

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BİNALARDA ISI PAY ÖLÇER UYGULAMASININ ISITMA ENERJİSİ
HARCAMALARININ DENGELİ BİR BİÇİMDE PAYLAŞTIRILMASI
AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Soner SALTİ

Mimarlık Anabilim Dalı

Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi Programı

OCAK 2015

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BİNALARDA ISI PAY ÖLÇER UYGULAMASININ ISITMA ENERJİSİ
HARCAMALARININ DENGELİ BİR BİÇİMDE PAYLAŞTIRILMASI
AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Soner SALTİ
(502121515)**

Mimarlık Anabilim Dalı

Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi Programı

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Gülten MANİOĞLU

OCAK 2015

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 502121515 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Soner SALTİ**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı **“BİNALARDA ISI PAY ÖLÇER UYGULAMASININ ISITMA ENERJİSİ HARCAMALARININ DENGELİ BİR BİÇİMDE PAYLAŞTIRILMASI AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Yrd. Doç Dr. Gülten MANİOĞLU**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Gülay Zorer GEDİK**
Yıldız Teknik Üniversitesi

Yrd. Doç Dr. Murat ÇAKAN
İstanbul Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : **11 Aralık 2014**
Savunma Tarihi : **20 Ocak 2015**

Düşlerinde özgür DÜNYA olan herkese,

ÖNSÖZ

Çalışmamın tamamlanmasında emeği geçen O. Oğul KÖSEOĞLU ve Anıl OLCAN'a, yüksek lisans eğitimime başlamamdan itibaren ve bu çalışmanın ortaya çıkmasında bilgi birikimini benimle paylaşan, yardımını her zaman hissettiğim danışmanım Yrd. Doç. Dr. Sayın Gülten MANİOĞLU'na teşekkür ederim.

Ocak 2015

Soner SALTİ
(İnşaat ve Çevre Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xv
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xv
ŞEKİL LİSTESİ.....	xviii
ÖZET.....	xix
SUMMARY	xix
1. GİRİŞ	1
1.1 Tezin Amacı	1
1.2 Literatür Araştırması	2
1.3 Hipotez	2
2. İKLİMSSEL KONFOR VE ISITMA ENERJİSİ HARCAMALARININ DENGELİ BİR BİÇİMDE PAYLAŞTIRILMASI	3
2.1 İklimsel Konfor Gereksinmesi	3
2.1.1 İklimsel konfor koşullarını etkileyen faktörler	3
2.1.2 Çevresel değişkenler	3
2.1.2.1 Dış çevresel değişkenler	4
2.1.2.2 İç çevresel değişkenler	5
2.1.3 Kullanıcıya ilişkin değişkenler.....	6
2.2 Binalarda Mekanik Isıtma Gerekliliği.....	6
2.3 Isıtma Enerjisi Harcamalarının Dengeli Bir Biçimde Paylaştırılması Gereksinimi ve Pay Ölçer Uygulaması	7
2.4 Isıtma Enerjisi Harcamalarının Dengeli Bir Biçimde Paylaştırılmasında Etkili Olan Binaya İlişkin Değişkenler	8
3. BİNALARDA ISI PAY ÖLÇER SİSTEMİNİN UYGULANMASI	9
3.1 Türkiye’de ki Yasa ve Yönetmelikler ile Isı Pay Ölçer Uygulaması	10
3.2 Dünya’da Enerji Harcamalarının Dengeli Dağılımına Yönelik Uygulamalar	12
3.3 Isı Pay Ölçer Sistemlerinin Özellikleri ve Çalışma Prensipleri	13
3.4 Isı Pay Ölçer Sistemlerinde Karşılaşılan Sorunlar	16
3.4.1 Eski binaların yaşadığı sorunlar	17
3.4.2 Isı pay ölçer sisteminde tüketim değerlerinin hesaplanmasındaki sorunlar.....	17
3.4.3 Sistemin müdahalelere açık olması.....	18
3.4.4 Tesisatta karşılaşılan sorunlar	18
3.4.5 Uygulayıcı firmalardan kaynaklanan sorunlar	19
3.4.6 Hacmin bina içindeki konumuna bağlı olarak karşılaşılan sorunlar	20
4. BİNALARDA ISI PAY ÖLÇER UYGULAMASININ ISITMA ENERJİSİ HARCAMALARININ DENGELİ BİR BİÇİMDE PAYLAŞTIRILMASI AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ	21
4.1 Dış Çevreye Ait İklim Verilerinin Toplanması.....	21
4.2 İç Çevreye Ait İklim Verilerinin Toplanması	21

4.3 Mekanik Isıtma Enerjisi Tüketimlerini Etkileyen Binaya İlişkin Değişkenlerin Belirlenmesi.....	22
4.3.1 Binanın yerinin belirlenmesi	22
4.3.2 Binanın diğer binalara göre konumunun belirlenmesi	22
4.3.3 Binanın formunun belirlenmesi.....	23
4.3.4 Binanın hacimlerinin bina içindeki konumlarının belirlenmesi.....	23
4.3.5 Binanın mekanik ısıtma sistemlerine ait değişkenlerin belirlenmesi	24
4.3.5.1 Mekanik ısıtma sisteminin işletme biçiminin belirlenmesi	24
4.3.5.2 Mekanik ısıtma sistemine bağlı olarak ısı zonların belirlenmesi	25
4.3.5.3 Mekanik ısıtma sistemi dizayn kapasitesinin belirlenmesi	25
4.3.5.4 Mekanik ısıtma sisteminde kullanılacak kazanın seçilmesi ve ısıtma sistemine ilişkin çalışma şartlarının ve diğer ekipmanların belirlenmesi.....	26
4.3.5.5 Yapma aydınlatma sistemi	27
4.3.6 Bina kabuğunun optik ve termo fiziksel özelliklerinin belirlenmesi	27
4.3.7 Mevcut binanın ısı zonlarına bağlı olarak yıllık toplam ısıtma enerjisi tüketiminin hesaplanması	29
4.3.7.1 Bina kabuğunun TS 825 binalarda ısı yalıtım kuralları standardına uygun şekilde iyileştirilmesi ve hesaplamaların tekrarlanması	30
4.3.7.2 En çok ısıtma enerji harcaması gerçekleşen ısı zonların belirlenmesi ve bu ısı zonlar için iyileştirme önerilerinin geliştirilmesi.....	30
4.3.7.3 Binanın tüm ısı zonlarında gerçekleşen ısıtma enerjisi harcamalarının ve binanın birincil enerji harcamasının değerlendirilmesi	31
5. BİNALARDA ISI PAY ÖLÇER UYGULAMASININ ISITMA ENERJİSİ HARCAMALARININ DENGELİ BİR BİÇİMDE PAYLAŞTIRILMASI AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ: İSTANBUL ATAÖY'DE BİR KONUT ÖRNEĞİ.....	33
5.1 Dış Çevreye Ait İklim Verilerinin Toplanması.....	33
5.2 İç Çevreye Ait İklim Verilerinin Toplanması	33
5.3 Mekanik Isıtma Enerjisi Tüketimlerini Etkileyen Binaya İlişkin Değişkenlerin Belirlenmesi.....	34
5.3.1 Binanın yerinin belirlenmesi	34
5.3.2 Binanın diğer binalara göre konumunun belirlenmesi	34
5.3.3 Binanın formunun belirlenmesi.....	35
5.3.4 Binanın hacimlerinin bina içindeki konumlarının belirlenmesi.....	36
5.3.5 Binanın mekanik ısıtma sistemlerine ait değişkenlerin belirlenmesi	37
5.3.5.1 Mekanik ısıtma sistemine bağlı olarak ısı zonların belirlenmesi	37
5.3.5.2 Yapma aydınlatma sistemine ilişkin değişkenlerin belirlenmesi	37
5.3.5.3 Mekanik ısıtma sistemi dizayn kapasitesinin belirlenmesi	38
5.3.5.4 Mekanik ısıtma sisteminde kullanılacak kazanın ve ısıtma sistemine ilişkin çalışma şartlarının ve diğer ekipmanların seçilmesi.....	39
5.3.6 Bina kabuğunun optik ve termo fiziksel özelliklerinin belirlenmesi	40
5.3.7 Mevcut binanın ısı zonlarına bağlı olarak yıllık toplam ısıtma enerjisi harcamalarının hesaplanması	41
5.3.7.1 Bina kabuğunun TS 825 binalarda ısı yalıtım kuralları standardına uygun şekilde iyileştirilmesi ve hesaplamaların tekrarlanması	42
5.3.7.2 En çok ısıtma enerji harcaması gerçekleşen ısı zonların belirlenmesi ve bu ısı zonlar için iyileştirme önerilerinin geliştirilmesi.....	45
5.3.7.3 Binanın tüm ısı zonlarında gerçekleşen ısıtma enerjisi harcamalarının ve binanın birincil enerji harcamasının değerlendirilmesi	48
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	53

KAYNAKLAR	57
ÖZGEÇMİŞ.....	59

KISALTMALAR

AB	: Avrupa Birliği
TS	: Türk Standardı
EN	: European Norm
EKB	: Enerji Kimlik Belgesi
BEP-TR	: Binalarda Enerji Performansı
EPW	: Energyplus Weather
XPS	: Ekstrüde Polistren Köpük

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 3.1 : Avrupa Birliği üye ülkeleri için yıllık, birincil, ısıtma ve ısıtma-soğutma enerji tüketimi sınır değerleri.....	13
Çizelge 3.2 : Termostatik vana kullanım değerleri.....	16
Çizelge 5.1 : Dairelerdeki ısıtma yükleri.....	39
Çizelge 5.2 : Mevcut bina kabuğu termofiziksel özellikleri.....	41
Çizelge 5.3 : TS 825'e göre 2. Bölge sınır U değerleri	42
Çizelge 5.4 : Bina kabuğu termofiziksel özellikleri Öneri TS 825.....	43
Çizelge 5.5 : Mevcut bina ve Öneri TS 825 yıllık ısıtma enerjisi harcamalarının karşılaştırılması	44
Çizelge 5.6 : Öneri-1, 2, 3, 4 ve 5 sonucunda bina kabuğunun termofiziksel özellikleri.....	46
Çizelge 5.7 : Isıtma enerjisi tüketimi en düşük ısıl zonun seçilmesi ve diğer ısıl zonlar ile arasındaki harcamanın oranı.....	50

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 3.1 : Çok kolonlu ve tek kolonlu merkezi ısıtma sistemleri	14
Şekil 3.2 : Isı pay ölçer ve termostatik vana	15
Şekil 5.1 : Binanın diğer binalara göre konumu	34
Şekil 5.2 : 21 Ocak saat 08:00 – 16:00 arası için gölge analizleri	35
Şekil 5.3 : Binanın Design Builder ile yapılan modeli	36
Şekil 5.4 : Güney cephesinde dairelerin bina içindeki farklı konumları	36
Şekil 5.5 : Binanın normal kat planı, 1/300 ölçek	37
Şekil 5.6 : Binanın zemin kat planı, 1/300 ölçek	37
Şekil 5.7 : Kullanılan mekanik ısıtma sisteminin modellemedeki şematik ifadesi ...	40
Şekil 5.8 : Mevcut binada ısıl zonlara göre yıllık ısıtma enerjisi harcamaları	42
Şekil 5.9 : Öneri TS 825 sonrası ısıl zonlara göre yıllık ısıtma enerjisi harcamaları	44
Şekil 5.10 : Geliştirilen yeni öneriler sonucunda ısıl zonların yıllık ısıtma enerjisi harcamaları	47
Şekil 5.11 : Binanın mevcut hali, TSE 825 ve yapılan beş öneri sonucunda ısıl zonlarda gerçekleşen ısıtma enerjisi tüketim değerleri karşılaştırılması .	48
Şekil 5.12 : Bina kabuğunda yapılan iyileştirmeler sonucu ısıl zonların yıllık ısıtma enerjisi harcama değerlerinin dağıtım grafikleri yardımıyla gösterilmesi	49
Şekil 5.13 : Binanın mevcut, Öneri TSE 825 ve Öneri-5'te tüketmiş olduğu birincil enerjinin (kWh/m ²) Avrupa Birliği üye ülkelerin sınır değerleri ile karşılaştırılması	52

BİNALARDA ISI PAY ÖLÇER UYGULAMASININ ISITMA ENERJİSİ HARCAMALARININ DENGELİ BİR BİÇİMDE PAYLAŞTIRILMASI AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

ÖZET

Türkiye’de tüketilen enerjinin büyük bir bölümü ithal edilmekte ve her sene enerji bakımından diğer ülkelere daha da bağımlı hale gelinmektedir. Toplam tüketilen enerjinin oldukça büyük bir bölümü konut binalarının ısıtılmasında kullanılmaktadır. Konutların enerji harcamalarının değerlendirilmesi konusu konut yapım sayısının artmasıyla birlikte her geçen gün daha önemli bir hale gelmektedir. Türkiye’de özellikle konutlarda ısıtma enerjisi harcamalarını azaltabilmek ve kullanıcılar arasında dengeli bir gider paylaşımı oluşturabilmek için yönetmelikler yoluyla çeşitli uygulamalar zorunlu hale getirilmiştir. Bu zorunlu uygulamalardan biri olan ısı pay ölçer uygulaması 02.05.2012 tarihinden itibaren konut binalarında uygulanmaktadır. Ancak konut binalarında farklı ısıtma enerjisi harcamalarının gerçekleştiği dairelerde yapma çevre değişkenlerine ait değerler farklıdır. Bu nedenle daireler arasında ısıtma enerjisi harcamalarına ilişkin ödemelerdeki dengesizlik devam etmekte ve ısı pay ölçer uygulaması pratikte yaşanan sorunlarla çok sık gündeme gelmektedir. Bu nedenle, konut binalarında, öncelikle ısıtma enerjisi harcamalarının azaltılması, daha sonra da giderlerin dengeli paylaşılması enerji korunumunun sağlanması açısından öncelikli bir konu haline gelmiştir. Bu çalışma kapsamında dairelerde gerçekleşen yıllık ısıtma enerjisi harcamaları hesaplanarak, dairelerin bulundukları farklı koşullar, ısıtma enerjisi harcama oranları ve dairelerde sağlanan konfor koşulları karşılaştırmalı olarak incelenecek ve “konfor koşullarının tüm kullanıcılar için eşit ısıtma enerjisi harcama miktarlarıyla sağlanabilmesi” amacıyla değerlendirilecektir.

Çalışmanın birinci bölümünde tezin amacı, literatür çalışması ve hipotez açıklanmıştır.

Çalışmanın ikinci bölümünde binalarda mekanik ısıtma gerekliliği, harcamaları etkileyen iç ve dış çevresel değişkenler, kullanıcıya ve binaya ilişkin değişkenler anlatılmış, harcamaların dengeli bir biçimde paylaşılmasının önemi vurgulanmıştır.

Isıtma enerjisi harcamaları ve paylaşımına ilişkin ülkemizde hangi uygulamaların yapıldığı mevcut yasa, yönetmelik ve standartlar ele alınarak çalışmanın üçüncü bölümünde incelenmiştir. Günümüzde yürürlükte olan 26847 Sayılı Merkezi Isıtma ve Sıhhi Sıcak Su Sistemlerinde Isınma ve Sıhhi Sıcak Su Giderlerinin Paylaşılmasına İlişkin Yönetmelik kapsamında ısı pay ölçer sisteminin çalışma prensipleri ortaya konmuş ve uygulamada karşılaşılan sorun ve şikâyetler çalışmada dile getirilmiştir.

Çalışmanın dördüncü bölümünde, binalarda ısı pay ölçer uygulamasının ısıtma enerjisi harcamalarının dengeli bir biçimde paylaşılması açısından değerlendirilmesine ilişkin adımlar açıklanmıştır.

Çalışmanın beşinci bölümünde önerilen değerlendirme çalışması İstanbul’da bir konut için uygulanmıştır. Binanın mevcut durumu ve TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardının uygulandığı durumda gerçekleşen ısıtma enerjisi harcamaları modelleme ve simülasyon yolu ile hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar yardımıyla, dairelerdeki yıllık ısıtma enerjisi harcamaları ve daireler arası harcama farklılıkları çalışmada belirtilmiştir. Daireler arası ısıtma enerjisi harcamaları farklılıklarını azaltmak amacıyla beş farklı öneri geliştirilerek hesaplamalar ve değerlendirmeler tekrarlanmıştır. Elde edilen sonuçlar grafikler yardımıyla karşılaştırılmıştır.

Çalışmanın altıncı bölümünde, ısı pay ölçer uygulamasının ısıtma enerjisi harcamalarının dengeli bir biçimde paylaşılması açısından değerlendirilmesine ilişkin elde edilen sonuçlar açıklanmıştır.

AN EVOLUTION OF HEAT COST ALLOCATOR APPLICATION IN BUILDINGS IN TERMS OF EQUAL ALLOCATION OF HEATING ENERGY CONSUMPTION

SUMMARY

Most of the energy consumed in Turkey is imported and each year Turkey is gradually becoming more dependent on other countries, in terms of energy. A major part of the total consumed energy is used for heating in residential buildings.

The evaluation of energy consumption in residences is getting more important as the number of constructions increase. Right decisions have to be made regarding to variables affecting energy costs in residential buildings because major part of the imported energy is used as a heating purpose in residential buildings. The other way of reducing energy costs is to make provision with code and regulations which provides informed energy consumption.

In Turkey, various applications are obliged through regulations to reduce heating costs in residential buildings and to create a balanced cost allocation. One of those obligatory applications, heat cost allocator, has been implemented in residential buildings since May 2nd, 2012. However, the values of environment variables for the flats where heating energy costs occur are different. Consequently, the imbalance of heating energy costs between the flats continue, and heat cost allocation applications are commonly considered, due to issues encountered in practice. Therefore, in order to provide energy conservation, it is a primary issue in residential buildings to reduce heat energy costs, and allocate the costs in a balanced manner. In the scope of this study, annual heat costs in flats will be calculated; distinct conditions of the flats, their heat energy cost rates and comfort conditions provided in the flats will be analytically compared and evaluated with the aim of “providing comfort conditions for all occupants with equal heat energy cost amounts”.

The objective of the study, literature survey and hypothesis is put forward in the first section of the study.

In the scope of this study , flats in existing building ,have heat cost allocator application, heating energy consumption rates and after improvements in building envelope heating energy consumption rates are compared. Positive and negative parts of the heat cost allocator application are examined.

The building’s heat cost allocator application working principle and this system’s consumption rate calculation methods are researched. In addition that various national regulations and codes that are in effect for reducing annual heating energy cost and balancing heating energy cost between users are researched and used in study.

It is true that heated flats in buildings with central heating system can not provide thermal comfort in accordance with consumption rates. It is aimed with heat cost allocator system which started to be applied in our country; paying as users’ heating

energy consumption and by this means providing thermal comfort. But different and unbalanced heating energy costs in flats proceed because the values of artificial environment variables are different.

In the second section of the study, the necessity of artificial heating in buildings, internal and external environmental variables, and personal and building related factors are discussed, and the importance of a balanced cost allocation is underlined.

There is an artificial environment design subject as a result of harbouring need that comes from human nature. Comfort term is changeable as personal and subjective. Climatic environment sensation of human body and acceptability of environment are affected from several physiological conditions related to human body. Climatic comfort is a function of heat transfer between human body and its environment. Therefore, all variables which affect heat transfer between human body and its environment affect climatic comfort conditions.

In the third section of the study, applications related to heat energy costs and allocation in Turkey were discussed through laws, regulations and standards in effect. The working principles of heat cost allocation system within the context of Regulation on Allocation of Central Heating and Sanitary Hot Water Costs no 26847 and the problems encountered in practice and complaints are stated.

The former studies reveal that saving consumed heating energy for mechanical heating system in building can be provided by choosing energy efficient mechanical heating systems and building as applicable to standards and regulations in construction process. In addition to these preventions; raising the awareness of users is very important for both using energy more efficient and reducing negative effect on environment.

In the fourth section of the study, steps towards an evaluation of the heat cost allocator application in terms of a balanced allocation of heating energy costs were illustrated.

New approach's steps that target balanced sharing annual heating energy consumption between flats in residential buildings were summarized.

In the fifth section of the study the proposed evaluation study was applied on a residential building in Istanbul. The heating energy consumption that occur in the present condition of the building versus the condition when the Standard Rules of Heat Insulation in Building TS 825 is applied, were calculated by means of modeling and simulation. Annual heating energy costs in the flats, and the differences between the flats' expenditures were specified by means of the results derived in the study. Five different suggestions were developed to reduce the heating energy costs between flats, and the costs were recalculated, the results are reevaluated. The results derived were also graphically compared.

According to this purpose; Energyplus' user-friendly interface and dynamic thermal simulation programme Design Builder was used in all annual heating energy consumption calculations. After calculations, the existing building envelope and improved building envelope flats' annual heating energy consumption rates were compared.

In the sixth section of the study, the results derived thorough the evaluation of heat cost allocator applications, in terms of a balanced allocation of heating energy costs were discussed.

1. GİRİŞ

Enerji kavramının giderek dikkat çekici bir noktaya gelmesi kaynakların tükenme riski ve çevreye verilen zararın yıldan yıla artması ile ilişkilidir. Türkiye enerji açısından dışarı bağımlı bir halde bulunmaktadır. 2013 yılında ithalat için yapılan harcamaların %22'si enerjiye aittir [1]. Bu oran Türkiye için gerekli enerjinin %70'nin ithalat ile karşılandığını bize göstermektedir.

Binalardaki enerji tüketiminin yüzde 82'si ısıtma için kullanılmaktadır. Binalarımızın ısıtmasında kullanılan bu enerji, ülkemizde harcanan toplam enerjinin yüzde 26'sını oluşturmaktadır [2]. Bu doğrultuda ithal edilen enerjinin önemli bir kısmının ısıtma amaçlı olarak binalarda kullanılması, binalarda enerji harcamalarını etkileyen değişkenlere ilişkin doğru kararlar alınmasını zorunlu kılar. Enerji harcamalarını azaltmanın bir diğer yolu da kullanıcının enerjiyi bilinçli harcamasını sağlayacak şekilde yasa ve yönetmelikler yoluyla önlemler almaktır.

1.1 Tezin Amacı

Bu çalışma kapsamında, ısı pay ölçer uygulaması bulunan mevcut bir binada, dairelerde gerçekleşen mevcut ısıtma enerjisi harcamaları ve bina kabuğunda yapılan iyileştirmeler sonucu elde edilen ısıtma enerjisi harcamaları karşılaştırılmıştır. Çalışmada farklı ısıtma enerjisi harcamalarının gerçekleştiği dairelere ilişkin yapma çevre değişkenlerine ait değerlerdeki farklılıklara değinilmiş ve pay ölçer uygulamalarının olumlu ve olumsuz yönleri irdelenmiştir. Böylece hem tüm dairelerde eşit konfor koşullarını hem de yıllık ısıtma enerjisi tüketim değerlerinin dairelere göre dengelenmesini sağlamak amacıyla bir yaklaşım geliştirilmesi hedeflenmiştir.

1.2 Literatür Araştırması

Çalışmada kullanılan binanın ısıtma sistemi için uygulanan ısı pay ölçer sisteminin çalışma prensibi ve tüketim miktarlarını hangi yöntem ile hesaplandığının belirlenmesi konusunda literatür çalışması yapılmıştır. Bunun yanı sıra yıllık ısıtma enerjisi harcamalarını azaltmak ve kullanıcılar arasında ısıtma enerjisi harcamalarını dengelemek amacıyla yürürlüğe konan çeşitli ulusal yönetmelikler ve yasalar araştırılmış ve çalışmada kullanılmıştır.

1.3 Hipotez

Merkezi sistem ile ısıtılan binalardaki dairelerin tüketim değerleri ölçüsünde ısı konfor sağlayamadıkları bir gerçektir. Ülkemizde uygulanmaya başlanan ısı pay ölçer sistemi ile kullanıcıların harcadıkları ısıtma enerjisi kadar ödeme yapmaları ve bu sayede ısı konforlarını sağlamaları amaçlanmıştır. Ancak binada farklı ısıtma enerjisi harcamalarının gerçekleştiği dairelere ilişkin yapma çevre değişkenlerine ait değerler farklı olduğundan daireler arasında yapılan ısıtma enerjisi harcamalarına ilişkin ödemelerdeki dengesizlik devam etmektedir. Bu çalışma kapsamında da dairelerdeki yıllık ısıtma enerjisi harcamaları simülasyon programı yardımıyla hesaplanacak ve dairelerin bulundukları farklı koşullar, ısıtma enerjisi harcama oranları ve dairelerde sağlanan konfor koşulları karşılaştırmalı olarak incelenerek; “konfor koşullarının tüm kullanıcılar için eşit ısıtma enerjisi harcama miktarlarıyla sağlanabilmesi” amacıyla değerlendirilecektir.

2. İKLİMSEL KONFOR VE ISITMA ENERJİSİ HARCAMALARININ DENGELİ BİR BİÇİMDE PAYLAŞTIRILMASI

2.1 İklimsel Konfor Gereksinmesi

İnsan doğasından kaynaklanan barınma ihtiyacı sonucu ihtiyaçların karşılanması amacıyla bir yapma çevre tasarımı söz konusudur. Konfor kavramı kişisel olarak değişebilen, sübjektif bir kavramdır. İnsan vücudunun iklimsel çevreyi algılaması ve çevrenin kabul edilebilirliği insan vücuduna bağlı birtakım fizyolojik durumlardan etkilenir. Dolayısıyla iklimsel konforun, insan vücudu ile çevresi arasındaki ısı transferi miktarının bir fonksiyonu olduğu söylenebilir. Bu nedenle insanla çevresi arasındaki ısı transferini etkileyen tüm değişkenler iklimsel konfor koşullarını etkiler. Bu değişkenler çevresel ve kişisel değişkenler olmak üzere iki ana grupta ele alınabilir [3].

2.1.1 İklimsel konfor koşullarını etkileyen faktörler

İklimsel konfor koşullarını etkileyen etkenler çevresel ve kullanıcıya ilişkin değişkenler olarak iki grupta incelenebilir.

2.1.2 Çevresel değişkenler

Çevresel değişkenler, dış ve iç çevresel değişkenler olmak üzere iki grupta incelenebilir.

Dış çevresel değişkenler;

- Güneş ışınlamı,
- Dış hava sıcaklığı,
- Dış hava nemliliği,
- Rüzgâr gibi bina dışı çevrenin iklimini oluşturan elemanlardır. İç çevresel değişkenler ise aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir;

- İç hava sıcaklığı,
- İç yüzey sıcaklıkları,
- İç havanın nemi,
- İç hava hareketi,
- Aydınlık düzeyidir [3].

2.1.2.1 Dış çevresel değişkenler

İstenen iç iklimsel konforun sağlanabilmesi için dış çevreye ait verilerin elde edilmesi gerekir.

Güneş ışıınımı: Güneş ışıınları binalara; direkt, yaygın ve yansımış güneş ışıınımı olarak ulaşmaktadır.

Direkt Güneş ışıınımı: Doğrultusunda bir değışiklik olmadan atmosferden geçerek yapı yüzeylerine ve bina kabuğunun optik ve termofiziksel özelliklerine bağılı olarak bina iç ortamına ulaşan kısa dalga ışıınımıdır.

Yaygın Güneş ışıınımı: Atmosferdeki toz, hava molekülleri ve su buharı zerreciklerine çarparak saçılan ve atmosferde yaygın duruma geçtikten sonra doğrultusu belirsiz olarak yapı yüzeylerine etkiyen güneş ışıınımı bileşenidir.

Yansıma Güneş ışıınımı: Çevre yüzeylerden ve çoğunlukla yer yüzeyinden yansımış olarak yapı yüzeylerine etkiyen güneş ışıınımı bileşenidir [4].

Dış hava sıcaklığı: Binanın gün, ay ve yıl içinde seçilmiş çeşitli sistemlerin etkisi altında ısı performansının hesaplanabilmesini sağlar. Isıtmanın istendiğı ve istenmediğı dönemin belirleyicileridir ve binaya ait ek yapma sistemlerin seçiminde etkili olmaktadır.

Dış hava nemliliğı: Nem oranı, belirli bir sıcaklıktaki havanın içerisindeki su buharı miktarıyla doğru orantılıdır. Havanın içindeki nem oranı arttıkça su buharı miktarı da artmaktadır. İçerisinde bulundurduğu su buharı miktarına göre havanın nemliliğı, gerçek buhar basıncı ve bağılı nemlilik olarak tanımlanabilir [3].

Rüzgâr: İnsanla çevresi arasında konveksiyon yoluyla oluşan ısı transferi miktarını etkileyen önemli bir değışkendir. Rüzgâr yöne göre değışim gösteren bir iklim elemanıdır. Rüzgârın yönü ve hızı bulunan bölgenin topoğrafik özelliklerine ve coğrafi durumuna göre değışkenlik gösterir.

2.1.2.2 İç çevresel değişkenler

Bu değişkenler, binalardaki iklimsel konforun belirleyicileridir.

İç hava sıcaklığı: İnsan ile çevresi arasında taşınım yolu ile yapılan ısı alışverişi miktarını belirleyen en önemli değişkendir. İnsan ile çevresi arasındaki ısı taşınımı, vücut yüzey sıcaklığı ile hava sıcaklığı dengeleninceye kadar devam eder. Hacimlerin saydamlık oranları ve hacimlerin yönlendirilmesi de iç hava sıcaklığına etki eden faktörlerdir [3].

İç yüzey sıcaklıkları: İç yüzey sıcaklıkları, insanla çevre yüzeyler arasında ısısal ışıınım (radyasyon) yoluyla oluşan ısı transferini belirlemek üzere çevre yüzeylerin sıcaklıklarının birleşik etkisini ifade eden bir sıcaklıktır. İnsanın mekândaki konumuna, duruş biçimine ve çevre yüzeylerin sıcaklığına bağlıdır.

İç havanın nemliliği: Havanın nemliliği insanın cildinden su buharı difüzyonu ile cildin yüzeyinden terin buharlaşması ile vücuttan kaybedilen ısı miktarını etkileyen bir değişkendir.

İç hava hareketi: İç hava hareketi herhangi bir yüzeyle hava arasındaki ısı taşınım katsayısını etkilediğinden, insanla çevresi arasında taşınım yoluyla oluşan ısı transferi miktarını etkileyen bir değişkendir.

Aydınlık düzeyi: İç ve dış yüzeylerden yansıyan ışık ve bulunulan mekândan görülebilen gök parçası ile ifade edilir. Aydınlık düzeyini etkileyen değişkenler;

- Güneş ışığı miktarı,
- Havadaki bulutluluk ve kirlilik oranı,
- Yer örtüsünün ışığı yansıtma katsayısı,
- Çevredeki diğer binaların konumu (gölge atma) ve yansıtıcılık katsayıları,
- Binanın yönlendiriliş durumu,
- Hacimdeki saydam alanların özellikleri,
- İç ortamdaki yüzeylerin ışığı yansıtma katsayıları olarak sıralanabilir [3].

2.1.3 Kullanıcıya ilişkin değişkenler

Kullanıcıya ilişkin değişkenler;

- Aktivite düzeyi,
- Giysi türü,
- İnsanın mekândaki konumu ve duruş şekli olarak üç ana başlıkta toplanabilir.

Aktivite düzeyi: Aktivite düzeyi, insan vücudunun yiyecekleri yakarak birim zamanda ürettiği ve metabolizma düzeyi olarak adlandırılan enerji miktarını etkileyen bir değişkendir. Metabolizma düzeyi, insanın yaptığı aktivite düzeyi ile doğrudan ilişkilidir.

Giysi türü: Giysilerin türü giysilerin ısı geçirme direncini belirlediğinden ve dolayısıyla insanla çevresi arasındaki ısı transferi miktarını belirlediğinden iklimsel konfor koşullarının belirlenmesinde bilinmesi gereken önemli değişkenlerden biridir. Farklı tipteki giysiler için ısı yalıtım dirençleri değişkenlik gösterir.

İnsanın mekândaki konumu ve duruş şekli: Kapalı bir hacimdeki insanın ısısal ışıınım yoluyla yaptığı ısı alış veriş miktarı insanın mekân içindeki yerine ve duruş biçimine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir [5].

2.2 Binalarda Mekanik Isıtma Gerekliliği

İnsanın biyolojik sosyolojik ve psikolojik ihtiyaçlarını karşılayabilmek için iklimsel konfora gereksinme duyduğu bilinmektedir. İnsan tarafından kullanılan bir yapma çevrede dış hava sıcaklığı, güneş ışıınımı, havanın nemliliği ve hava hareketi gibi iklim elemanlarının bina kabuğu tarafından etkisi değiştirilerek bina içi çevreye aktarılması sonucu oluşan iç iklim elemanlarının değerleri iklimsel konforu sağlayacak düzeyde tutulmalıdır.

Isıtmanın istendiği dönemde dış çevredeki belirli koşullar altında, yapma çevrede iç hava sıcaklığı konfor değeri sağlanabiliyorsa, ısıtma gereksinmesi doğal yolla karşılanıyor demektir. Diğer bir deyişle, iç çevrede oluşan iklim koşulları kullanıcıların iklimsel konfor koşullarıyla uyum içerisinde olduğu sürece herhangi bir enerji sistemi ile binanın ısıtılmasına gerek yoktur. Ancak yöresel iklim koşullarının şiddetine ve binaya ait tasarım parametrelerinin değerlerine

bağlı olarak yılın belirli dönemlerinde iç iklimsel koşulların konfor koşullarından sapma miktarı arttıkça ısıtma gereksinmesinin doğal yollarla karşılanması imkânsız olmaktadır. Bu durumda mekanik ısıtmanın zorunluluğu ortaya çıkmaktadır.

Hacmin bina içindeki konumu, hacmin yönü ve iç ve dış mekân arasındaki ısı geçişini kontrol eden ve iç iklimin değişimini etkileyen bina kabuğunun termofiziksel özellikleri ve alanı, iç ve dış hava sıcaklıkları arasındaki fark ile ortaya çıkan hacimlerin ısı kaybı miktarlarını, dolayısıyla binaya ait mekanik ısıtma sisteminin yüklerini belirler [6].

2.3 Isıtma Enerjisi Harcamalarının Dengeli Bir Biçimde Paylaştırılması Gereksinimi ve Pay Ölçer Uygulaması

Hacimlerin bina içindeki konumlarına bağlı olarak kabuklarında gerçekleşen ısı kayıp miktarları, dolayısıyla hacimlerin ısıtma yükleri farklı olacaktır. Binanın mekanik ısıtma sisteminin yükleri binalarda farklı konumlarda bulunan hacimlerde gerçekleşen ısı kaybı miktarının toplamıdır. Isıtma enerjisi kaynakları açısından dış ülkelere bağımlı olmamız AB uyum süreci ve dünya üzerindeki enerji politikaları nedeniyle ülkemizde de ısıtma enerjisi harcamalarını azaltmak amacıyla yürürlükte olan yasa ve yönetmelikler mevcuttur. 26847 Sayılı “Merkezi Isıtma ve Sıhhi Sıcak Su Sistemlerinde Isınma ve Sıhhi Sıcak Su Giderlerinin Paylaştırılmasına İlişkin Yönetmelik” doğrultusunda ülkemizde pay ölçer sistemi uygulaması başlamıştır.

Merkezi sistem ile ısınan binalarda uygulanan pay ölçer sistemi daire içindeki radyatörlere monte edilen termostatik vana ve ısı pay ölçer adı verilen ekipmanlardan oluşmaktadır.

Isı pay ölçer uygulaması, merkezi ısıtma sisteminin kullanıcıların isteğine göre kontrol edilememesi sonucu, mekânlardaki iç hava sıcaklığı değerlerinin kullanıcı tarafından kontrol edilmesi esasına dayanır.

Isı pay ölçer uygulaması ile kişisel gereksinimlere bağlı olarak gerçekleşen mekanik ısıtma sistemine ait giderlerin adil olarak paylaştırılması ve bu sayede kullanıcıların mekanik ısıtma sistemi kullanımı sonrasında bilinçlenerek tasarruf etmelerine olanak sağlanması hedeflenmektedir. Ancak böyle bir uygulamanın başarılı olması binayı oluşturan hacimlerde gerçekleşen konfor koşullarının eşdeğer olması dolayısıyla her

bir hacimde gerçekleşen ısı kayıp ve kazanç miktarlarının aynı olması koşulu ile olanaklı olabilir. Oysaki binayı oluşturan hacimlerin bina içindeki konumları birbirlerine göre farklılık göstermektedir. Bu durum ise, her hacimde aynı konfor koşullarının sağlanabilmesi için farklı enerji harcamaları gerektiğini göstermektedir. Farklı konumları nedeniyle eşdeğer ısı kaybı miktarları gerçekleşmeyen hacimlerde ortaya çıkan mekanik ısıtma sistemine ilişkin enerji giderlerinin de adil olarak paylaştırılmasından söz etmek olanaklı değildir.

Bu durumun ortadan kaldırılabilmesi için öncelikle hacimlerin yürürlükteki yasa ve yönetmelikler yardımıyla hacimlerde gerçekleşen ısı kaybı miktarları açısından eşdeğer hale getirilmeleri gerekmektedir.

2.4 Isıtma Enerjisi Harcamalarının Dengeli Bir Biçimde Paylaştırılmasında Etkili Olan Binaya İlişkin Değişkenler

Binalarda iç hava sıcaklığı konfor değerinin sağlanabilmesi için pasif sistemlerin yetersiz kaldığı durumlarda mekanik ısıtma sistemleri kullanılmaktadır. Mekanik ısıtma sisteminin enerji harcamalarını etkileyen binaya ilişkin değişkenler aşağıdaki gibi gruplandırılabilir;

- Binanın yeri,
- Binanın diğer binalara göre konumu,
- Binanın formu,
- Binadaki hacimlerin bina içindeki konumu,
- Bina kabuğunun optik ve termofiziksel özellikleri,
- Mekanik ısıtma sisteminin özellikleri ve işletme biçimi.

Bu değişkenlere ait doğru kararlar, Bölüm 4’te detaylı olarak ele alınan “Binalarda ısı pay ölçer uygulamasının ısıtma enerjisi harcamalarının dengeli bir biçimde paylaştırılması açısından değerlendirilmesinde kullanılabilecek bir yaklaşım” yardımıyla açıklanmıştır.

3. BİNALARDA ISI PAY ÖLÇER SİSTEMİNİN UYGULANMASI

Konutlardaki enerji tüketiminde ısıtmanın en fazla paya sahip olduğu bilinen bir gerçektir. Ülkemizde de bu durum göz önünde bulundurularak konuya ilişkin yasa ve yönetmeliklerle çeşitli düzenlemeler yapılmıştır. Yapılan bu çalışmalarla doğal kaynakların tüketiminin ve çevreye verilen zararın en aza indirilmesi hedeflenmektedir.

Yapılan çalışmalar, binalarda mekanik ısıtma sistemi için tüketilen enerjiden tasarruf sağlamanın, binaların yapım aşamasında standartlara ve yönetmeliklere uygun olarak yapılması ve konut içerisinde kullanılan mekanik ısıtma sistemlerinin enerji etkin olacak şekilde seçilmesi gibi önlemler olarak sağlanabileceğini göstermektedir. Tüm bu önlemlerin alınmasının yanı sıra kullanıcıların bilinçlendirilmesi hem enerjinin daha verimli kullanılması ile dışa olan bağımlılığın azaltılması, hem de enerji kullanımı sonucu ortaya çıkan kirleticiler yoluyla çevre üzerindeki olumsuz etkinin azaltılması yönünde büyük önem taşımaktadır [7].

Binalarda merkezi ısıtma yardımıyla, aynı fonksiyona sahip hacimlerin aynı iç hava sıcaklığı konfor değerlerinde tutulmasına çalışılır. Isıl konfor ise çevreden ısı olarak hoşnut olma hali olarak tanımlanır, duyu ve duygularla ifade edilir. Ancak insanların aynı ortamdaki ısı konfor algılamaları farklı olabilmekte ve bu nedenle de içinde bulundukları, aynı koşullara sahip ortamı konforlu veya konforsuz olarak tanımlayabilmektedirler. Isıl konfor algısı; görsel uyarılar, yaş, cinsiyet, fizyolojik davranışlar ve giysi türünün yanı sıra, iç ve dış iklim elemanları ve yapma çevreye ilişkin değişkenler nedeniyle de kişiden kişiye farklılık göstermektedir. Konut binalarının merkezi sistem ile ısıtılmasında da; hacmin bina içindeki konumu, hacmin yönü ve bina kabuğu özellikleri ve bina kabuğu alanı gibi değişkenlerden dolayı farklı konfor koşulları sağlanabileceği gibi, aynı konfor koşulları teknik olarak sağlandığında bile kişilerin ısı konfor algıları farklı olabilir. Bu durumda merkezi ısıtma sistemleri kullanımı sonucu ısınma problemler oluşur. Bazı daireler daha sıcak veya serin olmakta, ya da daha sıcak veya serin olması oturanlarca istenilmektedir.

Yürürlükteki yasa ve yönetmelikler uyarınca merkezi ısıtmanın sağlandığı konutlarda, yakıt gider paylaşımı arsa payı oranına göre yapılmaktaydı. Konutların yakıt paylaşımında oturma alanları ile doğru orantılı olarak paylaşım yapılması durumunda eşit büyüklükteki bağımsız hacimler için eşit yakıt bedeli ödenmektedir. Ancak yukarıda açıklanan nedenlerden dolayı yakıt aidatlarının tahsilinde çeşitli sorunlar ortaya çıkabilmektedir. Kullanıcıların bir kısmı ödedikleri aidata rağmen konfor koşullarında olmadıklarını iddia ederken bir kısmı da konfor koşullarının fazlasıyla sağlandığını ve gereksiz yere enerji harcaması yapıldığını iddia etmektedirler.

Merkezi ısıtma sistemlerinde yakıt paylaşımında arsa payı yerine kullanılan ve ısıtma sorunlarını azaltması beklenen yöntemlerden birisi her konutun harcadığı enerji kadar yakıt paylaşımını sağlayan ısı paylaşımı (tüketim temelli ölçme ve faturalandırma yapan) sistemidir. Bu sistemde bağımsız her birim için (daire) ayrı bir ısı sayacı kullanılıp bu sayaçtan alınan veri yardımıyla harcanan enerji hesaplanmakta ve yakıt paylaşımı bu hesap üzerinden yapılmaktadır. Bu sistemle bağımsız ısı kullanımı sağlanmakta, aynı apartmanda farklı sıcaklık bölgeleri kişilerin kendi isteği ile istedikleri zamanlarda oluşturulabilmektedir [8]. Isı sayacı kullanımı ile tüketim alışkanlıklarını değişmesi ve kullanıcıların dairelerinde ısı kaybını azaltacak önlemleri (cam fitillerini yenilemek, çok ısınınca cam açmak yerine radyatör vanasını kısmak, giyim alışkanlıklarında küçük değişiklikler yapmak vs.) almaları beklenmektedir. Böylece kullanıcıların hem kendi ekonomilerine hem de ülke ekonomisine katkı sağlaması hedeflenmektedir

3.1 Türkiye’de ki Yasa ve Yönetmelikler ile Isı Pay Ölçer Uygulaması

Ülkemizde ısı pay ölçer uygulaması yürürlüğe girene kadar merkezi sistem ile ısıtılan binaların ısıtma enerji tüketimlerinin nasıl paylaşacağı ve ortaya çıkan sorunların hangi yollarla çözüme ulaştırılacağı konusunda farklı yasa ve yönetmeliklerden faydalanılmaktaydı.

634 sayılı Kat Mülkiyet Kanunu’na göre merkezi sistem ile ısıtılan binalarda oluşan sorunların çözümü için yapılan harcamaların bedeli arsa payına göre belirlenmekteydi. Kanun’da 2007 yılında yapılan değişikliğe göre merkezi ısıtma sistemlerinde ısınma giderlerinin paylaştırılmasına ilişkin usul ve esasların Bayındırlık ve İskân Bakanlığı tarafından düzenleneceği söylenmektedir [9].

5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu'nda bu değişikliğin tam metni bulunmakla beraber kanunun 7. Maddesinde “Merkezî ısıtma sistemine sahip binalarda, merkezî veya lokal ısı veya sıcaklık kontrol cihazları ile ısınma maliyetlerinin ısı kullanım miktarına bağlı olarak paylaşımını sağlayan sistemler kullanılır. Buna aykırı olarak hazırlanan projeler ilgili mercilerce onaylanmaz.” denilmektedir [10].

Konunun uygulaması ile ilgili detaylar 14 Nisan 2008 tarihinde yürürlüğe giren 26847 Sayılı Merkezi Isıtma ve Sıhhi Sıcak Su Sistemlerinde Isınma ve Sıhhi Sıcak Su Giderlerinin Paylaştırılmasına İlişkin Yönetmelik kapsamında anlatılmaktadır. Yönetmeliğe göre;

- Merkezi ısıtma sistemlerinin işletme giderleri bağımsız bölüm kullanıcılarına paylaştırılacaktır.
- Isıtma tüketimlerini ölçmek için mahaller ölçüm ekipmanları ile donatılır. Bağımsız bölüm kullanıcıları bu maksatla yapılacak iş ve işlemlere izin vermek mecburiyetindedir. Arıza ve bakım haller dışında bağımsız bölüm kullanıcıları ölçüm ekipmanlarına müdahale edemez.
- Tüketilen enerjiyi sınırlamak için merkezi ısıtma sistemi kullanılan binalarda TS EN 215'e uygun olacak şekilde termostatik vanalar kullanılır.
- Isıtma yapılan bağımsız bölümlerde mahal sıcaklıkları asgari 15 °C olacak şekilde ayarlanır [11].

Böylece 634 sayılı Kat Mülkiyet Kanunu'nun yakıt giderlerinin paylaşılması ile ilgili hükmünün enerji korunumu için yetersiz olan uygulaması bu cihazların kullanımı ile önlenebilmesi hedeflenmiştir.

26847 Sayılı Merkezi Isıtma ve Sıhhi Sıcak Su Sistemlerinde Isınma ve Sıhhi Sıcak Su Giderlerinin Paylaştırılmasına İlişkin Yönetmelik'in 8. Maddesine göre merkezi ısıtma sistemlerinde toplam ısıtma giderlerinin %70'i bağımsız bölümlerin ölçülen ısı tüketimlerine göre paylaştırılır. Geriye kalan %30'luk kısım; ortak kullanım mahalleri, sistem kayıpları, asgari ısınma ve işletme giderlerinden kaynaklanan ısı giderleri olarak bağımsız bölümlerin alanlarına göre paylaştırılır [11].

5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu 02.05.2012 tarihinden itibaren merkezi ısıtma sistemi bulunan binalarda ısı pay ölçer uygulamasını zorunlu hale getirmiştir. 5627 Sayılı Enerji Verimliliği Kanunu ve bu kanuna bağlı Binalarda Enerji Performansı yönetmeliğine göre ve 1 Ocak 2011'tarihi itibari ile 50 m² üzeri inşaat alanına sahip

tüm binalara Enerji Kimlik Belgesi (EKB) çıkarılması zorunlu hale gelmiştir. 1 Ocak 2011 tarihinden itibaren Türkiye'de yeni yapılan binaların yapı kullanım izinlerinin çıkarılabilmesi için Enerji Kimlik Belgesi'ni çıkartmak zorunlu olmuştur [12]. Enerji Kimlik Belgesi, verildiği binanın Enerji Performansını göstermektedir. Enerji performansı binanın enerji tüketimini etkileyen tüm parametrelerin binanın enerji verimliliğine katkısı değerlendirilerek hesaplanır. Enerji performansı, ele alınan bina ile referans binanın yıllık metrekare başına düşen birincil enerji tüketim miktarlarının oranlanması sonucu belirlenir. Bina hesaplanmış olan enerji performansına göre A ile G arasında bir Enerji Sınıfı alır. Bir bina olması gereken yapı ve yalıtım standartlarını tam olarak sağlıyorsa C enerji sınıfını almaktadır. Mevcut binaların Enerji Kimlik Belgelerini tamamlamaları için ise 2017 yılına kadar süre tanınmıştır. Mevcut binalarda enerji sınıfı sınırlaması bulunmamaktadır. Yani mevcut binanın enerji sınıfı C sınıfının altında çıkabilir. Fakat 2017 yılından sonra yapılacak düzenlemeler ile binaların enerji sınıfına göre bir vergilendirme sistemi getirileceği bilinmektedir.

Bu uygulama enerji kimlik belgesi olmayan bir binada bile ısı pay ölçer uygulamasını zorunlu tutmaktadır. Bağımsız birimlerde gerçekleşen ısı kayıplarının miktarları binanın yalıtımlı olup olmamasıyla doğrudan ilişkilidir. Dolayısıyla tüm binaları enerji etkin hale getirmeyi hedefleyen Enerji Kimlik Belgesi uygulamasının, ısı pay ölçer uygulamasından daha sonra zorunlu kılınmasının, bağımsız bölümler arası ortaya çıkan dengesiz enerji harcaması dağılımına ilişkin sorunları daha da artıracığı açıktır.

3.2 Dünya’da Enerji Harcamalarının Dengeli Dağılımına Yönelik Uygulamalar

Binalarda Enerji Performansı yönetmeliğinde oransal bir değer olan Bina Enerji Performansı değeri standart sınıflandırmalara göre değerlendirilir. Dünyada ise birincil enerji tüketim miktarlarının belli değerlerin altında olması yolu ile enerji harcamalarını dengede tutmayı hedefleyen uygulamalar mevcuttur.

Avrupa Birliği 2012 yılında yayınlamış olduğu Enerji Verimliliği Direktifi ile 2020 yılına kadar birincil enerji tüketimini %20 azaltmayı hedeflemektedir. Birincil enerji tüketimi binalarda ısıtma, soğutma, havalandırma, sıcak su kullanımı ve iç aydınlatma için tüketilen enerjinin toplamı olarak tanımlanabilir. Bu durum için üye ülkelerin kendi yönetmelik ve uygulamalarında bazı değişiklikler yapmaları

gerekmektedir. [13] Yapılan değişiklikler sonucunda üye ülkelerin birincil, ısıtma ve ısıtma-soğutma enerji tüketimi sınır değerleri kWh/m² olarak **Çizelge 3.1**'de gösterilmiştir. [14]

Çizelge 3.1: Avrupa Birliği üye ülkeleri için yıllık, birincil, ısıtma ve ısıtma-soğutma enerji tüketimi sınır değerleri.

Ülke	Birincil tüketim (kWh/m ²)	Isıtma (kWh/m ²)	Isıtma- Soğutma (kWh/m ²)
Fransa	50	-	-
Almanya	-	50	-
İsviçre	-	42	-
Avusturya	66	-	-
Bulgaristan	-	-	50-102
Çek Cumhuriyeti	120	-	-
Macaristan	110	-	-
Norveç	115	-	-
Polonya	-	-	95
Portekiz	203	-	-
Slovakya	63	-	-

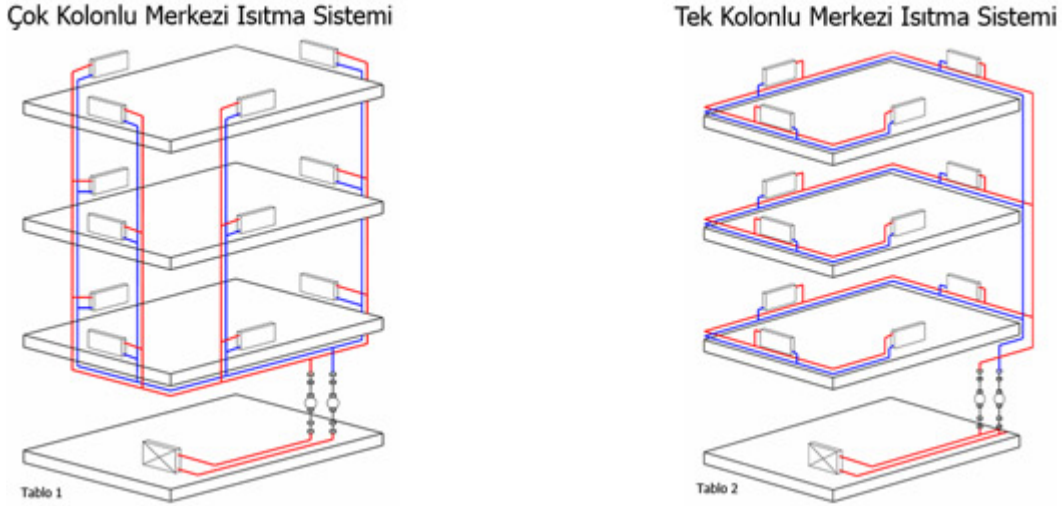
3.3 Isı Pay Ölçer Sistemlerinin Özellikleri ve Çalışma Prensipleri

Yürürlükteki 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu gereği uygulanması zorunlu olan bu sistem dairelerdeki kullanıcıların ısıtma için tükettikleri enerji doğrultusunda ödeme yapmalarını amaçlamaktadır. Bu düzenlemenin uygulanabilmesi için dairelerdeki enerji tüketimlerini ayrı ayrı hesaplayan bir sisteme ihtiyaç duyulmaktadır.

Merkezi ısıtma sistemi bulunan binalarda mahallere sıcak su iletimini sağlayan bir sıcak su kazan sistemi bulunmaktadır. Kazandaki suyun ısıtılması için bir enerji kaynağı (doğal gaz, kömür, fuel oil) gerekmektedir. Isıtılan suyun dairelere aktarılması pompa yardımıyla yapılır ve mahallerde ısıtıcı olarak sıcak sulu radyatörler kullanılmaktadır.

Sıcak suyun radyatörlere ulaşması, tek ya da çok kolonlu hat kullanımı ile sağlanmaktadır. Bu durum sistemde ısı pay ölçer ya da kalorimetre kullanımında etkilidir. Sistem çok kolonlu ise her radyatör üzerine takılan, oda sıcaklığı ve radyatör sıcaklığı arasındaki farkı kullanarak tüketimi belirleyen ve paylaşımı gerçekleştiren ısı pay ölçer cihazlarının kullanılması gerekmektedir [15]. Sistem tek kolonlu ise pay ölçer veya kalorimetre kullanılabilir. Ancak tabandan ısıtma

sistemlerinde pay ölçer cihazları kullanılamaz, kalorimetre kullanılması zorunludur. **Şekil 3.1**'de tek ve çok kolonlu merkezi ısıtma sistemlerinin şematik gösterimi yapılmıştır.



Şekil 3.1: Çok kolonlu ve tek kolonlu merkezi ısıtma sistemleri.

Tek kolonlu merkezi ısıtma sistemlerinde, dairenin girişine takılan kalorimetre dairenin giriş ve çıkış suyu arasındaki sıcaklık farkını ve daireye giren su miktarını ölçer. Bu bilgileri kullanarak, dairenin ne kadar enerji harcadığını hesaplar.

Yapılan araştırmalar sonucu ısı pay ölçer sisteminin çalışma prensibi ve tüketilen enerjinin hesaplanma metodunun çok net olmadığı görülmüştür. Sistemin çalışması, ayarlanması ve ölçümün yapılabilmesi için radyatör, termostatik vana ve ısı pay ölçer cihazının bir arada bulunması gerekmektedir. Mekân içinde sağlanması istenen sıcaklık termostatik vana ile ayarlanır. Termostatik vana, kafa üzerinde bulunan skaladaki ayarlanmış değere denk gelen oda sıcaklığına ulaşıncaya kadar radyatöre sıcak su girişini keser. Termostatik vana kafası içerisinde yer alan (genelde sıvı) ısı genleşme elemanı oda sıcaklığı etkisinde genişleyerek yaylı mili iter ve vanayı kapatır. Bu sayede radyatöre su girişi olmayacak, enerji tüketimi durdurulacak ve ısı pay ölçer tüketim okumayacaktır. Oda sıcaklığı istenen değerin altına düştüğünde termostat tekrar devreye girip vana üzerindeki pimi itmeyi bırakarak yeniden su sirkülasyonu yapılmasını sağlar.

Isı pay ölçer cihazında iki adet sensör bulunmaktadır. Sensörlerden biri radyatör sıcaklığını, diğer sensör ise ortam sıcaklığını ölçmektedir. Bu iki sıcaklık arasındaki

fark, radyatörün ısıl kapasitesi ve radyatörden geçen suyun süresine bağlı olarak yapılan bir hesaplama sonucu tüketilen ısıl enerji ortaya çıkar. Isı pay ölçer cihazlarının bu hesaplamayı yapabilmesi için montajı yapılacak olan radyatörün ısıl kapasitesi ve buna bağlı olarak önceden hazırlanmış tüketim katsayısı değeri cihaza girilmektedir. Her radyatörün ısıl kapasitesine bağlı olarak ısı pay ölçerlere girilen bu değer farklı olup yapılan hesaplamanın doğru olması açısından büyük önem taşımaktadır.

Isı pay ölçer sisteminin bir diğer bileşeni olan kalorimetreler, daire girişlerinde radyatörlere giren sıcak su debilerini ve giriş-çıkış hatları arasındaki sıcaklık farkını tespit ederek dairenin yapmış olduğu tüketimi hesaplar.

Kalorimetreler dönüş hattına bağlanır ve bir sıcaklık sensörü gidiş hattına monte edilir. Böylece sensörleri sayesinde gidiş ve dönüş hattı sıcaklıklarının farkını, akış ölçüm parçası ile de suyun debisini ölçüp tüketilen ısı miktarını belirler **(3.1)**.

$$Q = m \times c \times \Delta t \quad (3.1)$$

Q: Enerji (Joule)

m: Kalorimetreden geçen su debisi (kg)

Δt : Sıcaklık farkı (°C)

c: Kalorimetreden geçen sıvının özgül ısısı (J/kg°C)

Isı pay ölçer sistemlerinde radyatörlere takılan termostatik vanalar kullanıcıların istedikleri sıcaklıkların ayarlanmasında kullanılır. **Şekil 3.2**'de ısı pay ölçer ve termostatik vana gösterilmiştir.



Şekil 3.2: Isı pay ölçer ve termostatik vana.

Termostatik vana üzerinde 1-5 arasında rakamlar bulunmaktadır. Bu rakamlar belli bir işletme sıcaklığını temsil etmektedir. **Çizelge 3.2**'de sıcaklık değerleri gösterilmektedir.

Çizelge 3.2: Termostatik vana kullanım değerleri.

1	2	3	4	5
Kilitli	15 °C	20 °C	25 °C	27-28 °C

Sistem yönetmelik gereği 15 °C'nin altına düşmemektedir. Daire içinde kullanıcı olmasa bile daireler arası ısı geçişinin her zaman minimum değerde tutulabilmesi için sistem enerji tüketmeye devam edecektir.

Isı pay ölçer uygulamalarında enerji giderlerinin faturalandırılmasına ilişkin detaylar yönetmelikte belirtilmiştir. Binalarda gerçekleşen ısıtma enerjisi harcamalarına ait fatura enerji sağlayıcı tarafından binaya gönderilir. Dairelerdeki tüm radyatörlerin üzerinde bulunan ısı pay ölçerdeki ilk okuma ve son okuma arasındaki farktan binadaki tüm tüketim değerleri belirlenmiş olur. Fatura miktarı toplam okuma değerlerine bölünüp bu değerın yönetmelikte belirlenmiş olan % 70'lik bağımsız birim yüzdesi ile çarpılmasının ardından ısı pay ölçerde okunan bir birimlik değişime karşı ödenmesi gereken tutar belirlenmiş olur. Her bir dairenin okuma değeri ile bu birim değeri çarpılınca dairelerin ödemesi gereken miktar ortaya çıkmış olur. Bu işlem bu şekilde tekrarlanarak her daire için tüketilen enerji miktarı belirlenip raporlanır. Ayrıca cihaz üzerinden tüketimlerin okunması amacı ile radyo frekans sistemi kullanılmaktadır, bu sayede tüketim değerlerinin okunması için dairelere girmeye gerek kalmamaktadır.

3.4 Isı Pay Ölçer Sistemlerinde Karşılaşılan Sorunlar

Isı pay ölçer sistemi ısıtma için kullanılan enerjinin azaltılması amacıyla uygulamaya konan bir sistemdir. Sistemin ana mantığı kullanıcıların tükettikleri oranda ısıtma giderlerini ödemeleridir. Her yeni uygulamanın teoriden uygulama aşamasına geçişte olduğu gibi bu sistemde de karşılaşılan sorunlar bulunmaktadır. Isı pay ölçer sistemlerinde karşılaşılan sorunlar aşağıdaki gibi özetlenebilir.

3.4.1 Eski binaların yaşadığı sorunlar

Isı pay ölçer sisteminin hesaplama metoduna göre ısı kapasitesi bilinen termostatik vana ile çalışan bir sıcak su radyatörün bulunması gerekmektedir. Eski binalarda tüm radyatör tipleri için termostatik vana takılması mümkün olmamakta ve var olan radyatörlerin ısı kapasitesi tam olarak bilinmemektedir. Yapılan harcamanın doğru tespit edilmesi için radyatörlerin ısı kapasitelerinin doğru belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Bu tarz problemler ile karşılaşmamak için eski binalardaki ısı pay ölçer uygulamalarında ısıtma sisteminin 3'lü paket (termostatik vana, radyatör ve ısı pay ölçer cihazı) halinde önerilmesi faydalı olacaktır. Bu durumun da maliyet açısından kullanıcıya yük getireceği bilinmektedir.

Eski binalarda karşılaşılan problemlerden birisi de sıcak su kazanları ve sıcak su iletimini sağlayan pompalarda görülmektedir. Sistemde kullanılan kazanların bu sistemle uyumlu olmasının yanı sıra kullanılan pompaların frekans konvertörlü olması gerekmektedir. Sistemde debiler değişken olduğundan sabit debili pompalar debi değişikliklerine cevap veremeyip çalışma koşullarına uyum sağlayamamaktadırlar.

Sıcak su hatlarının içinden geçen suyun kireçli olması eski hatların boru çaplarını daraltmakta ve yeterli miktarda suyun sistemde dolaşmasını engellemektedir. Bu durum kullanıcının istemiş olduğu oda sıcaklığının sağlanmasını geciktirdiği gibi radyatöre giren su miktarının doğru bir şekilde hesaplanmasını önleyip kullanıcıların normalden fazla tüketim değerleri ile karşı karşıya bırakmaktadır. Suların kireçli olmasından kaynaklanan bu sorunun çözümüne yönelik, eski binalar için olduğu kadar yeni binalar için de periyodik bakım gerekliliği bulunmaktadır.

Bahsedilen sistem ile uyumlu ekipmanların ekstra maliyet getirdiği düşünülürse bina sakinlerinin bu konudaki hassasiyetleri anlaşılabilir.

3.4.2 Isı pay ölçer sisteminde tüketim değerlerinin hesaplanmasındaki sorunlar

Isı pay ölçer sistemi tüketilen enerji ölçüsünde kullanıcıların ödeyecekleri bedelleri belirlemeye yardımcı olmaktadır. Tüketilen enerjinin hesaplanması noktasında herhangi bir yönetmelik ve standart yol gösterici değildir. Bu durum tüketiciler için bir sorun teşkil etmekte ve ödenen bedellerin gerçekliği konusunda yanılgılara yol açmaktadır.

26847 Sayılı Merkezi Isıtma ve Sıhhi Sıcak Su Sistemlerinde Isınma ve Sıhhi Sıcak Su Giderlerinin Paylaştırılmasına İlişkin Yönetmeliğe göre termostatik vananın tamamen kapatılması gibi bir durum söz konusu değildir. Oda sıcaklığı en az 15°C de olacak şekilde termostatik vanada kilit bulunmaktadır. Bu durum çoğu kullanıcının kafasında yanlış bir intiba bırakmaktadır. Sistemin 15°C’de olması kullanıcılarda tüketimin olmadığı gibi bir algı yaratmaktadır. Termostatik vananın kafa kısmında yer alan ısı genleşme elemanı oda sıcaklığının 15°C’den az olması durumunda radyatöre su geçişine izin vermekte oda sıcaklığı 15°C’ye ulaştınca termostatik vana kapanmaktadır. Arada geçen süre içinde tüketim ısı pay ölçer tarafından okunmaktadır. Termostatik vanayı sürekli 15°C’ye ayarlı olacak şekilde tutarak sistemin kapalı olduğu yanlışlığına düşen kullanıcıların hiç beklemedikleri bir tüketim değeri faturası ile karşılaşmaları sorunlara yol açmaktadır.

Eski binalarda var olan radyatörlerin ısı kapasitesi bilinmemektedir. Yapılan harcamanın doğru tespit edilmesi için ısı kapasitenin doğru belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Uygulamayı yapan firma bu konuda hassas davranmayıp radyatörün ısı kapasitesini yansıtmayan bir katsayı girmesi halinde tüketim değerleri doğruyu yansıtmayacaktır.

3.4.3 Sistemin müdahalelere açık olması

Yönetmelik gereği ortam sıcaklığı 15°C’nin altına düşmemektedir. Bunun için de termostatik vana üzerinde 15°C’yi gösteren değerin altında kilit bulunmaktadır. Fakat vanaya müdahale edilip radyatörün tamamen kapatılması gibi durumlar kullanıcılar tarafından gerçekleştirilmektedir. Bu sayede radyatörün sıcak su girişi kesilip tüketim olmayacaktır ve bedellerde düşüşler gözlenecektir. Bu durum sistemin çalışma prensibine aykırıdır. Bahsedilen durumdaki daireye komşu olan daireler iç sıcaklıklarını istedikleri seviyede tutabilmek için daha fazla enerji tüketip daha yüksek bedeller ödeyeceklerdir. Isı pay ölçer sistemi gereği termostatik vanaya yapılan bu şekildeki müdahaleleri algılayıp raporlayabilmektedir. Fakat buna yol açan daire sakinleri için herhangi bir yaptırım görülmemektedir.

3.4.4 Tesisatta karşılaşılan sorunlar

Tüketici odaklı yapılan araştırmalarda sistemdeki ekipmanlar ile ilgili karşılaşılan problemlerin büyük çoğunluğu radyatörlerden kaynaklanmaktadır. Isı pay ölçer sistemi aktif olsa dahi radyatörün yeteri kadar ısıtma ihtiyacını karşılamadığı,

radıatörün bir kısmının sıcak bir kısmının ise soğuk olduğu gibi şikâyetler ile sık sık karşılaşılmaktadır. Binaya termostatik vanaların takılabilmesi için kalorifer tesisat hattında bulunan su boşaltılmakta montaj işleminin sonrası su tekrar doldurulmaktadır. Bu esnada bazı peteklerin içinde hava kalmaktadır. Bu durumda su ile dolu olan kısım sıcak iken hava ile dolu olan kısım soğuk olmakta bu durumda radyatör ısıtma işlevini tam kapasite gerçekleştirememektedir. Kullanıcıların ortam sıcaklığını ayarlamak üzere termostatik vanaları açıp kapamaları da radyatörde hava birikmesine yol açmaktadır. Sistemdeki havanın atılması ile sıcak su radyatöre dolacak ve ısıtma daha verimli bir şekilde sağlanacaktır.

Tesisat sisteminde karşılaşılan bir diğer problem ise radyatöre su girişine izin veren termostatik vananın zamanla su kalitesinin kötü olması sebebiyle cidar çapının azaldığı ve su girişine izin veren pimin görevini yapamayıp radyatöre sürekli su girişine sebep olduğu bilinmektedir. Bu durum ısı pay ölçerin sürekli sarfiyat okumasına ve tüketimin değerinin artmasına yol açmaktadır.

3.4.5 Uygulayıcı firmalardan kaynaklanan sorunlar

Isı pay ölçer sistemi amacı gereği ısıtma yapılması istenen mahallerde radyatör bulunan yerlere monte edilir. Bazı firmaların uygulamalarında dairelerdeki banyo amaçlı kullanılan mahallerde radyatör bulursa dahi sistemin rahat çalışabilmesi, yani bütün termostatik vanalar kısıldığında bile sirkülasyonun devam edebilmesi ve termostatik vana içindeki mekanizmanın nemden etkilenmemesi için termostatik vana ve ısı pay ölçer cihazı bu radyatörlerde kullanılmamaktadır. Ancak 26847 Sayılı Merkezi Isıtma ve Sıhhi Sıcak Su Sistemlerinde Isınma ve Sıhhi Sıcak Su Giderlerinin Paylaştırılmasına İlişkin Yönetmelik'te böyle bir uygulamadan bahsedilmemektedir. Isı pay ölçer bulunmayan bu radyatörlere takılacak olan bir termostatik vana sistemi müdahaleye açık duruma getirmektedir. Bu radyatör için tüketilen enerji ısı pay ölçer tarafından hesaplanamayıp haksız bir şekilde kazanç sağlanmış olacaktır.

3.4.6 Hacmin bina içindeki konumuna bağlı olarak karşılaşılan sorunlar

Isı pay ölçer uygulamasında mekanik ısıtma sistemi radyatör sıcaklığı ile ısıtılan mekânın sıcaklığı arasındaki farkı esas alarak enerji harcar. Bir başka deyişle ısıtılma istenen mekân ne kadar sıcaksa, radyatör yüzey sıcaklığı ile arasındaki fark daha az olacak, dolayısıyla enerji harcamaları düşecektir.

Bu nedenle, üzeri çatı veya teras olan, altı açık döşemesi olan, konsol döşemesi olan, kuzey cepmeli veya diğer dairelere göre daha fazla dış duvar alanı olan veya boş ve kullanılmayan bir daireye komşu olan bir dairede ısı transferi kurallarına göre her zaman içeriden dışarıya enerji kaybı gerçekleşecektir. Böyle bir dairede gerçekleşecek ısıtma enerjisi harcamaları ve dolayısıyla enerji faturaları diğer dairelere göre daha yüksek olacaktır ve bu durum da kullanıcılar arasında sorunlara yol açmaktadır.

Isı pay ölçer sisteminin kullanılmaya başlanmasından sonra daire sakinleri kendi iç sıcaklık değerlerini belirleyebildiklerinden önceki ödemiş oldukları tüketim bedellerine oranla daha fazla ya da daha az bedeller ödemektedirler. Ödenen bedellerin fazla olması durumunda tüketiciler sistemdeki hesaplama ve raporlama yapan firmaya güven duymamaktadır. Bu sorunun temelinde yatan bina içindeki hacimlerin binadaki konumlarının ve koşullarının eşit olmaması ve hesaplama sisteminin çok net olmayışı ve tüketicilerin sistemin çalışması konusunda bilinçlendirilmemeleri gibi sorunların açıklığa kavuşturulmadan çözülemeyeceği düşünülmektedir.

Tüm bu sorunlar göz önünde bulundurulduğunda ısıtma enerji harcamalarının dengeli bir biçimde paylaştırılmasına ilişkin uygulamada pek çok sorun olduğu görülmektedir.

Bu sorunların çözümüne katkıda bulunmak ve öncelikle enerji harcamalarını azaltarak enerji harcamalarının dengeli bir biçimde paylaştırılmasını hedefleyen bir değerlendirme çalışması ele alınmıştır. Değerlendirme çalışmasında kullanılacak yaklaşım ve adımlar bölüm 4 ve 5'te detaylarıyla ele alınmıştır.

4. BİNALARDA ISI PAY ÖLÇER UYGULAMASININ ISITMA ENERJİSİ HARCAMALARININ DENGELİ BİR BİÇİMDE PAYLAŞTIRILMASI AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Bu çalışmada; binalarda ısıtma enerjisi harcamalarını azaltmak amacıyla 5627 Sayılı Enerji Verimliliği Kanunu gereği zorunlu kılınan ısı pay ölçer uygulamasının ısıtma enerjisi harcamalarının dengeli bir biçimde paylaşılması açısından değerlendirilmesine ilişkin bir yaklaşım geliştirilmiştir. Konut binalarında daireler arası yıllık ısıtma enerji tüketim değerlerinin dengeli bir biçimde paylaşılmasını hedefleyen ve bu amaca uygun olarak geliştirilen yaklaşımın adımları aşağıdaki gibi özetlenmiştir.

4.1 Dış Çevreye Ait İklim Verilerinin Toplanması

Binalarda mekanik ısıtma ve soğutma enerji tüketimlerinin hesaplanabilmesi için, binanın bulunduğu dış iklim koşullarına ait güneş ışıınımı, dış hava sıcaklığı, dış bağıl nemlilik ve toprak sıcaklığı gibi değerlere gereksinim vardır. Ayrıca yıllık toplam ısıtma ve soğutma enerjisi tüketimleri için yapılacak hesaplamalar ele alınan bölgeye ait meteorolojik verilere dayandırılmalıdır [16].

4.2 İç Çevreye Ait İklim Verilerinin Toplanması

İç çevre ile direk temas halinde bulunan insan çevresindeki sıcaklık ve diğer iklimsel etkenler ile doğrudan bağlantılıdır. Isıtmanın istendiği dönemde bina içindeki iklimsel konforun sağlanması amacıyla binada kullanılan mekanik ısıtma sistemleri istenilen iç hava sıcaklığı konfor değerini buna bağılı olarak da mekanik ısıtma sisteminin yüklerinin belirleyicileridir.

Bu nedenle uygun mekanik ısıtma sistemine karar verilebilmesi için hacmin iç hava sıcaklığı konfor değeri; binanın fonksiyonuna, kullanım saatlerine ve yılın ısıtmanın istendiği ve istenmediği dönemlere göre ayrı ayrı belirlenmelidir.

4.3 Mekanik Isıtma Enerjisi Tüketimlerini Etkileyen Binaya İlişkin Değişkenlerin Belirlenmesi

Binalarda enerji korunumunun sağlanabilmesi için öncelikle mekanik ısıtma enerjisi tüketimlerini etkileyen; iç çevre iklimsel konfor koşullarının gerçekleşmesinde doğrudan etkili olan binaya ilişkin yapma çevre değişkenlerine ait değerler belirlenmelidir.

4.3.1 Binanın yerinin belirlenmesi

Binanın bulunduğu yer, iklim kontrolünde ve hava kirliliğini önlemede etkili olan bir değişkendir. Yerey parçasının baktığı yön, eğimi, konumu ve örtüsü gibi değişkenler bütünüdür. Bu değişkenlere ilişkin uygun değerler yerel iklim koşulları ve iklimsel konfor ihtiyaçlarına bağlı olarak belirlenmekte ve yerleşmeler için uygun olan bölgeleri tanımlamaktadır.

Binanın bulunduğu yer ile ilgili değişkenler, yerel iklim koşulları ve konfor koşulları düşünülerek değerlendirildiğinde, mekanik ısıtma ve iklimlendirme ihtiyacının ve dolayısıyla enerji harcamalarının en aza indirilmesi ve hava kirliliğinin önlenmesine imkân sağlamaktadır [16].

Bu nedenle çalışmanın yapılacağı yere ait iklimsel, topoğrafik ve coğrafi özellikler belirlenmelidir. Yerleşmenin yerini; enlemi ve boylamı, bulunduğu iklim bölgesi, bulunduğu bölgenin eğimi ve dokusu değerlendirme çalışmasında kullanılacak olan modelleme ve simülasyon adımlarında kullanılmak üzere belirlenmelidir.

4.3.2 Binanın diğer binalara göre konumunun belirlenmesi

Bilindiği gibi bina içi çevrede iklimsel konforu etkileyen iklimsel değişkenlerin alacağı değerler binayı etkileyen dış iklim elemanlarının büyüklükleri ile doğrudan ilişkilidir. Binayı etkileyen dış iklim elemanlarından güneş ışıınımı ve hava hareketi hızı ise çevre binaların veya diğer engellerin ele alınan binadan uzaklığına, yüksekliğine ve bu binaya göre konumlandırılış durumuna bağlı olarak değişkenlik gösterir. Çevre binaların ve diğer engellerin ele alınan binanın cepheleri üzerinde oluşturacağı gölgeli alanlarda direkt güneş ışıınımından ısı kazancı söz konusu değildir. Binanın bu alanları yalnızca yaygın güneş ışıınımından etkilenecek ve dolayısıyla binanın güneş ışıınımından kazandığı ısı miktarının fonksiyonu olan iç

hava sıcaklığı ve ortalama ışınsal sıcaklık gibi iklimsel konforu etkileyen iç iklim elemanlarının değerleri, cepheleri hiç gölgelenmemiş bir binaya oranla çok daha düşük olacaktır [17].

Bu özelliklere bağlı olarak, ısı performansını değerlendirilecek olan binanın cephesinde komşu binaların veya engellerin oluşturduğu gölgeli alanlar da binanın doğrudan güneş ışınsal kazançlarının azalmasına ve kabuktan kaybedilen veya kazanılan ısı miktarının değişmesine sebep olmaktadır. Bu nedenle binanın diğer binalara göre konumu ısı pay ölçer uygulamalarıyla belirlenecek olan ısıtma enerjisi harcamaları açısından göz önünde bulundurulmalıdır.

4.3.3 Binanın formunun belirlenmesi

Bina formu; biçim faktörü (bina cephesinin derinliğine oranı), bina yüksekliği, çatı tipi (düz, beşik, kırma), döşeme türü (toprağa oturan döşeme, altı açık döşeme), çatı eğimi ve cephe eğimi gibi geometrik değişkenlerle tanımlanabilir.

Binanın yatay ve düşey doğrultudaki boyutları, bina kabuğunun yüzey alanını dolayısıyla bu binanın yüzeylerinde gerçekleşecek olan ısı geçiş miktarlarını da belirlemektedir.

Bu nedenle bina kabuğunda gerçekleşen ısı kayıp ve kazançlarını hesaplayabilmek amacıyla, binayı çevreleyen elemanların ve dolayısıyla kabuk elemanlarının yüzey alanını belirleyen hacmin yatay ve düşey doğrultudaki boyutları ve bunun bir fonksiyonu olan bina formu belirlenmelidir. Bina formuna bağlı olarak gerçekleşen ısı kayıp ve kazançları ısı pay ölçer uygulaması sonrası ortaya çıkan ısıtma enerjisi harcamalarının da belirleyicileridir.

4.3.4 Binadaki hacimlerin bina içindeki konumlarının belirlenmesi

Binalarda hacimlerin bina içindeki konumlarının belirlenmesi ile farklı yönlerde bakan cephelerden güneş ışınsal kazançlarının dolayısıyla hacim içindeki ısı kazanç ve kayıplarının belirlenmesi olanaklıdır. Ancak bazı durumlarda hacimler aynı yöne yönlendirilmiş olsalar bile, hacmin bulunduğu kat, hacmin zemine oturması veya altı açık bir döşemeye sahip olması, üzerinde çatı (teras çatı, kırma çatı) veya başka bir hacim olması ve dış duvar alanlarının eşit olmaması gibi değişkenler bina kabuğunun optik ve termofiziksel özelliklerine de bağlı olarak hacimlerde gerçekleşen ısı kazanç ve kayıp miktarlarının eşit olmamasına yol açmaktadır.

Isı pay ölçer uygulamaları sonucu belirlenen ısıtma enerjisi harcamaları hacimlerin bina içindeki konumlarına bağlı olarak ortaya çıkan farklı ısıtma yüklerinin doğal bir sonucudur. Bu nedenle hacimlerin bina içindeki konumlarının belirlenmesi ısıtma enerjisi harcamaları açısından önemlidir.

4.3.5 Binanın mekanik ısıtma sistemlerine ait değişkenlerin belirlenmesi

Kapalı bir hacimde pasif sistemlerle konfor koşulları belirli sınırlara kadar sağlanabilmekte ve bu sınırların ötesinde yapıların mekanik ısıtma sistemleri ile desteklenmesi gerekmektedir. Bu durumda pasif ve mekanik ısıtma sistemlerinin sırasıyla ve birbiriyle bütünleşecek şekilde kullanılması gerekmektedir. Enerji tüketiminin, beraberinde yüksek bir maliyet ve çevre kirliliği gibi problemler de getirdiği göz önünde bulundurulursa; pasif sistemlerin, yapma sistemlere en az yük getirecek şekilde tasarlanmaları bir zorunluluk haline gelmiştir.

Pasif sistemlerle tasarlanmış bir bina iç çevrede istenen iç iklimsel koşulları sağlayamıyorsa, kullanıcının iklimsel konfor durumunda bulundurulabilmesi için mekanik ısıtmaya ihtiyaç duyulur. Mekanik ısıtma sistemleri hizmet ettikleri binanın fonksiyonuna ve gün içindeki kullanım süresine bağlı olarak zaman zaman durdurulabilirler veya sürekli çalıştırılıp belirli saatlerde yavaşlatılabilirler. Yapma sisteme ait değişkenler binada farklı konumda bulunan hacimlerde bina kabuğu alanına da bağlı olarak farklı ek ısıtma enerjisi ihtiyaçlarına yol açmaktadır. Bu nedenle mekanik ısıtma sistemlere ait değişkenlerin ısı pay ölçer uygulamaları ile ortaya çıkan ısıtma enerjisi harcamaları üzerindeki etkisi de göz önünde bulundurularak bu değişkenlere ait doğru kararlar alınmalıdır.

Bunun yanı sıra iç kazançları etkileyen diğer yapma sistemlere ilişkin değişkenler de mekanik ısıtma sistemi yüklerine etki edeceğinden belirlenmelidir.

4.3.5.1 Mekanik ısıtma sisteminin işletme biçiminin belirlenmesi

Binadaki yıllık ısıtma enerjisi tüketimi seçilmiş olan mekanik ısıtma sistemine ait değişkenlere göre farklılık gösterebilmektedir. Öncelikle seçilecek olan sistemin sağlanmak istenen iç hava sıcaklığı konfor değerlerini karşılıyor olabilmesi ve buna bağlı olarak da sistemin kapasitesinin doğru olarak belirlenmesi gerekmektedir. Kapasitenin belirlenmesinde iç ve dış çevresel etkenlerin yanı sıra binaya ilişkin yapma çevre değişkenlerine ait değerler de etkili olmaktadır. Kapasitenin

belirlenmesinin ardından seçilmiş olan mekanik ısıtma sisteminin verimlilik ve çalışma özelliklerinin elde edilip; mekanik ısıtma sisteminin işletme biçiminin belirlenmesi gerekmektedir.

4.3.5.2 Mekanik ısıtma sistemine bağlı olarak ısıl zonların belirlenmesi

Isı pay ölçer sisteminin uygulandığı binalarda harcanan enerji miktarları her daire için ayrı ayrı pay edildiğinden yapılacak hesaplamalarda dairelerin her birinin birer ısıl zon olarak kabul edilmesi esas alınmıştır. Dairelerin içinde de ayrıca zonlar türetilir. Isı pay ölçer sistemi mekân sıcaklığı ile radyatör yüzey sıcaklığı arasında bir bağıntı kurarak termostatik vanaya gönderdiği sinyal ile istenen sıcaklığı mekân içinde gerçekleştirmesini sağlar. Bu mekanizma yardımıyla her ısıl zonda harcanan enerji miktarı belirli katsayılarla ifade edilir. Isıtma enerjisi harcamaları eşit koşullara sahip olmayan ısıl zonlarda farklılık gösterecektir. Bu nedenle ısıtıcıların ve pay ölçerlerin yerleştirileceği ısıl zonların önceden belirlenmesi gerekmektedir.

4.3.5.3 Mekanik ısıtma sistemi dizayn kapasitesinin belirlenmesi

Bir modelleme ve simülasyon programı yardımı ile ısıl zonları belirlenmiş olan binanın;

- Bina kabuğunun optik ve termofiziksel özellikleri,
- Kullanıcıların binada bulunduğu saat aralıkları,
- Kullanıcı yoğunluğu,
- Isıtmanın istendiği ve istenmediği dönemde iç hava sıcaklığı konfor değerleri,
- İç kazançları etkileyen elektrikli aletlere ilişkin değerler,
- İç kazançları etkileyen aydınlatma sisteminin kullanıldığı saat aralıkları,
- Aydınlatma sisteminin gücü gibi binanın ısı kaybı ve kazançlarını etkileyen değişkenler ile birlikte modellenmesi ve bu değişkenlerin etkisiyle zonlara bağlı olarak ortaya çıkan farklı ısı yüklerinin değerlerinin belirlenmesi gerekmektedir. Böylelikle tüm bina için gerekli olan ısıl kapasite miktarını elde etmek olanaklıdır.

4.3.5.4 Mekanik ısıtma sisteminde kullanılacak kazanın seçilmesi ve ısıtma sistemine ilişkin çalışma şartlarının ve diğer ekipmanların belirlenmesi

Isıtma yüklerinin hesaplanabilmesi ve ısıtma enerjisi harcamalarının belirlenebilmesi için sıcak sulu ısıtma sistemi ile çalışan ve belirlenen ısıl kapasiteye uygun olan bir kazan seçilmesi gerekmektedir. Seçilen kazanın verimi, maksimum ve minimum debisi ve kazan giriş çıkış su sıcaklıkları gibi değişkenlerin belirlenmesiyle zonlarda tüketilecek olan ısıtma enerjisi miktarlarını hesaplamalarda belirlemek olanaklıdır. Isıtma sisteminde gerçekleşen maksimum ve minimum debi miktarları aşağıdaki formüller yardımıyla hesaplanır (4.1-4.2).

$$Q_{\max} = Q_{\text{kap}} \times 860 \times \Delta t \quad (4.2)$$

$Q_{\max}$ = Maksimum debi (L/saat)

Q_{kap} = Kazan kapasitesi (kW)

Δt = Sıcaklık farkı (°C)

$$Q_{\min} = Q_{\text{kap}} \times 860 \times \Delta t \quad (4.2)$$

$Q_{\min}$ = Minimum debi (L/saat)

Q_{kap} = Kazan kapasitesi (kW)

Δt = Sıcaklık farkı (°C)

Isıtma yükü hesaplamalarında kullanılmak üzere seçilen kazanın işletme biçiminin belirlenmesi ve kazanın hangi koşullarda çalışacağının belirlenmesi ısıtma enerjisi miktarlarını doğrudan etkileyecektir. Bu nedenle; mekanik ısıtma sisteminin çalıştırılacağı saat aralıkları ve çalışmanın başlaması için esas alınan dış hava sıcaklığın alt sınır değerinin belirlenmesi gerekmektedir. Mekanik ısıtma sistemine ait tüm enerji harcamalarının belirlenebilmesi için bunlara ek olarak sistemde dolaşacak olan su miktarının belirlenmesi ve buna bağlı olarak sıcak suyun sistemde dolaşmasını sağlayacak pompaların kapasiteleri ve çalışma saatlerinin de belirlenmesi gerekmektedir.

4.3.5.5 Yapma aydınlatma sistemi

Yapma aydınlatma sistemleri hacimlerdeki ısı kazançları üzerinde etkili olduğundan bu sistemlerin hacimlerdeki aydınlanma şiddetleri, aydınlatma güç yoğunluk değerleri ve bu sistemlerin kullanıldığı saatlerin belirlenmesi gerekmektedir.

4.3.6 Bina kabuğunun optik ve termofiziksel özelliklerinin belirlenmesi

Bina kabuğunun optik ve termofiziksel özellikleri mekanik ısıtma sisteminin de etkisiyle kabuğun opak ve saydam bileşenlerinden geçen ısı miktarının ve hacimde gerçekleşen iç hava sıcaklığı ve iç yüzey sıcaklıklarının belirlenmesinde etkili olurlar.

İç çevre iklimsel koşulları ve mekanik ısıtma yükleri bina kabuğundan yitirilen ve kazanılan toplam ısı miktarlarına bağlı olarak değişim gösterir. Dolayısıyla bina kabuğu optik ve termofiziksel özellikleri aynı zamanda gerek iç iklimsel koşulların gerekse mekanik ısıtma yüklerinin belirleyicileridir [6].

Kabuk bileşeninin dış yüzeyine bağlı olarak yutuculuk (a), ve yansıtıcılık (r), saydam bileşenine bağlı olarak da geçirgenlik (τ) gibi optik özellikleri bulunmaktadır. Bu özellikler birim alandan geçen güneş ışınımı ile kazanılan ısı miktarını etkiler. Güneş ışınımına karşı yutuculuk, yansıtıcılık ve geçirgenlik katsayıları aşağıdaki bağıntılar ile ifade edilir (4.3 - 4.4).

$$a_o + r_o = 1 \text{ (opak bileşenler için)} \quad (4.3)$$

a_o = Bileşenin yutuculuk katsayısı

r_o = Bileşenin yansıtıcılık katsayısı

$$a_o + r_o + \tau_o = 1 \text{ (saydam bileşenler için)} \quad (4.4)$$

a_o = Bileşenin yutuculuk katsayısı

r_o = Bileşenin yansıtıcılık katsayısı

τ_o = Bileşenin geçirgenlik katsayısı

Yerleşim yerinin dış iklimine ilişkin özelliklerine göre iç iklime ilişkin konfor koşullarını sağlayan bina kabuğunun;

- Saydamlık oranı,

- Toplam ısı geçirme katsayısı (U),
- Kabuğun zaman geciktirmesi ve genlik küçültme faktörü,
- Kabuğun ısı depolama özelliği gibi termofiziksel özellikleri bulunmaktadır.

Saydamlık oranı, kabuktaki saydam bileşen yüzey alanlarının tüm kabuk yüzey alanına oranıdır. Saydam ve opak bileşenden geçen ısı miktarının farklı olması nedeniyle, kabuktan geçen toplam ısı miktarını etkileyen bir değişkendir [5].

Toplam ısı geçirme katsayısı (U), gerek opak, gerekse saydam yapı kabuğu bileşenlerine ilişkin bir termofiziksel özelliktir ve farklı iki çevreyi ayıran bir yapı bileşeninin iki yüzünde etkili olan hava sıcaklıkları arasındaki fark 1°C iken, 1 m² alandan, 1 saatte geçen toplam ısı miktarı olarak tanımlanmaktadır. Bir yapı bileşeninin toplam ısı geçirme katsayısı aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır **(4.5)**.

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{d_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_d}} \quad (4.5)$$

U = Opak bileşenin toplam ısı geçirme katsayısı, (W/m²K)

α_i , α_d = Dış ve iç yüzeysel ısı taşınım katsayıları, (W/m²K)

$d_1, d_2, \dots, d_n$, = Opak bileşeni oluşturan katmanların kalınlıkları, (m)

$\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$, = Opak bileşeni oluşturan katmanların ısı iletkenlik katsayıları, (W/mK) [5]

Kabuğun zaman geciktirmesi, gün içinde, kabuk bileşenini etkileyen maksimum sol-air sıcaklığın etkisinin, bileşenin iç yüzünde maksimum yüzey sıcaklığını oluşturuncaya kadar geçen süre olarak tanımlanmaktadır. Genlik küçültme faktörü ise, gün içinde ele alınan bileşene ilişkin maksimum iç yüzey sıcaklığı ile ortalama iç yüzey sıcaklıkları farkının, maksimum sol-air sıcaklık ile ortalama sol-air sıcaklık farkına olan oranıdır, şeklinde tanımlanabilir.

Zaman geciktirmesi ve genlik küçültme faktörü gibi termofiziksel özellikler, ısı depolama niteliklerinden ötürü, opak kabuk bileşenleri için söz konusudur. Bu özellikler bileşeni oluşturan katmanların, ısı iletkenlik katsayıları (λ), kalınlıkları (d), yoğunlukları (ρ), özgül ısıları (c) ve dolayısıyla ısı kapasitelerinin (ρc) fonksiyonudurlar. [5]

Kabuğun ısı depolama özelliği, kabuk bileşenini oluşturan katmanların, ısı iletkenlik katsayıları, kalınlıkları, yoğunlukları, özgül ısıları ve dolayısıyla ısı kapasitelerinin fonksiyonudur.

Kabuğun optik ve termofiziksel özellikleri, kabuğun opak ve saydam bileşenlerinden geçen ısı miktarlarının ve hacimde gerçekleşen iç hava sıcaklığı ve iç yüzey sıcaklıklarının belirlenmesinde etkili olurlar.

Bina kabuğuna ait tüm optik ve termofiziksel özellikler göz önünde bulundurularak ısıtma enerjisi hesaplamalarında kullanılmak üzere;

- Cephenin renginin açık ya da koyu olması, opak bileşenin yüzeyinin güneş ışınlamına karşı yutuculuk katsayısını değiştirdiğinden, cephenin rengi ve buna bağlı olarak yutuculuk katsayısının belirlenmesi,
- Bina kabuğundaki saydam alanların tüm cephe alanına oranını ifade eden saydamlık oranlarının her cephe için belirlenmesi,
- Saydam bileşeni oluşturan doğrama ve cam türlerine ait optik ve termofiziksel özelliklerin belirlenmesi,
- Opak bileşeni oluşturan malzemeler, bu malzemelere ait termofiziksel özellikler ve opak bileşen detaylarının belirlenmesi gerekmektedir.

4.3.7 Mevcut binanın ısıl zonlarına bağlı olarak yıllık toplam ısıtma enerjisi tüketiminin hesaplanması

Dış hava sıcaklığı ve güneş ışınlamının sahip oldukları büyüklüğe bağlı olarak yılın belli dönemlerinde hacim içerisinde iklimsel konforun sağlanabilmesi için ek yapma enerji sistemlerine gereksinim duyulmaktadır. Bu koşullarda kabuk elemanları aracılığı ile hacmin kazandığı veya kaybettiği ısı miktarları hacimde oluşacak iç hava sıcaklığı değerini belirleyecektir. Kabuk etkisiyle mekânda oluşan iç hava sıcaklığı yönetmelikler ve standartlar tarafından belirlenmiş olan iç hava sıcaklığı konfor değerini sağlamayabilir. Isıtmanın istendiği dönemde oluşan iç hava sıcaklığı değeri istenen iç hava sıcaklığı konfor değerinin altında ise mekanik ısıtma sistemi aradaki farkı ortadan kaldırmak ve iç hava sıcaklığı konfor değerine ulaşmak için enerji harcayacaktır. Bu nedenle öncelikle iç hava sıcaklığı konfor değerini sabit olacak şekilde sağlaması beklenen mekanik ısıtma sistemi dizayn edilmelidir. Daha sonra ise sistemin iç hava sıcaklığı konfor değerini sağlamak için farklı zonlarda gerçekleşen ısıtma yükleri dolayısıyla ısıtma enerjisi miktarları hesaplanmalıdır.

Hacmin bina içindeki konumuna bağlı olarak her ısıl zona ait ısıtma yükleri farklı olabilmektedir.

Böylece zonlarda gerçekleşen ısıtma enerjisi yüklerinin belirlenmesi ve pay ölçer uygulamalarında ortaya çıkan dengesiz yük dağılımını ortadan kalkması amacıyla bu yükler arasındaki farkın minimum düzeyde tutulması çalışmanın bir sonraki adımını oluşturmaktadır.

Mevcut binanın yıllık toplam ısıtma enerjisi tüketiminin hesaplanmasında zamana bağlı hesaplama yapan ve dinamik bir hesaplama sahip olan bir simülasyon programı kullanılmalıdır.

4.3.7.1 Bina kabuğunun TS 825 binalarda ısı yalıtım kuralları standardına uygun şekilde iyileştirilmesi ve hesaplamaların tekrarlanması

Mevcut bina kabuğunun optik ve termofiziksel özelliklerine bağlı olarak yapılan ısıtma yükü hesaplamalarının ardından ısıtma enerjisi harcamalarının azaltılması amacıyla mevcut binanın bulunduğu şehrin bulunduğu bölgeye ait standartta tavsiye edilen toplam ısı geçirme katsayısı (U değeri) sınır değeri sağlanacak şekilde bina kabuğu iyileştirilmelidir [18]. Isıtma enerjisi harcamalarını azaltmak amacıyla önerilen ve yönetmeliğe uygun olarak geliştirilen kabuk detayı ile binanın ısıl zonlarına bağlı olarak yıllık toplam ısıtma enerjisi tüketim miktarlarına ait hesaplamalar tekrarlanmalı ve mevcut durum ile iyileştirilmiş durum arasında yapılacak olan karşılaştırmalar sonucu elde edilen kazanç oranları belirlenmelidir.

4.3.7.2 En çok ısıtma enerji harcaması gerçekleşen ısıl zonların belirlenmesi ve bu ısıl zonlar için iyileştirme önerilerinin geliştirilmesi

Çalışmanın bu aşamasında binanın ısıl zonlarında gerçekleşen ısıtma enerjisi harcamaları miktarları karşılaştırılarak en çok ısıtma enerjisi harcamasının gerçekleştiği ısıl zonlar belirlenmelidir. Minimum ısıtma enerjisi harcamasına yakın değerlerin elde edildiği ısıl zonların dışında kalan ısıl zonlar en çok enerji harcayan zonlar olarak kabul edilip bu zonların bina içindeki konumlarına bağlı olarak farklı yapı elemanları için (dış duvar, üzer açık, altı açık döşeme gibi) farklı iyileştirme önerileri gerçekleştirilmelidir.

Geliştirilen iyileştirme önerilerinin pratik ve teorik olarak uygulanabilirliği ve mekânsal boyutların kullanıcı ihtiyaçlarına ve planlama esaslarına göre niteliklerini

yitirmemeleri göz önünde bulundurularak iyileştirme önerileri geliştirme adımları için bir sınır değeri belirlenmelidir.

4.3.7.3 Binanın tüm ısı zonlarında gerçekleşen ısıtma enerjisi harcamalarının ve binanın birincil enerji harcamasının değerlendirilmesi

Bir önceki adımda önerilen iyileştirme önerileri uygulandığında gerçekleşen ısıtma enerjisi harcamaları karşılaştırılarak ısı zonlarda gerçekleşen ısıtma yüklerinin birbirine ne kadar yaklaştığı dağıtım grafikleri yardımıyla belirlenmelidir. Her iyileştirme önerisi sonrasında en az ısıtma tüketiminin gerçekleştiği ısı zon ile diğer ısı zonlarda gerçekleşen ısıtma tüketimleri arasındaki fark oransal olarak belirlenmelidir. Yapılan karşılaştırma sonrasında “konfor koşullarının ısı zonlar arasında minimum farkla gerçekleşmesini sağlayan iyileştirme önerisi en uygun seçenektir” kriteri esas alınarak uygun iyileştirme önerisi belirlenebilir.

Değerlendirme sonucu belirlenmiş olan en uygun iyileştirme önerisinin uygulanması sonrasında binada m^2 başına gerçekleşen birincil enerji harcamasını hesaplamak olanaklıdır. Bu hesaplanmış değerin, Bölüm 3.2 de verilmiş olan ve bazı Avrupa ülkeleri tarafından uygulanan, m^2 başına kabul edilen birincil enerji miktarı sınır değerleri ile karşılaştırılması sonucu ikinci bir değerlendirme yapılabilir.

5. BİNALARDA ISI PAY ÖLÇER UYGULAMASININ ISITMA ENERJİSİ HARCAMALARININ DENGELİ BİR BİÇİMDE PAYLAŞTIRILMASI AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ: İSTANBUL ATAÖY'DE BİR KONUT ÖRNEĞİ

Bu bölümde İstanbul, Ataköy'de yer alan bir binada; ısıtma enerjisi harcamalarını azaltmak amacıyla 5627 Sayılı Enerji Verimliliği Kanunu gereği zorunlu kılınan ısı pay ölçer uygulaması sonucu, ısıtma enerjisi harcamalarının dengeli bir biçimde paylaşılması açısından değerlendirilmesi hedeflenmiştir. Bu hedefe yönelik olarak yapılan tüm yıllık ısıtma enerjisi harcamaları ve yıllık güneş ışınlam kazançları hesaplamalarında Energyplus programının kullanıcı dostu ara yüzü ve dinamik termal bir simülasyon programı olan Design Builder programı kullanılmıştır. Hesaplamalar sonucunda mevcut bina kabuğu özellikleri ve önerilen iyileştirilmiş bina kabuğu özelliklerine ilişkin dairelerde gerçekleşen yıllık ısıtma enerjisi harcamaları karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Uygulama çalışmasında yapılan kabuller ve izlenen yol aşağıdaki gibidir.

5.1 Dış Çevreye Ait İklim Verilerinin Toplanması

Uygulama çalışmasında, tüm hesaplamalar meteorolojik veriler doğrultusunda hazırlanmış meteorolojik veri dosyasının, kullanılan simülasyon programına aktarılmasıyla, gerçek atmosfer koşulları altında yapılmıştır [16].

Simülasyon hesaplarında hava sıcaklığı, güneş ışınlamı, hava hareketi ve nemlilik gibi dış iklim elemanlarına ait veriler bulunmaktadır. Simülasyonlarda ele alınan İstanbul iline ait epw. (energy plus weather) formatındaki iklimsel veriler Design Builder simülasyon programında hesaplamalar için kullanılmıştır.

5.2 İç Çevreye Ait İklim Verilerinin Belirlenmesi

Isıtma enerjisi harcamalarının hesaplanmasında ısıtma sisteminin sağlaması gereken iç hava sıcaklığı konfor değeri 21 °C olarak kabul edilmiştir. Isıtma enerjisi

harcamalarının belirlenmesinde iç hava sıcaklığı konfor değerinin alt sınır değeri olarak ise, pay ölçer uygulamasında termostatik vana üzerinde bulunan minimum değer olan 15 °C kabul edilmiştir.

5.3 Mekanik Isıtma Enerjisi Tüketimlerini Etkileyen Binaya İlişkin Değişkenlerin Belirlenmesi

Binaya ilişkin tasarım parametreleri iç ortamda oluşan iç hava sıcaklığı değeri ve mekanik ısıtma sisteminin performansını belirleyicileri olduğundan, binalarda enerji korunumunun sağlanması amacıyla binaya ait yapma çevre değişkenlerine ilişkin kabuller aşağıdaki adımlarda açıklanmıştır.

5.3.1 Binanın yerinin belirlenmesi

Bina düz bir arazide İstanbul ili, Bakırköy ilçesi, Ataköy semti 1. Kısım 40°58'46.41" enlemi, 28°51'58.10" boylamında bulunmaktadır.

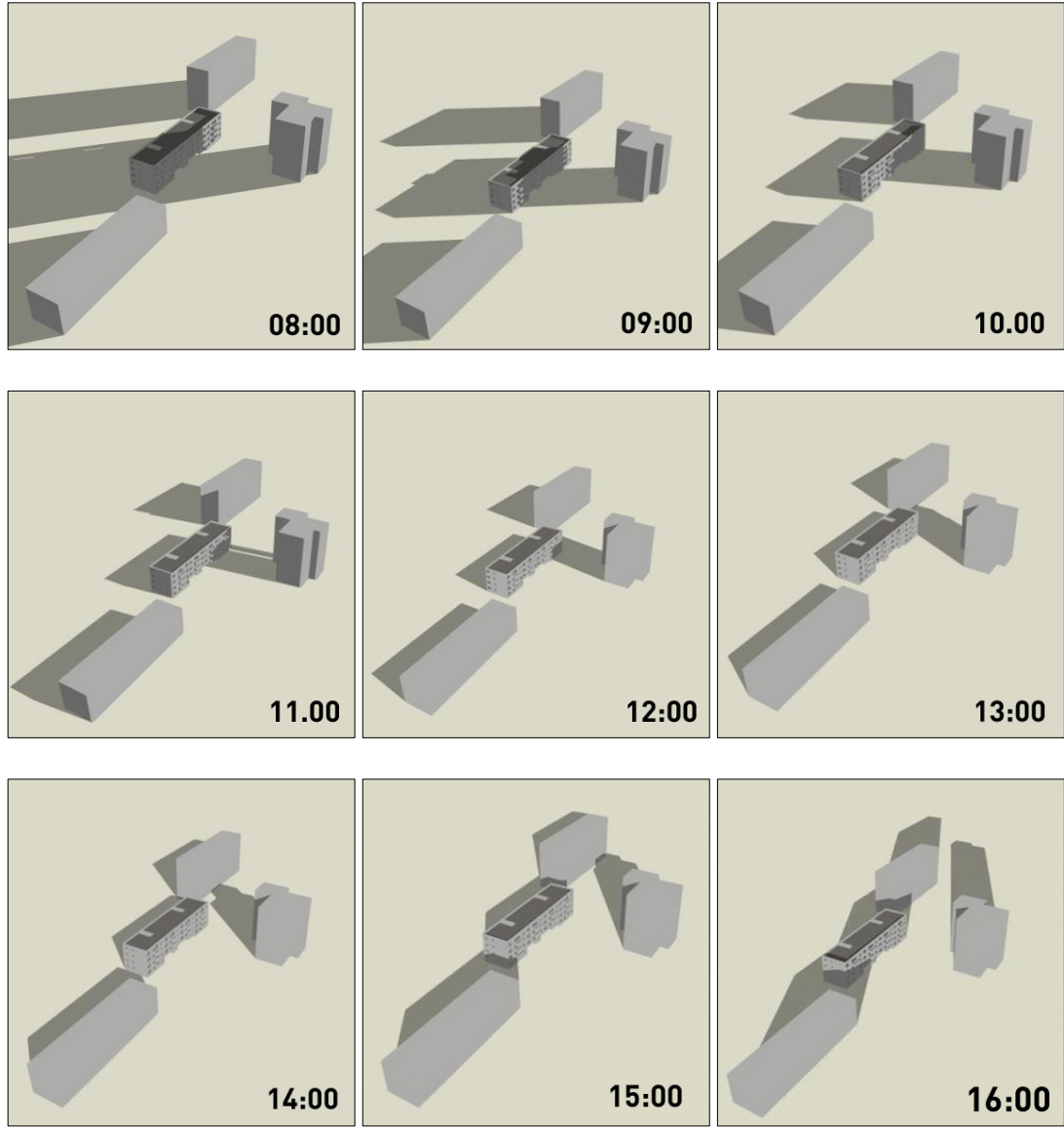
5.3.2 Binanın diğer binalara göre konumunun belirlenmesi

Değerlendirme çalışmasında kullanılacak olan binanın yönlendiriliş durumu ve diğer binalara göre konumu **Şekil 5.1**'de gösterilmiştir.



Şekil 5.1: Binanın diğer binalara göre konumu.

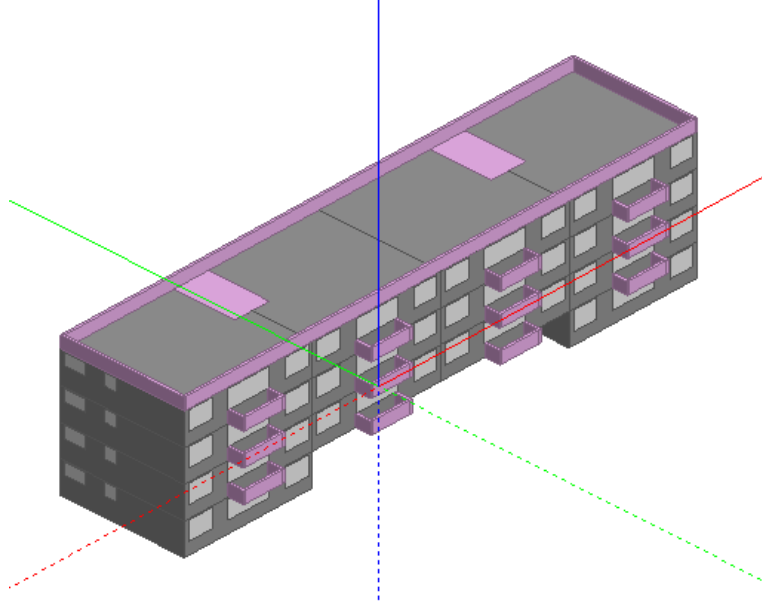
Bina konumu gereği diğer binaların etkisiyle günün belirli saatlerinde gölge altında kalmaktadır. Isıtmanın istendiği dönemi temsil eden 21 Ocak gününde saat 08:00 ile 16:00 arası için yapılmış olan gölge analizleri **Şekil 5.2**'de gösterilmiştir.



Şekil 5.2: 21 Ocak saat 08:00 – 16:00 arası için gölge analizleri.

5.3.3 Binanın formunun belirlenmesi

Bina toplamda dört katlı olup toplam yüksekliği 10,6 m ve toplam bina alanı 1440 m² 'dir. Binanın çatı tipi teras çatı olup toprağa oturan ve altı açık döşemesi olan daireler mevcuttur. Binanın Design Builder ile modellenmiş üç boyutlu görüntüsü **Şekil 5.3**'te gösterilmiştir.



Şekil 5.3: Binanın Design Builder ile yapılan modeli.

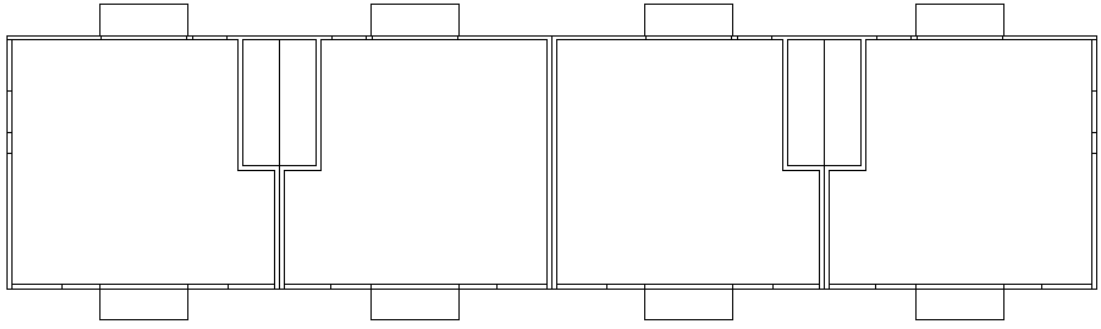
5.3.4 Binadaki hacimlerin bina içindeki konumlarının belirlenmesi

Binanın zemin katta iki adet girişi vardır. Bina zemin katta kolonlar üzerinde yükseltilerek buradaki alan araba park yeri olarak kullanılmaktadır. Binada toprak altında bulunan daire olmayıp zemine oturan iki daire, altı açık döşemesi olan iki daire ve üzerinde teras çatı bulunan toplam dört daire vardır. Dairelerin bina içindeki farklı konumları binanın güneye bakan cephesinde **Şekil 5.4** yardımıyla gösterilmiştir.

A BLOK				B BLOK					
	A7			A6		B6		B7	
	A5			A4		B4		B5	
	A3			A2		B2		B3	
	A1							B1	

Şekil 5.4: Güney cephesinde, dairelerin bina içindeki farklı konumları.

İki bloğun birleşmesiyle oluşan, her bir blokta yedi, toplamda 14 adet dairesi bulunan binanın zemin kat ve normal kat planı **Şekil 5.5** ve **5.6**'da gösterilmiştir.



Şekil 5.5: Binanın normal kat planı, 1/300 ölçek.



Şekil 5.6: Binanın zemin kat planı, 1/300 ölçek.

5.3.5 Binanın mekanik sistemlerine ait değişkenlerin belirlenmesi

Binada kullanılan yapma sistemlerin özellikleri ve çalışma biçimlerine ilişkin alınan kararlar aşağıda açıklanmıştır.

5.3.5.1 Mekanik ısıtma sistemine bağlı olarak ısıl zonların belirlenmesi

Binada bulunan ısıtma sistemi ile birlikte ısı pay ölçer sistemi de kullanılmaktadır. Isı pay ölçer sisteminde enerji harcamalarının pay edilebilmesi için, harcamaların gerçekleştiği her bir daire bir ısıl zon olarak tanıtılmıştır. Buna göre oluşturulan modelde toplamda 14 adet ısıl zon bulunmaktadır.

5.3.5.2 Yapma aydınlatma sistemine ilişkin değişkenlerin belirlenmesi

İç aydınlatmada kullanılan armatürlerin aydınlatma yoğunluk değeri 10 w/m^2 olarak seçilmiştir. Yapma aydınlatmanın hafta boyunca 08:00 – 24:00 saatleri arasında kullanıldığı kabul edilmiştir.

5.3.5.3 Mekanik ısıtma sistemi dizayn kapasitesinin belirlenmesi

Isıl zonları belirlenmiş olan binanın toplam ısıtma yükünü bulmak amacıyla mekanik ısıtma sisteminin dizayn kapasitesinin belirlenmesinde kullanılacak değişkenler aşağıdaki gibidir:

- Mevcut bina kabuğunun belirlenmiş toplam ısı geçirme katsayısı değerleri;
Dış duvar U değeri: $0,87 \text{ W/m}^2\text{K}$,
Zemine oturan döşeme U değeri: $2,05 \text{ W/m}^2\text{K}$,
Teras çatı U değeri: $4,05 \text{ W/m}^2\text{K}$,
Altı açık döşeme U değeri: $2,256 \text{ W/m}^2\text{K}$ olarak alınmıştır. (Çizelge 5.2)
- Mevcut binanın yönlere bağlı olarak belirlenmiş olan saydamlık oranları güney ve kuzey yönler için %45, doğu ve batı yönler için ise % 4'tür.
- Kullanıcıların hafta içi 18:00-08:00 saatleri arası, hafta sonu ise 24 saat binada bulundukları kabul edilmiştir.
- Bir dairede 4 kişi yaşadığı dolayısıyla kullanıcı yoğunluğunun $0,04 \text{ kişi/m}^2$ olduğu kabul edilmiştir.
- Isıtma sisteminin işletme biçimi hafta içi 18:00-08:00 ve hafta sonu 24 saat boyunca iç hava sıcaklığı $21 \text{ }^\circ\text{C}$, hafta içi 08:00-18:00 arası iç hava sıcaklığı $15 \text{ }^\circ\text{C}$ olacak şekilde ayarlanmıştır.
- Elektrikli ekipmanların güç yoğunlukları 5 W/m^2 olarak kabul edilmiştir.

Belirlenen değişkenler yardımıyla Design Builder programında oluşturulan modelde yapılan hesaplamalar sonucu bina için dizayn faktörü 1,3 ve mekanik ısıtma sistemi kapasitesi de $133,74 \text{ kW}$ olarak bulunmuştur. Her bir daire için gerekli ısıtma yükleri Çizelge 5.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.1: Dairelerdeki ısıtma yükleri.

Daireler	Isıtma Yükleri
A-1	5,99
A-2	10,61
A-3	6,38
A-4	7,14
A-5	7,04
A-6	14,67
A-7	15,10
B-1	5,96
B-2	10,59
B-3	6,31
B-4	7,20
B-5	6,99
B-6	14,70
B-7	15,06
TOPLAM	133,74

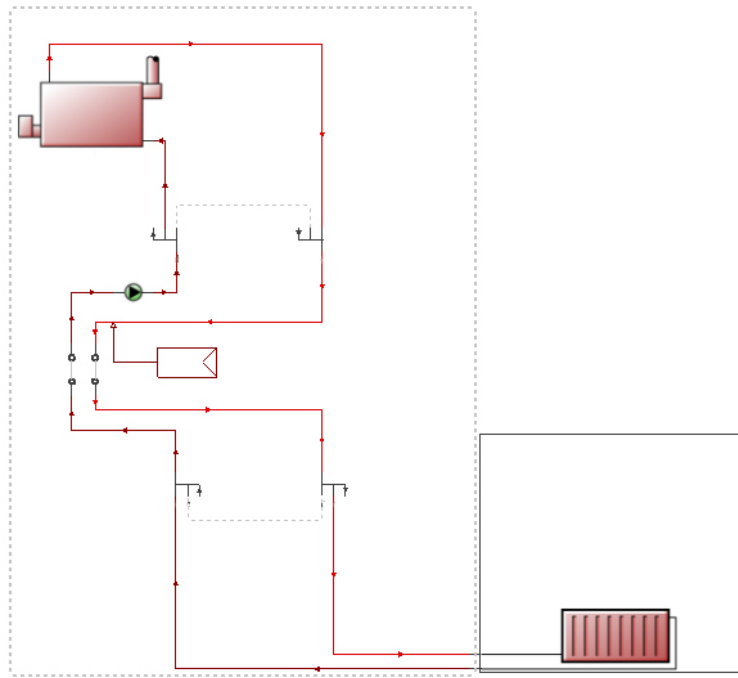
Daireler için belirlenen bu yükler, sıcak sulu radyatörlerin kapasitelerinin belirlenmesinde kullanılmıştır.

5.3.5.4 Mekanik ısıtma sisteminde kullanılacak kazanın ve ısıtma sistemine ilişkin çalışma şartlarının ve diğer ekipmanların seçilmesi

Yapılan seçimler sonucunda mekanik ısıtma sisteminde kullanılacak kazan ve ısıtma sistemine ilişkin kararlar aşağıdaki gibidir;

- Yapılan hesaplama sonucunda çıkan kapasiteye bağlı olarak gerçekte kullanılabilecek sıcak su kazanları araştırılmış ve 170 kW kapasiteye sahip bir sıcak su kazanı seçilmiştir.
- Sistemdeki su giriş-çıkış sıcaklıkları 80/60°C olarak belirlenmiştir.
- Kazan ısıtma için gerekli enerjiyi doğalgazdan sağlayacak olup, kazanın verimlilik değeri 1 olarak seçilmiştir.
- Seçilen bu değerler gereği sistemdeki maksimum ve minimum debiler belirlenerek simülasyon programına işlenmiştir.
Maksimum debi 0,002 m³/sn ve minimum debi 0,0005 m³/sn olarak hesaplanmıştır.
- Seçilen mekanik ısıtma sistemi sürekli devrede olup dış hava sıcaklığı ile bağlantılı olarak modellenmiştir. Dış hava sıcaklığı 15 °C'ye indiğinde sistem devreye girmeye hazır biçimde bulunacaktır. Sistemin bu şekilde çalışmasını sağlayan bir termostat mevcuttur.

- Sıcak suyun değişken debili olarak dairelere gönderilebileceği sistemde su sıcaklığı en düşük sıcaklık 40 °C; en yüksek sıcaklık ise 100 °C olarak belirlenmiştir.
- Mekanik ısıtma sistemi gereği sıcak suyun dairelerdeki radyatörlere basılmasını sağlamak amaçlı bir pompa sistemi gerekmektedir. Sistemde kullanılan pompanın elektriksel güç tüketimi 0,37 kW; basma yüksekliği ise 68600 Pa'dır. Pompa motoru verimlilik değeri 0,9 olarak alınmış ve modellemelerde kesintili olarak çalışan bir pompa seçilmiştir. **Şekil 5.7'**de ısıtma sisteminin modeldeki şematik gösterimi bulunmaktadır.



Şekil 5.7: Kullanılan mekanik ısıtma sisteminin modellemedeki şematik ifadesi.

5.3.6 Bina kabuğunun optik ve termofiziksel özelliklerinin belirlenmesi

Mekanik ısıtma sistemi kullanıldığında; bina kabuğu sahip olduğu optik ve termofiziksel özellikleri, hacimde gerçekleşen iç hava sıcaklığı ve hacme ait ısı kayıp ve kazançlarının belirlenmesinde en önemli etkenlerden biridir. Mevcut binada kullanılan bina kabuğu optik ve termofiziksel özellikleri **Çizelge 5.2'**de görülmektedir.

Çizelge 5.2: Mevcut bina kabuğu termofiziksel özellikleri.

Opak Bileşen	Malzeme	λ (W/mK)	Kalınlık (m)	U (W/m ² K)
Dış duvarlar	Perlit sıva	0,08	0,02	0,87
	Tuğla	0,62	0,22	
	Alçı sıva	0,40	0,015	
Zemin kat	Betonarme döşeme	2,5	0,15	2,05
	Yüksek yoğ. beton	2	0,03	
	Harç	0,88	0,03	
	Halı	0,06	0,01	
	Asfalt	0,70	0,01	
Teras çatı	Harç	0,88	0,03	4,05
	Yüksek yoğ. beton	2	0,03	
	Betonarme döşeme	2,5	0,15	
	Alçı sıva	0,40	0,015	
	Alçı sıva	0,40	0,015	
Altı açık döşeme	Betonarme döşeme	2,5	0,12	2,256
	Parke	0,114	0,01	

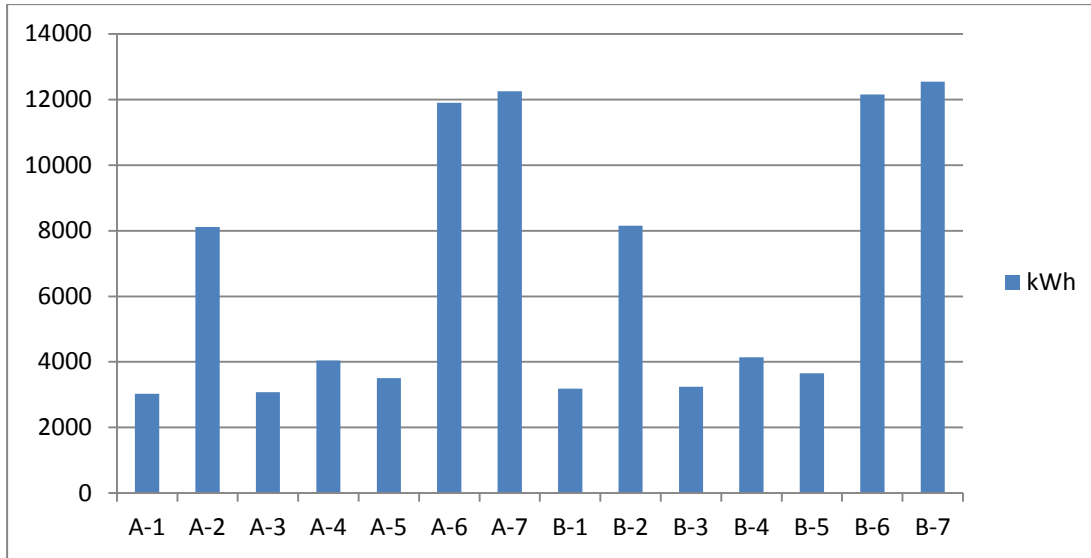
Binada kullanılan pencerelerin toplam ısı geçirme katsayısı $U=3,63 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ 'dir.

Bina infiltrasyon değeri 0,7 ac/h olarak seçilmiştir.

5.3.7 Mevcut binanın ısıl zonlarına bağlı olarak yıllık toplam ısıtma enerjisi harcamalarının hesaplanması

Binada daha önce belirlenmiş olan ısıl zonlarda gerçekleşen ısıtma yükü harcamaları için gerekli hesaplamalar Design Builder adlı simülasyon programı yardımıyla yapılmıştır. Design Builder binanın ve binaya ilişkin yapma sistemlerin enerji performansını inceleyen US Department of Energy tarafından geliştirilmiş dinamik, termal bir bina enerji simülasyon programıdır.

Yapılan hesaplamalar sonucu ısıl zonlara göre tüketilen ısıtma enerjisi **Şekil 5.8**'de gösterilmiştir. Modellemelerde mevcut binanın diğer binalar tarafından gölgelenmesi durumu hesaplamalara katılmıştır.



Şekil 5.8: Mevcut binada ısıl zonlara göre yıllık ısıtma enerjisi harcamaları.

Mevcut bina için yapılan enerji simülasyon sonuçlarına göre en fazla ısıtma enerjisi harcanan ısıl zonlar sırasıyla B-7, A-7, B-6, A-6, B-2 ve A-2'dir.

5.3.7.1 Bina kabuğunun TS 825 binalarda ısı yalıtım kuralları standardına uygun şekilde iyileştirilmesi ve hesaplamaların tekrarlanması

Mevcut binanın yıllık ısıtma enerjisi harcamalarının hesaplanması sonucu en yüksek harcamanın gerçekleştiği ısıl zonlarda en yüksek ısı pay ölçer uygulaması ödemelerinin de gerçekleştiği açıktır. Bu ısıl zonlarda gerçekleşen ısıtma enerjisi harcamalarının azaltılması amacıyla mevcut binada, bina kabuğu için iyileştirme alternatifleri gerçekleştirilmiştir.

İyileştirme alternatifleri gerçekleştirilmesinde ilk adım olarak bina kabuğunun TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı gereği 2. Bölgede yer alan İstanbul ili için tavsiye edilen toplam ısı geçirme katsayısı sınır değerleri sağlanacak şekilde iyileştirmesi seçilmiştir. **Çizelge 5.3**'te bu değerler yer almaktadır.

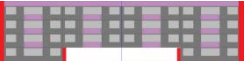
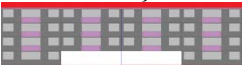
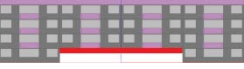
Mevcut bir binada iyileştirme uygulaması bina dış duvarlarında, çatıda ve altı açık döşemede yapılabileceğinden zemine oturan döşeme için iyileştirme önerilmemiştir.

Çizelge 5.3: TS 825'e göre 2. Bölge sınır U değerleri.

Bölge	$U_D(W/m^2K)$	$U_T(W/m^2K)$	$U_i(W/m^2K)$	$U_P(W/m^2K)$
2	0,60	0,40	0,60	2,4

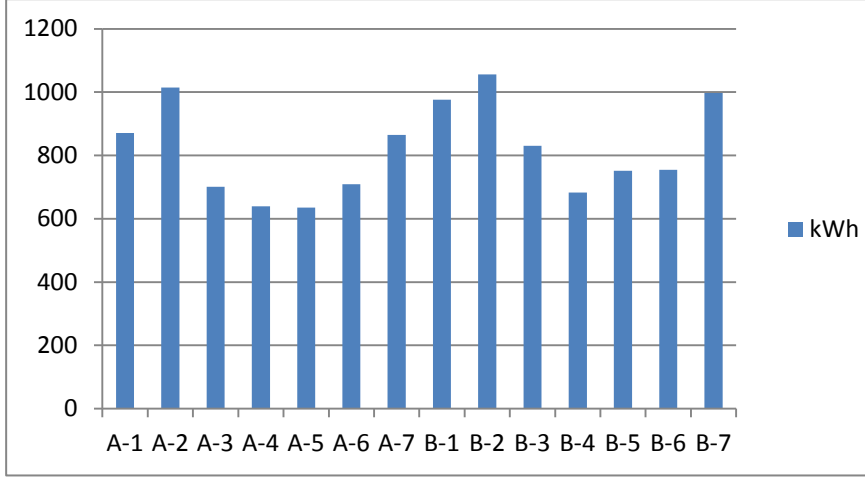
Bu duruma göre hesaplanan ve Öneri TS 825 şeklinde adlandırılan opak bileşenlerin toplam ısı geçirme katsayı değerleri **Çizelge 5.4**'te görülmektedir.

Çizelge 5.4: Bina kabuğu termofiziksel özellikleri Öneri TS 825.

Opak Bileşen	Malzeme	λ (W/mK)	Kalınlık (m)	U (W/m ² K)
 Dış duvarlar	Perlit sıva	0,08	0,02	0,59
	Tuğla	0,62	0,22	
	XPS yalıtım	0,034	0,03	
	Alçı sıva	0,40	0,015	
Zemin kat	Betonarme döşeme	2,5	0,15	2,05
	Yüksek yoğ. beton	2	0,03	
	Harç	0,88	0,03	
	Halı	0,06	0,01	
 Teras çatı	Asfalt	0,70	0,01	0,37
	Harç	0,88	0,03	
	Yüksek yoğ. beton	2	0,03	
	XPS yalıtım	0,034	0,08	
	Betonarme döşeme	2,5	0,15	
	Alçı sıva	0,40	0,015	
 Altı açık döşeme	Alçı sıva	0,40	0,015	0,60
	XPS yalıtım	0,034	0,04	
	Betonarme döşeme	2,5	0,12	
	Parke	0,114	0,01	

Bina kabuğunun opak bileşenler için önerilen iyileştirmelerden Öneri TS 825 ile birlikte, pencereler için de iyileştirme önerisi oluşturulmuştur. Buna göre pencerelerin toplam ısı geçirme katsayısı 1,56 W/m² K ve bina infiltrasyon değeri de 0,5 ac/h olarak kabul edilmiş ve hesaplamalar bu yeni öneriler doğrultusunda tekrarlanmıştır.

TS 825'e göre opak bileşenleri iyileştirilen binanın ısıtma enerjisi tüketimleri yeniden hesaplanmıştır. Hesaplama sonucu ortaya çıkan ısıl zonlara ait ısıtma enerjisi harcamaları **Şekil 5.9'**da gösterilmiştir.



Şekil 5.9: Öneri TS 825 sonrası ısıtıl zonlara göre yıllık ısıtma enerjisi harcamaları.

Simülasyon sonuçlarına göre altı açık döşemesi bulunan 2 no'lu ısıtıl zonlar yıllık olarak en fazla ısıtma enerjisi tüketimine sahip ısıtıl zonlar olmuştur. En az tüketim ise orta katlarda yer alan 4 ve 5 no'lu ısıtıl zonlarda olduğu gözlemlenmiştir.

Hesaplamalar sonucu en yüksek harcamaların sırasıyla B-2, A-2, B-7, B-1, A-7 ve A-1 nol'lu ısıtıl zonlarda gerçekleştiği görülmektedir. Öneri TS 825 iyileştirme seçeneği ile yıllık ısıtma enerjisi harcamalarında azalmalar olduğu ancak tüm ısıtıl zonların harcama oranlarının eşitlenmediği, en düşük harcamanın gerçekleştiği ısıtıl zon ile diğer ısıtıl zonlar arasında ısıtma enerjisi bakımından % 1 ile % 66'ya varan farklılıklar olduğu **Çizelge 5.5**'te görülmektedir.

Çizelge 5.5: Mevcut bina ve Öneri TS 825 yıllık ısıtma enerjisi harcamalarının karşılaştırılması.

Daireler	Mevcut bina(kWh)	Daireler arası farklılık %	Öneri TS 825(kWh)	Daireler arası farklılık %	İyileştirme sonrası kazanç %
A-1	3032	0	871	37	248
A-2	8112	167	1014	59	700
A-3	3076	1	701	10	339
A-4	4039	33	639	1	532
A-5	3510	15	635	0	453
A-6	11893	292	709	11	1577
A-7	12252	304	865	36	1316
B-1	3189	5	976	53	227
B-2	8148	168	1056	66	672
B-3	3244	7	830	30	291
B-4	4138	36	683	7	506
B-5	3650	20	752	18	385
B-6	12151	300	755	18	1509
B-7	12537	313	997	57	1157

5.3.7.2 En çok ısıtma enerji harcaması gerçekleşen ısıl zonların belirlenmesi ve bu ısıl zonlar için iyileştirme önerilerinin geliştirilmesi

Yönetmelik ile uyumlu olarak yapılan iyileştirmelerin ardından binada en fazla tüketime sahip ısıl zonlar belirlenmiştir. Binadaki 1, 2 ve 7 no'lu ısıl zonlar yıllık ısıtma enerjisi harcaması diğer ısıl zonlara göre fazla olan ısıl zonlar olarak belirlenmiştir. Isıl zonların konumlarından anlaşılabacağı üzere 1 no'lu ısıl zonun toprak ile teması bulunan döşemesi, 2 no'lu ısıl zonların altı açık döşemesi ve 7 no'lu ısıl zonların çatı ile teması bulunan tavanları vardır. Bu durumlara bağlı bina kabuğu detaylarında bazı iyileştirmeler yapılmıştır.

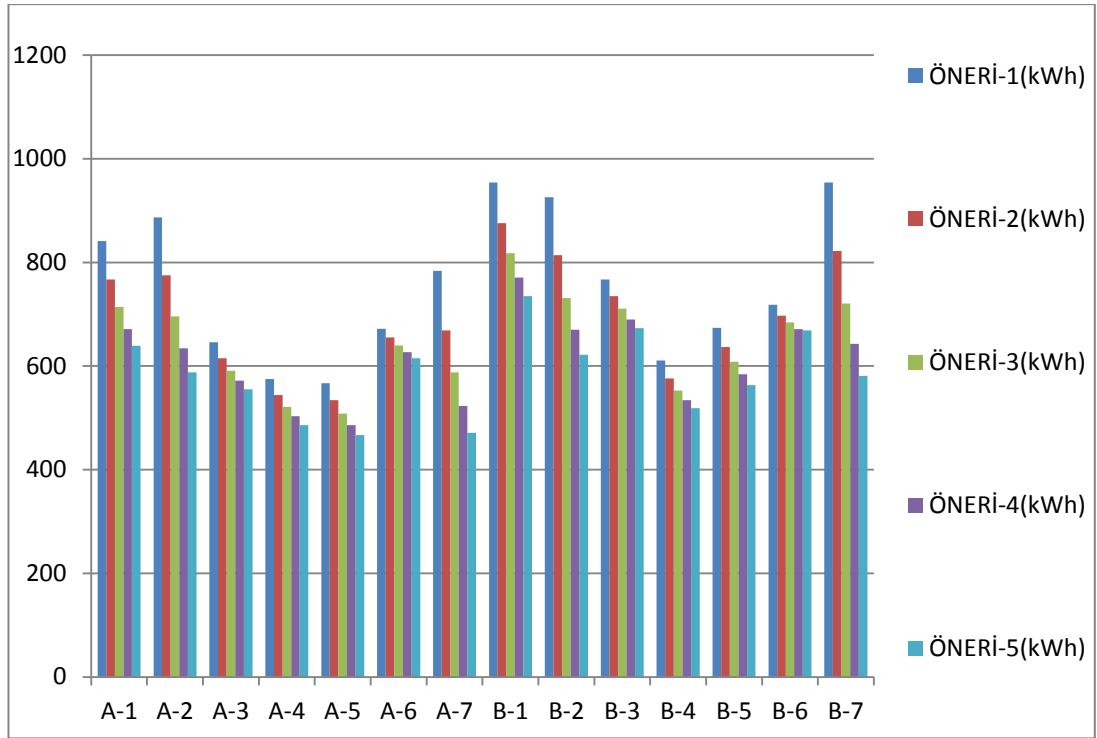
Çalışmanın bu adımında TS 825'e bağlı olarak iyileştirildiğinde dahi minimum enerji harcaması gerçekleştiren ısıl zona göre % 30'dan daha fazla enerji harcaması gerçekleşen ısıl zonlar için iyileştirme önerileri geliştirilmiştir. Bu durumda 1 ve 7 no'lu ısıl zonların dış duvarlarına içeriden; 2 no'lu ısıl zonların altı açık döşemesine dışarıdan ve 7 no'lu ısıl zonların tavanına içeriden 1 cm ilave XPS yalıtım uygulanmıştır.

Geliştirilen iyileştirme önerilerinin pratik olarak uygulanabilirliği ve mekânsal boyutların kullanıcı ihtiyaçlarına ve planlama esaslarına göre niteliklerini yitirmemeleri göz önünde bulundurularak 5 cm'den daha fazla ek yalıtım yapılmayacak şekilde öneriler arttırılmıştır. Yapılan beş öneri için geliştirilen bina kabuğu opak bileşen detayları ve toplam ısı geçirme katsayısı değerleri **Çizelge 5.6'**da gösterilmektedir.

Çizelge 5.6: Öneri-1, 2, 3, 4 ve 5 sonucunda bina kabuğunun termofiziksel özellikleri.

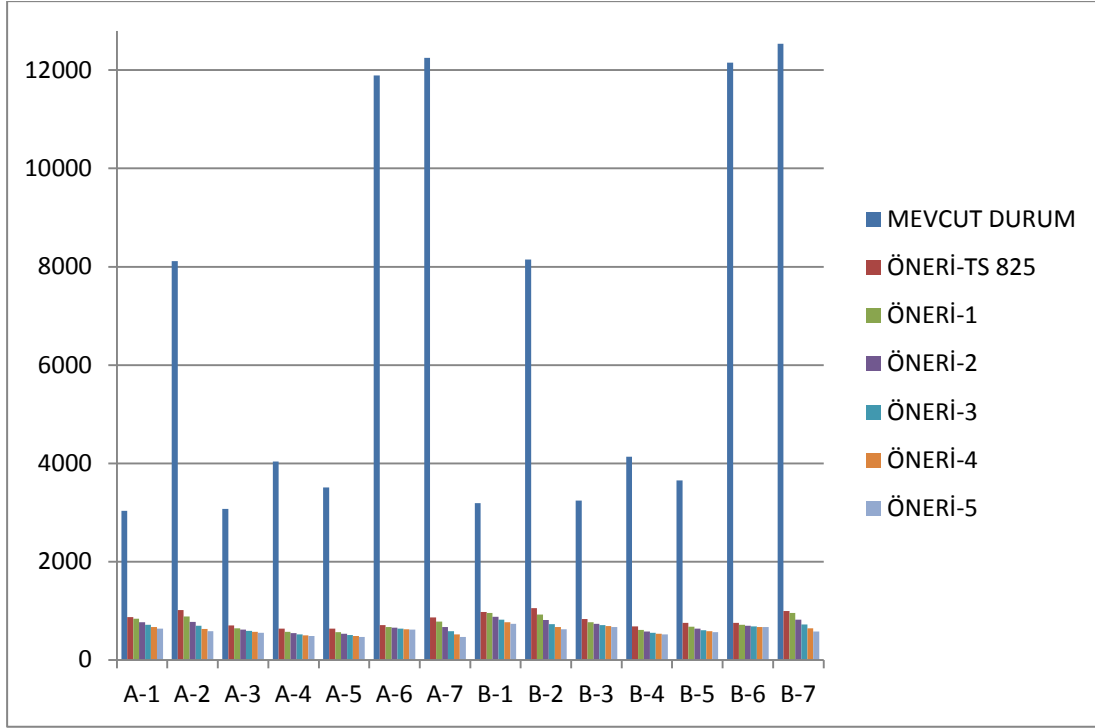
Opak Bileşen	Malzeme	λ (W/mK)	Kalınlık (m)	U (W/m ² K)		
1 ve 7 no'lu ısııl zonların dış duvarlar	Perlit sıva	0,08	0,02	0,503	Öneri-1	
	Tuğla	0,62	0,22			
	XPS yalıtım	0,034	0,04			
			0,05			
			0,06			
			0,07			
				0,08	0,322	Öneri-4
				0,08	0,316	Öneri-5
	Alçı sıva	0,4	0,015			
	7 no'lu ısııl zonun teras çatı döşemesi	Asfalt	0,7	0,01	0,346	Öneri-1
Harç		0,88	0,03			
Yüksek yoğ. Beton		2	0,03			
XPS yalıtım		0,034	0,09			
			0,1			
			0,11			
			0,12			
				0,13	0,265	Öneri-4
				0,13	0,246	Öneri-5
Betonarme döşeme		2,5	0,15			
Alçı sıva	0,4	0,015				
2 no'lu ısııl zonun altı açık döşemesi	Alçı sıva	0,4	0,015	0,515	Öneri-1	
	XPS yalıtım	0,034	0,05			
			0,06			
			0,07			
			0,08			
				0,09	0,395	Öneri-2
				0,08	0,321	Öneri-3
				0,09	0,265	Öneri-4
	Betonarme döşeme	2,5	0,12			
	Parke	0,114	0,01			

Geliştirilen beş yeni iyileştirme önerisi sonucunda ısııl zonlarda gerçekleşen ısıtma enerjisi harcama miktarları **Şekil 5.10**'da gösterilmiştir.



Şekil 5.10: Geliştirilen öneriler sonucunda ısıl zonların yıllık ısıtma enerjisi harcamaları.

Binanın mevcut hali, TSE 825'e ve beş yeni öneriye göre ısıl zonlarda gerçekleşen ısıtma enerjisi harcamaları **Şekil 5.11**'de gösterilmiştir.

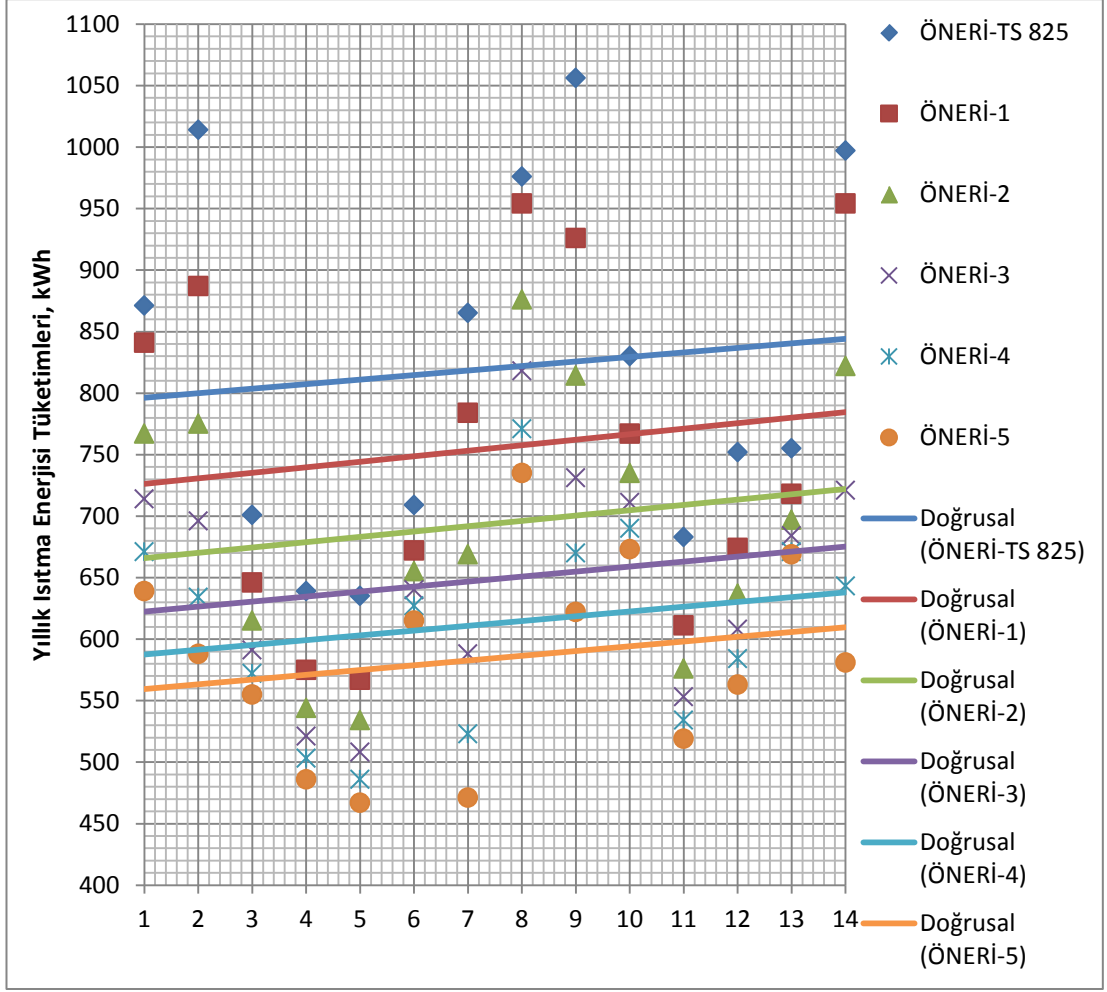


Şekil 5.11: Binanın mevcut hali, TSE 825 ve yapılan beş öneri sonucunda ısıtma zonlarında gerçekleşen ısıtma enerjisi tüketim değerleri karşılaştırılması.

Yapılan iyileştirmeler sonrası binanın mevcut haline göre ısıtma enerjisi harcamalarının oldukça azaldığı ancak yine de ısıtma zonları arası farklılıkların yok olmadığı gözlemlenmektedir.

5.3.7.3 Binanın tüm ısıtma zonlarında gerçekleşen ısıtma enerjisi harcamalarının ve binanın birincil enerji harcamasının değerlendirilmesi

Yapılan simülasyonların sonucunda çıkan değerlere bağlı olarak ısıtma zonları arası ısıtma enerjisi harcamaları değerlerinin birbirine ne kadar yaklaştığını görmek için dağıtım grafikleri çizilmiştir. Bu çizilen grafiklere yapılan beş önerinin haricinde Öneri TS 825'e ait harcamaları değerleri de eklenmiştir. **Şekil 5.12'**de dağıtım grafiği sonuçları yer almaktadır.



Şekil 5.12: Bina kabuğunda yapılan iyileştirmeler sonucu ısıl zonların yıllık ısıtma enerjisi harcama değerlerinin dağıtım grafikleri yardımıyla gösterilmesi.

Ayrıca yapılan iyileştirmelerden sonra ısıtma tüketimi en düşük ısıl zon seçilmiş ve diğer ısıl zonlar ile arasındaki harcama farkı oransal olarak **Çizelge 5.7'**de gösterilmiştir.

Çizelge 5.7: Isıtma enerji tüketimi en düşük ısıl zonun seçilmesi ve diğer ısıl zonlar ile arasındaki harcamanın oranı.

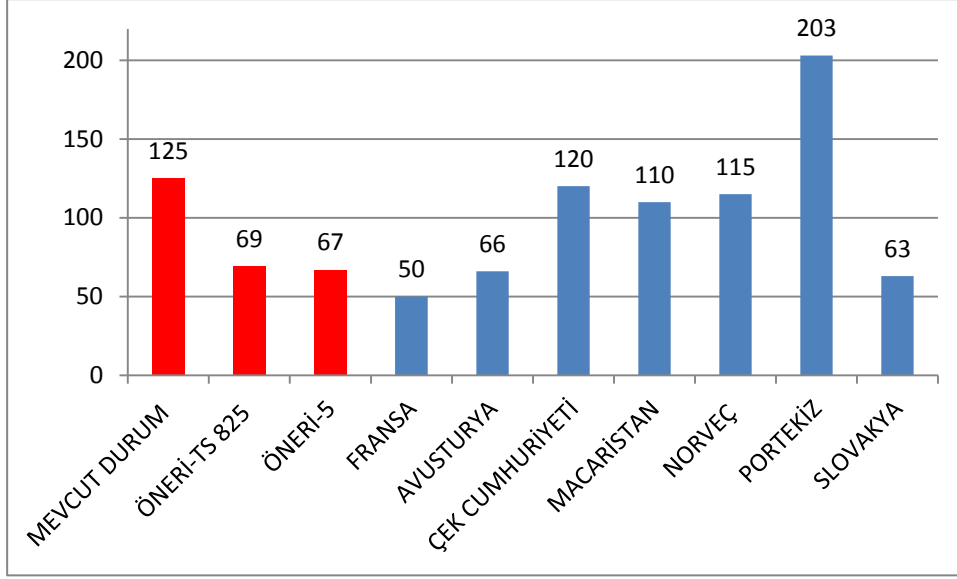
Daireler	Öneri TS 825 (kWh)	Isıl zonlar arası farklılık %	Öneri- 1(kWh)	Isıl zonlar arası farklılık %	Öneri- 2(kWh)	Isıl zonlar arası farklılık %	Öneri- 3(kWh)	Isıl zonlar arası farklılık %	Öneri- 4(kWh)	Isıl zonlar arası farklılık %	Öneri- 5(kWh)	Isıl zonlar arası farklılık %
A-1	871	37	841	48	767	44	714	41	671	38	639	37
A-2	1014	59	887	56	775	45	696	37	634	30	588	26
A-3	701	10	646	14	615	15	591	16	572	18	555	19
A-4	639	1	575	1	544	2	521	3	503	3	486	4
A-5	635	0	567	0	534	0	508	0	486	0	467	0
A-6	709	11	672	19	655	23	640	26	627	29	615	32
A-7	865	36	784	38	669	25	588	16	523	8	471	1
B-1	976	53	954	68	876	64	818	61	771	59	735	57
B-2	1056	66	926	63	814	52	731	44	670	38	622	33
B-3	830	30	767	35	735	38	711	40	690	42	673	44
B-4	683	7	611	8	576	8	553	9	534	10	519	11
B-5	752	18	674	19	637	19	608	20	584	20	563	21
B-6	755	18	718	27	697	31	684	35	671	38	669	43
B-7	997	57	954	68	822	54	721	42	643	32	581	24

Yapılan değerlendirmeler sonrasında; dağıtım grafiğinden de anlaşılacağı üzere ısıl zonlarda geręekleřen yıllık ısıtma enerjisi harcama değerleri hiçbir öneride eşitlenmemekle birlikte, Öneri 5 de ısıl zonlar arası en yakın değerler oluşmuştur.

Çizelge 5.7'ye göre; Öneri TS 825 sonrasında binada en az tüketime sahip olan ısıl zon A-5'tir. Bu öneri sonucunda en az tüketim yapan bu ısıl zona göre tüketim farklılıkları % 1 ile % 66 arasında değişmektedir. Öneri-1 sonunda bu farklılık % 1 ile % 68 arasında değişirken; Öneri-2 'de bu oran % 2 ile % 64 arasında değişmektedir. Öneri-3 sonrası da en az tüketim değerine sahip olan ısıl zon A-5 olurken tüketim farklılıkları % 3 ile % 61 arasında değişmektedir. Öneri-4'te farklılık % 3 ile % 59 arasında; Öneri-5'te ise % 4 ile % 57 arasındadır. Bu durumda "konfor koşullarının ısıl zonlar arasında minimum farkla (% 57) geręekleřmesini sağlayan en uygun iyileştirme önerisinin Öneri 5 olduğu görölmektedir.

Uygulama pratikliği açısından sınırlandırılan iyileştirme önerileri daha da çoğaltılmış olsaydı, yalıtım kalınlığı arttıka ısıl zonlarda ısıtma enerjisi harcamalarının ve ısıl zonlar arası harcama oranlarının da azalacağı açıktır. Bunun sonucunda en çok enerji harcayan ısıl zonlarda önerilen iyileştirmeler sonucu en az enerji harcanan ısıl zondaki enerji harcamaları daha da düşmüştür. Bu durum, farklı bina kabuğu alanına ve bina kabuğu koşullarına sahip ısıl zonlarda geręekleřen ısı transferinin doğal bir sonucudur.

İkinci bir değerlendirme yapmak amacıyla ele alınan binanın mevcut, Öneri TSE 825 ve Öneri-5'te m² başına tüketmiş olduğu birincil enerji miktarları hesaplanmıştır. Bu hesaplanmış değerler **şekil 5.13** yardımıyla bazı Avrupa Birliği üye ölkelerine ait yıllık birincil enerji tüketimi sınır değerleri ile karşılaştırılmıştır.



Şekil 5.13: Binanın mevcut, Öneri TSE 825 ve Öneri-5'te tüketmiş olduğu birincil enerjinin (kWh/m^2) Avrupa Birliği üye ülkelerin sınır değerleri ile karşılaştırılması.

Mevcut durumda m^2 başına düşen yıllık birincil enerji tüketim miktarı Portekiz dışındaki tüm ülkelerin sınır değerlerinin üzerindedir. Öneri TSE 825 ve Öneri-5 ile m^2 başına düşen yıllık birincil enerji tüketim miktarı önemli ölçüde azalmış ve örneğin Avusturya ve Slovakya'ya ait sınır değerlere çok yakın çıkmıştır. Ancak Öneri-5 yalıtımın yapı elemanı yüzeyine uygulanmasında sorunlara yol açabilecek ve mekânın kullanım alanını azaltan bir uygulama seçeneği olduğu için değerlendirmelerde TSE 825 standardını esas almak daha uygundur. TSE-825 standardında ise iklim bölgelerine göre önerilmiş olan bina kabuğunun toplam ısı geçirme katsayısı (U değeri) sınır değerleri verilmekle birlikte m^2 başına düşen yıllık birincil enerji tüketim miktarı sınır değerleri ülkemiz için henüz belirlenmemiştir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Isı pay ölçer uygulamaları; merkezi sistem ile ısınan konutlarda, ısıtma harcamalarının; kullanıcıların harcadıkları enerji miktarına göre adil bir şekilde paylaştırılmasını amaçlamaktadır. Sistemin en önemli avantajının ise kullanıcılara istediği kadar ısınma hakkını sağlaması ve ona göre faturalandırması olduğu vurgulanmaktadır. Ancak önerilen yaklaşımın uygulanması sonrası, ısı pay ölçer uygulamasının pek çok bağımsız bölümden oluşan apartmanlarda bağımsız bölümlerin birer müstakil konut gibi varsayılmasına uygun olmadığı ortaya çıkmıştır. Binayı oluşturan tüm bağımsız bölümler, ısı transferi açısından birbirleriyle sürekli etkileşim halindedirler. Dolayısıyla bir bağımsız bölüm için önerilen bir değişiklik sadece söz konusu bağımsız bölümü değil tüm binayı etkileyecektir. Binanın toplam performansı, her bir bağımsız bölümün birbirleriyle etkileşimli olarak ortaya çıkan ayrı ayrı performansının bir sonucudur. Isı ve enerji korunumu hedeflendiğinde tüm binayı bir bağımsız hacim şeklinde ele almak ve bu bağımsız hacmin her noktasında eşit konfor koşullarını sağlamak kullanıcılara ve ülke ekonomisine katkı sağlayacaktır.

Bununla birlikte önerilen yaklaşımda, kullanıcıların hepsi aynı koşullarda sistemi kullandıkları halde ve hiçbir farklı kullanım tercihleri olmamasına rağmen TS 825 standardının sağlanması önerisi ile bile % 66 ya varan enerji harcama farkları ortaya çıkmıştır. Ayrıca yapılan değerlendirmeler sonucunda mevcut binadaki m² başına düşen birincil enerji harcaması değerleri dünyada bazı ülkelerde kabul edilen sınır değerler ile karşılaştırıldığında çok yüksek çıkmaktadır. O halde binanın performansının bir bütün olarak ele binanın tamamının minimum enerji harcayacak şekilde tasarlanması enerji harcamalarının dengeli dağılımı açısından oldukça önemlidir. Önerilen yaklaşımın uygulanması sonucu aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

- Enerji korunumunda hedef tüm kullanıcıların eşit konfor şartlarında bulunmasını sağlamaktır.

- Isıtma enerjisi harcamalarının dengeli olabilmesi için dairelerin konumlarının tasarım aşamasında dengeli hale getirilmesi gerekmektedir. Binalar pasif olarak ne kadar az etkin tasarlanırsa yapma sistemlerin yükleri de o kadar artacaktır.
- Minimum enerji harcayan dairenin, maksimum enerji harcayan daire olmaksızın, minimum enerji harcaması gerçekleştirmesi olanaklı değildir. Bir başka deyişle, en iyi koşulları sağlayan daire diğer dairelerin mevcut koşulları sayesinde en uygun şartlara sahip olabilmektedir.
- Bazı dairelerde minimum enerji harcamasının gerçekleşmesi onları çevreleyen ve daha kötü koşullara sahip olan dairelerde dairelerin konumu gereği ve kullanıcıların kontrol dışı daha fazla enerji harcamasının bir sonucudur.
- Dolayısıyla ısı pay ölçer uygulamasının sonucu olarak ısıl zonlarda ortaya çıkan harcama miktarları gerçekte kullanıcıların tercihleri sonucu değil dairelerin bina içinde bulundukları konum gereği ortaya çıkmıştır.
- Maksimum enerji harcanan dairelerdeki kullanıcıların kontrolleri dışındaki olumsuz koşullar nedeniyle bazı daireler minimum enerji harcamayabildikleri için, enerji giderlerinin adil bir biçimde paylaşılması ancak tüm kullanıcıların maksimum enerji harcanan dairelerde ortaya çıkan giderlere katkıda bulunmaları ile olanaklıdır.
- Dairelerde gerçekleşen ısıtma enerjisi harcamalarını eşitleyebilmek için yalıtım kalınlıkları ne kadar arttırılırsa arttırılsın dairelerde eşit konfor koşullarının sağlanamayacağı dolayısıyla pay ölçer uygulamaları sonucu ortaya çıkan enerji harcamaları ödemelerinde kullanıcılar arasında eşitsizliğin devam edeceği açıktır.
- Yalıtım ile hacimlerin kayıplarını azaltmak da pratikte belli bir yalıtım kalınlığına kadar olanaklıdır. Yalıtım kalınlığı arttıkça mekânların kullanım alanları azalmakta, yalıtımın yapı elemanı yüzeyine uygulanmasında sorunlar yaşanmaktadır. Ayrıca daha önceki çalışmalardan bilindiği üzere ısıtmanın istenmediği dönemlerde yalıtım kalınlığının artması ile binalarda soğutma yüklerinin arttığı bilinmektedir [19, 20].

- Tek kolonlu sistemlerde dairenin giriş ve çıkış suyu arasındaki sıcaklık farkı ve daireye giren su miktarı ölçülerek enerji harcamalarının kolaylıkla belirlenmesi olanaklıdır. Ancak ısı payölçer sistemlerinin çalışma prensibi tüketilen enerjinin hesaplanma metodunun çok net olmamasına yol açmaktadır. Bu durum, tek kolonlu sistemlerde ısıtma sisteminin enerji harcamalarının gerçekçi bir biçimde belirlenmesine ve çift kolonlu sistemlere duyulan güvenin azalmasına yol açmaktadır.

Elde edilen sonuçlar doğrultusunda ısı pay ölçer uygulamalarında daireler arası adil enerji gideri paylaşımı sağlanabilmesi için aşağıdaki öneriler geliştirilmiştir.

- Yönetmeliklerde, her binanın koşullarına bağlı olarak daireler arasındaki farkın belli bir oranın altında kalmasını sağlayacak bir referans harcama değeri önerilmelidir.
- Isıl zonlarda gerçekleşen enerji harcamaları kullanıcıların tercihlerine göre değil ısıl zonların birbirleri arasında gerçekleşen ısı transferine bağlı olarak gerçekleştiği için, binada gerçekleşen ısıtma enerjisi harcamaları ısıl zonlara göre değil, binanın bütünü ele alınarak değerlendirilmelidir.
- Referans harcama değeri, Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği’nce geliştirilen “referans bina” koşullarının sağlandığı binalarda gerçekleşebilecek m^2 başına düşen birincil enerji harcaması harcama miktarlarıyla bağlantılı olarak belirlenmelidir.
- Dolayısıyla binalarda ilkönce enerji kimlik belgesi uygulaması ile ısıtma enerjisi harcamaları kontrol altına alınmalıdır. Böylelikle, Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği ile Merkezi Isıtma ve Sıhhi Sıcak Su Sistemlerinde Isınma ve Sıhhi Sıcak Su Giderlerinin Paylaştırılmasına İlişkin Yönetmelik birbiri ile tutarlı hale getirilebilecektir.
- Gelecekteki çalışmalarda sadece ısıtma enerjisi harcamaları değil, bunun yanı sıra soğutma ve iklimlendirme enerjisi harcamalarının da hesaplamalara katılması binanın performansını bir bütün olarak değerlendirebilmeyi olanaklı kılacaktır.
- Bu çalışmada belli bir plan tipine sahip belli bir konumda ve belli bir iklim bölgesinde seçilmiş bir bina değerlendirilmiştir. Farklı plan tiplerine ve farklı

konumlarda ısııl zonlara sahip olan farklı bina tiplerinde ve farklı iklim bölgelerinde yapılacak değęrlendirme çalışmaları sonrası elde edilecek veriler, ısı pay ölçer uygulamalarında kullanılabilircek adil paylaşım yöntemlerinin gelişmesine katkıda bulunacaktır.

KAYNAKLAR

[1] **Url-1** < <http://www.bloomberght.com/haberler/haber/1504087-turkiyenin-enerji-ithalat-faturasi-55-9-milyar-dolar> >, alındığı tarih: 20.11.2014

[2] **Url-2** < http://www.eie.gov.tr/verimlilik/b_en_ver_b_2.aspx >, alındığı tarih: 20.11.2014

[3] **Manioğlu, G.**, 1995: İklimsel Konfor ve Enerji Ekonomisi Açısından Isıtma Sisteminin İşletme Şekline Bağlı Olarak Bina Kabuğunun Isıl Performansının Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü Mimarlık Fakültesi, İstanbul.

[4] **Yılmaz, A. Z.**, 1983: İklimsel Konfor Sağlanması ve Yoğuşma Kontrolünde Optimum Performans Gösteren Yapı Kabuğunun Hacim Konumuna ve Boyutlarına Bağlı Olarak Belirlenmesinde Kullanılabilecek Bir Yaklaşım, Doktora Tezi, İ.T.Ü Mimarlık Fakültesi, İstanbul.

[5] **Meriç, Z.**, 2011: Çok Katlı Konutların Enerji Korunumu Açısından Performansının Değerlendirilmesine Yönelik Bir Çalışma: Maslak Vadi Konutları Projesi, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü Mimarlık Fakültesi, İstanbul.

[6] **Manioğlu, G.**, 2002: Isıtma Enerjisi Ekonomisi ve Yaşam Dönemi Maliyeti Açısından Uygun Bina Kabuğu ve İşletme Biçimi Seçeneğinin Belirlenmesinde Kullanılabilecek Bir Yaklaşım, Doktora Tezi, İ.T.Ü Mimarlık Fakültesi, İstanbul.

[7] **Özsoy, A.**, 2009: SDU International Journal of Technologic Sciences, Merkezi Isıtma Sistemlerinde Isınma Problemleri ve Yakıt Paylaşımı, Sayı 1, Sayfalar 10-17

[8] **Dağsöz, A. K.**, 1998: Sıcak Sulu Kalorifer Tesisatı, Demirdöküm Yayınları

[9] **634 Sayılı**, 1965: Kat Mülkiyet Kanunu, Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, Ankara.

[10] **5627**, 2007: Enerji Verimliliği Kanunu, Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı, Ankara.

[11] **26847 Sayılı**, 2008: Merkezi Isıtma ve Sıhhi Sıcak Su Sistemlerinde Isınma ve Sıhhi Sıcak Su Giderlerinin Paylaştırılmasına İlişkin Yönetmelik, Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, Ankara.

[12] **27075 Sayılı**, 2008: Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği, Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, Ankara.

[13] **Url-4** < <http://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-efficiency/energy-efficiency-directive> > , alındığı tarih: 31.01.2015

[14] **Url-5** < http://www.europeanclimate.org/documents/LR_%20CbC_study.pdf > , alındığı tarih: 31.01.2015

[15] **Url-3** < <http://www.tesisatmarket.com/?pid=28057> > , alındığı tarih: 17.11.2014

[16] **Erdim, B.**, 2010: Binalarda Enerji Korunumu Açısından Isı Pompalarının Farklı İklim Bölgelerinde Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü Mimarlık Fakültesi, İstanbul.

[17] **Gazioğlu, A.**, 2012: Enerji Etkin Bina Tasarımında Isıtma Enerjisi Harcamalarını Azaltmaya Yönelik Bir İyileştirme Çalışması, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü Mimarlık Fakültesi, İstanbul.

[18] **TSE 825**, 2008: Binalarda Isı Yalıtım Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

[19] **Koçlar, O. G., Manioğlu, G.**, 2012: International Building Physics Conference, Evaluation of Building Envelope Concerning Energy Efficiency for Heating and Cooling , s.585, Kyoto.

[20] **Tıkır, A.**, 2009: İstanbul'da Mevcut Bir Konutun Dış Kabuğunun Enerji Etkin Yenilenmesi ve Ekonomik Etkinliğinin Değerlendirilmesine Yönelik bir Çalışma, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü Mimarlık Fakültesi, İstanbul.

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad : Soner SALTİ
Doğum Yeri ve Tarihi : İstanbul, 19 Mart 1986
E-Posta : sonersalti@hotmail.com

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lise** : Adile Mermerci Anadolu Lisesi, 2004
- **Lisans** : 2009, İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği
2010, İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

2009, İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölüm Birinciliği