



**KTO KARATAY ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
MİMARLIK ANABİLİM DALI
TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**ISITMA BASKIN İKLİM BÖLGELERİNDE MEVCUT YAPI STOKUNUN
PERFORMANSININ İYİLEŞTİRMESİ, MALATYA YEŞİLYURT
ÖRNEĞİ**

Aslıhan ÖZATA

Yüksek Lisans Tezi

**KONYA
Şubat 2022**

ISITMA BASKIN İKLİM BÖLGELERİNDE MEVCUT YAPI STOKUNUN
PERFORMANSININ İYİLEŞTİRMESİ, MALATYA YEŞİLYURT ÖRNEĞİ

Aslıhan ÖZATA

KTO Karatay Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Mimarlık Anabilim Dalı
Tezli Yüksek Lisans Programı

Yüksek Lisans

Tez DanıŐmanı: Dr. Öğr.Üyesi Ayőegöl TEREÇİ

Konya
Şubat 2022

BİLDİRİM

Enstitü tarafından onaylanan Yüksek Lisans tezimin tamamını veya herhangi bir kısmını basılı veya dijital biçimde arşivleme ve aşağıda belirtilen koşullar dahilinde erişime açma iznini KTO Karatay Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle, Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak ve gelecekteki çalışmalar (makale, kitap, lisans, patent vb.) için tezimin tamamının veya bir bölümünün kullanım hakları yalnızca bana ait olacaktır.

Tezimin bütünüyle kendi çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izinle kullanılması zorunlu olan kaynakları, yazılı izin alarak kullandığımı ve istenildiğinde izinlerin suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayımlanan “Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge” kapsamında, tezim, aşağıda belirtilen koşullar haricince, YÖK Ulusal Tez Merkezi ve KTO Karatay Üniversitesi Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

Enstitü / Fakülte Yönetim Kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 2 yıl ertelenmiştir.¹

Enstitü / Fakülte Yönetim Kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren ... ay ertelenmiştir.²

Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir.³⁴

4 Şubat 2022

Aslıhan ÖZATA

¹ MADDE 6(1) Lisansüstü teze ilgili patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda, tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu iki yıl süre ile tezin erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.

² MADDE 6(2) Yeni teknik, materyal ve metotların kullanıldığı, henüz makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmamış ve internetten paylaşılması durumunda 3. şahıslara veya kurumlara haksız kazanç imkanı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile altı ayı aşmamak üzere tezin erişime açılması engellenebilir.

³ MADDE 7(1) Ulusal çıkarları veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, tezin yapıldığı kurum tarafından verilir. Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlere ilişkin gizlilik kararı ise, ilgili kurum ve kuruluşun önerisi ile enstitü veya fakültenin uygun görüşü üzerine üniversite yönetim kurulu tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir.

⁴ MADDE 7(2) Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir.

ETİK BEYAN

KTO Karatay Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Hazırlama ve Yazım Kurallarına uygun olarak Dr.Ögr.Üyesi Ayşegül TERECİ danışmanlığında tarafımdan üretilen bu tez çalışmasında; sunduğum tüm veri, enformasyon, bilgi ve belgeleri bilimsel etik kuralları çerçevesinde elde ettiğimi, tüm değerlendirme, analiz, bulgu ve sonuçları bilimsel usullere uygun olarak sunduğumu, tez çalışmasında yararlandığım kaynakların tümüne bilimsel normlara uygun biçimde atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, tezimin kaynak gösterilen durumlar dışında özgün olduğunu bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

4 Şubat 2022

Aslıhan ÖZATA

TEŞEKKÜR

Mimarlık Fakóltesinde okurken tanışma fırsatını bulduğum engin tecrübelerinden faydalandığım, beni Yüksek Lisans yapma konusunda yüreklendiren ve teşvik eden Karatay Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakóltesi Dekanı kıymetli hocam Sayın Prof. Dr. Kerim ÇINAR'a teşekkürü borç bilirim.

Üniversitede okurken hocam olan ve bana daima yol gösteren, tecrübelerini bizden esirgemeyen, Yüksek Lisans tez çalışmasında da ilgi alanım konusunda seçmeme destek olan ve yardımlarını esirgemeyen saygı değer danışman hocam Dr.Öğr.Üyesi Ayşegül TEREÇİ'ye minnet duygularımı ve teşekkürlerimi sunarım.

Mimarlık mesleğini seçerken bu mesleğe olan ilgimi keşfetmemi sağlayan sevgili ablam Yüksek Mimar Özge ÖZATA'ya teşekkür ederim.

Çalışma alanına dair bilgileri edinmemde yardımlarını esirgemeyen Yeşilyurt Belediyesi çalışanlarına teşekkür ederim.

Son olarak daima maddi ve manevi desteklerini gördüğüm canım aileme, özellikle tez aşamasında beni yalnız bırakmayan bilgi ve birikimleriyle destek olan babam Nedim ÖZATA'ya şükranlarımı sunuyorum.

4 Şubat 2022

Aslıhan ÖZATA

ÖZET

Aslıhan ÖZATA

Isıtma Baskın İklim Bölgelerinde Mevcut Yapı Stokunun Performansının İyileştirilmesi,

Malatya Yeşilyurt Örneği

Yüksek Lisans Tezi

Konya, 2022

Sanayi devrimiyle beraber kentleşen şehirlerde enerji tüketimimiz ve ihtiyacımız artış göstermiştir. Dünyada hızlı bir şekilde azalan enerjiye çözüm arayışları bulmak için birçok çalışma yapılmaktadır. Türkiye gibi gelişmekte olan bir ülkenin ekonomik kalkınma süreci oldukça önemli olduğu için enerji harcamasının minimuma indirilerek ülke ekonomisine katkı sağlaması oldukça önem arz etmektedir. Yapılan araştırmalar sonucunda dünyada enerjinin büyük bir kısmının konutlarda harcandığı belirlenmiştir. Bu bağlamda binalarda enerji verimliliği ve etkinliği oldukça önem kazanarak bu yönde çalışmaların yapılmasına sebep olmuştur.

Bu tez kapsamında yapılarda harcanan enerjinin minimum seviyeye indirilmesi için yapılarda enerji etkin iyileştirmeler üzerinde çalışılmıştır. Mevcuttaki yapılar düşünüldüğünde, konutlarda bu tür enerji etkinlik çalışmalarının enerji tasarrufu için oldukça önemli olduğu ön görülmüştür. Bu bağlamda Malatya'nın Yeşilyurt ilçesindeki mevcut binalardan örnek binalar seçilmiş ve enerji ihtiyaçları hesaplanmıştır. Seçilen örnek binalar Türkiye'de kullanılan bina enerji performansı standartları ve yönetmeliklerinin revize olduğu tarihler arasından seçilmiş ve ilçede en çok kullanılan bina tipolojileri referans alınmıştır. Yapıların enerji etkinliği hesaplanmış daha sonra opak ve saydam yüzeylerine iyileştirmeler uygulanarak konutlarda enerji tasarrufları ve maliyet hesaplaması yapılmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucunda ilçedeki ruhsatlı binaların toplam enerji tasarrufları ve maliyetleri hesaplanmıştır. Bu kısmi çalışmada Malatya'nın enerji harcaması düzeyinde oldukça azalma olduğu saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler

Enerji verimliliği, mevcut binalarda enerji etkinliği, Enerji ihtiyacı

ABSTRACT

Aslıhan ÖZATA

Heating Primary Climate Regions Performance Improvement, Sample Of Malatya

Yeşilyurt

Master's Thesis

Konya, 2022

With the industrial revolution, our energy consumption and need have increased in cities that have become urbanized. Many studies are carried out to find solutions to the rapidly decreasing energy in the world. Since the economic development process of a developing country like Turkey is very important, it is crucial to contribute to the country's economy by minimizing the energy expenditure. As a result of the research, it has been determined that most of the energy in the world is spent in houses. In this context, energy efficiency and effectiveness in buildings have gained importance and have led to studies in this direction.

Within the scope of this thesis, it was aimed to minimize the energy in the buildings and energy efficient improvements were studied. Considering the existing structures, it has been foreseen that such energy efficiency studies in residences are very important for energy saving. In this context, sample buildings were selected from the existing buildings in Malatya's Yeşilyurt district, and their energy needs were calculated. The case study buildings were selected according to their construction dates when the building energy performance standards and regulations used in Turkey were revised, and the most used building typologies in the district were taken as reference. The energy efficiency of the buildings was calculated, then improvements were applied to the opaque and transparent surfaces of the buildings, and energy savings and cost calculations were made in the houses. As a result of the calculations, the total energy savings, and costs of the buildings in the district were calculated. In this partial study, it was determined that there was a significant decrease in the energy consumption level of Malatya.

Keywords

Energy efficiency, energy efficiency in existing buildings, Energy need

İÇİNDEKİLER

BİLDİRİM	i
ETİK BEYAN.....	ii
ÖZET	v
ABSTRACT.....	vi
TABLolar DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
SİMGELER DİZİNİ	xi
KISALTMALAR DİZİNİ.....	xii
1. GİRİŞ	1
1.1. Tezin Amacı	3
1.2. Kapsamı.....	4
1.3. Yöntemi.....	5
1.4. Bölüm Kurgusu	5
2. BİNA KABUĞUNDA ENERJİ ETKİN İYİLEŞTİRME.....	6
2.1. Yapılarda Enerji Tüketimi ve Enerji Etkin İyileştirmenin Önemi	7
2.2. Türkiye’de Kullanılan Bina Enerji Performansı Standartları ve Yönetmelikleri ..	9
2.3. Yapı Kabuğu Bileşenleri	12
2.3.1. Duvar	13
2.3.2. Çatı.....	17
2.3.3. Kapılar ve Pencereler.....	21
2.3.4. Zemine Oturan Döşeme ve Duvarlar	24
2.4. Yapı Kabuğu İyileştirme Nedenleri	25
2.5. Kabuk İyileştirmelerinde Isıl Performansın Arttırılması.....	28
2.5.1. Opak Bileşenler İçin Yapılan İyileştirme Uygulamaları	33
2.5.2. Saydam Bileşenler İçin Yapılan İyileştirme Uygulamaları	41
2.6. Kabuk İyileştirmelerinin Getirileri.....	48
3. MATERYAL VE METHOD	51
3.1. Çalışma Metodu	51
3.2. Örnek Binaların Belirlenmesi.....	57
3.3. Kullanılan Bilgisayar Programı.....	66
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	67

4.1. 1960 Yılında Yapılan Binanın Enerji Performansı, İyileştirme Önerisi ve Maliyet Hesabı	67
4.2. 1970 Yılında Yapılan Binanın Enerji Performansı, İyileştirme Önerisi ve Maliyet Hesabı	70
4.3. 1983 Yılında Yapılan Binanın Enerji Performansı, İyileştirme Önerisi ve Maliyet Hesabı	72
4.4. 1999 Yılında Yapılan Binanın Enerji Performansı, , İyileştirme Önerisi ve Maliyet Hesabı	73
4.5. 2004 Yılında Yapılan Binanın Enerji Performansı, İyileştirme Önerisi ve Maliyet Hesabı	75
4.6. 2010 Yılında Yapılan Binanın Enerji Performansı, İyileştirme Önerisi ve Maliyet Hesabı	76
4.7. 2013 Yılında Yapılan Binanın Enerji Performansı, İyileştirme Önerisi ve Maliyet Hesabı	77
4.8. Bulguların Değerlendirilmesi	78
5. SONUÇ	85
KAYNAKLAR	88
ÖZGEÇMİŞ	95
EK -1	96
EK -2	98
EK -3	100
EK -4	101
EK -5	102
EK -6	104
EK -7	105

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1. Isı yalıtım malzemelerinin karşılaştırma tablosu	34
Tablo 2. Bazı pencere sistemlerinin UP değerleri	44
Tablo 3. Malatya havzası'nda uzun yıllar (1970-2008) aylık ortalama sıcaklık (°C) değerleri	53
Tablo 4. Binaların aylık ısı kayıp-kazanç tabloları	81
Tablo 5. Yapıların karşılaştırma tablosu	83

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Çok ve tek katlı yapılardaki ısı kayıpları	14
Şekil 2. Duvarın dıştan yalıtılması (Mantolama)	15
Şekil 3. Duvarlarda içten yalıtım	16
Şekil 4. Duvar arası yalıtım.....	16
Şekil 5. Gezilebilen teras çatılar.....	18
Şekil 6. Gezilemeyen teras çatılar.....	19
Şekil 7. Çatı arası kullanılan çatılar	20
Şekil 8. Çatı arası kullanılmayan çatılar	20
Şekil 9. Yıkım, yeniden inşa ve yenileme için zamana bağlı CO2 salınımı değişimi ..	26
Şekil 10. Çatılarda hava sirkülasyonu.....	39
Şekil 11. Toprağa temas eden döşeme detayı	40
Şekil 12. Ara kat döşemelerde ısı yalıtım detayı.....	41
Şekil 13. Sabit dış güneş kırıcı örnekleri	46
Şekil 14. Hareketli dış güneş kırıcı örnekleri.....	46
Şekil 15. Kış gündüzü ve kış gecesi yalıtımlı panjur konumu.....	47
Şekil 16. Malatya Yeşilyurt ilçesi yıllarına göre binalar.....	54
Şekil 17. Çalışma metodunu gösteren şema.....	56
Şekil 18. 1960 Binası planları	58
Şekil 19. 1970 Binası kat planı	59
Şekil 20. 1983 Binası planı	61
Şekil 21. 1999 Binası planı	62
Şekil 22. 2004 Binası planı	63
Şekil 23. 2010 Binası planı	64
Şekil 24. 2013 Binası planı	65
Şekil 25. 6 cm Ekstrüde polistren köpük (XPS) eklenen duvar detayı	68
Şekil 26. 10 cm mineral lifli cam yünü eklenen çatı detayı.....	68
Şekil 27. Toprağa temas eden taban yüzeyinde 5 cm kalınlığında Ekspande polistren köpük detayı	69
Şekil 28. Döşeme iç yüzeyinden uygulanan 5 cm kalınlığında Ekstrüde polistren köpük detayı	74

SİMGELER DİZİNİ

Simge	Açıklama
Q	Maximum yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı (kWh)
$Q_{yıl}$	Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı (kWh)
U	Isı Geçirgenlik Katsayısı
$Q_{yıl}$	Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı (kWh)
U_p	Pencerenin ısı geçirgenlik katsayısı
λ	Isı iletim katsayısı
U_o	Isı geçirgenlik katsayısı
D_x	Serinlik indeksi
SHGC	Solar ısı kazanç katsayısı
$^{\circ}C$	Celcius

KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltma	Açıklama
BEP	Binalarda Enerji Performansı
CO ₂	Karbondiyoksit
DIN	Alman Standartları
EN	European Standard
EPBD	Binalarda enerji performansı direktifi
EPS	Ekspand polistren
HCFC	Hidrokloraflorür
ISO	International organization for standardization
kWh	Kilowattsaat
Low-E	Düşük yayınımlı cam
PU	Poliüretan
PVC	Polyvinyl chloride
TS 825	Binalarda ısı yalıtım kuralları
TÜİK	Türkiye istatistik kurumu
VOC	Uçucu organik bileşikler
XPS	Ekstrüde polistren

1. GİRİŞ

İnsanlar var oluşlarından itibaren ısınma ihtiyacı hissettiklerinden öncelikle bedenlerini sıcak tutacak giysilere ihtiyaç duymuşlar ve barınma ihtiyacında kullanmak için yapılar inşa etmişlerdir. İnşa edilen yapılarda bireyler gerekli konfor şartlarını sağlamak için buldukları coğrafyanın iklim şartlarına uygun şekilde enerji kullanarak yapıları ısıtma veya soğutma yoluna gitmişlerdir. Enerjiyi elde etme şekilleri genellikle doğadaki yanabilir maddeler ve fosil yakıtlar olmuştur. Elde edilen enerjinin zamanla fazla kullanılması küresel ısınmaya neden olmuş ve iklim şartları değişmeye başlamıştır bu nedenle ülkeler sera gazı emisyonlarını azaltmayı hedeflemiş ve belirli politikalar izlemişlerdir.

Sanayileşmeyle oluşan enerji ihtiyacı gün geçtikçe artan nüfusla beraber daha çok fazlalaşmıştır. Yapılan incelemelerde enerjinin büyük bir kısmı sanayi ve konutlarda harcandığı saptanmıştır. Yapılarda tüketilen enerjinin en büyük payı ısıtma-soğutma için tüketilen enerji oluşturmaktadır. Yapılarda ısınma ve soğutma amaçlı kullandıkları enerji kaynakları dünyadaki nüfusun artması ve insanların yaşamak için toplu alanlara ihtiyaç duymaları toplum sağlığını etkileyecek derecede hava kirliliğine ve küresel ısınmaya neden olmuştur. Havayı kirleten nedenler arasında ilk sırada enerji üretimi yüzünden oluşan kirlilik yer almaktadır. Kömür, petrol, doğalgaz gibi fosil yakıtların yarattığı çevre tahribatı çok fazladır. Doğadaki yanabilir enerjiyle elde edilen (odun, kömür) fosil yakıtların az bulunur ve pahalı enerji kaynakları olması insanların yapılarda ısı kaybını en aza indirecek izolasyon tekniklerini geliştirilmesi için ciddi araştırma faaliyetlerine girişmelerine neden olmuştur.

Yapı sektörü, dünya genelinde nihai enerji harcamasındaki payı % 30'dur. Küresel elektrik tüketimindeki payı ise %50'yi geçmiştir ayrıca yapı sektörü küresel karbon emisyonlarının üçte birinden de sorumludur. Türkiye'de ise yapılar 2017 yılı nihai enerji harcamasında % 32,3'lük pay ile sanayi ve ulaşım sektörünün üstündedir. (Kabakçı, 2019) Bu sebeple, temel enerji verimliliği stratejileri belirlenirken konutların da ele alınması kaçınılmazdır.

Yapılar oluşum ve yıkım aşamasında çevreye belli bir düzeye zarar vermektedir. Çünkü yapılar oluşum ve yıkım aşamasında da enerjiye ihtiyaç duyarlar. Bu nedenle mevcut yapılarda yıkım yapmadan yapı performansını en st düzeye taşımak vresel kirliliği azaltır ve ekonomik açıdan fayda sağlamaktadır. Yapının enerji performansını artırmak veya mevcut performansını korumak için cephe iyileştirmeleri yapmak ekonomik ve vresel kirlilik acısından oldukça önemlidir. Cephelerde yapılacak bu tür enerji etkin iyileştirmeler yapının her açıdan performansına direkt olarak etki etmektedir aynı zamanda kullanıcı sağlığı içinde önemlidir. Ancak yapılardaki enerji etkin iyileştirmelerde, iyileştirme kararlarının doğru verilmesi oldukça önem arz etmektedir. Doğru stratejiler enerji tasarrufunu önemli ölçüde olumlu yönde etkiler. Bu tür iyileştirmeler, ülkeler tarafından belirlenen yönetmelikler kapsamında yapılmalıdır. Ülkemizde de enerjiyi azaltmak ve enerji etkinliğini sağlayabilmek için bina enerji performansı standartları ve yönetmelikleri uygulanmaktadır.

Yapılarda enerjinin %85'i ısıtma ve soğutma için kullanılırken %15'i aydınlatma, tesisat, sıcak su, elektrik ekipmanlarını gibi ihtiyaçlar için kullanılır. Bu sebeple yapı kullanıcılarının enerji harcamaları ve fatura giderlerini azaltmak için ısıtma ve soğutmanın minimuma düşürülmesi oldukça önemlidir. Yeni yapılan binalarda bu durumlara yönetmelikler kapsamında dikkat edilmektedir ancak mevcut yapı stoku oldukça fazladır ve bu durum göz ardı edilmemelidir.

Türkiye'nin doğal enerji kaynakları bakımından dışa bağımlı olması, ülkede enerjinin üçte birinin konutlarda kullanılması ve mevcut konutların enerji etkinliğinin istenilen düzeye olmaması göz önünde bulundurularak, mevcut konutlarda enerji etkinliğinin artırılmasının, hem ülke ekonomisine, hem de vrenin korunmasına olumlu katkıları olacağı söylenilebilir.

1.1. Tezin Amacı

Dünyada tüketilen enerjinin büyük bir bölümünün yapı sektöründen kaynaklanması nedeniyle, enerji tasarrufunun yapılar üzerinde incelenmesi ve uygulanması tercih olmaktan çıkıp gereklilik haline gelmiştir. Günümüzde uzmanlar, sera gazı salınımını azaltmak amacıyla daha çok var olan bina stoku üzerinde durmaktadır. Özellikle 2050 yılındaki konut bina stokunun yüzde 80'inin hali hazırda inşa edilmiş olduğu söylenebilir. (Xing, Hewitt, & Griffiths, 2011). Konut binaları sayısal anlamda fazlalığı sebebiyle enerji harcamasında açık bir şekilde öndedir. Ülkeler karbon salınımını yüzde 60-80 oranında azaltma hedefine ulaşmak adına, hem var olan binalarda hem de yeni yapılan binalarda enerji etkinliğinin sağlanması gerektiğini düşünmektedirler. (König, 2010).

Eski bir konut binasının enerji etkin hale getirilmesi için; binayı yıkıp yerine yeni enerji etkin bir bina yapmak ya da binanın enerji ve ısı kaybını engelleyecek, ihtiyacı olan enerji ve ısıyı karşılayacak müdahaleleri mevcut binaya uygulamak gerekmektedir. Bir bina yıkılıp yerine yenisinin inşa edilmesi ve inşa edilen binaya enerji etkin sistemlerin eklenmesi, daha önce var olan binaya birtakım müdahalelerle enerji etkinliğin sağlanmasına kıyasla inşaat süresince harcanan fosil yakıt ve havaya salınan karbon gazı açısından bir dezavantajdır (Gönüloğlu & Altın, 2013).

Bu çalışmada yapılarda ısıtma ve soğutma için enerji ihtiyacı duyan 3. Derece gün bölgesindeki Malatya ili için şehir ölçeğinde mevcut yapılara enerji etkin iyileştirme önerisi getirilmiştir. Getirilen öneriler için bilgisayar programı yardımıyla mevcut yapılardaki iyileştirilen binaların enerji tasarruf verileri bulunması hedeflenmiştir. İyileştirme sonucu kazanımları ortaya çıkan yapılarda ekonomik analizler yapılmıştır. Bu sayede mevcut konutları yıkmadan yapılabilecek müdahalelerle eskisinden çok daha işlevsel ve enerji etkin hale getirilebileceği anlatılmak istenmektedir. Ayrıca şehir ölçeğinde belirli iyileştirme önerileri getirilerek daha sistematik bir yol çizilmeye çalışılacaktır.

1.2. Kapsamı

Bu çalışmada, yapıları enerji etkin hale getirmek için ne tür iyileştirmeler yapılabileceği araştırılmıştır. Yapılarda enerji etkin iyileştirme yapılabilecek alan seçimi yapılmıştır. Alan seçerken dikkat edilen nokta ise yapılarda enerji etkin iyileştirme yapılacak bölgenin ısıtma ve soğutma yönünden enerji talebi oluşturmasıdır. Seçilen alanda önce yapı stok sayıları tespit edilmiştir. Tespit edilen yapılar yıllarına göre ayrılmış ve bina enerji performansı standartları ve yönetmeliklerinin değiştiği zaman aralıklarında en çok uygulanan örnek bina tipolojileri belirlenerek seçilmiştir. Bunun nedeni Çalışma alanındaki binaların hepsinde iyileştirme yapmak zor olacağı için bu çalışmada örnek bina metodu uygulamasına gidilmiştir. Farklı dönemlere tip teşkil edebilecek binalar üzerinden bölgedeki yapı stokunun durumu ortaya konmuştur. Seçilen örnek binaların enerji performansı bilgisayar programı yardımıyla tespit edilmiş ve enerji performanslarının yetersiz olduğu saptanmıştır. Seçilen binaların kabuklarında uygun iyileştirme önerileri sunulmuş ve sonrasında bu yapılar Türkiye’de kullanılan bina enerji performansı standartları ve yönetmelikleri göz önüne alınarak iyileştirilmiştir. İyileştirilen yapıların enerji tasarrufları hesaplanmış ve maliyet hesabı yapılmıştır. Binaların ekonomik açıdan iyileştirmesinin sonuçları değerlendirilmiştir. Bu yapıların enerji tasarrufu ve maliyeti ilçedeki binalara referans olmuş ve genel bir sonuç çıkarılmıştır.

1.3. Yöntemi

Çalışma alanı seçilirken yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk olan karasal iklimin hakim olduğu bölge tercih edilmiştir. Bunun sebebi ise kışları soğuk olan illerde ısıtmaya oldukça önem verilmesi yazları ise sıcak geçen ilde yapıların soğuma ihtiyacının doğmasıdır. Çalışma kapsamında Malatya'nın Yeşilyurt ilçesindeki binalarda ısı performansın artırılması için: Alan çalışması ve bu çalışmanın değerlendirilmesi, yapım aşamasında veya bitmiş binalarda gözlem ve inceleme hedeflenmiştir. Yapılarda enerji etkin iyileştirmeler yapılırken, enerji etkinliği yetersiz olan binalarda ısı yalıtımı yok ise ısı yalıtımı yapılmış, yalıtımı olan yapılarda ise ısı yalıtım malzemelerinin kalınlıkları artırılmıştır. Isı yalıtım malzemeleri seçilirken seçilen çalışma alanının bulunduğu il kapsamında en çok tercih edilen yalıtım malzemeleri seçilmiş ve yalıtımların U değerlerinin uygun olmasına dikkat edilmiştir. Kapı ve pencerelerde iyileştirmeler ise enerji etkinliğini sağlayabilecek başka malzemelerle değiştirilmiştir. Seçilen malzemelerin yapıdaki maliyetleri hesaplanmıştır.

1.4. Bölüm Kurgusu

Bu tezde yapı kabuklarında enerji etkin iyileştirmenin neden önemli olduğundan bahsedilmiş, dünyanın ve Türkiye'nin yapılardaki kullanılan enerjiyi azaltmak için ne gibi uygulamalar yaptığı ve yönetmelikler ortaya konulduğu anlatılmıştır. Yapılarda enerji etkin iyileştirme başlığı altında yapı bileşenleri detaylı anlatılmış ve bu bileşenlerde neden enerji etkin iyileştirme yapıldığı, bir yapıda ısı kayıplarının nasıl oluştuğu ve önlemek için ne gibi uygulamalar yapıldığından bahsedilmiştir. Daha sonrasında iyileştirme yapılan binalarda enerji etkinliklerinin getirilerinden bahsedilmiştir. Materyal ve metot kısmında bu tezin uygulanacağı yer olan Malatya Yeşilyurt ilçesi tanıtılmıştır ve uygulamanın nasıl bir yol izleyeceğinden bahsedilmiştir. Bina stok sayıları bulunmuş ve örnek binaların nasıl belirlendiği anlatılmıştır. Daha sonra örnek binalar tanıtılmış, izoder programıyla enerji harcamaları hesaplanmıştır. Yıllık ısıtma enerjisi bulunan binalara iyileştirme önerilerinde bulunulmuş ve yıllık enerji tasarrufları ve maliyetleri belirlenmiştir. Yıllarına göre örnek seçilen yapıların enerji tasarrufları ve maliyetleri mevcuttaki bina stok sayısı ile çarpılmış ve iyileştirme sonrası Yeşilyurt ilçesindeki enerji kazancı ve maliyeti bulunmuştur.

2. BİNA KABUĞUNDA ENERJİ ETKİN İYİLEŞTİRME

Mimarlık her dönemde insanların sorunlarına ve ihtiyaçlarına farklı bakış açılarıyla çözümler sunmuştur. Enerjinin önemli olduğu günümüzde de binalardaki ısı kaybının tasarrufuna yönelik arayışlar olup yeni çözüm önerileri getirmektedir. Bu bağlamda mimari her dönemde insanların ihtiyaçlarını karşılarken kullanıcılara konforlu bir yaşam sağlamaktadır. (Onar, 2010) Yapıyı dış çevreden ayıran bina kabuğu aynı zamanda olumsuz dış koşullardan insanları koruyarak konforlu bir iç mekân yaratmaktadır. Yapı planlanırken, çevresel faktörler, ekonomi, enerji tasarrufu ve kabuk tasarımı göz önünde bulundurulması gereken önemli unsurlardandır. Fakat günümüzdeki yapıların çoğu içinde buldukları ortamlarla uyumlu cephe tasarımları olmadığı için görsel açıdan çevre kirliliğinin artışına neden olduğu düşünülmektedir. Yapılarda tüketilen enerjinin çoğu, iç mekânların ısıtılması için kullanılmaktadır. Yapıyı tasarlarken veya yapı yenileme projelerinde yapı kabuğunun maliyeti hesap edilip yapı sürekliliği boyunca aynı kabuk ile sağlanabilecek ısı kayıp ve ısı kazançlarının getireceği maliyetlerle ele alınmalıdır. (Manioğlu, 2002; Tıkır, 2009) Ülkemizde, bu yöntemle yenilenen yapı kabukları, az bir sürede kendini amorti ederek, enerji tasarrufuna ve ekonomiye katkı sağlamaktadır. (Kavak, 2005; Tıkır, 2009)

Hızla büyüyen dünya enerji kullanımı, enerji kaynaklarının tükenmeye devam etmesi ve oluşan çevresel olumsuzluklar küresel endişelere sebep olmuştur. Bu nedenle toplumumuzda en büyük enerji kullanıcı olan binalar enerji tasarrufu ve çevrenin korunumu için oldukça önemlidir. Yapı cepheleri bir binanın enerji bütçesine ve konfor şartlarına katkı sağlayan en önemli parametrelerdendir. Enerji ve diğer doğal kaynaklarımız azalmaya devam ettiği süre boyunca, bu kaynakları daha az harcayarak iç ortam şartlarını konforlu hale getirmemiz oldukça önemli olmalıdır. Yapılar bina sahiplerine güvenli ve konforlu bir alan sunmalıdır. Bunun için termal, görsel, akustik ve hava kalitesi gibi şartlara yapı cephelerinde dikkat edilmelidir. Böylece olumsuz dış çevre etkileri engellenmeli ve minimum enerji tüketimiyle iç konfor şartları sağlanmalıdır. (Aksamija, 2013)

Enerjiyi etkin kullanarak ÷lkemize ekonomik fayda sağlamak ve çevre kirliliğini azaltmak günümüz şartlarında öncelikli hale gelmiştir. Harcanan enerjinin büyük kısmının konutlarda kullanılması yapılarda enerji harcanımını minimuma indirmeye yöneltmiştir. Yapılar yaşam döngülerinde 4 kısımda sınıflandırılmaktadır. Bu aşamalar üretim, kullanım, iyileştirme ve yıkımdır. Bu aşamaların hedefi enerjiyi etkin kullanmak ve uygulandığı alanda çevreye olumsuz etkisini en aza indirmek olmalıdır. Mevcut binaları iyileştirmek yapılarda enerji tasarrufu, yapım aşamasındaki zaman tasarrufunu, yerleşim yeri ihtiyacının azalmasını ve koruma bilincinin oluşturarak ekonomiye oldukça fayda sağlamaktadır. Yapılar malzemelere gizlenmiş yatırımlardır. Bu sebeple yıkım ekonomik ve çevresel şartlar bakımından zararlıdır. Binalardaki taşıyıcı strüktürün ömrü bir asrı bulabilirken cephe ve diğer yapı alt sistemlerinin ömrü kısadır. Bu nedenle birçok sebepten dolayı fonksiyonlarını tamamlamış ve kullanıcı konforunu sağlayamayan yapı cephelerinde iyileştirme yapılması yapı ömrünü artırarak enerji etkinliği sağlar ve ekonomiye oldukça faydalıdır. (Erturan & Eren, 2018)

Yapılarda ısıtma için enerjiyi azaltmak oldukça önemlidir. Bina kabuğu tasarımı binaların genel enerji performansı için oldukça önemli etkiye sahiptir. Dikkatli tasarlanan cepheler ısıtma talebini oldukça azaltır. Yapı iyileştirmelerinde dikkat etmemiz gereken unsurlar şunlardır; bina yönetmeliklerindeki U değerlerini göz önüne almak, ısı kazanımları, gün ışığı ve yapay aydınlatma için oranları optimize etmek, istenmeyen hava giriş çıkışlarını önlemektir. (Mumović & Mat, 2019) Böylece yapılarda enerji etkinliği sağlayıp enerjiyi minimum seviyeye indirebiliriz.

2.1. Yapılarda Enerji Tüketimi ve Enerji Etkin İyileştirmenin Önemi

Teknolojik gelişmelerle artan enerji ihtiyacı enerjinin verimli kullanılmasını gündeme getirmiştir. Bu noktada enerji kaynaklarının verimli kullanılması ve mevcut kaynakların ömrünü uzatmak temel amaç olarak hedeflenmelidir. Bu politikayı desteklemek amaçlı ise; daha az enerjiyle aynı iş yapılması veya aynı enerjiyle daha çok iş yapılması düşünölmelidir. (Tıkır, 2009). Enerji ihtiyacının azaltılıp daha verimli kullanmak, enerji tasarrufunu sağlamaktadır. (Kınay, 2015; Deniz, 2018) Ülkemizdeki enerji kaynaklarının yetersizliği, bizi enerji ihtiyacının büyük bir kısmını ithal etmek durumun da bırakmıştır ve bu yüzden enerji tasarrufu çok daha önem kazanmıştır.

Modern toplumun hızla gelişmesiyle birlikte, enerji tüketimi tüm dünyada büyük bir endişe kaynağı olmaya başlamıştır. Bina enerji tüketimi toplam enerji tüketiminde büyük bir orana sahiptir ve dolayısıyla tasarruf noktasında da büyük bir ilgi görmektedir. Bina duvarlarının ısı performansını, bina enerji tüketiminin belirleyici faktörüdür. Mevcut bina duvarlarının ısı yönden güçlendirilmesi, enerji tüketimini azaltmanın etkili bir yoludur. Farklı iklimler için, farklı optimum güçlendirme planları olmalıdır. (Huang, Qi, & Mi, 2017)

Mevcut bina stokunun çevre üzerindeki etkisi oldukça çoktur bunun nedeni günümüz ısı performansına uygun olmayan binaların gereğinden fazla enerji tüketerek CO₂ emisyonlarının büyük bir payından sorumlu olmalarıdır. Yapı malzemelerinin yaşlanması ve bozulması, eski binaların enerji performansını da kötü yönde etkilemektedir. Aynı zamanda yapısal güvenilirliklerini zayıflatır, bu da o yapıların güvensiz olması anlamına gelmektedir. (Pohoryles, Maduta, Bournas, & Kouris, 2020)

Mevcut yapıların yenilenmesi sürdürülebilir mimaride oldukça ihmal edilmiştir genellikle yeni yapılara odaklanılmıştır. Ancak eski konutlar yüksek miktarda enerji kullanarak yapıyı kullanan bireyler için olumsuz koşullar sağlayabilirler. Yüksek ısınma gideri, zayıf aydınlatma, kötü havalandırma, güneş ışığının içeri direkt girmesinden kaynaklı parlamalara, ısınma ve soğumanın kontrolsüzlüğüne neden olabilirler. Mevcut yapılar için yıkım bir seçenek olabilir ancak yapılarda enerji etkin iyileştirme yapılması mimari değerlere sahip çıkarken, malzeme tüketiminin azaltılmasına ve çevrede yıkımdan dolayı oluşacak tahribatların önüne geçer. Ayrıca önümüzdeki 10-20 yıllık süreçte inşa edilecek olandan çok daha fazla mevcutta yapı olması CO₂ emisyonunun düşürülmesinin hedeflendiği bu dönemde düşük enerjili yenilemenin etkisi oldukça önemlidir. (Baker, The handbook of sustainable refurbishment, 2009)

Mevcut yapılarda enerji harcamalarının büyük bir bölümü ısınma, soğuma, havalandırma ve aydınlatma için harcanmaktadır. Bu nedenle enerji harcamalarının çoğu yapı cepheleriyle ilişkilidir. Zaman içinde deforme olan yapı cepheleri ısıtma, soğutma ve doğal havalandırma gibi ihtiyaçları karşılayamazlar. Bu durumda kullanıcı konforunu etkiler ve enerji harcamasının artışına neden olur. (Erturan & Eren, 2018)

Diğer en önemli bir sorun ise, mevcut binaların çoğunun bina enerji verimliliğinin, bina enerji tüketimini azaltmanın kabul edilebilir tek yolu haline gelmeden önce inşa edilmiş olmasıdır. (Huang, Qi, & Mi, 2017) Bu sebeple mevcut konutlarda enerji tasarrufu için neler yapılması gerektiği oldukça önem arz etmektedir.

Yeni yapılacak yapılar enerji etkin olarak tasarlandığında ve mevcuttaki yapılar enerji etkin hale getirildiğinde, yapıların enerji tüketimi ve yapıların sebep olduğu CO₂ salınımı minimuma indirgenecektir. Mevcuttaki yapı stokunun %75'ini sağlayan konutlar dünya çapında harcanan enerjinin %29'undan, ülkemizde %35'inden sorumludur. Türkiye'deki yapı stoku ile ilgili 1983 ve 2000 yıllarında bina sayımı yapılmıştır. Bu sayımlarla binaların %77'sinin 1970 sonrası yapıldığı tespit edilmiştir. Türkiye'de yapıların yaşının ortalama 21 olduğu hesaplanmıştır. (Türkiye İstatistik Kurumu, 2001) Mevcuttaki yapıların ve yeni yapılacak olan yapıların enerji tasarrufu gözetilerek yapılması gerekmektedir. Çünkü enerjinin büyük bir kısmı yapılarda kullanılmaktadır. Bu yüzden yapılarda ekonomiyi gözeterek enerjiden tasarruf etmek temel amacımız olmalıdır.

2.2. Türkiye'de Kullanılan Bina Enerji Performansı Standartları ve Yönetmelikleri

Türkiye de binalarda enerjiyi gözetmek için ilk olarak TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı 29 Nisan 1998'de yayınlanmıştır. 14 Haziran 2000 tarihinden itibaren tüm binalarda uygulanmak üzere zorunlu hale gelen standart, bugüne kadar değişik tarihlerde birçok revizyona uğramıştır. Bunlar şu şekildedir; 24043 sayılı Resmi Gazete 'de yayımlanan "Binalarda Isı Yalıtım Yönetmeliği", 09.10.2008 tarih ve 27019 sayılı Resmi Gazete 'de yayımlanan "Binalarda Isı Yalıtımı Yönetmeliği" dir.

Yapılarda enerji verimliliği teşvik edilerek, yapılara enerji kimlik belgelerinin verilmesi ve yapılar için enerji performansı gereksinimlerinin belirlenmesi için 2002 yılında Avrupa Parlamentosu tarafından Binalarda Enerji Performansı Direktifi (EPBD) çıkarılmıştır. EPBD daha sonraki yıllarda değişikliklere uğrayarak "EBPD-Recast" 2010 yılında revize direktif olarak yayınlanmıştır. Türkiye'de AB yasaları uyum aşamasındayken EPBD kapsamında, bu direktif uyumlaştırılmıştır ve bu yönetmelikle beraber enerji kimlik belgesi verilmesi zorunlu hale gelmiş ve yapılarda BEP-TR hesaplama yöntemi kullanılmaya başlanmıştır. (Sağlam & Yılmaz, 2015)

Bayındırlık ve İskân Bakanlığı tarafından 27075 sayılı ‘Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği’ adıyla 5 Aralık 2008 tarihinde resmî gazetede yayımlanan ve şu anda kullanılan yönetmeliğin amacı, mevcut yapılardaki enerjinin ve enerji kaynaklarının, etkin ve daha verimli kullanılmasına, fazla enerji tüketiminin önlenmesine ve çevrenin korunmasına ilişkin usul ve esasları düzenlemektir. Yönetmeliğin kapsamı, mimari tasarım, mekanik tesisat, aydınlatma, elektrik tesisatı vb. yapıların enerji tüketimini ilgilendiren konularda yapı projelerinin ve enerji kimlik belgesinin düzenlenmesine, uygulanmasına ilişkin hesaplama metotlarına, standartlara, yöntemlere ve performans kriterlerine ilişkin işlemlerdir. (Resmi Gazete, 2008) Isı Yalıtım Yönetmeliğinin yerini Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği (BEP) almıştır. Isı Yalıtım Yönetmeliğinin hükmü kalmamıştır. (Binalarda Isı Yalıtımı ve Isı Yalıtım Malzemeleri, 2015) Binalarda enerji performansı yönetmeliği TSE, ISO, EN standartları göz önünde bulundurularak oluşturulmuştur. Bu yönetmelik mevcuttaki ve yeni yapılacak olan binalarda mimari tasarım, aydınlatma, elektrik tesisatı ve mekanik tesisat gibi yapının enerji harcamasıyla ilgilidir. Yapının proje ve enerji kimlik belgelerinin uygulanmasında ve hazırlanmasında standartlara, yöntemlere, hesaplama metotlarına ve asgari performans kriterlerine uygunluğun olması gerektiğini inceler. Yapıları dış ortamdan, topraktan veya düşük iç hava sıcaklığına sahip bölgelerden ayırıştıran yapı bileşenleri, TS 825 standardında belirtilen minimum ısı yalıtım özelliklerine göre yalıtılır. Yönetmelik yapı kabuğunu oluşturan birleşimleri ısı köprüsü oluşmayacak şekilde yalıtır. Mevcut binalarda ısı köprülerinin önlenememesi durumunda, ısıyı ileten kaplama yüzeylerinde oluşan ısı köprüleri yüzünden gerçekleşen ısı kaybı hesabı TS EN ISO 10211-1, TS EN ISO 10211-2, TS EN ISO 14683 veya TS EN ISO 6946 standardına göre yapılır ve yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının hesaplanmasında dikkate alınır.

Bu yönetmelik 2010, 2011 ve 2017 yıllarında ciddi değişime uğramıştır. Yürürlüğe giriş tarihi itibarıyla yeni yapılacak binaların yanında mevcut binalar da yönetmelik kapsamına dâhil edilmiştir. BEP Yönetmeliği ile binalarda ısıtmanın dışında havalandırma, aydınlatma, sıcak su temini gibi pek çok enerji kullanım alanları verimlilikleri de önemsenmeye başlanmıştır. Yönetmelik gereğince binaların enerji performanslarının “A” ile “G” sınıfları arasında isimlendirilmesi suretiyle enerji tüketimi ve sera gazı emisyonları yönünden belgelendirilmesi çalışmaları başlamıştır. Ayrıca, mevcut binaların enerji performanslarının da yükseltilmesi gerektiği belirtilmiştir. (Binalarda Enerji Verimliliği AB ve Türk Mevzuatı, 2016)

Bu yönetmelikle binalarda enerji verimliliğini yüksek seviyeye çıkarmak ve en uygun iç mekân konforunu sağlamak için en önemli faktörlerden biri bina kabuğu kabul edilmektedir. 4 Şubat 2010 da yapılan değişiklikte binalarda enerji verimliliği için, bina kabuğunda dikkat etmemiz gereken kurallar verilmiştir. Bunlar şu şekildedir;

“- Bina kabuğu içerdeki sıcaklığın dışarı çıkmasını engelleyebildiği gibi, dışardaki güneş enerjisinin sıcaklık ve ışık formunda içeriye alınmasına elverişli olmalıdır.

-Yapının ısıtılan hacmi kesintisiz bir yalıtım katmanı ile çevrelenmeli ve mümkün oldukça kompakt olmalıdır. Isı köprülerinin oluşmaması gerekmektedir.

-Konfor sağlanması için kesintisiz bir hava sızdırmazlık katmanı oluşturularak elde edilen ısı ve nemin yapının kabuğundan dışarı çıkmasını engellemelidir. Bu katman, ısının ve nemin bina kabuğunu geçerek soğuk hava ile karşılaşmasına engel olur böylece kabuk yüzeyinde yoğunlaşma olmasını engeller. Küf ve çürümenin önüne geçer.

-Pencereler, bina içine güneş ışığı ve ısısının girmesine yardımcı olur fakat yalıtım ve hava sızdırmazlık özelliklerinde süreklilik sağlayacak şekilde düşünölmeli ve tasarlanmalıdır.

-Bağlantı detayları özenle tasarlanarak, ısı köprüleri engellenmeli ve hava sızdırmazlık katmanında süreklilik sağlanmalıdır.” (Binalarda Enerji Performans Yönetmeliği ve Enerji Etkin Bina Tasarım Prensipleri, 2010)

2.3. Yapı Kabuğu Bileşenleri

Yapı kabuğu, binanın iç çevresiyle dış çevresini birbirinden ayıran eleman ve bileşenler bütünüdür. Yapı kabuğu ısıtma, soğutma ve havalandırma enerjilerinin en etkin belirleyicisidir. (Tıkr, 2009)

Bina kabuğu, kullanıcının; sağlık, güvenlik, ekonomik ve konfor ihtiyaçlarını karşılamalıdır. Sağlık ve konfor gereksinimlerini sağlamak için de bina kabuğunda; ısı, su, ses, nem, yangın ve ışık gibi konfor ihtiyaçları ön planda tutulmalıdır. Bu konfor koşulları belirlenirken, bina kabuğunun içinde bulunduğu doğal çevreye ve binanın işlevine bakılarak belirlenmektedir. Konfor şartları kullanılan mekânın işlevine göre farklılık göstermektedir. Isı yalıtım malzemeleri seçilirken bina kabuğunu oluşturan yapı elemanlarının ısı performansları da göz önünde bulundurulmalıdır. Bu bağlamda yapı kabuğunu oluşturan yapı elemanları;

- Duvarlar,
- Çatılar,
- Kapı ve pencereler,
- Zemine oturan döşeme ve duvarlar olarak sınıflandırılabilir. (Ünalın, Gökaltun, & Uğurlubilek, 2006)

Yapı kabukları dış ve iç ortam şartlarında yapı kullanıcıları için devamlı olarak optimum düzeyde konfor sağlamalıdır. Bunu en ucuz şekilde yapmalı ve soğuma, ısıtma, gölgeleme, ışıklandırma, iklimlendirme gibi malzemelere ihtiyaç duymadan oluşturmalıdır. Yapı kabuğu hem kullanıcı hem de iklimsel şartlar nedeniyle değişen dış ve iç ortam koşullarında sabit fiziksel özellikler göstermemelidir. Isı, ses, hava ve ışık geçirgenliği gibi değişiklik gösteren şartlarda enerjiyi tasarruflu kullanarak uyum göstermelidir. (Beytekin, 2016)

2.3.1. Duvar

Mekânları veya ortamları birbirinden ayırıştıran düşey veya düşeye yakın yapı elemanlarına duvar denir. (Kına, 2006) Türk Dil Kurumu'nun sözlüğünde duvar kelimesinin tanımında “Bir yapının yanlarını dışa karşı koruyan, iç bölümlerini birbirinden ayıran, taş, tuğla vb. gereçlerden yapılan veya örülen dikey düzlem” ve “Bir toprak parçasını sınırlayan taş, tuğla, kerpiçten yapılan engel” olarak bahsedilmiştir.

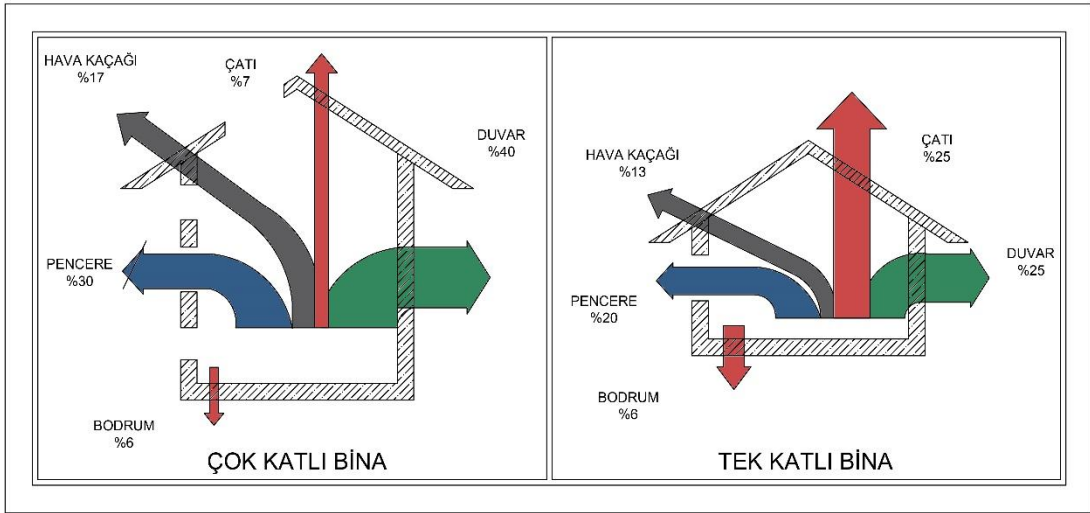
Duvarlar; dış ve iç, taşıyıcı olan veya olmayan, tek veya çok tabakalı ya da malzemelerine göre duvarlar olarak farklı çeşitlere ayrılabilir. Bina kabuğunda oldukça fazla alana sahip olan duvarlar, ısı konfor yönünden en başta dikkat edilmesi gereken yapı elemanlarıdır. Duvarlardan ısı açıdan konforu sağlarken beklenen performansını etkileyen etmenler şu şekilde sıralanabilir; ısı geçişine yüksek derecede direnç göstermeleri, olmaması gereken hava sızıntılarını engellemeleri, nem geçişini kontrol altına alarak yoğuşmayı düzenlemeleri, hava koşullarının getireceği ısınma ve soğuma şartlarını sağlayarak ısı konforu dengelemeleri, ısı değişimlerinden kaynaklanan büzüşme ve gerilmeleri sağlayarak çatlamaları engellemeleri, kötü hava kirleticilerinden (Toz, gaz ve asit vb.) etkilenmemesi ve bakım ve onarım yönünden kolay olması ile ekonomik olması olarak belirlenebilmektedir. Duvarlar yüksek ısı direnç göstererek ısıtma tesisatının yükünü hafifletip fazladan kullanılan enerjiyi engellemelidir bunun için duvarda kullanılan malzeme kalınlığı ve malzeme seçimi doğru yapılmalıdır.

Bina kabuğunda yaz ve kış aylarında oluşan iç-dış sıcaklık farkları yüksek ısı gerilimleri oluşturmaktadır. Bu ısı gerilimleri sonucunda duvarlarda oluşan hasarlar konfor ve emniyet şartlarını bozmaktadır. Ekonomiyi ve sağlık koşullarını da kötü yönden etkilemektedir. Bundan dolayı yapılması planlanan duvar katmanlarında konfor şartlarını sağlayarak, gerekli önlemleri almak için duvar sıralamaları ve yapımı doğru olmalıdır. (Ünal, 2003)

Dış duvarların termofiziksel özelliklerinin belirlenmesinde iç mekân konforu ve enerji korunumunun sağlanması dikkate alınmaktadır. Duvarlarda kullanılan malzeme ve yalıtım, ısıtma/soğutma amaçlı enerji kullanımında ve iç mekân konforunun sağlanmasında etkilidir. Enerji verimliliği sağlamak için uygun duvar malzemesi ve yalıtım kalınlığını doğru seçmek gerekmektedir. Enerji etkin bina tasarım kriterlerinin en önemlilerinden biri bina kabuğuna ısı yalıtımı uygulanması ile elde edilen düşük ısı

geçirgenlik katsayısıdır (U değeri). Fakat ısı geçirgenlik katsayısının yanında bina kabuğunu oluşturan malzemelerin ısıl kütle özelliği de önemlidir. Duvarların ısıl performansı, malzemenin ısıl özellikleri, sıralanışı, güneş enerjisi yutma kapasitesi ve ısı geçirgenliği ile ilişkilidir. (Özbalta & Özbalta, 2012)

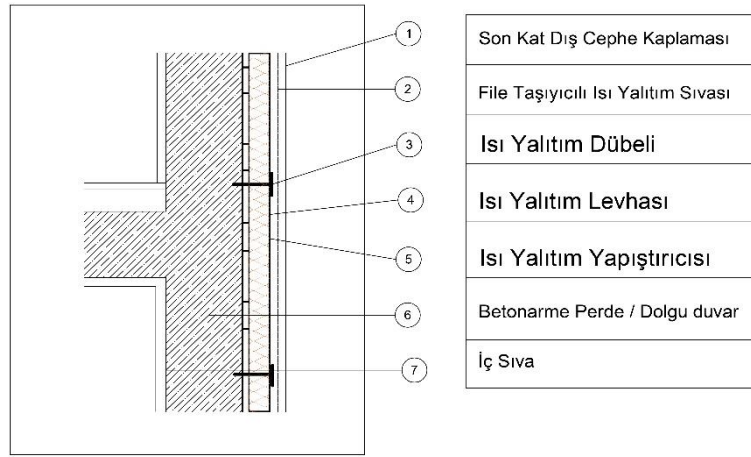
Bina iç ortamındaki ısı kışın dışarıya doğru hareket ederek ısı kaybına neden olurken yazınsa dışardaki sıcak hava içeriye doğru hareket ederek ortamı ısıtmaktadır. Bu hareket durdurulamaz ama ısı yalıtım yoluyla kontrol altına alınabilmektedir. Şekil 1.'de görüldüğü gibi ısı kayıplarında mimari tasarımlarında etkisi büyük olmasına rağmen binalardaki ısı kayıplarının çoğu dış duvarlardan kaynaklanmaktadır. (Binalarda Isı Yalıtımı ve Isı Yalıtım Malzemeleri, 2015)



Şekil 1. Çok ve tek katlı yapılarındaki ısı kayıpları (Binalarda Isı Yalıtımı ve Isı Yalıtım Malzemeleri, 2015)

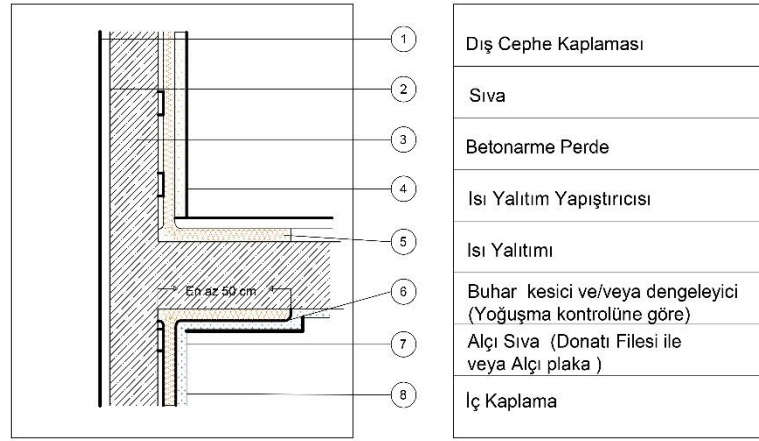
Yapıların dış yüzeylerinde ısı kaybına neden olan duvar, kolon, kiriş, konsol döşeme gibi elemanlara yapılan yalıtımlar duvarlardan kaynaklanan ısı kayıplarını azalmaktadır. Konfor koşullarını sağlamak için yapıların dış kabuklarına yalıtımlar dıştan, duvar arası ve içten olmak üzere üç şekilde yapılabilmektedir. (Binalarda Isı Yalıtımı ve Isı Yalıtım Malzemeleri, 2015)

Şekil 2.'de görülen dıştan yalıtım en çok kullanılan yalıtım şeklidir. Yapıyı dışardan sarar ve ısı köprülerini minimuma indirmektedir. İç ortamda alan kaybı oluşmasını engeller ve dışardan betonarmenin maruz kaldığı birçok etkenden yapıyı korumaktadır. Eski yapılarda kullanımı daha kolaydır. (Binalarda Isı Yalıtımı ve Isı Yalıtım Malzemeleri, 2015)



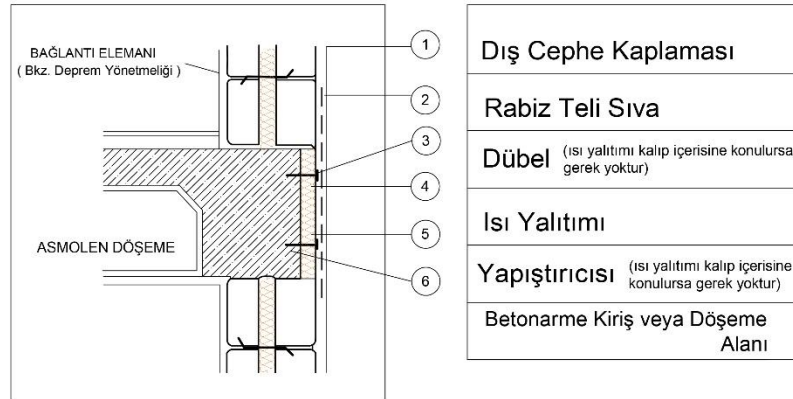
Şekil 2. Duvarın dıştan yalıtılması (Mantolama) (Binalarda Isı Yalıtımı ve Isı Yalıtım Malzemeleri, 2015)

İçten yalıtım ise kısa süreli olarak ısıtılan binalarda tercih edilmektedir. Bu uygulamada kolon, hatıl, kiriş, lento vb. ısı köprülerine karşı Şekil 3.'deki gibi yalıtım yapılması önemlidir. Tavan ve döşemelere en az 50 cm mutlaka dönülmelidir. Yoğuşma kontrolü yapılarak gerekli bir durumda buhar kesici kullanılmalıdır. (Binalarda Isı Yalıtımı ve Isı Yalıtım Malzemeleri, 2015)



Şekil 3. Duvarlarda içten yalıtım (Binalarda Isı Yalıtımı ve Isı Yalıtım Malzemeleri, 2015)

Duvar arası yalıtım ise ekonomik olması ve dış kabuk mimarisine etki etmemesi nedeniyle genellikle sanayi yapılarında tercih edilmektedir. Isı köprüleri oluşturur ve yoğuşmalar duvar içinde oluşmaya başlar bu da binaya ve binada yaşayanlara zarar vermektedir. Bu uygulamada Şekil 4.' de görüldüğü gibi iki duvar birbirine tel ya da sıva filesiyle belirli mesafelerle bağlanmalıdır



Şekil 4. Duvar arası yalıtım (Binalarda Isı Yalıtımı ve Isı Yalıtım Malzemeleri, 2015)

2.3.2. Çatı

Çatılar, yapıların üst kısmında yer alarak yapıyı ve içinde bulunanları atmosfer koşullarından ve diğer dış etkenlerden koruyan; yapının var oluşunda önemli etkisi olan yapı elemanıdır. (Tozam, 2016) Çatı kavramı Türk Dil Kurumu sözlüğünde; “Bir yapının, bir evin damını kuran parçaların bütünü, birbirine çatılmış, çakılmış şeylerin bütünü, yapının tavanı ile damı arasındaki kullanılan yer, barınılan, sığınılan yer,” gibi anlamları bulunmaktadır.

Çatı, yapının en üstünde yer almaktadır ve yapıyı dış koşullarından koruyucu özelliği taşımaktadır. Çatının tüm kısmının gün boyu olumlu veya olumsuz hava şartlarına açık olması sonucu dış etkenlere çok fazla maruz kalmaktadır. Biçimi ve konstrüksiyonu yapının maruz kaldığı iç ve dış şartlar ile kullanıcı gereksinimlerinin optimizasyonunu sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır. (Toydemir & Bulut, 2010)

Yapı içerisindeki ısınan hava yükselmektedir bundan dolayı bina içindeki döşemeler ve özellikle çatı, daha çok önem kazanmaktadır. Çünkü ısınan havanın dışarı çıkmasını engelleyerek tekrardan yapı içinde kalmasını sağlamaktadır. Çatılardan beklenen ısı performans kriterleri şunlardır;

-Doğal hava şartlarının olumsuz koşullarına karşı koymak,

-İç ve dış ortamlar arasındaki ısı farkının yarattığı ve farklı genleşme katsayılarına sahip olan yapı elemanlarının oluşturduğu genleşmelere esneklik sağlayarak yapı hasarlarını önceden engellemek,

-Nem kontrolünü sağlayarak nem akışına izin vermek,

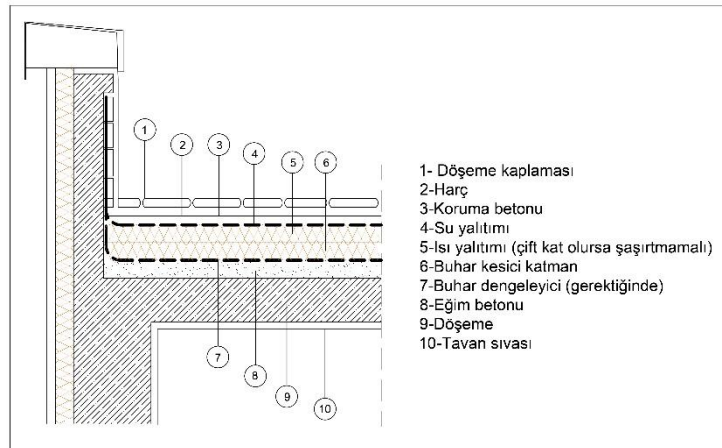
-Yoğuşma problemine çözüm getirmek amacıyla uygun ısı yalıtım detayı uygulamak,

-İçinde bulunduğu iklim bölgesine göre çığlaşmeden kaynaklanabilecek yapı deformasyonunu engellemek amacıyla hava boşlukları bırakmak,

-Çatı arası kullanımı olmayan binalarda çatı ve döşeme arasında bırakılan durağan havadan ısı yalıtımı olarak faydalanmaktır. (Ünalın, 2003)

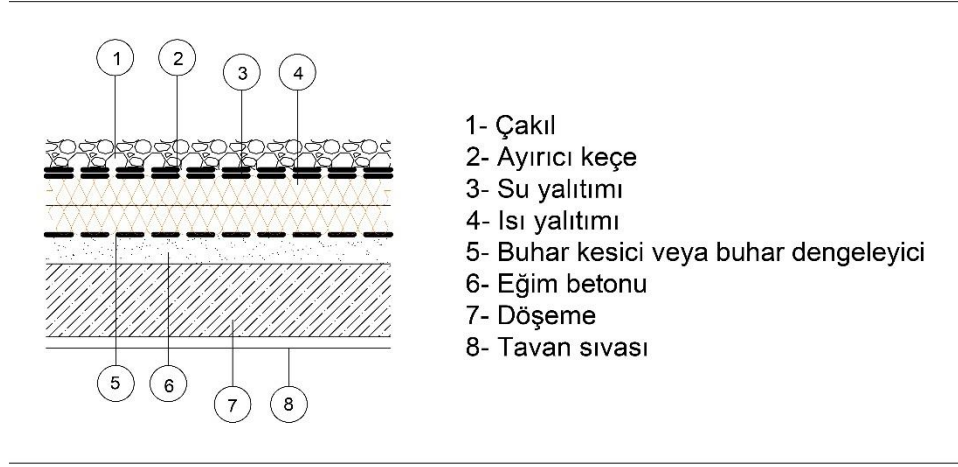
Farklı çeşitlerde çatılar mevcuttur bunlar şekilleri yönünden çatılar; düz(teras) ve eğimli(kırma) çatılar, bir de kullanım yönünden çatılar; çatı arası kullanılan(sıcak) ve çatı arası kullanılmayan(soğuk) çatılar olarak sınıflandırılmaktadır. (Ünalın, 2003) Bu sınıflandırmalarla birlikte yalıtım uygulamaları da değişmektedir.

Düz teras çatılar % 0 ile 5 arasında eğime sahip çatılardır. Teras çatılar kullanım bakımından, yüzey kısmını oluşturan malzemeler ve uygulanan ısı yalıtımın yük taşıma kapasitesine göre; otopark, bahçe, gezilebilen ve gezilemeyen çatılar olarak sınıflandırılmaktadır. Gezilebilen çatılarda Şekil 5.'deki gibi koruma betonu ve döşeme kaplamasının altına yalıtım malzemesi uygulanmaktadır, gezilemeyen çatılarda ise şekil 6.'da görüldüğü gibi yalıtımın üzerinde ayırıcı keçe ile çakıl uygulaması yapılmaktadır. (Ünalın, 2003)



Şekil 5. Gezilebilen teras çatılar (izoder)

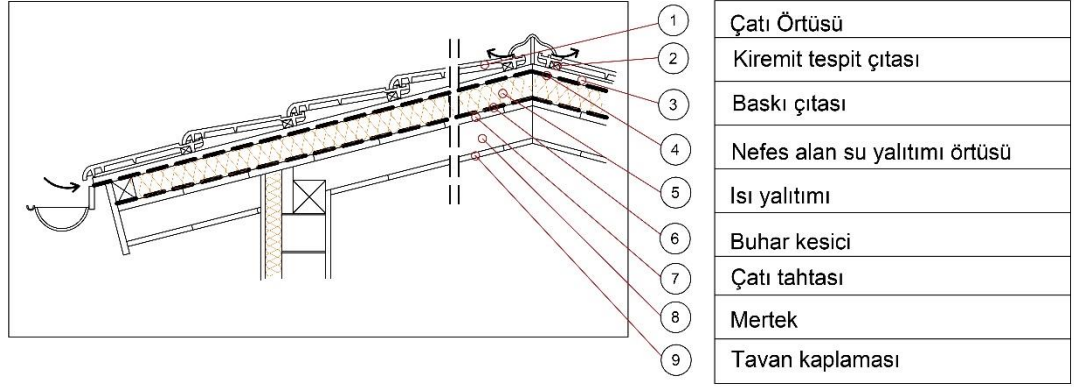
Teras çatılarda su emmeye elverişli olan ısı yalıtımları üstten su yalıtım membranları ile korunmalı, alt tarafından ise buhar kesici tabakalar ile buhar geçişinin olması engellenmelidir. Bu sistem en eski teras çatı ısı yalıtımı çözümlerinden olmakla beraber zamanla su yalıtımı örtüsü, hava koşulları ve kullanımdan oluşan mekanik problemlerle kısa sürede yıpranmaktadır. Yıpranan su yalıtımı bünyesine su alarak ısı yalıtımının işlevini kaybetmesine neden olmaktadır. (Ünalın, 2003)



Şekil 6. Gezilemeyen teras çatılar (izoder)

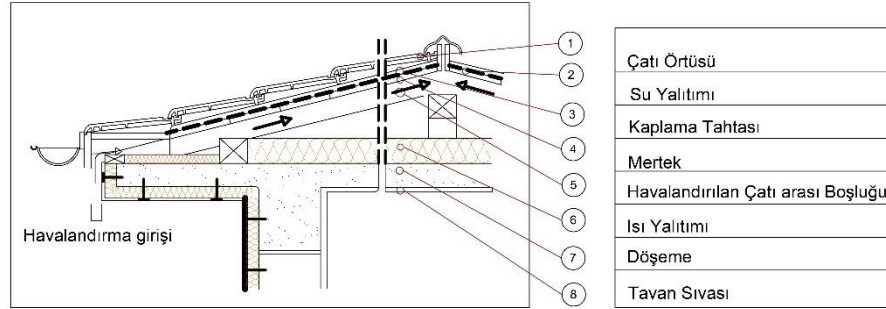
Eğimli çatılar mahyada saçağa eğim yapılarak oluşturulan çatı sistemlerine denir. Az eğimli, orta eğimli ve yüksek eğimli çatılar diye üçe ayrılırlar. Güneye doğru konumlandırılan eğimli çatılarda, öğlen vakitlerinde ışıınımı dik olarak almaktadır ve ısıl kütle gibi davranarak yüksek ısı artışına neden olmaktadır. Bu nedenle ısı yalıtımı uygulanmalı veya havalandırma boşlukları bırakılmalıdır. (Ünalın, 2003)

İnsanlar tarafından kullanılan çatı araları hem döşeme hem de çatı olarak kullanıldıkları ve ısıtıldıkları için diğer çatılardan farklıdırlar. Yoğuşma durumuna göre gerekli şartlarda yalıtımın sıcak tarafına Şekil 7.'de görüldüğü gibi nem kesici koymak gerekir. Bu çatı türlerinde ısı yalıtımları mertek altı, mertek üstü ve mertek arası olmak üzere üç şekilde uygulanabilmektedir. (Ünalın, 2003)



Şekil 7. Çatı arası kullanılan çatılar (Binalarda Isı Yalıtımı ve Isı Yalıtım Malzemeleri, 2015)

Çatı arası kullanılmayan (Soğuk) çatılarda çatı örtüsüyle kullanım alanı arasındaki ısıtılmayan bölge yalıtım görevi görmektedir. Soğuk çatıların bakımı kolay, işçiliği hızlı ve rahat olması bakımından ısı yalıtımı, Şekil 8.'de görüldüğü gibi tavan döşemesinin üst yüzeyinde olacak şekilde uygulanmalıdır. (Ünalın, 2003)



Şekil 8. Çatı arası kullanılmayan çatılar (Binalarda Isı Yalıtımı ve Isı Yalıtım Malzemeleri, 2015)

2.3.3. Kapılar ve Pencereleler

Yapılan ilk konutlarda kullanıcıların dışardan ışık alması ve dış ortamla bağlantı sağlayabilmeleri için duvarlarda boşluklar oluşturulmuştur. Mevsimlik dönemlerde oluşan iç ve dış ortamdaki sıcaklık farklarından dolayı kullanıcılar olumsuz etkilenmiş bundan dolayı da açılabilir ve kapanabilir yapı elemanları geliştirmişlerdir. Bu yapı elemanları kapılar ve pencerelerdir. (Ünalın, 2003)

Bunlardan saydam bileşenler, yapılarda en çok görevi olan yapı elemanlarından birisidir çünkü yapıların kullanım olanaklarını, içinde bulunanların sağlık ve yaşamını etkilemektedir. Saydam bileşenlerin enerji, kullanıcı konfor, yapım ve kullanım süreciyle ilgili ölçütleri en iyi şekilde karşılaması gerekmektedir. Bu sebeple yapıdaki saydam bileşenlerden beklenen özellikler şu şekildedir;

- İç mekânların yeteri kadar aydınlatılmasını sağlamak,
- Yeterli bir havalandırma sağlamak,
- İç ortam ve dış ortam arasındaki bağlantıyı sağlamak,
- Mekânların yerleşme düzenine katkıda bulunmak,
- İç mekânda ısı konfor sağlamak,
- Kötü hava şartlarına karşı koruyum sağlamak,
- Ekonomik ve az bakım gerektirir olması. (Yarıcı, 2020)

Yapı kabuğunda yer alan saydam bileşenlerin ısı dirençleri düşük olduğundan dolayı zayıf noktalar oluşturmaktadır. Saydam bileşenlere gerekli bakım gösterilmezse yapı kabuğunun ısı performansını düşüreceğinden dolayı ısı akışı, hava sirkülasyonu, nem geçişi, yoğuşma kontrolü, yağmur ve kar etkisi, güneş ve diğer ışınımın kontrolü, hava sızması gibi olumsuz faktörler ortaya çıkabilmektedir. (Ünalın, 2003)

Binalarda enerji tasarrufu için bütün yapı elemanlarının belli standartlara uyarak üretilmesi gerekmektedir. Saydam bileşenler, standartlara uyulmadan üretildiğinde çok büyük enerji kaybına sebep olmaktadır. Türkiye’de kullanılan toplam enerjinin %30’u binalardaki ısınma için kullanılmakta, bu enerjinin büyük çoğunluğu da saydam bileşenler yüzünden olmaktadır. (Yarıcı, 2020)

Yapılardaki ısı performansının yani enerji etkinliğinin artırılması için camların ve pencerelerin çerçevelerinin ısı performansının artırılması da önemlidir. Bunun için saydam bileşenlerin işlemlerden geçmesi ya da yüksek ısı dirençli yeni malzemelerle değiştirilmesi gerekmektedir. Saydam bileşenlerde kullanılan cam yüzeylerinin özellikleri ve kullanılan cam türü yapıların iklimlendirme koşullarını belirleyen önemli parametrelerdir. Tek yüzeyden oluşan cam ünitelerinin ısı iletimi değeri duvarların 5 katı kadardır. Flotal (düz) camın ısı geçirgenliği de ısı kaybı açısından çok fazladır ve ısıtma değerlerini olumsuz etkilemektedir. (Başarı, 2013)

Saydam bileşenlerde kullanılan cam yüzeylerinin ısı performansı artırması için üç özellik uygulanmaktadır. İlk olarak, cam malzemenin kimyasal özelliklerini veya fiziksel özelliklerini değiştirile bilinmektedir. Örneğin renklendirilmiş camlar renklerine ve kalınlıklarına göre güneş ışınımının belirli bir kısmını soğurmaktadır. Cam yüzeyi tarafından soğurulan ısı, enerji geçişiyle dış ve iç mekâna aktarılmaktadır. Renklendirilmiş camların ısıyı soğurma oranı fazladır bu yüzden soğutma ihtiyacı ısıtma ihtiyacından az olan yapılarda tercih edilmektedir. İkinci olarak, cam yüzeylerini ısı kazancı sağlayan ve kamaşmayı azaltan yansıtıcı özelliğe sahip filmlerle kaplanılabilmektedir. Son zamanlarda, ısıtma ve soğutma yükünü aynı anda sağlamak için düşük yayınıma sahip kaplamalar (low-emittance coating) üretilmiştir. Güneşin görünen veya görünmeyen ışınım enerjisini, az yayınıma sahip ısı kontrol (low-e) kaplamalı camlar mekânın içine alırken mekândaki sıcak enerji yayan cisimlerin enerjisini ise %85-95 oranında geri yansıtarak dış ortama geçişini engelleyerek ısı kayıplarını minimuma indirmektedirler. Üçüncü olarak ise iki ya da daha fazla cam yüzeyinin arasına kontrol edilebilir hava boşluğu bırakarak birleştirilmesidir. Bu özelliğe sahip camlarda ısı performansı etkileyen üç temel etken vardır. Özellikler şu şekilde sıralanabilir; cam yüzeyleri arası mesafe, mevcut cam yüzeyi sayısı ve cam yüzeyleri arasında kalan hava boşluğunun özellikleri. Camlarda ikiden fazla cam yüzeyi kullanımı genellikle soğuk iklim bölgelerinde ihtiyaç duyulan bir uygulamadır. Cam yüzeyleri arası oluşan mesafe camın ısı iletkenlik katsayısını düşürmektedir. Ancak bu genişlik 20 mm'yi aşarsa iki cam arasındaki hava hareket eder bu da ısı iletkenlik katsayısında bir değişiklik olmamasına neden olmaktadır. Cam plakalarında oluşturulan hava boşluklarında havaya göre ısı iletkenliği daha az olan viskozite (akmazlık, akışkanlığa karşı direnç) değeri fazla olan asal gazların konulması istemsiz ısı geçişini

oldukça azaltmaktadır. Bu sebeple argon ve kripton gazları ekonomik ve yüksek performans değerlerine sahip olduğu için oldukça fazla kullanılmaktadır. Çift plakalı camlarda argon gazı %11, kripton gazı %22 oranında cam performansını yükseltmektedir. Bu uygulama mevcut camların değiştirilmesine gerek olmadan enjeksiyon yöntemiyle uygulanabilmektedir. (Başarır, 2013)

Saydam bileşenlerde toplam alanın yüzde %10-30 unu çerçeveler oluşturur. Cam yüzeyleri kadar çerçevelerin malzemesi ve tasarımı da ısı performans yönünden oldukça önemlidir. Çerçevelerin yapımında ahşap, PVC ve alüminyum kullanılan başlıca malzemelerdir. Saydam yüzeylerde kullanılan her bir çerçeve malzemesi, yapısal özelliklerine ve tasarım biçimine göre farklı ısı performans sergilemektedir. (Başarır, 2013)

Alüminyum çerçeve hafif, sert, uzun ömürlü, paslanmayan ve kolay şekil alabilen bir malzemedir. Boşluklu, hava sızdırmayan ve ince çerçeve detaylarını kolay üretilebilecek bir malzemedir. Alüminyumun ısı iletim kat sayısı fazla olduğu için dezavantajlıdır. (Yarıcı, 2020) Alüminyum çerçeveden ısı geçirgenliği daha az olan ahşap çerçevelerdir. Ahşap çerçeveler ısı performans açısından önemli özelliklere sahiptir. Isı geçişi az olan iyileştirilmiş ahşap çerçeveler için parçalarının ısı iletkenlik oranı az olan poliüretan (PU) gibi malzemelerle birleştirilerek kullanılmaktadır. (Başarır, 2013) PVC (Polyvinyl Chloride) çerçeveler iyi yalıtım özelliklerine sahiptirler, odacıklı özelliklerinden dolayı, ısısal yönden ahşap pencerelere benzemektedirler. PVC çerçevelerin ısı performanslarını yükseltmek için iki yöntem mevcuttur. İlki çerçevenin içerisindeki odacık sayısının fazlaştırılmasıdır. İkinci olarak ise çerçeveye ait odacıkların ısı iletkenlik oranı az olan PU (Poliüretan) gibi malzemelerle yalıtılmasıdır. Bu çerçevelere yalıtılmış vinil çerçeve denmektedir. (Başarır, 2013)

2.3.4. Zemine Oturan Döşeme ve Duvarlar

Yapı kabuğunun zeminle ilişkisini kuran ve toprağa temas eden yapı elemanları döşeme ve duvarlardır. (Ünalın, 2003) Döşemeler; katları birbirinden ayıran ve üzerinde yürünebilen yatay taşıyıcı yapı elemanlarından biridir. Döşemeler, mekânların altını ve üstünü oluşturabilirler. Kısaca, bir döşeme hem taşıyıcılık hem de ayırıcılık özelliğinin yanında, mekân oluşturma özelliğiyle de yapısal mimari öğelerin başında yer almaktadır. (Kına, 2006)

Döşeme ve duvarlar toprağa temas eder bu yüzden konfor şartlarını sağlamak için ısı performans tek başına yeterli değildir. Bu bağlamda ısı, su ve nem yalıtımları bir arada düşünülmelidir. Özellikle toprak altında kalan yüzeylere daha sonradan müdahale etmek imkânsız olduğu için bu durum gözetilerek tasarlanmalı ve uygulanmalıdır. Yapı kabuğunda döşemeler farklı şekillerde bulunurlar fakat ısı performans açısından en önemlileri toprakla temas eden döşemelerdir.

Döşeme ve duvarların toprağa temas eden yüzeylerinin ısı performans kriterleri;

- Gerekli ısı direnci göstermek,
- Topraktan gelebilme ihtimali olan nemi engellemek,
- Yağmur ve yeraltından gelen sulara direnç göstermek,
- Döşeme altındaki temel duvarından kaynaklanabilecek ısı köprülerini engellemek,
- Toprağın altına indikçe artan sıcaklıktan oluşabilecek ısı gerilmelerine esneklik sağlamak,
- Uygulanacak yalıtımların bakım ve onarımlarını sağlayabilecek detaya sahip olması olarak sıralayabiliriz. (Ünalın, 2003)

Yapılarda zemin ile birleşimlerinde konfor şartlarını sağlamak için ısı yalıtıma gerekli özen gösterilmelidir yoksa ısı performans oldukça düşmektedir. Döşemelerde daha sonradan ısı yalıtımı yapmak güçleşir, özellikle zemine oturan döşemelerde daha zordur. Bu yüzden bina kabuğunun zemin ile temas eden yerleri; zemine oturan döşeme ve toprağa temas eden duvarlar binanın ısı performans yönünden önem arz etmektedir. (Ünalın, 2003)

Zemine oturan döşemeler; bina kabuğunun toprak yüzeye temas eden elemanıdır. Gerekli ısı konforu sağlayabilmek için ısı yalıtımı kullanılır ancak ısı yalıtımının üzerinde yürüneceği için koruyucu betonla kapatılması gerekir veya bakımı kolay olması için sökülüp çıkarılabilen döşeme malzemeleri kullanılmaktadır. Yalıtımda yoğunlaşmadan kaynaklanabilecek deformasyonlar için çatı ve duvarlarda olduğu gibi yalıtımın sıcakta olan yüzeyine nem yalıtımı uygulanmaktadır. (Ünalın, 2003)

Toprağı temas eden duvarlar; bodrumu kullanılan yapılar veya kot farkıyla yapılan binalarda görülmektedir. Toprağı temas eden duvarlarda da zemine oturan döşemelerdeki gibi ısı yalıtımının deformasyona uğramaması için yer altı su seviyesine dikkat edilmeli ya da sudan zarar görmeyen ısı yalıtım malzemeleri tercih edilmelidir. (Ünalın, 2003)

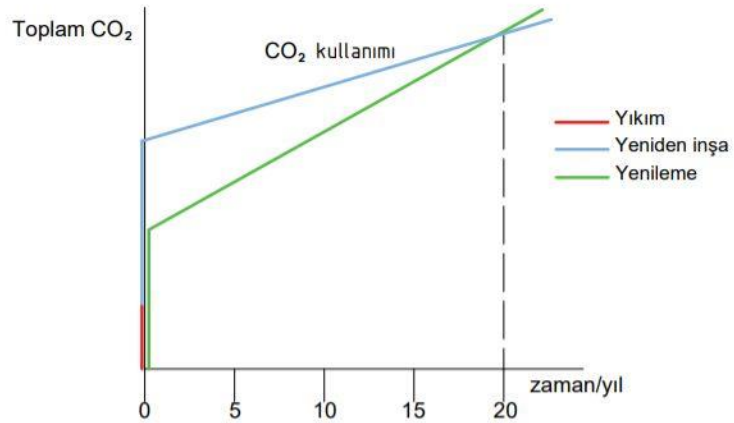
2.4. Yapı Kabuğı İyileştirme Nedenleri

Enerji, toplumsal kalkınma için çok önemli bir kaynaktır. Enerjinin sürdürülebilir, devamlı ve çevreyi gözeterek elde edilmesi gerekmektedir. Bu şekilde elde edilecek enerji, insanların yaşam kalitesini de artıracaktır. (Akkoyunlu, 2006) Doğal gaz ve petrol rezervlerinde azalma kritik noktalara ulaşmakta ve fosil yakıt rezervleri oldukça hızlı azalmaktadır. (ETKB, 2017)

Binalar tasarım sürecindeyken enerji performansı gözetilmeden yapıldıklarında kullanım aşamasındayken çok fazla enerji tüketimine sebep olmaktadır. Yapılardaki kullanıcılara yeterli ısı ve görsel konforu sağlayamadığında yapının iklimlendirilmesi ve aydınlatılmasında mekanik sistemlerden faydalanılmaktadır ve bu da enerji harcamasına sebep olmaktadır. Bu yüzden az enerjiyle yüksek iklimsel konfor oluşması için tasarım aşamasında kararların doğru alınması gerekmektedir. Fakat Türkiye de enerji verimliliğı ile ilgili çalışmalar 2000'li senelerde başlamıştır. Bu yüzden önceden yapılan binalar gerekli olan ısı konforu sağlayamamakla beraber çok fazla enerji tüketimine neden olmaktadır. Bu bağlamda yapılardaki enerji etkin yenileme çalışmaları enerji tasarrufu yapılmasına yardımcı olmaktadır. (Ayçam & Hasmeden, 2015) Var olan yapı stokunda, günümüzün enerji korunumuyla ilgili standart ve yönetmeliklerin sınır değerlerini karşılamayan pek çok yapı bulunmaktadır. Mevcut konutlarda enerji giderlerini minimuma indirerek enerjiyi etkin hale getirmek şart olmuştur. Bunun

nedeni ise enerji etkin tasarım kriterlerine göre tasarlanmayan binalarda ısıtma, aydınlatma ve soğutma için enerji harcamaları oldukça fazladır. Enerji harcamasının fazla olması da çevre kirliliğini artıran en önemli nedenlerden biridir. Enerjiyi fazla harcayan yapıların mevcut performansını değerlendirilerek, gerekli düzenlemeler yapılarak enerji etkin hale dönüştürmek mümkündür. (Ayçam & Hasmaden, 2015)

Yenileme her zaman yıkım için alternatif olarak kabul edilmiştir. Bina yapımındaki tüm malzemeler belirli bir oluşum enerjisine sahiptir ve bu malzemelerin yeniden üretiminde karbon salınımları oluşur. Yıkım sırasında ve sonrasında da oluşan atıklar karbon salınımı artırmaktadır. Bu sebeple şekil 9.'da görüldüğü gibi yapıların yenilenmesi sonucunda oluşan çevresel etkiler, yıkılıp yeniden inşa edilmesine göre daha azdır. (Baker, Strategy for low-E mission refurbishment, 2009) Bundan dolayı konutlarda enerji harcamalarını azaltmak için iyileştirmeye gitmek ön plana alınmalıdır.



Şekil 9. Yıkım, yeniden inşa ve yenileme için zamana bağlı CO2 salınımı değişimi (Baker, Strategy for low-E mission refurbishment, 2009)

Yapılarda enerji etkin yenilemenin uygulanması, binanın aktif sistemlerinin yükünün düşmesini ve pasif sistem olarak performansının yükselmesini sağlamaktadır. Bu sayede eski birçok yapı enerji etkin tasarım kriterleri doğrultusunda yenilenmiş, ısıtma ve soğutma enerji giderleri düşmüş olacaktır. (Ayçam & Hasmaden, 2015)

Yapılarda enerji etkin yenileme, enerji harcamalarının düşmesine ve sürdürülebilir yenileme ilkelerinin uygulanmasına yardımcı olmaktadır. Yenileme sadece yapılardaki enerji harcamalarını azaltmakla kalmaz, yapıların değerini yükseltir, çevre kirliliğine neden olan etkileri azaltır, sağlıklı yaşam ve çalışma şartlarının konforunu yükseltmektedir. Bu yüzden yapılarda yapı kabukları iyileştirmeleri oldukça önem arz etmektedir. (Ayçam & Hasmaden, 2015)

Yapı iyileştirmeleri yüzyıllar öncesine dayanan uzun süredir devam eden bir uygulamadır. Ancak modernleşen teknoloji ve büyüyen inşaat sektörüyle beraber eski yapı stoklarının yenilenmesi azalmıştır. Yapılarda oluşturulacak iyileştirmeler sürdürülebilirlik ve enerjiyi etkin kullanmak için oldukça önemli olduğu gözlenmiş ve kabuklarda yapılacak alternatif çözümler aranmıştır. (Shah, 2012)

Eski binaları yıkarak yenilemek sürdürülebilirlik açısından uygun değildir. Bu nedenle bir yapının kısmen yenilenmesi ve onarılması fonksiyonlarını yükselterek yapının ömrünü uzatır. Günümüzde bu sistem uygulanabilir bir yaklaşım haline gelmeye başlamıştır. Dış duvarlar binayı dış etkilerden korur ve iç mekan konforunu sağlar bu nedenle bir yapını çok önemli bir parçası olmakla beraber yapının kalitesini de belirler. (Chen, 2011)

Cephe iyileştirme nedenlerini Yang şu şekilde belirtmiştir;

- Fiziksel faktörler; iyileştirme için iki tür fiziksel faktör vardır. Bunlardan biri çevresel faktörlerdir. Su, ısı ve ses geçirmezliğin azalması gibi. Diğerleri ise uygunsuz kullanım ve insan yapımı faktörlerdir. Her iki faktörde yapının performansını düşüşüne neden olur.
- Ekonomik faktörler; yapı sahipleri her zaman mevcuttaki yapının giderlerine ve bu giderlerin konfor şartlarını sağlayıp sağlayamadığına bakarlar. Bu nedenle yapı yenilenmesinin uzun vadede kara geçirecek olması oldukça önemlidir.
- Sosyal faktörler; gelişen teknoloji ve toplumun gelişmesiyle beraber eski binaların modernleştirilerek iyileştirilmesi ön plana çıkmıştır. (Chen, 2011)

2.5. Kabuk İyileştirmelerinde Isıl Performansın Arttırılması

21. yüzyılda çevre tasarımında tasarımcıların en önemli problemlerinden biri; kullanıcı konfor koşullarının sağladığı iç mekânı çevreleyen dış kabuğu, sürdürülebilir ve enerji etkin tasarlamaktır. (Örkmez & Çetiner, 2012)Cephelerde yapılacak olan iyileştirmeler mekânlardaki ısı konfor dengesini sağlayarak daha iyi yaşam koşulları oluşturur ve enerji tasarrufu sağlar. Isıl konfor, yani yapay çevrede kullanıcının hissettiği sıcaklık memnuniyeti düzeyi; çevre ile vücut arasındaki meydana gelen ısı değişiminin bir sonucudur. Vücut, maruz kaldığı ısı hareketlerinin etkisi ile sabit bir vücut sıcaklığına ulaşması için çevresi ile ısı denge kurması gerekir. İçinde bulunduğu çevreyle sürekli olarak taşınım(konveksiyon) ve ısınım(radyasyon) yollarıyla ısı alışverişi içindedir. Bu sebepten, iç ortam kullanıcı konfor şartlarının sağlanmasında, bir mekânın sınırlayan bina elemanlarının iç yüzey sıcaklıkları etkilidir. Bina kabuğunun iç ortam sıcaklığıyla, iç yüzey sıcaklığı arasında farklı artışı, mekânda istenmeyecek hava akımlarına sebep olabilir. Sonuçta, iç mekânda meydana gelecek hava hareketi hızı artacak, optimum değerden uzaklaşacak ve mekandaki hava akım hızı artışı hava sıcaklığını düşürecek kullanıcıyı konforsuz hale getirilecektir. Nihayetinde, standartlar ve çalışmalar sonucu; konfor şartlarını yakalayabilmek için, ortam sıcaklığı ve iç yüzey sıcaklıklarıyla arasında belli bir değerde sıcaklık farkının olması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. (Örkmez & Çetiner, 2012) Yapılarda sorun haline gelen enerji tasarrufu, binaların mimari şekillendirmesi ve ısıya duyarlı cephe malzemesi ile çözülmeye çalışılmaktadır. Bilhassa da çok önemli bir kaynak olan güneş enerjisinden binalarda fazladan yararlanabilmek için yapı kabuk elemanları tasarlanmaktadır. (Yılmaz Z. , 2006) Yapıların dış kabukları yenilenerek enerji etkin hale getirilebilir, ısı kayıpları minimuma indirgenebilir ve güneş enerjisinden daha çok yarar sağlanabilir.

Enerji etkin yenileme ya da sürdürülebilir yenileme kavramı, mevcut ve eski binaların yeniden kullanım için sürdürülebilirlik çerçevesinde iyileştirilmesidir. Shan'a göre (2012) ise, yenileme beşe ayrılabilir; dokunma veya yenileme, orta müdahale, kapsamlı müdahale, kapsamlı yenileme ve yıkım. (Gong, loveday, & Thomas, 2014)

Dokunma veya yenileme; binada hızlı ve göze batmayan düşük yatırımlı iyileştirme biçimidir. Yapının fayans, tavan, boya gibi küçük elamanlarının onarım ve iyileştirmesini içerir. Yapının tadilattan ziyade rutin bakım türü iyileştirmeleridir. Genel olarak yapı kullanıcıları yapıdan ayrıldıkları zaman veya yeni yapı kullanıcıları geldikleri zaman yapının en görünür bölgelerinin iyileştirilmesidir. Orta müdahale; yapının dokunma veya yenileme kapsamının bir üst düzeyidir. Bu orta müdahale şekli sıhhi tesisatın değişimi, yapı hizmeti, çekirdekler gibi çalışma alan stratejilerini revize eder. Kapsamlı müdahale; orta müdahaleyi de kapsayarak mevcut yapılarda bina yönetmeliklerini ve ASHRAE standartlarına dikkat ederek bina ömrünü 15-20 yıl daha uzatmayı amaçlar. Kapsamlı yenileme; yenileme seçeneklerinin en pahalısıdır. Bu seviye ana hatları belirten işler için geçerlidir. Yenileme işlemi mevcut standartlara sahip yapının 20-25 yıl daha ömrünü uzatır. Yıkım; yenilemenin son kavramıdır. Tüm binanın yıkılmasını kapsar buda yeni inşaat alanı oluşmasını sağlar. (Shah, 2012)

İyileştirme (renovation); var olan yapılardaki standartın altına inen malzeme ve bileşenlerin yenilenmesi veya onarımların yapılması olarak tanımlanır. (Sert, 2007)Yapılar zamanla çevresel etkiler ile işlevsel özelliklerini kaybeder ve kullanıcıların isteklerini ve ihtiyaç duydukları gereksinimleri karşılayamayacak duruma gelirler. Özellikle eski yapıların dış yüzeylerinde çevresel faktörlerden kaynaklı çok fazla ısı kayıpları oluşur. Bu kayıpların nedeni dış kabuğun yeteri kadar ısı direncine sahip olmamasıdır. Dış cephedeki bu ısı kayıplarından dolayı yapının ısı yönünden iç konforunun yeterli olmamasına ya da yeterli ısıyı sağlayabilmek için fazla enerji harcanmasına neden olur. Cephelerin dış ortam karşısında yetersiz olması veya uyumsuzluğu, iç mekânlarda konforsuzluğa, fazla enerji tüketimine ve yapıların cephelerinde estetik sorunlara sebep olabilmektedir. (Özkan, Taviş, & Şahal, 1997; Altundaş, 2018)Ayrıca dış çevre koşullarıyla direkt teması olan yapı duvar sistemleri olumsuz dış etkenlerden kaynaklı olarak çabuk deforme olurlar. Bu sebeple konforlu iç ortam ve görsel konfor için cephe yenilemeleri yapılmaktadır. (Erturan & Eren, 2018)

Yapılardaki yenileme çalışmalarının sebepleri aşağıdakileri gerçekleştirmek için yapılmaktadır;

- Yapılardaki değeri artırmak veya eski değerini geri getirmek. (Bina sahiplerinin amacı)
- Yapının yeni ihtiyaçlarına yanıt vermesi için (kullanıcının asıl amacıdır)

-İç mekan konfor koşullarını iyileştirmek

-Enerji tüketimini minimum seviyeye indirmek (Altundaş, 2018)

Bahsedildiği üzere yenileme için birden fazla gerekçe vardır. Bu gerekçeler doğrultusunda binaların cepheleri onarılmaya veya yenilenmeye ihtiyaç duyarlar.

Yapılardaki cephe yenilemesinde kullanılan öneriler;

-Yıkılan cephenin baştan yapılması

-Cephelerin dış yüzeyine ek kabuk yapılması

-Cephelerin iç yüzeyine ek kabuk yapılması

-Cephenin dış yüzeyine yeni katmanlar eklenmesi

-Cephenin iç yüzeyine yeni katmanlar eklenmesi (Ebbert, 2010)

Yıkılan cephenin baştan yapılması uygulaması; günümüzde birçok cephe yenilemesi uygulamasında tercih edilen en yaygın yenileme şeklerinden biridir. Yıkılan veya mevcut cephelerin yenileme kapsamında ortadan kaldırılarak yeniden yapılması cephe çözümlerinde büyük alternatif sağlamaktadır. Bu uygulama genellikle tahrip olmuş binalarda ve yapı kullanıcılarının yapının görünümü veya orijinal tasarımdan memnun olmadıkları zamanlarda tercih edilirler. Binalardaki cephenin kolayca yıkılmasına olanak sağlayan giydirme cephe gibi sistemlerin tercih edildiği yapılarda yıkım sürecinde iç mekân daha az tahribat olduğu ve kolayca yapıldığı için bu sisteme ait cephelerde daha çok tercih edilirler. Bu uygulamanın yapıldığı binalarda cephe genel olarak mevcut taşıyıcı strüktüre tespit edilen belirli kısımlardan giydirme cephe sistemleri uygulanarak yenilense de yerinde yapım ve çift kabuk uygulamaları da tercih edilmektedir. Yeni yapılan cepheler yapı fiziği yönünden performans kriterlerini karşılayacak konuma kolayca getirilebilirler. Ayrıca eskiden uygulanmış olan zararlı malzemeler bu yenileme sistemiyle yapıdan uzaklaştırılmış olur. (Başarır & Diri, 2014)

Cephelerin dış yüzeyine ek kabuk yapılması; yenileme projelerinde son zamanlarda sık sık uygulanmaktadır, bu sistem özellikle rüzgârlı ve gürültülü yerleşime sahip binalarda iyi çözümler sunmaktadır. Dış yüzeye yapılan ikinci kabuk yapıyı sararak dış çevre şartlarından ve buna bağlı olarak oluşacak bozulmalardan korur. Bu sistemde uygulama yapının dış kısmında sürdürüldüğü için iç ortam bu uygulamadan etkilenmez. Ancak ikinci kabuk sisteminin yapıya eklenmesiyle, yapıda aşırı ısınma ve yoğuşma sorunlarını çıkarabilmektedir. Yapıdaki mevcut cephede uçucu organik bileşen (VOC) barındıran zehirli materyallerin var olduğu zamanlarda ise bu uygulamanın yapılması önerilmemektedir. Bu uygulamada yapının taşıyıcı sisteminin, yapıya yeni bir kabuğun eklenmesiyle oluşabilecek olan ek yükü taşıyabilmesi göz önünde bulundurulmalıdır. Ek kabuk olarak cam ünitesi ya da yalıtımlı prefabrike paneller tercih edilmektedir. Yapıdaki ek kabuk ve mevcut kabuk arasında oluşan hava boşluğu yapıyı ve kullanıcı konforunu etkileyen pek çok avantaj ve dezavantaja sahiptir. Yapı kabuğu ve ikinci kabuğun arasında oluşan tampon kısım cepheye gelen güneş ışınımının bir bölümünü emdiği için kışın dış ortama göre daha sıcaktır. Yazın ise ısınan tampon bölgedeki ısınan hava yükselir ve binadan uzaklaşır böylece tampon kısım dış ortama kıyasla daha serin kalır. Bu bağlamda yapının ısıtma ve soğutma yükü azalır. Ancak kışın iç ortamdaki sıcak hava tampon kısma geçer ve cephede yoğuşma problemi oluşur. Yazında tampon kısımdaki hava yükselir ve üst katlarda aşırı ısınma problemi yaratabilir. Bu sebeple bu uygulamanın yapıldığı binalarda mevcut cephede ısı yalıtımı ve buhar geçirimsizlik önlemleri alınmalı ve mekanik havalandırma düşünülmelidir. Cephede yapılan bu uygulama ile artan cephe derinliği iç ortama gün ışığı alımını düşürür bu da yapının konumuna ve bulunduğu bölgeye bağlı olarak olumlu veya olumsuz etki yaratabilmektedir. (Başarır & Diri, 2014)

Cephelerin iç yüzeyine ek kabuk yapılması uygulaması; genel olarak anıt özelliği taşıyan binaların cephelerine müdahale yapılamadığı zamanlarda tercih edilir. Ek kabuk uygulaması yapının mevcut cephesinin yalıtım özelliğine göre yalıtımlı veya yalıtımsız panellerden yapılır. Yalıtımlı panelleri taşıyıcı döşemeler taşır ve bölücü duvarlarla desteklenirler, yalıtımsız panellerse taşıyıcı cephe veya döşeme tarafından taşınırlar. Bu uygulama cephelerin iç kısımlarına yeni katmanlar eklenmesiyle uygulanan ısı performans iyileştirmelerinin geliştirilmiş şeklidir. Eklenen kabuğun kendi taşıyıcı iskeleti bu uygulamayı yalnızca taşıyıcı duvarlar için değil iskelet ve giydirme cepheler

içinde uygulanabilir yapmaktadır. Cephelerin iç yüzeyine ek kabuk yapılırken iç ortam yenilenmesiyle birlikte düşünölmeli, yeni bir iç ortam tasarımı ve ısı konforu sağlanmalıdır. Mevcut kabuk ve ek kabuk arasındaki tampon kısmın fazlalığı doğal aydınlatmayı engellemektedir. Bu sistem kışın yapıdaki ısı performansını artırırken yazın aşırı ısınma problemini ortaya çıkarır. Bu bağlamda oluşacak bu problemleri gidermek için yapılarda mekanik havalandırma sisteminin uygulanması önerilir. (Başarır & Diri, 2014)

Cephenin dış yüzeyine yeni katmanlar eklenmesi; hızlı ve basit şekilde uygulanır. Cepheye yeni bir görünüm sağlar ancak eklenecek yeni katmanın binanın yükünü artıracığı düşünöldüğü için hafif olması oldukça önemlidir. Bu uygulamada yapıların ve kullanıcıların maruz kaldığı ısı köprüleri, korozyon, nem, küf gibi birçok olumsuzluğun giderilmesinde oldukça önemlidir. Enerji tüketiminden dolayı oluşan hava kirliliğine de ısı performans açısından yapılara fayda sağladığı için azalmasına neden olur. Bu uygulama en iyi bilinen ve yapının ısı performansını yükselten en ucuz uygulamadır. (Bektaş, Çerçevik, & Kandemir, 2017)

Cephenin iç yüzeyine yeni katmanlar eklenmesi; cephenin farklılaşmasının istenmediğinde veya kısa süreli ısıtmanın zorunlu olduğu yapılarda ısı performansını yükseltmek için uygulanır. İç yüzeye eklenecek olan katmanın uygulanabilmesi için düzlemsel bir duvara gerek duyulur ve bu yüzden uygulanan katman iç yüzeyde ısı köprülerinin oluşmasına neden olur. Bu uygulamayla kısmen de olsa enerji tasarrufu sağlanmış olur bunun nedeni içten oluşturulan katmanların düşük ısı depolama kabiliyetleridir. Çabuk ısınır, çabuk soğur. Buda iç yüzeyde oluşturulan katmanın arkasındaki masif duvarın terlemesine neden olur ve hasara yol açar. (Karakoç, Turan, Binyıldız, & Ode, 2012)

Bu bağlamda; cephe yenilemelerinde, cephelerin dış yüzeyinde yapılacak yenilemelerin hem daha sağlıklı hem de daha kolay olduğu anlaşılmaktadır. Bu sebeple bu bölümde yapıların dış yüzeyinden iyileştirilmesi için gerekli olan opak ve saydam bileşenlerin ısı yönünden iyileştirilmelerinden bahsedilecektir.

2.5.1. Opak Bileşenler İçin Yapılan İyileştirme Uygulamaları

Bina kabuğunda enerji etkin yenileme prensiplerinin en önemlilerinden biri birleşenlerin ısı direncini artırmaktır. Opak bileşenlerde ısı direncini artırmak için ısı yalıtım malzemelerinin eklemesi önemlidir. Isı yalıtım malzemeleri; bina duvarlarındaki ısı kayıplarını minimuma indirmek için uygulanan yüksek ısı direncine sahip malzemelerdir. Isı iletkenlik katsayıları 0,06-0,10 W/mK'nin altında olan malzemeler Avrupa standartlarında, ısı yalıtım kaplamaları olarak açıklanmıştır (Süt, 2013). Enerji tüketiminin minimuma indirmek, iyi çevre koşulları, sağlıklı yaşam, ısı konfor, enerji maliyetinin azaltılması için uygulanan ısı yalıtım malzemeleri iklime göre değişkenlik gösterir. Bu bağlamda ısı yalıtım malzemesi seçerken kullanılan malzemenin ne kadar süre içinde deforme olabileceği, çevre kirliliği, ısı performans açısından gerekli değerlere uygun ve mevcut kaynakların tüketimi açısından en az zarar riskine sahip malzemelerin kullanılmasına dikkat edilmelidir (Papadopoulus, 2005).

Dünyada ve Türkiye'de çok fazla pazar payına sahip olan petrokimyasal ve inorganik minerallerden oluşan ısı yalıtımlarına (XPS, EPS, cam yünü, vb.) alternatif olarak ısı direnci fazla, hafif ve güçlü olan akıllı malzemelerin (Vacuum Insulated Panels- VIP, vb.) kullanılmasından ziyade çevreyi daha az kirleten bitkisel ve hayvansal malzemelerden üretilen ısı yalıtımları (saman balyaları, mantar, koyunyünü, vb.) üretilmektedir. Ayrıca malzemelerin geri dönüşümü ile yapılan ısı yalıtım malzemeleri (selüloz, tekstil atıklarından elde edilmiş yalıtım malzemeleri, vb.) enerjinin muhafaza edilmesi ve atıkların değerlendirilmesi açısından öne çıkmaktadır (Kwok & Grondzik, 2007, s. 23-25). Ülkemizde en fazla uygulanan ısı yalıtım malzemeleri sırasıyla EPS, XPS, cam yünü, ve taş yünüdür (İzoder, 2015).

Dışardan yalıtım uygulamalarında ısı yalıtım malzemesinin su buharı direnci düşük, içerden yalıtım uygulamalarında yüksek olmalıdır. EPS ve XPS'nin buhar direnci yoğunlukla istenilen aralıklarda değişebildiği için hem dışardan ve hem içeriden ısı yalıtım uygulamaları için uygun seçenekleri sunmaktadır. Cam yünü ve Taş yünü'nün buhar direnci ise genelde çok düşük olduğundan içerden yalıtım uygulamaları için uygun görülmemektedir (Yılmaz G. H., 2009).

Cam yünü ve taş yünü ısı yalıtımı, ses yalıtımı ve akustik düzenlemeyle birlikte yangın güvenliği de sağlamaktadır. EPS ve XPS ise sadece ısı yalıtımı sağlamaktadır (Yılmaz G. H., 2009). Aşağıdaki tablo 1.'de Türkiye'de en çok kullanılan ısı yalıtım malzemelerinin özellikleri görülmektedir.

Tablo 1. Isı yalıtım malzemelerinin karşılaştırma tablosu (Yılmaz G. H., 2009)

ISI YALITIM MALZEMELERİ		CAM YÜNÜ	TAŞ YÜNÜ	XPS	EPS
ISI YALITIM MALZEMELERİNDE ARANAN ÖZELLİKLER	Isı İletim Katsayısı(kcal/mh°C)	$\lambda \leq 0,040$	$\lambda \leq 0,040$	$\leq 0,035$	0,035 - 0,040
	Yoğunluk (kg/m)	10 -120	23 - 200	25 - 45	25 - 45
	Mekanik Dayanım (kPa)	15-65	15 - 65	100 - 1000	30 - 500
	Buhar Difzyon Direnci (μ)	1-1,2	1	80 - 250	20 - 100
	Su Emme (hacimce)	% 3-10	% 2,5 - 10	% 0 – 0,5	% 1 - 5
	Kimyasal Etkenlere Karşı Dayanımı	+ (hidroflorik asit hariç)	+ (sert asitler hariç)	-	+ (kimyasal solventler ve baca gazları hariç)
	Sıcaklık Dayanımı (°C)	1-50<t<250 1-50<t<550	-50<t<750	-50<t<75	-50<t<75
	Yanmaz ve Alev Geçirmezlik (Yangın Sınıfı)	A1 (DIN 402)	A1 (DIN 402)	Yanıcı B1	Yanıcı B1-B2
	İşlenebilirlik	+	+	+	+
	Sıva Tutuculuk	-	+	+ (prüzlü yüzeyler)	+ (prüzlü yüzeyler)
	Çürümezlik	+	+	+	+
	Parazitlere Dayanıklılık	+	+	+	+
	Uzun Ömürlü Olması	+	+	+	+
	İnsan Sağlığına ve Çevreye Zararlı Olmaması	+ (Deri ile temas etmemeli)	+ (Deri ile temas etmemeli)	+	+

Petrokimyasal ve inorganik minerallerden oluşan yalıtım malzemeleri yaygın kullanılması, ekonomik olması ve kolay uygulanmasından dolayı yapılarda en çok uygulanan yalıtım malzemeleridir. Üretimlerinde genel olarak sınırlı olan doğal kaynaklarımızı harcamakta, çevresel kirliliğe neden olmaktadır. Üretim enerjisi az ve kullanım süresi uzun olan taş ve cam yünü malzemelerinin oluşumunda kullanılan su miktarının fazla olması, geri dönüşüm içeriğine sahip olmaması olumsuz özellikleridir. Taş ve cam yününe göre ısı iletkenlik direnci daha düşük olan poliüretan, XPS ve EPS gibi petrokimyasal kaynaklı malzemeler, farklı ürünlerde kullanılmak üzere geri dönüştürülebilir ve tekrardan kullanılabilirler. Fakat XPS ve EPS yüksek oluşum enerjisine sahiptir ve bazı üreticilerin üretiminde HCFC açığa çıkarması önemli olumsuz özellikleridir. Buna ek olarak bu sınıftaki malzemeler VOC (uçucu organik bileşikler) içerirler ve doğada çözünmezler (Kwok & Grondzik, 2007).

Günümüz teknolojisinde zamanla gelişen organik yalıtım malzemeleri sürdürülebilirlik kriterlerine bakıldığında geleneksel yalıtım malzemelerine göre birçok artı özelliğe sahiptirler. Organik yalıtım malzemelerinin hepsi düşük oluşum enerjisine sahiptirler ve yenilebilir bitkisel ve hayvansal kaynaklardan üretilirler. Bu yalıtım malzemelerinin içeriklerinde sadece doğal katkı malzemeleri mevcuttur (yani üretim sırasında toksik içermezler) doğada tamamen ayrışır (yani hiçbir toksik veya sentetik kimyasallar içermezler) ve kullanımlarında insan sağlığına zararlı değildir. Organik yalıtım malzemelerinin yapılarda tercih edilmesi geleneksel yalıtım malzemelerin üretilirken ve kullanılırken oluşturduğu çevresel zararları minimuma indirirler. (Dewick & Miozzo, 2002, s. 823-840). Son zamanlarda üretilen soya, mantar, koyunyünü, kenevir ve saman balyaları olan yalıtım malzemeleri organik yalıtım malzemeleri açısından önemli alternatiflerdir. Bu bağlamda çevresel kirliliğin azaltılması için bitkisel ve hayvansal kaynaklı ve geri dönüşümü sağlanabilen malzemelerden elde edilebilen yalıtım malzemelerinin üretiminin ve kullanımının yaygınlaştırılması gerekmektedir. (Süt, 2013)

Yapılarda yalıtım uygulanırken kullanılacak ısı yalıtım malzemeleri tercih edilirken alınması gereken kararlar ise şu şekildedir;

- Yalıtım malzemesinin türü ve kalınlığı yapı kabuğunun ısı performansını arttıracak şekilde yapılmalıdır.

- Isıl iletkenliği az, ekonomik ve kolay elde edilebilir olmalıdır.
- Petrol kaynaklı malzemeler yerine doğal malzemeler seçilmeli ve geri dnstrlmş veya dnstrlebilir malzemeler tercih edilmelidir.
- Dış evresel faktörlerin etkisi ön planda tutulmalıdır. (Süt, 2013)

2.5.1.1. Duvarlarda yapılan uygulamalar

Yapı kabuklarında en çok yzeeye sahip olan duvarlar, yapılarda en çok ısı kayıplarının olduğu yüzeylerdir. Bu sebeple enerji etkin yenileme uygulamalarında duvarların dış yüzeylerine uygun yalıtım malzemeleri yapılarak ısı kayıplarını minimuma indirmesi istenir. Duvarların dış yüzeylerine uygulanacak olan yalıtım malzemesinin kalınlığı duvar yapısının katmanlaşma detayına, ısı iletkenlik değerine (λh) ve iklim şartlarına göre farklılık gösterir. (Süt, 2013)

TS 825'e göre, yapılardaki ısı konfor şartları için belirlenen iç ortam ısısı 20°C'dir. Duvarlarda yapılacak iyileştirmelerin ise taşınım, iletim ve ışınım yoluyla oluşan geçişleri minimuma indirmesi gerekir. Yapı kabuğu bir bütün şeklinde dşnlmeli ve yalıtım katmanının yapı kabuğu boyunca kesintisiz olması sağlanmalıdır. Genellikle binalardaki farklı malzemelerin birleşim noktalarında çizgisel ve noktasal şekilde ısı geçişleri diğer kısımlara göre daha çok gerçekleşir. Bu kısımlara ısı köprüsü denir. Bu şekilde oluşan yüzeylerin sıcaklığının düşmesi, o kısımda bağıl nem oranını artırır ve yoğuşmaya neden olabilir. Bu yüzden yapı malzemelerinde kf oluşumu gibi sıkıntılara sebep olur. Kfn oluşmaması ve gerekli konfor şartlarının sağlanması için i yüzey ısısının, iç mekânın ısısından en fazla 3°C az olması gerekir ve ona göre tasarlanmalıdır. (Türkmen, 2016)

Yapılarda ısı kaybına neden olan duvarlar klasik yapı malzemeleriyle (normal delikli, tuğla, beton, ahşap vs.) inşa edildiğinde ısı kayıpları çok olur. Bu yüzden harcanan enerjide çok fazladır. Aynı zamanda bu duvarlara sahip mekânlarda, yaz mevsiminde i mekândaki sıcaklık fazla olur. Bu sıkıntıları gidermek için kışın enerji tasarrufu yönünden elverişli yazında serin iç mekân konforu elde etmek için duvarlarda yalıtımlar doğru kullanılmalıdır. (Karakoç, Turan, Binyıldız, & Ode, 2012)

Yapı fiziği açısından en uygun görülen sistem, yapılara dışardan uygulanan yalıtım sistemleri olarak kabul edilir. Bu sistem yapıyı manto gibi sarar ve ısı köprüsü oluşmasını engeller. Böylece ısı farklarından oluşacak gerilme ve çatlaklar önlenecek, havalandırma sayesinde konstrüksiyonun daima kuru kalması sağlanacaktır. Bu yalıtım sistemi yeni binalara uygulanabilirken, mevcut binalara da basitçe uygulanabilmektedir. Bu sistemde duvarların ısı depolaması düşüktür fakat ön ısınma süreleri kısadır. (İnce)

2.5.1.2. Çatılarda yapılan uygulamalar

Yapının temel yapı elemanlarından biri çatıdır. Çatı kimi zaman yapıyı tamamlayan estetik bir tasarım unsuru olurken, kimi zaman da yapıya sağlamış olduğu iklimsel konfor sayesinde yaşanılabilir mekânlar oluşturmaktadır. Bir yapıyı tamamlayan, yapıyı kar, yağmur, rüzgâr, sıcak ve soğuk gibi dış atmosferik etkilere karşı koruyup, binaya estetik katan ve yapının bileşenlerinin güvenliğini sağlanmasına da katkıda bulunmaktadırlar. Üzerine gelen suları durmadan akıtabilmesi için yüzeyleri belirli bir eğimle yapılmaktadır. Bu eğim, çatının yapıldığı yerin iklimine, kullanılacak çatı örtü malzemesinin cinsine ve yapının estetik görünüşüne göre çeşitlilik göstermektedir. Dış kabuk elemanları arasında olan çatılar tüm yüzeyleri ile günün her saatinde doğal dış etmenlere maruz kalmaktadır. Diğer tüm yapı elemanları gibi dışla temasla (örneğin, dış duvarlar, açık geçit üzerindeki döşemeler, vb.), çatılarda da nem, su, ısı ve gürültüye karşı yalıtım ve korunma önlemleri alınmalıdır.

Çatılar yapısal sorunların yaklaşık yüzde 90'ını oluşturmaktadır. Bu sorunları minimuma indirmek için, çatıların, yapımında göz önünde bulundurulması gereken özellikler aşağıda belirtilmiştir;

- Dış çevre etkilerinden yapıyı koruması
- Dış çevreden gelen suyun kolayca uzaklaştırılabilmesi için gerekli form ve eğimin sağlanması
- İklimsel konfor şartlarını ekonomik açıdan sağlaması için gerekli yalıtımları içermesi
- Yapılarda kar, rüzgar gibi ek yüklere karşı taşıyıcı konstrüksiyonun mukavemeti

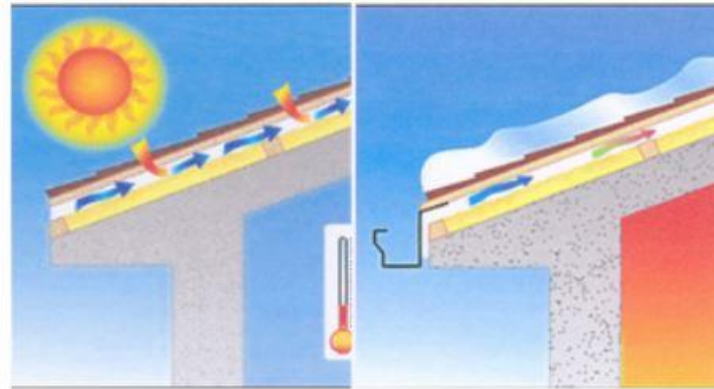
- Yapılarda yangın oluşumuna ve yayılımına karşı direnç gösterebilmesi
- Yapılarda kaplamanın altındaki taşıyıcı sistemi koruyacak kabuk mukavemetine sahip olması
- Yapılarda çatı üzerinde yapılacak tamirat ve imalatlar (anten takılması, baca işlemleri vb.) sırasında oluşacak yırtılma ve kırılmalara karşı direncinin yüksek olması
- Çatının, içinde bulunduğu yörenin mimari yapısına uygun olması ve katkı yapması
- Çevrenin bozucu etkilerine karşı, çatının özelliklerinin sürdürülebilir olması
- Bütün bu niteliklerin kabul edilebilir olması için maliyetinin uygun olması.

Çatı örtüsünün, yapıyı dış koşullardan korumasının yanı sıra iyi bir yalıtım özelliğine de sahip olması, mekânın yılın her döneminde konforunu sağlamak ve ısı kayıplarını en aza indirerek yakıt tüketimini azaltmak açısından önemlidir. Yapıdaki çatı yalıtımında kullanılacak malzemeler için, yangın dayanımı, kolay uygulanabilirlik, bozulup çürümemesi, asit ve yağmura karşı direnç sağlaması, paslanma, böcek ve mikroorganizmalar tarafından tahrip edilmemesi gerekmektedir. (Ergün & Kürklü, 2010)

Yapı dış kabuk elemanı olarak çatının, maruz kalmış olduğu iç ve dış ortam fiziksel koşulları yalıtımın önemli bir parametresidir. Yalıtılması gerekmekte olan başlıca etkenler; su/buhar, ısı ışık/radyasyon ve sestir. Çatıda su/ buhar yalıtımı uygulamalarında, kar ve yağmur sularının uzaklaştırılması gerekmektedir. Eğimli ve kaplama çatılarda çatının şekli yönünden önemli bir sorun oluşturmaz. Fakat eğimli olmayan teras çatılarda bu suların küçük eğimlerle su gideri noktalarına yönlendirilmesi gerekmektedir. Su buharı basıncı; bina iç hacminde oluşacak su buharı basıncı nedeniyle bu hacmi çevreleyen bütün yapı elemanlarından geçip dışarı çıkacaktır. Oluşan bu su buharının uzaklaştırılması, çatı türlerine göre çeşitlilik göstermektedir. Soğuk çatılarda; iç mekanlarda oluşacak su buharı, öncelikli olarak betonarme taşıyıcı döşemeyi, yoksa hacmin tavanını kat ederek üstteki hava tabakasına ulaşmaya çalışacaktır. Su buharı, bina çatısının kaplama kısmından ve kaplama esaslı örtü malzemelerinin (kiremit, metal kaplama vb.) aralıklarından doğrudan dış atmosfere sızarlar. Sıcak çatılarda; yağış sularının iç mekanlara geçmesine engel olan su yalıtım

katmanı su buharının dış ortama geçişini de engellemektedir. Önlem alınarak su buharının kolayca dış atmosfere çıkması sağlanmalıdır. (Kiremit Çatı, 2021)

Eğimli çatılarda kışın ve yazın ısı kayıp ve kazançlarını korumak, ısıtma ve soğutma için kullanılan enerji harcamasını minimuma indirmek, iç mekan ve iç yüzey sıcaklığının dengede olmasını sağlamak, terleme ve küflenme gibi bozulmaların önlenmesi ve iç mekanın konfor koşullarının sağlanması için ısı yalıtım malzemesi kullanılmaktadır. Eğimli çatılar soğuk ve sıcak çatılar olmak üzere ikiye ayrılır. Soğuk çatılarda ısı yalıtım malzemesi döşemin üzerine uygulanır. Bu çatılarda çatı araları kullanılmaz. Sıcak çatılarda çatı arası yaşam alanı olarak kullanılır. Isı yalıtımı eğimi oluşturan çatı konstrüksiyonu boyunca kullanılır, suların engellenebilmesi içinde üzerine su yalıtım katmanı serilir. Isı yalıtım malzemesi merteklerin üstüne, altına ya da arasına yerleştirilmelidir. Çatı katmaları arasında oluşabilecek su buharını çatıdan uzaklaştırmak için ve ısı yalıtımının bozulmaması için çatı kaplama malzemesi ile su yalıtım malzemesinin arasına devamlıya sahip olan ve etkin çalışan bir havalandırma sağlanmalıdır. Şekil 10.'da görüldüğü gibi oluşturulan bu hava boşluğu ile yazın kiremit altında oluşan sıcak hava kütesini dışarı atarak çatı arası serin ortam oluşturması, kışın ısı kaybı yaşanmadan yapı içindeki buharın ve nemin kontrollü olarak dışarı atılması, çatı üstündeki karın doğal yolla erimesi sağlanmaktadır. (Taşkiran & Öztürk)



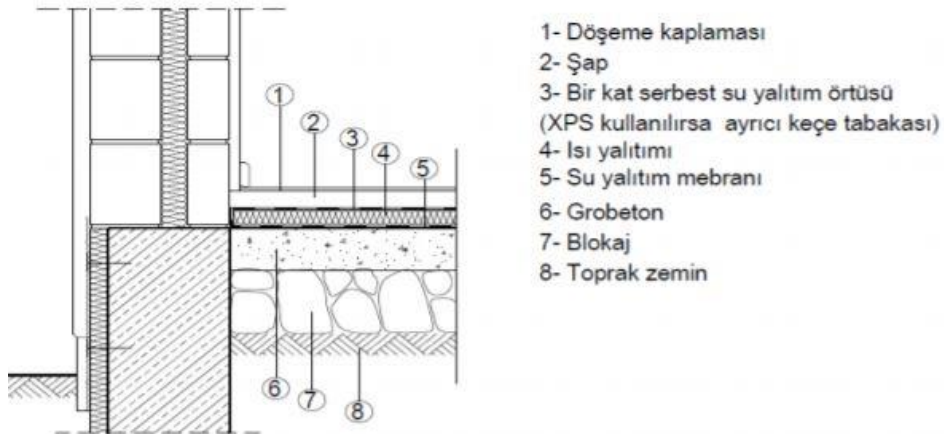
Şekil 10. Çatılarda hava sirkülasyonu (Taşkiran & Öztürk)

Teras çatılar üzerinde gezilen veya gezilemeyen olarak ayrılır. Üzerinde gezilemeyen teras çatıda taşıyıcı bir beton çatı katmanı üzerine ısı ve su yalıtım malzemesi konulur. En üstüne sürekli gezilmeye elverişli olmayan çakıl tabakası döşenir. Üzerinde gezilebilen teras çatılar ise üzerinde gezilemeyen teras çatılara benzer ancak bu çatı uygulamasında ısı ve su yalıtımlarının üzerine en az 5 cm koruyucu beton atılmalıdır. (Yalçın İzolasyon, 2019)

2.5.1.3. Döşemelerde yapılan uygulamalar

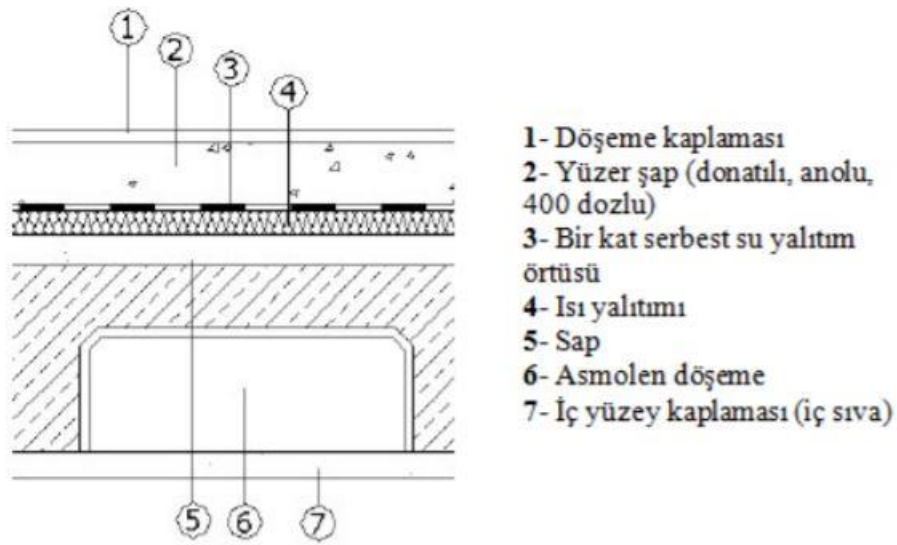
Yapılarda farklı şekillerde ısıtılan veya soğutulan havanın binadan çıkışını engelleyerek ısıtma maliyetini en aza indirmek ve konfor koşullarını yerine getirmek gerekmektedir. Isı kontrolünün sağlanabilmesi için, döşeme elemanlarının ısı geçirme direnç katsayıları uygun gereçler kullanılmaktadır. Döşeme elemanları ısı yalıtım malzemeleri ile kaplanabilir. (Kına, 2006)

Toprağa temas eden döşemelerde ısı yalıtımı yatay bir şekilde döşeme betonunun altına serilmelidir. Isı yalıtımı olarak bünyesine su emmeyen ve yüksek basınca dayanıklı yalıtım malzemeleri kullanılmalı, aralarında boşluk kalmadan zemine serilmelidir. Özellikle duvar birleşim yerlerinde ısı köprüleri oluşmaması için detaylara dikkat edilmelidir. Şekil 11. 'de görüldüğü gibi ısı yalıtımının altına ve üstüne su yalıtımı uygulanmalıdır. (Döşeme ve Duvarlarda Isı Yalıtımı, 2015)



Şekil 11. Toprağa temas eden döşeme detayı (Döşeme ve Duvarlarda Isı Yalıtımı, 2015)

Katlar arası bölücü olan döşemelerde ısı yalıtımı döşeme betonunun üzerine serilmeli, su yalıtımı da ısı yalıtımının üzerine serilir şekil 12.'de görüldüğü gibi. Kullanılan su yalıtımlarının birleşim noktalarında oluşabilecek olumsuz şartları yok etmek için duvarlara döndürülmeleri oldukça önemlidir. Uygulanan ısı yalıtımı yeterli basma ve sünme mukavemetine sahip ve rijit olmalıdır. Dökülen şapın kalınlığı, döşeme kaplaması ve yükler dikkate alınarak yeterli basma mukavemetine uygun olmalıdır. (Döşeme ve Duvarlarda Isı Yalıtımı, 2015)



Şekil 12. Ara kat döşemelerde ısı yalıtım detayı (Döşeme ve Duvarlarda Isı Yalıtımı, 2015)

2.5.2. Saydam Bileşenler İçin Yapılan İyileştirme Uygulamaları

Enerji etkin bina tasarımı veya enerji etkin yenileme çalışmalarında saydam bileşenlerin ısı performansının artırılması, pencerelerin iklim şartlarına uygun şekilde güneş ya da ısı kontrollü olması ve güneş kontrol malzemelerinin eklenmesiyle sağlanabilmektedir. Bu kısımda saydam bileşenlerin ısı performansının artırılması ile ilgili tanımlara ve güneş kırıcı elemanlardan bahsedilecektir.

Yapı kabuğunda en çok enerji kaybına neden olan saydam bileşen yapı enerji performansında büyük bir etkiye neden olur. İlerleyen teknolojiyle birlikte saydam yüzeylerin ısı performanslarının artırılması enerji etkinliği yönünden oldukça önem arz eder. Saydam bileşenlerin enerji etkin yapı tasarımı veya enerji etkin yenileme uygulamalarında, iklim şartlarına uygun olarak güneş ya da ısı kontrollünün sağlanması ısıtma ve soğutma yükünü minimuma indirmektedir. (Süt, 2013).

Enerji etkin pencere camları, enerji etkin pencere bileşenlerinden biridir. Pencere camlarında enerji tasarrufu sağlamak için cam yüzeyinin yapısında fiziksel ve kimyasal düzeltmeler yapılmalıdır. Bu bağlamda camlar renklendirilmeli, yansıtıcı filmlerle kaplanmalı veya iki ya da daha fazla yüzeyden oluşan camların arasına az iletkenliği olan gaz doldurularak ısı kazanç ve kayıplarının olması engellenmektedir. Bu camlar kullanıcıya sadece ihtiyacı olduğunda güneşten ısı kazanımı sağlar. Cam seçimi binanın bulunduğu yerin iklimine ve işlevine göre tercih edilmelidir. (Namlı, 2015)

Şeffaf (camlar) ve opak (çerçeve) bileşenlerin optik ve termofiziksel özelliklerinin biliniyor olması şeffaf yüzeylerin bileşenlerinin ısı performanslarının değerlendirilebilmesi bakımından önemlidir. Yapılarda iklim özelliklerine uygun pencere seçimi enerji etkin yenileme uygulamalarında önemlidir. Pencerelemin opak (çerçeve) ve şeffaf (cam) bileşenlerinin termofiziksel ve optik özellikleri, ısı kayıp ve kazanç miktarını etkiler. (Süt, 2013) Birim alan için kondüksiyon, konveksiyon ve ışıma yolları ile ısı transferi miktarını, saydam yüzeylerin ortalama ısı geçirgenlik katsayısı olan U_o değeri, pencereyi oluşturan opak ve şeffaf bileşenler belirlemektedir. Bu değerler pencerenin ısı geçirme direncinin tersi, yani $U_o = 1/R$ 'dir. U_o değeri düştükçe ısı transferi miktarı da azalmaktadır. Bu nedenle saydam yüzeylerin ısı korunum düzeyi de artmaktadır. (Ayçam, 2006). Ahşap pencere ve PVC (Polivinil klorür) çerçevelerin ısı geçirme özellikleri, alüminyum pencerelere kıyasla düşüktür. Alüminyum pencereler ısı kaybına ve istenmeyen ısı kazançlarına sebep olabilirler. Ahşap pencerelerde ise ahşabın kalınlığına ve cinsine göre ısı performansları farklılık gösterebilir (ASHRE, 2009). PVC ve Ahşap çerçevelerin ise U değerleri birbirine yakındır. (Ayçam & Utkutuğ, 1999).

Renksiz camların iç mekâna gün ışığını geçirmesi ve güneş enerjisi geçirgenliği diğer camlara kıyasla daha fazladır çünkü renksiz camlar bir kaplama ya da renk içermezler. Renksiz camlar gün ışığının %85'ini iç mekâna alırken güneş ışınımının %75'ini geçirirler. (ASHRE, 2009) Tablo 2.'de görüldüğü gibi ısı iletkenlik değeri oldukça düşük olan düz camlara, farklı kaplamalar uygulanarak enerji performansının iyileştirilmesi sağlanabilir. Kontrol sağlama özelliği taşıyan, seçici geçirgen (Spectrally Selective) saydam bileşenler ise güneş spektrumunun görülebilen, kızılötesi ya da morötesi alan ışınımından biri ya da birkaçını absorbe ederler. Yapı türleri için amaca yönelik seçici geçirgen cam tipi ve optik özellikleri paralelinde tüm iklim çeşitlerinde uygulanabilirler. Renkli ve düz cam üzerine uygulanan çeşitleri vardır. Binalarda güneş kontrolü amaçlı veya ısı kayıplarını azaltmaya yönelik olarak kullanılan bu camların; güneşin kısa dalga kızılötesi ışınımına, iç ve dış ortamdaki uzun dalga kızılötesi ışınımına karşı farklı yüzdelerle yansıtıcı özellikleri vardır bu nedenle tercih edilirler. Çift katmanlı düz cama göre ısının korunmasında % 33 tasarruf ettirirken güneş kontrolünde % 38 performans artışı gösterir. Bu şekildeki camlarda insan gözünün duyarlı olduğu 0,43-0,69 μm .’lik kısmını geçirme, kalan bölümünü yansıtma özellikleri doğrultusunda doğal aydınlatma yönünden de yüksek performans gösterirler ($D_x \geq 1,0$). Çok katmanlı cam çeşitlerinde gerek ısının muhafaza edilmesi gerekse güneş kontrolü yönünden camın performansını, camın doğru konumlandırılması belirlemektedir. Genel olarak çift camlı pencerelerde, seçici geçirgen kaplamanın özelliğini kaybetmemesi için dış camın iç kısmında kullanılır. (Aycam & Utkutuğ, 1999)

Camlarda çeşitli film tabakalarının (altın, gümüş, bakır, alüminyum) düz veya renkli camların üzerine uygulanmasıyla elde, düşük yayınlı (Low-E) edilen cam tipidir. Düşük ve yüksek güneş ışınımı kazanımlı (high & low solar gain) olmak üzere iki çeşit Low-E kaplama çeşidi mevcuttur. Düşük güneş ışınımı kazanımlı tipi; sıcak iklim çeşitleri için uygundur ve güneşten alınan ısı kazancını, güneş spektrumunun kızıl ötesi kısmını engelleyerek azaltır. Yüksek güneş ışınımı kazanımlı tipi ise; camdaki ısı kondüksiyonunu düşürür ve soğuk iklim çeşitlerinde tercih edilir (ASHRE, 2009). Güneş kontrolü performansları yönünden, bu camların ısının korunumu fazladır. Çift tabakalı cam tercih edilmesi, ısı korunumunda % 23-26 performans sağlamaktadır. Güneş kontrolünde ise % 13'lük performans yükselişi göstermektedir. (Aycam & Utkutuğ, 1999).

Tablo 2. Bazı pencere sistemlerinin UP değerleri (TSE825, 2008)

Türkiye'deki ısı bölgelerine uygun cam seçiminde kullanılmak üzere hazırlanmış pencere ısı geçirgenlik (U_p) katsayıları W/m^2K	Tek camlı pencere	Çift camlı pencere (kaplamasız cam)				Çift camlı low-e kaplamalı pencere				
		Ara boşluk (mm)				Ara boşluk (mm)				
		6	9	12	16	6	9	12	16	
DOĞRAMA TİPİ	DOĞRAMASIZ	5,7	3,3	3,0	2,9	2,7	2,6	2,1	1,8	1,6
	AHŞAP DOĞRAMA (meşe, dişbudak/sert ağaçlar)	5,1	3,3	3,1	3,0	2,8	2,8	2,3	2,2	2,0
	AHŞAP DOĞRAMA (iğne yapraklı yumuşak ağaçlar)	4,9	3,1	2,9	2,8	2,6	2,6	2,2	2,0	1,8
	PLASTİK DOĞRAMA (2 ODACIKLI)	5,2	3,4	3,2	3,0	2,9	2,9	2,4	2,3	2,1
	PLASTİK DOĞRAMA (3 odacıklı)	5,0	3,2	3,0	2,8	2,7	2,7	2,2	2,1	1,9
	ALÜMİNYUM DOĞRAMA	5,9	4,0	3,9	3,7	3,6	3,6	3,1	3,0	2,8
	ALÜMİNYUM DOĞRAMA (yalıtım köprülü)	5,2	3,4	3,2	3,0	2,9	2,9	2,4	2,3	2,1

Enerji etkin yenileme çalışmalarında iklim özelliklerine uygun pencere seçimi yapılması son derece önem arz etmektedir.

Türkiye'de I. derece gün bölgesinde soğutma yükünün düşürülmesi için güneş kontrolü fazla olan pencereler tercih edilmeli ve U değeri az olan ve SHGC değerine sahip pencere çeşitleri bu bölge için uygundur. Dx değeri 1'e eşit veya 1'den fazla olmalıdır. Up değeri bu bölge için TS 825'de 2,4 W/mK olarak gösterilmiştir. Önerilen saydam yüzeylerin, Up değerinin bu değeri geçmemesi gerekmektedir. (Süt, 2013)

II. bölgede sene boyunca ısıtma ve soğutma eşit yapıldığından önerilecek saydam yüzeyin, kışın güneşten yararlanması yazın ise çok fazla olabilecek güneş kazancını engellemesi istenmektedir. Orta U ve SHGC değerine sahip olan pencere çeşitleri bu bölge şartları için uygundur. Dx değeri 1'e eşit veya 1'den fazla olmalıdır. Up değeri bu bölge için TS 825'de 2,4 W/mK olarak gösterilmiştir. Önerilen saydam yüzeylerin Up değerinin bu değeri geçmemesi gerekmektedir. (Süt, 2013)

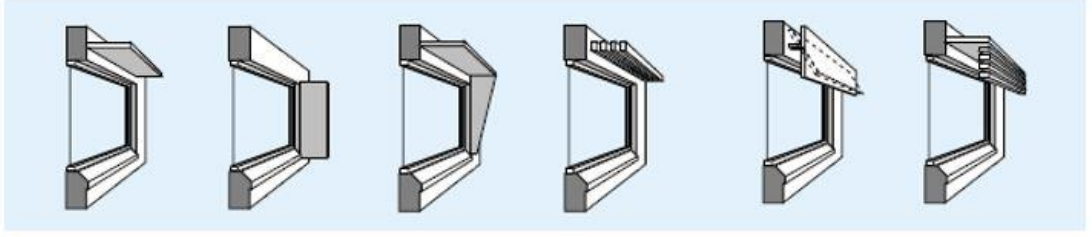
III. bölge için kışın iç mekândaki ısıyı koruması ve güneşten ısı kazancını sağlayan cam çeşitlerinin kullanılması uygun görülmektedir. Bu bölgede soğutma süresi ısıtma süresine kıyasla daha azdır. III bölgede yapılacak yenileme çalışmalarında Düşük U değeri ve yüksek SGHC değerine sahip cam türleri önerilebilmektedir. Dx değeri 1'e eşit veya 1'den fazla olmalıdır. Up değeri bu bölge için TS 825'de 2,4 W/mK olarak gösterilmiştir. Önerilen pencerelerin Up değerinin bu değeri geçmemesi gerekmektedir. (Süt, 2013)

IV. bölge ise soğuk iklim bölgelerindedir bu yüzden kışın şeffaf yüzeylerden ısı kaybını önlemek ve güneşten ısı kazancı sağlamak oldukça önemlidir. Düşük U değeri ve yüksek SGHC değerine sahip cam çeşitleri bu bölge için uygundur. Dx değeri 1'e eşit veya 1'den fazla olmalıdır. Bu bölge için TS 825'de Up değeri 2,4 W/mK olarak gösterilmiştir. Önerilen pencerelerin Up değerlerinin, bu değeri geçmemesi gerekmektedir. (Süt, 2013)

Enerji etkin bina tasarımının yanında, güneş kırıcıları, enerji etkin yenileme çalışmalarının bir parçası olarak da mevcut yapılara entegre edilebilmektedir. Yalıtılmamış mevcut yapılar ve saydam yüzeyleri çok olan yapılar için bu yaklaşımın birden çok yararı vardır. Birden fazla çeşidi bulunan iç ve dış gölgeleme elemanları yapıların ısıtma ve soğutma yükünü azaltmak için tercih edilmektedir (Stack, Goulding, & Lewis, 2010). İki tür çeşidi bulunmaktadır; iç ve dış olmak üzere.

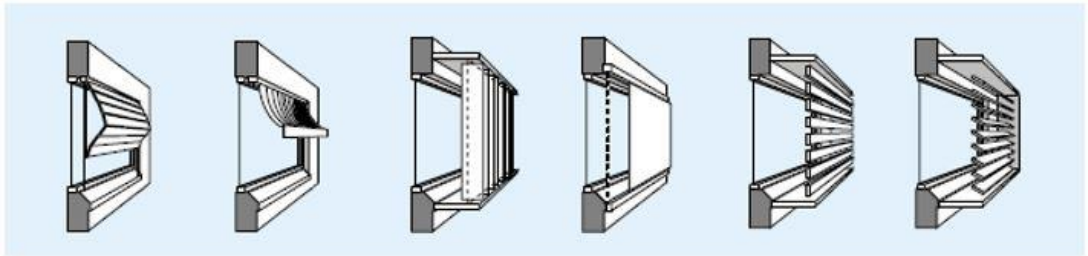
Güneşten ulaşan istenmeyen ısı kazançlarını düşürmenin yolu güneş ışınlarının cama gelmeden engellenmesidir. Pencereler dış taraftan istenildiği gibi gölgelendiği zaman ısı kazancı %80'lere kadar düşebilmektedir. Dış gölgeleme elemanları, havanın serbest bir şekilde hareket edebilmesine de imkân sağlamaktadır (ASHRAE, 1997). Dışarıda kullanılan bu güneş kırıcıları, sabit veya hareketli olmak üzere iki şekilde uygulanabilirler.

Sabit güneş kırıcı elemanları olan kafes, yatay ve düşey tipi güneş kırıcı elemanları pencerelerde kullanılmaktadır. Düşey güneş kırıcıları doğu ve batı cephelerinde biraz etkinlik gösterebilmektedir. Fakat güneşin değişken geliş yönlerine karşı tam bir koruma oluşturmamaktadır. (Stack, Goulding, & Lewis, 2010). Yaz mevsiminde ortamı istenmeyen ısı kazançlarından korumak için, güneşe konulan ve doğru tasarlanan yatay güneş kırıcıları, kışın ise güneşten pasif olarak yararlanmayı sağlamaktadır. Yatay ve düşey güneş kırıcılarının birleştirilmesiyle oluşan kafes tipi güneş kırıcıları, güneşten etkin koruma sağlar, fakat ortamın aydınlık seviyesini azaltır. (Şahinoğlu, 2012). Sabit dış güneş kırıcı örnekleri Şekil 13.'de gösterilmiştir.



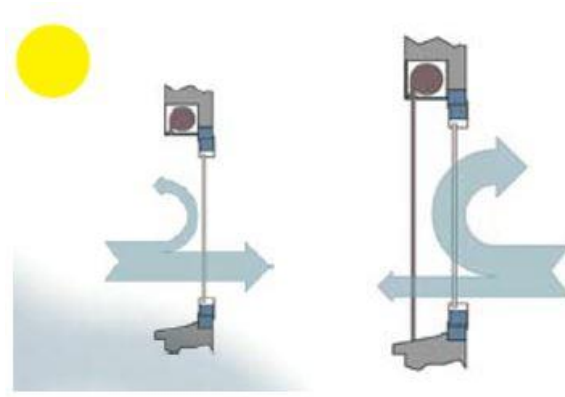
Şekil 13. Sabit dış güneş kırıcı örnekleri (Stack, Goulding, & Lewis, 2010)

Hareketli güneş kırıcılar şekil 14.'de görüldüğü gibi panjurlar, tenteler, jaluziler ve storlardır. Yazın güneş ışınımından koruma sağlayan hareketli güneş kırıcıları, kışın da güneşten pasif olarak faydalanmamızı sağlar. Bu sebeple, sabit güneş kırıcılarına göre daha avantajlıdır. Düşey güneş kırıcıları güneşin değişen geliş yönüne göre tam bir koruma sağlayamazlar. Fakat hareketli düşey güneş kırıcıları güneşin konumuna göre farklılaşabilirler. Panjurlar ve Jaluziler güneşten büyük ölçüde koruma sağlarken, ortamın aydınlık düzeyini azaltabilmektedir.



Şekil 14. Hareketli dış güneş kırıcı örnekleri (Stack, Goulding, & Lewis, 2010)

Isıl iletkenlik değerinin geliştirilmesiyle, Panjurlar; kışın ısı kayıplarının minimuma indirmeyi sağlamaktadır. Yalıtımı yapılan panjurlar mekanlarda kışın ısı kontrolü sağlarken yazın güneş kontrolü sağlamaktadır. Mevcut tek ve çift tabakalı camların yenilenmesinde yalıtımlı panjurlar etkili olabilmektedir. (Selkowitz, 1979). Yalıtımlı panjurun kış gecesi ve kış gündüzündeki durumları Şekil 15.'de görülebilmektedir.



Şekil 15. Kış gündüzü ve kış gecesi yalıtımlı panjur konumu (Cirit, 2012)

Kullanıcılar tarafından kolayca kontrol edilebilen; perde, stor, jaluzi iç güneş kırıcılarıdır. Perdeler ve jaluziler kamaşmayı azaltabilmekte, panjurlar da güneş ışınımının direkt iç ortama ulaşmasını engelleyebilmektedir. İç güneş kırıcıları anlık güneş kazançları engellemektedir. Fakat ortama ulaşan direkt gün ışığını pencere sistemini geçene kadar bloke edememektedir. Bu sebeple sıcak iklim bölgelerinde, iç güneş kırıcıları soğutma yükünün düşürülmesine yardımcı olamamaktadır. (Cirit, 2012).

Enerji etkin yenileme çalışmalarında, güneş kazanımlarını önlemek amacıyla güneş kırıcıları eklenebilir. Özellikle soğutma yükünün yüksek olduğu I. ve II. derece gün bölgelerinde geçerlidir. Güneşten ısı kazançlarını, kışın güneş kırıcıları engellememelidir. Kuzey cephelere gece yalıtımı ya da gece çözümleri olarak adlandırılan ısı yalıtımlı panjurlar ısıtma yükünün düşürülmesi açısından önemlidir ve soğuk iklimlerde yalıtımlı camlar tercih edilmelidir. Kış gecelerindeki ısı kayıplarını azaltmak amacıyla ısıtma yükünün yüksek olduğu III. ve IV. derece gün bölgelerinde kuzey cephelere gece aktif olmak üzere güneş kırıcısı olarak yalıtımlı panjur eklenebilmektedir. (Süt, 2013)

2.6. Kabuk İyileştirmelerinin Getirileri

Kabuk iyileştirmeleri günümüzde birçok makale, tez, dergi ve söyleşilerde ele alınmış çok önemli bir konudur. Bunun nedeni enerjiye ihtiyaç duyduğumuz bu dönemde yapılarda harcanan enerjinin çokluğudur ve harcanan enerjinin ekosisteme verdiği zararlarıdır. Bu bölümde yapılan çalışmalar üzerinden kabuk iyileştirmenin faydaları irdelenecektir.

Ayşegül Tıkırın “ İstanbul’da mevcut bir konutun dış kabuğunun enerji etkin yenilenmesi ve ekonomik etkinliğinin değerlendirilmesine yönelik bir çalışma” konulu tezinde İstanbul Ataköy mahallesinde bulunan bir bina kullanılmıştır. Tezde örnek alınan binada enerji etkin yenileme yapılırken; opak yüzeylerin iyileştirilmesi, saydam yüzeylerin iyileştirilmesi ve güneş kontrolü elamanlarının yapıya eklenmesi olarak 3 kısımda ele alınmıştır. Opak yüzeyler için yapı kabuğuna dış yüzeyden yalıtım yapılması ve opak yüzeylerin ana malzemesinin değiştirilmesi, saydam yüzeyler için ise camların değiştirilmesi ve güney yönünde bulunan balkonun cam ile kapatılması, güneş kontrolü yapılırken de yapının pencerelerine güneş kontrol malzemelerinin eklenmesi olarak ele alınmıştır. Bu çalışmada DesignBuilder programından faydalanılmıştır. Yapının enerji harcaması simülasyon programı ile tespit edilmiş ve ısıtma için harcanan enerji TS 825 hesap metoduyla karşılaştırılmıştır. Yapının mevcut ısıtma yükü, DesignBuilder programıyla hesaplandığında senelik 255578,3 kWh, TS 825 hesap metoduyla senelik 649237,1 kWh olarak hesaplanmıştır. Yapının mevcut halinde birim kullanım alanına senelik 153,71 kWh/m² enerji harcanırken, birim alan için yapıdan 50,72 kg/m² CO₂ salgılanmaktadır. Harcanan enerjinin senelik 115 kWh/m²’si ısıtmada harcanan doğal gaz enerjisi iken 5,35 kWh/ m²’si ise soğutma için tüketilen elektrik enerjisi olarak tespit edilmiştir. Bu uygulamada bahsi geçen yapıda ekonomik acıdan belirlenen yenilemeler 7 cm yalıtım kullanılması, G4 sınıfı gaz beton ile opak yüzeyin ana malzemesinin değiştirilmesi, saydam bileşenlerin çift cam olarak değişmesi, güney yönündeki balkonun tek cam ile kapatılması ve saydam yalıtım seçeneğiyle güneş kontrolünün sağlanması durumunda birim alanda senelik değişimler şu şekilde olmuştur. Birim m²’de senelik enerji harcanımı 71,25 kWh/m²’ye, birim m²’den dolayı oluşan CO₂ emisyonu ise 31,2 kg/m²’ye düşmüştür. Yapının dış yüzeyinin yenilenmesi durumunda enerji harcanımı senelik, 37,28 kWh/m²’si ısıtmak için harcanan doğal gaz enerjisi, 1,42 kWh/m²’si ise soğutmak için harcanan elektrik enerjisidir. Yapılan bu

sonuçlara göre yenilemenin yapıda senelik enerji harcamasını %54, CO₂ emisyonu ise %39 düşmüştür. Uygulanan yenilemenin birim alanı başına ilk yatırım maliyeti 44,6 TL/m² olmuştur. Yenilemenin enerji giderlerinde sağlayacağı senelik azalma ise 5,86 TL/ m² olacaktır. Bu sonuçlara göre %10 iskonto oranıyla uygulanan yenilemenin geri ödeme süresi 14 yıl olacaktır. Bu sonuçlar doğrultusunda yapıda iyileştirilme yapılması ekonomik ve ekolojik açıdan fayda sağlamaktadır. (Tıkır, 2009)

Asude Namlının “Mevcut konut yapılarının enerji etkin iyileştirilmesi: Namlı Evi” konulu tezinde iyileştirme yapılan mevcut yapının (konut 1) aynı site içinde aynı güneş yönelimine sahip, aynı kullanıcı özellikleri olan(yaş aralığı, bina kullanım saatleri), hiçbir enerji etkin müdahale yapılmamış başka bir konutla (konut 2) içinde buldukları senenin giderleri kıyaslanmıştır. Bu araştırma sonucunda konut 1’in enerji etkin iyileştirmelerinin sonunda doğal gaz harcaması ile konut 2’nin harcaması kıyaslanmış ve konut 1’in ısınmak için kullanılan enerji giderinde %40 oranında azalma görülmüştür. (Namlı, 2015)

Arzu Yılmaz’ın “Apartmanların dış kabuğuna uygulanan ısı yalıtımının bina enerji performansına etkisi (Konya ve Erzincan örneği)” konulu tezinde Konya ve Erzincan İl merkezlerindeki mevcut 10 yapının projeleri temin edilmiş ve bu yapıların ısı enerji ihtiyaçları bilgisayar programıyla hesaplanmıştır. Bir apartmana düşen enerji ihtiyacı ısı yalıtımı yapılmamışken 29014,56 kWh/ m² iken ısı yalıtımı uygulandığında bu rakam 10941,08 kWh/ m² ’e düşmektedir. Yapılan araştırmalar sonucunda 10 adet apartmanda ısı yalıtımı uygulandığı zaman elde edilen tasarrufun yaklaşık % 62 olduğu tespit edilmiştir. (Yılmaz A. , 2012)

Nurcan Candan’ın “Isı yalıtım sistemleri ve özelliklerinin karşılaştırılması” konulu tezinde örnek bir projenin yalıtım uygulandığında, yalıtımsız haline göre nasıl farklılık gösterdiği görülmüştür. Yapılan hesaplamaların ışığında senelik ısıtma enerjisi ve yapı özgül ısıtma kaybı değerleri karşılaştırıldığında, yapılardaki ısı kayıplarının en fazla kaynaklandığı dış duvarların yalıtım durumunda ısı enerjisi tüketiminin ortalama %40, yapının özgül ısı kaybının ise ortalama %57 düştüğü gözlenmiştir. (Candan, 2007)

Derya İşbilir “Binalarda ısı yalıtımı uygulamaları ve sorunlarının araştırılması” konulu tezinde ise İzmir’de bulunan konut ve iş yeri örnek yapılarının yalıtımsız ve yalıtımlı olarak hesaplamaları yapılmış. Konut olarak kullanılan yapının yalıtım uygulanmadan hesaplanan senelik ısıtma enerjisi ihtiyacı $Q_{yıl} = 28,23 \text{ kW/ m}^3$ olarak tespit edilmiştir. Aynı binanın yalıtım uygulanarak hesaplanan senelik ısıtma enerjisi ihtiyacı $Q_{yıl} = 11,03 \text{ kW/ m}^3$ hesaplanmıştır. Konut olarak kullanılan yapıların senelik ısıtma enerjisi ihtiyacı yalıtımlı ve yalıtımsız yönüyle yapılan hesaplamalarda 2.5 kata kadar tasarruf ettirdiği ortaya çıkmıştır. (İşbilir, 2009)

Örneklerdeki araştırmalarda da görüldüğü gibi yapılarda enerji etkin iyileştirmelerin yapılması enerji tasarrufu açısından çok önemlidir. Bu sebeple ülkemizde de enerjinin çoğunun ithal ettiğimizi düşündüğümüzde, konutlarda iyileştirme yapmak oldukça önemlidir. Yapılardaki bu tür iyileştirmeler hızla tükenmekte olan enerji kaynaklarımızın tasarrufu açısından önemli olduğu kadar çevre kirliliğinin azaltılması için atılan adımlar içinde oldukça önem arz etmektedir.

3. MATERYAL VE METHOD

Bu kısımda tezde ele alınan konunun metodu ve çalışma alanından bahsedilecektir. Tez konusu olan ısıtma baskın iklim bölgelerindeki mevcut yapı stokunun enerji performansının iyileştirmesi ile ilgili Malatya ilindeki merkez ilçelerden birinin örnek çalışma alanı olarak neden değerlendirildiği ve bu incelemenin ne şekilde yapılacağı açıklanacaktır.

3.1. Çalışma Metodu

TS 825 “Binalarda Isı Yalıtım Kuralları” standardı Türkiye’de binalarda enerjiyi etkin kullanmak için yürürlüğe girmiştir ve bu standarttaki değerler alınıp buna uygun şekilde binalar yalıtılmaya başlanmıştır. 14 Haziran 2000 tarihinden itibaren tüm binalarda uygulanmak üzere zorunlu hale gelen standart birçok kez revizyona uğramıştır. TS 825 derece gün bölgelerine göre ayrılmış ve her bölge için U değerleri değişkenlik göstermiştir.

Isıtma Baskın İklim Bölgesi kışları soğuk iklim bölgesi kadar sert olmamasıyla beraber kışlar uzun sürer iklimin belirleyicisi kış dönemidir. Bu nedenle ısıtma yükü soğutma yüküne kıyasla fazladır. Soğuk iklim bölgesine göre konfor sıcaklığını elde etmek için binanın ısıtılması gereken gün sayısı daha azdır. Gece gündüz sıcaklık farkının fazla olduğu karasal iklimin hüküm sürdüğü bölgede, yağışlar genel olarak kış aylarında kar olarak görülmektedir. Kış aylarında soğuktan, yaz aylarında ise sıcaktan korunma gereksinimine ihtiyaç duyar. En soğuk ayın ortalama sıcaklık seviyesi 0°C’ye eşit veya altındadır ve en sıcak ayın ortalama sıcaklık seviyesi 10°C’nin üstündedir. (Erçin, 2005) (Öztürk, Çetinkaya, & Aydın, 2017)

Çalışmada kışları soğuk ve kurak, yazları sıcak ve kurak geçtiği için kışın ısınmaya yazın ise yapılarda soğuma ihtiyaç duyulan 3. Derece gün bölgesinde olan Malatya ili seçilmiş bu ilde yeni yapılaşmanın yoğun olduğu Yeşilyurt ilçesi baz alınmıştır. Bunun nedeni ise seçilen ilçe için yapılan çalışmanın diğer bölgeler açısından da örnek olması ve bu metodoloji ile diğer alanlarda aynı çalışmanın verilerin elde edilmesi ile tekrarlanabilir olmasından kaynaklanmaktadır. TS 825 göz önüne alınarak bölgedeki yapılar yıllarına göre ayrılmıştır. Yıllarına göre ayrılan binalardan örnek binalar seçilmiş ve bu binaların yıllık ısıtma enerjileri hesaplanmış ve yetersiz olduğu

görülmüştür. Yıllık ısıtma enerjileri hesaplanan binaların duvarları, çatı ve zemine oturan döşemeleri ısı yalıtım malzemeleri ile yalıtılmış, kapı ve pencereler ısı yalıtımı yüksek olan kapı ve pencereler ile değiştirilmiştir. Daha sonrasında ise seçilen malzemelerin birim fiyat listesi çıkarılmış ve maliyet hesabı yapılmıştır.

Yapıların duvarlarında dışardan yalıtım uygulaması yapılmıştır bunun nedeni yapıların dış yüzeyinden yapılan ısı yalıtım uygulamaları hızlı ve kolay olmasıdır. Binanın enerji tasarrufunu sağlayan en ucuz yöntemdir. Cepheye yeni bir görünüm sağlar. Yapı fiziği açısından en uygun görülen sistemdir. Bu yalıtım şekli yapıyı manto gibi sararak ısı köprüsü oluşumlarını engeller, ısı farklarından oluşan gerilme ve çatlakları önler. Duvarlarda dışardan yalıtım uygulaması yeni binalara uygulanabilirken, mevcut yapılarda da kolayca uygulanabilmektedir.

Malatya yüz ölçümü olarak 12.412 km²'lik bir alana sahiptir ve Türkiye'nin 23. büyük vilayeti konumundadır. (Gezer, et al., 2011) Malatya şehrinin nüfusu verilere göre 806.159'dur. 2013 yılında büyükşehir olan Malatya'nın nüfusu her sene biraz daha artış göstermektedir. (TÜİK, 2020) 2013 yılında büyükşehir olan Malatya iki merkez ilçeden oluşmaktadır. Bunlardan biri Yeşilyurt ilçesidir, bir diğeri ise Battalgazi ilçesidir. Artan nüfus ve göç nedeniyle plansız kentleşmeye başlayan Malatya 2000'lere kadar eğimin oldukça az olduğu Battalgazi ilçesine doğru gelişmiştir. 2000'li yıllarda başlayan kentsel dönüşüm neticesinde Yeşilyurt bölgesine doğru hızlı bir artış olup kaliteli ve planlı yapılaşma başlamıştır. (Kaymaz, 2014) Malatya'nın en büyük ilçesi olan Yeşilyurt ilçesi 2020 TÜİK verilerine göre nüfus yoğunluğu 331.911 olarak tespit edilmiştir. İlçe Yeşilyurt Belediyesi ve 82 mahalleden oluşmaktadır. Yeşilyurt ilçesindeki bina stok sayısı 2020 verilerine göre toplam 35.812 'dir. Bunların 1437'si kamu binası, 2910'u işyeri, 31.465'i ise mesken olarak görülmektedir.

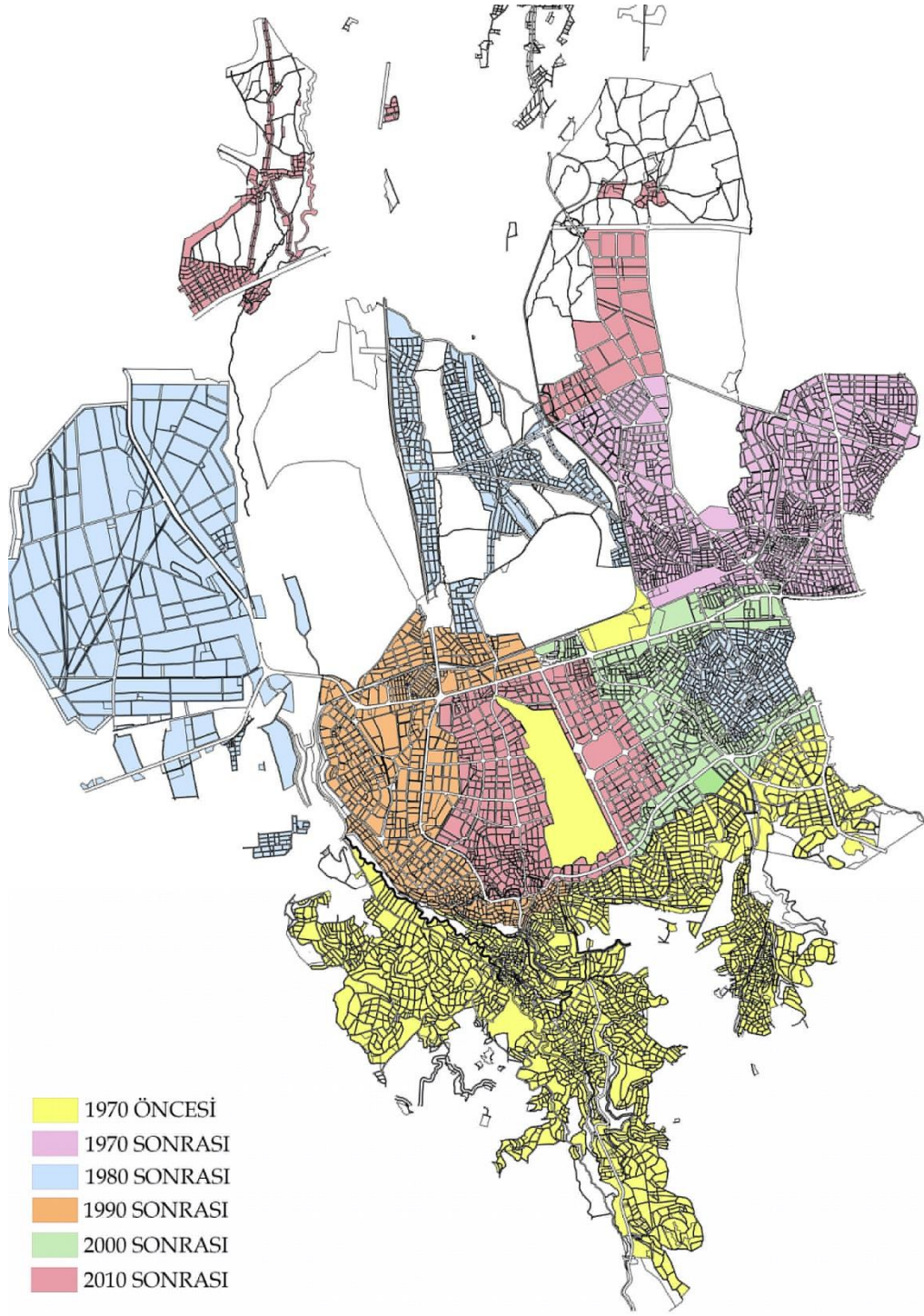
Malatya ili Doğu Anadolu bölgesinde yer almaktadır. Sonbahar sonu ve özellikle kış mevsiminde Doğu Anadolu bölgesinde etkili olan Sibiryaya yüksek basıncı Malatya'yı etkilemektedir. Bu sebeple kış mevsimi soğuk geçmektedir. Bulutlu veya kapalı gün sayısı senelik ortalama olarak 77 gündür, parçalı bulutlu 152 gün, kalan 136 günde ise hava açıktır. Malatya'nın yıllık ortalama sıcaklık değeri 13.7°C'dir. (Sunkar, Hatun, & Toprak, 2013)

Tablo 3. Malatya havzası'nda uzun yıllar (1970-2008) aylık ortalama sıcaklık (°C) değerleri (Sunkar, Hatun, & Toprak, 2013)

İSTASYON	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık Ort. Sıcaklık(°C)
MALATYA(°C)	-0.1	1.5	6.9	13.0	17.9	23.1	27.4	26.9	22.3	15.2	7.3	1.9	13.7

3. bölgede yer alan Malatya soğuk iklim bölgesinde bulunduğu için binalardaki enerji tasarrufu ön plana tutulmalıdır.

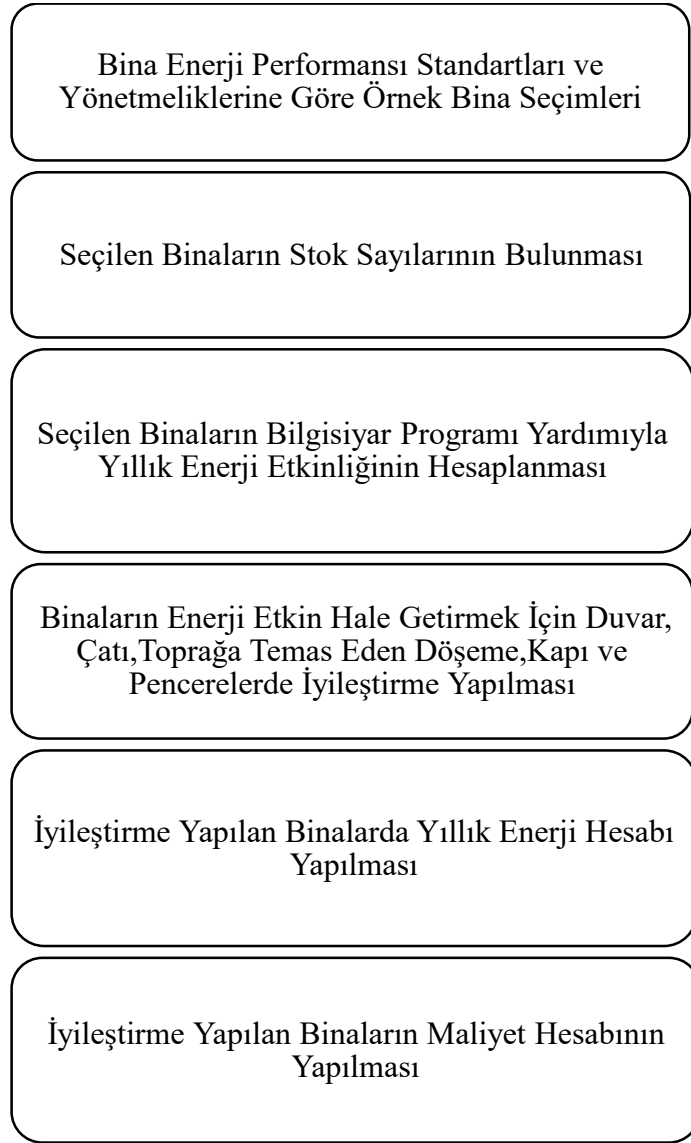
Malatya'da seçilen ilçede bina stokuyla ilgili derinlemesine bilgi edinilebildiğinden özellikle Yeşilyurt ilçesi çalışma açısından uygun bulunmuştur. Yeşilyurt ilçesi oldukça eski bir yerleşim yeridir ancak Malatya ilindeki yapılaşmanın ve kentsel dönüşümlerinin son 20 senede bu ilçede hızla ilerlediği görülmektedir. 3.derece gün bölgesinde olan Malatya ilinde, ısı korunumu bakımından yetersiz olduğu öngörülen, mevcut konut binalarının, opak ve şeffaf bileşenlerinin ısı performansının TS 825 Standardı ve 3. derece gün bölgesi iklim özelliklerine uygun olarak iyileştirilmesi, binaların enerji performans değerlerinin izoder programıyla hesaplanması, her bina tipi için enerji performans açısından öncelikli yenileme stratejilerinin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Şekil 16.'da Malatya Yeşilyurt ilçesinde yer alan binaların yıllarına göre dağılımları görülmektedir.



Şekil 16. Malatya Yeşilyurt ilçesi yıllarına göre binalar

Yeşilyurt'daki ruhsatlı ve ruhsatsız bina stok sayısının toplamı 31.465'tir. Tüm Yeşilyurt'taki binalarda analiz yapmak yerine en çok uygulanan plan tiplerinden 7 adet bina seçilmiştir. Referans alınan binaları seçerken dikkat edilen özellikler binaların yapım yılları ve o senelerde yapılan binaların tipik özelliklerini taşıyor olmasıdır. 1960-1970 seneleri arasında ruhsatlı olarak 2706, 1970-1980 seneleri arasında ruhsatlı olarak 2313, 1980-1990 seneleri arası 3087, 1990-2000 seneleri arasında ruhsatlı olarak 3754, 2000-2010 seneleri arası ruhsatlı olarak 3928, 2010-2020 seneleri arasında ise ruhsatlı olarak yapılan bina sayısı 3964'tür. Binaların tarihsel analizleri yapılarak, TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı yürürlüğe girmeden önceki her on seneye ait 3 bina seçilmiştir, bu seçilen binalar 1960, 1970, 1983 yıllarına aittir. 1960 senesinde 221 adet, 1970 senesinde 241 adet ve 1983 senesinde ise 297 adet ruhsatlı bina yapılmıştır. TS 825 yürürlüğe girdikten sonrasında, standartın revizyon edildiği dönem aralarına ait 4 bina seçilmiştir, seçilen bu binalar 1999, 2004, 2010 ve 2013'e ait binalardır. 1999 yılında 263, 2004 yılında 404, 2010 yılında 486, 2013 yılında 509 ruhsatlı bina yapılmıştır. Seçilen 7 bina Malatya'nın en eski müteahhitlik firması tarafından bahsedilen yıllarda en çok uygulanan tip projeleri olarak gösterilmektedir. 7 binaya ait yıllık enerji harcaması bilgisayar programı yardımıyla hesap edilmiştir. Mevcut binaların ısı kaybeden yüzeyleri olan duvar, tavan, pencere ve döşeme elamanlarının taşınım ve iletim yoluyla oluşan ısı kayıpları hesaplanmıştır. Yıllık ısıtma enerji ihtiyacı bulunmuştur. Hesaplanan tüm binalarda yürürlükte olan son yönetmeliğe göre yıllık enerji etkinliği yetersiz bulunmuştur. Bu nedenle enerjinin daha etkin kullanılabilmesi için yapılabilecek duvar, tavan, pencere ve döşeme iyileştirmeleri de bu program tarafından hesaplanarak yıllık enerji harcamasındaki düşüş hesaplanacaktır.

Enerji etkin iyileştirme yapılacak olan yapılarda maliyet hesabı için ise ortalama birim fiyatlar üzerinden hesaplama yapılmıştır. Birim fiyatı direk olarak malzemelerin cinsi ve kalınlığı etkilemektedir. Enerji etkin iyileştirme yapılan binalarda ihtiyaçlar değişkenlik göstermektedir. Malzemelerin birim fiyatları ve kullandıkları m²'ler çarpılarak yapılan iyileştirmede bina için giderlerin hesaplanması hedeflenmiştir. Ayrıca pencereler ve kapılar da yalıtım açısından iyileştirilmesi de öneriye eklenmiştir. Bu yüzden duvarlar için hesaplanan yalıtım maliyetine kapı ve pencereler için yapılan harcamalar da eklenerek toplam yalıtım maliyeti belirlenmiştir. Kullanılan yöntem Şekil 17.'de özet olarak sunulmuştur.



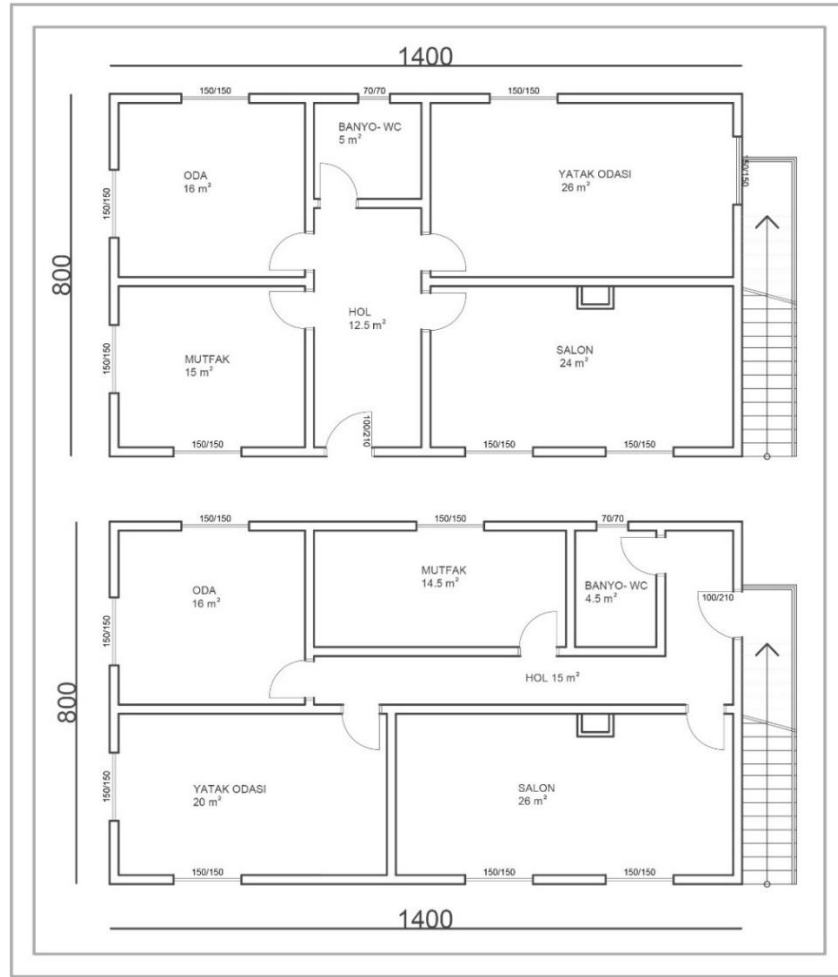
Şekil 17. Çalışma metodunu gösteren şema

3.2. Örnek Binaların Belirlenmesi

Literatürde de tespit edildiği üzere Türkiye de binalarda net ısıtma ihtiyaçlarını hesap etmek ve yapılarda en yüksek ısıtma enerjisi için harcanan enerji değerlerinin belirlenebilmesi için ilk olarak TS825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı 29 Nisan 1998’de yayınlanmıştır. 14 Haziran 2000 tarihinden itibaren tüm binalarda uygulanmak üzere zorunlu hale gelen standart, bugüne kadar değişik tarihlerde birçok revizyona uğramıştır. Malatya Yeşilyurt’taki bina stoklarından referans alınan binalar seçilirken, yapıların tarihsel analizleri ısı yalıtım kuralları standardı referans alınarak yapılmıştır. Isı yalıtım kuralları yayınlanmadan önceki 1960,1970 ve 1983 senelerine ait 3 plan seçilmiştir. Bu 3 planın seçilmesinin nedeni, Malatya da o yıllara ait yaygın ev tipolojileri olmasından dolayıdır. 1998 de yayımlanan fakat 2000 yılında tüm binalara uygulama zorunluluğu getirilen ısı yalıtım kuralları standartı için ise, standart kuralları yayımlanmadan önceki 1999 senesinin ait bir plan seçilmiştir. 2000 yılında yürürlüğe giren standart zamanla birçok revizyona uğrayarak 2008 yılında Resmî Gazetede yayımlanarak ‘Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği’ kapsamına girmiştir ve bu yönetmelikte 2010, 2011 ve 2017 yıllarında revizyona uğramıştır. Bu nedenle 2004, 2010 ve 2013 yıllarına ait planlar tercih edilmiştir. Bu 7 plan seçilirken o bölgede yaygın olarak kullanılan ev tipolojisi olmasına dikkat edilmiştir. Mevcut yapı stoku göz önüne alındığında yapılardaki enerji etkinlik artışının her bir yapı için ayrı ayrı yapılmasının gerçekçi ve pratik bir yaklaşım olamayacağı düşünülmüştür. Bundan dolayı ilk olarak yapı stokunu en iyi yönden temsil edebilecek referans yapılar belirlenerek, bu yapılardaki yıllık ısıtma enerji ihtiyaçları bulunmuş ve tüm yapı stokunda uygulanabilecek kararlar olarak değerlendirilmiştir.

- **1960 YILINA AİT ÖRNEK BİNA**

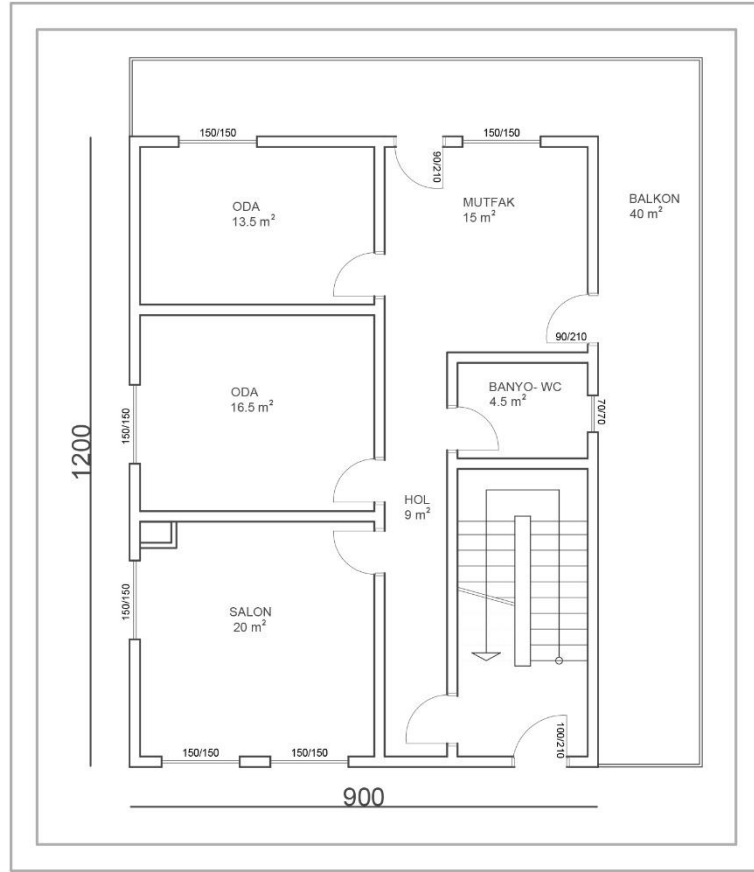
Şekil 18.'de planları verilen 1960 yılına ait bina 2 katlıdır. Zemin alanı 112 m²'dir. Yığma olarak yapılan ev 784 m³ dür. Evin 2.katına dışarıdan merdivenle giriş sağlanmaktadır bu sebeple 2 adet dış kapısı vardır. Dış kapılarda ısı yalıtımsız metal kapılar seçilmiştir. Zemin katta ve 1.katta; mutfak, üç adet oda ve bir adette banyo bulunmaktadır. Yapıda kullanılan odaların pencereleri 150 cm/ 150 cm olarak 15 adettir ve 70 cm/70 cm 2 adet banyo penceresi kullanılmıştır. Pencereler ahşap doğramalı tek cam yapılmıştır. Cephelerdeki kapı ve pencere oranı %15'dir. 1960 senesinde yapılan bu ev tuğla üzeri sıva kaplamadır. Tavanda betonarme plak ve sıva kullanılmış toprağa temas eden zeminde ise grobetonun üzerine 5 cm'lik şap atılmış ve üzerine döşeme malzemesi serilmiştir. 1960 yılına ait binanın görünüşleri EK-1'de sunulmuştur.



Şekil 18. 1960 Binası planları

- **1970 YILINA AİT ÖRNEK BİNA**

Şekil 19.'da kat planı verilen 1970 yılına ait bina 2 katlıdır. Zemin alanı 108 m²'dir. Yığma olarak yapılan ev 680 m³ dür. Her katta 40 m² balkon bulunmaktadır ve 2 adet 90 cm/ 210 cm'lik ahşap doğramalı tek cam balkon kapısı vardır. Konuta dışardan ısı yalıtımsız metal kapıya girilmektedir. Zemin katta ve 1.katta; mutfak, üç adet oda ve bir adette banyo bulunmaktadır. Yapıda kullanılan odaların pencereleri 150 cm/ 150 cm olarak 12 adettir ve 70 cm/70 cm 2 adet banyo penceresi kullanılmıştır. Pencereler ahşap doğramalı tek cam yapılmıştır. Cephelerdeki kapı ve pencere oranı %16'dır. 1960 senesinde yapılan bu ev tuğla üzeri sıva kaplamadır. Tavanda betonarme plak ve sıva kullanılmış toprağa temas eden zeminde ise grobetonun üzerine 5 cm'lik şap atılmış ve üzerine döşeme malzemesi serilmiştir. 1970 yılına ait binanın görünüşleri EK-2'de sunulmuştur.



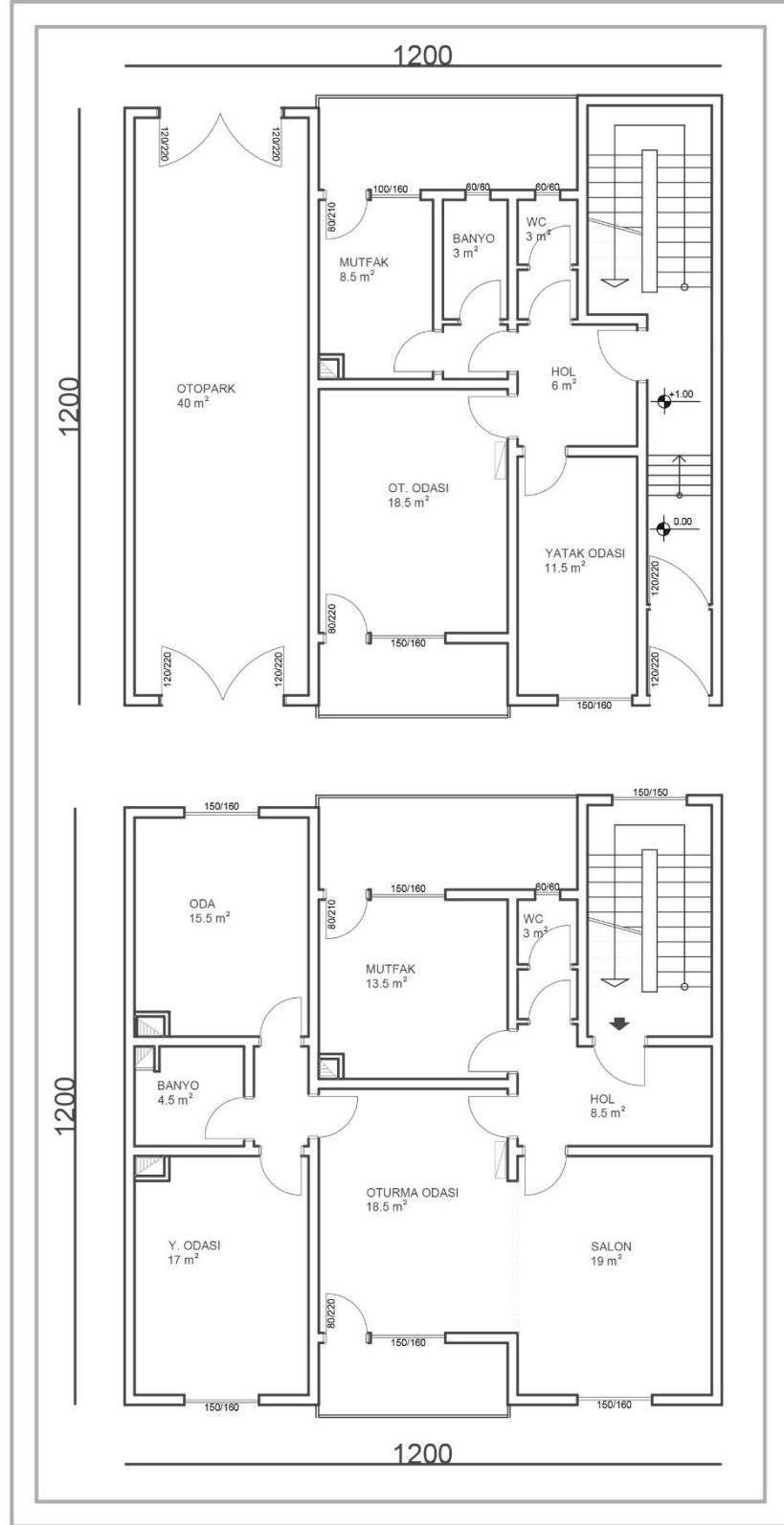
Şekil 19. 1970 Binası kat planı

- **1983 YILINA AİT ÖRNEK BİNA**

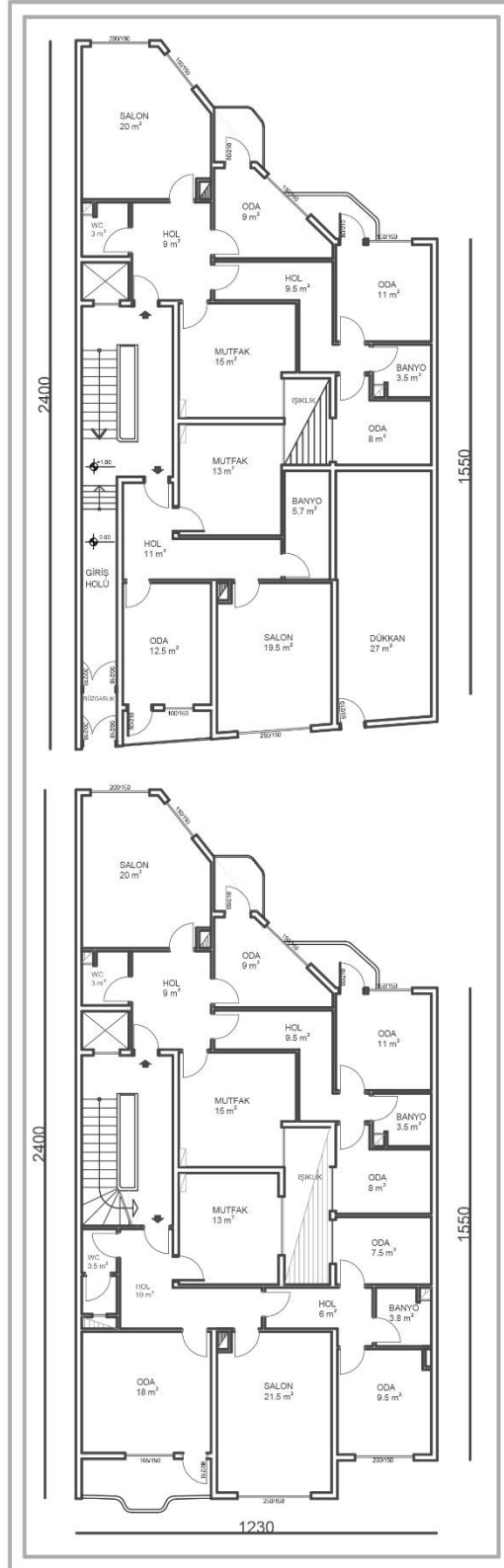
Şekil 20.'de planları verilen 1983 yılına ait bina 2 katlıdır. Zemin alanı 144 m²'dir. Betonarme olarak yapılan ev 1008 m³ dür. Yapının iki tarafı da bitişik nizamdır. Zemin katta 40 m² kapalı otopark bulunmaktadır. Zemin kat dairesinde mutfak,2 adet oda, banyo ve wc bulunmaktadır. 1.katta ise mutfak, 4 adet oda, banyo ve wc bulunmaktadır. Her katta 2 adet balkon vardır. Balkon kapılarında ve pencerelerde ahşap doğramalı tek cam kullanılmıştır. Cephelerdeki pencere ve kapı oranı %33'dür. 1983 senesinde yapılan bu ev tuğla üzeri sıva kaplamadır. Tavanda betonarme plak ve sıva kullanılmış toprağa temas eden zeminde ise grobetonun üzerine 5 cm'lik şap atılmış ve üzerine döşeme malzemesi serilmiştir.1983 yılına ait binanın görünüşleri EK-3'de sunulmuştur.

- **1999 YILINA AİT ÖRNEK BİNA**

Şekil 21.'de planları verilen 1999 yılına ait bina 5 katlıdır. Zemin alanı 250 m²'dir. Betonarme olarak yapılan ev 4000 m³ dür. Yapının iki tarafı da bitişik nizamdır. Yapı 2 daire üzerine kurulmuştur. Zemin katta 1 adet dükkân vardır. Zemin katta yanında dükkân bulunan dairede mutfak, 2 oda ve banyo bulunmaktadır. Diğer daireler ise mutfak, 4 adet oda, banyo ve wc'den oluşmaktadır. Arkaya bakan cephede 2 adet balkon bulunmaktadır, ön cephede ise tek balkon vardır. Balkon kapılarında ve pencerelerde ahşap doğramalı tek cam kullanılmıştır. Cephelerdeki pencere ve kapı oranı %25'dir. 1999 senesinde yapılan bu ev tuğla üzeri sıva kaplamadır. Tavanda betonarme plak ve sıva kullanılmış toprağa temas eden zeminde ise grobetonun üzerine 5 cm'lik şap atılmış ve üzerine döşeme malzemesi serilmiştir. 1999 yılına ait binanın görünüşleri EK-4'de sunulmuştur.



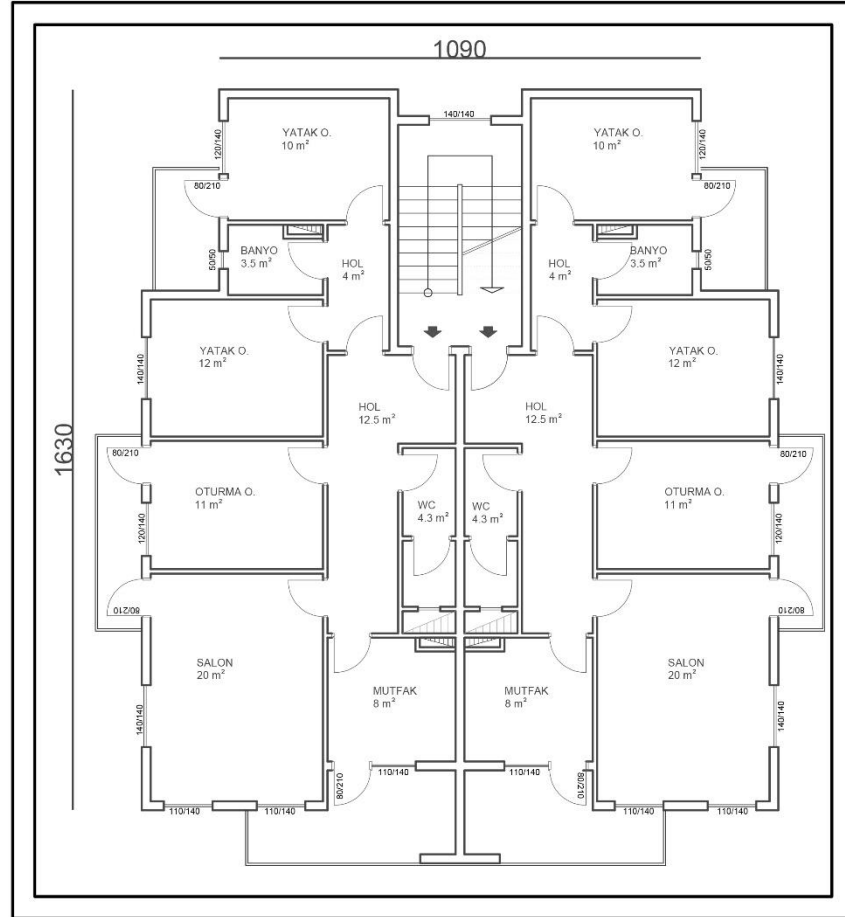
Şekil 20. 1983 Binası planı



Şekil 21. 1999 Binası planı

- **2004 YILINA AİT ÖRNEK BİNA**

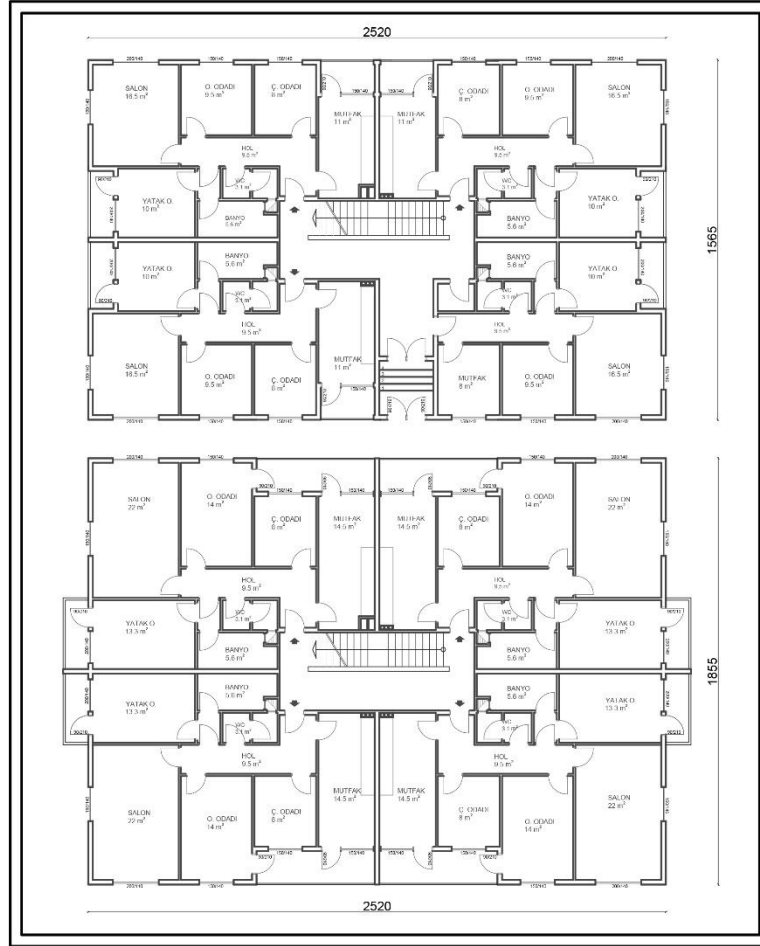
Şekil 22.'de kat planı verilen 2004 yılına ait bina 4 katlıdır. Zemin alanı 210 m²'dir. Betonarme olarak yapılan ev 2604 m³ dür. Yapının zemin katında kapalı otopark bulunmaktadır. Yapıda her katta 2 daire bulunmaktadır. Dairelerde mutfak, 4 adet oda, banyo, wc ve 3 adet balkon bulunmaktadır. Balkon kapıları ve pencerelerde iki odacıklı PVC camlar kullanılmıştır. Cephelerdeki pencere ve kapı oranı %22'dir. 2004 senesinde yapılan bu ev iki tuğla arası 5 cm'lik Ekspande polistren köpük (EPS) kullanılmıştır. Kullanılmayan çatı arasında ise 5 cm'lik cam yünü kullanılmıştır. Isıtılmayan iç ortama bitişik zemin döşemesinde ise 5 cm'lik Ekspande polistren köpük (EPS) kullanılmıştır. 2004 yılına ait binanın görünüşleri EK-5'de sunulmuştur.



Şekil 22. 2004 Binası planı

- **2010 YILINA AİT ÖRNEK BİNA**

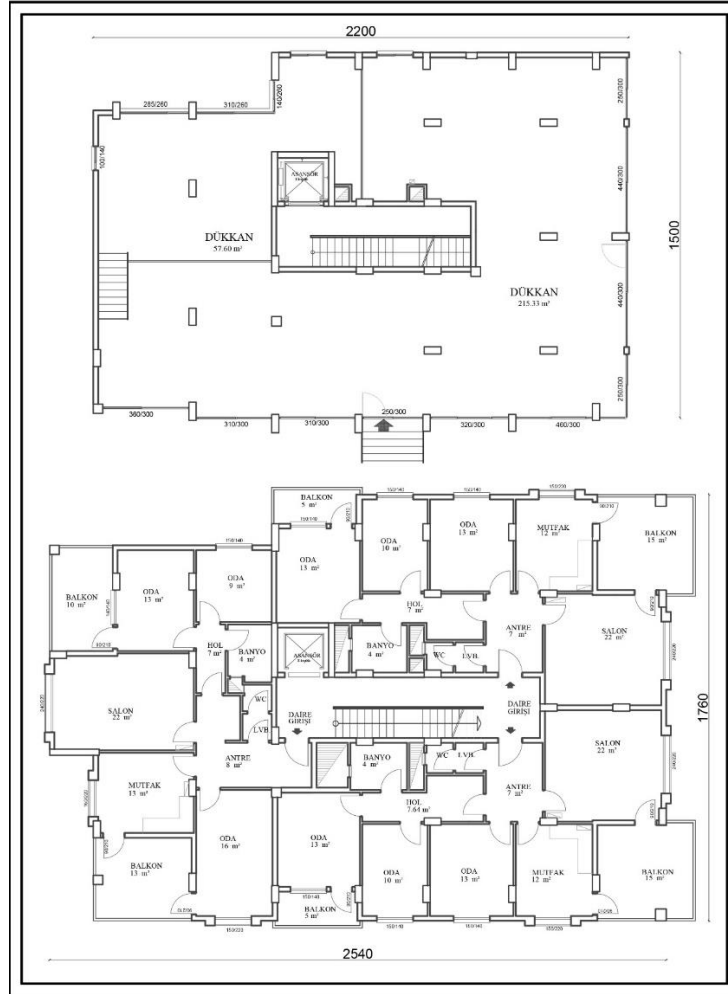
Şekil 23.'de planları verilen 2010 yılına ait bina 5 katlıdır. Zemin alanı 400 m²'dir. Betonarme olarak yapılan ev 5660 m³ dür. Yapının 150 m²'lik bodrumu bulunmaktadır. Yapıda her katta 4 daire bulunmaktadır. Dairelerde mutfak, 4 adet oda, banyo, wc ve 2 adet balkon bulunmaktadır. Balkon kapıları ve pencerelerde iki odacıklı PVC camlar kullanılmıştır. Cephelerdeki pencere ve kapı oranı %25'dir. 2010 senesinde yapılan bu ev iki tuğla arası 5 cm'lik Ekspande polistren köpük (EPS) kullanılmıştır. Kullanılmayan çatı arasında ise 5 cm'lik cam yünü kullanılmıştır. Isıtılmayan iç ortama bitişik zemin döşemesinde ise 5 cm'lik Ekspande polistren köpük (EPS) kullanılmıştır.2010 yılına ait binanın görünüşleri EK-6'da sunulmuştur.



Şekil 23. 2010 Binası planı

• 2013 YILINA AİT ÖRNEK BİNA

Şekil 24.'de planları verilen 2013 yılına ait bina 4 katlıdır. Zemin katta dükkan bulunmaktadır. Zemin alanı 310 m²'dir. Betonarme olarak yapılan ev 5800 m³ dür. Yapının 310 m²'lik bodrumu bulunmaktadır. Yapıda her katta 3 daire bulunmaktadır. Daireler 2 tipte yapılmıştır. 1.tip dairede mutfak, 4 adet oda, banyo, wc ve 1 adet balkon bulunmaktadır. 2.tip dairede ise mutfak, 3 oda, banyo, wc ve 2 adet balkon bulunmaktadır. Balkon kapıları ve pencerelerde iki odacıklı PVC camlar kullanılmıştır. Cephelerdeki pencere ve kapı oranı %25'dir. 2013 senesinde yapılan bu evin tuğla duvarının üzerine 5 cm'lik Ekspande polistren köpük (EPS) kullanılmıştır. Kullanılmayan çatı arasında ise 5 cm'lik cam yünü kullanılmıştır. Isıtılmayan iç ortama bitişik zemin döşemesinde ise 5 cm'lik Ekspande polistren köpük (EPS) kullanılmıştır. 2013 yılına ait binanın görünüşleri EK-7'de sunulmuştur.



Şekil 24. 2013 Binası planı

3.3. Kullanılan Bilgisayar Programı

Binaların yalıtımlarının hesaplanmasında İzoder programı kullanılmıştır. İzoder programı kullanılırken başta binaların enerji tasarrufları hesap edilmiş Q değerleri bulunmuş ve bu binalarda iyileştirme yapıldığında enerji tasarruf artışı nasıl olacağı gözlemlenmiştir.

İzoder programı İzoder tarafından hazırlanmıştır. Hesap programı olan bu uygulama "TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları" standartlarını ve Türkiye'nin son 20 senelik meteorolojik verilerini bünyesinde barındırır. İzoder programı, TS 825 "Binalarda Isı Yalıtımı Kuralları" standardını baz alarak belirlenen özgül ısı kaybı ve yoğuşma hesaplamaları yapılabilmekte ve hesaplanan verilerle standarttaki sınır değerler karşılaştırılıp tasarlanan yapının enerji verimliliği ile var olan ulusal mevzuatın uygunluğu değerlendirilir. TS 825 standardında belirlenen sınır şartlara uygun olacak şekilde yapılardaki kullanılacak olan yapı ve yalıtım malzemelerinin tasarım aşamasında seçilmesini, kullanılmasını ve kalınlığının belirlenmesine yardımcı olur. (İzoder TS 825 Hesap Programı, 2021)

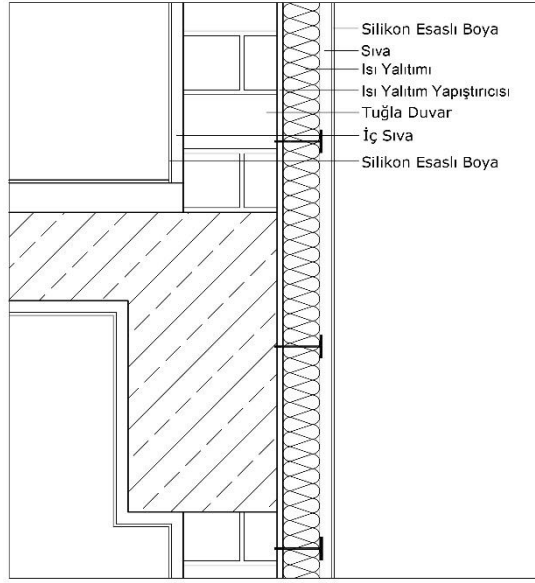
4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Bu kısımda yıllık enerji ihtiyaçları uygun olmayan yapıların, yıllık ısıtma ihtiyacını hesaplayarak mevcuttaki binaları enerji etkin hale getirmek için neler yapılabileceği incelenmiŐtir. Yapılara yalıtım uygulandığında yıllık ısıtma enerjisi deđiŐimleri gözlenmiş ve uygulanan malzemelerin maliyet hesabı çıkarılmıştır. Yapılarda uygulama için seçilen ısı yalıtım ve diğer yapı malzemeleri benzer olarak seçilmiştir. Bunun sebebi ise malzemelerin Malatya ilinde en çok tercih edilen ve kolay uygulanabilen malzemeler olmalarıdır.

4.1. 1960 Yılında Yapılan Binanın Enerji Performansı, İyileştirme Önerisi ve Maliyet Hesabı

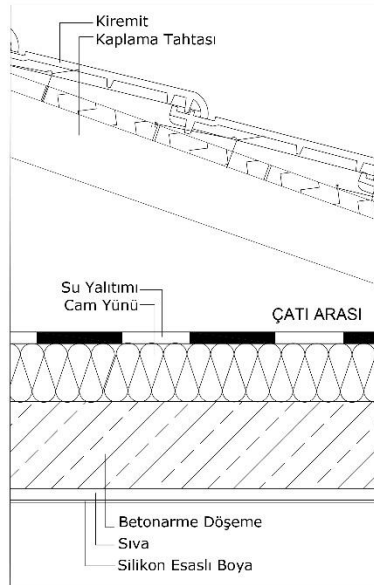
1960 yılına ait 2 katlı konut için yıllık ısıtma enerjisi 122,09 kWh/m³ ‘dür. Bu da mevcut yapının olması gereken yıllık ısıtma enerjisi olan 31,57 kWh/m³’ü geçmektedir. Bundan dolayı bu binanın yıllık ısıtma enerji ihtiyacı var olan yönetmeliğe uygun değildir ve bu nedenle iyileştirme yapılması gerekmektedir.

İyileştirme için tuğla duvar üzerine sadece sıva yapılan mevcut binaya Şekil 25.’de görüldüğu gibi 6 cm kalınlığında Ekstrüde polistren köpük (XPS) eklendi. XPS malzemesini seçilmesindeki en önemli etken bina yüzeyine dışardan uygulanacak ısı yalıtım malzemesinin tamamen kapalı olan gözenekli hücre yapısından dolayı bünyesine su almamasıdır. XPS nefes alabilen bir yapıya sahiptir, yapı kabuğunu yođuŐmadan ve korozyondan korur, iŐlenebilmesi ve uygulanabilmesi basittir ve taŐınması kolaydır.



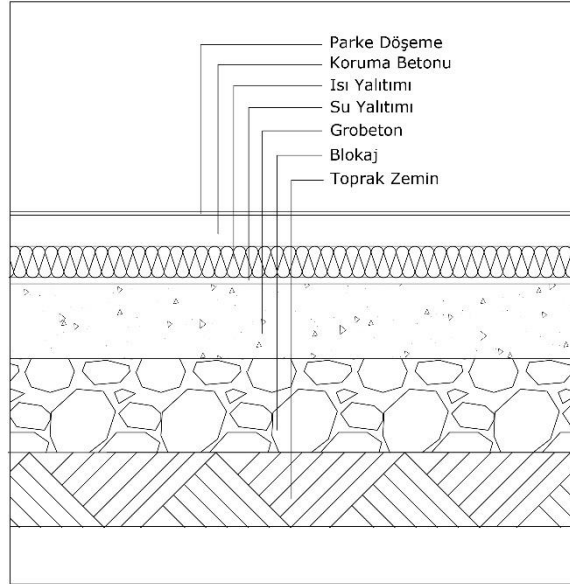
Şekil 25. 6 cm Ekstrüde polistren köpük (XPS) eklenen duvar detayı

Yapının kullanılmayan çatı arası tavan döşemesine ise şekil 26.'da görüldüğü gibi 10 cm kalınlığında mineral lifli cam yünü seçilmiştir. Bunun sebebi ise cam yünün yanmaya dayanıklı olması, çatı arasında oluşabilecek haşerelerin yalıtım malzemesini tahrip edemeyecek olması ve kolay uygulanabilirliğidir.



Şekil 26. 10 cm mineral lifli cam yünü eklenen çatı detayı

Toprağa temas eden taban yüzeyinde şekil 27.'de görüldüğü gibi binanın iç yüzeyinden uygulanacak 5 cm kalınlığında Ekspande polistren köpük seçilmiştir çünkü EPS malzemesi darbelere dayanıklı bir malzemedir ve kolay uygulanabilir. Üzerine 5 cm kalınlığında koruma betonu ve 8 mm parke zemin döşemesi seçilmiştir. Pencereelerde ahşap doğramalı tek camlar yerine plastik doğramalı çift camlı, Low-e kaplamalı, 16mm ara boşluklu pencere tercih edilmiştir. Dış kapı olarak da ısı yalıtımlı metal kapı seçilmiştir. 2 katlı yapıda bu tür bir iyileştirme yapıldığında yıllık ısıtma için ihtiyacı 30,51 kWh/m³'e düşmüştür.



Şekil 27. Toprağa temas eden taban yüzeyinde 5 cm kalınlığında Ekspande polistren köpük detayı

Enerji etkin iyileştirme yapılan binalarda yalıtım maliyetinin hesabı için Çevre ve Şehircilik bakanlığının inşaat birim fiyatlarına esas işçilik-araç ve gereç rayiç listesi referans alınarak yapılmıştır. Yapının dış duvarında poz numarası: 15.335.1004 olan 6 cm kalınlığında yüzeyi pürüzlü veya pürüzlü kanallı Ekstrüde polistren levhalar (XPS-200 kpa basınç dayanımlı) ile dış duvarlara dıştan ısı yalıtımı ve üzerine ısı yalıtım sıvası olarak tanımlanan malzeme seçilmiştir. Birim fiyatı 102.88 TL'dir. Uygulandığı alan 229 m²'dir ve toplam duvar yalıtımı için maliyetin 23.559 TL olacağı hesaplanmıştır. Çatı arasında döşeme üzerine poz numarası: 15.340.1403 olan 10 cm

kalınlıkta camyünü şilte (camyünü şilte- 18 kg/m³ yoğunlukta) ve üzerine su buharı geçişine açık su yalıtım örtüsü serilmesi hedeflenmiştir. Birim fiyatı 26,91 TL'dir. Uygulandığı alan 112 m²'dir ve toplam çatı yalıtımı için maliyet 3.013 TL'dir. Yapının zemininde poz numarası: 15.335.1703 olan 5 cm kalınlığında Ekspande polistren levhalar (EPS-30 kg/m³ yoğunlukta) ile yatayda (zemin yada arakat döşeme betonu üzerinde vb.) ısı yalıtım malzemesi seçilmiştir. Birim fiyatı 29.19 TL'dir. Uygulandığı alan 112 m²'dir ve toprağa temas eden yüzey için yalıtım maliyeti 3.269 TL'dir. Üzerine uygulanan koruma betonunun poz numarası: 15.150.1108 beton santralinde üretilen veya satın alınan ve beton pompasıyla basılan c40/50 basınç dayanım sınıfında beyaz renkte normal hazır beton dökülmesi (beton nakli dahil) m³ fiyatı 393,63 TL'dir. Uygulandığı alan 112 m² dir ve koruma betonu için maliyet 2.204 TL'dir. Koruma betonun üzerine poz numarası: 15.485.1001 olan lamine parke döşeme kaplaması yapılması (süpürgelek dahil) tercih edilmiştir, malzemenin birim fiyatı 157.64 TL'dir. Uygulandığı alan 112 m²'dir. Bu alan için maliyet 17.655 TL'dir. Pencereerde poz numarası: 15.470.1424 olan PVC ve Alüminyum doğramaya profil ile 6+6 mm kalınlıkta 16 mm ara boşluklu ilk camı ısı ve güneş kontrol kaplamalı çift camlı pencere ünitesi seçilmiştir. Birim m² fiyatı 236,14 TL'dir. Yapıda 35 m² pencere alanı bulunmaktadır ve toplam pencere yenileme maliyeti 8.265 TL'dir. Kapılarda poz numarası: 15.510.1102 olan ahşaptan masif tablalı dış kapı kanadı yapılması ve yerine konulması seçilmiştir. Birim m² fiyatı 301,36 TL'dir. Yapıda 4,5 m² dış kapı kullanılmıştır ve toplam kapı yenileme maliyeti 1.356 TL'dir.

4.2. 1970 Yılında Yapılan Binanın Enerji Performansı, İyileştirme Önerisi ve Maliyet Hesabı

1970 yılına ait 2 katlı konut için yıllık ısıtma enerjisi 113,56 kWh/m³ 'dür. Buda mevcut yapının olması gereken yıllık ısıtma enerjisi olan 31,98 kWh/m³'ü geçmektedir. Bundan dolayı bu binanın yıllık ısıtma enerji ihtiyacı uygun değildir.

İyileştirme için tuğla duvar üzerine sadece sıva yapılan mevcut binaya 5 cm kalınlığında Ekstrüde polistren köpük (XPS) eklendi. Yapının kullanılmayan çatı arası tavan döşemesine ise 10 cm kalınlığında mineral lifli taş yünü seçilmiştir. Taş yünü çatı yalıtım malzemesi olarak seçilmesindeki en önemli etken yanmaya dayanıklıdır, ısı ve ses izolasyonu yönünden iyi bir yalıtım malzemesidir. Isı direnci yüksektir. Zamanla

bozulmaz, küf tutmaz, çürümez, paslanmaz ve korozyona uğramaz. Toprağa temas eden taban yüzeyinde binanın iç yüzeyinden uygulanacak 5 cm kalınlığında Ekspande polistren köpük seçilmiş ve üzerine 5 cm kalınlığında koruma betonu ve 8 mm parke zemin döşemesi tercih edilmiştir. Pencereelerde ahşap doğramalı tek camlar yerine plastik doğramalı çift camlı, Low-e Kaplamalı, 16mm ara boşluklu Pencere tercih edilmiştir. Dış kapı olarak da ısı yalıtımlı metal kapı seçilmiştir. 2 katlı yapıda bu tür bir iyileştirme yapıldığında yıllık ısıtma için ihtiyacı olan ısıtma ihtiyacının altına düşmüş 30,33 kWh/m³ olmuştur.

Yapının dış duvarında poz numarası: 15.335.1003 olan 5 cm kalınlığında yüzeyi pürüzlü veya pürüzlü kanallı Ekstrüde polistren levhalar (XPS- 200 kpa basınç dayanımlı) ile dış duvarlara dıştan ısı yalıtımı ve üzerine ısı yalıtım sıvası olarak tanımlanan malzeme seçilmiştir. Birim fiyatı 97.59 TL'dir. Uygulandığı alan 221 m²'dir ve toplam duvar yalıtımı için maliyetin 21.567 TL olacağı hesaplanmıştır. Çatı arasında döşeme üzerine poz numarası: 15.340.1408 olan 10 cm kalınlıkta taşıyıcı şilte (taşıyıcı şilte- 18 kg/m³ yoğunlukta) ve üzerine su buharı geçişine açık su yalıtım örtüsü serilmesi hedeflenmiştir. Birim fiyatı 33.35 TL'dir. Uygulandığı alan 108 m²'dir ve toplam çatı yalıtımı için maliyet 3.601 TL'dir. Yapının zemininde poz numarası: 15.335.1703 olan 5 cm kalınlığında Ekspande polistren levhalar (EPS-30 kg/m³ yoğunlukta) ile yatayda (zemin yada ara kat döşeme betonu üzerinde vb.) ısı yalıtım malzemesi seçilmiştir. Birim fiyatı 29,19 TL'dir. Uygulandığı alan 108 m²'dir ve toprağa temas eden yüzey için yalıtım maliyeti 3.152 TL'dir. Üzerine uygulanan koruma betonunun poz numarası: 15.150.1108 beton santralinde üretilen veya satın alınan ve beton pompasıyla basılan c40/50 basınç dayanım sınıfında beyaz renkte normal hazır beton dökülmesi (beton nakli dahil) m³ fiyatı 393,63 TL'dir. Uygulandığı alan 108 m² dir ve koruma betonu için maliyet 2.125 TL'dir. Koruma betonun üzerine poz numarası: 15.485.1001 olan lamine parke döşeme kaplaması yapılması (süpürgelik dahil) tercih edilmiştir, malzemenin birim fiyatı 157.64 TL'dir. Uygulandığı alan 108 m²'dir. Bu alan için maliyet 17.025 TL'dir. Pencereelerde poz numarası: 15.470.1424 olan PVC ve Alüminyum doğramaya profil ile 6+6 mm kalınlıkta 16 mm ara boşluklu ilk camı ısı ve güneş kontrol kaplamalı çift camlı pencere ünitesi seçilmiştir. Birim m² fiyatı 236,14 TL'dir. Yapıda 35 m² pencere alanı bulunmaktadır ve toplam pencere yenileme maliyeti 8.382 TL'dir. Kapılarda poz numarası: 15.510.1102 olan ahşaptan

masif tablalı dış kapı kanadı yapılması ve yerine konulması seçilmiştir. Birim m² fiyatı 301,36 TL'dir. Yapıda 3,3 m² dış kapı kullanılmıştır ve toplam kapı yenileme maliyeti 995 TL'dir.

4.3. 1983 Yılında Yapılan Binanın Enerji Performansı, İyileştirme Önerisi ve Maliyet Hesabı

1983 yılına ait 2 katlı konut için yıllık ısıtma enerjisi 105,22 kWh/m³ 'dür. Buda mevcut yapının olması gereken yıllık ısıtma enerjisi olan 28,75 kWh/m³'ü geçmektedir. Bundan dolayı bu binanın yıllık ısıtma enerji ihtiyacı uygun değildir.

Mevcuttaki binayı binalarda enerji performansı yönetmeliğine göre iyileştirmeler yaparak enerji etkinliğini uygun hale getirmek hedeflendi. Bunun için tuğla duvar üzerine sadece sıva yapılan mevcut binaya 6 cm Ekspande polistren kalınlığında köpük eklendi. Yapının kullanılmayan çatı arası tavan döşemesine ise 8 cm kalınlığında mineral lifli cam yünü seçilmiştir. Toprağa temas eden taban yüzeyinde binanın iç yüzeyinden uygulanacak 4 cm kalınlığında Ekstrüde polistren köpük seçilmiş ve üzerine 5 cm kalınlığında koruma betonu ve 8 mm parke zemin döşemesi tercih edilmiştir. Pencereerde ahşap doğramalı tek camlar yerine plastik doğramalı çift camlı, Low-e Kaplamalı, 16mm ara boşluklu Pencere tercih edilmiştir. Dış kapı olarak da ısı yalıtımlı metal kapı seçilmiştir. 2 katlı yapıda bu tür bir iyileştirme yapıldığında yıllık ısıtma için ihtiyacı olan ısıtma ihtiyacının altına düşmüş 27,25 kWh/m³ olmuştur.

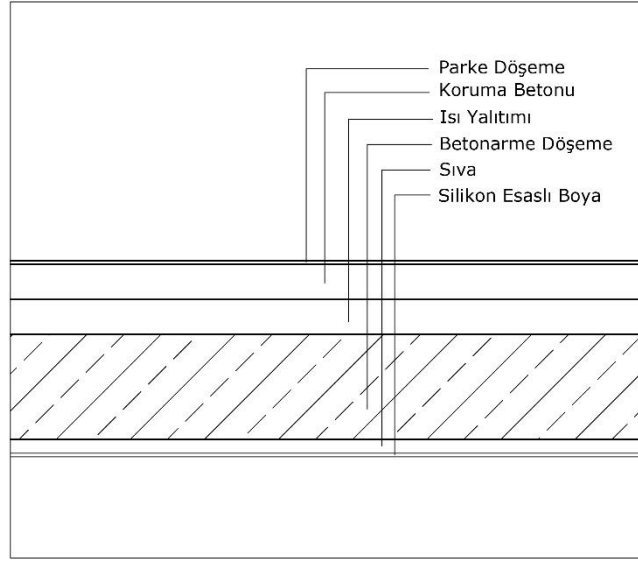
Yapının dış duvarında poz numarası: 15.335.1104 olan 6 cm kalınlığında ekspande polistren levhalar (EPS- 16 kg/m³ yoğunlukta) ile dış duvarlara dıştan ısı yalıtımı ve üzerine ısı yalıtım sıvası olarak tanımlanan malzeme seçilmiştir. Birim fiyatı 88,78 TL'dir. Uygulandığı alan 134,7 m²'dir ve toplam duvar yalıtımı için maliyetin 11.959 TL olacağı hesaplanmıştır. Çatı arasında döşeme üzerine poz numarası: 15.340.1402 olan 8 cm kalınlıkta camyünü şilte (camyünü şilte- 18 kg/m³ yoğunlukta) ve üzerine su buharı geçişine açık su yalıtım örtüsü serilmesi hedeflenmiştir. Birim fiyatı 24,55 TL'dir. Uygulandığı alan 144 m²'dir ve toplam çatı yalıtımı için maliyet 3.535 TL'dir. Yapının zemininde poz numarası: 15.335.1502 olan 4 cm kalınlığında yüzeyi düzgün levhalar (XPS-300 Kpa basınç dayanımlı) ile yatayda (zemine oturan toprak temaslı döşemelerde veya teras çatılarda) ısı yalıtım malzemesi seçilmiştir. Birim fiyatı 24,98 TL'dir. Uygulandığı alan 100 m²'dir ve toprağa temas eden yüzey için yalıtım maliyeti

2.498 TL'dir. Üzerine uygulanan koruma betonunun poz numarası: 15.150.1108 beton santralinde üretilen veya satın alınan ve beton pompasıyla basılan c40/50 basınç dayanım sınıfında beyaz renkte normal hazır beton dökülmesi (beton nakli dahil) m³ fiyatı 393,63 TL'dir. Uygulandığı alan 100 m² dir ve koruma betonu için maliyet 1.968 TL'dir. Koruma betonun üzerine poz numarası: 15.485.1001 olan lamine parke döşeme kaplaması yapılması (süpürgelik dahil) tercih edilmiştir, malzemenin birim fiyatı 157.64 TL'dir. Uygulandığı alan 100 m²'dir. Bu alan için maliyet 15.765 TL'dir. Pencereelerde poz numarası: 15.470.1424 olan PVC ve Alüminyum doğramaya profil ile 6+6 mm kalınlıkta 16 mm ara boşluklu ilk camı ısı ve güneş kontrol kaplamalı çift camlı pencere ünitesi seçilmiştir. Birim m² fiyatı 236,14 TL'dir. Yapıda 28,5 m² pencere alanı bulunmaktadır ve toplam pencere yenileme maliyeti 6.730 TL'dir. Kapılarda poz numarası: 15.510.1102 olan ahşaptan masif tablalı dış kapı kanadı yapılması ve yerine konulması seçilmiştir. Birim m² fiyatı 301,36 TL'dir. Yapıda 3 m² dış kapı kullanılmıştır ve toplam kapı yenileme maliyeti 904 TL'dir.

4.4. 1999 Yılında Yapılan Binanın Enerji Performansı, , İyileştirme Önerisi ve Maliyet Hesabı

1999 yılına ait 5 katlı konut için yıllık ısıtma enerjisi 75,23 kWh/m³ 'dür. Buda mevcut yapının olması gereken yıllık ısıtma enerjisi olan 24,58 kWh/m³'ü geçmektedir. Bundan dolayı bu binanın yıllık ısıtma enerji ihtiyacı uygun değildir.

İyileştirme için tuğla duvar üzerine sadece sıva yapılan mevcut binaya 5 cm Ekspande polistren kalınlığında köpük eklendi. Yapının kullanılmayan çatı arası tavan döşemesine ise 12 cm kalınlığında mineral lifli taş yünü seçilmiştir. Toprağa temas eden taban yüzeyinde ve açık geçit üzerinde şekil 28.'de görüldüğü gibi binanın iç yüzeyinden uygulanacak 5 cm kalınlığında Ekstrüde polistren köpük seçilmiştir ve üzerine 5 cm kalınlığında koruma betonu ve 8 mm parke zemin döşemesi tercih edilmiştir. Pencereelerde ahşap doğramalı tek camlar yerine plastik doğramalı çift camlı, Low-e Kaplamalı, 16mm ara boşluklu Pencere tercih edilmiştir. Dış kapı olarak da ısı yalıtımlı metal kapı seçilmiştir. 5 katlı yapıda bu tür bir iyileştirme yapıldığında yıllık ısıtma için ihtiyacı olan ısıtma ihtiyacının altına düşmüş 23,67 kWh/m³ olmuştur.



Şekil 28. Döşeme iç yüzeyinden uygulanan 5 cm kalınlığında Ekstrüde polistren köpük detayı

Yapının dış duvarında poz numarası: 15.335.1103 olan 5 cm kalınlığında expande polistren levhalar (EPS- 16 kg/m³ yoğunlukta) ile dış duvarlara dıştan ısı yalıtımı ve üzerine ısı yalıtım sıvası olarak tanımlanan malzeme seçilmiştir. . Birim fiyatı 85.84 TL'dir. Uygulandığı alan 276,8 m²'dir ve toplam duvar yalıtımı için maliyetin 23.760 TL olacağı hesaplanmıştır. Çatı arasında döşeme üzerine poz numarası: 15.340.1409 olan 12 cm kalınlıkta taşyünü şilte (taşyünü şilte- 50 kg/m³ yoğunlukta) ve üzerine su buharı geçişine açık su yalıtım örtüsü serilmesi hedeflenmiştir. Birim fiyatı 36.36 TL'dir. Uygulandığı alan 247 m²'dir ve toplam çatı yalıtımı için maliyet 8.980 TL'dir. Yapının zemininde poz numarası: 15.335.1603 olan 5 cm kalınlığında yüzeyi düzgün levhalar (XPS-200 Kpa basınç dayanımlı) ile yatayda (zemin yada arakat döşeme betonu üzerinde vb.) ısı yalıtım malzemesi seçilmiştir. Birim fiyatı 29.19 TL'dir. Uygulandığı alan 247 m²'dir ve toprağa temas eden yüzey için yalıtım maliyeti 7.210 TL'dir. Üzerine uygulanan koruma betonunun poz numarası: 15.150.1108 beton santralinde üretilen veya satın alınan ve beton pompasıyla basılan c40/50 basınç dayanım sınıfında beyaz renkte normal hazır beton dökülmesi (beton nakli dahil) m³ fiyatı 393,63 TL'dir. Uygulandığı alan 247 m² dir ve koruma betonu için maliyet 4.861 TL'dir. Koruma betonun üzerine poz numarası: 15.485.1001 olan lamine parke döşeme kaplaması yapılması (süpürgelik dahil) tercih edilmiştir, malzemenin birim fiyatı 157.64

TL'dir. Uygulandığı alan 247 m²'dir. Bu alan için maliyet 38.937 TL'dir. Pencerelede poz numarası: 15.470.1424 olan PVC ve Alüminyum doğramaya profil ile 6+6 mm kalınlıkta 16 mm ara boşluklu ilk camı ısı ve güneş kontrol kaplamalı çift camlı pencere ünitesi seçilmiştir. Birim m² fiyatı 236.14 TL'dir. Yapıda 116,8 m² pencere alanı bulunmaktadır ve toplam pencere yenileme maliyeti 27.581 TL'dir. Kapılarda poz numarası: 15.510.1102 olan ahşaptan masif tablalı dış kapı kanadı yapılması ve yerine konulması seçilmiştir. Birim m² fiyatı 301,36 TL'dir. Yapıda 3 m² dış kapı kullanılmıştır ve toplam kapı yenileme maliyeti 904 TL'dir.

4.5. 2004 Yılında Yapılan Binanın Enerji Performansı, İyileştirme Önerisi ve Maliyet Hesabı

2004 yılına ait 4 katlı konut için yıllık ısıtma enerjisi 33,33 kWh/m³ 'dür. Buda mevcut yapının olması gereken yıllık ısıtma enerjisi olan 26,80 kWh/m³'ü geçmektedir. Bundan dolayı bu binanın yıllık ısıtma enerji ihtiyacı uygun değildir.

Mevcuttaki binada duvarlarda 5 cm kalınlığında Ekspande polistren köpük kullanılmış, kullanılmayan çatı arası tavan döşemesine ise 5 cm kalınlığında mineral lifli cam yünü kullanılmış ve ısıtılmayan dış ortama bitişik zemin döşemesinde ise 5 cm kalınlığında Ekspande polistren köpük kullanılmıştır. Pencerelede plastik doğramalı çift camlı pencere tipleri seçilmiş, dış kapılarda da yalıtımsız metal kapılar kullanılmıştır.

Bu binada iyileştirme için, kullanılmayan çatı arası tavan döşemesine 12 cm kalınlığında mineral lifli cam yünü tercih edilmiştir. Pencerelede plastik doğramalı çift camlı, Low-e Kaplamalı, 16mm ara boşluklu pencere tercih edilmiştir. Dış kapı olarak da ısı yalıtımlı metal kapı seçilmiştir. 4 katlı yapıda bu tür bir iyileştirme yapıldığında yıllık ısıtma için ihtiyacı olan ısıtma ihtiyacının altına düşmüş 26,54 kWh/m³ olmuştur.

Yapının çatı arasında döşeme üzerine poz numarası: 15.340.1404 olan 12 cm kalınlıkta camyünü şilte (camyünü şilte- 18 kg/m³ yoğunlukta) ve üzerine su buharı geçişine açık su yalıtım örtüsü serilmesi hedeflenmiştir. Birim fiyatı 29.15 TL'dir. Uygulandığı alan 220 m²'dir ve toplam çatı yalıtımı için maliyet 6.413 TL'dir. Pencerelede poz numarası: 15.470.1424 olan PVC ve Alüminyum doğramaya profil ile 6+6 mm kalınlıkta 16 mm ara boşluklu ilk camı ısı ve güneş kontrol kaplamalı çift camlı pencere ünitesi seçilmiştir. Birim m² fiyatı 236.14 TL'dir. Yapıda 132,2 m² pencere alanı

bulunmaktadır ve toplam pencere yenileme maliyeti 31.218 TL'dir. Kapılarda poz numarası: 15.510.1102 olan ahşaptan masif tablalı dış kapı kanadı yapılması ve yerine konulması seçilmiştir. Birim m² fiyatı 301,36 TL'dir. Yapıda 3,3 m² dış kapı kullanılmıştır ve toplam kapı yenileme maliyeti 995 TL'dir.

4.6. 2010 Yılında Yapılan Binanın Enerji Performansı, İyileştirme Önerisi ve Maliyet Hesabı

2010 yılına ait 5 katlı konut için yıllık ısıtma enerjisi 29,11 kWh/m³ 'dür. Buda mevcut yapının olması gereken yıllık ısıtma enerjisi olan 23,28 kWh/m³'ü geçmektedir. Bundan dolayı bu binanın yıllık ısıtma enerji ihtiyacı uygun değildir.

Mevcuttaki binada duvarlarda 5 cm kalınlığında Ekstrüde polistren köpük (XPS) kullanılmış, kullanılmayan çatı arası tavan döşemesine ise 5 cm kalınlığında mineral lifli cam yünü kullanılmış ve toprağa temas eden zemin döşemesinde ise 5 cm kalınlığında Ekspande polistren köpük kullanılmıştır. Pencerelede plastik doğramalı çift camlı pencere tipleri seçilmiş, dış kapılarda da yalıtımsız metal kapılar kullanılmıştır.

Bu binada iyileştirmeler yaparak enerji etkinliğini uygun hale getirmek için, kullanılmayan çatı arası tavan döşemesine 10 cm kalınlığında mineral lifli cam yünü tercih edilmiştir. Pencerelede plastik doğramalı çift camlı, Low-e Kaplamalı, 16mm ara boşluklu pencere tercih edilmiştir. Dış kapı olarak da ısı yalıtımlı metal kapı seçilmiştir. 5 katlı yapıda bu tür bir iyileştirme yapıldığında yıllık ısıtma için ihtiyacı olan ısıtma ihtiyacının altına düşmüş 22,40 kWh/m³ olmuştur.

Yapının çatı arasında döşeme üzerine poz numarası: 15.340.1403 olan 10 cm kalınlıkta camyünü şilte (camyünü şilte- 18 kg/m³ yoğunlukta) ve üzerine su buharı geçişine açık su yalıtım örtüsü serilmesi hedeflenmiştir. Birim fiyatı 26.91 TL'dir. Uygulandığı alan 395 m²'dir ve toplam çatı yalıtımı için maliyet 10.630 TL'dir. Pencerelede poz numarası: 15.470.1424 olan PVC ve Alüminyum doğramaya profil ile 6+6 mm kalınlıkta 16 mm ara boşluklu ilk camı ısı ve güneş kontrol kaplamalı çift camlı pencere ünitesi seçilmiştir. Birim m² fiyatı 236.14 TL'dir. Yapıda 253 m² pencere alanı bulunmaktadır ve toplam pencere yenileme maliyeti 59.744 TL'dir. Kapılarda poz numarası: 15.510.1102 olan ahşaptan masif tablalı dış kapı kanadı yapılması ve yerine

konulması seçilmiştir. Birim m² fiyatı 301,36 TL'dir. Yapıda 3,3 m² dış kapı kullanılmıştır ve toplam kapı yenileme maliyeti 995 TL'dir.

4.7. 2013 Yılında Yapılan Binanın Enerji Performansı, İyileştirme Önerisi ve Maliyet Hesabı

2013 yılına ait 4 katlı konut için yıllık ısıtma enerjisi 26,13 kWh/m³ 'dür. Buda mevcut yapının olması gereken yıllık ısıtma enerjisi olan 21,32 kWh/m³'ü geçmektedir. Bundan dolayı bu binanın yıllık ısıtma enerji ihtiyacı uygun değildir.

Mevcuttaki binada duvarlarda 5 cm kalınlığında Ekstrüde polistren köpük (XPS) kullanılmış, kullanılmayan çatı arası tavan döşemesine ise 5 cm kalınlığında mineral lifli cam yünü kullanılmış ve ısıtılmayan dış ortama bitişik zemin döşemesinde ise 5 cm kalınlığında Ekspande polistren köpük kullanılmıştır. Pencereerde plastik doğramalı çift camlı pencere tipleri seçilmiş, dış kapılarda da yalıtımsız metal kapılar kullanılmıştır.

Bu binada enerji performansı yönetmeliğine göre iyileştirmeler yaparak enerji etkinliğini uygun hale getirmek için, kullanılmayan çatı arası tavan döşemesine 12 cm kalınlığında mineral lifli cam yünü tercih edilmiştir. Pencereerde plastik doğramalı çift camlı, Low-e Kaplamalı, 16mm ara boşluklu pencere tercih edilmiştir. Dış kapı olarak da ısı yalıtımlı metal kapı seçilmiştir. 4 katlı yapıda bu tür bir iyileştirme yapıldığında yıllık ısıtma için ihtiyacı olan ısıtma ihtiyacının altına düşmüş 19,90 kWh/m³ olmuştur.

Yapının çatı arasında döşeme üzerine poz numarası: 15.340.1404 olan 12 cm kalınlıkta camyünü şilte (camyünü şilte- 18 kg/m³ yoğunlukta) ve üzerine su buharı geçişine açık su yalıtım örtüsü serilmesi hedeflenmiştir. Birim fiyatı 29.15 TL'dir. Uygulandığı alan 365 m²'dir ve toplam çatı yalıtımı için maliyet 10.640 TL'dir. Pencereerde poz numarası: 15.470.1424 olan PVC ve Alüminyum doğramaya profil ile 6+6 mm kalınlıkta 16 mm ara boşluklu ilk camı ısı ve güneş kontrol kaplamalı çift camlı pencere ünitesi seçilmiştir. Birim m² fiyatı 236.14 TL'dir. Yapıda 280,86 m² pencere alanı bulunmaktadır ve toplam pencere yenileme maliyeti 66.322 TL'dir. Kapılarda poz numarası: 15.510.1102 olan ahşaptan masif tablalı dış kapı kanadı yapılması ve yerine konulması seçilmiştir. Birim m² fiyatı 301,36 TL'dir. Yapıda 3,1 m² dış kapı kullanılmıştır ve toplam kapı yenileme maliyeti 935 TL'dir.

4.8. Bulguların Değerlendirilmesi

Bu çalışmada Malatya'nın Yeşilyurt ilçesindeki mevcut yapılarda, TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı yürürlüğe girmeden öncesinde 1960,1970 ve 1983 yıllarına ait üç bina seçilmiş, TS 825 yürürlüğe girdikten sonrada revizyona uğradığı yıllar arasında 1999,2004,2010 ve 2013 yıllarına ait 4 bina seçilmiştir. Seçilen örnek 7 binada, opak ve saydam yüzeylerinde enerji etkin iyileştirme yapılmıştır. Opak yüzeylerde ısı köprüleri oluşabilecek yerlere yalıtım döşenmiş, yalıtımı olan ama yetersiz kalan binalarda ise yalıtım kalınlıkları artırılmıştır. Saydam yüzeylerde ise enerji etkinliği yeterli olmayan camlar ısıl performans açısından verimli olan camlar ile değiştirilmiştir. Tablo 4.'de yapının seçilen 7 binanın aylık enerji kayıp-kazançları gösterilmiştir. Enerji etkinliği sağlanan binalardaki enerji tasarrufları incelenmiş ve maliyet hesabı yapılmıştır.

1960 yılına ait 2 katlı binada yapılan iyileştirme önerileri sonucunda yapının dış ortama bağlantısını sağlayan duvara 6 cm XPS, Toprağa temas eden yüzeye 5 cm EPS ve çatı arası kullanılmayan yapının tavan döşemesine 10 cm mineral lifli cam yünü ısı yalıtım malzemeleri uygulanmıştır. Saydam yüzeylerde plastik doğramalı çift camlı, Low-e kaplamalı, 16mm ara boşluklu pencere seçilmiş ve dış kapı olarak da ısı yalıtımlı metal kapılar tercih edilmiştir. Yapının yıllık enerji tasarrufunun 122,09 kWh/m³ 'den 30,51 kWh/m³ 'e düştüğü gözlenmiştir. Yapının toplam maliyet giderinin ise 59.321 TL olacağı hesaplanmıştır. 1960 yılın ait bir binanın iyileştirmesi sonucu enerji tasarrufu 91,58 kWh/m³'dür. Yeni yapılacak 4 katlı bir yapının ortalama enerji harcanım giderinin 20 kWh/m³ olacağı düşünülürse 1960-1970 arası yapılacak bir yapı iyileştirmesiyle en az 4 yeni yapının enerji harcanım gideri karşılanmış olacaktır.

1970 yılına ait 2 katlı binada yapılan iyileştirme önerileri sonucunda yapının dış ortama bağlantısını sağlayan duvara 5 cm XPS, Toprağa temas eden yüzeye 5 cm EPS ve çatı arası kullanılmayan yapının tavan döşemesine 10 cm mineral lifli taş yünü ısı yalıtım malzemeleri uygulanmıştır. Saydam yüzeylerde plastik doğramalı çift camlı, Low-e kaplamalı, 16mm ara boşluklu pencere seçilmiş ve dış kapı olarak da ısı yalıtımlı metal kapılar tercih edilmiştir. Yapının yıllık enerji tasarrufunun 113,56 kWh/m³ 'den 30,33 kWh/m³ 'e düştüğü gözlenmiştir. Yapının toplam maliyet giderinin ise 56.847 TL olacağı hesaplanmıştır. 1970 yılın ait bir binanın iyileştirmesi sonucu enerji tasarrufu

83,23 kWh/m³'dür. Yeni yapılacak 4 katlı bir yapının ortalama enerji harcanım giderinin 20 kWh/m³ olacağı düşünülürse 1970-1983 arası yapılacak bir yapı iyileştirmesiyle en az 4 yeni yapının enerji harcanım gideri karşılanmış olacaktır.

1983 yılına ait 2 katlı binada yapılan iyileştirme önerileri sonucunda yapının dış ortama bağlantısını sağlayan duvara 6 cm EPS, Toprağa temas eden yüzeye 4 cm EPS ve çatı arası kullanılmayan yapının tavan döşemesine 8 cm mineral lifli cam yünü ısı yalıtım malzemeleri uygulanmıştır. Saydam yüzeylerde plastik doğramalı çift camlı, Low-e kaplamalı, 16mm ara boşluklu pencere seçilmiş ve dış kapı olarak da ısı yalıtımlı metal kapılar tercih edilmiştir. Yapının yıllık enerji tasarrufunun 105,22 kWh/m³ 'den 27,25 kWh/m³ 'e düştüğü gözlenmiştir. Yapının toplam maliyet giderinin ise 43.359 TL olacağı hesaplanmıştır. 1983 yılını ait bir binanın iyileştirmesi sonucu enerji tasarrufu 77,97 kWh/m³'dür. Yeni yapılacak 4 katlı bir yapının ortalama enerji harcanım giderinin 20 kWh/m³ olacağı düşünülürse 1983-1999 arası yapılacak bir yapı iyileştirmesiyle en az 3 yeni yapının enerji harcanım gideri karşılanmış olmaktadır.

1999 yılına ait 5 katlı binada yapılan iyileştirme önerileri sonucunda yapının dış ortama bağlantısını sağlayan duvara 5 cm EPS, Toprağa temas eden yüzeye 5 cm XPS ve çatı arası kullanılmayan yapının tavan döşemesine 12 cm mineral lifli taş yünü ısı yalıtım malzemeleri uygulanmıştır. Saydam yüzeylerde plastik doğramalı çift camlı, Low-e kaplamalı, 16mm ara boşluklu pencere seçilmiş ve dış kapı olarak da ısı yalıtımlı metal kapılar tercih edilmiştir. Yapının yıllık enerji tasarrufunun 75,23 kWh/m³ 'den 23,67 kWh/m³ 'e düştüğü gözlenmiştir. Yapının toplam maliyet giderinin ise 107.372 TL olacağı hesaplanmıştır. 1999 yılını ait bir binanın iyileştirmesi sonucu enerji tasarrufu 51,56 kWh/m³'dür. Yeni yapılacak 4 katlı bir yapının ortalama enerji harcanım giderinin 20 kWh/m³ olacağı düşünülürse 1999-2004 arası yapılacak bir yapı iyileştirmesiyle en az 2 yeni yapının enerji harcanım gideri karşılanmış olmaktadır.

2004 yılına ait 4 katlı binada yapılan iyileştirme önerileri sonucunda yapının çatı arası kullanılmayan yapının tavan döşemesine 12 cm mineral lifli cam yünü ısı yalıtım malzemesi uygulanmıştır. Saydam yüzeylerde plastik doğramalı çift camlı, Low-e kaplamalı, 16mm ara boşluklu pencere seçilmiş ve dış kapı olarak da ısı yalıtımlı metal kapılar tercih edilmiştir. Yapının yıllık enerji tasarrufunun 33,33 kWh/m³'den 26,54 kWh/m³ 'e düştüğü gözlenmiş enerji tasarrufunun 6,79 kWh/m³ olacağı hesaplanmıştır.

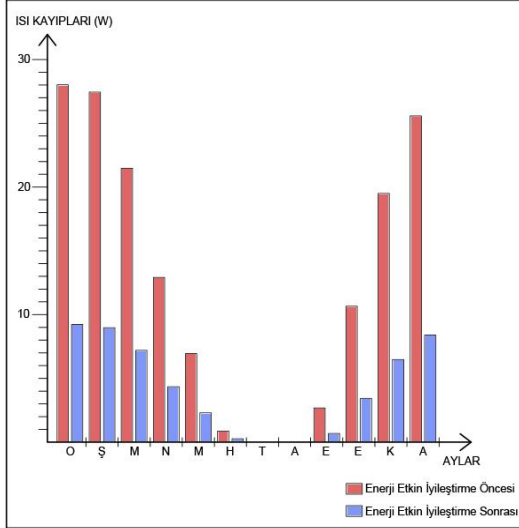
Yapının toplam maliyet giderinin ise 38.626 TL olacağı hesaplanmıştır. 2004-2010 arası mevcut yapıların ortalama 4 tanesinde yapılacak bir iyileştirme yeni yapılan 4 katlı bir binanın enerji tasarrufunu karşılayacağı tahmin edilmektedir.

2010 yılına ait 5 katlı binada yapılan iyileştirme önerileri sonucunda yapının çatı arası kullanılmayan yapının tavan döşemesine 10 cm mineral lifli cam yünü ısı yalıtım malzemesi uygulanmıştır. Saydam yüzeylerde plastik doğramalı çift camlı, Low-e kaplamalı, 16mm ara boşluklu pencere seçilmiş ve dış kapı olarak da ısı yalıtımlı metal kapılar tercih edilmiştir. Yapının yıllık enerji tasarrufunun 29,11 kWh/m³ 'den 22,40 kWh/m³ 'e düştüğü gözlenmiştir. Yapının toplam maliyet giderinin ise 71.369 TL olacağı hesaplanmıştır. Enerji etkin iyileştirilen yapının enerji tasarrufu 6,71 kWh/m³'dür. 2010-2013 yılları arası mevcut yapıların ortalama 4 tanesinde yapılacak bir iyileştirme çalışmasının enerji etkin olan 4 katlı bir yapının enerji tasarrufunu karşılayacağı tahmin edilmektedir.

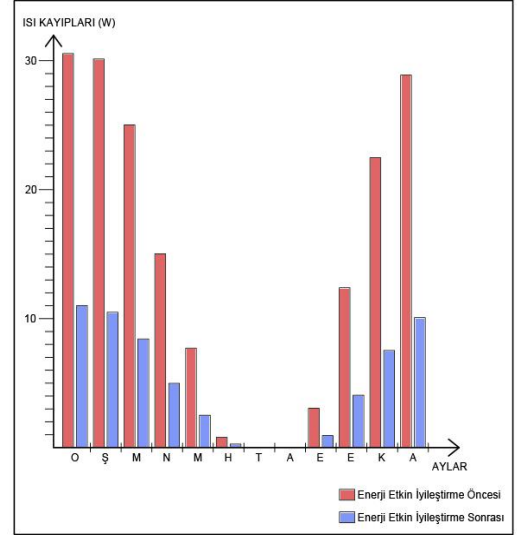
2013 yılına ait 4 katlı binada yapılan iyileştirme önerileri sonucunda sonucunda yapının çatı arası kullanılmayan yapının tavan döşemesine 12 cm mineral lifli cam yünü ısı yalıtım malzemesi uygulanmıştır. Saydam yüzeylerde plastik doğramalı çift camlı, Low-e kaplamalı, 16mm ara boşluklu pencere seçilmiş ve dış kapı olarak da ısı yalıtımlı metal kapılar tercih edilmiştir. Yapının yıllık enerji tasarrufunun 26,13 kWh/m³ 'den 19,90 kWh/m³ 'e düştüğü gözlenmiştir. Yapının toplam maliyet giderinin ise 77.897 TL olacağı hesaplanmıştır. Enerji etkin iyileştirilen yapının enerji tasarrufu 6,23 kWh/m³'dür. 2013-2022 yılları arası enerji etkinliği yeterli olmayan mevcut yapıların ortalama 4 tanesinde yapılacak bir iyileştirme çalışmasının enerji etkin olan 4 katlı bir yapının enerji tasarrufunu karşılayacağı tahmin edilmektedir.

Tablo 4.Binaların aylık ısı kayıp-kazanç tabloları

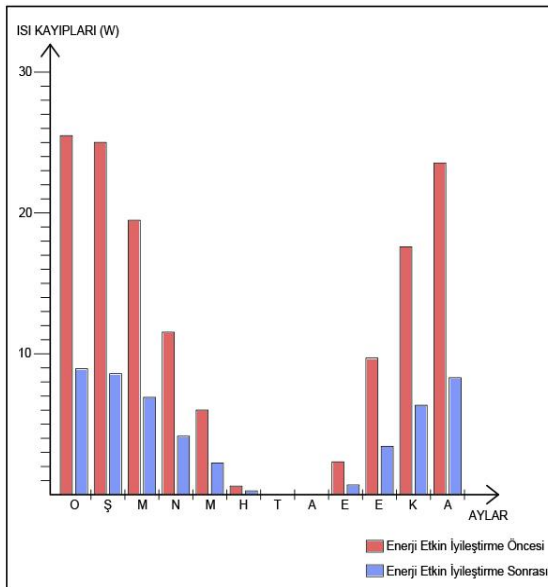
1960 yılına ait bina örneği



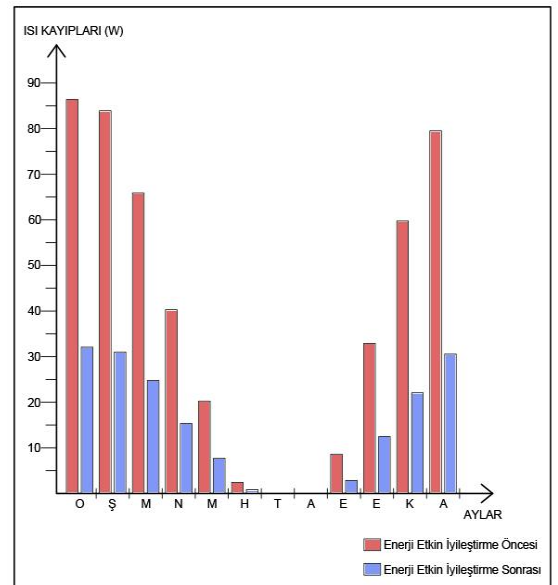
1970 yılına ait bina örneği



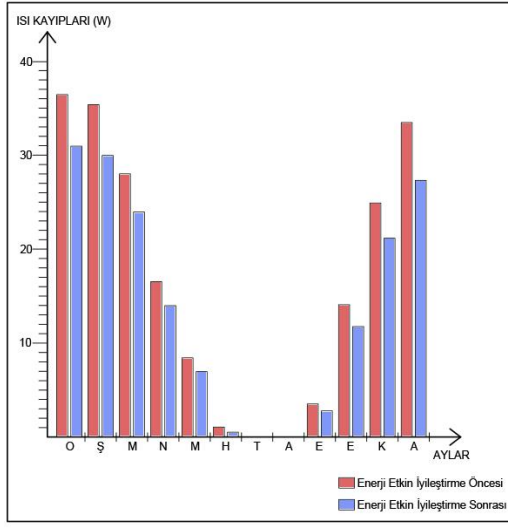
1983 yılına ait bina örneği



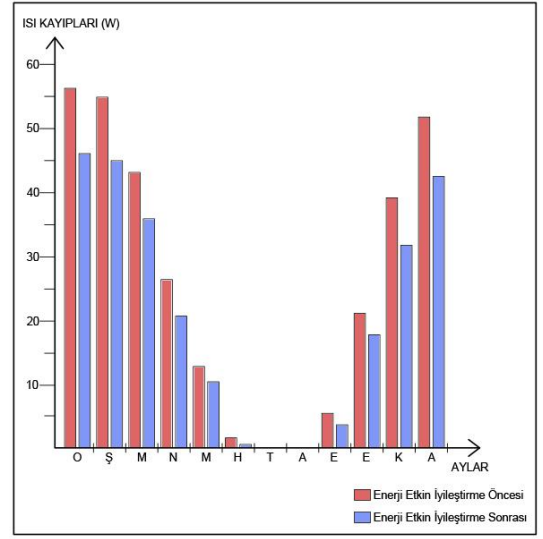
1999 yılına ait bina örneği



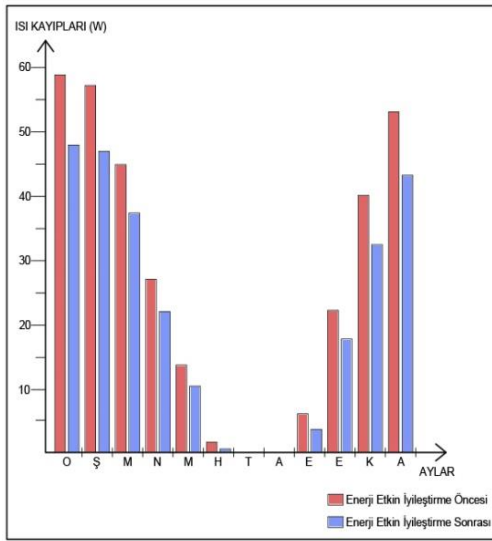
2004 yılına ait bina örneği



2010 yılına ait bina örneği



2013 yılına ait bina örneği



Yeşilyurt ilçesindeki binalarda yapılan iyileştirme sonucunda tablo 5.'de yapılarda enerji tasarrufları ve maliyetleri gösterilmiştir. Yeşilyurt ilçesinde ruhsatlı olarak bulunan bina sayısı 19.752'dir. Referans alınan binalar baz alındığında Yeşilyurt ilçesinde ruhsatlı binalarda yapılacak iyileştirmelerde toplam enerji tasarrufu 1.109.841 kWh/m³ olduğu tespit edilmiştir. Yeşilyurt ilçesinde 19.752 tane olan ruhsatlı binalarda yapılacak iyileştirmeler için oluşan maliyet gideri ise 1,276,763.57 TL'dir.

Tablo 4. Yapıların karşılaştırma tablosu

Bina Yılı	Mevcuttaki Yıllık Enerji Harcaması	Yapılan İyileştirmeler	Elde Edilen Tasarruf	Maliyet
1960	122,09 kWh/m ³	Duvar: 6 cm XPS Çatı: 10 cm cam yünü Toprağa temas eden zemin: 5 cm EPS Pencere:Plastik doğramalı Low-e çift cam Dış kapı: Isı yalıtımlı metal kapı	91,58 kWh/m ³	59.321 TL
1970	113,56 kWh/m ³	Duvar: 5 cm XPS Çatı: 10 cm taş yünü Toprağa temas eden zemin: 5 cm EPS Pencere:Plastik doğramalı Low-e çift cam Dış kapı: Isı yalıtımlı metal kapı	83,23 kWh/m ³	56.847 TL
1983	105,22 kWh/m ³	Duvar: 6 cm EPS Çatı: 8 cm cam yünü Toprağa temas eden zemin: 4 cm EPS Pencere:Plastik doğramalı Low-e çift cam Dış kapı: Isı yalıtımlı metal kapı	77,97 kWh/m ³	43.359 TL
1999	75,23 kWh/m ³	Duvar: 5 cm EPS Çatı: 12 cm taş yünü Toprağa temas eden zemin: 5 cm EPS Pencere:Plastik doğramalı Low-e çift cam Dış kapı: Isı yalıtımlı metal kapı	51,56 kWh/m ³	107.372 TL

2004	33,33 kWh/m ³	Çatı: 12 cm cam yünü Pencere:Plastik doğramalı Low-e çift cam Dış kapı: Isı yalıtımlı metal kapı	6,79 kWh/m ³	38.626 TL
2010	29,11 kWh/m ³	Çatı: 10 cm cam yünü Pencere:Plastik doğramalı Low-e çift cam Dış kapı: Isı yalıtımlı metal kapı	6,71 kWh/m ³	71.369 TL
2013	26,13 kWh/m ³	Çatı: 12 cm cam yünü Pencere:Plastik doğramalı Low-e çift cam Dış kapı: Isı yalıtımlı metal kapı	6,23 kWh/m ³	77.897 TL

5. SONUÇ

Dünyada ekonomik büyüme, nüfus artışı, kentleşme, dijitalleşme (sayısallaşma) gibi gelişmelerin nedeni olarak enerji ihtiyacında ciddi artış söz konusudur. Ülkemiz enerji konusunda dışa bağımlı bir ülkedir. Son yıllarda hızla artan enerji tüketimimiz, rezervlerin hızla azalması ve artan çevre kirliliği nedeniyle enerji konusu oldukça önem arz eder. Hızla azalan enerji için birçok tasarruf tedbirlerine gidilmeye başlanmıştır. Bunlarının başında gelen en önemli konuda, konutlarda oldukça çok tüketilen enerjinin azaltılma politikasıdır. Yapılarda bu tür tedbirler için ülkemizde birçok politika uygulanmaya başlanmıştır. Yapılarda enerji kazancı sağlamak için mevcut yapılarda enerji harcanımının azaltılması ve yeni yapılacak yapıların enerji etkin tasarlanması oldukça önemlidir. Yapıların enerji kayıp ve kazançları için, yapıdaki opak ve saydam yüzeyler oldukça büyük öneme sahiptir. Opak ve saydam yüzeyler bir yapının iç konfor şartlarının elverişli olmasını sağlayan en önemli faktörlerdir. Opak yüzeylerde zamanla oluşan deformasyonlar ve saydam yüzeylerin iklime elverişli olarak tercih edilmemesi iç konfor koşullarını oldukça kötü yönde etkiler ve yapının enerji harcanımını yükseltir. Ancak mevcut yapılarda enerji etkin iyileştirmelerde doğru seçilen ve doğru uygulanan her yapı malzemesi yapının konfor koşullarını iyileştirir ve enerji ihtiyacını düşürür. Böylece ülkemizde çevresel kirlilik azalırken ekonomik açıdan kalkınmış oluruz.

Yapılar var oldukları süreç içinde sürekli olarak bir döngü içerisinde. Üretimde, kullanım aşamasında ve yıkımlarında sürekli olarak enerji harcanımı sağlarlar ve atmosferde zehirli atıklar oluşmasına neden olurlar. Temiz bir çevre ve enerjinin daha az tüketilmesi için yapılarda enerjinin minimum kullanılmasına yönelik sistemler geliştirilmesi gereklidir. Mimarlık son yıllarda, yapıların tasarım aşamasında ve kullanım sürecinde çevreyi olumsuz yönde etkilemeyecek ve enerji etkinliğini sağlamak gibi önemli konulara oldukça dikkat etmeye başlamıştır. Yeni yapılan yapılarda bu hassasiyet yönetmelik ve mevzuatlarla beraber geniş bir aralığa yayılmıştır. Mevcuttaki yapı stoku göz önüne alındığında ise enerji harcanımının çok fazla olmasından dolayı bu konudaki tedbirlerin yalnızca yeni yapılan yapılarda değil, mevcuttaki yapı stokunda da enerji etkin iyileştirmeye gidilmesinin oldukça önemli olduğu görülmektedir.

Yapılarda enerji kazançlarının öneminin yanı sıra yapılardaki enerji etkin iyileştirmeler kullanıcı konforu içinde oldukça önemli bir yer sahiptir. Bu durum yapılarda yaşayan insanların tükettikleri enerji miktarlarının yüksek olması dolayısıyla yüksek maliyet ödemeleri ve istenilen performansı sağlayamamaları, yapılardaki enerji etkinliğini önemli hale getirmiştir. Yapılarda harcanan enerjinin büyük bir bölümü binalarda yaşayan insanların iklimsel konforunu sağlamak için mekânları ısıtmak, soğutmak ve havalandırmak için kullanılır. Bu nedenle yapılarda ısı konforu sağlamak için dış ortamla iç ortam arasındaki ısı köprülerinin oluşmasını engellemek oldukça önemlidir. İnsanların çoğunlukla yaşamlarını evlerinde geçirmeleri yapılarda uygun konfor koşullarının oluşması gerektiğini zorunlu kılmaktadır. Bu nedenle bu tezde insanların yaşamlarını sürdürdükleri yapılarda enerji etkin iyileştirme konusu ele alınmış ve binalarda ısı konforu için yapılması gerekenler anlatılmıştır.

Bu tez kapsamında 'da Malatya Yeşilyurt ilçesinde örnek binalar seçilmiştir. Seçilen bu binaların enerji etkinlikleri hesaplanmıştır. Enerji etkinlikleri hesaplanan yapıların enerji harcamaları fazla çıkmış bu nedenle yapıların opak ve saydam yüzeylerinde iyileştirmeler yapılmıştır. İyileştirme yapılan binalarda enerji tasarrufları bilgisayar programı yardımıyla hesaplanmıştır. Enerji etkin iyileştirilen yapılar enerji yönünden oldukça verimli hale gelmiştir. Bu da son zamanlarda iklimsel krizlere yol açan enerjinin korunması için oldukça önem arz etmektedir. Enerjiyi gözetmek için yapılan bu çalışmada enerji tasarrufu için yapılan iyileştirmeler için maliyet hesabı da çıkarılmıştır. Bu çalışma da Yeşilyurt ilçesinde yapılan kısmi çalışmada bile Malatya'nın enerji harcaması düzeyinde oldukça azalma olacağı saptanmıştır. Isıtma ve soğutmaya ihtiyaç duyulan şehirlerde mevcuttaki yapılar için yapılacak iyileştirmelerin enerji tasarrufu yönünden oldukça önemli olduğu gözlenmiştir.

Enerji etkin hale getirilmek için seçilmiş örnek yapılar 1960,1970,1983,1999,2004,2010 ve 2013 yıllarına ait yapılardır. Örnek yapılar senelerine göre yaygın kullanılan bina tipolojilerine sahiplerdir. Örnek yapıların yıllık ısıtma enerjileri hesaplanmış ve oldukça fazla enerji ihtiyaçları oldukları gözlemlenmiştir. Bu nedenle yapıların opak ve saydam yüzeylerinde izoder programıyla iyileştirmeler yapılmıştır. Yapıların opak olan yüzeylerine yalıtım malzemeleriyle kaplamalar yapılmış ve ısı köprülerinin oluşmaları engellenmiştir. Yalıtımı olan ancak yeterli enerji etkinliği sağlayamayan yapılar için ise yalıtımlar kalınlaştırılarak enerji etkinliği sağlanmıştır. Saydam yüzeylerinde ise ısı

geçirgenlik kat sayıları düşük olan low-e kaplamalı ısı camlarla değiştirilmiş, kapılar ise ısı yalıtımlı kapılarla değiştirilmiştir ve yapılar enerji etkin hale getirilerek enerji ihtiyaçları düşürülmüştür. Enerji etkin iyileştirme yapılan örnek binalar baz alınarak ilçedeki enerji tasarrufunun ne kadar olacağı hesaplanmış ve maliyet hesabı yapılmıştır. Kışları ısınmaya, yazları soğumaya ihtiyaç duyan ilçede hesaplanan enerji tasarrufunun oldukça yüksek olması mevcuttaki yapılarda bu tür iyileştirmelere ne kadar ihtiyacımız olduğunu göstermiştir.

Bu bağlamda, mevcuttaki yapıların enerji etkin olarak iyileştirilmesi, yapıların enerji harcamalarının ekonomiyi kötü yönde etkilemesini, çevre kirliliğini azaltma ve enerji kaynaklarının daha verimli olarak kullanılmasına oldukça fayda sağlayacağı gözlenmiştir. Mevcuttaki yapıların enerji etkin olarak iyileştirilmesi maliyetin artmasına neden olsa bile kullanım maliyetini düşürerek ekonomiye fayda sağlayacak ve çevresel kirliliği azaltacaktır. Yapılarda enerji etkin iyileştirmenin şehirlerde yönetimlerinde desteğiyle gelecek yıllarda daha da yaygınlaşarak çeşitlenmesi ve ekonomik boyuta gelmesi planlanmalıdır. Böylece daha temiz bir çevre ve enerjiyi minimumda kullanarak ekonomik kalkınma gerçekleşmiş olabilecektir. İlerleyen zamanlarda yapılan mevcut yapı iyileştirmeleriyle zamanla eski yapıların hepsinin enerji etkinliği sağlanmış olacak, şehirselleşen ve bölgesel olarak enerji tasarrufları sağlanacaktır.

Sonuç olarak enerji açısından dışa bağımlı olan ülkemizde toplum sağlığı ve konforlu yaşam şartları için yenilenebilir enerji kaynakları ve enerji etkin iyileştirmeler daha etkin kullanılıp dışa bağımlılığımız minimum seviyeye indirilmelidir. Gelecek nesillere ekolojik çevreyi bozmadan daha temiz bir dünya sunabilmek amacıyla yapılarda enerji tasarrufu sağlamak için gerekli yasal düzenlemeler yapılmalı ve kullanıcıların bu düzenlemelere dikkat etmeleri oldukça önem arz etmektedir.

KAYNAKÇA

<https://www.kiremitcati.com/project/cati-izolasyonu-2/>

Akkoyunlu, A. (2006). Türkiye’de Enerji Kaynakları ve Çevreye Etkileri. *1. Ulusal Türkiye’de Enerji ve Kalkınma Sempozyumu’na Sunulan Bildiri*. İstanbul : Tasam ve Bahçeşehir Üniversitesi .

Aksamija, A. (2013). *Sustainable Facades*. Wiley.

Altundaş, C. (2018). Bir Ofis Binasının Isıl Performansını Arttırmaya Yönelik İyileştirme Önerileri . *Yüksek Lisans Tezi* . Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

ASHRAE. (1997). Handbook: Fundamentals, Chapter 29, Fenestration. *American Society Of Heating, Refrigerating And Air Conditioning Engineers, Inc.* USA.

ASHRE. (2009). 2009 Handbook: Fundamentals, Chapter 15, Fenestration. *American Society Of Heating, Refrigerating And Air Conditioning Engineers, Inc.* USA.

Ayçam, İ., & Utkuğ, G. (1999). Farklı Malzemelerle Üretilen Pencere Tiplerinin Isıl Performanslarının İncelenmesi ve Enerji Etkin Pencere Seçimi. *IV. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi*. İzmir.

Ayçam, İ. (2006). Türkiye derece gün bölgelerinde ısıtma gerektiren dönem için alçak katlı konut binalarında uygun cam tiplerinin saptanmasına yönelik bir yöntem. *Doktora Tezi*. Ankara: Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Ayçam, İ., & Hasımaden, F. (2015, Mayıs). Mevcut Ofis Binalarında Şeffaf Kabağa Yönelik Enerji Etkin Yenilemenin Önemi ve Alan Çalışması. *International Sustainable Buildings Symposium*. Ankara.

Baker, N. (2009). Strategy for Low-E mission Refurbishment. *The Handbook of Sustainable Refurbishment Non-Domestic Building*.

Baker, N. (2009). *The Handbook of Sustainable Refurbishment*. London: Earthscan.

- Başarır, B. (2013). Binalarda Cephe Yenileme Gereksinimleri Ve Çözüm Teknikleri. *Yüksek Lisans Tezi*. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Başarır, B., & Diri, B. (2014). Bina Cephelerinin Yenilenmesinde Kullanılan Stratejiler. *Çatı ve Cephe*.
- Bektaş, V., Çerçevik, A. E., & Kandemir, S. (2017). Binalarda Isı Yalıtımının Önemi ve Isı Yalıtım Malzemesi Kalınlığının Yalıtıma Etkisi. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 36-42.
- Beytekin, H. E. (2016). Yapı Kabuğunun Enerji Etkinliği Açısından İncelenmesi Ve Değerlendirilmesi. *Yüksek Lisans Tezi*. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Binalarda Enerji Performans Yönetmeliği ve Enerji Etkin Bina Tasarım Prensipleri. (2010). *Yönetmelik*. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı.
- Binalarda Enerji Verimliliği AB ve Türk Mevzuatı. (2016, Mayıs). *Binalarda Enerji Verimliliğinin Artırılması İçin Teknik Yardım Projesi*. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı.
- Binalarda Isı Yalıtımı ve Isı Yalıtım Malzemeleri. (2015). *İMO Yapı Malzemeleri Komisyonu**, 62-74.
- Candan, N. (2007, Eylül). Isı Yalıtım Sistemleri ve Özelliklerinin Karşılaştırılması. *Yükse lisans tezi*. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Chen, C. (2011). A Study On The Renewal Construction Of Office Building Exterior. *2011 International Conference on Green Buildings and Sustainable Cities* (s. 155-162). Taiwan: Elsevier Ltd.
- Cirit, A. (2012). Binalarda güneş kontrol elemanlarının soğutma enerjisi yüklerine etkisinin irdelenmesine ilişkin bir çalışma. *Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Deniz, A. (2018). Yapı Kabuğunun Düşük Maliyetli Enerji Etkin İyileştirilmesine Yönelik Bir Yaklaşım Kamu Yapısı Örneği . *Yüksek Lisans Tezi* . İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü .

- Dewick, P., & Miozzo, M. (2002). Sustainable Technologies and The Innovation Regulation Paradox.
- Döşeme ve Duvarlarda Isı Yalıtımı. (2015). *İnşaat Teknolojisi*. Ankara: T.C. Milli Eğitim Bakanlığı.
- Ebbert, T. (2010). Re-Face:Refurbishment Strategies for the Technical Improvement of Office Façades. Delft University of Technology,Building Technology Department.
- Erçin, Ç. (2005). Mimarlıkta İklim Faktörü ve Bu Faktöre Bağlı Olarak Konut Alanlarında Fiziksel Yerleşme Yoğunluğunun Belirlenmesi İçin İlkeler. *Yüksek lisans tezi*. Yakın Doğu Üniversitesi Fen ve Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Ergün, A., & Kürklü, G. (2010). Çatı Tasarımı ve Uygulamasında Karşılaşılan Detay Hataları. *Çatı ve Cephe*.
- Erturan, B., & Eren, Ö. (2014). Bina Cephelerinin Yenilemesine Karar Vermek İçin Kullanılabilecek Bir Değerlendirme Modeli. *Doktora Tezi*. İstanbul: Mimar Sinan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Erturan, B., & Eren, Ö. (2018). Bina Cephelerinin Yenilemesine Karar Vermek İçin Kullanılabilecek Bir Değerlendirme Modeli. *Megaron*, 24-38.
- ETKB. (2017). Dünya ve Türkiye Enerji ve Tabii Kaynaklar Görünümü. Strateji Geliştirme Başkanlığı .
- Gezer, İ., Özcan, Ş., Tuğrulca, O., Özbudak, K., Korkmaz, A., & Kabadayı, S. (2011, Mart). Malatya Vizyon 2023. *Bilgi Yolu Eğitim Kültür ve Sosyal Araştırmalar Merkezi*. Fırat Kalkınma Ajansı.
- Gong, W., loveday, D., & Thomas, N. (2014). A study on major sustainable refurbishment methods for high-rise.
- Gönüloğlu, O., & Altın, M. (2013). Binaların enerji etkinlik bakımından iyileştirme uygulamalarının örnekler üzerinden irdelenmesi. *11. Ulusal Tesisat Kongresi*.
- Huang, Y., Qi, R., & Mi, L. (2017). Investigation on energy-efficient retrofitting measures on commercial building external walls in cooling-dominate cities . *10th International Symposium on Heating*.

- İnce, A. Binaların Isı Yalıtımı . TMMOB Makina Mühendisleri Odası.
- İşbilir, D. (2009). Binalarda Isı Yalıtım Uygulamaları ve Sorunlarının Araştırılması. *Yüksek lisans tezi*. Konya: Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- izoder. <https://www.izoder.org.tr/dosyalar/catilardaisiyalitimi.pdf> adresinden alınmıştır
- İzoder. (2015). İzoder Pazar Araştırması. *İzoder Isı Su Ses ve Yangın Yalıtımcıları Derneği*. istanbul.
- İzoder TS 825 Hesap Programı*. (2021, Mart 25). <https://www.izoder.org.tr> adresinden alınmıştır
- Kabakçı, O. K. (2019). Binalarda Enerji Verimliliği. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı.
- Karakoç, H., Turan, O., Binyıldız, E., & Ode, E. Y. (8 Ekim 2012). Binalarda Isı Yalıtımı Yapılacak Yerler. *Yalıtım*.
- Kavak, K. (2005). Dünyada Ve Türkiye'de Enerji Verimliliği Ve Türk Sanayiinde Enerji Verimliliğinin İncelenmesi. *Uzmanlık Tezi*. Ankara: Devlet Planlama Teşkilatı.
- Kaymaz, H. İ. (2014, Haziran). Malatya Şehrinin Mekansal Gelişimi. *Yüksek Lisans Tezi*. Kahramanmaraş: Kahramanmaraş Sütcü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü.
- Kına, Y. E. (2006). Duvar ve Döşeme Tasarımında Malzeme Seçim Yardımcılarının Belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Kınay, U. (2015). Bina Kabuğundaki Saydam ve Opak Bileşenlerin Enerji Tüketimine Etkisinin Analizi. *Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul: İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.
- König, H. (2010). A Life cycle approach to buildings: principles.
- Kwok, A., & Grondzik, W. (2007). The Green Studio Handbook. *Elsevier*. Burlington.
- Manioğlu, G. (2002). Bina kabuğu ve ısıtma sistemi işletme biçiminin ekonomik analizi. *İtü Dergisi/a*.
- Mumovic, D., & Mat, S. (2019). *A Handbook Of Sustainable Building Design And Engineering*. Taylor and Francis.

- Namlı, A. (2015). Mevcut Konut Yapılarının Enerji Etkin İyileştirilmesi: Namlı evi. *Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul: Bahçeşehir Üniversitesi.
- Onar, İ. (2010, Şubat). Enerji Etkin Duvar Sistemlerinin Çok Katlı Yapılara Uygulama Olanaklarının Araştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü .
- Örkmez, A., & Çetiner, İ. (2012). Çift Kabuk Cephe Sistemlerinin İç Mekan Isıl Konforuna Etkisi . 6. *Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu* . Bursa: Uludağ Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi .
- Özbalta, T. G., & Özbalta, N. (2012). Dış Duvarda Isıl Davranışların Mekan Konforuna Etkisi. *Tesisat Mühendisliği*, 36-46.
- Özkan, E., Tavil, A., & Şahal, N. (1997). Mevcut Konutların Rehabilitasyonunda Yapı Kabuğunun Enerji Etkin Yenilenerek Geliştirilmesi. *TÜBİTAK Araştırma Projesi*.
- Öztürk, M., Çetinkaya, G., & Aydın, S. (2017). Köppen-Geiger İklim Sınıflandırmasına Göre Türkiye'nin İklim Tipleri. *Coğrafya Dergisi*. 17-27.
- Papadopoulus, A. (2005). State of the Art in Thermal Insulation Materials and Aims For Future Developments. *Energy and Buildings*.
- Pohoryles, D., Maduta, C., Bournas, D., & Kouris, L. (2020). Energy performance of existing residential buildings in Europe: A novel approach combining energy with seismic retrofitting. *Energy & Buildings*.
- Resmi Gazete. (2008). *Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği*. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı.
- Sağlam, N. G., & Yılmaz, A. Z. (2015). Avrupa Birliği Direktifi Doğrultusunda Binalarda Yaklaşık Sıfır Enerji Düzeyinin Akdeniz Ülkesi Olan Türkiye'de Konut Binaları İçin Belirlenmesine Yönelik Uygulama Örneği. *Tesisat Mühendisliği*, 82.
- Selkowitz, S. (1979). Thermal Performance of Insulating Window Systems. *ASHRAE 1979 Annual Meeting*.

- Sert, F. (2007). Mimaride İyileştirme ve Yeniden Düzenleme İlkelerinin Tartışılması: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Dardanos Yerleşkesi Örneği. *Yüksek Lisans Tezi*. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Shah, S. (2012). *Sustainable Refurbishment*. Chichester, West Sussex: Wiley-Blackwell.
- Stack, A., Goulding, J., & Lewis, J. (2010). Shading Systems. *Energy Research Group University College Dublin*. Dublin.
- Sunkar, M., Hatun, Ü., & Toprak, A. (2013). Malatya Havzası ve Çevresinde İklim Özelliklerinin Meyveciliğe Etkisi. *3rd International Geography Symposium*.
- Süt, G. (2013). Türkiye derece gün bölgelerinde mevcut çok katlı konut binalarının dış kabuğunda yapılacak enerji etkin yenileme stratejileri. *Yüksek Lisans Tezi*. Ankara.
- Şahinoğlu, S. (2012). Gölge elemanlarının pencerenin ısıtma/soğutma enerjisi ve görsel konfor performansına etkisinin değerlendirilmesi. *Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Taşkıran, G., & Öztürk, M. *Çatı Sanayici ve İşadamları Derneği* . <http://www.catider.org.tr/index.php?action=page&id=270> adresinden alınmıştır
- Tıkr, A. (2009, Mayıs). İstanbul'da Mevcut Bir Konutun Dış Kabuğunun Enerji Etkin Yenilenmesi ve Ekonomik Etkinliğinin Değerlendirilmesi Yönelik Bir Çalışma . *Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü .
- Toydemir, N., & Bulut, Ü. (2010). *Çatılar*. Yem Yayınevi.
- Tozam, İ. (2016). Kentsel Isı Adası Etkisinin Azaltılmasında Çatıların Değerlendirilmesi: Yeşil Çatılar ve Serin Çatılar. *Yüksek Lisans Tezi*. Arel Üniversitesi.
- TSE825. (2008). Binalarda Isı Yalıtımı Kuralları. Ankara: Türk standartları Enstitüsü.
- (2020). *TÜİK*. Türkiye İstatistik Kurumu.
- TÜİK. (2001). Türkiye İstatistik Kurumu. *Bina sayımı 2000*. Ankara.

- Türkmen, M. (2016). Bina Kabuğunda Isı Yalıtımı Uygulamalarının Yapısal Performansı ve Etkinliğinin İstanbul'da Bir Alan Çalışması ile İncelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Ünalın, H. (2003, Mayıs). Yapı Kabuğunda Isı Yalıtımının İrdelenmesi ve Anadolu Üniversitesi Lojmanları Örneği. *Yüksek Lisans Tezi*. Anadolu Üniversitesi.
- Ünalın, H., Gökaltun, E., & Uğurlubilek, R. (2006). Yapı Kabuğunda Isı Kayıplarının Azaltılması ve Bir İyileştirme Projesi Örneği. *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, 49-56.
- Xing, Y., Hewitt, N., & Griffiths, P. (2011). Zero carbon buildings refurbishment—A Hierarchical pathway.
- Yalçın İzolasyon*. (2019). <https://yalcinizolasyon.com/cati-uygulamalari> adresinden alınmıştır
- Yarıcı, S. (2020). Konut Pencerelerinin Seçiminde Kullanıcı Tercihleri ve Karşılaşılan Sorunlar; İstanbul-Anadolu Yakası Örneği. *Yüksek Lisans Tezi*. Düzce Üniversitesi.
- Yılmaz, A. (2012, Temmuz). Apartmanların Dış Kabuğuna Uygulanan Isı Yalıtımının Bina Enerji Performansına Etkisi (Konya ve Erzincan Örneği). *Yüksek lisans tezi*. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Yılmaz, G. H. (2009). Binalarda dış duvarlarda kullanılan ısı yalıtım kaplamalarının enerji korunum performansları açısından incelenmesi. *Yüksek lisans tezi*. Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Yılmaz, Z. (2010). Akıllı Binalar ve Yenilenebilir Enerji. İstanbul.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Aslıhan Özata

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : 2018, *KTO Karatay Üniversitesi, Güzel Sanatlar ve Tasarım Fakültesi, Mimarlık Bölümü*

Yüksek Lisans Öğrenimi : 2021, *KTO Karatay Üniversitesi, Güzel Sanatlar ve Tasarım Fakültesi, Mimarlık Bölümü*

Bildiği Yabancı Diller : *İngilizce*

İŞ DENEYİMİ

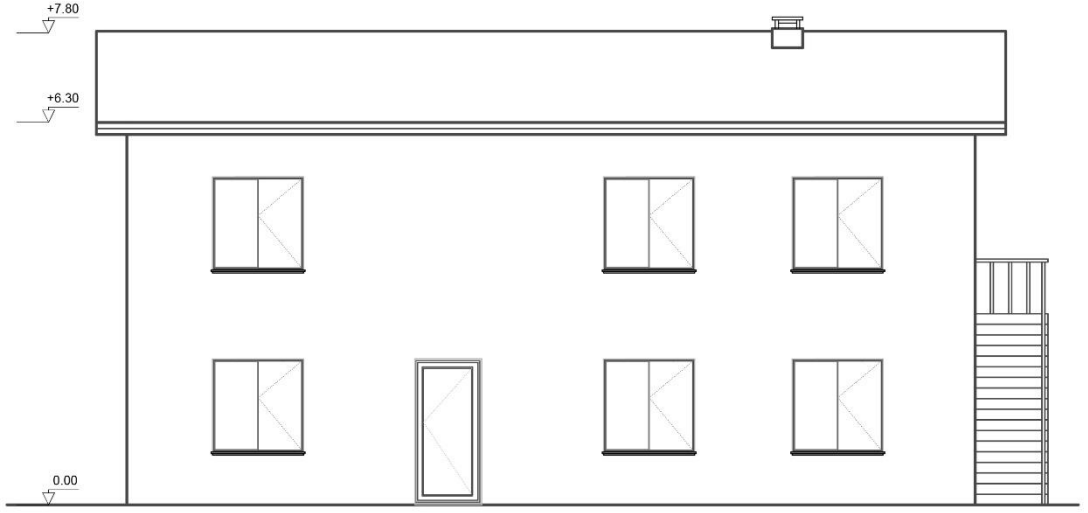
Stajlar : 2016, *Şantiye Stajı, Korkmaz Beton*

2017, *Büro Stajı, Menekşe Mimarlık*

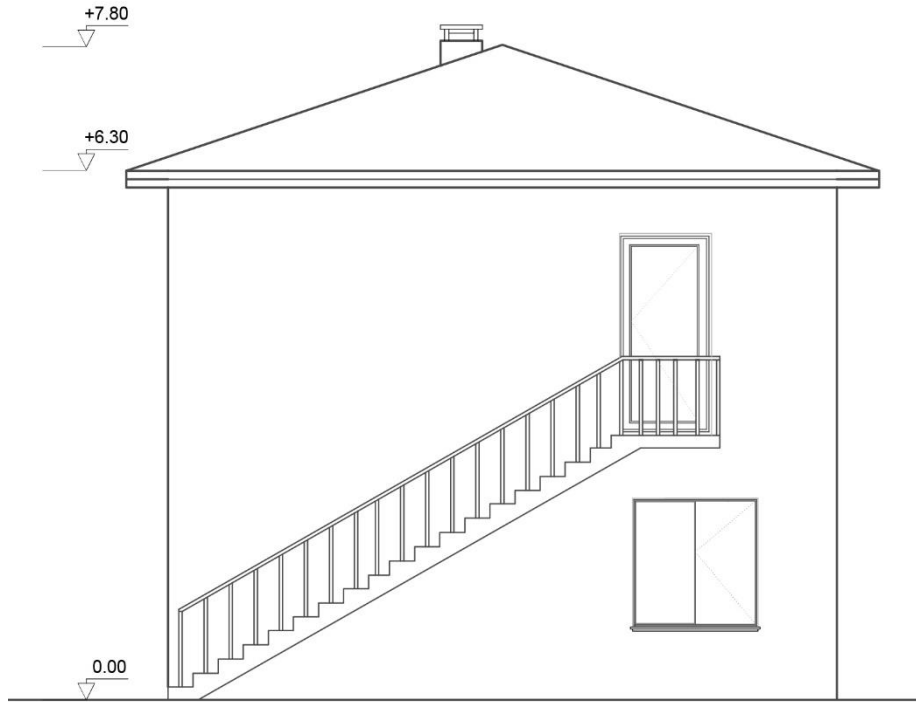
Çalıştığı Kurum : Serbest Mimar

Tarih: 4 Şubat 2022 *Tez Savunma Tarihi*

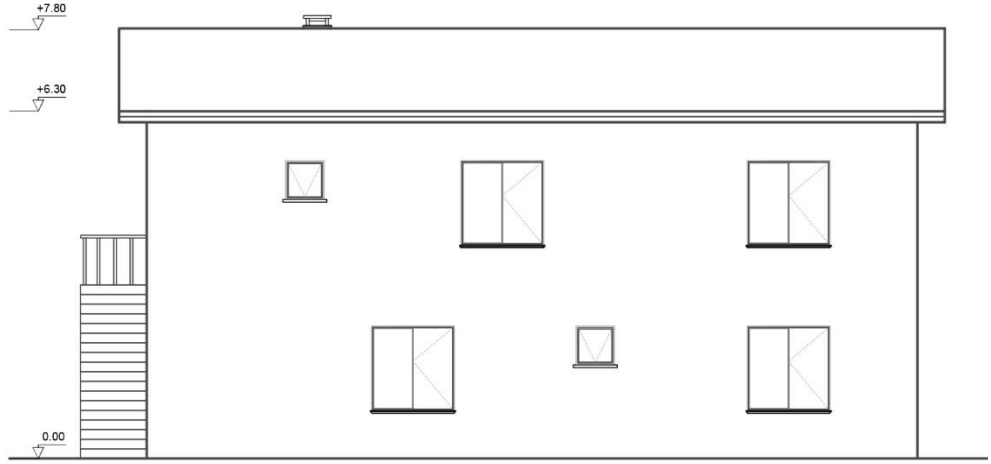
EK -1



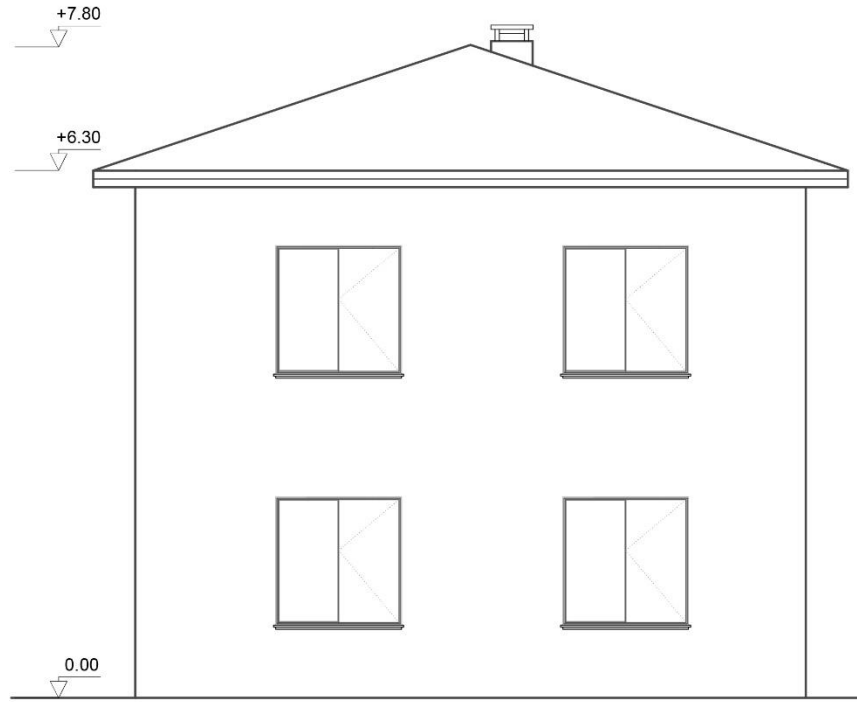
Şekil 7.1. 1960 Binası Ön Görünüş



Şekil 7.2. 1960 Binası Sağ Yan Görünüş

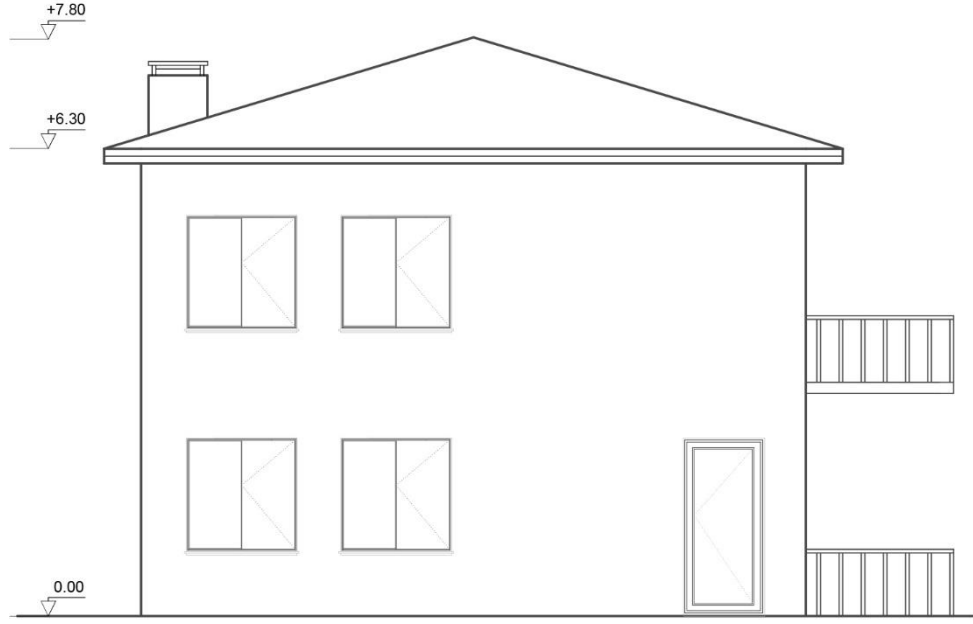


Şekil 7.3. 1960 Binası Arka Görünüş

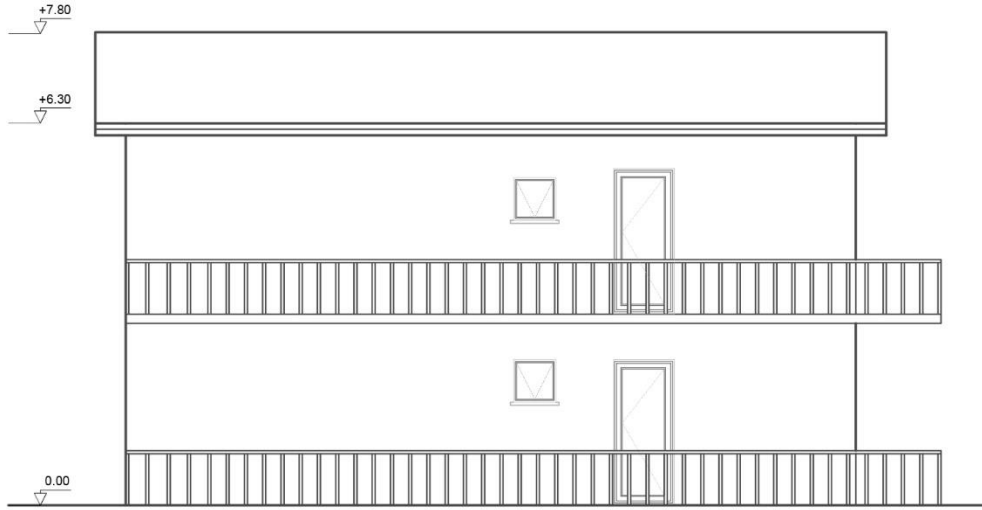


Şekil 7.4. 1960 Binası Sol Yan Görünüş

EK -2



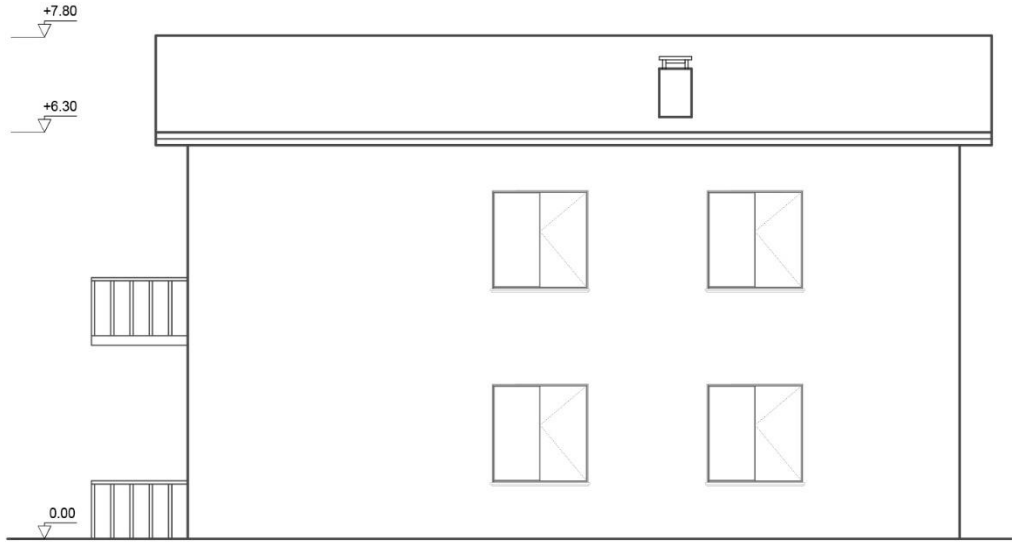
Şekil 7.5. 1970 Binası Ön Görünüş



Şekil 7.6. 1970 Binası Sağ Yan Görünüş



Şekil 7.7. 1970 Binası Arka Görünüş



Şekil 7.8. 1970 Binası Sol Yan Görünüş

EK -3

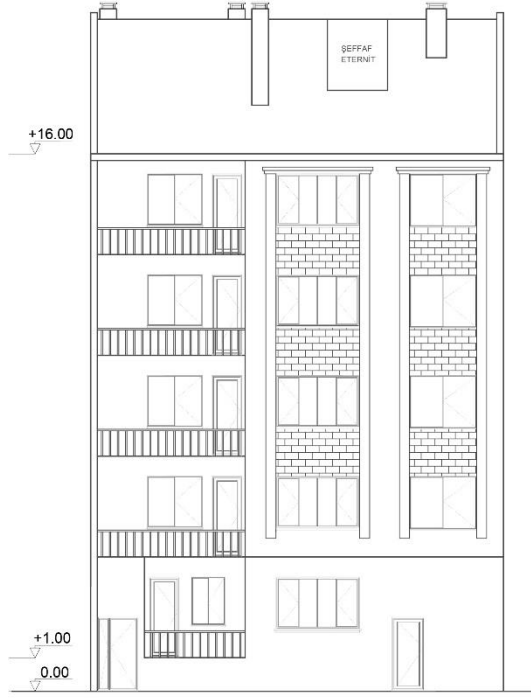


Şekil 7.9. 1983 Binası Ön Görünüş

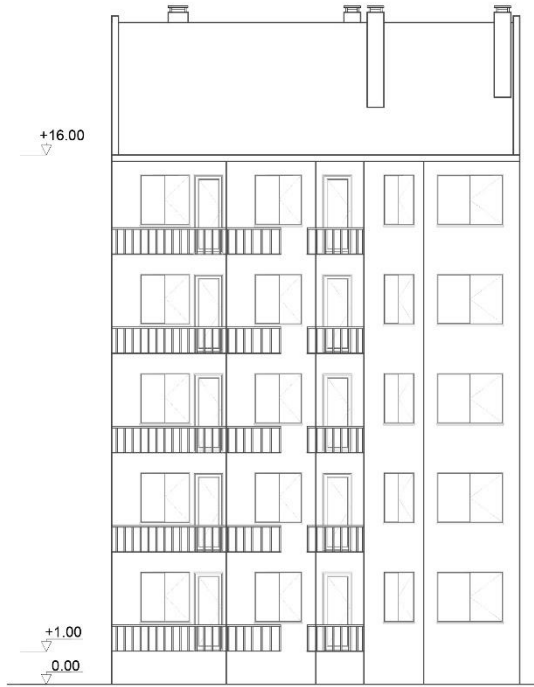


Şekil 7.10. 1983 Binası Arka Görünüş

EK -4

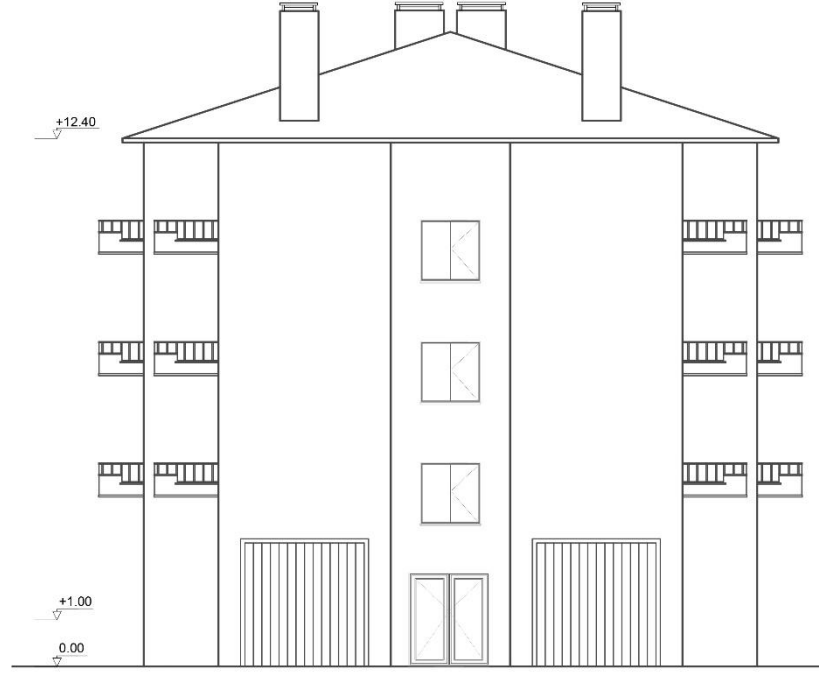


Şekil 7.11. 1999 Binası Ön Görünüş



Şekil 7.12. 1999 Binası Arka Görünüş

EK -5



Şekil 7.13. 2004 Binası Ön Görünüş



Şekil 7.14. 2004 Binası Sağ Yan Görünüş



Şekil 7.15. 2004 Binası Sol Yan Görünüş

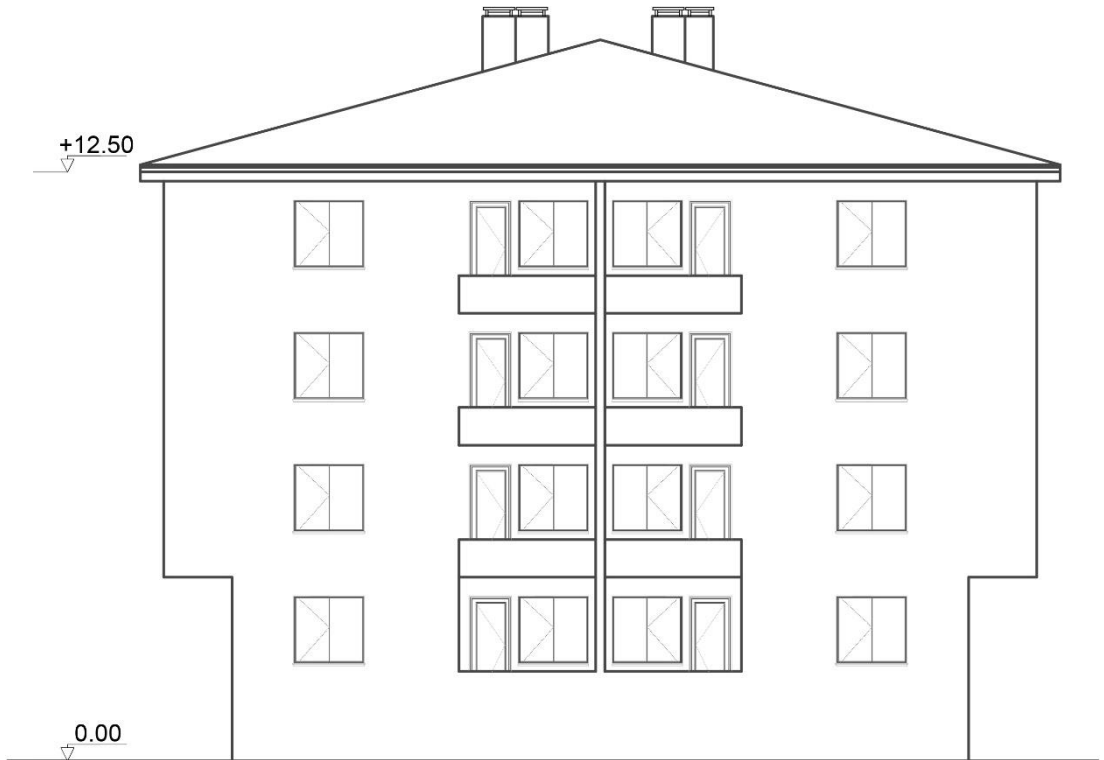


Şekil 7.16. 2004 Binası Arka Görünüş

EK -6



Şekil 7.17. 2010 Binası Ön Görünüş



Şekil 7.18. 2010 Binası Arka Görünüş

EK -7



Şekil 7.19. 2013 Binası Ön Görünüş



Şekil 7.20. 2013 Binası Sağ Yan Görünüş



Şekil 7.21. 2013 Binası Sol Yan Görünüşü



Şekil 7.22. 2013 Binası Arka Görünüşü