanım artışı olmuştur. CO₂ değerlerinde Tip A'da 5,5% oranında artış meydana gelmiştir.

Tablo 5.100: U.3.8 stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
7439,065	8944,92	15412,99	16991,41	8406,143	10107,76	17416,68	19200,29
8642,807	10140,18	16585,68	18129,73	9766,372	11458,41	18741,82	20486,59
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
8791,744	-20,86%	16779,95	-4,33%	9934,67	-20,86%	18961,34	-4,33%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	26,17	CO ₂ /m ² :	44,45	CO ₂ /m ² :	36,68	CO ₂ /m ² :	61,93
Kazanım:	-13,19%	Kazanım:	-3,25%	Kazanım:	-11,62%	Kazanım:	-3,44%

Daire içerisinde genel yaşam alanlarını aydınlatan açıklık alanının (yatay ve dikey doğrultuda) 200% artırılması ve açıklık/duvar oranının 34% seviyesine getirilmesi sonucu oluşacak simülasyon sonuçları incelenmiştir. Uygulama sonucunda Tip A ve Tip C yapılarında 20% oranında enerji kaybı olmuştur. CO₂ değerlerinde Tip A'da 13% oranında artış meydana gelmiştir.

Tablo 5.101: U.3.9 stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
5553,95	5614,1	14992,59	15114,66	6275,963	6343,933	16941,63	17079,56
5566,908	5627,114	15018,18	15138,29	6290,605	6358,639	16970,54	17106,27
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
5590,518	23,14%	15065,93	6,31%	6317,285	23,14%	17024,5	6,31%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	19,56	CO ₂ /m ² :	40,65	CO ₂ /m ² :	27,37	CO ₂ /m ² :	56,47
Kazanım:	15,39%	Kazanım:	5,57%	Kazanım:	16,70%	Kazanım:	5,67%

Daire içerisinde genel yaşam alanlarını aydınlatan açıklık alanının tamamen kapatılması sonucu oluşacak simülasyon sonuçları incelenmiştir. Uygulama sonucunda Tip A ve Tip C yapılarında 23% oranında enerji kazanımı olmuştur. CO₂ değerlerinde Tip C'de 16% oranında azalış meydana gelmiştir.

Tablo 5.102: U.3.10 stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
6230,84	7173,091	15275,45	16254,8	7040,85	8105,593	17261,26	18367,92
6425,514	7382,796	15460,37	16465,18	7260,831	8342,559	17470,22	18605,65
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
6803,06	6,47%	15863,95	1,35%	7687,458	6,47%	17926,26	1,35%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	22,13	CO ₂ /m ² :	42,49	CO ₂ /m ² :	30,95	CO ₂ /m ² :	59,07
Kazanım:	4,28%	Kazanım:	1,30%	Kazanım:	5,81%	Kazanım:	1,33%


Daire içerisinde genel yaşam alanlarını aydınlatan açıklık alanının (yatay ve dikey doğrultuda) 50% azaltılması ve açıklık/duvar oranının 7,83% seviyesine getirilmesi sonucu oluşacak simülasyon sonuçları incelenmiştir. Bu uygulamanın yapılmasının amacı diğer sonuçlarla karşılaştırma yapılması içindir. Uygulama sonucunda Tip A ve Tip C yapılarında 6,4% oranında enerji kazanımı olmuştur. CO₂ değerlerinde Tip C'de 5,8% oranında azalış meydana gelmiştir.

5.3.1.2 Açıklıklardaki malzeme değişimleri

Tablo 5.103: Açıklıklarda malzeme değişimi uygulamaları

Cam özellikleri			
2011 öncesi- Renksiz yalıtım camı (4+9mmHava+4) (U:3-G:3) - PVC	Mevcut Durum	Çerçeve Tipi	
Isı ve Güneş Kontrol Kaplamalı Yalıtım Camları (6+6mmHava+6) (U:2.5-G:2.5)	U.3.11	Ahşap	PVC
2011 Öncesi- Renksiz Yalıtım Camı (4+16mmHava+4) (U:2.7-G:2.7)	U.3.12	Ahşap	PVC
2007 Sonrası- Low E Kombinasyonlu Yalıtım camı (4+9mmHava+4) (U:1.9-G:1.9)	U.3.13	Ahşap	PVC
Temperlenebilir Lox E Argon Dolgulu çift cam (U:1.1-G:1.1)	U.3.14	Ahşap	PVC
İlk camı solar Low E kaplamalı 3'lü yalıtım camı ünitesi (4+16+4+16+4) (U:0.7-G:0.7)	U.3.15	Ahşap	PVC

Tablo 5.104: Açıklıklarda malzeme değişimi Tip A yapısı sonuçları

Tip A (Yalıtımlı-Doğalgaz) (7273,76 kWh)				
Müdahale Yönleri	Üzerinde (YÖN. U)			
	 <p>Açıklık/Duvar Oranı: 15,15%</p>			
	Açıklıklardaki Malzeme Değişimleri 1 Ahşap Çerçeve (U.3.11.1)	8084 kWh +10,4%	Açıklıklardaki Malzeme Değişimleri 1 PVC çerçeve (U.3.11.2)	7675 kWh +5,5%
	Açıklıklardaki Malzeme Değişimleri 2 Ahşap Çerçeve (U.3.12.1)	7361 kWh +1,4%	Açıklıklardaki Malzeme Değişimleri 2 PVC çerçeve (U.3.12.2)	6914 kWh 4,9%
	Açıklıklardaki Malzeme Değişimleri 3 Ahşap Çerçeve (U.3.13.1)	7070 kWh 2,8%	Açıklıklardaki Malzeme Değişimleri 3 PVC çerçeve (U.3.13.2)	6714 kWh 7,7%
	Açıklıklardaki Malzeme Değişimleri 4 Ahşap Çerçeve (U.3.14.1)	6464 kWh 11,1%	Açıklıklardaki Malzeme Değişimleri 4 PVC çerçeve (U.3.14.2)	6103 kWh 16%
	Açıklıklardaki Malzeme Değişimleri 5 Ahşap Çerçeve (U.3.15.1)	6459 kWh 11,2%	Açıklıklardaki Malzeme Değişimleri 5 PVC çerçeve (U.3.15.2)	5973 kWh 18%

Tablo 5.105: Açıklıklarda malzeme değişimi Tip B yapısı sonuçları

Tip B (Yalıtımsız-Doğalgaz) (16082 kWh)			
Açıklıklardaki Malzeme Değişimleri 1 Ahşap Çerçeve (U.3.11.1)	17054 kWh +6%	Açıklıklardaki Malzeme Değişimleri 1 PVC çerçeve (U.3.11.2)	16747 kWh +4,1%
Açıklıklardaki Malzeme Değişimleri 2 Ahşap Çerçeve (U.3.12.1)	16217 kWh +0,8%	Açıklıklardaki Malzeme Değişimleri 2 PVC çerçeve (U.3.12.2)	15801 kWh 1,7%
Açıklıklardaki Malzeme Değişimleri 3 Ahşap Çerçeve (U.3.13.1)	16144 kWh +0,4%	Açıklıklardaki Malzeme Değişimleri 3 PVC çerçeve (U.3.13.2)	15837 kWh 1,5%
Açıklıklardaki Malzeme Değişimleri 4 Ahşap Çerçeve (U.3.14.1)	15646 kWh 2,7%	Açıklıklardaki Malzeme Değişimleri 4 PVC çerçeve (U.3.14.2)	15334 kWh 4,6%
Açıklıklardaki Malzeme Değişimleri 5 Ahşap Çerçeve (U.3.15.1)	15733 kWh 2,1%	Açıklıklardaki Malzeme Değişimleri 5 PVC çerçeve (U.3.15.2)	15313 kWh 4,8%

Tablo 5.106: Açıklıklarda malzeme değişimi Tip C yapısı sonuçları

Tip C (Yalıtımlı-Kömür) (8219,35 kWh)			
Açıklıklardaki Malzeme Değişimleri 1 Ahşap Çerçeve (U.3.11.1)	9078 kWh +10,4%	Açıklıklardaki Malzeme Değişimleri 1 PVC çerçeve (U.3.11.2)	8673 kWh +5,5%
Açıklıklardaki Malzeme Değişimleri 2 Ahşap Çerçeve (U.3.12.1)	8341 kWh +1,2%	Açıklıklardaki Malzeme Değişimleri 2 PVC çerçeve (U.3.12.2)	7813 kWh 4,9%
Açıklıklardaki Malzeme Değişimleri 3 Ahşap Çerçeve (U.3.13.1)	7989 kWh 2,8%	Açıklıklardaki Malzeme Değişimleri 3 PVC çerçeve (U.3.13.2)	7587 kWh 7,7%
Açıklıklardaki Malzeme Değişimleri 4 Ahşap Çerçeve (U.3.14.1)	7305 kWh 11,1%	Açıklıklardaki Malzeme Değişimleri 4 PVC çerçeve (U.3.14.2)	6896 kWh 16%
Açıklıklardaki Malzeme Değişimleri 5 Ahşap Çerçeve (U.3.15.1)	7299 kWh 11,2%	Açıklıklardaki Malzeme Değişimleri 5 PVC çerçeve (U.3.15.2)	6750 kWh 18%

Tablo 5.107: Açıklıklarda malzeme değişimi Tip D yapısı sonuçları

Tip D (Yalıtımsız-Kömür) (18172 kWh)			
Açıklıklardaki Malzeme Değişimleri 1 Ahşap Çerçeve (U.3.11.1)	19271 kWh +6%	Açıklıklardaki Malzeme Değişimleri 1 PVC çerçeve (U.3.11.2)	18924 kWh +4,1%
Açıklıklardaki Malzeme Değişimleri 2 Ahşap Çerçeve (U.3.12.1)	18325 kWh +0,8%	Açıklıklardaki Malzeme Değişimleri 2 PVC çerçeve (U.3.12.2)	17856 kWh 1,7%
Açıklıklardaki Malzeme Değişimleri 3 Ahşap Çerçeve (U.3.13.1)	18243 kWh +0,4%	Açıklıklardaki Malzeme Değişimleri 3 PVC çerçeve (U.3.13.2)	17895 kWh 1,5%
Açıklıklardaki Malzeme Değişimleri 4 Ahşap Çerçeve (U.3.14.1)	17680 kWh 2,7%	Açıklıklardaki Malzeme Değişimleri 4 PVC çerçeve (U.3.14.2)	17328 kWh 4,6%
Açıklıklardaki Malzeme Değişimleri 5 Ahşap Çerçeve (U.3.15.1)	17778 kWh 2,1%	Açıklıklardaki Malzeme Değişimleri 5 PVC çerçeve (U.3.15.2)	17304 kWh 4,8%

Tablo 5.108: U.3.11.1 stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
7682,628	8167,122	16679,16	17216,66	8681,369	9228,848	18847,45	19454,83
7895,698	8390,782	16888,89	17431,84	8922,139	9481,583	19084,44	19697,98
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
8034,057	-10,45%	17054,14	-6,04%	9078,485	-10,45%	19271,17	-6,04%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	24,69	CO ₂ /m ² :	44,99	CO ₂ /m ² :	34,47	CO ₂ /m ² :	62,51
Kazanım:	-6,79%	Kazanım:	-4,5%	Kazanım:	-4,89%	Kazanım:	-4,4%

Yapılarda mevcut durumlarında sahip oldukları pencere yerine “Isı ve Güneş Kontrol Kaplamalı Yalıtım Camları (6+6mmHava+6) (U:2.5-G:2.5)” özelliğinde cam ve ahşap çerçeve kullanılması durumu incelenmiştir. Simülasyon sonuçlarına göre Tip A ve Tip C yapılarında 10% enerji kaybı meydana gelmiştir. CO₂ değerlerinde Tip A’da 6,79% oranında artış meydana gelmiştir.

Tablo 5.109: U.3.11.2 stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
7325,445	7808,438	16375,51	16911,89	8277,753	8823,535	18504,33	19110,44
7538,746	8030,793	16576,84	17125,55	8518,783	9074,796	18731,83	19351,88
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
7675,855	-5,52%	16747,45	-4,13%	8673,717	-5,52%	18924,62	-4,13%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	23,97	CO ₂ /m ² :	44,37	CO ₂ /m ² :	33,47	CO ₂ /m ² :	61,66
Kazanım:	-3,67%	Kazanım:	-3,06%	Kazanım:	-1,85%	Kazanım:	-2,98%

İlk uygulamadaki cam tipi kullanımına devam edilerek çerçeve tipi PVC çerçeve olarak değiştirilmiştir. Simülasyon sonuçlarına göre Tip A ve Tip C yapılarının mevcut durumlarına göre 5,5% enerji kaybı meydana gelmiştir. CO₂ değerlerinde Tip A'da 3,6% oranında artış meydana gelmiştir.

Tablo 5.110: U.3.12.1 stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
6832,531	7578,713	15651,8	16453,34	7720,76	8563,946	17686,53	18592,27
7173,898	7941,779	15978,6	16785,78	8106,505	8974,21	18055,82	18967,93
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
7381,73	-1,48%	16217,38	-0,84%	8341,355	-1,48%	18325,64	-0,84%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	23,38	CO ₂ /m ² :	43,35	CO ₂ /m ² :	32,71	CO ₂ /m ² :	60,28
Kazanım:	-1,12%	Kazanım:	-0,69%	Kazanım:	0,45%	Kazanım:	-0,68%

Yapılarda mevcut durumlarında sahip oldukları pencere yerine “2011 Öncesi- Renksiz Yalıtım Camı (4+16mmHava+4) (U:2.7-G:2.7)” özelliğinde cam ve ahşap çerçeve kullanılması durumu incelenmiştir. Simülasyon sonuçlarına göre Tip A ve Tip C yapılarında 1,48% enerji kaybı meydana gelmiştir. CO₂ değerlerinde Tip A'da 1,12% oranında artış meydana gelmiştir.

Tablo 5.111: U.3.12.2 stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
6369,732	7101,48	15245,47	16029,79	7197,797	8024,672	17227,38	18113,66
6717,395	7470,955	15570,78	16361,29	7590,657	8442,179	17594,98	18488,26
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
6914,89	4,93%	15801,83	1,74%	7813,826	4,93%	17856,07	1,74%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	22,33	CO ₂ /m ² :	42,41	CO ₂ /m ² :	31,25	CO ₂ /m ² :	58,98
Kazanım:	3,41%	Kazanım:	1,48%	Kazanım:	4,89%	Kazanım:	1,48%

Bir önceki uygulamadaki cam tipi kullanımına devam edilerek çerçeve tipi PVC çerçeve olarak değiştirilmiştir. Simülasyon sonuçlarına göre Tip A ve Tip C yapılarının mevcut durumlarına göre 4,9% enerji kazanımı sağlanmıştır. CO₂ değerlerinde Tip C'de 4,9% oranında azalış meydana gelmiştir.

Tablo 5.112: U.3.13.1 stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
6641,463	7230,515	15706,39	16322,23	7504,853	8170,482	17748,23	18444,12
6901,664	7509,437	15957,04	16592,1	7798,88	8485,663	18031,46	18749,07
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
7070,77	2,79%	16144,44	0,38%	7989,97	2,79%	18243,22	0,38%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	22,74	CO ₂ /m ² :	43,14	CO ₂ /m ² :	31,79	CO ₂ /m ² :	59,99
Kazanım:	1,64%	Kazanım:	-0,2%	Kazanım:	-3,25%	Kazanım:	-0,2%

Yapılarda mevcut durumlarında sahip oldukları pencere yerine “2007 Sonrası- Low E Kombinasyonlu Yalıtım camı (4+9mmHava+4) (U:1.9-G:1.9)” özelliğinde cam ve ahşap çerçeve kullanılması durumu incelenmiştir. Simülasyon sonuçlarına göre Tip A ve Tip C yapılarında 2,8% enerji kazanımı sağlanmıştır. Ancak CO₂ değerlerinde Tip C'de 3,25% oranında artış meydana gelmiştir.

Tablo 5.113: U.3.13.2 stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
6288,79	6870,763	15399,66	16013,75	7106,332	7763,962	17401,62	18095,54
6548,306	7149,72	15649,94	16284,74	7399,586	8079,184	17684,44	18401,76
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
6714,395	7,69%	15837,03	1,52%	7587,266	7,69%	17895,84	1,52%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	22,02	CO ₂ /m ² :	42,51	CO ₂ /m ² :	30,8	CO ₂ /m ² :	59,13
Kazanım:	4,75%	Kazanım:	1,25%	Kazanım:	6,26%	Kazanım:	1,23%

Bir önceki uygulamadaki cam tipi kullanımına devam edilerek çerçeve tipi PVC çerçeve olarak değiştirilmiştir. Simülasyon sonuçlarına göre Tip A ve Tip C yapılarının mevcut durumlarına göre 7,6% enerji kazanımı sağlanmıştır. CO₂ değerlerinde Tip C'de 6,26% oranında azalış meydana gelmiştir.

Tablo 5.114: U.3.14.1 stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
6065,165	6610,861	15232,92	15815,36	6853,636	7470,273	17213,2	17871,36
6311,295	6871,401	15467,93	16069,04	7131,763	7764,683	17478,76	18158,02
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
6464,68	11,12%	15646,31	2,71%	7305,089	11,12%	17680,33	2,71 %
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	21,53	CO ₂ /m ² :	42,12	CO ₂ /m ² :	30,11	CO ₂ /m ² :	58,6
Kazanım:	6,87%	Kazanım:	2,16%	Kazanım:	8,36%	Kazanım:	2,12%

Yapılarda mevcut durumlarında sahip oldukları pencere yerine "Temperlenebilir Lox E Dolgulu çift cam (U:1.1-G:1.1)" özelliğinde cam ve ahşap çerçeve kullanılması durumu incelenmiştir. Simülasyon sonuçlarına göre Tip A ve Tip C yapılarında 7,7% enerji kazanımı sağlanmıştır. CO₂ değerlerinde Tip C'de 8,3% oranında düşüş meydana gelmiştir.

Tablo 5.115: U.3.14.2 stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
5707,142	6242,192	14922,51	15503,3	6449,07	7053,677	16862,44	17518,73
5957,278	6507,381	15157,83	15755,06	6731,724	7353,34	17128,35	17803,21
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
6103,498	16,08%	15334,68	4,64%	6896,953	16,08%	17328,18	4,64%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	20,80	CO ₂ /m ² :	41,49	CO ₂ /m ² :	29,12	CO ₂ /m ² :	57,73
Kazanım:	10,03%	Kazanım:	3,62%	Kazanım:	11,38%	Kazanım:	3,57%

Bir önceki uygulamadaki cam tipi kullanımına devam edilerek çerçeve tipi PVC çerçeve olarak değiştirilmiştir. Simülasyon sonuçlarına göre Tip A ve Tip C yapılarının mevcut durumlarına göre 11% enerji kazanımı sağlanmıştır. CO₂ değerlerinde Tip C'de 11% oranında azalış meydana gelmiştir.

Tablo 5.116: U.3.15.1 stratejisinin sonuçları

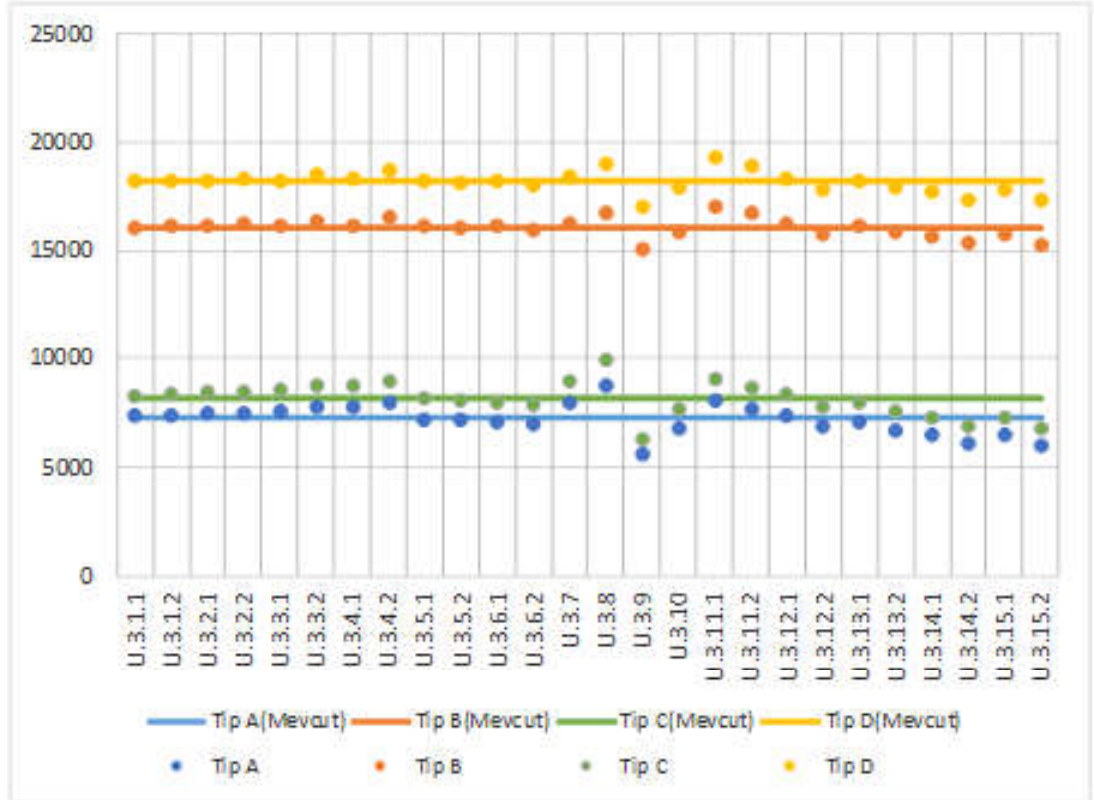
Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
6139,633	6580,995	15393,13	15882,67	6937,785	7436,524	16862,44	17518,73
6334,788	6784,063	15574,44	16082,96	7158,31	7665,992	17128,35	17803,21
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
6459,87	11,18%	15733,3	2,16%	7299,653	11,18%	17328,18	2,16%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	21,53	CO ₂ /m ² :	42,3	CO ₂ /m ² :	30,11	CO ₂ /m ² :	58,84
Kazanım:	6,87%	Kazanım:	1,74%	Kazanım:	8,36%	Kazanım:	1,72%

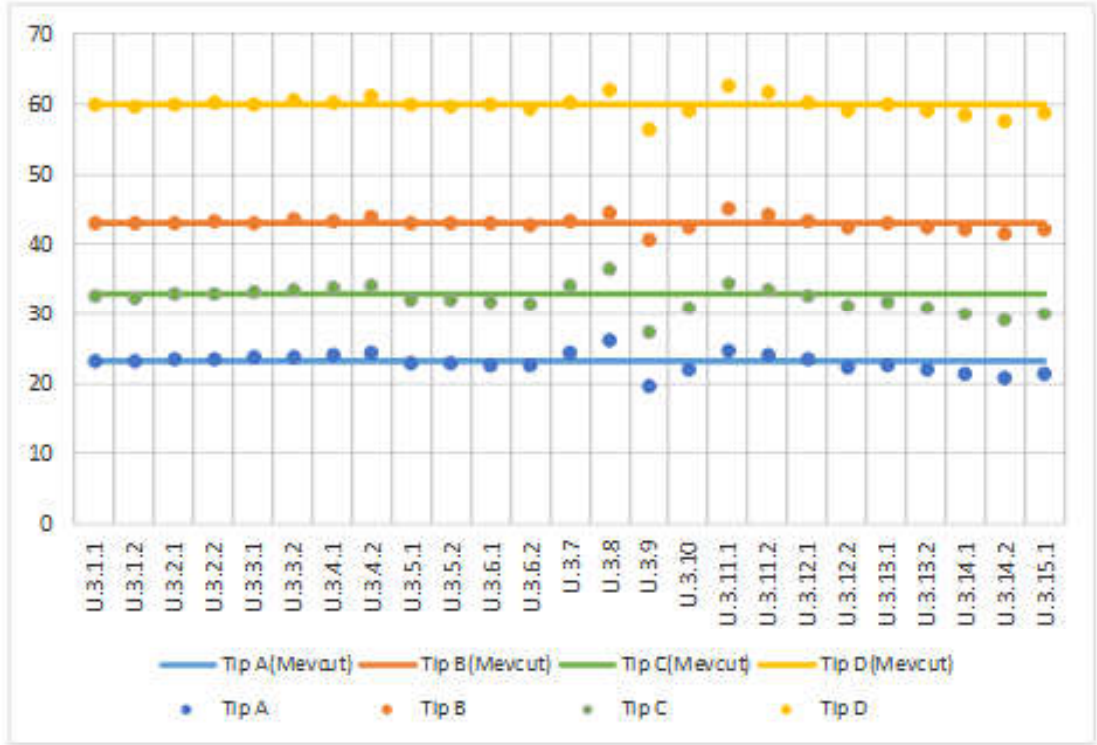
Yapılarda mevcut durumlarında sahip oldukları pencere yerine “İlk camı solar Low E kaplamalı 3'lü yalıtım camı ünitesi (4+16+4+16+4) (U:0.7-G:0.7)” özelliğinde cam ve ahşap çerçeve kullanılması durumu incelenmiştir. Simülasyon sonuçlarına göre Tip A ve Tip C yapılarında 11% enerji kazanımı sağlanmıştır. CO₂ değerlerinde Tip C'de 8,3% oranında düşüş meydana gelmiştir.

Tablo 5.117: U.3.15.2 stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
5662,5	6090,015	14976,45	15455,86	6398,625	6881,717	16923,39	17465,13
5850,579	6291,335	15158,27	15662,77	6611,155	7109,209	17128,85	17698,93
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
5973,607	17,87%	15313,34	4,78%	6750,176	17,87%	17304,07	4,78%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	20,56	CO ₂ /m ² :	41,45	CO ₂ /m ² :	28,76	CO ₂ /m ² :	57,66
Kazanım:	11,07%	Kazanım:	3,71%	Kazanım:	12,47%	Kazanım:	3,69%

Bir önceki uygulamadaki cam tipi kullanımına devam edilerek çerçeve tipi PVC çerçeve olarak değiştirilmiştir. Simülasyon sonuçlarına göre Tip A ve Tip C yapılarının mevcut durumlarına göre 17,8% enerji kazanımı sağlanmıştır. CO₂ değerlerinde Tip C'de 12,4% oranında azalış meydana gelmiştir.

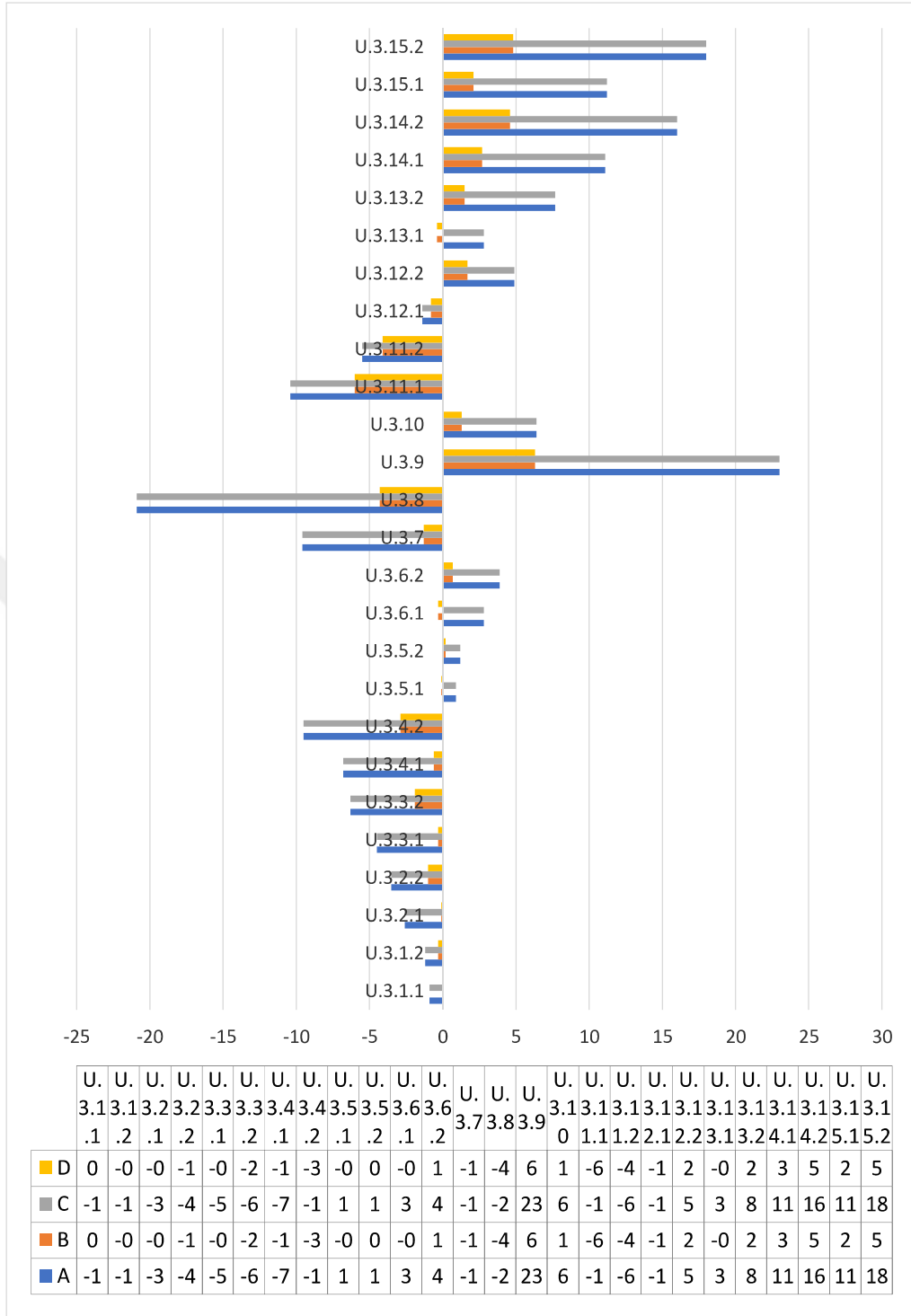
**Şekil 5.7: Açıklık uygulamaları sonucu oluşan birincil enerji kullanımları (kWh)**



Şekil 5.8: Açıklık Uygulamaları Sonucu Oluşan CO₂ Salımları (kg.CO₂/m²)

Yapılan açıklık uygulamaları simülasyonları sonucunda toplamda en düşük yıllık ısıtma enerjisi değerini sağlayan ve en düşük metre kareye düşen CO₂ salımlarında değerini sağlayan uygulama Açıklık ölçülerinin 100% oranında azaltıldığı ve tamamen mevcut malzeme ile kapatıldığı U.3.9 stratejisidir. Bu uygulama sonucunda mevcut hali yalıtımlı olan Tip A ve Tip C yapılarında 23% oranında, mevcut hali yalıtımsız olan Tip B ve Tip D uygulamalarında 6,3% oranında ilk hallerindeki enerji kullanım verilerine göre kazanım sağlanmıştır. Açıklık ölçülerinin tamamen kapatılması bir iyileştirme stratejisi amacıyla olmamakla birlikte açıklık ölçülendirilmesinde gelişim istikametinin yönü için simülasyon dizinine dahil edilmiştir.

En enerji verimi düşük veriler U.3.8 stratejisi sonucu ölçülmüştür. Tip A ve Tip C'nin mevcuttaki hallerinden 21% dolaylarında daha fazla enerji harcandığı gözlemlenmiştir. Bu uygulamada Tip B ve Tip D gibi mevcut hali yalıtımsız yapıların enerji kayıp değerleri 4,3% dolaylarındadır.






Şekil 5.9: Açıklık Uygulamalarının Mevcut Duruma Göre Birincil Enerji Kazanımları (%)

5.4 DÖŞEME VE TAVANLARDAKİ İYİLEŞTİRME TÜRLERİ


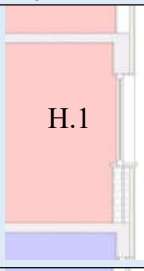
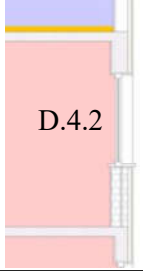
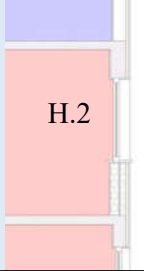






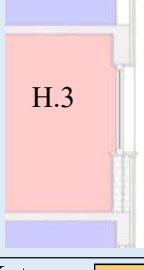

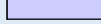

Bu bölümde yapının dış çeperindeki ısı köprüleri, alt ve üst katlardaki ısıtılmayan hacimlerin inceleme yapılacak dairelere etkileri incelenmiştir. Ara kat dairelerin toprak zemin ve çatı katları ile ısıl ileişimleri olmadığı için arak kat döşemelerini o dairenin bir dış kabuğu görevi görebileceği durumlar incelenmiştir.

Tüm uygulamalarda 6 cm XPS (L:0.040- 10.03.02.01.03- Ekstrüde polistiren köpük- TS EN 11989 EN 13164 'e uygun; Isıl iletkenlik grupları 040 - Ekstrüde polistren köpük (XPS) levhalar- Sentetik köpük malzemeler) uygulaması yapılmıştır. Stratejiler arasında sadece uygulama yerleri değişiklik göstermiştir.

Tablo 5.118: Daire içinden yalıtım uygulama şeması

	Tavan	Zemin	Tavan ve Zemin	Hiçbirinde	
Alt kat ısıtılmıyor ise tavan-döşeme yalıtımı	-	İ.4.1	-	H.1	
Üst kat ısıtılmıyor ise tavan-döşeme yalıtımı	İ.4.2	-	-	H.2	
Alt ve üst kat ısıtılıyor ise tavan-döşeme yalıtımı	İ.4.3	İ.4.4	İ.4.5	Mevcut Durum	
Alt ve üst kat ısıtılmıyor ise tavan-döşeme yalıtımı	İ.4.6	İ.4.7	İ.4.8	H.3	
Isıtılan hacim:		Isıtılmayan Hacim:		Yalıtım Katmanı:	

Tablo 5.119: Daire dışından yalıtım uygulama şeması

	Tavan	Zemin	Tavan ve Zemin	Hiçbirinde	
Alt kat ısıtılmıyor ise tavan-döşeme yalıtımı	-		-		
Üst kat ısıtılmıyor ise tavan-döşeme yalıtımı		-	-		
Alt ve üst kat ısıtılıyor ise tavan-döşeme yalıtımı				Mevcut Durum	
Alt ve üst kat ısıtılmıyor ise tavan-döşeme yalıtımı					
Isıtılan hacim:		Isıtılmayan Hacim:		Yalıtım Katmanı:	

Tablo 5.120: Tip A için döşeme uygulamaları toplu sonuçları

Tip A (Yalıtımlı-Doğalgaz) (7273 kWh)			
Daire içinden		Daire dışından	
Alt kat ısıtılmıyor ise zemin yalıtımı (İ.4.1)	17718 kWh -143%	Alt kat ısıtılmıyor ise zemin yalıtımı (D.4.1)	14906 kWh -104%
Alt kat ısıtılmıyor ise tavan ve zemin yalıtımı olmaması (H.1)	27657 kWh -280%	Alt kat ısıtılmıyor ise tavan ve zemin yalıtımı olmaması (H.1)	27657 kWh -280%
Üst kat ısıtılmıyor ise tavan yalıtımı (İ.4.2)	13550 kWh -86%	Üst kat ısıtılmıyor ise tavan yalıtımı (D.4.2)	13604 kWh -87%
Üst kat ısıtılmıyor ise tavan ve zemin yalıtımı olmaması (H.2)	27657 kWh -280%	Üst kat ısıtılmıyor ise tavan ve zemin yalıtımı olmaması (H.2)	27657 kWh -280%
Alt ve üst kat ısıtılıyor ise tavan yalıtımı (İ.4.3)	7301 kWh -0,4%	Alt ve üst kat ısıtılıyor ise tavan yalıtımı (D.4.3)	7301 kWh -0,4%
Alt ve üst kat ısıtılıyor ise zemin yalıtımı (İ.4.4)	7244 kWh 0,4%	Alt ve üst kat ısıtılıyor ise zemin yalıtımı (D.4.4)	7216 kWh 0,8%
Alt ve üst kat ısıtılıyor ise tavan ve zemin yalıtımı (İ.4.5)	7244 kWh 0,4%	Alt ve üst kat ısıtılıyor ise tavan ve zemin yalıtımı (D.4.5)	7216 kWh 0,8%
Alt ve üst kat ısıtılmıyor ise tavan yalıtımı (İ.4.6)	32768 kWh -350%	Alt ve üst kat ısıtılmıyor ise tavan yalıtımı (D.4.6)	32806 kWh -351%
Alt ve üst kat ısıtılmıyor ise zemin yalıtımı (İ.4.7)	32750 kWh -350%	Alt ve üst kat ısıtılmıyor ise zemin yalıtımı (D.4.7)	32684 kWh -349%
Alt ve üst kat ısıtılmıyor ise tavan ve zemin yalıtımı (İ.4.8)	19278 kWh -165%	Alt ve üst kat ısıtılmıyor ise tavan ve zemin yalıtımı (D.4.8)	19251 kWh -164%
Alt ve üst kat ısıtılmıyor ise tavan ve zemin yalıtımı olmaması (H.3)	42427 kWh -483%	Alt ve üst kat ısıtılmıyor ise tavan ve zemin yalıtımı olmaması (H.3)	42427 kWh -483%

Tablo 5.121: Tip B için döşeme uygulamaları toplu sonuçları

Tip B (Yalıtımsız-Doğalgaz) (16082 kWh)			
Daire içinden		Daire dışından	
Alt kat ısıtılmıyor ise zemin yalıtımı (İ.4.1)	21462 kWh -33%	Alt kat ısıtılmıyor ise zemin yalıtımı (D.4.1)	21385 kWh -32%
Alt kat ısıtılmıyor ise tavan ve zemin yalıtımı olmaması (H.1)	34156 kWh -112%	Alt kat ısıtılmıyor ise tavan ve zemin yalıtımı olmaması (H.1)	34156 kWh -112%
Üst kat ısıtılmıyor ise tavan yalıtımı (İ.4.2)	21471 kWh -33%	Üst kat ısıtılmıyor ise tavan yalıtımı (D.4.2)	21519 kWh -33%
Üst kat ısıtılmıyor ise tavan ve zemin yalıtımı olmaması (H.2)	34156 kWh -112%	Üst kat ısıtılmıyor ise tavan ve zemin yalıtımı olmaması (H.2)	34156 kWh -112%
Alt ve üst kat ısıtılıyor ise tavan yalıtımı (İ.4.3)	15910 kWh 1%	Alt ve üst kat ısıtılıyor ise tavan yalıtımı (D.4.3)	15910 kWh 1%
Alt ve üst kat ısıtılıyor ise zemin yalıtımı (İ.4.4)	15851 kWh 1,4%	Alt ve üst kat ısıtılıyor ise zemin yalıtımı (D.4.4)	15823 kWh 1,6%
Alt ve üst kat ısıtılıyor ise tavan ve zemin yalıtımı (İ.4.5)	15851 kWh 1,4%	Alt ve üst kat ısıtılıyor ise tavan ve zemin yalıtımı (D.4.5)	15517 kWh 3,5%
Alt ve üst kat ısıtılmıyor ise tavan yalıtımı (İ.4.6)	38642 kWh -140%	Alt ve üst kat ısıtılmıyor ise tavan yalıtımı (D.4.6)	38677 kWh -140%
Alt ve üst kat ısıtılmıyor ise zemin yalıtımı (İ.4.7)	38642 kWh -140%	Alt ve üst kat ısıtılmıyor ise zemin yalıtımı (D.4.7)	38556 kWh -139%
Alt ve üst kat ısıtılmıyor ise tavan ve zemin yalıtımı (İ.4.8)	26473 kWh -64%	Alt ve üst kat ısıtılmıyor ise tavan ve zemin yalıtımı (D.4.8)	26445 kWh -64%
Alt ve üst kat ısıtılmıyor ise tavan ve zemin yalıtımı olmaması (H.3)	47598 kWh -195%	Alt ve üst kat ısıtılmıyor ise tavan ve zemin yalıtımı olmaması (H.3)	47598 kWh -195%

Tablo 5.122: Tip C için döşeme uygulamaları toplu sonuçları

Tip C (Yalıtımlı-Kömür) (8219 kWh)			
Daire içinden		Daire dışından	
Alt kat ısıtılmıyor ise zemin yalıtımı (İ.4.1)	20022 kWh -143%	Alt kat ısıtılmıyor ise zemin yalıtımı (D.4.1)	16844 kWh -104%
Alt kat ısıtılmıyor ise tavan ve zemin yalıtımı olmaması (H.1)	31252 kWh -280%	Alt kat ısıtılmıyor ise tavan ve zemin yalıtımı olmaması (H.1)	31252 kWh -280%
Üst kat ısıtılmıyor ise tavan yalıtımı (İ.4.2)	15311 kWh -86%	Üst kat ısıtılmıyor ise tavan yalıtımı (D.4.2)	15373 kWh -87%
Üst kat ısıtılmıyor ise tavan ve zemin yalıtımı olmaması (H.2)	31252 kWh -280%	Üst kat ısıtılmıyor ise tavan ve zemin yalıtımı olmaması (H.2)	31252 kWh -280%
Alt ve üst kat ısıtılıyor ise tavan yalıtımı (İ.4.3)	8250 kWh -0,4%	Alt ve üst kat ısıtılıyor ise tavan yalıtımı (D.4.3)	8250 kWh -0,4%
Alt ve üst kat ısıtılıyor ise zemin yalıtımı (İ.4.4)	8186 kWh 0,4%	Alt ve üst kat ısıtılıyor ise zemin yalıtımı (D.4.4)	8154 kWh 0,8%
Alt ve üst kat ısıtılıyor ise tavan ve zemin yalıtımı (İ.4.5)	8186 kWh 0,4%	Alt ve üst kat ısıtılıyor ise tavan ve zemin yalıtımı (D.4.5)	8154 kWh 0,8%
Alt ve üst kat ısıtılmıyor ise tavan yalıtımı (İ.4.6)	37027 kWh -350%	Alt ve üst kat ısıtılmıyor ise tavan yalıtımı (D.4.6)	37071 kWh -351%
Alt ve üst kat ısıtılmıyor ise zemin yalıtımı (İ.4.7)	37008 kWh -350%	Alt ve üst kat ısıtılmıyor ise zemin yalıtımı (D.4.7)	36933 kWh -349%
Alt ve üst kat ısıtılmıyor ise tavan ve zemin yalıtımı (İ.4.8)	21785 kWh -165%	Alt ve üst kat ısıtılmıyor ise tavan ve zemin yalıtımı (D.4.8)	21754 kWh -164%
Alt ve üst kat ısıtılmıyor ise tavan ve zemin yalıtımı olmaması (H.3)	47943 kWh -483%	Alt ve üst kat ısıtılmıyor ise tavan ve zemin yalıtımı olmaması (H.3)	47943 kWh -483%

Tablo 5.123: Tip D için döşeme uygulamaları toplu sonuçları

Tip D (Yalıtımsız-Kömür) (18171 kWh)			
Daire içinden		Daire dışından	
Alt kat ısıtılmıyor ise zemin yalıtımı (İ.4.1)	24252 kWh -33%	Alt kat ısıtılmıyor ise zemin yalıtımı (D.4.1)	24165 kWh -32%
Alt kat ısıtılmıyor ise tavan ve zemin yalıtımı olmaması (H.1)	38596 kWh -112%	Alt kat ısıtılmıyor ise tavan ve zemin yalıtımı olmaması (H.1)	38596 kWh -112%
Üst kat ısıtılmıyor ise tavan yalıtımı (İ.4.2)	24262 kWh -33%	Üst kat ısıtılmıyor ise tavan yalıtımı (D.4.2)	24317 kWh -33%
Üst kat ısıtılmıyor ise tavan ve zemin yalıtımı olmaması (H.2)	38596 kWh -112%	Üst kat ısıtılmıyor ise tavan ve zemin yalıtımı olmaması (H.2)	38596 kWh -112%
Alt ve üst kat ısıtılıyor ise tavan yalıtımı (İ.4.3)	17978 kWh 1%	Alt ve üst kat ısıtılıyor ise tavan yalıtımı (D.4.3)	17978 kWh 1%
Alt ve üst kat ısıtılıyor ise zemin yalıtımı (İ.4.4)	17912 kWh 1,4%	Alt ve üst kat ısıtılıyor ise zemin yalıtımı (D.4.4)	17880 kWh 1,6%
Alt ve üst kat ısıtılıyor ise tavan ve zemin yalıtımı (İ.4.5)	17912 kWh 1,4%	Alt ve üst kat ısıtılıyor ise tavan ve zemin yalıtımı (D.4.5)	17534 kWh 3,5%
Alt ve üst kat ısıtılmıyor ise tavan yalıtımı (İ.4.6)	43665 kWh -140%	Alt ve üst kat ısıtılmıyor ise tavan yalıtımı (D.4.6)	43705 kWh -140%
Alt ve üst kat ısıtılmıyor ise zemin yalıtımı (İ.4.7)	43640 kWh -140%	Alt ve üst kat ısıtılmıyor ise zemin yalıtımı (D.4.7)	43569 kWh -139%
Alt ve üst kat ısıtılmıyor ise tavan ve zemin yalıtımı (İ.4.8)	29915 kWh -64%	Alt ve üst kat ısıtılmıyor ise tavan ve zemin yalıtımı (D.4.8)	29883 kWh -64%
Alt ve üst kat ısıtılmıyor ise tavan ve zemin yalıtımı olmaması (H.3)	53785 kWh -195%	Alt ve üst kat ısıtılmıyor ise tavan ve zemin yalıtımı olmaması (H.3)	53786 kWh -195%

Tablo 5.124: İ.4.1 stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
16987,22	18054,03	20720	21827,5	19195,56	20401,05	23413,6	24665,07
17365,42	18467,97	21087,54	22213,12	19622,93	20868,81	23828,92	25100,82
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
17718,66	-143%	21462,04	-33%	20022,09	-143%	24252,11	-33%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	42,43	CO ₂ /m ² :	52,08	CO ₂ /m ² :	59,23	CO ₂ /m ² :	72,55
Kazanım:	-83,52%	Kazanım:	-20,97%	Kazanım:	-80,24%	Kazanım:	-21,17%

İlk senaryoda alt katın ısıtılmadığı ve alt kat ile incelenen daire arasındaki döşemeye daire içerisinden yalıtım yapıldığı kabul edilmiştir. Bu durum sonucunda mevcut duruma göre Tip A ve Tip C yapılarında 143% oranında enerji kaybı meydana gelmiştir. Tip B ve Tip D yapılarında ise enerji kaybı 33% seviyesinde kalmıştır. Ayrıca CO₂ salımlarında da Tip A ve Tip C yapılarında 80% oranında artış meydana gelmiştir.

Tablo 5.125: D.4.1 stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
14558,15	15077,18	20644,04	21751,47	16450,71	17037,22	23327,77	24579,16
14731,72	15258,67	21010,03	22137,14	16646,85	17242,3	23741,34	25014,97
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
14906,43	-104%	21385,67	-32%	16844,27	-104%	24165,81	-32%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	34,09	CO ₂ /m ² :	52,05	CO ₂ /m ² :	47,65	CO ₂ /m ² :	72,52
Kazanım:	-47,44%	Kazanım:	-20,9%	Kazanım:	-45%	Kazanım:	-21,12%

D.4.1 senaryosunda alt katın ısıtılmadığı ve alt kat ile incelenen daire arasındaki döşemeye daire dışından yalıtım yapıldığı kabul edilmiştir. Bu durum sonucunda mevcut duruma göre Tip A ve Tip C yapılarında 104% oranında enerji kaybı meydana gelmiştir. Tip B ve Tip D yapılarında ise enerji kaybı 32% seviyesinde kalmıştır. Ayrıca CO₂ salımlarında da Tip A ve Tip C yapılarında 46% oranında artış meydana gelmiştir.

Tablo 5.126: H.1 stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
26945,24	28012,65	33474,19	34515,52	30448,12	31654,3	37825,83	39002,53
27294,14	28376,08	33794,47	34840,58	30842,38	32064,97	38187,75	39369,85
Kuzeydoğu		Kuzeybatı		Kuzeydoğu		Kuzeybatı	
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
27657,03	-280%	34156,19	-112%	31252,44	-280%	38596,49	-112%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	38,75	CO ₂ /m ² :	56,59	CO ₂ /m ² :	54,03	CO ₂ /m ² :	78,73
Kazanım:	-67,60%	Kazanım:	-31,45%	Kazanım:	-64,42%	Kazanım:	-31,50%

H.1 durumunda ise alt katın ısıtılmadığı ve alt kat ile incelenen daire arasındaki döşemeye hiçbir yalıtımın olmadığı kabul edilmiştir. Bu durum sonucunda Tip A ve Tip C yapılarında 280% oranında enerji kaybı meydana gelmiştir. Tip B ve Tip D yapılarında ise enerji kaybı 112% seviyesinde kalmıştır. Ayrıca CO₂ salımlarında da Tip A ve Tip C yapılarında 65% oranında artış meydana gelmiştir.

Tablo 5.127: İ.4.2 stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
12826,52	13876,92	20728,82	21836,85	14493,97	15680,92	23423,56	24675,64
13225,22	14272,27	21096,66	22222,78	14944,5	16127,66	23839,22	25111,74
Kuzeydoğu		Kuzeybatı		Kuzeydoğu		Kuzeybatı	
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
13550,23	-86%	21471,28	-33%	15311,76	-86%	24262,54	-33%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	32,96	CO ₂ /m ² :	51,73	CO ₂ /m ² :	46,08	CO ₂ /m ² :	72,2
Kazanım:	-42,56%	Kazanım:	-20,16%	Kazanım:	-40,23%	Kazanım:	-20,59%

İ.4.2 senaryosunda üst katın ısıtılmadığı ve üst kat ile incelenen daire arasındaki döşemeye daire içerisinden yalıtım yapıldığı kabul edilmiştir. Bu durum sonucunda mevcut duruma göre Tip A ve Tip C yapılarında 86% oranında enerji kaybı meydana gelmiştir. Tip B ve Tip D yapılarında ise enerji kaybı 33% seviyesinde kalmıştır. Ayrıca CO₂ salımlarında da Tip A ve Tip C yapılarında 40% oranında artış meydana gelmiştir.

Tablo 5.128: D.4.2 stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
12881,99	13930,52	20776,51	21884,41	14556,64	15741,49	23477,46	24729,39
13278,85	14327,44	21144,17	22273,12	15005,1	16190	23892,91	25168,63
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
13604,7	-87%	21519,55	-33%	15373,31	-87%	24317,1	-33%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	32,98	CO ₂ /m ² :	51,74	CO ₂ /m ² :	46,1	CO ₂ /m ² :	72,2
Kazanım:	-42,64%	Kazanım:	-20,18%	Kazanım:	-40,29%	Kazanım:	-20,59%

D.4.2 senaryosunda üst katın ısıtılmadığı ve üst kat ile incelenen daire arasındaki döşemeye daire dışından yalıtım yapıldığı kabul edilmiştir. Bu durum sonucunda mevcut duruma göre Tip A ve Tip C yapılarında 87% oranında enerji kaybı meydana gelmiştir. Tip B ve Tip D yapılarında ise enerji kaybı 33% seviyesinde kalmıştır. Ayrıca CO₂ salımlarında da Tip A ve Tip C yapılarında 41% oranında artış meydana gelmiştir.

Tablo 5.129: H.2 stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
26945,24	28012,65	33474,19	34515,52	30448,12	31654,3	37825,83	39002,53
27294,14	28376,08	33794,47	34840,58	30842,38	32064,97	38187,75	39369,85
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
27657,03	-280%	34156,19	-112%	31252,44	-280%	38596,49	-112%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	38,73	CO ₂ /m ² :	56,58	CO ₂ /m ² :	54,01	CO ₂ /m ² :	78,72
Kazanım:	-67,51%	Kazanım:	-31,42%	Kazanım:	-64,36%	Kazanım:	-31,48%

H.2 senaryosunda ise üst katın ısıtılmadığı ve üst kat ile incelenen daire arasındaki döşemeye hiçbir yalıtımın olmadığı kabul edilmiştir. Bu durum sonucunda Tip A ve Tip C yapılarında 280% oranında enerji kaybı meydana gelmiştir. Tip B ve Tip D yapılarında ise enerji kaybı 112% seviyesinde kalmıştır. Ayrıca CO₂ salımlarında da Tip A ve Tip C yapılarında yaklaşık 65% oranında artış meydana gelmiştir.

Tablo 5.130: İ.4.3 stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
6564,283	7613,05	15174,76	16254,77	7417,639	8602,746	17147,48	18367,89
6977,765	8051,606	15560,25	16651,87	7884,874	9098,315	17583,08	18816,61
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
7301,676	-0,38%	15910,41	1,06%	8250,894	-0,38%	17978,77	1,06%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	23,11	CO ₂ /m ² :	42,58	CO ₂ /m ² :	32,35	CO ₂ /m ² :	59,52
Kazanım:	0,043%	Kazanım:	1,091%	Kazanım:	1,55%	Kazanım:	0,58%

İ.4.3 senaryosunda tüm dairelerin ısıtıldığı ve üst kat ile incelenen daire arasındaki döşemeye daire içinden yalıtım yapıldığı kabul edilmiştir. Bu durum sonucunda Tip A ve Tip C yapılarında 0.3% oranında küçük bir enerji değişimi meydana gelmiştir. Tip B ve Tip D gibi dış yalıtımı olmayan yapılarda ise 1% seviyesinde enerji kazanımı ölçülmüştür. Ayrıca CO₂ salımlarında da en yüksek kazanım Tip C yapılarında yaklaşık 1,5% oranında tespit edilmiştir.

Tablo 5.131: D.4.3 stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
6564,283	7613,05	15174,76	16254,77	7417,639	8602,746	17147,48	18367,89
6977,765	8051,606	15560,25	16651,87	7884,874	9098,315	17583,08	18816,61
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
7301,676	-0,38%	15910,41	1,06%	8250,894	-0,38%	17978,77	1,06%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	23,12	CO ₂ /m ² :	42,59	CO ₂ /m ² :	32,36	CO ₂ /m ² :	59,24
Kazanım:	0	Kazanım:	1,06%	Kazanım:	1,52%	Kazanım:	1,05%

D.4.3 senaryosunda tüm dairelerin ısıtıldığı ve üst kat ile incelenen daire arasındaki döşemeye daire dışından yalıtım yapıldığı kabul edilmiştir. Bu durum sonucunda Tip A ve Tip C yapılarında 0.3% oranında küçük bir enerji değişimi meydana gelmiştir. Tip B ve Tip D gibi dış yalıtımı olmayan yapılarda ise 1% seviyesinde enerji kazanımı ölçülmüştür. Ayrıca CO₂ salımlarında da en yüksek kazanım Tip C yapılarında yaklaşık 1,5% oranında tespit edilmiştir.

Tablo 5.132: İ.4.4 stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
6505,464	7556,819	15116,13	16195,91	7351,175	8539,205	17081,23	18301,38
6921,601	7993,785	15501,84	16593,02	7821,409	9032,977	17517,08	18750,11
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
7244,417	0,4%	15851,72	1,43%	8186,192	0,40%	17912,45	1,43%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	23,12	CO ₂ /m ² :	42,59	CO ₂ /m ² :	32,36	CO ₂ /m ² :	59,24
Kazanım:	0	Kazanım:	1,06%	Kazanım:	1,52%	Kazanım:	1,05%

İ.4.4 senaryosunda tüm dairelerin ısıtıldığı ve alt kat ile incelenen daire arasındaki döşemeye daire içinden yalıtım yapıldığı kabul edilmiştir. Bu durum sonucunda Tip A ve Tip C yapılarında 0.4% oranında küçük bir enerji değişimi meydana gelmiştir. Tip B ve Tip D gibi dış yalıtımı olmayan yapılarda ise 1.4% seviyesinde enerji kazanımı ölçülmüştür. Ayrıca CO₂ salımlarında da en yüksek kazanım Tip C yapılarında yaklaşık 1,5% oranında tespit edilmiştir.

Tablo 5.133: D.4.4 stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
6475,91	7528,196	15088,08	16167,65	7317,779	8506,862	17049,53	18269,45
6894,367	7966,08	15473,71	16564,68	7790,635	9001,671	17485,29	18718,09
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
7216,138	0,79%	15823,53	1,6%	8154,236	0,79%	17880,59	1,6%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	23,11	CO ₂ /m ² :	42,58	CO ₂ /m ² :	32,35	CO ₂ /m ² :	59,23
Kazanım:	0,043%	Kazanım:	1,091%	Kazanım:	1,55%	Kazanım:	1,068%

D.4.4 senaryosunda tüm dairelerin ısıtıldığı ve alt kat ile incelenen daire arasındaki döşemeye daire dışından yalıtım yapıldığı kabul edilmiştir. Bu durum sonucunda Tip A ve Tip C yapılarında 0.8% oranında küçük bir enerji değişimi meydana gelmiştir. Tip B ve Tip D gibi dış yalıtımı olmayan yapılarda ise 1.6% seviyesinde enerji kazanımı ölçülmüştür. Ayrıca CO₂ salımlarında da en yüksek kazanım Tip C yapılarında yaklaşık 1,5% oranında tespit edilmiştir.

Tablo 5.134: İ.4.5 stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
6505,473	7556,911	15116,14	16195,93	7351,182	8539,214	17081,29	18301,53
6921,644	7993,852	15501,87	16593,12	7821,433	9032,984	17517,15	18750,21
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
7244,699	0,4%	15851,87	1,43%	8186,192	0,40%	17912,51	1,43%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	23,1	CO ₂ /m ² :	42,57	CO ₂ /m ² :	32,33	CO ₂ /m ² :	59,21
Kazanım:	0,086%	Kazanım:	1,11%	Kazanım:	1,61%	Kazanım:	1,1%

İ.4.5 senaryosunda tüm dairelerin ısıtıldığı, hem alt hem üst kat ile incelenen daire arasındaki döşemeye daire içinden yalıtım yapıldığı kabul edilmiştir. Bu durum sonucunda Tip A ve Tip C yapılarında 0.4% oranında küçük bir enerji değişimi meydana gelmiştir. Tip B ve Tip D gibi dış yalıtımı olmayan yapılarda ise 1.4% seviyesinde enerji kazanımı ölçülmüştür. Ayrıca CO₂ salımlarında da en yüksek kazanım Tip C yapılarında yaklaşık 1,6% oranında tespit edilmiştir.

Tablo 5.135: D.4.5 stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
6475,87	7528,187	15338,94	15088,08	7317,774	8506,858	17333	17049,53
6894,343	7966,05	16167,65	15473,71	7790,63	9001,669	18269,45	17485,29
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
7216,134	0,79%	15517,09	3,51%	8154,233	0,79%	17534,32	3,51%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	23,1	CO ₂ /m ² :	42,57	CO ₂ /m ² :	32,33	CO ₂ /m ² :	59,21
Kazanım:	0,086%	Kazanım:	1,11%	Kazanım:	1,61%	Kazanım:	1,1%

D.4.5 senaryosunda tüm dairelerin ısıtıldığı, hem alt hem üst kat ile incelenen daire arasındaki döşemeye daire dışından yalıtım yapıldığı kabul edilmiştir. Bu durum sonucunda Tip A ve Tip C yapılarında 0.8% oranında bir enerji değişimi meydana gelmiştir. Tip B ve Tip D gibi dış yalıtımı olmayan yapılarda ise 3,5% seviyesinde enerji kazanımı ölçülmüştür. Ayrıca CO₂ salımlarında da en yüksek kazanım Tip C yapılarında yaklaşık 1,6% oranında tespit edilmiştir.

Tablo 5.136: İ.4.6 stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
32098,85	33114,96	38005,05	38999,03	36271,7	37419,91	42945,71	44068,91
32420,44	33437,81	38288,1	39277,41	36635,1	37784,72	43265,56	44383,48
Kuzeydoğu		Kuzeybatı		Kuzeydoğu		Kuzeybatı	
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
32768,01	-350%	38642,4	-140%	37027,86	-350%	43665,91	-140%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	50,36	CO ₂ /m ² :	67,75	CO ₂ /m ² :	70,1	CO ₂ /m ² :	94,16
Kazanım:	-117,8%	Kazanım:	-57,37%	Kazanım:	-113,3%	Kazanım:	-57,27%

İ.4.6 senaryosunda altta ve üstte olan dairelerin ısıtılmadığı ve üst kat ile incelenen daire arasındaki döşemeye daire içinden yalıtım yapıldığı kabul edilmiştir. Bu durum sonucunda Tip A ve Tip C yapılarında 350% oranında enerji kaybı meydana gelmiştir. Tip B ve Tip D yapılarında ise 140% seviyesinde enerji kaybı ölçülmüştür. Ayrıca CO₂ salımlarında da en yüksek kayıp Tip A ve Tip C yapılarında yaklaşık 115% oranında tespit edilmiştir.

Tablo 5.137: D.4.8 stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
32137,58	33153,37	38040,35	39033,96	36315,47	37463,3	42985,59	44108,38
32458,91	33475,91	38323,12	39312,07	36678,57	37827,78	43305,12	44422,64
Kuzeydoğu		Kuzeybatı		Kuzeydoğu		Kuzeybatı	
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
32806,44	-351%	38677,37	-140%	37071,28	-351%	43705,43	-140%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	50,37	CO ₂ /m ² :	67,76	CO ₂ /m ² :	70,12	CO ₂ /m ² :	94,18
Kazanım:	-117,8%	Kazanım:	-57,39%	Kazanım:	-113,3%	Kazanım:	-57,3%

D.4.6 senaryosunda altta ve üstte olan dairelerin ısıtılmadığı ve üst kat ile incelenen daire arasındaki döşemeye daire dışından yalıtım yapıldığı kabul edilmiştir. Bu durum sonucunda Tip A ve Tip C yapılarında 351% oranında enerji kaybı meydana gelmiştir. Tip B ve Tip D yapılarında ise 140% seviyesinde enerji kaybı ölçülmüştür. Ayrıca CO₂ salımlarında da en yüksek kayıp Tip A ve Tip C yapılarında yaklaşık 115% oranında tespit edilmiştir.

Tablo 5.138: İ.4.7 stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
32082,2	33097,84	37983,25	38976,79	36252,88	37400,56	42921,08	44043,77
32403,43	33420,32	38265,95	39254,81	36615,88	37764,96	43240,53	44357,94
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
32750,95	-350%	38620,2	-140%	37008,57	-350%	43640,83	-140%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	50,35	CO ₂ /m ² :	67,73	CO ₂ /m ² :	70,1	CO ₂ /m ² :	94,14
Kazanım:	-117,7%	Kazanım:	-57,32%	Kazanım:	-113,3%	Kazanım:	-57,24%

İ.4.7 senaryosunda altta ve üstte olan dairelerin ısıtılmadığı ve alt kat ile incelenen daire arasındaki döşemeye daire içinden yalıtım yapıldığı kabul edilmiştir. Bu durum sonucunda Tip A ve Tip C yapılarında 350% oranında enerji kaybı meydana gelmiştir. Tip B ve Tip D yapılarında ise 140% seviyesinde enerji kaybı ölçülmüştür. Ayrıca CO₂ salımlarında da en yüksek kayıp Tip A ve Tip C yapılarında yaklaşık 115% oranında tespit edilmiştir.

Tablo 5.139: D.4.7 stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
32015,76	33031,68	37919,41	38913,28	36177,81	37325,8	42848,93	43972
32337,22	33354,42	38202,36	39191,52	36541,05	37690,49	43168,67	44286,41
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
32684,77	-349%	38556,64	-139%	36933,79	-349%	43569	-139%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	50,33	CO ₂ /m ² :	67,71	CO ₂ /m ² :	70,06	CO ₂ /m ² :	94,11
Kazanım:	-117,6%	Kazanım:	-57,28%	Kazanım:	-113,2%	Kazanım:	-57,19%

D.4.7 senaryosunda altta ve üstte olan dairelerin ısıtılmadığı ve alt kat ile incelenen daire arasındaki döşemeye daire dışından yalıtım yapıldığı kabul edilmiştir. Bu durum sonucunda Tip A ve Tip C yapılarında 349% oranında enerji kaybı meydana gelmiştir. Tip B ve Tip D yapılarında ise 139% seviyesinde enerji kaybı ölçülmüştür. Ayrıca CO₂ salımlarında da en yüksek kayıp Tip A ve Tip C yapılarında yaklaşık 115% oranında tespit edilmiştir.

Tablo 5.140: İ.4.8 stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
18559,36	19621,82	25747,24	26840,7	20972,08	22172,66	29094,39	30329,99
18923,27	20011,47	26091,36	27216,64	21383,29	22612,96	29483,24	30754,81
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
19278,98	-165%	26473,99	-64%	21785,25	-165%	29915,61	-64%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	45,39	CO ₂ /m ² :	63,26	CO ₂ /m ² :	63,16	CO ₂ /m ² :	88,02
Kazanım:	-96,32%	Kazanım:	-46,94%	Kazanım:	-92,20%	Kazanım:	-47,01%

İ.4.8 senaryosunda altta ve üstte olan dairelerin ısıtılmadığı hem alt hem üst kat ile incelenen daire arasındaki döşemeye daire içinden yalıtım yapıldığı kabul edilmiştir. Bu durum sonucunda Tip A ve Tip C yapılarında 165% oranında enerji kaybı meydana gelmiştir. Tip B ve Tip D yapılarında ise 64% seviyesinde enerji kaybı ölçülmüştür. Ayrıca CO₂ salımlarında da en yüksek kayıp Tip A ve Tip C yapılarında yaklaşık 95% oranında tespit edilmiştir.

Tablo 5.141: D.4.8 stratejisinin sonuçları

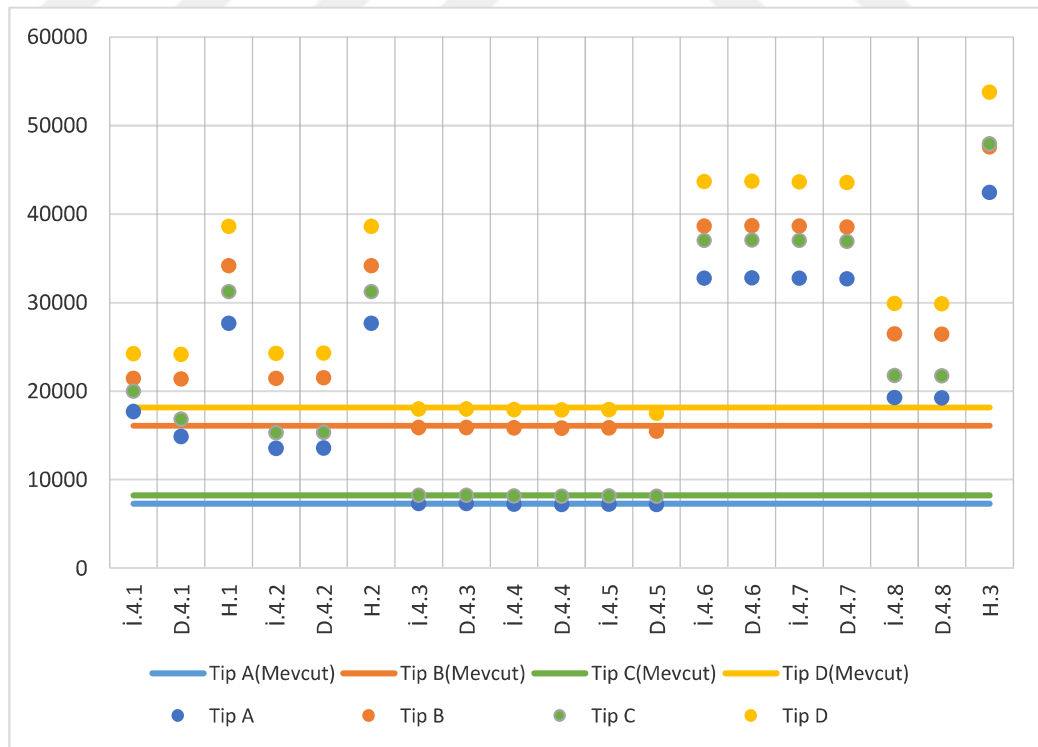
Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
18531,85	19594,15	25718,89	26812,21	20940,99	22141,39	29062,35	30297,79
18895,71	19983,71	26062,97	27188,11	21352,15	22581,59	29451,16	30722,56
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
19251,35	-164%	26445,54	-64%	21754,03	-164%	29883,47	-64%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	45,38	CO ₂ /m ² :	63,25	CO ₂ /m ² :	63,15	CO ₂ /m ² :	88
Kazanım:	-96,28%	Kazanım:	-4,52%	Kazanım:	-92,17%	Kazanım:	-46,98%

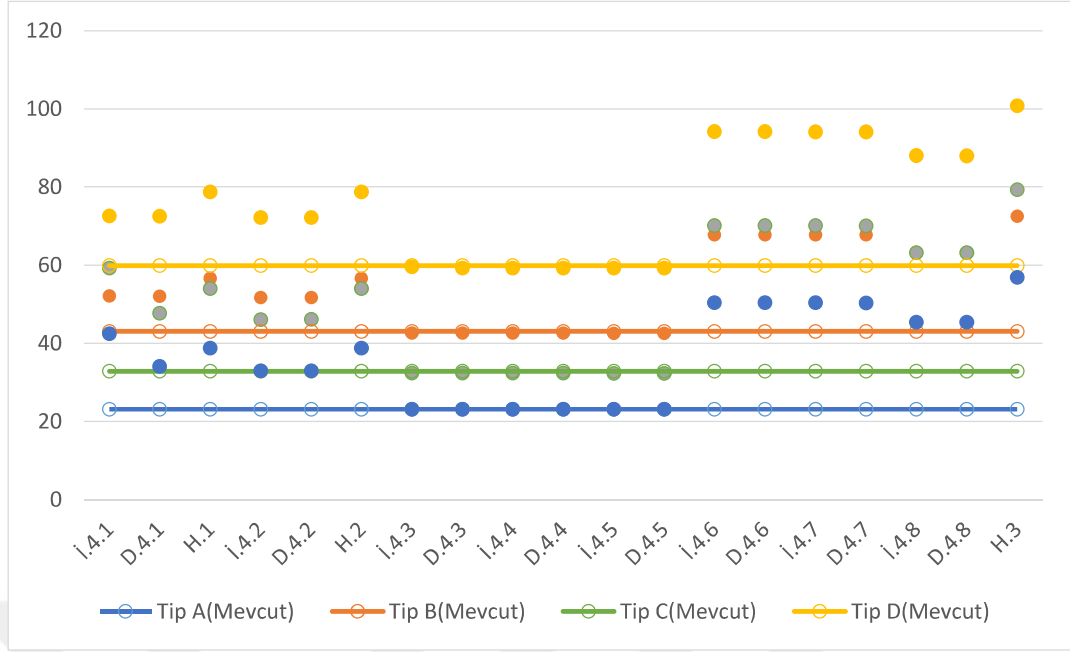
D.4.8 senaryosunda altta ve üstte olan dairelerin ısıtılmadığı hem alt hem üst kat ile incelenen daire arasındaki döşemeye daire dışından yalıtım yapıldığı kabul edilmiştir. Bu durum sonucunda Tip A ve Tip C yapılarında 164% oranında enerji kaybı meydana gelmiştir. Tip B ve Tip D yapılarında ise 64% seviyesinde enerji kaybı ölçülmüştür. Ayrıca CO₂ salımlarında da en yüksek kayıp Tip A ve Tip C yapılarında yaklaşık 95% oranında tespit edilmiştir.

Tablo 5.142: H.3 stratejisinin sonuçları

Dairelerin yıllık birincil enerji olarak kullandıkları ısıtma enerjileri (kWh. Yıl)							
Tip A		Tip B		Tip C		Tip D	
Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre		Daire konumuna göre	
Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı	Güneydoğu	Güneybatı
41849,47	42777,99	47062,75	47937,71	47289,9	48339,13	53180,9	54169,61
42098,61	42985,21	47253,58	48138,84	47571,42	48573,29	53396,55	54396,89
Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:	Ortalama:	Kazanım:
42427,82	-483%	47598,22	-195%	47943,43	-483%	53785,99	-195%
Dairelerin yıllık m ² 'ye düşen CO ₂ salım miktarları (kg. CO ₂ /m ² . yıl)							
CO ₂ /m ² :	56,89	CO ₂ /m ² :	72,48	CO ₂ /m ² :	79,27	CO ₂ /m ² :	100,78
Kazanım:	-146%	Kazanım:	-68,36%	Kazanım:	-141%	Kazanım:	-68,33%

H.3 senaryosunda altta ve üstte olan dairelerin ısıtılmadığı hem alt hem üst kat ile incelenen daire arasındaki döşemeye yalıtım yapılmadığı kabul edilmiştir. Bu durum sonucunda Tip A ve Tip C yapılarında 483% oranında enerji kaybı meydana gelmiştir. Tip B ve Tip D yapılarında ise 195% seviyesinde enerji kaybı ölçülmüştür. Ayrıca CO₂ salımlarında da en yüksek kayıp Tip A ve Tip C yapılarında yaklaşık 143% oranında tespit edilmiştir.

**Şekil 5.10: Döşeme uygulamaları Sonucu Oluşan Birincil Enerji Kullanımları (kWh)**

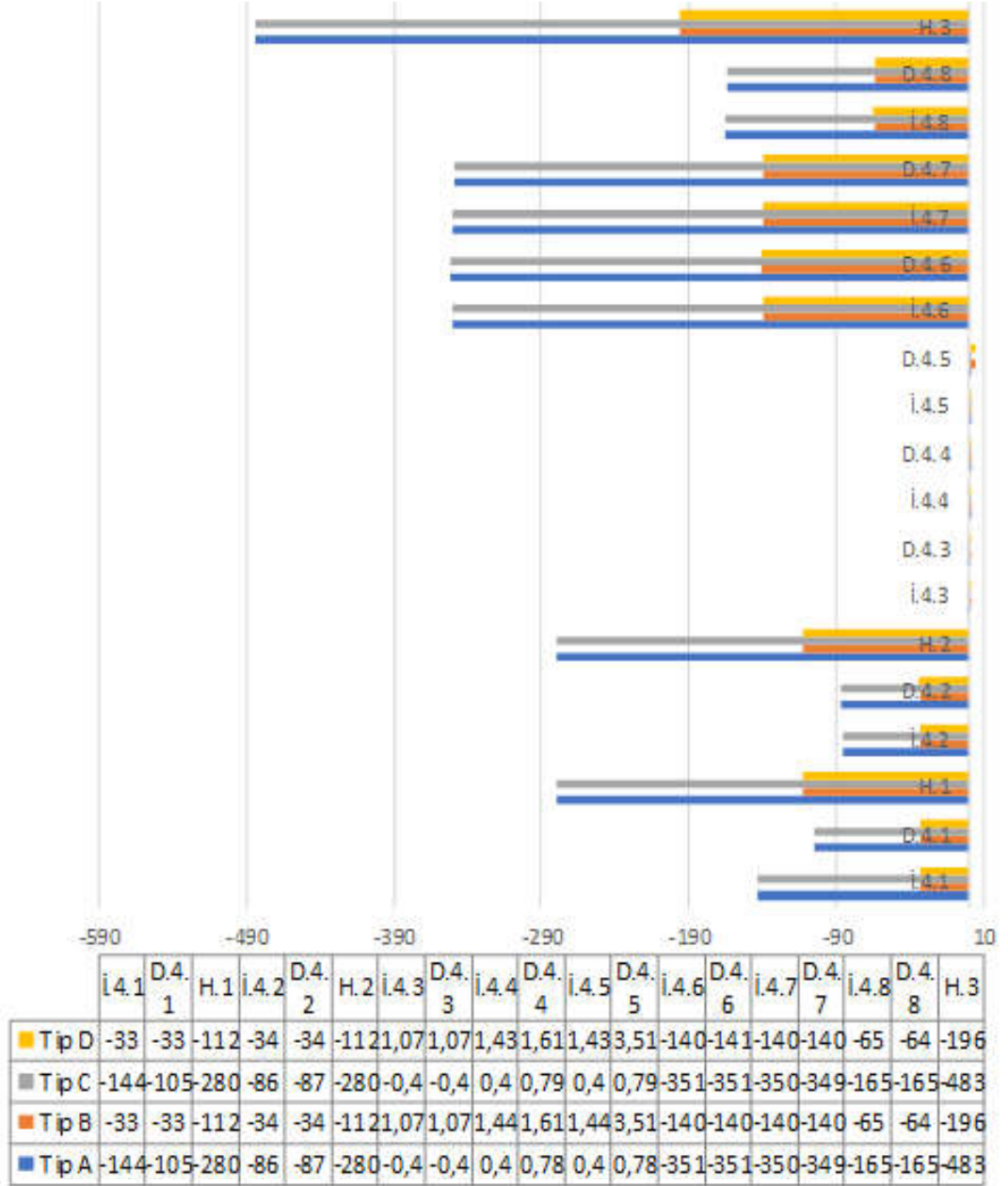


Şekil 5.11: Döşeme Uygulamaları Sonucu Oluşan CO₂ Salımları (kg.CO₂/m²)

Simüle edilen dairelerin zemin ve tavan bölümlerine daire içinden ve daire dışından olmak üzere uygulamalar yapılmıştır. Bu uygulamalar alt ve üst katların ısıtıldığı veya ısıtılmadığı 4 durum ile kombine edilerek oluşan senaryolar değerlendirilmiştir.

Simülasyon sonuçlarına göre ısıtma enerjisi ihtiyacının en düşük olduğu durum tüm katların ısıtıldığı ve daire dışından tavan ve zemin yalıtımı yapıldığı D.4.5 uygulaması ile gerçekleşmiştir. Mevcut duruma göre enerji kazanımı en fazla Tip B ve Tip D yapılarında 3.5% gerçekleşmiştir. En çok ısıtma enerjisi ihtiyacının gerçekleştiği durum H.3 (alt ve üst katın ısıtılmadığı) durumunda gerçekleşmiştir. Ancak uygulama yapılan uygulamalar göz önüne alındığında daire içerisinde sadece tavan uygulaması yapılan, alt ve üst katın ısıtılmadığı D.4.6 uygulaması en yüksek enerji ihtiyacı gerektiren durum olmuştur. Mevcut duruma göre enerji kaybı en fazla Tip A ve Tip C yapılarında 351% oranında gerçekleşmiştir.

Metrekareye düşen CO₂ salımları durum tüm katların ısıtıldığı ve daire dışından tavan ve zemin yalıtımı yapıldığı D.4.5 uygulaması sonucu görülmüştür. En yüksek CO₂ salımları alt ve üst katın ısıtılmadığı uygulamalar durumlar içerisinde D.4.6 uygulaması ile ölçülmüştür.



Şekil 5.12: Döşeme Uygulamalarının Mevcut Duruma Göre Birincil Enerji Kayıp ve Kazanımları (%)

BÖLÜM VI

TARTIŞMA

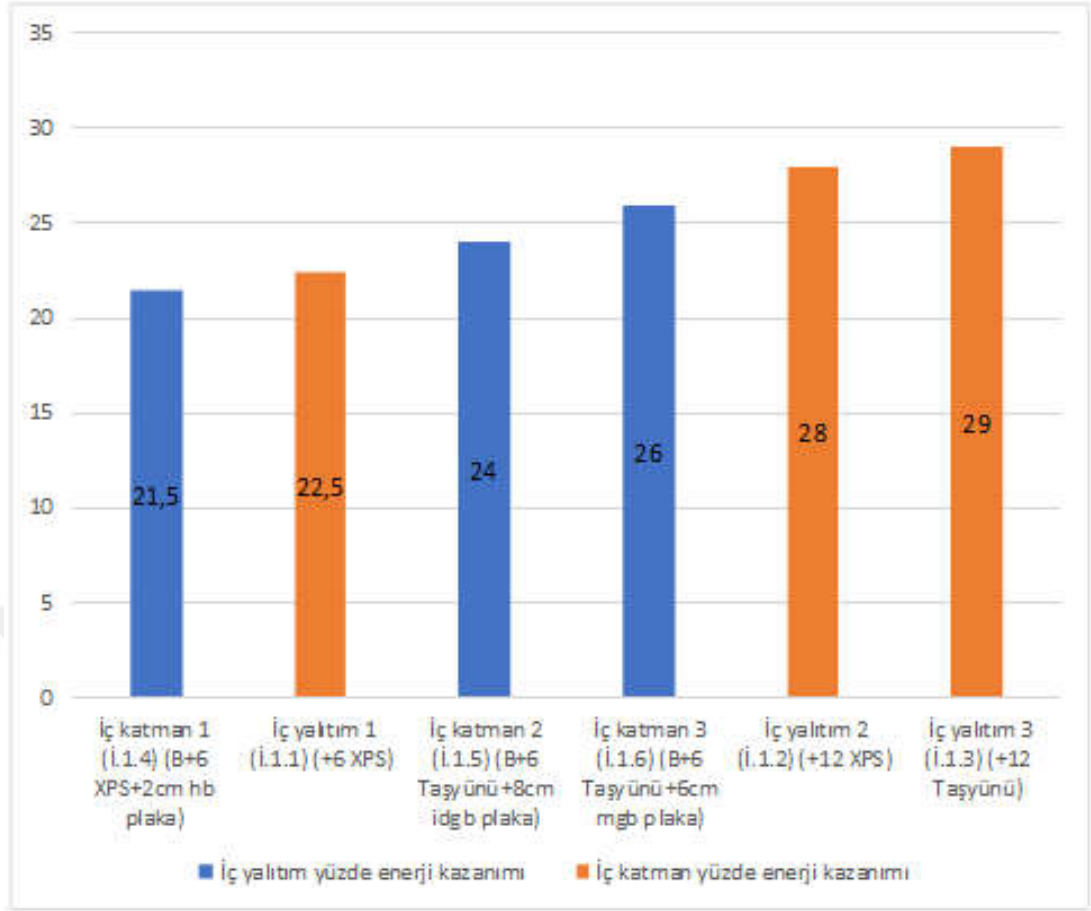
Araştırma yapılan yapılarda, belirlenen bir ara katta, dört farklı yöne bakan 4 dairenin verileri baz alınarak yapı kabuğu içerisinde, üzerinden ve dışından uygulanacak iyileştirmeler simüle edilmiştir. Belirlenen 4 farklı yapı tipindeki bulunan dairelerin kat içerisindeki enerji tüketim ortalamaları üzerinden değerlendirmeleri yapılmıştır. Ayrıca daire yönlerine göre dairelerin teker teker sonuçları da uygulamalara göre karşılaştırma unsuru olarak kullanılmıştır. Yapılan değerlendirmeler ilk etapta yapılan iyileştirme uygulamalarının tüm yapı tiplerindeki ortalama kazanımları üzerinden olmaktadır. Daha sonraki süreçte farklı uygulamalar ve farklı daire yönlerinin enerji kazanım korelasyonu incelenmiştir. Yapı tipleri ve uygulamalara göre CO₂ salımlarının değerlendirilmesi de yapılmıştır.

6.1. DIŞ DUVAR İYİLEŞTİRME TÜRLERİ

6.1.1 Yapı Kabuğu İçinden Uygulanacak İyileştirmeler

Tablo 6.1: Kabuk İçerisinden Uygulanan Duvar uygulamaları Sonucu Oluşan Birincil Enerji Kullanımları (kWh)

					Mevcut Durumları				Toplam
	Tip A	Tip B	Tip C	Tip D	Tip A	Tip B	Tip C	Tip D	
İ.1.1	6307	10821	7127	12228	7273	16082	8219	18172	36483
İ.1.2	5941	9973	6713	11270	7273	16082	8219	18172	33897
İ.1.3	5865	9842	6627	11122	7273	16082	8219	18172	33456
İ.1.4	6452	10912	7291	12330	7273	16082	8219	18172	36985
İ.1.5	6254	10511	7067	11877	7273	16082	8219	18172	35709
İ.1.6	6102	10242	6895	11573	7273	16082	8219	18172	34812



Şekil 6.1: Kabuk İçerisinden Uygulanan Duvar uygulamaları Sonucu Oluşan Birincil Enerji Kazanımlarının Tüm yapı Tipleri İçin Ortalamaları ve İyileştirmeler Sonucunda Oluşan Ortalama U-Değerleri (%)

Tablo 6.2: Kabuk İçerisinden Uygulanan Duvar uygulamaları Sonucu Oluşan Birincil Enerji Kazanımlarları (%)

	Tip A	Tip B	Tip C	Tip D	Ortalama
İ.1.1	13	32	13	32	22,5
İ.1.2	18	38	18	38	28
İ.1.3	19	39	19	39	29
İ.1.4	11	32	11	32	21,5
İ.1.5	14	34	14	34	24
İ.1.6	16	36	16	36	26

Yapı kabuğu içerisinden yapılan ilk uygulama (İ.1.1) tipinde mevcut yapıların dış kabuğunda kullanılan 6 cm XPS iç taraftan uygulanmıştır. İkinci uygulamada (İ.1.2) içeriden uygulanan yalıtım malzemesi 6 cm XPS yerine 12 cm XPS olarak değiştirilmiştir. İlk uygulamada tüm yapılar için ortalama 22.5% enerji kazanımı sağlamıştır. İkinci uygulamada (İ.1.2) ise 28% oranında mevcut duruma göre ortalama artış sağlanmıştır. İlk uygulamaya göre ise malzeme kalınlığının artırıldığı ikinci uygulama toplam enerji verilerine göre 7% daha verimlidir. Üçüncü

uygulamada ise malzeme kalınlığı sabit tutularak malzeme niteliği geliştirilmiştir ve 12 cm taş yünü kullanılmıştır. İkinci uygulamaya göre aynı kalınlıktaki yalıtım katmanına rağmen İ.1.3 uygulamasında ortalama olarak %29 enerji kazanımı sağlanmıştır. Bu sonuca göre malzeme niteliğinin artırıldığı İ.1.3 uygulaması İ.1.2 uygulamasına göre 1.3% oranında daha verim sağlamıştır.

Yapı kabuğu içerisinde, kabuktan bağımsız ve kabukla arasında boşluk bulunan bir uygulama olan İ.1.4, İ.1.5 ve İ.1.6 uygulamalarında malzemeler farklı bir metotla kullanılmıştır. Mevcut duruma göre İ.1.4 (Yapı kabuğu içinden boşluklu ek katman: 2 cm hafif beton plaka, 6 cm taş yünü) uygulamasında ortalama 21,5% enerji kazanımı sağlanmıştır. Malzeme kalınlığının sabit tutulup yalıtım ve kaplama malzemelerinin niteliklerinin artırıldığı İ.1.5 (Yapı kabuğu içinden boşluklu ek katman: 8 cm gaz beton plaka, 6 cm taş yünü) uygulamasında ortalama 24% enerji kazanımı meydana gelmiştir. İ.1.4 uygulamasına göre 3.4% daha fazla enerji kazanımı sağlamıştır. İ.1.6 (Yapı kabuğu içinden boşluklu ek katman- 6 cm mineralli gaz beton plaka-6 cm taş yünü) uygulamasında malzeme nitelikleri daha da artırılarak 26% mevcut duruma göre enerji kazanımı sağlamıştır. İ.1.5 uygulamasına göre son uygulamada 2.5% enerji kazanımı elde edilmiştir.

Yapı içerisindeki uygulamaların ilk üçü olan iç yalıtım uygulamalarında toplam enerji kazanım ortalaması 26,5%, iç ek katman uygulamadaki enerji kazanım ortalaması 23,83 olarak ölçülmüştür. Genel olarak uygulanan kabuk içi stratejilerinin ortalama ısıtma enerjisi verimi 25,1% olarak ölçülmüştür.

Yapı kabuğu içerisindeki stratejilerin seçimi daha önceki araştırmalar ve çevredeki uygulama örnekleri değerlendirilerek seçilmiş, oluşturulan duvar katmanlarının ısı geçirgenlik katsayılarına (U) göre sıralanmıştır. Bu sonuçlar ışığında İ.1.1, İ.1.2 ve İ.1.3 gibi iç yalıtım uygulamaları ortalama olarak iç katman uygulamaları olan İ.1.4, İ.1.5 ve İ.1.6 uygulamalarından daha çok enerji kazanımı elde etmiştir. Yalıtım katmanı ile dış kabuk arasında hava boşluğu bırakılan iç katman uygulamalarında genel ısıtma enerji verimi konusunda daha verimsiz simülasyon çıktıları alınmıştır.

Yapı tipleri özelinde iyileştirmeler değerlendirilirse dış yalıtım katmanı bulunmayan Tip B ve Tip D yapılarında tüm uygulamalarda daha yüksek enerji kazanım oranı görülmektedir.

6.1.2 Yapı Kabuğu Üzerinden Uygulanacak İyileştirmeler

Tablo 6.3: Kabuk Üzerinden Uygulanan Duvar uygulamaları Sonucu Oluşan Birincil Enerji Kullanımları (kWh)

					Mevcut Durumları				Topla m
	Tip A	Tip B	Tip C	Tip D	Tip A	Tip B	Tip C	Tip D	
U.1.1	6978	6978	7885	7885	7273	16082	8219	18172	29726
U.1.2	6214	6214	7022	7022	7273	16082	8219	18172	26472
U.1.3	6447	6447	7286	7286	7273	16082	8219	18172	27466
U.1.4	5987	5987	6765	6765	7273	16082	8219	18172	25504
U.1.5	5820	5820	6577	6577	7273	16082	8219	18172	24794
U.1.6	11007	11007	12438	12438	7273	16082	8219	18172	46890
U.1.7	10305	10305	11644	11644	7273	16082	8219	18172	43898
U.1.8	10519	10519	11887	11887	7273	16082	8219	18172	44812
U.1.9	10079	10079	11389	11389	7273	16082	8219	18172	42936
U.1.10	9924	9924	11214	11214	7273	16082	8219	18172	42276
U.1.11	6263	6263	7077	7077	7273	16082	8219	18172	26680
U.1.12	6048	6048	6834	6834	7273	16082	8219	18172	25764
U.1.13	5932	5932	6704	6704	7273	16082	8219	18172	25272

Yapı kabuğu üzerindeki uygulamalar, mevcut yapı kabuğunun yıkılıp farklı malzemelerle yeniden yapılacağı farz edilerek geliştirilmiş stratejilerdir. Bu bölümde uygulanacak ilk beş uygulamada yalıtım katmanı yapı taşıyıcı bölümlerinin de dışında kalacak biçimde işlenmiştir. U.1.6 stratejisiyle birlikte yalıtım katmanı yapı içerisinde olacak biçimde katmanlar sıralanmıştır.

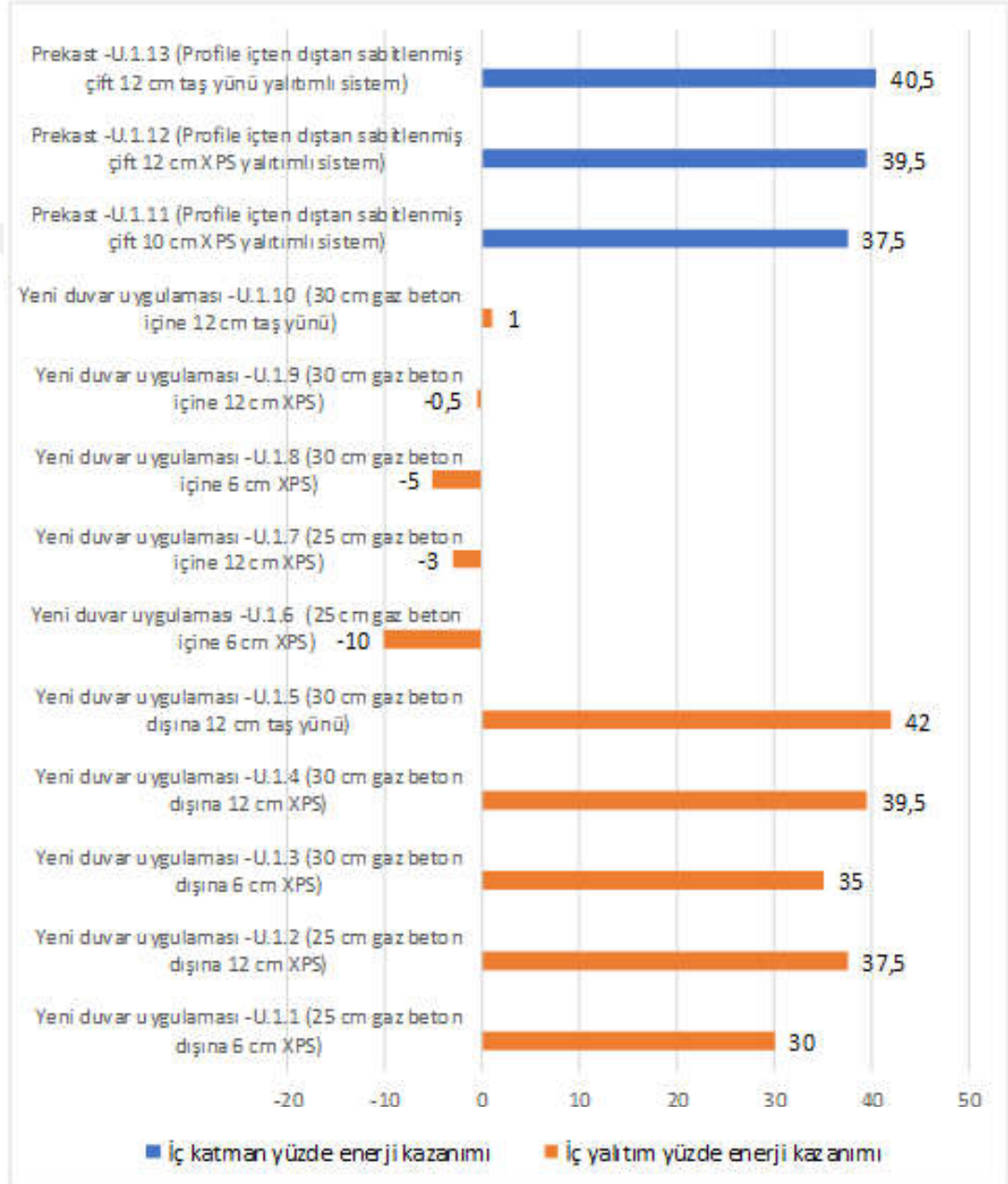
Uygulamalara Tablo 6.3 üzerinden bakıldığında en az ısıtma enerjisi talebi U.1.5 uygulaması sonucunda, en fazla ısıtma enerjisi talebi ise U.1.6 uygulamaları sonucunda elde edilmiştir. Ayrıca tablodaki U.1.6 ile U.1.10 arasındaki uygulamaların daha fazla enerji harcama değerlerine sahip olduğu görülmektedir.

Tablo 6.4: Kabuk Üzerinden Uygulanan Duvar Uygulamaları Mevcut Duruma Gör Enerji Kazanımı (%) 1

	Tip A	Tip B	Tip C	Tip D	Ortalama
U.1.1	4	56	4	56	30
U.1.2	14	61	14	61	37,5
U.1.3	11	59	11	59	35
U.1.4	17	62	17	62	39,5
U.1.5	20	64	20	64	42
U.1.6	-51	31	-51	31	-10
U.1.7	-41	35	-41	35	-3
U.1.8	-44	34	-44	34	-5

Tablo 6.5: Kabuk Üzerinden Uygulanan Duvar Uygulamaları Mevcut Duruma Gör Enerji Kazanımı (%) 2

	Tip A	Tip B	Tip C	Tip D	Ortalama
U.1.9	-38	37	-38	37	-0,5
U.1.10	-36	38	-36	38	1
U.1.11	14	61	14	61	37,5
U.1.12	17	62	17	62	39,5
U.1.13	18	63	18	63	40,5



Şekil 6.2: Kabuk Üzerinde Uygulanan Duvar uygulamaları Sonucu Oluşan Birincil Enerji Kazanımlarının Tüm yapı Tipleri İçin Ortalamaları

İlk uygulamada (U.1.1) dış duvarların mevcut hallerinin yerine 25 cm gaz beton ve 6 cm XPS yalıtım ile dış duvarlar yeniden örülmüştür. Bu uygulama mevcut hali dıştan yalıtımlı yapılardan farklı olarak duvar katmanında gaz beton kullanılmıştır. Bu uygulama sonucunda tüm yapıların ortalamasında %30 enerji kazanımı değeri hesaplanmıştır. U.1.2 (Yeni duvar uygulaması: 25 cm gaz beton dışına 12 cm XPS) uygulamasında duvar malzemesi sabit tutulup yalıtım malzemesi 6 cm'den 12 cm'ye artırılmıştır. Bu uygulamada ortalama 37.5% oranında enerji kazanımı ölçülmüş bir önceki U.1.1 uygulamasına göre 10% toplamda enerji kazanımı sağlamıştır. U.1.3 (Yeni duvar uygulaması: 30 cm gaz beton dışına 6 cm XPS) uygulamasında ise ilk uygulamadan farklı olarak duvar 5 cm kalınlaştırılmıştır. U.1.3 uygulamasında ise ortalama mevcut durumlara göre 35% oranında enerji kazanımı sağlanmış ancak ilk uygulamaya göre enerji kazancı 7.6% oranında kalmıştır. U.1.4 (Yeni duvar uygulaması: 30 cm gaz beton dışına 12 cm XPS) uygulamasında ise ilk uygulamaya göre yalıtım katmanı da 6 cm artırılmış, duvar katmanı da 5 cm artırılmıştır. U.1.4 uygulaması sonuçlarında mevcut duruma göre 39,5% oranında ve U.1.1 uygulamasına göre 14% kazanım enerji kazanımı elde edilmiştir. U.1.5 (Yeni duvar uygulaması: 30 cm gaz beton dışına 12 cm taş yünü) uygulamasında ise U.1.4 uygulamasına göre kalınlık sabit tutulup malzeme nitelikleri artırılmıştır. Mevcut duruma göre 42%, ilk uygulama U.1.1'e göre 16%, bir önceki uygulama olan U.1.4'e göre 7% oranında enerji kazanımı elde edilmiştir.

U.1.6 (Yeni duvar uygulaması: 25 cm gaz beton içine 6 cm XPS) uygulaması ile birlikte malzeme katmanlarının uygulama sırası değiştirilmiş ve yalıtım katmanı tarafı iç tarafta kalacak biçimde tasarlanmıştır. Bu uygulama doğrultusunda ısı köprüleri tercihleri de değiştirilmiştir. U.1.6 uygulaması malzemeleri ve U değeri U.1.1 uygulaması ile aynıdır fakat sıralamaları ve ısı köprüleri farklıdır. U.1.6 uygulaması mevcut durumlara göre ortalama olarak 10% oranında daha verimsizdir. Bu değer oluşmasında Tip A ve Tip C gibi mevcut hali dış yalıtımlı yapılardaki ısıtma enerjisi kayıplarının 51% seviyelerinde olması nedeniyledir. Tip B ve Tip D gibi yalıtım bulunmayan yapı tiplerinde enerji kazanımı 31% oranlarını yakalamasına rağmen uygulama özelinde negatif sonuç çıkmasını engelleyememiştir. U.1.6 uygulamasının enerji çıktıları ile U.1.1 uygulaması arasında 57% oranında fark bulunmaktadır. U.1.7 (Yeni duvar uygulaması :25 cm gaz beton içine 12 cm XPS) uygulamasında da U.1.2 uygulamasındaki malzemeler farklı istikamette kullanılmış ve 3% oranında ortalama negatif sonuç elde

edilmiştir. U.1.7 uygulaması ile aynı malzemelerin kullanıldığı U.1.2 uygulamasının enerji sonuçları arasında 65% oranında fark bulunmaktadır. U.1.8 (Yeni duvar uygulaması: 30 cm gaz beton içine 6 cm XPS) uygulaması mevcut durumdaki enerji verilerine göre ortalamada 5% oranında enerji kaybına neden olmuştur. U.1.8 uygulamasında aynı malzemelerin kullanıldığı U.1.3 uygulamasından 63% oranında daha fazla enerji harcaması yapılmaktadır. U.1.9 (Yeni duvar uygulaması: 30 cm gaz beton içine 12 cm XPS) uygulaması 0.5% oranında ortalamada enerji kaybına neden olmaktadır. U.1.9 uygulaması ile aynı malzemelerin kullanıldığı U.1.4 uygulamasında 68% daha az enerji kullanılmaktadır. U.1.10 (Yeni duvar uygulaması: 30 cm gaz beton içine 12 cm taş yünü) uygulamasında ortalamada 1% enerji kazanım değeri yakalanmıştır. Fakat aynı malzemelerin kullanıldığı U.1.5 uygulamasında 70% daha az enerji kullanımı sağlanabilmektedir.

Duvar üzerinde yapılan uygulamaların son bölümünde ise yıkılan kabuk bölümünün yerine prekast sistem uygulaması yapılması durumlarında oluşabilecek sonuçlar araştırılmıştır. Taşıyıcı profiller üzerinde içte ve dışta yalıtım katmanları bulunan bir sistem uygulanmıştır. İlk uygulamada (U.1.11) 10 cm ölçüsünde iki XPS yalıtım katmanına sahip prekast bir sistem uygulanmıştır. Bu uygulamada ortalama 37,5% oranında mevcut duruma göre enerji kazanımı sağlanmıştır. İkinci uygulamada olan U.1.12 (Profile içten dıştan sabitlenmiş çift 12 cm XPS yalıtımlı sistem) uygulamasında yalıtım kalınlıkları 2'şer cm artırılmış ve mevcut duruma göre 39,5%, ilk uygulamaya göre 3,4% oranında enerji kazanımı sağlanmıştır. U.1.13 (Profile içten dıştan sabitlenmiş çift 12 cm taş yünü yalıtımlı sistem) uygulamasında bir önceki uygulamaya göre kalınlık sabit tutulup lambda değeri 0.04 yerine 0.035 olan taş yünü malzemesi kullanılmıştır. Bu uygulamada ise mevcut duruma göre 40,5%, U.1.12 uygulamasına göre 1,9% oranında enerji kazanımı elde edilmiştir.

Yapılan duvarın yıkılıp yeniden yapıldığı (duvar üzerindeki) iyileştirmeler sonucunda yenilenen duvarlar içerisinde en verimli olanlar U.1.1 ile U.1.5 arasındaki yalıtım malzemelerinin duvara dıştan eklendiği uygulamalardır. Kabuk dışından ve içinden malzemelerin sıralanması simülasyonca farklı değerlendirilmemektedir. Ancak farklı uygulamaların oluşturacağı ısı köprüleri alanda yapılan incelemeler ve literatür taramaları neticesinde gözlemlenerek belirlenmiştir. Isı köprüleri farklarından dolayı aynı ısıl geçirgenlik değerindeki duvar katmanlarının enerji kazanımları farklı seviyelerde olmuştur.

6.1.3 Yapı Kabuğu Dışından Uygulanacak İyileştirmeler

Yapıların mevcut kabuk durumlarına yapılacak uygulamalar sonucu değerlendirilecektir. Tip A ve Tip C gibi yapılarda geçmiş zamanlarda uygulanan dış yalıtım uygulamaları bulunduğu için eklemeler mevcut yalıtım katmanı üzerine yapılmıştır.

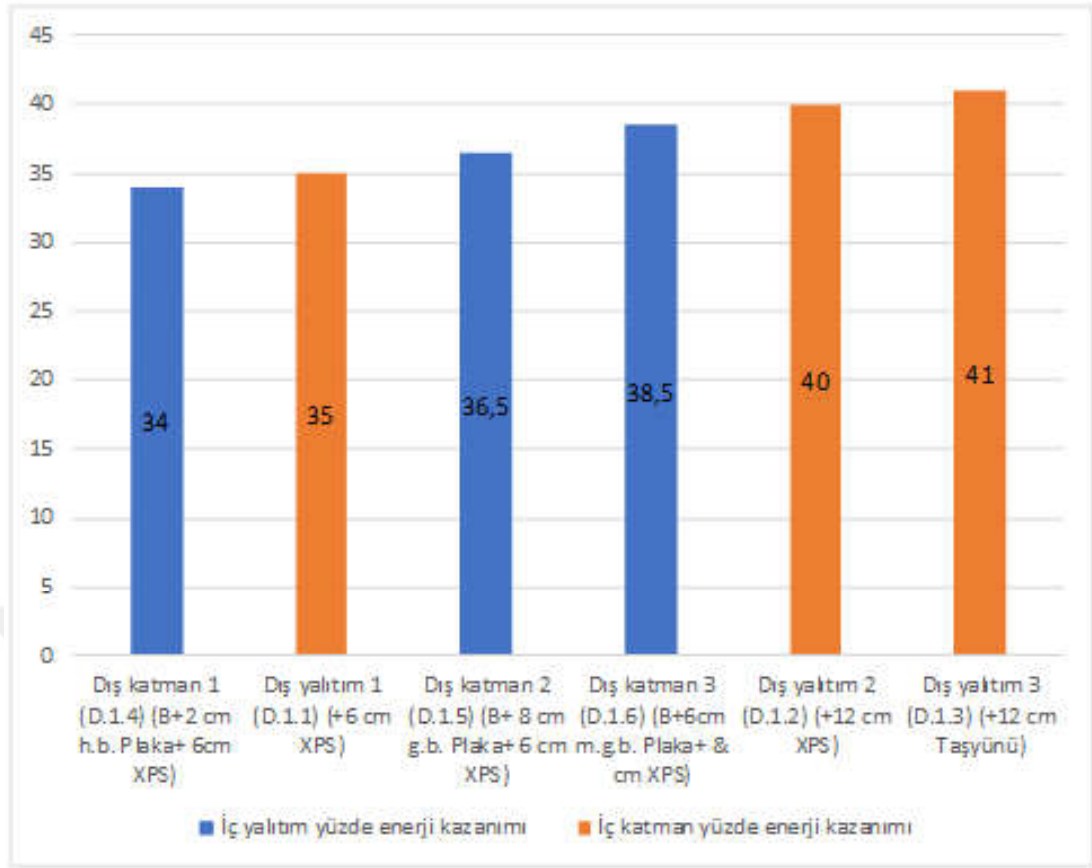
Tablo 6.6: Kabuk Dışından Uygulanan Duvar uygulamaları Sonucu Oluşan Birincil Enerji Kullanımları (kWh)

					Mevcut Durumları				Toplam
	Tip A	Tip B	Tip C	Tip D	Tip A	Tip B	Tip C	Tip D	
D.1.1	6162	7204	6963	8141	7273	16082	8219	18172	28470
D.1.2	5801	6321	6555	7143	7273	16082	8219	18172	25820
D.1.3	5724	6183	6468	6987	7273	16082	8219	18172	25362
D.1.4	6314	7235	7134	8175	7273	16082	8219	18172	28858
D.1.5	6112	6815	6907	7701	7273	16082	8219	18172	27535
D.1.6	5961	6537	6736	7386	7273	16082	8219	18172	26620

Tablo 6.7: Kabuk Dışından Uygulanan Duvar Uygulamaları Sonucu Mevcut Durumlara Göre Enerji Kazanımları (%)

	Tip A	Tip B	Tip C	Tip D	Ortalama
D.1.1	15	55	15	55	35
D.1.2	20	60	20	60	40
D.1.3	21	61	21	61	41
D.1.4	13	55	13	55	34
D.1.5	16	57	16	57	36,5
D.1.6	18	59	18	59	38,5

Yapı kabuğu dışındaki ilk duvar iyileştirmesinde (D.1.1) 6 cm ek XPS uygulaması yapılmıştır. Bu uygulama sonucunda tüm yapı tiplerinin ortalama enerji kazanımı 35% oranında hesaplanmıştır. D.1.2 (Yapı kabuğu dışından 12 cm XPS) uygulamasında ilk uygulamaya göre 6 cm daha fazla yalıtım uygulanmıştır ve mevcut duruma göre ortalama 40%, ilk uygulamaya göre 9,3% oranında enerji kazanımı sağlanmıştır. D.1.3 (Yapı kabuğu dışından 12 cm taş yünü uygulaması) uygulamasında yalıtım katmanının niteliği artırılmış ve 0.04 lambda değerindeki XPS malzemesi yerine bir önceki uygulama ile aynı ölçüde (12 cm) 0.035 lambda değerine sahip taş yünü uygulaması yapılmıştır. D.1.3 uygulaması sonucunda mevcut duruma göre 41%, D.1.2 uygulamasına göre 1,7% oranında enerji kazanımı sağlanmıştır.



Şekil 6.3: Kabuk Dışında Uygulanan Duvar Uygulamaları Sonucu Oluşan Birincil Enerji Kazanımlarının Tüm Yapı Tipleri İçin Ortalamaları

Dış kabuk üzerine katman uygulamalarında D.1.4 (Yapı kabuğu dışından boşluklu ek katman: 2 cm hafif beton plaka, 6 cm XPS) uygulaması sonucunda mevcut duruma göre tüm yapı tiplerinin ortalamasında 34% oranında kazanım elde edilmiştir. D.1.5 uygulamasında 6 cm XPS yalıtım katmanı ile birlikte 8 cm kalınlığında gaz beton bir plaka sistemi kullanılmıştır. D.1.5 uygulaması sonucunda 36,5% oranında enerji kazanımı elde edilmiştir. Bir önceki D.1.4 uygulamasına göre 4,5% oranında enerji kazanımı elde edilmiştir. Son dış katman uygulaması olan D.1.6 (Yapı kabuğu dışından boşluklu ek katman: 6 cm mineral esaslı gaz beton plaka, 6 cm taş yünü) uygulamasında ise 6 cm XPS yalıtım katmanı ile birlikte 6 cm mineralli gaz beton plaka sistemi kullanılarak ortalamada 38,5% oranında enerji kazanımı sağlanmıştır. D.1.5 uygulamasına göre 3,3% oranında enerji kazanımı elde edilmiştir.

Mevcut hali yalıtımlı olan yapı tiplerine nazaran mevcut hali yalıtımsız yapılarda daha fazla enerji kazanımı meydana gelmiştir. Ancak hepsine yapılan uygulamalar sonucunda mevcut hali yalıtımlı olan Tip A ve Tip C gibi yapılarda

ısıtma enerjisi talebi daha az olmaktadır. Dış kabuktan kopuk olarak tasarlanan dış katman uygulamaları ise geleneksel yöntemlere göre geride kalmıştır.

Simülasyon çıktılarına göre duvar ile arasında 5 cm boşluk bırakılan katman uygulamalarının direkt uygulamalara göre daha verimsiz olduğu görülmektedir. Direkt uygulamalarda iyileştirmeler sonucunda daha yüksek U değerleri yakalanmasına rağmen daha verimli sonuçlar alındığı görülmüştür.

6.1.4 Duvar Uygulamalarının CO₂ Salım Değerlerine Göre Değerlendirilmesi

Tablo 6.8: Tüm Duvar Uygulamaları Sonucu Oluşan CO₂ Salımları (kg. CO₂/m²)

					Mevcut Durumları				Toplam
	Tip A	Tip B	Tip C	Tip D	Tip A	Tip B	Tip C	Tip D	
İ.1.1	21,18	31,49	29,65	43,96	25,66	43,05	32,86	59,87	126,28
İ.1.2	20,45	29,77	28,64	41,59	25,66	43,05	32,86	59,87	120,45
İ.1.3	20,3	29,51	28,44	41,22	25,66	43,05	32,86	59,87	119,47
İ.1.4	21,48	31,65	30,08	44,21	25,66	43,05	32,86	59,87	127,42
İ.1.5	21,08	30,84	29,53	43,09	25,66	43,05	32,86	59,87	124,54
İ.1.6	20,77	30,29	29,1	42,33	25,66	43,05	32,86	59,87	122,49
U.1.1	22,53	22,53	31,54	31,54	25,66	43,05	32,86	59,87	108,14
U.1.2	20,5	20,5	28,72	28,72	25,66	43,05	32,86	59,87	98,44
U.1.3	21,02	21,02	29,45	29,45	25,66	43,05	32,86	59,87	100,94
U.1.4	20,54	20,54	28,78	28,78	25,66	43,05	32,86	59,87	98,64
U.1.5	20,21	20,21	28,32	28,32	25,66	43,05	32,86	59,87	97,06
U.1.6	32,43	32,43	45,28	45,28	25,66	43,05	32,86	59,87	155,42
U.1.7	30,54	30,54	42,64	42,64	25,66	43,05	32,86	59,87	146,36
U.1.8	31,03	31,03	43,32	43,32	25,66	43,05	32,86	59,87	148,7
U.1.9	30,44	30,44	42,68	42,68	25,66	43,05	32,86	59,87	146,24
U.1.10	30,13	30,13	42,25	42,25	25,66	43,05	32,86	59,87	144,76
U.1.11	21,1	21,1	29,55	29,55	25,66	43,05	32,86	59,87	101,3
U.1.12	20,66	20,66	28,95	28,95	25,66	43,05	32,86	59,87	99,22
U.1.13	20,43	20,43	28,63	28,63	25,66	43,05	32,86	59,87	98,12
D.1.1	20,72	22,98	29,65	32,17	25,66	43,05	32,86	59,87	105,52
D.1.2	19,99	21,21	28,65	29,71	25,66	43,05	32,86	59,87	99,56
D.1.3	19,84	20,94	28,43	29,32	25,66	43,05	32,86	59,87	98,53
D.1.4	21,03	23,05	30,08	32,27	25,66	43,05	32,86	59,87	106,43
D.1.5	20,62	22,21	29,53	31,1	25,66	43,05	32,86	59,87	103,46
D.1.6	20,32	21,65	29,1	30,32	25,66	43,05	32,86	59,87	101,39

Yapılarda gerçekleşen CO₂ salımları kullanılan enerji miktarı ile paralel hareket etmektedir. Ancak incelenen yapılar içerisinde ısıtma enerjinin karşılanması için kullanılan birincil enerji kaynakları içerisinde farklılıklar vardır. Tip C ve Tip D

yapılarında ısıtma amacıyla kömür kullanılması nedeniyle mevcut kabuk durumu ve uygulanan stratejiler dışında da daha yüksek CO₂ çıktısına sebep olmaktadır.

Metrekareye düşen CO₂ miktarının tüm yapılar için toplamının en düşük olduğu uygulama U.1.5 (Yeni duvar uygulaması: 30cm gaz beton, 12cm taş yünü) uygulamasıdır. Şekil 5.2 grafiğinde de görüldüğü üzere uygulamalar öncesinde 60 ile 25 kg. CO₂/m² arasında olan CO₂ salımları uygulamalar sonucunda 35 ile 20 kg. CO₂/m² arasında değerler almıştır.

Tablo 6.9: Mevcut Durumlara Göre Duvar Uygulamaları Sonucu Oluşan CO₂ Salım Kazanımları (%)

	Tip A	Tip B	Tip C	Tip D
İ.1.1	17,45908	26,8525	9,768716	26,57424
İ.1.2	20,30398	30,84785	12,84236	30,53282
İ.1.3	20,88854	31,4518	13,451	31,15083
İ.1.4	16,28995	26,48084	8,460134	26,15667
İ.1.5	17,84879	28,36237	10,1339	28,02739
İ.1.6	19,0569	29,63995	11,44248	29,29681
U.1.1	12,19797	47,66551	4,017042	47,31919
U.1.2	20,10912	52,38095	12,5989	52,0294
U.1.3	18,08262	51,17305	10,37736	50,81009
U.1.4	19,95323	52,28804	12,41631	51,92918
U.1.5	21,23928	53,05459	13,81619	52,69751
U.1.6	-26,3835	24,66899	-37,7967	24,36947
U.1.7	-19,0179	29,05923	-29,7626	28,77902
U.1.8	-20,9275	27,92102	-31,832	27,64323
U.1.9	-18,6282	29,29152	-29,8844	28,71221
U.1.10	-17,4201	30,01161	-28,5758	29,43043
U.1.11	17,77085	50,98722	10,07304	50,64306
U.1.12	19,48558	52,00929	11,89897	51,64523
U.1.13	20,38192	52,54355	12,87279	52,17972
D.1.1	19,25175	46,62021	9,768716	46,26691
D.1.2	22,09665	50,73171	12,81193	50,37581
D.1.3	22,68122	51,35889	13,48144	51,02723
D.1.4	18,04365	46,45761	8,460134	46,09988
D.1.5	19,64147	48,40883	10,1339	48,05412
D.1.6	20,8106	49,70964	11,44248	49,35694
Toplam	281,2159	1019,977	62,41631	1011,107

Dış duvar uygulamaları sonucu meydana gelen CO₂ salımlarının mevcut durumlarının oranlarına bakıldığında tüm yapı tiplerine aynı uygulamalar yapılmasına rağmen Tip B ve Tip D gibi kömürlü yapılarındaki oransal CO₂ salımı

kazanımlarının daha yüksek oldukları görülmektedir. Ayrıca doğalgaz kullanılan ve mevcut kabuğu yalıtımlı Tip A'nın aynı şekilde yalıtımlı olan ancak kömür kullanılan Tip C'ye göre tüm uygulamalarda CO₂ salımının azalması oranında çok daha olumlu yüzdelere sahip olması dikkat çekmektedir. Yalıtımsız yapılara yapılacak her uygulamada önemli CO₂ salımları konusunda önemli kazanımlar elde edilebilmektedir ancak mevcut hali yalıtımlı yapılarda da geliştirilebilecek potansiyeller bulunmaktadır.

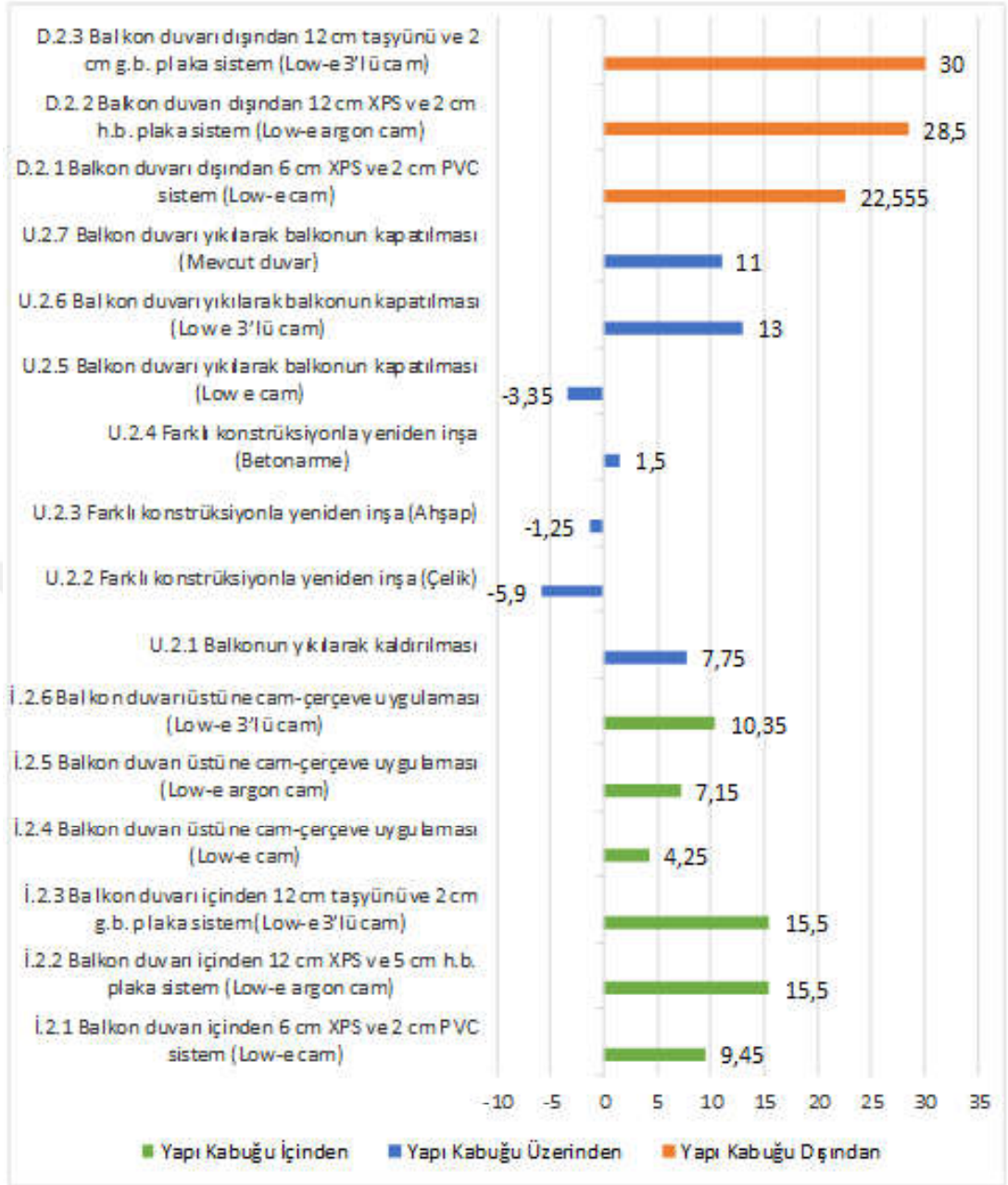
Dış duvar iyileştirmelerinin; kabuk içerisinden tüm uygulamaların ortalama enerji kazanımı 25%, kabuk üzerinden 21,8%, kabuk dışından 37,5% olarak hesaplanmıştır. Bu durumda dış duvar bölümündeki kabuk dışı uygulamalar daha başarılı olmuştur.

6.2 BALKON İYİLEŞTİRME TÜRLERİ

Yapı kabuğu üzerinde ısı köprüleri ve hatalı uygulamalar nedeniyle ısı kayıplarının yüksek olduğu arazi çalışmalarıyla da gözlemlenmiştir. Mevcut yapı tiplerinde uygulanabilecek iyileştirmeler ve verileri çeşitlendirecek bazı senaryolar balkonlar üzerinden uygulanmıştır.

Tablo 6.10: Kabuk Dışından Uygulanan Duvar uygulamaları Sonucu Oluşan Birincil Enerji Kullanımları (kWh)

					Mevcut Durumları				Toplam
	Tip A	Tip B	Tip C	Tip D	Tip A	Tip B	Tip C	Tip D	
İ.2.1	6773	14111	7653	15945	7273	16082	8219	18172	44482
İ.2.2	6147	13458	6946	15207	7273	16082	8219	18172	41758
İ.2.3	6071	13592	6860	15359	7273	16082	8219	18172	41882
İ.2.4	7069	15164	7978	17135	7273	16082	8219	18172	47346
İ.2.5	6818	14781	7704	16702	7273	16082	8219	18172	46005
İ.2.6	6349	14680	7174	16588	7273	16082	8219	18172	44791
U.2.1	6434	15352	7270	17347	7273	16082	8219	18172	46403
U.2.2	8609	15089	9728	17347	7273	16082	8219	18172	50773
U.2.3	8090	14720	9142	16633	7273	16082	8219	18172	48585
U.2.4	7826	14475	8844	16357	7273	16082	8219	18172	47502
U.2.5	8420	14751	9515	16668	7273	16082	8219	18172	49354
U.2.6	6445	13696	7283	15477	7273	16082	8219	18172	42901
U.2.7	6501	14191	7346	16036	7273	16082	8219	18172	44074
D.2.1	6901	9667	7799	10924	7273	16082	8219	18172	35291
D.2.2	6258	9116	7072	10301	7273	16082	8219	18172	32747
D.2.3	6071	9058	6860	10236	7273	16082	8219	18172	32225



Şekil 6.4: Balkon uygulamaları sonucu oluşan birincil enerji kazanımlarının tüm yapı tipleri için ortalamaları

Balkon bölümünde yapılan ilk uygulamada balkon bölümünün içeriden prekast bir uygulama ile kapatılması simüle edilmiştir. İ.2.1 (Balkon duvarı içinden 6 cm XPS ve 2 cm PVC sistem; Low-e cam) uygulamasında balkon içerisinden PVC çerçeve sistemi ve Low E kombinasyonlu cam ile kapatılmış balkon uygulaması dairelerdeki tüm balkonlara uygulanmıştır. İyileştirme sonucunda mevcut yapıya göre ortalama 9,4% enerji kazanımı elde edilmiştir. İ.2.2 (Balkon duvarı içinden 12 cm XPS ve 5 cm hafif beton plaka sistem; Low-e argon cam) uygulamasında ilk uygulamaya göre daha kalın bir yalıtım uygulaması ve gaz beton plakalar ile hesap

edilmiş ve mevcut duruma göre 15,5% oranında kazanım elde edilmiştir. İ.2.1 uygulamasına göre 6% oranında verim sağlanmıştır. İ.2.3 (Balkon duvarı içinden 12 cm taşıyıcı ve 2 cm gaz beton plaka sistem; Low-e 3'lü cam) uygulamasında daha nitelikli bir yalıtım katmanı ve kaplama malzemeleri ile hesap edilmiş ve ortalama 15,5% oranında kazanım elde edilmiştir.

Tablo 6.11: Mevcut Durumlara Göre Balkon Uygulamaları Sonucu Oluşan Mevcut Durumlara Göre Enerji Kazanımları (%)

	Tip A	Tip B	Tip C	Tip D	Ortalama
İ.2.1	6,9	12	6,9	12	9,45
İ.2.2	15	16	15	16	15,5
İ.2.3	16	15	16	15	15,5
İ.2.4	2,8	5,7	2,8	5,7	4,25
İ.2.5	6,2	8,1	6,2	8,1	7,15
İ.2.6	12	8,7	12	8,7	10,35
U.2.1	11	4,5	11	4,5	7,75
U.2.2	-18	6,2	-18	6,2	-5,9
U.2.3	-11	8,5	-11	8,5	-1,25
U.2.4	-7	10	-7	10	1,5
U.2.5	-15	8,3	-15	8,3	-3,35
U.2.6	11	15	11	15	13
U.2.7	10	12	10	12	11
D.2.1	5,11	40	5,11	40	22,555
D.2.2	14	43	14	43	28,5
D.2.3	16	44	16	44	30

Balkonlarda yarı kapatma uygulaması ile balkon duvarında bir uygulama yapılmamakta ve sadece geçirgen cam katmanıyla balkon kapatılmaktadır. İlk Yarı kapatma uygulaması olan İ.2.4 (Balkon duvarı üstüne cam-çerçeve uygulaması; Low-e cam) ile toplamda ortalama 4,2% oranında enerji kazanımı elde edilmiştir. İkinci yarı kapatma uygulaması olan İ.2.5 daha verimli argon dolgulu Low e çift cam tipi kullanılmıştır. Bu uygulama ile 7,15% oranında enerji kazanımı ortalama olarak elde edilmiştir. Bir önceki uygulamaya göre 2,8% oranında kazanım elde edilmiştir. İ.2.6 uygulamasında ise Low e üçlü cam teknolojisi kullanılmıştır. Bu uygulama sonucunda mevcut duruma göre ortalama 10% enerji kazanımı elde edilmiştir. İ.2.5 uygulamasına göre 2,3% oranında enerji kazanımı elde edilmiştir.

Balkon bölümünün yıkılarak yeniden ele alındığı balkon üzerindeki uygulamalardan önce balkonun tamamen kaldırıldığı senaryo sonuçları incelenmiştir. Balkonun tamamen kaldırılması (U.2.1) sonucunda mevcut durumlara göre ortalama

7,7% oranında enerji kazanımı elde edilmektedir. İlk balkon üzerindeki uygulamada balkon yerine çelik konstrüksiyonla taşınan ve açık bölümleri Low E özellikli Çift cam pencere ile kapatılmış bir sistem uygulanmıştır. Bu uygulama (U.2.2) sonucunda 5,9% oranında enerji kaybı ile karşılaşmıştır. Bir diğer balkon üzerindeki uygulamada (U.2.3) ise ahşap konstrüksiyonla taşınan ve açık bölümleri Low E özellikli Çift cam pencere ile kapatılmış bir sistem uygulanmış ve ortalama 1,25% oranında enerji kaybı hesaplanmıştır. U.2.4 uygulamasında ise betonarme olarak bağımsız balkon bölümleri yapıdan ayrı olarak inşa edilmiştir. Bu uygulama sonucunda ise ortalama 1,5% oranında enerji kazanımı ölçülmüştür. Balkon üzerinde ayrıca tam kapatılma uygulamaları da yapılmıştır. Bu uygulamalarda balkon duvarı da kaldırılarak tek bir katmanla balkon kapatılmıştır. U.2.5 uygulamasında Low E özellikli Çift cam pencere ile kapatılmış ve ortalama 3,3% oranında enerji kaybına neden olmuştur. Ancak U.2.6 uygulamasında üç cm teknolojili Low e 3'lü cam teknolojisi kullanılmış ve ortalama 13% kazanım elde edilmiştir. U.2.7 durumunda ise balkon mevcut balkon duvarı malzemesi ile tamamen kapatılmıştır. Bu senaryo sonucunda ortalama 11% enerji kazanımı elde edilmiştir.

Balkon dışından yapılacak uygulamalardan ilki balkon dışından prekast uygulamasıdır. D.2.1 (Balkon duvarı dışından 6 cm XPS ve 2 cm PVC sistem; Low-e cam) uygulamasında İ.2.1 uygulaması ile aynı malzemelerin kullanıldığı strateji sonucunda 22,5% oranında kazanım sağlanmıştır. Yalıtım katmanının kalınlığı arttığı ve cam teknolojisinin geliştirildiği D.2.2 (Balkon duvarı dışından 12 cm XPS ve 2 cm h.b. plaka sistem; Low-e argon cam) uygulamasında 28,5% oranında ortalama enerji kazanımı sağlanmış bir önceki uygulamaya göre 7,2% oranında enerji kazanımı elde edilmiştir. D.2.3 (Balkon duvarı dışından 12 cm taşıyıcı ve 2 cm g.b. plaka sistem; Low-e 3'lü cam) uygulamasında ise yalıtım niteliği ve kaplama niteliği artırılarak 30% oranında ortalama enerji kazanımı elde edilmiştir. Bir önceki uygulamaya göre 1.5% enerji kazanımı elde edilmiştir.

Balkon uygulamalarının ortalama ısıtma enerjisi kazanım yüzdeleri karşılaştırıldığında en verimli uygulama D.2.3 (Balkon duvarı dışından 12 cm taşıyıcı ve 2 cm g.b. plaka sistem; Low-e 3'lü cam) olarak görülmektedir. Yapı kabuğu bölümleri baz alınarak değerlendirilir ise yapı kabuğu içerisinden yapılan uygulamaların ortalama kazanım değeri 10%, yapı kabuğu üzerinden yapılan uygulamaların ortalama 3%, yapı kabuğu dışından yapılan uygulamaların ortalama

alındığında 27% olarak bulunmaktadır. Bu durumda kabuk düşümden yapılan balkon uygulamalarında genel olarak daha verimli olduğu görülmektedir.

Tablo 6.12: Mevcut Durumlara Göre Balkon Uygulamaları Sonucu Oluşan CO₂ Salım Kazanımları (%)

	Tip A	Tip B	Tip C	Tip D	Toplam
İ.2.1	6,235386	5,087108	-2,67803	4,693503	13,33797
İ.2.2	10,9509	8,037166	2,404139	7,616502	29,0087
İ.2.3	11,57443	7,433217	3,13451	7,048605	29,19077
İ.2.4	3,936087	0,232288	-5,17346	-0,08351	-1,0886
İ.2.5	5,845674	1,997677	-3,07365	1,653583	6,423288
İ.2.6	9,431021	2,392567	0,821668	2,10456	14,74982
U.2.1	10,83398	3,87921	7,638466	3,841657	26,19332
U.2.2	-7,98909	0,58072	-17,955	0,250543	-25,1128
U.2.3	-3,97506	2,299652	-13,664	1,937531	-13,4019
U.2.4	-1,90959	3,414634	-11,4729	3,056623	-6,91125
U.2.5	-6,50818	2,183508	-16,3725	1,803908	-18,8933
U.2.6	8,768511	7,015099	0,060864	6,597628	22,4421
U.2.7	8,06703	4,576074	-0,57821	4,292634	16,35753
D.2.1	5,222136	31,10337	-3,77358	30,54952	63,10144
D.2.2	10,17147	33,61208	1,582471	33,05495	78,42098
D.2.3	11,57443	33,84437	3,13451	33,3055	81,85881
Toplam	82,22915	147,6887	-55,9647	141,7237	

Metrekareye düşen CO₂ salım miktarının mevcut durumlarına göre tüm balkon uygulamalarının yüzde gelişimleri Tablo 6.11'deki gibidir. Uygulamalar üzerinden bakıldığında enerji kazanım değerleri ile CO₂ kazanım değerleri paralellik göstermektedir. Ancak yapı tipleri özelinde bakıldığında en çok kazanımlar mevcut hali yalıtımsız yapı tiplerinde (Tip B-D) görülmektedir. Ayrıca doğalgaz kullanan yapılarda (Tip A-B) eş özellikteki kömürlü yapı tiplerinin (Tip C-D) verilerine göre daha fazla kazanım sağladıkları görülmüştür.

6.3 AÇIKLIKLARDA İYİLEŞTİRME TÜRLERİ

Açıklıklarda uygulanan iyileştirme çeşitlerinin tümü kabuk üzerinden uygulanan iyileştirmeler kategorisinde sınıflandırılmıştır. Yapı kabuğundaki açıklıklarda 10 farklı boyutlandırma senaryosu simüle edilmiştir. Bu boyutlandırmalardan bazıları tek doğrultuda bazıları çift doğrultuda büyütülüp küçültülmüştür. Tek doğrultuda olan uygulamalarda aksi doğrultusundaki olası senaryo sonuçları da incelenmiştir. Ayrıca farklı özelliklerdeki 5 cam tipi 2 çerçeve

tipi ile kombine edilerek her yapı tipi için 10 farklı cam/çerçeve kombinasyonu simüle edilmiştir.

6.3.1 Açıklıkların Yeniden Boyutlandırılması

Tablo 6.13: Açıklık Uygulamaları Sonucu Oluşan Birincil Isıtma Enerjisi Kullanımları (kWh)

					Mevcut Durumları				Toplam
	Tip A	Tip B	Tip C	Tip D	Tip A	Tip B	Tip C	Tip D	
U.3.1.1	7338	16081	8292	18171	7273	16082	8219	18172	49882
U.3.1.2	7365	16133	8323	18230	7273	16082	8219	18172	50051
U.3.2.1	7467	16105	8438	18199	7273	16082	8219	18172	50209
U.3.2.2	7527	16244	8505	18356	7273	16082	8219	18172	50632
U.3.3.1	7602	16137	8590	18235	7273	16082	8219	18172	50564
U.3.3.2	7730	16389	8735	18520	7273	16082	8219	18172	51374
U.3.4.1	7772	16178	8782	18282	7273	16082	8219	18172	51014
U.3.4.2	7964	16553	8999	18705	7273	16082	8219	18172	52221
U.3.5.1	7207	16105	8144	18199	7273	16082	8219	18172	49655
U.3.5.2	7182	16052	8116	18139	7273	16082	8219	18172	49489
U.3.6.1	7074	16138	7994	18236	7273	16082	8219	18172	49442
U.3.6.2	6990	15971	7899	18047	7273	16082	8219	18172	48907
U.3.7	7973	16290	9010	18408	7273	16082	8219	18172	51681
U.3.8	8791	16780	9934	18961	7273	16082	8219	18172	54466
U.3.9	5590	15065	6317	17024	7273	16082	8219	18172	43996
U.3.10	6803	15863	7687	17926	7273	16082	8219	18172	48279

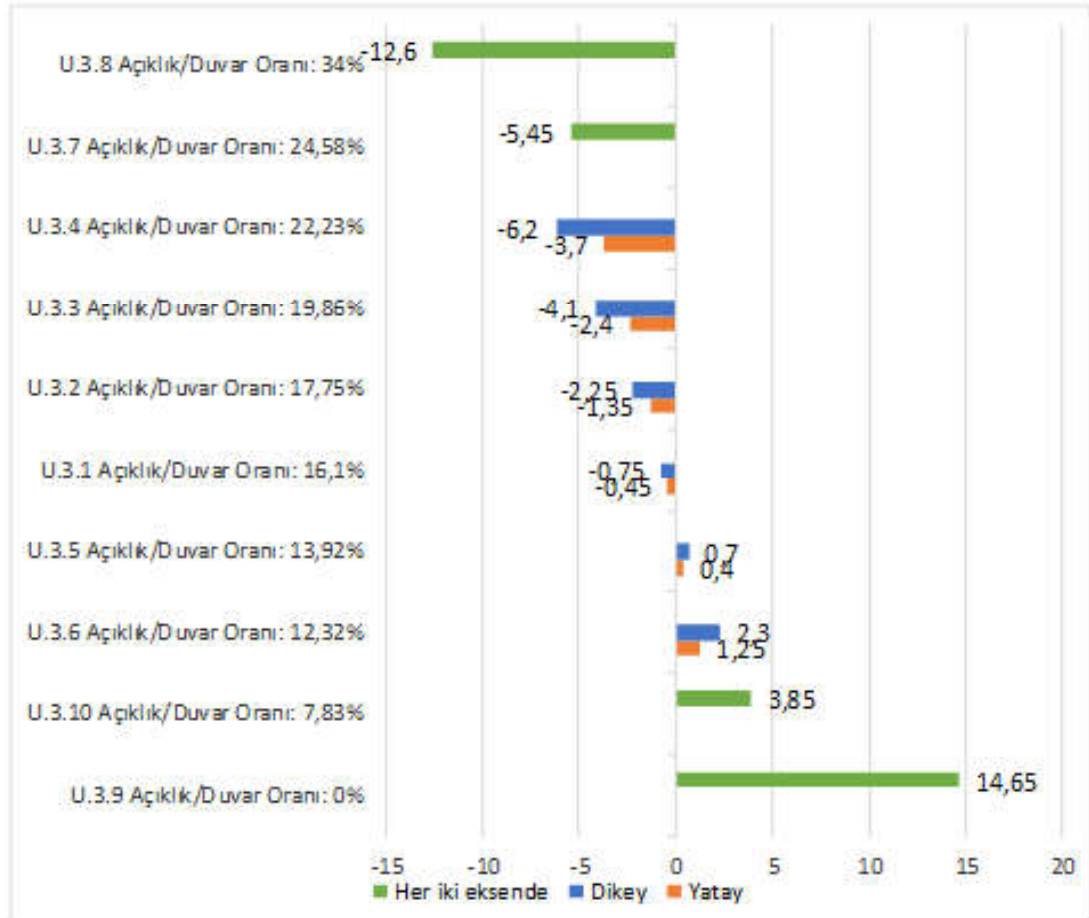
Açıklıkların yeniden boyutlandırılmasında ilk etapta açıklık büyüklükleri kademeli olarak artırılmıştır. Yapılan artırma oranları ve açıklık/duvar oranları sabit tutulup ilk olarak yatayda ikinci olarak dikeyde açıklık büyütülmesi işlemi gerçekleştirilmiştir. Açıklık alanı artırıldıkça enerji kullanımlarının artışı tablo 6.12’te görülmektedir.

Artırılan açıklık alanları simülasyon sonuçlarının hiçbirinde mevcut duruma göre enerji kazanımı meydana gelmemiştir. Dikey doğrultuda yapılan büyütme uygulamalarının hepsi yatayda uygulananlara göre daha fazla enerji kullanım değerine sahiptir.

Açıklık uygulamalarının ikinci bölümünde mevcut açıklık büyüklüklerinin küçültülmesi senaryoları ve son 4 uygulamada ekstrem büyütme ve kapatma senaryoları incelenmiştir.

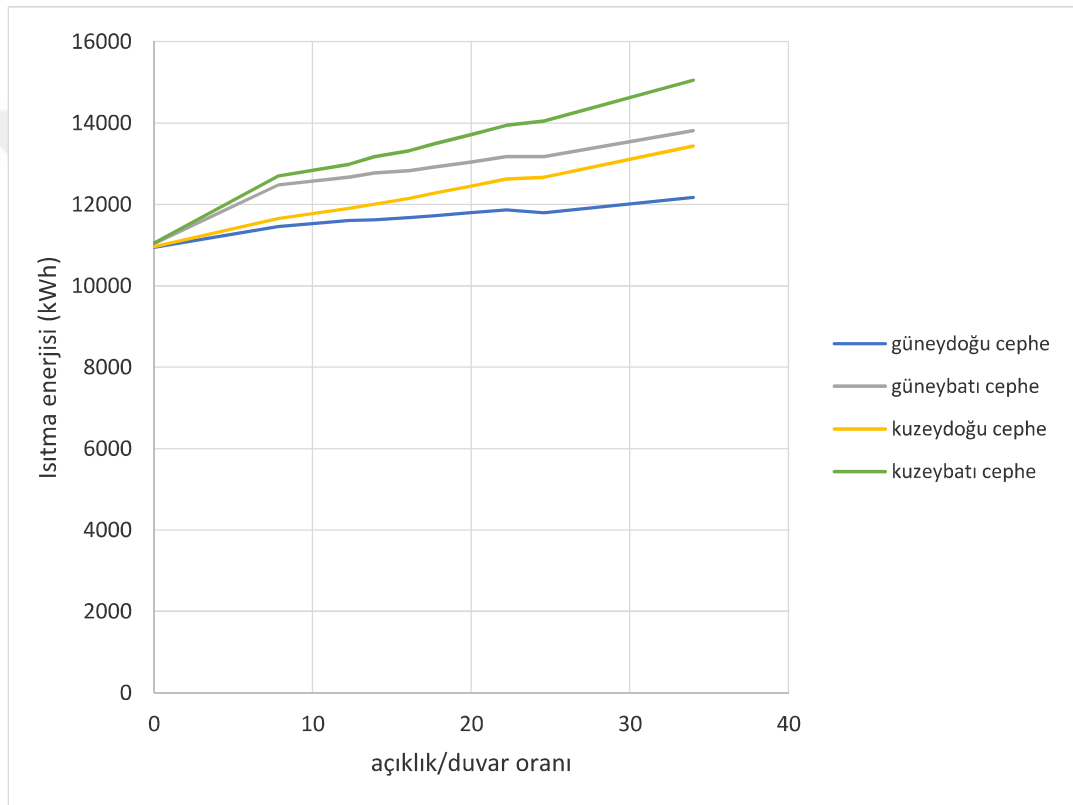
Tablo 6.14: Açıklık Uygulamaları Sonucu Oluşan Birincil Enerji Kazanım Değerleri (%)

	Açıklık/Duvar Oranı:	Geniştirme Doğrultusu	A	B	C	D	Ortalama
U.3.1.1	16,10%	Yatay	-0,9	0	-0,9	0	-0,45
U.3.1.2	16,10%	Dikey	-1,2	-0,3	-1,2	-0,3	-0,75
U.3.2.1	17,75%	Yatay	-2,6	-0,1	-2,6	-0,1	-1,35
U.3.2.2	17,75%	Dikey	-3,5	-1	-3,5	-1	-2,25
U.3.3.1	19,86%	Yatay	-4,5	-0,3	-4,5	-0,3	-2,4
U.3.3.2	19,86%	Dikey	-6,3	-1,9	-6,3	-1,9	-4,1
U.3.4.1	22,23%	Yatay	-6,8	-0,6	-6,8	-0,6	-3,7
U.3.4.2	22,23%	Dikey	-9,5	-2,9	-9,5	-2,9	-6,2
U.3.5.1	13,92%	Yatay	0,9	-0,1	0,9	-0,1	0,4
U.3.5.2	13,92%	Dikey	1,2	0,2	1,2	0,2	0,7
U.3.6.1	12,32%	Yatay	2,8	-0,3	2,8	-0,3	1,25
U.3.6.2	12,32%	Dikey	3,9	0,7	3,9	0,7	2,3
U.3.7	24,58%	-	-9,6	-1,3	-9,6	-1,3	-5,45
U.3.8	34%	-	-20,9	-4,3	-20,9	-4,3	-12,6
U.3.9	0	-	23	6,3	23	6,3	14,65
U.3.10	7,83%	-	6,4	1,3	6,4	1,3	3,85

**Şekil 6.5:** Eksenlere Göre Açıklık Boyutlandırma Uygulamaları Sonucu Oluşan Birincil Enerji Kazanımlarının Tüm Yapı Tipleri İçin Ortalamaları

Açıklıklarda uygulanan senaryolara göre en yüksek açıklık alanı artışında da en çok açıklığın kapatılmasında da enerji kazanım değeri değişimi Tip A ve Tip C gibi mevcut hali yalıtımlı yapılarda meydana gelmektedir. Bu nedenle mevcut dış duvar niteliğinin açıklık boyutlandırma işlemindeki önemi gözlemlenmiştir.

Daire konumlarına göre değerlendirme yapılırsa açıklık/duvar oranındaki değişim Şekil 6.6'da görülmektedir. Güneydoğu cephesi enerji değerleri açıklık/duvar oranındaki değişimlere daha duyarlı hareket etmiştir. Kuzeybatı cephede değişim daha az olmuştur.



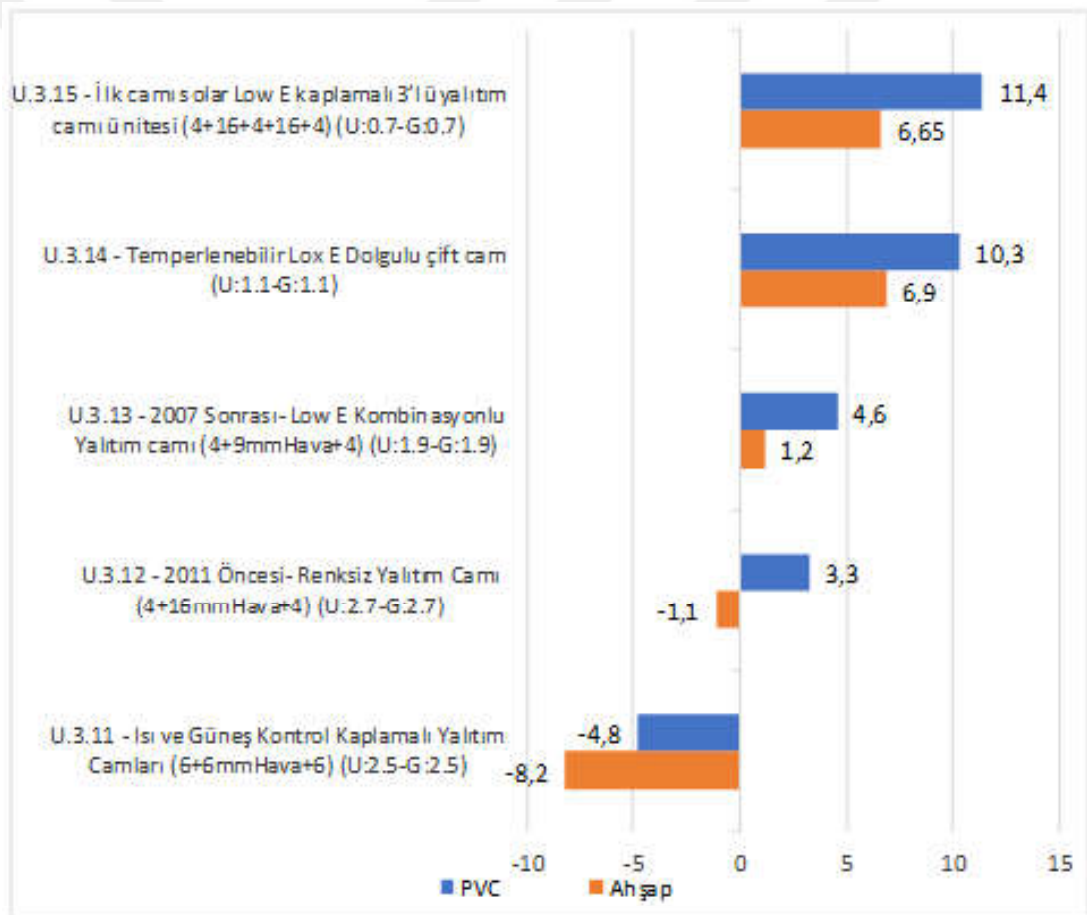
Şekil 6.6: Açıklık/ duvar oranı ortalama verilerinin daire konumlarına göre enerji talebine etkisi

6.3.2 Açıklıklardaki Malzeme Değişimleri

Açıklıklarda kullanılabilen 5 tane nitelik olarak birbirinden farklı ve ısıl geçirgenlik konusunda birbirinden uzak değerlerde cam tipi seçilerek uygulanmıştır. BepTr'nin sunduğu 2 farklı çerçeve tipi ile her cam tipi ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

Tablo 6.15: Açıklık Uygulamaları Sonucu Oluşan Birincil Isıtma Enerjisi Kullanımları (kWh)

					Mevcut Durumları				Toplam
	Tip A	Tip B	Tip C	Tip D	Tip A	Tip B	Tip C	Tip D	
U.3.11.1	8084	17054	9078	19271	7273	16082	8219	18172	53487
U.3.11.2	7675	16747	8673	18924	7273	16082	8219	18172	52019
U.3.12.1	7361	16217	8341	18325	7273	16082	8219	18172	50244
U.3.12.2	6914	15801	7813	17856	7273	16082	8219	18172	48384
U.3.13.1	7070	16144	7989	18243	7273	16082	8219	18172	49446
U.3.13.2	6714	15837	7587	17895	7273	16082	8219	18172	48033
U.3.14.1	6464	15646	7305	17680	7273	16082	8219	18172	47095
U.3.14.2	6103	15334	6896	17328	7273	16082	8219	18172	45661
U.3.15.1	6459	15733	7299	17778	7273	16082	8219	18172	47269
U.3.15.2	5973	15313	6750	17304	7273	16082	8219	18172	45340



Şekil 6.7: Açıklık Değişimi Uygulamaları Sonucu Oluşan Birincil Enerji Kazanımlarının Tüm Yapı Tipleri İçin Ortalamaları

Tablo 6.16: Açıklık Uygulamaları Sonucu Oluşan Birincil Enerji Kazanım Oranları (%)

	Cam özellikleri	Çerçeve Tipi	A	B	C	D	Ortalama
U.3.11.1	Isı ve Güneş Kontrol Kaplamalı Yalıtım Camları (6+6mmHava+6) (U:2.5-G:2.5)	Ahşap	-10,4	-6	-10,4	-6	-8,2
U.3.11.2	Isı ve Güneş Kontrol Kaplamalı Yalıtım Camları (6+6mmHava+6) (U:2.5-G:2.5)	PVC	-5,5	-4,1	-5,5	-4,1	-4,8
U.3.12.1	2011 Öncesi- Renksiz Yalıtım Camı (4+16mmHava+4) (U:2.7-G:2.7)	Ahşap	-1,4	-0,8	-1,4	-0,8	-1,1
U.3.12.2	2011 Öncesi- Renksiz Yalıtım Camı (4+16mmHava+4) (U:2.7-G:2.7)	PVC	4,9	1,7	4,9	1,7	3,3
U.3.13.1	2007 Sonrası- Low E Kombinasyonlu Yalıtım camı (4+9mmHava+4) (U:1.9-G:1.9)	Ahşap	2,8	-0,4	2,8	-0,4	1,2
U.3.13.2	2007 Sonrası- Low E Kombinasyonlu Yalıtım camı (4+9mmHava+4) (U:1.9-G:1.9)	PVC	7,7	1,5	7,7	1,5	4,6
U.3.14.1	Temperlenebilir Lox E Dolgulu çift cam (U:1.1-G:1.1)	Ahşap	11,1	2,7	11,1	2,7	6,9
U.3.14.2	Temperlenebilir Lox E Dolgulu çift cam (U:1.1-G:1.1)	PVC	16	4,6	16	4,6	10,3
U.3.15.1	İlk camı solar Low E kaplamalı 3'lü yalıtım camı ünitesi (4+16+4+16+4) (U:0.7-G:0.7)	Ahşap	11,2	2,1	11,2	2,1	6,65
U.3.15.2	İlk camı solar Low E kaplamalı 3'lü yalıtım camı ünitesi (4+16+4+16+4) (U:0.7-G:0.7)	PVC	18	4,8	18	4,8	11,4

Malzeme değişimlerinde ilk uygulamalarda ahşap çerçeveler kullanılmıştır. İlk uygulamaların ikinci uygulamalara göre daha fazla enerji talebine sahip olduğu görülmektedir.

Mevcut durumda kullanılan cam ve çerçeve tipi (2011 öncesi- Renksiz yalıtım camı (4+9mmHava+4) (U:3-G:3) – PVC) olduğu düşünüldüğünde ilk

uygulamalardaki U.3.11 (Isı ve Güneş Kontrol Kaplamalı Yalıtım Camları; U:2.5-G:2.5) sisteminin daha verimli olması beklenmektedir. Isı ve güneş kontrol kaplaması özelliğinin güneşten gelen ısı kazanımlarını engellediği için mevcut durumdan 4,8% oranında daha verimsiz sonuçlar verdiği görülmektedir. U.3.12 uygulamalarında (2011 Öncesi- Renksiz Yalıtım Camı; U:2.7-G:2.7) bir önceki uygulamaya göre daha ısıl geçirgenlik değerleri düşük bir cam uygulaması yapılmıştır. Mevcut duruma göre ortalama enerji kazanımı PVC çerçevede 3,3% oranındadır. U.3.11 uygulamasına göre ortalama 7% oranında daha fazla verim sağlanmıştır. U.3.13 uygulamasında (2007 Sonrası- Low E Kombinasyonlu Yalıtım camı; U:1.9-G:1.9) mevcut duruma göre PVC çerçevede 4,6% oranında enerji kazanımı sağlanmıştır. U.3.12 uygulamasına göre 1,1% oranında daha verimli sonuçlar elde edilmiştir. U.3.14 uygulaması ile temperlenebilir Low E dolgulu cam tipi (U:1.1-G:1.1) uygulaması yapılmış, mevcut durumlara göre ortalama PVC çerçeve üzerinden 10% enerji kazanımı sağlamıştır. Bir önceki U.3.13 uygulamasına göre 5% oranına daha az enerji talebi oluşturmuştur. Son uygulamada 3 cam teknolojisine sahip Low E özellikli ve 0,7 U-değerine sahip bir cam sistemi uygulanmıştır. Bu uygulama ile mevcut duruma göre 11% oranında enerji kazanımı elde edilmiş ve bir önceki 3.14 uygulamasına göre de 0,15% oranında daha fazla verim sağlanmıştır.

6.4 DÖŞEMELERDE İYİLEŞTİRME TÜRLERİ

Döşemeler yapı içerisindeki taşıyıcı özellikli birimlerdir. Yapı içerisindeki döşeme tipleri dış ortamla temas eden ve değiştirilebilen bir kabuk elemanı değildir. İncelenen daire hacimlerinin temas ettiği döşemeler üzerinde değerlendirmeler yapılmıştır. Daire içerisindeki iç ortam şartları kullanıcı tercihlerine göre önemli ölçüde değişiklik gösterebilmektedir. Bu durum alanda yapılan gözlemlerde de teyit edilmiştir. Bireysel ısıtma sistemleri bu duruma önemli derecede olanak sağlayabilmektedir. Ayrıca merkezi sistemli bir ısıtma sistemi olsa dahi kullanıcının açıklık kullanımı ve kendi katındaki dış kabuk hataları nedeniyle oluşan ısı kayıpları da daireler ara tetiklemektedir. Buradan çıkarımla daire dışındaki her bölüm kullanıcı inisiyatifinin dışında kaldığı için döşemelerde de yapı kabuğu gibi iyileştirmeler yapılabilmektedir. Döşemelerde uygulanan iyileştirmeler diğer dış yapı kabuğu uygulamaları gibi uygulama konumlarına göre daire içinden ve dışından olmak üzere iki başlıkta sınıflandırılmıştır.

Tablo 6.17: Döşeme Uygulamaları Sonucu Birincil Isıtma Enerjisi Kullanımları (kWh) 1

		Tip A	Tip B	Tip C	Tip D	Toplam
İ.4.1	Alt Katın Isıtılmadığı Senaryo	17718	21462	20022	24252	83454
D.4.1		14906	21385	16844	24165	77300
H.1		27657	34156	31252	38596	131661
İ.4.2	Üst Katın Isıtılmadığı Senaryo	13550	21471	15311	24262	74594
D.4.2		13604	21519	15373	24317	74813
H.2		27657	34156	31252	38596	131661
İ.4.3	Tüm Katların Isıtıldığı Senaryo	7301	15910	8250	17978	49439
D.4.3		7301	15910	8250	17978	49439
İ.4.4		7244	15851	8186	17912	49193
D.4.4		7216	15823	8154	17880	49073
İ.4.5		7244	15851	8186	17912	49193
D.4.5		7216	15517	8154	17534	48421
Mevcut		7273	16082	8219	18172	49746

Tablo 6.18: Döşeme Uygulamaları Sonucu Birincil Isıtma Enerjisi Kullanımları (kWh) 2

		Tip A	Tip B	Tip C	Tip D	Toplam
İ.4.6	Alt ve Üst Katın Isıtılmadığı Senaryo	32768	38642	37027	43665	152102
D.4.6		32806	38677	37071	43705	152259
İ.4.7		32750	38642	37008	43640	152040
D.4.7		32684	38556	36933	43569	151742
İ.4.8		19278	26473	21785	29915	97451
D.4.8		19251	26445	21754	29883	97333
H.3		42427	47598	47943	53785	191753

Tablo 6.19: Alt katın ısıtılmadığı senaryoda H.1 durumuna göre enerji kazanımları (%)

	Tip A	Tip B	Tip C	Tip D	Ortalama
İ.4.1	35,93665	37,16477	35,9337	37,16447	36,5499
D.4.1	46,10406	37,39021	46,10265	37,38988	41,7467
				Ortalama:	39,14

Tablo 6.20: Üst katın ısıtılmadığı senaryoda H.2 durumuna göre enerji kazanımları (%)

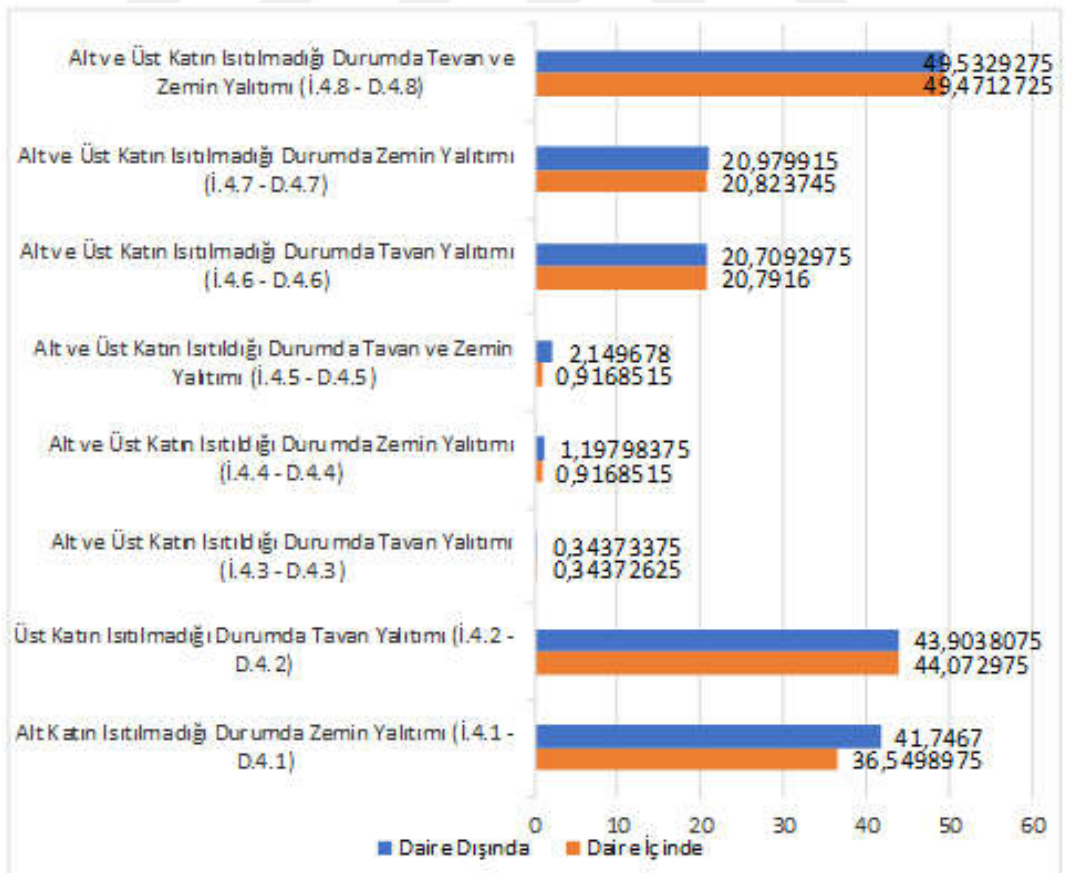
	Tip A	Tip B	Tip C	Tip D	Ortalama
İ.4.2	51,00698	37,13842	51,00794	37,13856	44,073
D.4.2	50,81173	36,99789	50,80955	36,99606	43,9038
				Ortalama:	43,98

Tablo 6.21: Tüm katların ısıtıldığı senaryoda mevcut duruma göre enerji kazanımları (%)

	Tip A	Tip B	Tip C	Tip D	Ortalama
İ.4.3	-0,38499	1,069519	-0,37717	1,067576	0,343726
D.4.3	-0,38499	1,069519	-0,37717	1,067576	0,343734
İ.4.4	0,398735	1,436389	0,401509	1,430773	0,916852
D.4.4	0,783721	1,610496	0,79085	1,606868	1,197984
İ.4.5	0,398735	1,436389	0,401509	1,430773	0,916852
D.4.5	0,783721	3,513245	0,79085	3,510896	2,149678
				Ortalama:	0,9781

Tablo 6.22: Alt üst katların ısıtılmadığı H.3 durumuna göre enerji kazanımları (%)

	Tip A	Tip B	Tip C	Tip D	Ortalama
İ.4.6	22,76616	18,81592	22,7687	18,81565	20,79161
D.4.6	22,6766	18,74238	22,67693	18,74128	20,7093
İ.4.7	22,80859	18,81592	22,80833	18,86214	20,8237
D.4.7	22,96415	18,9966	22,96477	18,99414	20,9799
İ.4.8	54,56195	44,38212	54,56062	44,3804	49,4713
D.4.8	54,62559	44,44094	54,62528	44,4399	49,5329
				G. Ortalama:	30,38

**Şekil 6.8:** Alt ve Üst Katın Isıtıldığı veya Isıtılmadığı Durumlar Baz Alınarak Döşeme Yalıtım Uygulamalarının Birincil Enerji Kazanımlarının Tüm Yapı Tipleri İçin Ortalamaları

İlk uygulamalarda alt katında ısıtılmayan hacmin olduğu döşemeye yapılan uygulamalar sonucunda daire dışından alt döşemeye yapılan uygulamada (D.4.1) hiç yalıtımın olmadığı H.1 durumuna göre toplam enerji harcamalarında 41%, daire içinden yapılan uygulamada (İ.4.1) 36% oranında enerji kazanımı meydana gelmiştir.

Üst katın ısıtılmadığı senaryoda daire içinden yapılan uygulama ile dışarıdan yapılan uygulamalar (İ.4.2-D.4.2) arasında önemli bir enerji kazanım farkı bulunmamaktadır ve 44% oranında bir enerji kazanımı sağlanmaktadır.

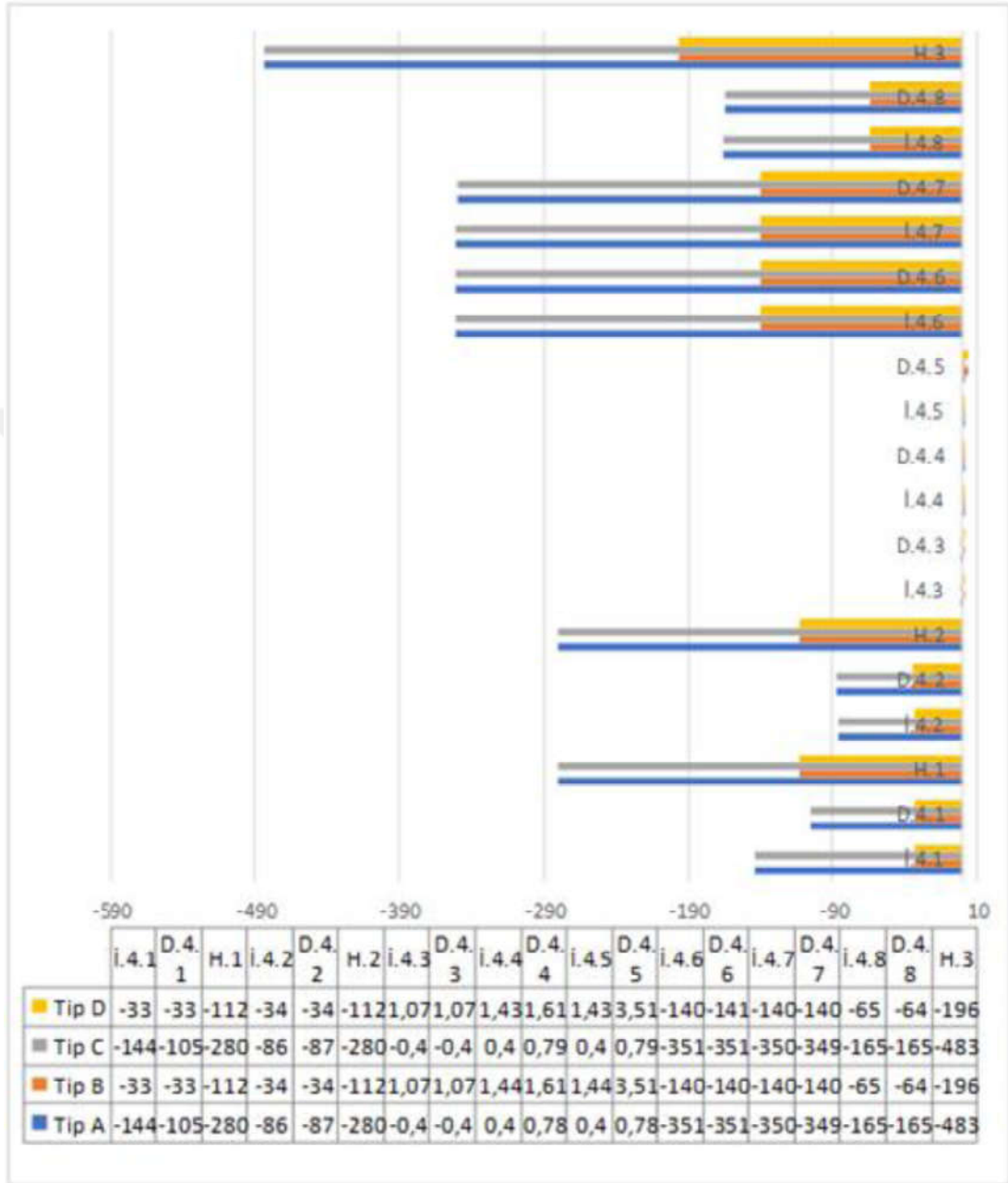
Tüm katları ısıtıldığı ve döşemelere uygulamaların yapıldığı senaryoda üst döşemeye yapılan içerden ve dışardan uygulamalarda (İ.4.3-D.4.3) önemli bir enerji kazanımı ölçülmemiştir. Alt döşemeye daire içeriden yalıtım yapılan İ.4.4 uygulamasında mevcut duruma göre 0,91% ve dışarıdan yapılan D.4.4 uygulamalarında mevcut duruma göre 1,19% oranında enerji kazanımı sağlanmıştır. Hem alt hem üst döşemeye yapılan İ.4.5 ve D.4.5 uygulamalarında daire içinden yapılan uygulamada 0,91%, dışından yapılan uygulamada 2,14% oranında enerji kazanımı ölçülmüştür.

Alt ve üst katların ısıtılmadığı durumda ise sadece alt veya sadece üst döşeye içeriden ve dışarıdan fark etmeksizin tüm uygulamalarda (İ.4.6, İ.4.7- D.4.6, D.4.7) yaklaşık 20% oranında, hiç uygulama olmayan duruma göre kazanım sağlanmıştır. Fakat hem alt hem üst döşemeye içeriden (İ.4.8) yapılan uygulamalarda 49,47%, dışarıdan (D.4.8) yapılan uygulamalarda %49,53 oranında hiç uygulama olmayan duruma göre enerji kazanımı elde edilmiştir.

Tüm döşeme uygulamaları ele alındığında dışarıdan yapılan uygulamalar sonucunda oluşan ısıtma enerjisi talebi içeriden yapılan uygulamalara göre 1% oranında daha az olduğu hesaplanmıştır. Tavan ve zemin yalıtımının yönü üzerinden değerlendirme yapılırsa ısıtma enerjisi kullanımlarında ihmal edilebilecek değerlerde değişimler dışında önemli bir veri yoktur.

Döşeme uygulamaları bölümündeki en önemli veriler uygulamalardan ziyade alt veya üst katların ısıtılmaması durumlarında gözlemlenmiştir. Simülasyon sonuçlarına göre sadece alt kat veya sadece üst katın ısıtılmaması (H1-H2) aynı sonucu vermekle birlikte mevcut hali dış yalıtımlı yapılarda (Tip A-C)112%, dış yalıtımsız yapılarda (Tip B-D) 280% oranında ısıtma enerjisi artışına neden olmaktadır (Şekil 6.9). Alt ve üst kat birlikte ısıtılmadığı durumda (H3) ise mevcut hali dış yalıtımlı yapılarda 196%, mevcut halinde dış yalıtımı bulunmayan yapılarda

ise 483% oranında enerji kaybı oluşmaktadır. Döşeme uygulamalarının etkisi en net olarak alt ve üst katın birlikte ısıtılmadığı senaryolarda gözlemlenmiştir.



Şekil 6.9: Döşeme Uygulamalarının Mevcut Duruma Göre Birincil Enerji Kayıp ve Kazanımları (%)

6.5 BÖLÜMLERE GÖRE ORTALAMA VERİLER

Uygulamalarda mevcut durumlarında kullanılan birincil enerji talepleri ile uygulama sonrası oluşan birincil enerji talepleri karşılaştırılmıştır. Yapılan uygulamaların genel sonuçlarına bakıldığında öncelikli olarak uygulanması gereken strateji tipleri ve malzeme çeşitleri yapı kabuğu bölümlerine göre sıralanmıştır:

Dış duvar bölümü içerisinde yapılan tüm yapı tiplerine uygulanan iyileştirme sonuçlarının ortalaması yapı kabuğu içerisindeki uygulamalar için 25,1%, yapı kabuğu üzerindeki için 21,8%, yapı kabuğu dışındakiler için 37,5% olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar içerisinde mevcut hali yalıtımlı ve yalıtımsız olan, farklı ısıtma enerjisi kaynakları kullanan yapılar bulunmaktadır. Duvar uygulamaları içerisinde en verimli sonuçların alındığı yapı kabuğu üzerinden yapılan uygulamalardan biri olsa da genel tüm uygulamaların ortalamasında dış duvar uygulamaları enerji kazanım ve CO₂ salım değerlerinde en verimli sonucu vermektedir.

İkinci yapı kabuğu bölümü olan balkonlarda tüm yapı tiplerine uygulanan iyileştirmelerin ortalama değeri yapı kabuğu içinden uygulamalar için 10%, yapı kabuğu üzerindeki için 3,2%, yapı kabuğu dışındakiler için 27% oranında olarak hesaplanmıştır. Bu durumda balkonlardaki yapı kabuğu dışındaki uygulamalar tercih edilmelidir. Ancak BepTR yazılımının sağlayabildiği imkânlar neticesinde çıkan bu sonuçlarda balkonların yıkılıp yeniden inşa edildiği uygulamalarda balkonların ısı köprüsü nedeniyle sebep oldukları negatif özellikler bertaraf edilmesine rağmen uygulama sonucunda Tip A ve Tip C gibi yapılarda enerji kayıpları gözlemlenmiştir. Bu durumda sonradan eklenen döşeme modellerini, simülasyon ana döşemeye bütünlük olarak hesap yapmış olabileceği tahmin edilmektedir.

Açıklıklar bölümünde, BepTR yazılımının imkanları nedeniyle kabuğa dışarıdan ve içeriden eklenecek katman ve çift cidar gibi uygulamalar tatbik edilememiştir. Bu nedenle açıklıklarda malzeme değişim bölümünde çerçeve tiplerine göre, açıklıkların boyutlandırılması bölümünde ise büyütme ve küçültme istikametlerine göre değerlendirilmiştir. Ahşap çerçeveli uygulamalarda tüm cam ve yapı tipleri için 1%, PVC çerçeveler için 5% ortalama kazanım gerçekleşmiştir. Genel olarak malzeme değişimi uygulamalarında ise %3 oranında ortalama kazanım gözlemlenmiştir. Pencere boyutlandırmalarında ise yatay uygulamalarda ortalama 1% oranında enerji kaybı, düşey doğrultuda 1,7% oranında enerji kaybı ölçülmüştür. Açıklık boyutlandırması işlemlerinde genel olarak açıklıkların genişletme yönünde uygulamalara rastlanılmaktadır. Açıklıkların azaltıldığı veya kapatıldığı uygulamalarına genel olarak rastlanılmamaktadır. Stratejiler içerisinde bulunma nedenleri açıklık boyutlandırmasındaki enerji değişim korelasyonunun daha net görülmesidir.

Döşeme uygulamaları tartışma bölümünde diğer uygulamaların değerlendirilmesinde olduğu gibi sadece mevcut durumlar (tüm katların gerekli yeterlilikte ısıtıldığı) üzerinden değerlendirilmemiştir. Mevcut durum dışında belirlenen (H1, H2 ve H3) alt ve üst katların ısıtılmadığı senaryolara göre de uygulamaların enerji kazanımları değerlendirilmiştir. Çünkü mevcut yapı tiplerinin modellerinde tüm dairelerin ısıtıldığı bir sistem üzerinden değerlendirilmiştir. Bu sebeple döşeme uygulamalarında da tüm katların ısıtıldığı senaryoların sonuçları değerlendirilmektedir. Daire içinden yapılan uygulamalarda 1%, daire dışından yapılan uygulamalarda 1,7% oranında enerji kazanımı sağlanabilmiştir ancak dairelerde bazı durumlarda alt ve üst hacimlerin ısıtılmaması durumlarına karşın diğer senaryolarda incelenmelidir. Alt ve üst katı ısıtılmayan senaryoda döşeme yalıtımlarının ortalama 30% katkı sağladığı göz ardı edilmemelidir.

BÖLÜM VII

SONUÇ

Yapılan araştırmanın sonucunda, soğuk iklim bölgesinde yer alan ve ısıtma enerjisi yükü yüksek illerden olan Sivas ilinin mevcut çok katlı apartman tipi yapılarının;

- Isıtma yükünü azaltabilecek,
- Tüm kabuk özelliğine sahip yapı tiplerini kapsayacak,
- Yapılardaki mevcut kabuk hatalarını ve yanlış uygulamaları gözeten
- Yapılarda kullanılan ısıtma enerjisi çeşitlerini hesaba katan bir iyileştirme sistemi oluşturulmuştur.

Mevcut yapıların enerji bağlamında alanda yapılan gözlemler ve gerçekleştirilen simülasyonlar sonucunda geliştirilme potansiyellerinin olduğu tespit edilmiştir. Sivas ili içinde belirlenen alanda farklı kabuk uygulamaları bulunan ve ısıtma sistemlerinde farklı yakıtlar kullanılan yapılar olduğu bilinmektedir. Alandaki yapılar kullanılan yakıt ve dış yalıtım durumlarına göre tiplere ayrılmıştır. Mevcut yapılarda, sahada yapılan termal çekim ve gözlemler sonucunda:

- Yalıtım bulunmayan yapılardaki muhtelif ısı kaçakları,
- Açık balkonlar ve balkon döşemesinden kaynaklı ısı kaçağı,
- Pencere çerçeveleri kaynaklı ısı kaçağı,
- Yeterli kalınlık ve geçirgenlik değerlerinde olmayan malzeme kullanımından dolayı ısı kaçağı,
- İç havalandırmanın sağlanması için kullanıcı tarafından açılmış pencerelerden kaynaklı ısı kaybı,
- Kapatılmış balkon duvarlarında uygulanmamış dış yalıtım kaplamaları,
- Isı kaçakları bulunan kapalı balkon bölümlerinin iç hacimlerle birleştirilmesi,
- Yapının kuzey cephesinde açıklık/duvar oranının artırılmasına yönelik işlemler yapılması gibi sorunların varlığı tespit edilmiştir.

Yapılarda sorunların Isıtma enerjisine talebini nasıl ve ne oranda etkilediğinin hesaplanabilmesi için belirlenen hatalara göre uygulanabilecek iyileştirme stratejileri belirlenmiştir. Yapı kabuğunda uygulanabilecek sistemler üç başlık altında toplanmıştır:

- Yapı kabuğuna içten müdahale,
- Yapı kabuğu üzerinde müdahale,
- Yapı kabuğuna dıştan müdahale.

Belirlenen uygulama başlıkları sayesinde uygulama yapılabilecek her yapı kabuğu bileşeni içerisinde uygulamalar sınıflandırılmıştır. Her yapı kabuğu bölümü için bu başlıklar kullanılarak hangi uygulama setlerinin daha verimli sonuçlar verdiği araştırılmıştır. Simülasyon uygulamaları sonucunda yapıların yıllık birincil enerji tüketim değerlerinin mevcuttaki halleri ile karşılaştırarak çıkarımlar yapılmıştır. Elde edilen veriler ışığında gözlemler sıralanmıştır:

- Uygulamanın yapı kabuğuna göre konumu üzerinden değerlendirme yapıldığında en yüksek enerji verimleri yapı kabuğu dıştan yapılan uygulamalarda olduğu görülmüştür. Yapı kabuğu elemanları üzerinden değerlendirme yapıldığında dış duvarda uygulanan iyileştirmelerin en verimli sonuçları verdiği görülmüştür.
- Duvar uygulamaları içerisinde en iyi sonuç U.1.5 (Yeni duvar uygulaması (30 cm gaz beton dışına 12 cm taş yünü) uygulamasında 64% oranında mevcut hali yalıtımsız Tip B ve D yapılarında gerçekleşmiştir.
- Balkonda uygulamaları içinde en verimli sonuçları yapı kabuğu dışında uygulanan sistemler olduğu görülmüştür. En yüksek D.2.3 (Balkon duvarı dışından 12 cm taş yünü ve 2 cm gaz beton plaka sistem: Low-e 3'lü cam) uygulaması ile 44% oranında enerji kazanımı elde edilmiştir.
- Açıklıklarda yapılan iyileştirmeler neticesinde maksimum olarak U.3.15.2 (Low e 3'lü cam; PVC) uygulamasında mevcut hali yalıtımlı olan Tip A ve C yapılarında 18% oranında enerji kazanımı sağlanabilmiştir.
- Döşemelerde yapılan uygulamaları neticesinde ise en fazla D.4.5 (Alt ve üst kat ısıtıldığında daire dışından tavan ve zemin yalıtımı) uygulamasında mevcut duruma göre 3.5% oranında Tip B ve D yapılarında kazanım sağlanabilmiştir.

- Döşeme uygulanmalarında mevcut durumlara göre önemli bir enerji kazancı sağlanamamıştır. Ancak alt ve üst katların ısıtılmadığı durumlarda, döşeme iyileştirmeleri yapıldığı takdirde 54%'e varan enerji kazanımları sağlanabilmiştir. Ayrıca döşeme uygulamalarında da daire dışından yapılan uygulamaların daha verimli oldukları görülmüştür.
- Tüm sonuçlar içerisinde büyük enerji kayıplarının 483% ile alt ve üst kat ısıtılmaması durumlarında meydana geldiği ve bu durumlarda uygulanabilecek iyileştirmelerin de alt ve üst katın ısıtılmasının yerini tutmadığı görülmüştür.
- İncelenen yapı tiplerindeki güneydoğu yönündeki dairelerin tüm iyileştirmeler sonucu elde edilen ortalama enerji tüketim verisi kuzeybatıdaki daire verilerine göre 18% oranında daha az enerji tüketimi yaptığı görülmüştür.
- Uygulamalar tüm yapı tiplerine eşdeğer olarak uygulanmıştır ancak mevcut hali yalıtımsız (Tip B- Tip D) ve yalıtımlı (Tip A- Tip C) olan yapıların enerji kazanım ve kayıpları arasında farklar olduğu görülmüştür. Bu durum yapımı mevcut durumunun iyileştirme tercihinde göz ardı edilmemesi gerektiğini göstermiştir.
- Kömür kullanılan yapıların (Tip C- Tip D) metrekareye düşen CO₂ salımı verilerinde tüm uygulamalarda en yüksek değerlere sahiptir. Ayrıca tüm uygulamalarda kömür kullanılan tiplerin verileri ortalama %13 oranında birincil enerji kullanımı kWh cinsinden, ortalama 28% oranında da kg. CO₂/m² cinsinden daha yüksek çıkmaktadır. Bu durumda ısıtma enerjisi kaynağını kömür olarak kullanan yapıların doğalgaza yakıt dönüşümü yapılmalıdır. Değişirme ihtimali yoksa bu yapılarda yapılacak kabuk iyileştirmelerinin de çevre ve insan sağlığı açısından daha gerekli olduğu görülmektedir.

Türkiye Cumhuriyeti'nin resmi bina enerji hesabı yazılımı olan BepTR yazılımının ikinci sürümünü araştırmada kullanılmıştır. BepTR'de uygulamaların yapıldığı süreç içerisinde bazı eksiklikleri görülmüştür:

- Öncelikle mevcut ve planlanan balkon uygulamaları ve bazı dış kabuk katman uygulamalarının simülasyona girdilerinin yapılmasında zorluklar yaşanmıştır. Bu sebeple yapı modellemesinin geliştirilmesi önerilmektedir.

- İ ve dış ısı yalıtımı uygulamalarının bir arada kullanıldığı senaryolar için ısı krs senaryoları yeterli görülmemiştir.
- Boşluklu katman veya yalıtım işlemlerinin kolaylığı için katman setleri oluşturularak arasına hava boşluğu atanabilmesinin faydalı olacağı görülmüştür.

Bu araştırma sonucunda enerji ithalatçısı konumundaki ülkemizde enerji giderlerinin bir nebze azaltılabilmesi adına mevcut konutların en doğru ve mantıklı yollarla kapsamlı bir şekilde iyileştirmesi için yapı kabuğu iyileştirmeleri ve bu iyileştirmeler sonucu elde edilen veriler değerlendirilmiştir. Önümüzdeki zaman içerisinde bu araştırmada kullanılan uygulama eşitleri ve kullanılan malzeme girdilerinin artırılarak farklı iklim bölgelerinde de genişletilerek uygulanması hedeflenmektedir.

KAYNAKÇA

- ADALBERTH Karin (1999), *Energy Use in Multi Family Dwellings during their Life Cycle*, Byggnadsfysik LTH, Lunds Tekniska Högskola.
- ALTINIŞIK Kemal (2006), *Isı Yalıtımı*, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- ARNOLD Chris (2016), “Building envelope design guide- Introduction”, *Whole Building Design Guide*, <https://www.wbdg.org/guides-specifications/building-envelope-design-guide/building-envelope-design-guide-introduction>, ET. 04.09.2022.
- ARTO Inaki, CAPELLÁN-PÉREZ Inigo, LAGO Rago, BUENO Gorka ve BERMEJO Roberto (2016), “The energy requirements of a developed world”, *Energy for Sustainable Development*, Sayı 33, ss.8.
- ASLANI Alireza, BAKHTIAR Asieh ve AKBARZADEH Mohammad Hadi (2019), “Energy-efficiency technologies in the building envelope: Life cycle and adaptation assessment”, *Journal of Building Engineering*, Sayı 21, ss.55-63.
- AVRUPA KOMİSYONU (2021), *AB Genişleme Politikasına İlişkin 2021 Bilgilendirmesi*, Fası 15: Enerji, <https://www.ab.gov.tr/p.php?e=80>, ET. 14.07.2021.
- AYDIN Ufuk (2019), *Yapı Bilgi Modelleme ve Enerji Performans Yazılımları Bütünleşmesinin Erken Mimari Tasarıma Etkisi* (Yüksek Lisans Tezi), Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- AYKAL Demet, GÜMÜŞ Bilal ve ÖZBUDAK Berivan Akça (2009), “Sürdürülebilirlik Kapsamında Yenilenebilir ve Etkin Enerji Kullanımının Yapılarda Uygulanması”, *5. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu*, ss.21-32, Diyarbakır.
- BAŞARIR Bahar ve DİRİ Berrin Şahin (2014), “Bina Cephelerinin Yenilenmesinde Kullanılan Stratejiler”, *7. Ulusal Çatı ve Cephe Sempozyumu*, ss.14, İstanbul.
- BEP (2010), Bina Enerji Performansı, *Bina Enerji Performansı Hesaplama Yöntemi*, ss.1-4, Ankara.

- BEPTR (2019), Bina Enerji Performansı-Türkiye, *Binalarda Enerji Performansı Uygulaması Eğitim Kılavuzu*, T.C Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, ss.65-145, Ankara.
- BRACKNEY Larry, PARKER Anderw, MACUMBER Daniel ve BENNE Kylie (2018), *Building Energy Modeling with Open Studio*, Springer International Publishing, New York.
- CUCE Erdem ve RİFFAT Saffa (2015), “A state-of-the-art review on innovative glazing technologies”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Sayı 41, ss.699.
- ÇEVRE ŞEHİRCİLİK VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI (2021), *Hava Kalitesinde PM10 ve SO2 Ortalamaları*, www.cevreselgostergeler.csb.gov.tr/hava-kalitesinde-pm10-ve-so2-ortalamlari-i-85734, ET. 01.06.2021.
- ÇŞB (2021), Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, *Bina Sektörü Enerji Verimliliği Teknoloji Atlası*, ss.42-49, Ankara.
- ÇŞB ve GIZ (2018), Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı- Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit, *Türkiye Bina Sektörü Enerji Verimliliği Teknoloji Atlası Yönetici Özeti ve Yol Atlası*, ss.12-38, Ankara.
- IEEA (2008) Intelligent Energy Europe Agency, *Guidebook on Energy Intelligent Retrofitting*, ss.32-45, Brüksel.
- EL-DARWISH Ingy ve GOMAA Muhammed (2017), “Retrofitting strategy for building envelopes to achieve energy efficiency”, *Alexandria Engineering Journal*, Cilt 56, Sayı 4, ss.583.
- ENERDATA (2020), *CO2 Fuel Combustion*, <https://yearbook.enerdata.net/co2-fuel-combustion>, ET.12.03.2021.
- ENERGY SAVER (2021), *Windows Doors and Skylights*, <https://www.energy.gov/energysaver/windows-doors-and-skylights>, ET. 05.06.2021.
- ENERJİ VE TABİİ KAYNAKLAR BAKANLIĞI (2021), *Enerji Verimliliği*, <https://enerji.gov.tr/enerji-verimliliği>, ET. 13.07.2021.
- EP (2010), The European Parliament and of The Council, *Energy Performance of Buildings Directive*, ss.44.

- ERDABAK Mustafa (2011), *Binalarda Isı Yalıtımındaki Eksikliklerin Enerji Tasarrufuna Olan Etkilerinin Uygulamalı Olarak Araştırılması* (Yüksek Lisans Tezi), Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas.
- ETKB/EİGM (2019), Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Enerji İşleri Genel Müdürlüğü, *2019 Yılı Genel Enerji Dengesi*, ss.23-25, Ankara.
- EUROPEAN COMMISSION (2018), *Energy Performance of Buildings Directive*, https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/energy-performance-buildings-directive_en, ET. 20.10.2021.
- EVEREST Nimet (1993), *Sivas Kentinde Hava Kirliliğinin İncelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi), Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas.
- GILLINGHAM Kenneth, NEWELL Richard ve PALMER Karen (2009), “Energy efficiency economics and policy”, *The Annual Review of Resource Economics*, Cilt 1, ss. 598.
- GIEBELER Georg, KRAUSE Harald, FİSCH Rainer, MUSSO Florian, PETZİNKAR Karl-Heinz, RUDOLPHİ Alexander (2012), *Refurbishment manual*, Birkhäuser Publishing, Basel.
- GÖNÜLOL Okay (2014), *1980-2008 Yılları Arasında Türkiye’de İnşa Edilen Çok Katlı Konut Binalarının Enerji Etkin Hale Getirilmesi İçin Kullanılabilecek İyileştirme Yaklaşımlarının İncelenmesi: İzmir İçin Bir Uygulama Önerisi* (Yüksek Lisans Tezi), Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- GÜR Volkan ve AYGÜN Murat (2009), “Mimaride sürdürülebilirlik kapsamında değişken yapı kabukları için bir tasarım destek sistemi”, *İTÜ Dergisi Seri A: Mimarlık, Planlama, Tasarım*, Cilt 7, Sayı 1, ss.77-79.
- HARPUTLUGİL Gülsu Ulukavak (2011), “Enerji performansına dayalı tasarımda analiz ve simülasyon”, *Megaron*, Cilt 6, Sayı 1, ss.15-17.
- HARPUTLUGİL Gülsu Ulukavak (2013), “Bina Enerji Performansı Değerlendirme Araçları Enerji Simülasyonu”, *11. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, ss.950-954, İzmir.
- HENSEN Jan. L. M. (2003), “Simulating Building Performance: Just How Useful Is It?”, *REHVA Journal*, nr. 4, *Federation of European Heating, Ventilating and Air-conditioning Associations*, ss.22-25, Brussels.
- IEA (2013), International Energy Agency, *Technology Roadmap Energy Efficient Building Envelopes*. Paris.

- IEA (2020), International Energy Agency, *World Energy Outlook Special Report: Sustainable Recovery*, Paris.
- IEA SANKEY (2020), *World Final Consumption*,
www.iea.org/sankey/#?c=World&s=Final%20consumption, ET. 05.06.2021.
- ISO EN7730 (1994), International Standards Organization, *Moderate Thermal Environments Determination of the PMV and PPD Indices and Specification of the Conditions for Thermal Comfort*, ss.2, Geneva.
- IWARO Joseph ve MWASHA Abrahams (2013), “The impact of sustainable building envelope design on building sustainability using Integrated Performance Model”, *International Journal of Sustainable Built Environment*, ss.162-169.
- JAHED Negin (2018), *Performance Based Façades: Retrofit Strategies for Energy Efficiency and Comfort in Existing Office Buildings* (Yüksek Lisans Tezi), Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- KILINÇ Ferhat (2011), *Sivas İçin Farklı Yalıtım Malzemelerinin Isı Kaybına Olan Etkilerinin Deneysel ve Sayısal Olarak İncelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi), Cumhuriyet Üniversitesi Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Sivas.
- KINACI Muhammed Fatih (2015), *BEP-TR, Passivhaus ve Energystar Hesaplama Yöntemlerinin Karşılaştırılması* (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi Enerji Enstitüsü, İstanbul.
- KOÇ Pınar ve TUZTAŞI Uğur (2021), “1950-1980 Aralığında Sivas’ta inşa edilmiş konut dizgelerinin tipolojik değişkenlik bağlamında değerlendirilmesi”, *Türk İslâm Medeniyeti Akademik Araştırmalar Dergisi*, Cilt 16, Sayı 3, ss.378.
- KOÇASLAN Gelengül (2014), “Türkiye’nin enerji verimliliği mevzuatı, Avrupa Birliği’ndeki düzenlemeler ve uluslararası-ulusal öneriler”, *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, Cilt 15, Sayı 2, ss.117-119.
- KONSTANTINOU Thaleia (2014), “Facade refurbishment toolbox: Supporting the design of residential energy upgrades”, *Architecture and the Built Environment*, Sayı 9, ss.127.
- LA FLEUR Lina, ROHDIN Patrik ve MOSHFEGH Bahram (2019), “Energy renovation versus demolition and construction of a new building a comparative analysis of a Swedish multi-family building”, *Energies*, Cilt 12, Sayı 11, ss.83.

- METEOBLUE (2021), *Simüle Edilmiş Geçmiş İklim ve Hava Durumu Verileri*,
https://meteoblue.com/tr/hava/historyclimate/climatemodelled/sivas_t%c3%bcrkiye_30061, ET. 03.07.2021.
- ORAL Gül Koçlar (2007), “Sağlıklı Binalar için Enerji Verimliliği ve Isı Yalıtımı”, *VII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, ss.263, İzmir.
- ORHON Ahmet ve ALTIN Müjde (2012), “Beton Yapıların Karbon Ayak İzi”, *Sürdürülebilir Yapı Tasarımı Ulusal Konferansı*, ss. 294, Bornova.
- ÖKMEN Mustafa (2006), “Sivas’ta kentsel gelişme”, *Cumhuriyet Üniversitesi, İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Cilt 2, Sayı 1, ss.245.
- RAUF Abdul ve CRAWFORD Robert H. (2015), “Building service life and its effect on the life cycle embodied energy of buildings”, *Energy*, Sayı 79, ss 147.
- SATMAN Abdurrahman (2006), “Türkiye’nin Enerji Vizyonu”, *Jeotermal Enerji ve Aydın’daki Geleceği Sempozyumu ve Sergisi*, ss.7, Aydın.
- SATO Yoshihisa (2007), “Energy consumption: an environmental problem”, *IEEJ Transactions on Electrical and Electronic Engineering*, Cilt 2, Sayı 1, ss.13.
- SEZER Filiz Şenkal (2005), “Türkiye’de ısı yalıtımının gelişimi ve konutlarda uygulanan dış duvar yalıtım sistemleri”, *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, Cilt 10, Sayı 2, ss.11.
- SOĞUKOĞLU Mehmet ve VATAN Meltem (2014), “Mevcut betonarme konut binalarında enerji verimliliğinin artırılması için mimari çözüm önerileri”, *İstanbul Aydın Üniversitesi Dergisi*, Cilt 6, Sayı 2, ss.13-22.
- STEINBERGER Julia, ROBERTS Timmons ve PETERS Glen (2012), “Pathways of human development and carbon emissions embodied in trade”, *Nature Clim Change*, Cilt 2, Sayı 2, ss.84.
- TEAM BUILD (2023), *Renovation*,
<https://www.teambuildconstruction.co.uk/renovation-v-refurbishment-v-retrofit/>, ET. 16.01.2023.
- TÜRKYILMAZ Oguz (2015), “Ocak 2015 itibariyle Türkiye’nin Enerji Görünümü ve Raporu”, *TMMOB Makina Mühendisleri Odası*, Sayı 200, ss.15.
- UNDP (2010), United Nations Development Programme, “Promoting Energy efficiency in buildings: Lessons Learned from International Experience”, *Development Programme Report*, ss. 7.

- VANDERMEULEN Valerie, VERSPECHT Ann, VERMEIRE Bert, HUYLENBROECK Van ve GELLYNCK Xavier (2011), “The use of economic valuation to create public support for green infrastructure investments in urban areas”, *Landscape and Urban Planning*, Cilt 2, Sayı 103 ss.44.
- WHITE Leslie (1943), “Energy and the Evolution of Culture”, *Am Anthropol*, Cilt 45, Sayı 3, ss.339.
- WILKINSON Sara (2013), “Are sustainable building retrofits delivering sustainable outcomes?”, *Pacific Rim Property Research Journal*, Cilt 19, Sayı 2, ss.213.
- XU Yingqing, LI Guopeng ve ZHOU Jing, (2021), “Energy-efficiency retrofitting strategies for existing residential building envelope system—a case study in China”, *Journal of Building Construction and Planning Research*, Cilt 1, Sayı 9, ss.14.
- YASAK İbrahim (2004), *Sivas İli*, Seyran Yayınları, Sivas.
- YEGM (2017), Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, Enerji Tabii Kaynaklar Bakanlığı, *Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı 2017-2023*, ss.33, Ankara.