İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TÜRKİYE VE ALMANYA BİNALARDA ENERJİ PERFORMANSI YÖNETMELİKLERİNİN REFERANS BİNA VE SINIR KOŞULLARI AÇISINDAN KARŞILAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mine KURT

Mimarlık Anabilim Dalı

Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojileri Programı

HAZİRAN 2012

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TÜRKİYE VE ALMANYA BİNALARDAENERJİ PERFORMANSI YÖNETMELİKLERİNİN REFERANS BİNA VE SINIR KOŞULLARI AÇISINDAN KARŞILAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mine KURT
(502091529)

Mimarlık Anabilim Dalı

Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojileri Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. A. Zerrin YILMAZ

HAZIRAN 2012

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 502091529 numaralı Yüksek Lisans / Doktora Öğrencisi **Mine KURT** ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı **"TÜRKİYE VE ALMANYA BİNALARDA ENERJİ PERFORMANSI YÖNETMELİKLERİNİN REFERANS BİNA VE SINIR KOŞULLARI AÇISINDAN KARŞILAŞTIRILMASI"** başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. A. Zerrin YILMAZ** .....
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. A. Zerrin YILMAZ** .....
İstanbul Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Alpin KÖKNEL YENER .....
İstanbul Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. İ. Cem PARMAKSIZOĞLU .....
İstanbul Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : **04 Mayıs 2012**
Savunma Tarihi: **07 Haziran 2012**

Anneme ve babama,

ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimim boyunca, çalışmalarıma yön veren ve bu çalışmamda büyük emeği olan değerli hocam Prof. Dr. A. Zerrin YILMAZ' a, her zaman bana destek olan arkadaşlarıma ve tüm hayatım boyunca sevgi, sabır ve anlayış ile yanımda olan aileme saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Haziran 2012

Mine Kurt
(Mimar)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ ..... **vii**
İÇİNDEKİLER ..... **ix**
KISALTMALAR ..... **xi**
ÇİZELGE LİSTESİ ..... **xiii**
ŞEKİL LİSTESİ ..... **xv**
ÖZET ..... **xvii**
SUMMARY ..... **xix**
1. GİRİŞ **1**
1.1 Enerjinin Tanımı 3
1.2 Binaların Enerji Tüketimi 5
1.3 Binalarda Enerji Performansı 6
2. BİNALARIN ENERJİ PERFORMANSI İLE İLGİLİ MEVZUATLAR **7**
2.1 Binalarda Enerji Performansı Direktifi 7
2.1.1 Direktifle istenen şartlar 8
2.1.1.1 Hesaplama metodolojisinin belirlenmesi 8
2.1.1.2 Enerji performansı şartlarının belirlenmesi 10
2.1.1.3 Bina enerji performansı sertifikası 10
2.2 Yeniden Düzenlenmiş Enerji Performansı Direktifi (EPBD recast) 11
2.2.1 Karşılaştırmalı metodoloji çerçevesi – Referans bina belirlenmesi 12
2.3 Almanya'da Bina Enerji Performansı Uygulamaları 13
2.3.1 Binalarda enerji korunumu yasası - EnEV 15
2.3.2 DIN V 18599 standardı 15
2.3.2.1 Bina enerji performansı hesaplama metodu 16
2.3.3 Enerji performansı sertifikası 17
2.4 Türkiye'de Bina Enerji Performansı Uygulamaları 19
2.4.1 Enerji verimliliği kanunu 20
2.4.2 TS 825 Isı yalıtımı Kuralları 20
2.4.3 Binalarda enerji performansı yönetmeliği 21
2.4.3.1 Bina enerji performansı hesaplama metodu 21
2.4.3.2 Enerji kimlik belgesi 23
3. EnEV ve BEP-TR REFERANS BİNA VE SINIR DEĞERLERİ AÇISINDAN KARŞILAŞTIRILMASI **25**
3.1 EnEV Referans Teknolojiler Yöntemi 26
3.1.1 Konut binaları için referans bina sınır değerleri 27
3.1.1.1 Bina geometrisi, konumu ve fonksiyonu 27
3.1.1.2 Bina kabuğu 27
3.1.1.3 Aydınlatma sistemi 29
3.1.1.4 Mekanik sistemler 29
3.1.1.5 Bina kullanım sınır değerleri 31
3.1.2 Konut dışı binalar için referans bina sınır değerleri 33
3.1.2.1 Bina geometrisi, konumu ve fonksiyonu 33

3.1.2.2 Bina kabuğu 33
3.1.2.3 Aydınlatma sistemi 37
3.1.2.4 Mekanik sistemler 38
3.1.2.5 Bina kullanım sınır değerleri 42
3.2 BEP-TR Referans Bina 45
3.2.1 Bina geometrisi, konumu ve fonksiyonu 46
3.2.2 Bina kabuğu 47
3.2.3 Aydınlatma sistemi 48
3.2.4 Mekanik sistemler 49
3.2.4.1 Konut binaları 49
3.2.4.2 Konut dışı binalar 51
3.2.5 Bina kullanım sınır değerleri 52
3.3 EnEV ve BEP-TR'nin Referans Bina Ve Sınır Şartları Açısından Karşılaştırmalı İrdelenmesi 54
3.3.1 Bina geometrisi, konumu ve fonksiyonu 54
3.3.2 Bina kabuğu 55
3.3.3 Aydınlatma sistemi 57
3.3.4 Mekanik sistemler 59
3.3.4.1 Konut binaları 59
3.3.4.2 Konut dışı binalar 62
3.3.5 Bina kullanım sınır değerleri 65
3.3.5.1 Konut binaları 65
3.3.5.2 Konut dışı binalar 66
6. SONUÇ VE ÖNERİLER 71
KAYNAKLAR 75
EKLER 78
ÖZGEÇMİŞ 87

KISALTMALAR

ASHRAE : American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engine
DIN : Deutsche Industrial Norme
EnEV : Energieeinsparverordnung (German Energy Saving Ordinance
BEP-TR : Bina Enerji Performansı Hesaplama Yöntemi - Türkiye
EPBD : Energy Performance of Building Directive
CEN : European Committee for Standardization
EN : European Norm
TS : Türk Standardı
HVAC : Heating Ventilating and Air Conditioning
AB : Avrupa Birliği
EPBD(recast): Energy Performance of Building Directive (recast)
U : Isı geçirgenlik katsayısı
$\mathbf{U_w}$: Camın ısı geçirgenlik katsayısı
$\mathbf{g_\perp}$: Camın güneş ışınımı ısıl geçirgenlik katsayısı
$\mathbf{\tau_{D65}}$: Camın ışık geçirgenlik düzeyi
$\mathbf{\Delta U_{WB}}$: Isı köprüsünün ısı geçirgenlik toleransı
$\mathbf{P_{SFP}}$: Özel fan gücü
$\mathbf{A_c}$: Güneş kollektörünün alanı
$\mathbf{V_{s,sol}}$: Güneş kollektörünün hacmi

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 3.1 : Bina kabuğu bileşenlerinin termofiziksel özellikleri için referans değerler. 28
Çizelge 3.2 : Isı köprüsü ve güneş kırıcı ile ilgili referans değerler. 29
Çizelge 3.3 : Konut binalarında mekanik sistemlerle ilgili referans değerler. 30
Çizelge 3.4 : Konut binaları için belirlenmiş kullanıma bağlı sınır değerleri 32
Çizelge 3.5 : Konut dışı binaların kabuğunu oluşturan bileşenlerin referans değerleri 34
Çizelge 3.6 : Konut dışı binaların aydınlatma türü ve aydınlatma kuralları için referans değerler. 37
Çizelge 3.7 : Konut dışı binaların ısıtma sistemi tasarımı referans değerleri. 39
Çizelge 3.8 : Konut dışı binaların kullanım sıcak suyu referans değerleri. 40
Çizelge 3.9 : Konut dışı binalarda soğutma sistemi referans değerleri. 41
Çizelge 3.10 : Konut dışı binalarda havalandırma sistemi referans değerleri. 42
Çizelge 3.11 : Enerji performansı değerlerine göre enerji sınıfları. 45
Çizelge 3.12 : Bina bileşenlerinin termofiziksel referans değerleri. 47
Çizelge 3.13 : Güneş ışığı bağımlılık faktörü. 48
Çizelge 3.14 : Konut referans binası ısıtma sistemi değerleri. 50
Çizelge 3.15 : Konut referans binası için soğutma, kullanım sıcak suyu ve havalandırma sistemi değerleri. 50
Çizelge 3.16 : Konut dışı referans bina ısıtma sistemi tasarım değerleri. 51
Çizelge 3.17 : Konut dışı referans bina soğutma sistemi tasarım değerleri..... 52
Çizelge 3.18 : Konut dışı referans bina kullanım sıcak suyu ısıtma sistemi tasarım değerleri. 52
Çizelge 3.19 : Isı Referans bina fonksiyon türüne göre iç mekan ayar sıcaklıkları. . 53
Çizelge 3.20 : Referans bina modeli bakımından EnEV ve BEP-TR'nin karşılaştırılması..... 55
Çizelge 3.21 : Referans bina kabuğu bakımından EnEV ve BEP-TR'nin karşılaştırılması..... 56
Çizelge 3.22 : Referans bina aydınlatma sistemi bakımından EnEV ve BEP-TR'nin karşılaştırılması..... 58
Çizelge 3.23 : Konut referans bina ısıtma sistemi bakımından EnEV ve BEP-TR'nin karşılaştırılması..... 60
Çizelge 3.24 : Konut referans bina kullanım sıcak suyu ısıtma sistemi bakımından EnEV ve BEP-TR'nin karşılaştırılması. 61
Çizelge 3.25 : Konut referans bina soğutma sistemi bakımından EnEV ve BEP-TR'nin karşılaştırılması 61
Çizelge 3.26 : Konut referans bina havalandırma sistemi bakımından EnEV ve BEP-TR'nin karşılaştırılması 61
Çizelge 3.27 : Konut dışı referans bina ısıtma sistemi bakımından EnEV ve BEP-TR'nin karşılaştırılması. 62

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 3.28 : Konut dışı referans bina kullanım sıcak suyu ısıtma sistemi bakımından EnEV ve BEP-TR'nin karşılaştırılması. 63
Çizelge 3.29 : Konut dışı referans bina soğutma sistemi bakımından EnEV ve BEP-TR'nin karşılaştırılması 64
Çizelge 3.30 : Konut dışı referans bina havalandırma sistemi bakımından EnEV ve BEP-TR'nin karşılaştırılması 65
Çizelge 3.31 : Konut binalarının kullanıma bağlı sınır değerleri bakımından EnEV ve BEP-TR'nin karşılaştırılması 66
Çizelge 3.32 : Konut dışı binalarının kullanıma bağlı sınır değerleri bakımından EnEV ve BEP-TR'nin karşılaştırılması 69
Çizelge A.1.1 : DIN V 18599-10 Konut dışı binalarda kulanım sınır değerleri - Kullanım Ve Çalışma Süreleri 78
Çizelge A.1.2 : DIN V 18599-10 Konut dışı binalarda kulanım sınır değerleri – Aydınlatma, İç mekan Koşulları, Isı Kaynakları 80
Çizelge A.2.1 : Bina Enerji Performansı – Hacimlerın Kullanım Ve İşletim Zaman Çizelgeleri, İç Kazanç Ve Konfor Koşulları- Eğitim Binaları 82
Çizelge A.2.2 : Bina Enerji Performansı – Hacimlerın Kullanım Ve İşletim Zaman Çizelgeleri, İç Kazanç Ve Konfor Koşulları- Hastane Binaları 84

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 : Konut dışı bina tipolojisine göre ısıtma enerjisi tüketimi. 2
Şekil 1.2 : Binaların ve bina sistemlerinin enerji tüketim oranları. 5
Şekil 2.1 : Almanya'nın enerji verimliliği ile ilgili yaptığı yönetmeliklere bağlı enerji tasarrufunu gösterir 14
Şekil 2.2 : DIN V 18599 standardı hesaplama metodu ve ana hatları 17
Şekil 2.3 : Hangi Bina Enerji Performansı Sertifikasının hangi durumlarda kullanılacağını gösteren şema 18
Şekil 2.4 : Almanya'nın Binalarda Enerji Performansını gösteren etiket. 18
Şekil 4.1 : Örnek şekil. 22
Şekil 5.1 : Enerji Performansı değerine göre binanın enerji sınıfını gösterir 24

TÜRKİYE VE ALMANYA BİNALARDA ENERJİ PERFORMANSI YÖNETMELİKLERİNİN REFERANS BİNA VE SINIR KOŞULLARI AÇISINDAN KARŞILAŞTIRILMASI

ÖZET

Dünya nüfusundaki artış ve teknolojik gelişmelerle dünya enerji tüketiminin her yıl artması, yeni kaynaklar ve çözüm yolları aranmasına neden olmaktadır**.** Enerji tüketimini kontrol altında tutmak, yüksek enerji maliyetlerini azaltmak, artan nüfusla beraber ortaya çıkan sera gazı emisyonlarının azalmasını sağlamak amacıyla enerji tüketiminin büyük çoğunluğundan sorumlu binalar için 2002 yılında Avrupa Birliği tarafından binalarda enerji performansını zorunlu tutan direktif yayınlandı.

2012'de yeniden düzenlenerek yayınlanan Binalarda Enerji Performansı Direktifi ile AB üye devletlerinin bina enerji performansı sertifikası oluştururken yeni ve mevcut binalar için optimum maliyet düzeyinde minimum enerji performans gereksinimlerini belirlemeleri zorunlu hale getirilmiştir. Binalar ve yapı elemanlarının minimum enerji performansı gereksinimlerinin optimum maliyet seviyesini hesaplanmasında 'Karşılaştırmalı Metodoloji Çerçevesi' kullanılmaktadır.

Türkiye'de de, AB yasaları uyum sürecinde, binaların enerji performansı direktifi kapsamında, 2008 yılında 'Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği' yayınlanmıştır. Bu yönetmelikte öngörülen referans binanın belirlenmesinde öncelikle ilgili AB standartları ve ulusal değerler için yeterli ise Türk standartları ve ikisinin de yetersiz olması durumunda ASHRAE standartları esas alınarak Türkiye şartları için geliştirilmiştir.

Bu tez çalışması kapsamında binaların enerji performansıyla ilgili çalışmalarını EPBD ile paralellikte gerçekleştiren Türkiye ile binaların enerji verimliliği konusunda 33 yıllık bir geçmişi ve bu konuda güçlü standartlara sahip Avrupa Birliği ülkesi Almanya'nın enerji performansı yönetmeliklerinde tanımlanmış referans bina modellerinin karşılaştırması yapılmıştır. Bu karşılaştırma yapılırken bina enerjisini etkileyen parametrelerin tanımı ve sınır değerlerini belirleryen standartlar ağırlıklı olarak ele alınmıştır. Almanya Binalarda Enerji Korunumu Yasası (EnEV) ve DIN V 18599 standardı ileTürkiye Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği (BEP-TR) referans bina sınır değerleri açısından karşılaştırma yapılmıştır.

Bu iki referans bina yöntemlerinin karşılaştırılmasıyla, EPBD(recast) ve binaların optimum maliyet seviyesinde minimum enerji performansı çerçevesinde Almanya ve Türkiye referans bina yönteminin tanımlamalar, parametreler ve sınır değerleri bakımından farklılıklarını tespit etmek ve bu tespitler ışığında BEP-TR'nin sorunları ve geliştirilmesi için çözüm üretebilmek amaçlanmıştır.

COMPARISON OF GERMAN AND TURKISH BUILDING ENERGY PERFORMANCE REGULATIONS RELATED BOUNDARY CONDITIONS OF REFERANCE BUILDING

SUMMARY

Increase of global energy consumption as a result of population growth and technology development forces human to find alternative solutions for energy demand. In 2002 European Union (EU) published a directive for energy performance of buildings, which are responsible of the biggest energy consumption slice, in order to control the total energy consumption, reduce high costs and overall greenhouse emissions.

With the recast of the Energy Performance of Building Directive (EPBD) in 2012, defining requirements for cost-optimal level of minimum energy performance of new and existing buildings was obliged for EU states when establishing building energy certifications. “A Comparative Methodology Framework” is used for calculating cost-optimal levels of minimum energy performance requirements for buildings and building elements.

EPBD (recast) requires EU states to establish the comparative methodology framework in accordance with the recated directive and to differentiate between different categories of buildings. In according to EPBD (recast) EU states shall define reference buildings that are characterised by and representative of their functionality and geographic location, including indoor and outdoor climate conditions. The reference buildings shall cover residential and non-residential buildings, both new and existing ones.

Ideally reference buildings are defined based on the characteristics of the building stock and the research purpose they are meant for. They can have two main purposes: to represent the aggregate stock of buildings affected by regulation; and to identify sectors that would be disadvantaged by requirements that might, nevertheless, be cost-optimal overall.

This thesis compares reference buildings defined by BEP in Turkey, which performs building energy performance studies based on EPBD, and by EnEV in Germany, which is a EU member state having steady standards about energy efficient buildings. This comparison approaches definitions of parameters affecting building energy and standards that define boundary conditions. Turkish Regulations of Energy Performance of Buildings (BEP-TR) is compared to German Energy Saving Ordinance (EnEV) and German DIN V 18599 standard related to boundary conditions of reference building.

This comparison aims to identify differences of definitions, parameters and boundary conditions of German and Turkish reference building methods in the framework of cost-optimal levels of minimum energy performance of buildings, and to create solutions for problems and ways for development of BEP-TR.

The first Thermal Insulation Ordinance about has been published in 1977 by German Government. Since this regulation there have been requirements concerning the energy performance of buildings and over the last 33 years, the requirements have been continuously increasing. Within the Energy Saving Ordinance 2007, the additional requirements of the EPBD were supplemented. The regulation concerns the introduction of holistic calkulation method of DIN 18599 and improvement of Energy Performance Certificate of Buildings.

In Germany current requirements are defined by a reference technology approach. The planned building has to be designed as its energy performance is as good as or better than that of the same building when a defined set of technology is applied. So the German government does no longer fix the energy performance of a building directly by a maximum (primary) energy use of building but indirectly via the definition of the reference technology set. This approach is used since 2007 for non-residential buildings and since 2009 for all buildings. Before that a direct requirement in kWh/m²a primary energy was used depending on the building shape.

State of the art technologies are the basis for the reference technologies fixed for the reference buildings. Only technologies that can be calculated with the used standards (DIN V 18599 for all buildings), can be assessed according to the required standard. Especially DIN V 18599 includes many technologies that can't be assessed in other countries.

The national building stock of Germany is based on the researches of Building Typologies for Energy Performance Assessment of National Buildings. Results of the building stock assessments represent the reference building definition.

In 2008, “Regulations of Energy Performance of the Buildings” (BEP) was published in Turkey, in scope of EPBD and adaptation process of EU laws. Definition of reference buildings for local conditions was developed based on related EU standards, Turkish standards if satisfactory for national values, and ASHRAE standards in case both were insufficient.

The default building method which is used in BEP-TR is one of defining reference building methods. This default building has to be same geometry and same alignment as the building to be constructed but according to mechanical systems and the feature of the building elements it has to be taken into account of the minimum requirements that is defined in regulation.

The calculation methodology, has been defined according to BEP, calculates the energy demand of the building and green gas emissions of not only the planned building but also the reference building. As a result, if the planned building has the same energy demand rate with the reference building, this building’s energy performance rate is 100 and has the ‘D’ level label.

In the case of the energy performance of the national building stock, there is not enough knowledge in Turkey.

According to test results of BEP-TR team during development of the methodology, problems about reference building definition in TS 825 and the boundary values of energy demand and should be eliminated to obtain more realistic results from BEP-TR.

In conclusion, even though Turkey initiated energy efficiency studies later than European countries, Turkey gained a steady level of Building Energy Performance System and continued developing in the area. Principally, Turkey has to solve its software related problems, and develop energy efficiency regulations and reference building definition considering cost-optimal levels of effective energy performance requirements regarding recasts published in Europe.

1. GİRİŞ

Ülkelerin gelişmişlik durumunu yansıtan ve enerji talebini belirleyen üç temel faktör olarak; nüfus artışı, ekonomik kalkınma ve teknolojideki ilerleme sayılabilir. Her ne kadar teknolojik gelişmeler, enerji tasarrufuna yönelik pek çok icadı beraberinde getirse de, ekonomik kalkınmaya bağlı olarak insan topluluklarının artan konfor ihtiyacını karşılamaya yönelik pek çok yeni teknoloji ürünü de her geçen gün artan nüfusun kullanımına sunulmaktadır.

Dünya nüfusundaki artış ve teknolojik gelişmeler, dünya enerji tüketiminin de her yıl artacağını göstermektedir. 2007 yılı dünya birincil enerji tüketiminin yüzde 35,6'sının petrol, yüzde 23,76'sının doğalgaz; yüzde 28,62'sının kömür; yüzde 5,6'sının nükleer ve yüzde 6,39'unun de hidrolik kaynaklardan karşılandığı görülmektedir [1].

Enerji tüketimindeki bu artış, yeni kaynaklar ve çözüm yolları aranmasına neden olmaktadır. Bu sebeple, enerji tüketimini kontrol altında tutmak, yüksek enerji maliyetlerini azaltmak, artan nüfusla beraber ortaya çıkan sera gazı emisyonlarının azalmasını sağlamak, enerji tasarrufu gerekliliğine karşı insanların bilincini arttırmak önümüzdeki yılların en önemli hedefi olmalıdır.

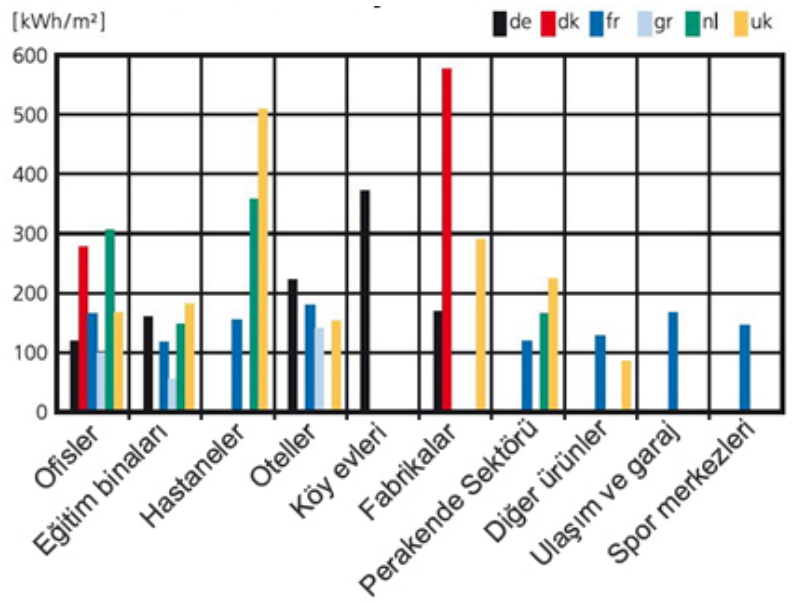
Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (1992) ve Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesine Yönelik Kyoto Protokolü (1998) ile küresel ısınma ve iklim değişikliği konusunda mücadeleyi sağlamak amaçlanmaktadır. Protokole göre CO_2 ve sera gazı emisyonunun sanayileşmiş ülkelerde en az %5, Avrupa Birliği Ülkeleri'nde %8 azaltılması için zemin hazırlanmaktadır.

Binalar, dünyadaki tüm enerji tüketiminin %40'ından ve CO_2 emisyonunun %36'sından sorumludur. Bu nedenle Avrupa Birliği'nin iklim ve enerji hedefleri arasında olan binaların enerji performansının iyileştirilmesi için 2020 yılına kadar sera gazı salınımlarında % 20 azalma, yenilenebilir enerji payının %20 olması ve % 20 enerji tasarrufuna ulaşmak amaçlamaktadır [2].

Binalarda enerji performansı direktifi, hem mevcut hem de yeni yapılacak binalarda, enerji performansı değerlendirmesine ilişkin belirli standartlar ve ortak bir yöntem getirmenin yanı sıra, düzenli bir denetim ve değerlendirme mekanizması kurarak, binalarda enerjinin daha verimli kullanılmasını sağlamayı amaçlamaktadır. 2012'de yeniden düzenlenerek yayınlanan Binalarda Enerji Performansı Direktifi uyarınca üye devletler bina enerji performansı sertifikası oluştururken yeni ve mevcut binalar için optimum maliyet düzeyinde minimum enerji performans gereksinimlerini belirlemelidir.

Bu noktada, yapılması gerekli adımlardan birisi ulusal bina stoğunu inceleyerek doğru referans bina verilerinin tanımlanmasıdır. Referans bina belirlenirken bina boyutu, bina yaşı, maliyet yapısı, yapım malzemeleri ve iklim bölgeleri gibi alt kategoriler için bina stoğunun karakteristik özellikleri temel alınabilir.

Birçok Avrupa Birliği üyesi ülkelerde bina stoğuyla ilgili araştırmalar ve analizler yapılmaktadır. Şekil1.1'de de görüldüğü gibi bazı ülkeler bina stoğu hakkında detaylı bilgiye sahipken, diğer ülkeler uygulama noktasında daha az detaylı bilgiyle hesaplama yapmak durumundadır. Bina stoğu bilgisi üzerine yapılan çalışmalar ve araştırmalar neticesinde bina karakteristiğinin detaylı analizinin bina stoğu ve enerji verimliliği için önlemlerin belirlenmesinde çok önemli olduğu vurgulanmaktadır [3].



Şekil 1.1 : Konut dışı bina tipolojisine göre ısıtma enerjisi tüketimi [3].

Türkiye'de de, AB yasaları uyum sürecinde, binaların enerji performansı direktifi kapsamında, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından 05.12.2008 tarihinde 'Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği' ilk sürümüyle yayınlanmıştır. Bu yönetmelikte öngörülen referans binanın belirlenmesinde öncelikle ilgili AB standartları ve ulusal değerler için yeterli ise Türk standartları ve ikisinin de yetersiz olması durumunda ASHRAE standartları esas alınarak Türkiye şartları için geliştirilmiştir. Türkiye'de ulusal bina stoğunun belirlenmesi için henüz bir çalışma yapılmamıştır.

Bu tez kapsamında Almanya ve Türkiye'de enerji performansı yönetmeliklerinde belirlenmiş referans bina tanımlarının karşılaştırması yapılmıştır. Bu karşılaştırma yapılırken bina enerjisini etkileyen parametrelerin tanımı ve sınır değerlerini belirlerken yararlanılan standartlar ağırlıklı olarak ele alınmıştır. Karşılaştırma parametreleri olarak binanın birincil enerji ihtiyacında etkili olan bina geometrisi ve konumu, bina kabuğu, aydınlatma sistemi, mekanik sistemler ve kullanıma bağlı sınır değerleri belirlenmiştir. Almanya'nın Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliğinde (EnEV) ve enerji hesaplama metodolojisinin tanımlandığı DIN V 18599 standardında referans bina için sınır değerleri belirtilmektedir. Türkiye Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği (BEP-TR) referans bina sınır değerlerinin belirlenmesinde ulusal standartların yeterli olmadığı durumlarda EN ve ASHRAE standartlarından yararlanılmıştır.

Bu iki referans bina yöntemlerinin karşılaştırılmasıyla, EPBD(recast) ve binaların optimum maliyet seviyesinde minimum enerji performansı çerçevesinde Almanya ve Türkiye referans bina yönteminin tanımlamalar, parametreler ve sınır değerleri bakımından farklılıklarını tespit etmek ve bu tespitler ışığında BEP-TR'nin sorunları için çözüm üretebilmek amaçlanmıştır.

1.1. Enerjinin Tanımı

Enerji, insanlara kişisel konfor ve hareketlilik sağlamakla beraber endüstriyel, ticari ve toplumsal zenginliğin üretimi için gereklidir. Diğer taraftan enerji üretimi ve tüketimi çevre üzerinde önemli etkiler oluşturmaktadır. Bu etkiler, sera gazı salınımı ve hava kirliliği, arazi kullanımı, atık üretimi ve petrol sızıntıları gibi iklim

değişikliğine, doğal ekosistem ve insan yapımı çevre hasarlarına ve insan sağlığında olumsuz etkilere neden olan oluşumları içermektedir.

Enerji kaynaklarını yenilenebilir ve yenilenemez kaynaklar, rüzgar ve hidrogüç, jeotermal ve güneş enerjisi olarak sıralayabiliriz. Ayrıca enerji kaynaklarından kömür, petrol, doğalgaz gibi sınırlı kaynaklar ve su, rüzgar, güneş gibi sınırsız kaynaklar olarak iki başlıkta söz etmek mümkündür [4].

Sürdürülebilirliğin geliştirilmesi ve yüksek beklentileri olan artan nüfusun yaşam kalitesinin sürdürebilmesini sağlamak 21. Yüzyılın temel sorunlarındandır. Bu beklentiler altındaki ekonomik faaliyetleri sağlamak için uygun ve sürdürülebilir enerjiye ihtiyaç duyulmaktadır [5].

Dünya Enerji Görüşü'ne (World Energy Outlook, 2007a) göre eğer dünya ülkeleri hükümetleri şu anki enerji politikalarıyla devam ederlerse, dünyanın enerji ihtiyacı 2030 yılında 2005 yılına oranla %55 daha fazla olacaktır ve bu yükselmenin büyük bir oranı Çin ve Hindistan'dan dolayı olacaktır. Birincil enerji ihtiyacı artışının %84'ü fosil yakıtlardan kaynaklanacaktır. Özellikle fosil yakıt kaynaklı enerji üretimi ve tüketiminin hava kirliliği, sera gazı salınımı ve ekosisteme ters etki gibi birçok çevresel etkileri vardır [5].

Sınırlı enerji kaynakları arasında yer alan fosil yakıtların insan faaliyetleri sonucu yanması ile atmosfere yayılan CO_2 gazı artışından büyük ölçüde sorumludur. Bu da iklim değişikliği ve küresel sıcaklıktaki ortalama artışı sonuç olarak doğurmaktadır. Küresel olarak enerji tüketimi talebinin artması da CO_2 gazı salınımının artışına neden olmaktadır.

Fosil yakıtlar yakıt karışımında baskın rol oynamaktadır. Avrupa'nın ortalama enerji ihtiyacının %77'si petrol, gaz ve kömür ile karşılanmaktadır. Kalan ihtiyacın %14'ü nükleer enerjiden sağlanırken %9 kadar küçük bir değer de yenilenebilir enerji kaynaklarından gelen enerji ile sağlanmaktadır. Bununla birlikte yenilenebilir enerji kullanımı hızla artmaktadır. 2010 yılında güneş fotovoltaikleri yeni kurulan kapasitenin en büyük kaynağını oluştururken, yeni gaz ve rüzgar ikinci ve üçüncü sırada gelmektedir.

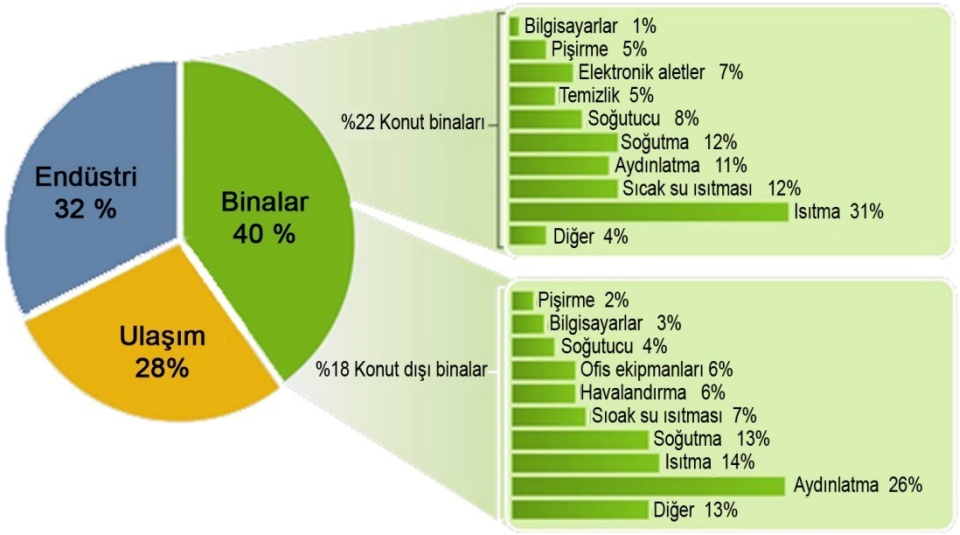
Ortalama bir Avrupalı tüm evsel, endüstriyel ve ulaşım dahil olmak üzere, yıllık toplam 27 MWh enerji kullanmaktadır. CO_2 emisyonu bağlantılı olarak yenilenebilir

ve nükleer enerjiyi ciddiyetle benimsemiş ve benimsememiş ülkeler arasında bu rakam oldukça farklılık göstermektedir [6].

1.2. Binaların enerji tüketimi

Enerji, binalarda ısıtma, soğutma, havalandırma, kullanım sıcak suyu hazırlanması gibi çeşitli amaçlar için kullanılır. Bunlarla beraber konut ve ticari binalarda kullanılan enerji ile çalışan sabit donanımlar ya da gereçler de binaların enerji tüketimine etki etmektedir.

Binalarda ısıtma, soğutma, havalandırma ve sıcak su hazırlanması gibi ihtiyaçlara bağlı olarak ortaya çıkan tüketim konutlardaki enerji tüketiminin %75'lik bölümünü oluşturmaktadır. Servis binalarında ise, aydınlatma ihtiyacını karşılamak üzere kurulan sistem genellikle enerji tüketiminin büyük bölümünü oluşturmaktadır, bazen bu oran %50'ye ulaşabilmektedir. Aydınlatma gibi diğer enerji tüketimi gerektiren sistemler hizmet binalarında bazen ülkeler arasında farklılık gösterebilmektedir. Binalarda enerji tüketimi kalemleri Şekil1.2'de görülmektedir [7].



Şekil 1.2 : Binaların ve bina sistemlerinin enerji tüketim oranları [7].

Şekil'de görüldüğü gibi binaların enerji tüketimi, %40'lık bir payla çoğu ülkede enerji tüketiminin geniş bir dilimini oluşturmaktadır. Türkiye ulusal enerji ajansının belirlemelerine göre de enerji tüketimini azaltmak için en verimli sektör bina sektörüdür. 2050 yılı için yapılan tahminlerinde 1.509 milyon tonluk petrole eşdeğer enerji korunumu binalarda enerji verimliliği ile sağlanacağı düşünülmektedir. Ayrıca,

binalarda toplam enerji talebinin azaltılması ve enerji verimliliğinin artırılması inşaat sektöründen kaynaklanan CO_2 emisyonlarını da önemli ölçüde azaltacaktır [8].

1.3. Binalarda Enerji Performansı

Enerji verimliliği, binalarda yaşam standardı ve hizmet kalitesinin, endüstriyel işletmelerde ise üretim kalitesi ve miktarının düşüşüne yol açmadan, birim hizmet veya ürün miktarı başına enerji tüketiminin azaltılmasıdır. Isıtma, aydınlatma ve ulaşım ihtiyaçlarımızı karşılarken, elektrikli ev eşyalarımızı kullanırken, kısacası günlük yaşantımızın her safhasında enerjiyi verimli kullanmak suretiyle, ihtiyaçlarımızı kısıtlamadan aile bütçesine, ülke ekonomisine ve çevremizin korunmasına katkı sağlamamız mümkündür [9].

Bina enerji performansı ise, bir binada gerçekte kullanılan veya bir binanın standart kullanımlarıyla ilişkili, ısıtma, soğutma, havalandırma, kullanım sıcak suyu ve aydınlatma gibi farklı konfor ihtiyaçlarını karşılayan, net dağıtılan, hesaplanan veya ölçülen enerji miktarı ile belirlenen bina enerji verimliliği göstergesidir [10].

Gelecek yıllar için yükselmekte olan enerji maliyetlerine, artan nüfusa ve emisyonu azaltmak yerine enerjiyi koruma ihtiyacına karşı artan bir farkındalık ile enerji tüketiminde önemli bir azalma sağlanmalıdır. İlk adım olarak, ısıtma ve soğutma için enerji ihtiyacının aşırı artışından kaçınmakla birlikte besleme açığına yol açan aşırı pik yüklerden de kaçınılmalıdır [11].

Bina enerji performansı bir standart veya diğer bir değişle referans bina ile karşılaştırma yapılır. Bütün ülkeler referans bina gereksinimlerini iklim bölgelerine, bina tipolojisine ve ülke standartlarına uygun olarak oluşturmaktadır. Türkiye de bu konuda standartların yetersiz olmasıyla birlikte BEP-TR altında hesaplama yöntemi için bir referans bina tanımı vardır. Bu çalışmanın amacı BEP-TR altındaki ulusal referans bina tanımının daha güçlü DIN standartlarıyla karşılaştırarak geliştirilmesini sağlamaktır.

2. BİNALARDA ENERJİ PERFORMANSIYLA İLGİLİ UYGULAMALAR

AB' deki 160 milyon bina, birliğin enerji talebinin %40'lık bölümünü oluşturması ve böylece de toplam karbondioksit salınımının %36'sını gerçekleştirmesi nedeniyle bina enerji verimliliğini sağlamak konusunda son derece büyük bir önem taşımaktadır. Kyoto protokolüne göre karbondioksit salınımını azaltmayı taahhüt etmiş olan AB, Binalarda Enerji Performansı Direktifi de böyle bir hedefe yönelik hazırlandı. Tüm bu düzenlemeler sonucunda binalardaki enerji tüketiminde 2010 yılı itibariyle %22'lik bir tasarruf sağlanabileceği ve karbondioksit salınımında ise 44 milyon tonluk bir düşüş elde edilebileceği hedeflenmektedir. Ayrıca bu direktifle uzun vadede küresel ısınmanın $2^{o}C$ den az olmasını sağlamayı amaçlanmaktadır [12].

2.1. Binalarda Enerji Performansı Direktifi

Binalarda Enerji Performansı Direktifi 2002/91/EC Avrupa Parlamentosu ve Avrupa Konseyi tarafından 4 Ocak 2003 tarihinde yayınlanmıştır. Bu direktif Avrupa'da hem mevcut hem de yeni yapılacak binalarda enerji performansı değerlendirmesine ilişkin belirli standartlar ve ortak bir yöntem getirmenin yanı sıra, düzenli bir denetim ve değerlendirme mekanizması kurarak, binalarda enerjinin daha verimli kullanılmasını sağlamayı amaçlamaktadır.

Direktifle amaçlanan, dış hava koşullarını ve yerel durumları göz önünde bulundurarak ve kullanıcı konfor gereksinimlerini sağlayan iç koşulları dikkate alarak binaların enerji performansını geliştirmektir. Binaların bütüncül enerji performansını hesaplayacak ortak bir yöntem ile yeni binalar ve yenilenecek mevcut binalarda asgari enerji performansı şartlarını sağlayarak binaların sertifikalandırılması ve sıcak su sistemleriyle iklimlendirme sistemlerinin düzenli denetimlerinin yapılması ön görülmektedir.

Avrupa birliği üye ülkeleri için uygulanması öngörülen binaların enerji performansını hesaplayan yöntem, iç mekan konfor koşullarını göz önünde bulundurarak, binanın ısıl özellikleri, hava sızdırmazlığı, ısıtma, soğutma, havalandırma, aydınlatma ve sıcak su sistemlerini, doğal havalandırma, binanın

konumu ve yönelimi ile dış mekan iklim özelliklerini, pasif güneş sistemleriyle güneşten korunma elemanlarını kapsamaktadır.

Ayrıca aktif güneş sistemleri ve yenilenebilir enerji kaynakları üzerine kurulu ısıtma ve soğutma sistemlerinin, birleşik ısı ve güç sistemleriyle üretilen elektrik sistemi ve doğal aydınlatmanın getirdiği olumlu etkiler de hesaplama yönteminde göz önünde bulundurulmalıdır. Enerji performansı şartları belirlenirken yetersiz havalandırma gibi muhtemel olumsuz etkilere engel olmak için genel iç mekan koşullarını, yerel koşulları, binanın işlevi ve yaşı da hesaba katılmalıdır.

Toplam kullanım alanı 1000 m^2'den büyük olan binalar için, oluşturulan yöntemle hesaplanan yıllık net enerji tüketimine ve sera gazı salınımına bağlı olarak Enerji Performansı Sertifikası verilecektir. Binaların enerji performansına ilişkin baz alınacak sabit değerler ve referans değerler gibi ayrıntıları içeren bu sertifika aynı zamanda enerji performansının geliştirilmesi için yapılabilecek maliyet etkin yatırımlar konusunda öneriler de içermelidir [12].

2.1.1. Direktifle İstenen Şartlar

Binalarda Enerji Performansı Direktifi yedi ana maddeden oluşmaktadır. Bu maddelerin içinde binaların enerji performansını geliştirmek için istenen başlıca beş düzenleme şu şekildedir:

- Binaların bütüncül enerji performansını hesaplamak için kullanılacak ortak bir hesaplama metodolojisi,
- Binalar için minimum enerji şartlarının belirlenmesi,
- Alternatif enerji sistemlerinin uygulanabilirlik araştırması,
- Enerji performansı sertifikası,
- Sıcak su kazanlarının ve iklimlendirme sistemlerinin denetimi.

2.1.1.1. Hesaplama Metodolojisinin Belirlenmesi

Bu madde, bütün ülke hükümetlerinin binaların enerji performansını hesaplayan ortak bir metodoloji uygulamasını öngörmektedir. Direktif, oluşturulacak bu hesaplama metodolojisinin ulusal ya da bölgesel düzeyde olmasına izin vermektedir.

Her ülke kendine özel bir metodoloji kabul etmelidir. Avrupa Birliği üye devletleri içinde bu madde ile alakalı ısıtma, soğutma yüklerinin hesaplanması ve bina enerji

performansının hesaplanması için kullanılan çok çeşitli hesaplama araçları ve metodolojileri vardır. Bir çok üye ülkenin özel iklim koşulları ve bina yapım metodları için yaptırılmış hesaplama araçları da mevcuttur.

Binalarda Enerji Performansı Direktifi uygulanacak hesaplama metodolojisi için genel bir çerçeve sunmaktadır. Bu çerçeve ile metodolojinin en azından istenen kapsama uyması gerektiği belirtilmektedir. Uyulması istenen kapsam aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Binanın ısıl özellikleri (kabuk ve iç bölüntüler)
- Hava sızdırmazlığı
- Isıtma tesisatı ve sıcak su sistemi
- Isıtma tesisatının ve sıcak su sisteminin yalıtım özellikleri
- İklimlendirme tesisatı
- Havalandırma
- Aydınlatma tesisatı
- Dış mekan iklimi de dikkate alınacak şekilde, binanın konumu ve yönelimi
- Pasif güneş sistemleri ve güneşten korunma
- Doğal havalandırma
- İç mekan iklim koşulları ve tasarlanmış iç mekan iklimi

Bu maddelere ek olarak aşağıdaki özelliklerin getirdiği olumlu etki hesaplamada gereken yerlerde dikkate alınmalıdır;

- Aktif güneş sistemleri ve yenilenebilir enerji kaynakları üzerine kurulu ısıtma ve elektrik sistemleri
- Birleşik ısı ve güç sistemleriyle üretilen elektrik
- Mahalle veya blok ölçeğinde ısıtma ve soğutma sistemleri
- Doğal aydınlatma

Hesaplamanın amacına ulaşabilmesi açısından binalar kullanım amaçlarına göre genel çerçevede belirtilen sınıflamaya benzer bir şekilde ayrılmalıdır. Direktifte belirtilen bina sınıfları:

- Farklı türlerde, tek ailelik konutlar
- Apartman blokları

- Ofisler
- Eğitim yapıları
- Hastaneler
- Oteller ve restoranlar
- Spor yapıları
- Ticari hizmet binaları
- Diğer türdeki enerji tüketen yapılar

Uygulanacak bu hesaplama modeli enerji kullanımında başarılı bir etki elde edebilmek için ulusal ya da bölgesel ölçekte kullanılabilir. Çünkü her binanın kendi bulunduğu coğrafyada farklı ısıtma ve soğutma ihtiyacı vardır ve bu etmenlerle bağlantılı farklı enerji ihtiyacı oluşmaktadır.

Düzenli bir şekilde yapılacak güncellemeler ile hesaplama metodolojisi geliştirilmelidir. Ayrıca kullanım açısından herkesin kolayca anlayabileceği düzeyde olmalıdır.

2.1.1.2. Bina Enerji Performansı Şartlarının Belirlenmesi

Avrupa birliğine üye her ülke binaları için minimum enerji performansı şartlarını belirlemelidir. Minimum enerji performansı şartları, uygulanacak hesaplama metodolojisi üzerine kurulu olmalıdır. Bu şartlar, bir yandan yetersiz havalandırma gibi muhtemel olumsuz etkilere engel olmak için genel iç mekan iklim koşullarını hesaba katarken, diğer yandan da yerel koşulları ve binanın belirlenmiş işlevini ve yaşını da hesaba katmalıdır. Şartlar belirlenirken, yeni ve mevcut binalar ile farklı yapı sınıflarına ait binalar arasında ayrım yapılabilinir.

Belirlenen şartlar en az beş senede bir yeniden incelenmeli ve teknik gelişmeleri yansıtacak şekilde güncellenmelidir.

2.1.1.3. Bina Enerji Performansı Sertifikası

Bir bina inşa edilirken, satılırken ya da kiralanırken enerji performansına ilişkin ayrıntıları içeren bir enerji performansı sertifikası sunulmalıdır. Bu sertifika, yeni yapılar için doğrudan yapı sahibi tarafından edinilebilir veya mevcut yapılar için yapı sahibi tarafından yapının bir sonraki sahibine veya kiracısına sunulabilir.

Bu sertifikanın içerdiği referans değerler ve sabit değerler tüketicilerin binanın enerji performansını karşılaştırmasına ve değerlendirmesine olanak sağlamalıdır. Bu değerlere ek olarak, sertifika binanın enerji performansının maliyet etkin geliştirilmesi için önerileri de içermelidir. Ayrıca bu madde 1,000m^2'den fazla kullanım alanı olan kamu kullanımındaki yapılar ya da enstitüler için binanın enerji değerlerini gösteren sertifikasının kamu tarafından açıkça görülebilecek bir yerde sergilenmesini gerektirmektedir. Sertifika için önerilen ve mevcut durum iç mekan sıcaklıkları ve diğer alakalı iklimsel faktörlerin de belirlenmesi gerekmektedir.

Enerji Performansı Sertifikası için istenen gereksinimler direkt genel kamuyu etkileyen unsurlardır. Kötü enerji değeri ya da sertifikası olan binanın maddi değeri de düşük fiyatlı olacaktır. Çünkü kullanıcı için düşük enerji değeri olan bina daha fazla enerji tüketimi ve bu nedenle daha fazla yıllık işletme maliyeti anlamına gelecektir. Bu durumun tam tersi durum için iyi enerji değeri ya da sertifikası olan binanın maddi değeri daha pahalı olacaktır. Mümkün olduğunca iyi bir enerji değeri olan binalar, binayı satın almak ya da kiralamak isteyen kullanıcıların daha sağlıklı karar vermelerini sağlayacağından bu durum satıcı kişiler ya da firmaların çıkarına olacaktır.

2.2. Yeniden Düzenlenmiş Binalarda Enerji Performansı Direktifi

2010/31/EU EPBD değişikliği kapsamında, Aralık 2010 ve Nisan 2011 tarihleri arasında, Optimum-Maliyet ile ilgili çalışmaları anlatan 'Enerji Performans Gereksinimlerinin Optimum Düzeyde Maliyeti' (Cost Optimal Levels for Energy Performance Requirements) raporu yayınlanmıştır.

Bu rapor, üye devletler için binalarda minimum enerji performansı ihtiyaçlarının sağlanmasını ya da bina birimlerini optimum maliyet seviyesine ulaştırmak amacıyla düzenlenmesini içerir.

Yayınlanan bu rapor paralelinde binalar ve yapı elemanlarının minimum enerji performansı gereksinimlerinin optimum maliyet seviyesini hesaplamak için karşılaştırmalı bir metodoloji çerçevesi belirlemek amacıyla 'Yeniden Düzenlenmiş Binalarda Enerji Performansı Direktifi (EPBD recast) 16 Ocak 2012 tarihinde Avrupa Birliği tarafından resmi gazetede yayınlamıştır.

Üye devletler binalar ve yapı elemanları için minimum enerji performansı gereksinimlerini optimum maliyete ulaşmak için belirlemek sorumluluğundadır. Ayrıca bu düzenlemeye göre, üye devletler, bina kabuğunun parçasını oluşturan ve optimum maliyet seviyesine ulaşmak amacıyla değiştirildiğinde veya yenilendiğinde bina kabuğunun eneji performansında önemli etkisi olan bina elemanları için oluşturulan minimum enerji performans gereksinimlerini sağlamak için gerekli tedbirleri almalıdır.

Avrupa birliği üye devletler binalar ve yapı elemanlarının minimum enerji performansı gereksinimlerinin optimum maliyet seviyesini hesaplamak için 'Karşılaştırmalı Metodoloji Çerçevesi' belirlemelidir. Bu karşılaştırmalı metodoloji çerçevesi üye ülkelere minimum enerji gereksinimleri ile optimum maliyet hesaplarının sonuçlarının karşılaştırılmasına izin vermelidir. Karşılaştırma sonucunu minimum enerji performansı gereksinimlerinin optimum maliyette olduğunu garantiye almak için kullanabilinmelidir.

Karşılaştırmalı metodoloji çerçevesi, üye devletlere, referans binaların ve enerji verimliliği önlemlerinin tanımlanmasını, referans binaların nihai ve birincil enerji ihtiyaçlarının ve iyileştirme tedbirlerinin etkisinin belirlenmesini ve Karşılaştırmalı Metodoloji Çerçevesi ile uygulanan enerji verimliliği tedbirlerinin maliyetinin hesaplanmasını sağlamaktadır [13].

2.2.1. Karşılaştırmalı Metodoloji Çerçevesi – Referans Bina Belirlenmesi

AB üye ülkeleri tek aileli konutlar, apartman blokları ve çok aileli konutlar ve ofis binaları tipolojisine göre referans bina tanımlamalıdırlar. Ofis binalarına ek olarak ulusal bina stoğuna göre üye ülkeler diğer konut dışı binalar için de referans bina oluşturmalıdır.

Referans binanın gereksinimlerini doğru belirleyebilmek için ulusal bina stoğundan yararlanılması gerekmektedir. Üye ülkelerin her tip bina için belirleyeceği referans bina o kategorideki bina stoğunu temsil etmelidir. Ayrıca bina stoğuyla ilgili bilgilerin rapor olarak avrupa birliği komisyonuna sunulması gerekmektedir.

Referans bina belirlenirken bina boyutu, bina yaşı, maliyet yapısı, yapım malzemeleri ve iklim bölgeleri gibi alt kategoriler için bina stoğunun karakteristik özellikleri temel alınabilir. Bununla birlikte var olan binaların yapı elemanlarının

minimum enerji performansları için de optimum maliyet hesabı referans bina oluşturulurken dikkate alınmalıdır.

Optimum maliyet gereksinimleri belirlenirken bina seviyesinde ısıtma, soğutma, sıcak su, iklimlendirme ve havalandırmanın sistemlerinin yanı sıra konut dışı binalar için aydınlatma sisteminin de hesaplamaya dahil edilmesi gerekmektedir.

Üye ülkeler referans binanın birincil enerji tüketimini hesaplarken, enerji performansı hesaplaması için CEN standartlarından yararlanabilecekleri gibi 2010/31/EU direktifinin EK1 ve Bölüm 2'de yer alan tanımlara göre oluşturdukları ulusal hesaplama metodunu da kullanabilirler.

Referans bina modeli oluşturulurken belirlenecek bina stoğu için direktifin ekinde yer alan örnek tabloya göre rapor oluşturulmalıdır.

2.3. Almanya'da Bina Enerji Performansı Direktifi Uygulamaları

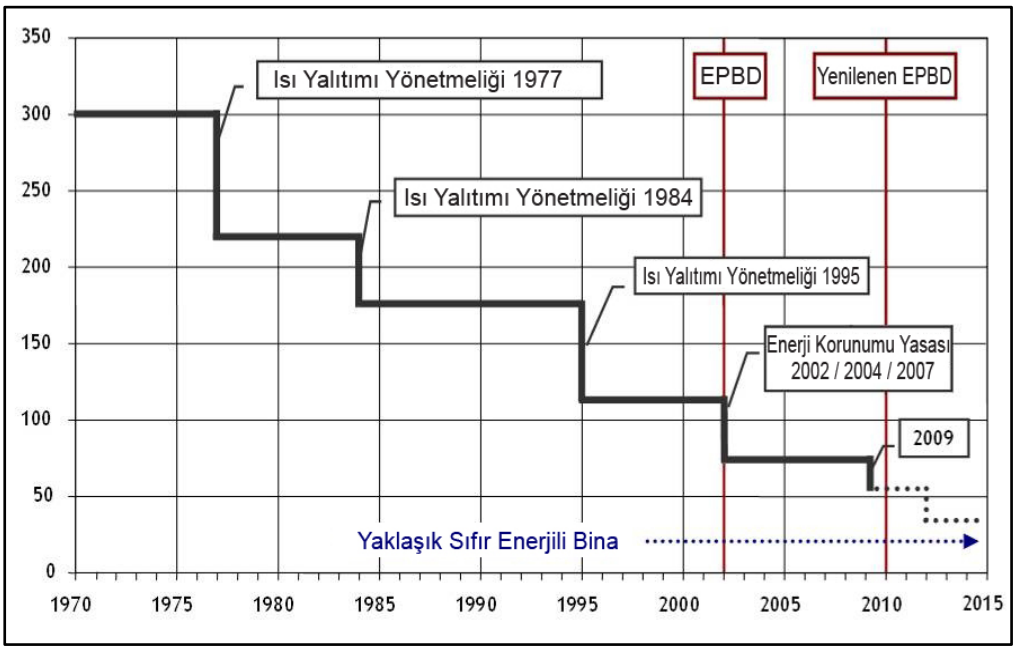
Binalarla ilgili bütün enerji performansı gereksinimleri Alman Hükümeti tarafından binalarda enerji korunumu yasasına ('Energieeinspargesetz-EnEG') dayandırılarak belirlenmektedir. Bu noktada ilgili herhangi bir karar oluşturulurken aşağıdaki temel ilke göz önünde bulundurulmaktadı:

"Die in den relevanten Rechtsverordnungen aufgestellten Anforderungen müssen nach dem Stand der Technik erfüllbar und für Gebäude gleicher Art und Nutzung wirtschaftlich vertretbar sein. Anforderungen gelten als wirtschaftlich vertretbar, wenn generell die erforderlichen Aufwendungen innerhalb der üblichen Nutzungsdauer durch die eintretenden Einsparungen erwirtschaftet werden können. Bei bestehenden Gebäuden ist die noch zu erwartende Nutzungsdauer zu berücksichtigen."

Anlamı; "konu ile ilgili hazırlanan gereksinimler teknik ve ekonomik olarak aynı türdeki ve kullanımda binalar için uygulanabilir olmalıdır. Eğer gerekli maliyetler genel olarak olağan kullanım süresi içinde oluşan tasarruflarla geri ödenebiliniyorsa, ekonomik fizibilite gerçekleştirilmiştir. Mevcut binalar için kalan kullanım süreleri göz önünde bulundurulmalıdır" [14].

Almanya'da 1977 yılında yayınlanan ilk ısı yalıtımı yönetmeliği (Wærmeschutzverordnung) sonrasında binaların enerji performansıyla ilgili birçok ihtiyaçlar olduğu anlaşılmıştır. Süregelen 33 yıl boyunca enerji performansıyla ilgili ihtiyaçların devamlı azaldığı gözlemlenmiştir. EPBD ile istenen ek düzenlemeler 2007 yılında Enerji Korunumu Yasası (Energieeinsparverordnung) ile yönetmeliğe ilave edilmiştir. Diğer yapılandırmalarla birlikte bu yeni eklemeler DIN V 18599 standartındaki bütünsel hesaplama yönteminin tanımını, Enerji Performansı Sertifikasının geliştirilmesini ve klima ünitelerinin zorunlu ve düzenli kontrolünü içermektedir.

Enerji Korunumu Yasası'nın iyileştirilmiş hali Ekim 2009'da yürürlüğe girdi ve bu yasa ile gereksinimler %30 düzeyinde güçlendirme yapılmıştır. Almanya yönetmeliğindeki bu iyileştirmeler genel olarak konut dışı binaları kapsamaktadır. Yenilenen EPBD ile referans bina sistemi kullanarak enerji ihtiyacını kısıtlama, enerji tüketimine ya da ihtiyaca dayalı bina sertifikası ve ekipmanların denetimi gibi konularda yeni düzenlemeler yapılmıştır. Almanya Şekil 2.1'de görülebileceği gibi binalarda enerji verimliliği için yaptığı düzenlemelerle yaklaşık sıfır enerjili bina modeline ulaşmayı hedeflemektedir [15].



Şekil 2.1 : Almanya'nın enerji verimliliği ile ilgili yaptığı yönetmeliklere bağlı enerji tasarrufunu gösterir [15].

2009 yılı başlarından itibaren Enerji Korunumu Yasası'nın ihtiyaçlarına ilaveten, Yenilenebilir Enerjiler Isı Kanunu'na göre (*Erneuerbaren Energien-Wärmegesetz*) yeni yapılan binalarda ısıtma için yenilenebilir enerji kullanımı yurt genelinde zorunlu hale getirilmiştir. Bu zorunluluk bazı federal eyaletlerde belirlenen binaların yenilenmesini de kapsayacak şekilde genişletilmiştir.

Almanya'nın enerji etkinliğine ilişkin hesaplama metodunu tanımlamak için DIN V 4108-6, DIN V 18599 standartları ve EnEV yönetmeliği kullanılmaktadır.

2.3.1. Binalarda Enerji Korunumu Yasası - EnEV

Almanya enerji korunumu yasası (Energieeinsparverordnung EnEV) Alman hükümetinin enerji ve iklim üzerine politikasının önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Bu yasa öncelikle yeni binalar için birincil enerji ihtiyacı için gereksinimleri tanımlamaktadır. EnEV yeni yapılacak binalar, mevcut binalar, ısıtma, havalandırma ve sıcak su sistemleri, enerji performansı sertifikası, denetimler ve yaptırımlar ile ilgili kararları içermektedir. Yönetmelik daha çok enerji ihtiyacını doğrulayıcı değerleri ve hesaplamada hangi standardın nerede kullanılacağını tanımlamaktadır.

2.3.2. DIN V 18599

DIN V 18599 standardı toplam bina enerji dengesinin hesaplanması için bir metodoloji tanımlar. Standartta açıklanan hesaplama metodu konut ve konut dışı binalar ile yeni yapılacak binalar ve var olan binaların enerji dengelerinin hesaplanması için geçerlidir. Isıtma, havalandırma, soğutma ve nemlendirme dahil iç mekan koşullarının kontrolü, sıcak su ısıtması ve aydınlatma sistemleri için enerji ihtiyacını ve tüketimi göz önünde bulundurarak denge hesabı yapılır [16].

DIN V 18599 standardı on bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde genel bilgi ve tanımlamalarla denge prosedürü ve bina zonlama metodu açıklanmaktadır. Bölüm ikide binanın ısıtma ve soğutması için gerekli enerji hesabı tanımlanmaktadır. Üçüncü bölümde iklimlendirme sistemi için gerekli enerji hesabı tanımları verilirken, bölüm dörtte de aydınlatma sistemi için gerekli olan ve dağıtılan enerji hesaplanmasına ilişkin değerler belirtilmiştir. Beşinci bölümde ısıtma sistemi için dağıtılan enerji hesabı tanımlanmaktadır. Bölüm altıda konut binaları için

havalandırma sistemi, yedinci bölümde de konut dışı binalar için iklimlendirme sistemi için dağıtılan enerji hesaplanması açıklanmaktadır. Sekizinci bölümde kullanım sıcak suyu ısıtma sistemi için gerekli olan ve dağıtılan enerji hesaplaması anlatılırken, dokuzuncu bölümde çok fonksiyonlu ısı üreticilerin birincil enerjilerinin hesaplanmasına yönelik parametreler bulunmaktadır. Son bölüm olan onuncu bölümde ise kullanıma bağlı sınır koşulları ile iklim verileri yer almaktadır.

2.3.2.1. Bina Enerji Performansı Hesaplama Metodu

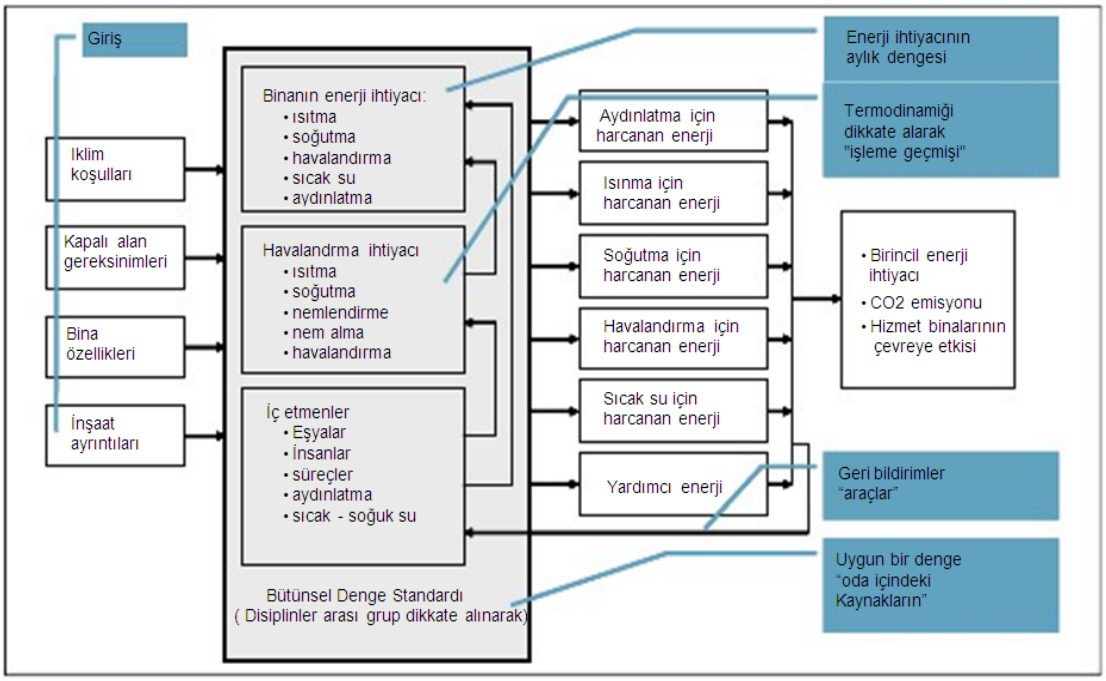
Alman bütüncül hesaplama modeli DIN V 18599 standardında açıklanmaktadır ve bu standart EPBD CEN standartlarıyla beslenmektedir. Enerji Korunumu Kanunu gereksinimleri, Enerji Performansı Sertifikası için gerekli değerleri enerji ihtiyacına dayanarak karşılamakta ve yerine getirmektedir. DIN V 18599 standardı bina kabuğu, yerleşik aydınlatma ve ısıtma, soğutma, havalandırma ve sıcak su sistemleri için sabit bir değerlendirme metodudur. Standart 10 bölümden oluşmaktadır ve her bölüm kendi alt bölümlerini içermektedir.

2009 enerji Korunumu Yasası'ndan itibaren DIN V 18599 daha önceki ve daha basit hesaplama metodunu içeren DIN V 4701 ve DIN V 4108 ile aynı paralellikte konut binaları için de uygulanabilir olmuştur. İşi sıralama amacıyla ve var olan binalar için enerji tüketimi belgeleme maliyetinden dolayı, " basitleştirilmiş veri kayıtlarının" kullanımı mümkündür. Basitleştirme değerlendirme yapan kişinin varsayılan değerlerle hesaplama yapmasına ve binanın geometrik şeklini yaklaşık olarak değerlendirmesine izin vermektedir.

Enerji tüketimi ısıtma maliyet raporu temel alınarak belirlenir. Isıtma maliyeti raporu fatura esaslı tüketime dayandırılarak yapılmalıdır. Enerji Performansı Sertifikası'nda bu belgeyi kullanmak için en az 36 aylık devamlı bir periyotta fatura bilgilerinin kaydedilmiş olması şarttır [15].

DIN V 18599 bütüncül, disiplinler arası bir hesaplama prosedürü sunar. Bu hesaplama yöntemi Şekil 2.2'de gösterildiği gibi zonlar ve sistemler arasındaki etkileşimleri açıkça hesaba katar. Kopleks binaların bir çok zona ayrılmasını esas alırken, basit binalar tek zon olarak modellenebilinir. Öncelikle her zon için enerji ihtiyacı hesaplanır. Farklı zonlar arasındaki ve farklı sistemler arasındaki etkileşimler

de hesaba katılarak mevcut enerji hesaplaması için birçok etkileşim adımı izlenir. Böylece hesaplama gerçeği çok yakın tarif eden modele dayandırılır [17].



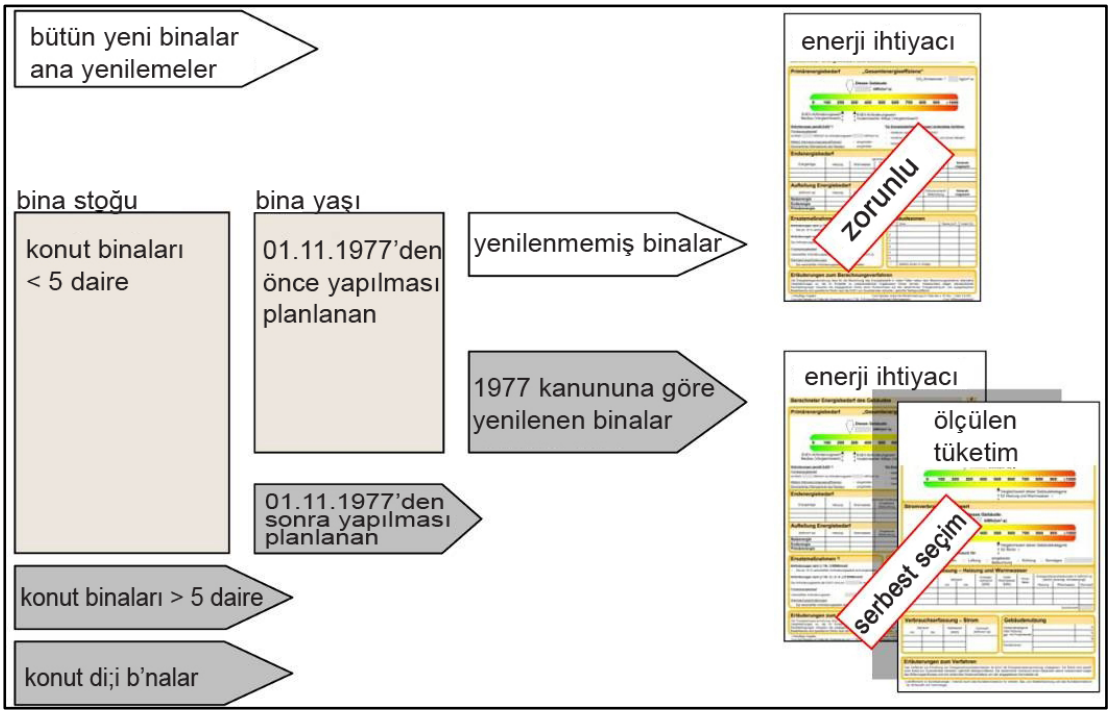
Şekil 2.2 : DIN V 18599 standardı hesaplama metodu ve ana hatları [17].

Hesaplama metodunun tanımlandığı DIN V 18599 standardına göre bütüncül enerji dengesinin hesaplanması için iklim şartları, bina içi iklim gereksinimi, bina özellikleri ve yapı detayları girdi bilgileri olarak kullanılır. Bütüncül denge standardı zon içindeki kaynakların ve yutucuların tam dengesini tanımlamaktadır. Hesaplanan zon içinde iklimlendirme için enerji ihtiyacı bina için enerji ihtiyacını etkilerken; iç kazançlar, iklimlendirme için enerji ihtiyacını ve bina enerji ihtiyacını etkilemektedir. Aydınlatma, ısıtma, soğutma, havalandırma, sıhhi sıcak su için tüketilen enerji ve yardımcı enerjiler hesaplanırken bu sistemlerin birbirine olan etkileri hesaba dahil edilmektedir. Ayrıca sistemler için tüketilen enerjinin iç kazançlara etkisi ve ısıtma ve soğutma sistemlerinin enerji tüketiminin iklimlendirme enerji ihtiyacına etkisi de göz önünde bulundurulmaktadır. Hesaplama sonucunda birincil enerji ihtiyacı, CO_2 salınımı ve bina sistemlerinin çevresel etkisi verileri elde edilir [18].

2.3.3. Enerji Performansı Sertifikası

2002 yılından itibaren Enerji Performansı Sertifikası yeni yapılan binalar ve başlıca ana yenilemeler yapılan binalar için zorunlu kılındı. Daha sonraki yıllarda Enerji

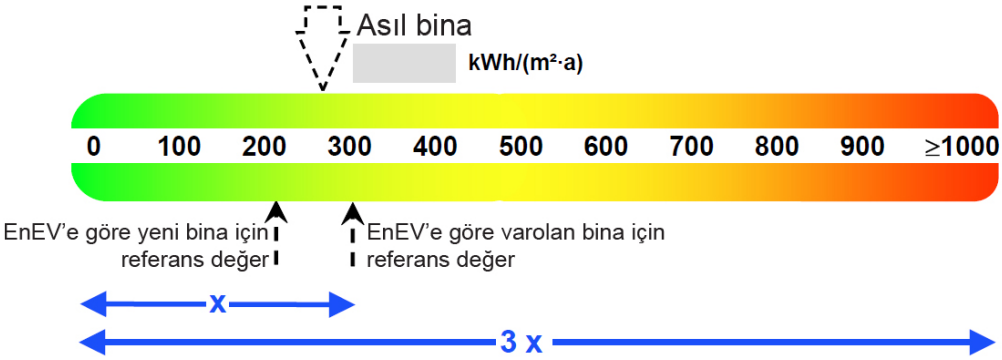
Performansı Sertifikası için aşamalı olarak satılan, kiralanan ve kamu kullanımındaki mevcut binaların ihtiyaçları tanımlandı. Almanya'da Enerji Performansı Sertifikası, hesaplama yöntemine göre iki kategoride gruplanabilir: hesaplanan ihtiyaca dayandırılan sertifikalar ve ölçülen tüketime dayandırılan sertifikalar. 2008 yılına kadar mevcut binalar için bu iki yöntemden, "ihtiyaç" ve "tüketilen" hesaplama yöntemlerinden birini seçme özgürlüğü vardı. Son yasaya göre bu seçme özgürlüğü en az beş birimden oluşan büyük konut binaları için kabul edilmektedir. Şekil 2.3 hangi Bina Enerji Performansı Sertifikasının hangi durumlarda kullanılacağını göstermektedir.Büyük konut binalarında kullanımdaki bireysel etki istatiksel olarak çok sayıdaki kullanıcı ile dengeli olmalıdır. Daha küçük konut binalarında ve bütün konut dışı binalarda en azından ısı yalıtımı için Alman Isı Yalıtımı Yönetmeliği'ne uyulması koşulu ile aynı kural kabul edilmektedir. Küçük, eski ve henüz yenilenmemiş konut sahiplerinin enerji ihtiyacı hesaplamasına dayanan Enerji Performansı Sertifikası olmalıdır [15].



Şekil 2.3 : Hangi Bina Enerji Performansı Sertifikasının hangi durumlarda kullanılacağını gösteren şema [15].

Enerji performansı sertifikası için standart bir form zorunlu tutulmaktadır. Bu form 4 sayfadan oluşmaktadır ve ek olarak en az bir sayfa uygun maliyetli yenileme için önerilerin olduğu eki de olmalıdır. Öneriler değerlendirmeyi yapan kişinin bireysel ve özgür fikirlerine dayanmaktadır [15].

Almanya, yapılan testler sonucunda binaların enerji sınıfı etiketi için Şekil 2.4'deki 'sürekli ölçek' yöntemini kullanmaktadır. Bu ölçek çizelgesinde yeni yapılacak binanın enerji tüketimi, var olan referans binanın ve yeni referans binanın enerji tüketimi değerleri bulunmaktadır.



Şekil 2.4 : Almanya'nın Binalarda Enerji Performansını gösteren etiket [15].

2.4. Türkiye'de Bina Enerji Performansı Direktifi Uygulamaları

Türkiye'nin enerji arz güvenliğinin sağlanmasında, %73'ler seviyesinde olan dışa bağımlılık oranının ve bundan kaynaklanan risklerin azaltılmasında ve iklim değişikliği ile mücadelenin etkinliğinin artırılmasında, enerjinin üretiminden kullanımına kadar olan süreçte verimliliğin artırılması, israfın önlenmesi ve enerji yoğunluğunun azaltılması büyük bir önem taşımaktadır.

Ülkemizde, bina sektöründe %30, sanayi sektöründe %20 ve ulaşım sektöründe %15 olmak üzere önemli düzeyde enerji tasarruf potansiyeli olduğu tespit edilmiştir.

Bu potansiyelin değerlendirilmesi ve enerji verimliliğinin arttırılması amacıyla Enerji Verimliliği Kanunu 2007 yılında ve bu Kanuna dayanılarak Bakanlığımız tarafından hazırlanan Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Artırılmasına Dair Yönetmelik ise 2008 yılında yürürlüğe girmiştir.

15.02.2008 tarihli 2008/2 sayılı Başbakanlık Genelgesi ile kamu kurum ve kuruluşlarında enerjinin etkin ve verimli kullanılmasına yönelik tedbirler belirlenmiştir. Bu Genelge ile "Ulusal Enerji Verimliliği Hareketi" başlatılmış ve 2008 yılı "Enerji Verimliliği Yılı" ilan edilmiştir [19].

Aralık 2008'de Enerji Verimliliği Kanunu gereği binaların enerji performans sınıfını belirleyecek olan Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği yürürlüğe girmiştir. Bu

yönetmelikle, binalarda enerjinin ve enerji kaynaklarının etkin ve verimli kullanılması, enerji israfının önlenmesine ve çevrenin korunması amaçlanmaktadır [20].

Binalara enerji kimlik belgesi vermek için oluşturulan Bina Enerji Performansı Hesaplama Yöntemi 7 Aralık 2010 tarihinde Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği kapsamında, konut, ofis, eğitim, sağlık, otel, alışveriş ve ticaret merkezleri gibi mevcut ve yeni binalarda, binanın enerji tüketimine etki eden tüm parametrelerin enerji verimliliğine etkisini değerlendirmek ve enerji performans sınıfını belirlemek için yayınlanmıştır [21].

2.4.1. Bina Enerji Verimliliği Kanunu

Enerji Verimliliği, binalarda yaşam standardı ve hizmet kalitesinin, endüstriyel işletmelerde ise üretim kalitesi ve miktarının düşüşüne yol açmadan, birim hizmet veya ürün miktarı başına enerji tüketiminin azaltılmasıdır. Bu bağlamda; enerjinin verimli kullanımının sağlanması ve denetlenmesi önem kazanmaktadır. Türkiye'de enerji verimliliği ile ilgili uygulama Enerji Verimliliği Kanunu 02 Mayıs 2007 tarih ve 26510 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe girmiştir.

Enerji Verimliliği Kanunu ile, enerjinin etkin kullanılması, israfının önlenmesi, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesi, çevrenin korunması için enerji kaynaklarının ve enerjinin kullanımında verimliliğin artırılması amaçlanmaktadır [20].

2.4.2. TS 825 Isı Yalıtımı Kuralları

Bu yönetmelik ile amaçlanan, binalardaki ısı kayıplarının azaltılması ve binalarda enerji tasarrufunun sağlanmasıdır. Enerji ihtiyacının hesabı için kullanılan standart bir hesaplama metoduyla, yeni yapılacak binalar için enerji performansının ideal düzeyde olmasını sağlayacak tasarım seçeneğini belirlemek, mevcut binaların net ısıtma enerji tüketimlerini belirleyerek bu binalar için enerji tasarrufunu sağlayacak yenilemelerin yapılması amaçlanmaktadır.

TS 825 kapsamında binaların ısıtma enerjisi ihtiyacını etkileyen faktörler, iletim, taşınım ve havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kayıpları (varsa ısı geri kazanımı) ve

ısıl kapasite, ısıtma sisteminin karakteristikleri, iç iklim şartları, dış iklim şartları, iç ısı kazanç kaynakları ve güneş enerjisi olarak verilmiştir [22].

2.4.3. Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği

Enerji Verimliliği Kanunu gereği binaların enerji performans sınıfını belirleyecek olan Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği 05 Aralık 2008 tarihinde resmi gazetede yayımlanmıştır.

Bu Yönetmeliğin amacı, dış iklim şartlarını, iç mekan gereksinimlerini, mahalli şartları ve maliyet etkinliğini de dikkate alarak, bir binanın bütün enerji kullanımlarının değerlendirilmesini sağlayacak hesaplama kurallarının belirlenmesini, birincil enerji ve karbondioksit (CO_2) emisyonu açısından sınıflandırılmasını, yeni ve önemli oranda tadilat yapılacak mevcut binalar için minimum enerji performans gereklerinin belirlenmesini, yenilenebilir enerji kaynaklarının uygulanabilirliliğinin değerlendirilmesini, ısıtma ve soğutma sistemlerinin kontrolünü, sera gazı emisyonlarının sınırlandırılmasını, binalarda performans kriterlerinin ve uygulama esaslarının belirlenmesini ve çevrenin korunmasını düzenlemektir [21].

Yeni bina tasarımında, mevcut binaların proje değişikliği gerektiren önemli tadilat projelerinde, mekanik ve elektrik tesisat değişikliklerinde binanın özelliklerine göre bu yönetmelikte öngörülen esaslar göz önüne alınır [23].

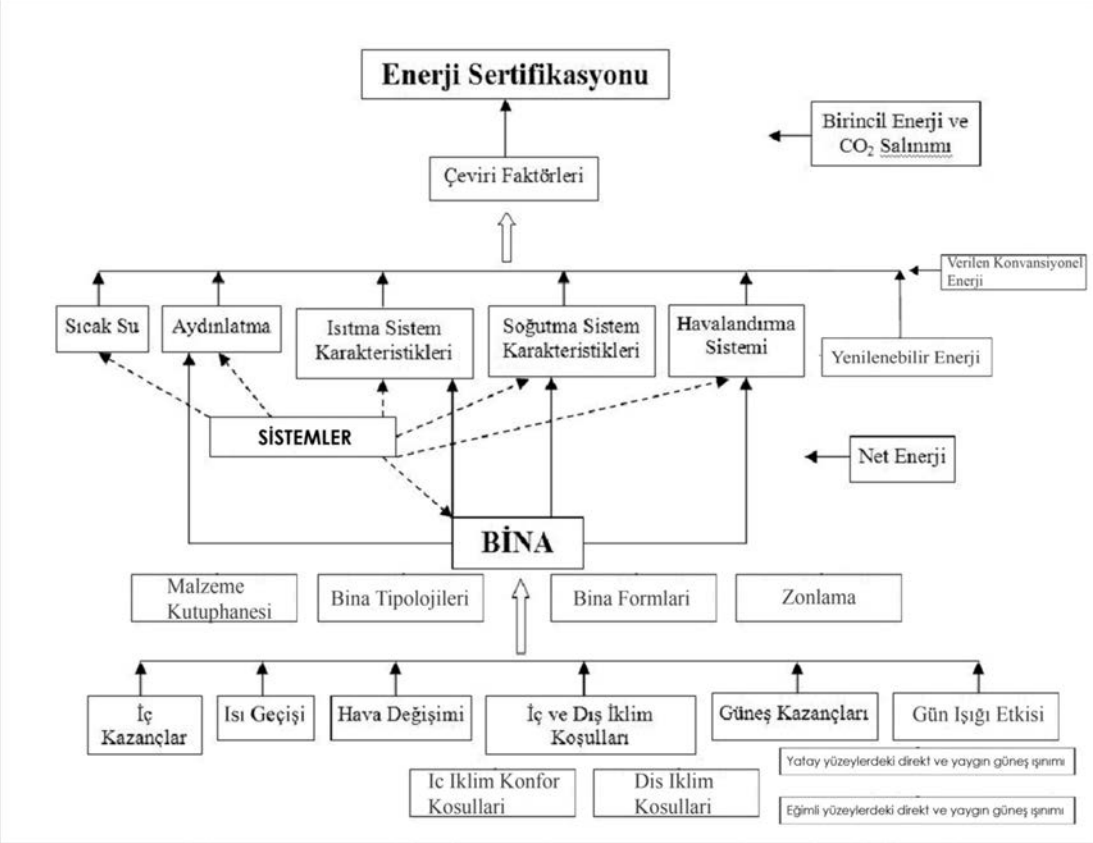
2.4.3.1. Bina Enerji Performansı Hesaplama Metodu

Bina enerji performansı hesaplama yöntemi, binanın enerji tüketimine etki eden tüm parametrelerin, binaların enerji verimliliğine etkisini değerlendirmek ve enerji performans sınıfını belirlemek için geliştirilmiştir. Hesaplama yöntemi konutlar, ofisler, eğitim binaları, sağlık binaları, oteller ile alışveriş ve ticaret merkezleri gibi bina tipolojilerindeki mevcut ve yeni binaların enerji performansını değerlendirmek için kullanılır.

Bu hesaplama yöntemi; proje aşamasındaki binalar için çeşitli tasarım alternatiflerinin enerji performanslarının karşılaştırılması, mevcut binaların enerji performansının standartlaştırılmış seviyesinin gösterilmesi, mevcut binalarda enerji ihtiyacının hesaplanması yolu ile enerji verimliliği tedbirlerinin uygulanması ve

uygulanmaması durumlarının değerlendirilmesi, bina stoğunu temsil edecek nitelikteki tipik binaların enerji kullanımlarının hesaplanması yolu ile bölgesel, ulusal ve uluslararası ölçekte gelecekteki enerji kaynağı ihtiyacı konusunda öngörüde bulunulması, zaman içerisinde tanımlanan bileşenlerden milli bileşen kütüphanesi oluşturma gibi ulusal veritabanlarının geliştirilmesi gibi uygulamalarda kullanılabilir.

Bu hesaplama yöntemi, bina enerji performansını değerlendirirken; binaların ısıtılması ve soğutulması için binanın ihtiyacı olan net enerji miktarının hesaplanmasını, net enerjiyi karşılayacak kurulu sistemlerden olan kayıpları ve sistem verimlerini de göz önüne alarak binanın toplam ısıtma-soğutma enerji tüketiminin belirlenmesini, havalandırma enerjisi tüketiminin belirlenmesini, binalarda günışığı etkileri göz önüne alınarak, günışığından yararlanılmayan süre ve günışığının etkili olmadığı alanlar için aydınlatma enerji ihtiyacının ve tüketiminin hesaplanmasını, sıhhi sıcak su için gerekli enerji tüketiminin hesaplanmasını kapsamaktadır (Şekil 2.5).



Şekil 2.5 : Türkiye Binalarda Enerji Performansı Hesaplama Yöntemi genel strüktürü.

Binalarda Enerji Performansı Hesaplama Yöntemi (BEP-TR), EN 13790 standardı baz alınarak oluşturulmuştur. Hesaplama yöntemi, 'basit saatlik dinamik yöntem'dir. Basit saatlik dinamik yöntem, binanın ısıtma-soğutma için gereken net enerji ihtiyacını ve bu ihtiyacın karşılanacağı sistemlerin tüketimini saatlik olarak hesaplar. Hesaplama sonucunda, binanın yıllık ısıtma, soğutma, sıcak su, aydınlatma, havalandırma tüketimleri birincil enerji olarak belirlenir. Bu tüketim değerlerine bağlı olarak CO_2 salımı hesaplanır. Ayrıca yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı da hesaba katılmaktadır. Binanın hesaplanan enerji tüketim miktarı ve CO_2 salımı, referans binanın değerleriyle karşılaştırılarak binanın enerji sınıfı belirlenir [24].

2.4.4. Enerji Kimlik Belgesi

'5627 Sayılı Enerji Verimliliği Kanunu' ve buna bağlı olarak çıkartılan 'Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği'ne göre, binalarda enerjinin ve enerji kaynaklarının etkin ve verimli kullanılmasına, enerji israfının önlenmesine ve çevrenin korunmasını sağlamak için, asgari olarak binanın enerji ihtiyacı ve enerji tüketim sınıflandırması, yalıtım özellikleri ve ısıtma ve/veya soğutma sistemlerinin verimi ile ilgili bilgileri içeren belgedir. 5 Aralık 2008 tarihinde yayınlanan Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği, yeni ve 1000 m2'den büyük mevcut binaların Enerji Kimlik Belgesi almasını yasal olarak zorunlu kılar [21].

Enerji Kimlik Belgesi'nde binanın enerji ihtiyacı, yalıtım özellikleri, ısıtma ve soğutma sistemlerinin verimi ve binanın enerji tüketim sınıflaması ile ilgili bilgilerle birlikte; bina ile ilgili genel bilgiler, binanın kullanım alanı, binanın kullanım amacı, tüketilen her bir enerji türüne göre yıllık birincil enerji miktarı, binaların kullanım alanı başına düşen yıllık birincil enerji tüketiminin ve nihai enerji tüketiminin oluşturduğu sera gazı emisyonunun A ile G arasında değişen bir referans ölçeğine göre sınıflandırılması ve yenilenebilir enerji kullanım oranı da enerji kimlik belgesinde gösterilir. Şekil 2.6 binanın enerji performansına göre hangi enerji sınıfı aralığında olduğunu göstermektedir [25].

Enerji sınıfı	Ep aralıkları
A	0-39
B	40-79
C	80-99
D	100-119
E	120-139
F	140-174
G	175-...

Şekil 2.6 : Enerji Performansı değerine göre binanın enerji sınıfını gösterir [25].

Enerji kimlik belgesi BEP-TR kullanılmak suretiyle düzenlenir. BEP-TR'ye erişim yetkisi, enerji kimlik belgesi düzenlemeye yetkili kuruluşlara verilir. Enerji Kimlik Belgesi düzenlemeye yetkili kuruluşlarda görevli olan mühendis ve mimarların bu Yönetmeliğin uygulaması ile ilgili eğitim ve eğitim sonunda yapılacak sınav kriterleri Bakanlık tarafından belirlenir [21].

3. EnEV VE BEP MEVZUATININ REFERANS BİNA VE SINIR ŞARTLARI AÇISINDAN KARŞILAŞTIRILMASI

Bu bölümde Almanya Enerji Performansı Yönetmeliği (EnEV) Referans bina belirleme yöntemi ile Türkiye Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği (BEP-TR) referans bina belirleme yöntemi, binaların enerji performansı sertifikasının doğru değerlendirilebilmesi için binaların yıllık maksimum birincil enerji ihtiyacını etkileyen parametreler bakımından karşılaştırması yapılmıştır.

Bu iki referans bina yöntemlerinin karşılaştırılmasıyla, EPBD(recast) ve binaların optimum maliyet seviyesinde minimum enerji performansı çerçevesinde Almanya ve Türkiye referans bina yönteminin tanımlamalar, parametreler ve sınır değerleri bakımından farklılıklarını tespit etmek ve bu tespitler ışığında BEP-TR'nin sorunları için çözüm üretebilmek amaçlanmıştır.

Bu karşılaştırma yapılırken bina enerjisini etkileyen parametrelerin tanımı ve sınır değerlerini belirlerken yararlanılan standartlar ağırlıklı olarak ele alınmıştır. Karşılaştırma parametreleri olarak binanın birincil enerji ihtiyacında etkili olan bina geometrisi, konumu ve fonksiyonu, bina kabuğu, aydınlatma sistemi, mekanik sistemler ve kullanıma bağlı sınır değerleri belirlenmiştir. Almanya'nın Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliğinde (EnEV) ve enerji hesaplama metodolojisinin tanımlandığı DIN V 18599 standardında referans bina için sınır değerleri belirtilmektedir. Türkiye Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği (BEP-TR) referans bina sınır değerlerinin belirlenmesinde varlığı halinde TR, aksi durumlarda EN ve ASHRAE standartlarını kullanmıştır.

3.1. EnEV Referans Teknolojiler Yöntemi

Alman binalarda enerji performansı gereksinimlerini referans teknolojiler yaklaşımıyla tanımlanır. Yapılması planlanan bina bu referans değerlere uygun şekilde tasarlanmalıdır. Böylelikle enerji performansı teknoloji tanımlı bir dizinin uygulandığı aynı bina kadar iyidir ya da daha fazladır. Bu yöntem ile Alman Hükümeti bir binanın enerji performansını direkt olarak belirli bir enerji seviyesine bağlamamakla beraber dolaylı olarak referans teknoloji tanımlamasıyla ilişkilendirmektedir. Belirli bir birincil enerji ihtiyacı sınır değeri kWh/m^2 için binanın şekline dayanan gereksinimler yerine, 2007'den itibaren konut dışı binalar için ve 2009'dan itibaren de bütün binalar için bu referans teknolojiler yöntemi kullanılmaktadır [14].

Geçmişte mevcut binalar için gereksinimler belirli bir çalışmadan çok deneyimlere dayandırılmıştır. Eğer bir binanın bileşenlerinden birisi değiştirilirse, yaklaşık olarak her zaman yeni binalar için olan referans teknolojilerle benzer olan yeni teknolojilerle gerçekleştirilebilinir. Bu nedenle değişiklikten kaynaklanan gereksinimler yeni bina ile benzer şekilde ayarlanabilir. Ayrıca mevcut binalar için kalan kullanım süreleri göz önünde bulundurulmalıdır. Mevcut binaların genel birincil enerji ihtiyacı için yeni bir binanın %140'ı alternatif referans değeri olabilir.

Gerçek binanın birincil enerji tüketimi ihtiyacı hesaplanırken buna paralel olarak minimum enerji verimliliği gereksinimleriyle tanımlanmış bir referans bina da hesaplanır. Referans bina, gerçek bina ile aynı dağıtım bölgesinde ve aynı kullanım özellikleriyle tanımlanır fakat bina kabuğu özellikleri (ısı geçirgenliği), mekanik ve elektrik sistemler, verimlilik faktörleri gibi olguların minimum standart değerlerine dayanan referans değerler kullanılarak hesaplanır. Referans binanın birincil enerji talebi daha sonra tasarlanan binanın enerji verimliliği ihtiyacını belirler [26].

Referans bina için birincil enerji tüketimi hesaplaması standart yapı bileşenleri ve standart bir ısıtma sistemi kullanılarak gerçekleştirilir. Hesaplama sonucunda elde edilen değer yeni yapılacak binanın enerji tüketimini karşılaştırmada kullanılacak standart bir değerdir [27].

Referans binanın birincil enerji ihtiyacını hesaplamada kullanılan referans değerler yönetmelikle belirlenmiştir. Bununla beraber, eğer toplam birincil enerji ihtiyacı hala

maksimum değerdeyse yönetmelikte belirtilen referans değerleri tekil değerlerle aşılabilir [26].

3.1.1. Konut Binaları İçin Referans Bina Sınır Değerleri

Konut binalarının maksimum yıllık birincil enerji ihtiyacı, tasarlanan bina ile aynı geometrik özelliklere, aynı alanına ve aynı konuma sahip referans binanın birincil enerji ihtiyacına dayandırılmaktadır. Referans binanın yıllık birincil enerji ihtiyacı belirlenirken DIN V 18599-1 : 2007-02 standardındaki tanımlar ya da alternatif olarak DIN V 4701-10 : 2003-08 standardı ile birlikte DIN EN 832 : 2003-06 standardındaki tanımlar esas alınmaktadır. [28].

Kullanım ve işletme modeline bağlı referans değerler DIN V 18599-10 : 2007-02 standardında tekil ve çok aileli konutlar için belirlenmiştir. Ayrıca DIN V 18599-2, DIN V 18599-5, DIN V 18599-6 ve DIN V 18599-8 standartları belirtilen sınır değerlerindeki sapmalar ile ilgili bilgileri içermektedir [29].

Konut binalarının referans binası tanımlanırken tek aileli ve çok aileli konutlar olarak iki tipe ayrılmıştır. Ayrıca ısı geçirgenliğinin olduğu yüzeyden ısı kayıplarının maksimum değeri müstakil, yarı müstakil ve diğer konut binaları için ve bu binalara yapılan eklemeler için belirtilmiştir.

3.1.1.1. Bina Geometrisi, Konumu ve Fonksiyonu

Yeni yapılacak konut binalarının maksimum yıllık birincil enerji ihtiyacı için oluşturulacak olan referans bina asıl bina ile aynı geometrik özelliklere, aynı bina alanına ve aynı konum ve yönelime sahip olmalıdır. Bina kullanım sınır değerleri açısından konut binaları tekil ve çok ailelik konutlar olarak ikiye ayrılmıştır [28].

3.1.1.2. Bina Kabuğu

Almanya enerji korunumu yasasında konutların birincil enerji ihtiyacının maksimum değeri için gerekli parametreler yönetmelikte (EnEV) açıklanmaktadır. Yönetmelikte binayı kabuğunu oluşturan elemanların ısı iletimi katsayıları, saydam bileşenlerin enerji geçirgenliği ve ısı köprüsü toleransı maksimum referans değerleri tanımlanmıştır.

Bu parametrelerden ısı iletimi katsayısının referans değerleri, bina kabuğunu oluşturan duvar, zemin ve tavanın dış hava ile teması ya da iklimlendirilmeyen

alanlar ile ilişkilerine göre belirlenmiştir. Bina kabuğunun saydam bölümünü oluşturan pencereler için ısı geçirgenlik katsayısı ve camın ısı geçirgenlik değeri normal pencereler, tepe ışıklıkları ve kubbe ışıklıkları için ayrı değerler almaktadır. Almanya referans bina modellemesinde kullanılan bina kabuğunu oluşturan elemanların ısı geçirgenlik katsayıları ve camın güneş ışınımı ısıl geçirgenlik değerleri Çizelge3.1'de belirtilmiştir.

Çizelge 3.1 : Bina kabuğu bileşenlerinin termofiziksel özellikleri için referans değerler [28].

Bina bileşeni	**Parametre**	**Referans tasarım değeri**
Dış duvar, teras çatı	Isı geçirgenlik katsayısı	$U = 0.28\ W/(m^2K)$
Yere oturan duvar, temel, ısıtılmayan alan ile ilişkili duvar ve tavan	Isı geçirgenlik katsayısı	$U = 0.35\ W/(m^2K)$
Çatı, son katın tavanı, uzun çatıların yan duvarı	Isı geçirgenlik katsayısı	$U = 0.20\ W/(m^2K)$
Pencereler, fransız pencereleri	Isı geçirgenlik katsayısı	$U_W = 1.30\ W/(m^2K)$
	Camın güneş ışınımı ısıl geçirgenlik katsayısı	$g_\perp = 0.60$
Tepe ışıklığı	Isı geçirgenlik katsayısı	$U_W = 1.40\ W/(m^2K)$
	Camın güneş ışınımı ısıl geçirgenlik katsayısı	$g_\perp = 0.60$
Kubbe Işıklığı	Isı geçirgenlik katsayısı	$U_W = 2.70\ W/(m^2K)$
	Camın güneş ışınımı ısıl geçirgenlik katsayısı	$g_\perp = 0.64$
Dış kapılar	Isı geçirgenlik katsayısı	$U = 1.80\ W/(m^2K)$

Bina kabuğunun sızdırmazlık değeri DIN V 4108-6 : 2003-06 standardındaki kaçak testi ile ve DIN V 18599-2 : 2007-02 standardında Kategori 1'de belirtilen özelliklere göre hesaplanmaktadır. DIN V 18599-2 : 2007-02 standardı Kategori 1'e göre;

a. HVAC sistemi olmayan binalarda bina kabuğu sızdırmazlık değeri $n_{50} = 2$ olarak alınır ($n_{50} \leq 3\ h^{-1}$olmalıdır.)
b. HVAC sistemi olan binalarda ise kabuğu sızdırmazlık değeri $n_{50} = 1$ olarak alınır ($n_{50} \leq 1{,}5\ h^{-1}$ olmalıdır.)

n_{50} : 50 Pa basınç farkı altında hava değişim değeridir [30].

Referans bina enerji performansı hesabı yapılırken güneş koruyucu elemanların olmadığı varsayılmaktadır.

Isı köprüsü tolerans değeri ΔU_{WB} = 0,05 W/(m^2K) bina bileşenlerinin ısı geçirgenlik katsayısına eklenerek hesaba dahil edilmektedir.

Çizelge 3.2'de görüldüğü gibi referans binada güneş kırıcı eleman olmadığı varsayılır.

Çizelge 3.2 : Isı köprüsü ve güneş kırıcı ile ilgili referans değerler [28].

Bina bileşeni	Parametre	Referans tasarım değeri
Bina kabuğu	Isı köprüsü	ΔU_{WB} = 0.05 W/(m^2K)
Güneş kırıcı	Güneş kırıcı elemanın olmadığı var sayılır.	

3.1.1.3. Aydınlatma sistemi

Almanya binalarda enerji korunumu yönetmeliğinde ya da DIN V 18599 standardında konut binaları için herhangi referans değerden bahsedilmemektedir.

3.1.1.4. Mekanik Sistemler

Almanya enerji korunumu yasasında referans bina geometrisi, konumu ve bina kabuğu asıl bina ile aynı özelliklerde fakat mekanik sistemler açısından yönetmelikte belirlenen sistem parametreleriyle yıllık birincil enerji ihtiyacının maksimum değerini karşılayacak şekilde olmalıdır [28]. Konut binalarında mekanik sistemlerle ilgili referans değerler Çizelge 3.3.'de belirtilmiştir.

Isıtma Sistemi

Referans binada ısı üretici olarak yerli akaryakıtla çalışan yoğuşmalı kombi kullanıldığı varsayılmaktadır. Yoğuşmalı kombi iki kattan az binalarda ısıl kabuğun içinde, iki kattan daha fazla olan binalarda ısıl kabuğun dışında kurulmalıdır. Isıtma sistemi olarak merkezi sistemin kullanıldığı kabul edilir ve sistemin sıcaklığı 55 / 45 ^{o}C olarak alınır [28].

Çizelge 3.3 : Konut binalarında mekanik sistemlerle ilgili referans değerler [28].

Bina sistemi	Referans tasarım değeri
Isıtma sistemi	• Yerli akarkakıtla çalışan yoğuşmalı kombi - iki kattan az binalarda termal kabuğun içinde - iki kattan daha fazla olan binalarda termal kabuğun dışında kurulmalıdır. • Merkezi sistemin kullanıldığı kabul edilir • Sistemin sıcaklığı 55 / 45 ^{o}C olarak alınır.
Sıhhi sıcak su	• Merkezi sıcak su hazırlama sistemi • Isıtma sistemine eklenmiş • Güneş enerji santrali DIN V 4701-10 : 2003-08 ya da DIN V 18599-5 : 2007-02 standartlarına göre; - Zemin alanı 500 m2'den küçük binalarda küçük güneş panelleri, - Zemin alanı 500 m2'den büyük binalarda büyük güneş paneli kullanıldığı varsayılmalıdır
Soğutma	Soğutma sisteminin olmadığı kabul edilir.
Havalandırma	• Merkezi egzoz hava sistemi • İsteğe bağlı kontrolle yönetilen DC havalandırma aygıtı

Sıhhi sıcak su sistemi

Sıhhi sıcak su için merkezi sıcak su hazırlama sistemi kullanıldığı kabul edilir. Sıcak su hazırlama sistemi ısıtma sistemine eklenmiş bir parça olarak düşünülmelidir. Sıcak su elde etmek için kullanılan güneş enerji santrali DIN V 4701-10 : 2003-08 ya da DIN V 18599-5 : 2007-02 standartlarına uygun olmalıdır. Isı üretici cihaz ile aynı ayara sahip dolaylı olarak ısıtılan depolama tankları için de DIN V 4701-10 : 2003-08 ya da DIN V 18599-5 : 2007-02 standartlarına göre;

- zemin alanı 500 m^2'den küçük binalarda küçük güneş paneli
- zemin alanı 500 m^2'den büyük binalarda büyük güneş paneli

kullanıldığı varsayılmaktadır [31].

Soğutma sistemi

Yıllık birincil enerji ihtiyacının maksimum değeri hesaplanırken konut binalarında referans bina için mekanik bir soğutma sisteminin olmadığı kabul edilir [28].

Havalandırma sistemi

Havalandırma sistemi için referans binada merkezi egzoz hava sistemi isteğe bağlı kontrolle yönetilen DC havalandırma aygıtıyla kullanıldığı varsayılır [28].

3.1.1.5. Bina kullanım sınır değerleri

Konut binalarının enerji ihtiyacını değerlendirmek için kullanılacak sınır değerleri DIN V 18599-10 : 2007-02 standardında belirtilmektedir. İç mekan ayar sıcaklığı, dolaylı olarak ısıtılan alanların toplam alana oranı, minimum ısıtma sıcaklığı ve iç ısı kaynaklarından kazanılan ısı miktarı değerleri tek ailelik konutlar ve çok ailelik konutlar için Çizelge 3.4'de verilmektedir. İç ısı kaynaklarından kazanılan ısı değeri ısıtılan yaşam alanıyla bağlantılıdır. Çok ailelik konutlar için bu değer, tek ailelik konutlara oranla fazladır ve bu da İkinci Almanya Maliyet Hesaplaması Yönetmeliğine dayandırılmaktadır [29].

Standardın bu bölümünde bina sistemlerinin saatlik, günlük ve yıllık kullanım zamanlarına ilişkin sınır değerleri de belirtilmektedir. Günlük ısıtma sistemi işletme zamanı belirlenirken, azaltılmış ısı ihtiyacı hesabı için tek aileli konutlar için DIN V 18599-2 standardında açıklanan "kapatma modu" ve çok aileli konutlar için aynı standartta açıklanan "geri çalıştırma" modu dikkate alınmaktadır.

Kullanım sıcak suyu ısıtması için gerekli enerji belirlenirken aşağıdaki denklem kullanılmaktadır:

$$Q_{w,b}=q_{w,b} / 365 \times d_{w,mth} \times A_{wo} \quad \textbf{(3.1)}$$

$Q_{w,b}$: Kullanım sıcak suyu ısıtması için aylık gerekli enerji

$q_{w,b}$: Kullanım sıcak suyu ısıtması için gerekli enerji

$d_{w,mth}$: Bir aydaki gün sayısı

A_{wo} : Yaşama alanının yüzey alanı [32].

Çizelge 3.4 : Konut binaları için belirlenmiş kullanıma bağlı sınır değerleri [29]**.**

Parametre	Sınır Koşulu
iç mekan ayar sıcaklığı	$\vartheta_{i,h,soll} = 20\ ^oC$
Dolaylı olarak ısıtılan alanların toplam alana oranı	Tek aileli konutlar : $a_{TB} = 0,25$ Çok aileli konutlar : $a_{TB} = 0,15$
Minimum ısıtma sıcaklığı tasarım değeri	$\vartheta_{i,h,min} = 20\ ^oC$
İç ısı kaynakları	tek ailelik konutlar : $q_I = 50$ Wh/(m^2d) çok ailelik konutlar : $q_I = 100$ Wh/(m^2d)
Kullanım zamanları	başlangıç bitiş Kullanım zamanı 0:00… 24:00 Günlük havalandırma sistemi işletme zamanı 0:00… 24:00 Günlük ısıtma sistemi işletme zamanı 6:00… 23:00 Günlük havalandırma sistemi işletme süresi saat/gün 24 Günlük ısıtma sistemi işletme süresi saat/gün 17 Yıllık kullanılan gün sayısı 365
Sıhhi sıcak su için gerekli enerji	Tek ailelik konutlar : $q_{w,b} = 12$ kWh/(m^2a) Çok ailelik konutlar : $q_{w,b} = 16$ kWh/(m^2a)
Dış hava ile hava değişimi değerine bağlı minimum kullanım	Talebe bağlı olmayan hava akımı değerinin kontrolü: $n_{nutz} = 0,5\ h^{-1}$ Talebe bağlı hava akımı değerinin kontrolü: $n_{nutz} = 0,45\ h^{-1}$
Havalandırma sisteminin ortalama hava değişim değeri	Talebe bağlı olmayan hava akımı değerinin kontrolü: $n_{nutz} = 0,4\ h^{-1}$ Talebe bağlı hava akımı değerinin kontrolü: $n_{nutz} = 0,35\ h^{-1}$
Kirlenme faktörü	$F_V = 1$

3.1.2. Konut Dışı Binalar İçin Referans Bina Sınır Değerleri

Konut dışı binaların maksimum yıllık birincil enerji ihtiyacı, tasarlanan bina ile aynı geometrik özelliklere, aynı alanına ve aynı konuma sahip referans binanın birincil enerji ihtiyacına dayandırılmaktadır. Konut dışı binalar için model oluşturacak referans binanın yıllık birincil enerji ihtiyacı DIN V 18599-1 : 2007-02 standardında göre ya da EnEV'de tanımlanan basitleştirilmiş metoda göre hesaplanmaktadır. Seçilen hesaplama metodu asıl binanın yıllık birincil enerji ihtiyacı hesabının yapıldığı hesaplama metoduyla aynı olmalıdır [28].

Kullanım ve işletme modeline bağlı referans değerler DIN V 18599-10 : 2007-02 standardında konut dışı binaların kullanım türlerine göre belirlenmiştir [29].

3.1.2.1. Bina Geometrisi, Konumu ve Fonksiyonu

Konut dışı binaların yıllık maksimum birincil enerji ihtiyacı hesaplanırken yapılacak olan yeni bina ile aynı yerde, aynı geometriye ve aynı yüzey alanına sahip bir referans binanın yıllık birincil enerji tüketimi ile ilişkilendirilmektedir. Referans bina için kullanım türünün yanı sıra kullanılan hesaplama metodu ve genel sınırlamalarla ilişkilendirilen alt bölümler, yeni yapılacak binanın özellikleriyle aynı olmalıdır. Bunun yanı sıra kurulum ekipmanlarının mühendisliği ve günışığı miktarı ile ilişkili alt bölümlerde inşa edilecek binanın teknik tasarımından kaynaklı farklılıklara izin verilebilir [28].

3.1.2.2. Bina Kabuğu

Almanya enerji korunumu yasasında konut dışı yeni yapılacak binalar için referans bina tasarımında kullanılacak değerler EnEV'de açıklanmaktadır.

Binayı oluşturan bileşen değerleri açısından istenen oda sıcaklığının 19 ^{o}C'den büyük ya da 12 ^{o}C ile 19 ^{o}C arasında olması durumu için iki ayrı değer verilmektedir. Opak bileşenlerin referans bina için ısı geçirgenlik kat sayı değerleri dış hava ile ilişkilerine göre hesaplanmıştır. Cam ve çatı pencereleri gibi saydam bileşenler için ise ısı geçirgenlik kat sayıları yanında Camın güneş ışınımı ısıl geçirgenlik katsayısı ve camın ışık geçirgenlik katsayısı değerleri referans binanın tasarımında kullanılması için yönetmelikte belirtilmiştir. Hesaplamaya dahil edilmesi gereken ısı köprüsü tolerans değeri de genel değerlerin yer aldığı tabloda farklı kat yükseklikleri dikkate alınarak verilmiştir [28].

Bina sızdırmazlığı 50Pa basınç farkı içindeki hava değişim oranı değeri ile bağlantılı olarak DIN V 18599-2 : 2007-02 standardında yer alan tablo 4 kategori I referans gösterilmektedir. Bu tabloya göre eğer asıl binada HVAC sistemi yapılması planlanmıyorsa referans bina için $n_{50} = 2\ h^{-1}$ değeri kullanılır. Eğer asıl binada HVAC sistemi yapılacaksa referans bina için $n_{50} = 1\ h^{-1}$ değeri kabul edilmektedir (n_{50} : 50 Pa basınç farkı altında hava değişim değeridir) [30].

Yapılması planlanan binadaki güneş kırıcı paneller yönetmelikte belirtilen hususlar doğrultusunda yaz ısı yalıtımı için yapılması gerekli ise, referans binada da güneş kırıcı paneli olduğu varsayılır (Çizelge 3.5).

Çizelge 3.5 : Konut dışı binaların kabuğunu oluşturan bileşenlerin referans değerleri [28].

	Bina bileşeni	**Parametre**	**Referans tasarım değeri**	
			İstenen oda sıcaklığı ≥ 19°C ise	**İstenen oda sıcaklığı 12°C ile 19°C arasında ise**
1	Dış duvar, teras çatı	Isı geçirgenlik katsayısı	$U = 0.28\ W/(m^2K)$	$U = 0.35\ W/(m^2K)$
2	Giydirme cephe	Isı geçirgenlik katsayısı	$U = 1.40\ W/(m^2K)$	$U = 1.90\ W/(m^2K)$
		Camın güneş ışınımı ısıl geçirgenlik katsayısı	$g_{\perp} = 0.48$	$g_{\perp} = 0.60$
		Camın ışık geçirgenlik katsayısı	$\tau_{D65} = 0.72$	$\tau_{D65} = 0.78$
3	Yere oturan duvar, temel, ısıtılmayan alan ile ilişkili duvar ve tavan	Isı geçirgenlik katsayısı	$U = 0.35\ W/(m^2K)$	$U = 0.35\ W/(m^2K)$
4	Çatı, son katın tavanı, uzun çatıların yan duvarı	Isı geçirgenlik katsayısı	$U = 0.20\ W/(m^2K)$	$U = 0.35\ W/(m^2K)$

Çizelge 3.5 (devam): Konut dışı binaların kabuğunu oluşturan bileşenlerin referans değerleri [28]..

	Bina bileşeni	Parametre	Referans tasarım değeri	
			İstenen oda sıcaklığı ≥ 19°C ise	**İstenen oda sıcaklığı 12°C ile 19°C arasında ise**
5	Cam çatı	Isı geçirgenlik katsayısı	U_W = 2.70 W/(m^2K)	U_W = 2.70 W/(m^2K)
		Camın güneş ışınımı ısıl geçirgenlik katsayısı	$g_\perp$ = 0.63	$g_\perp$ = 0.63
		Camın ışık geçirgenlik katsayısı	τ_{D65} = 0.76	τ_{D65} = 0.76
6	Işık şeritleri	Isı geçirgenlik katsayısı	U_W = 2.4 W/(m^2K)	U_W = 2.4 W/(m^2K)
		Camın güneş ışınımı ısıl geçirgenlik katsayısı	$g_\perp$ = 0.55	$g_\perp$ = 0.55
		Camın ışık geçirgenlik katsayısı	τ_{D65} = 0.48	τ_{D65} = 0.48
7	Kubbe Işıklığı	Isı geçirgenlik katsayısı	U_W = 2.70 W/(m^2K)	U_W = 2.70 W/(m^2K)
		Camın güneş ışınımı ısıl geçirgenlik katsayısı	$g_\perp$ = 0.64	$g_\perp$ = 0.64
		Camın ışık geçirgenlik katsayısı	τ_{D65} = 0.59	τ_{D65} = 0.59
8	Pencereler, fransız pencereleri	Isı geçirgenlik katsayısı	U_W = 1.30 W/(m^2K)	U_W = 1.90 W/(m^2K)
		Camın güneş ışınımı ısıl geçirgenlik katsayısı	$g_\perp$ = 0.60	$g_\perp$ = 0.60
		Camın ışık geçirgenlik katsayısı	τ_{D65} = 0.78	τ_{D65} = 0.78
9	Çatı penceresi	Isı geçirgenlik katsayısı	U_W = 1.40 W/(m^2K)	U_W = 1.90 W/(m^2K)
		Camın güneş ışınımı ısıl geçirgenlik katsayısı	$g_\perp$ = 0.60	$g_\perp$ = 0.60
		Camın ışık geçirgenlik katsayısı	τ_{D65} = 0.78	τ_{D65} = 0.78

Çizelge 3.5 (devam): Konut dışı binaların kabuğunu oluşturan bileşenlerin referans değerleri [28]..

	Bina bileşeni	Parametre	Referans tasarım değeri	
			İstenen oda sıcaklığı ≥ 19°C ise	**İstenen oda sıcaklığı 12°C ile 19°C arasında ise**
10	Dış kapılar	Isı geçirgenlik katsayısı	U = 1.80 W/(m^2K)	U = 2.90 W/(m^2K)
11	Yukarıdaki satırlarında yer alan bina elemanları	Isı köprüsü toleransı	ΔU_{WB} = 0.05 W/(m^2K)	ΔU_{WB} = 0.1 W/(m^2K)
12	Bina sızdırmazlığı	n_{50} değeri ile ilişkili DIN V 18599-2 : 2007-02 standardında yer alan tablo4 kategori 1 esas alınır	HVAC sistemi olmayan binalarda n_{50} = 2 h^{-1}	
			HVAC sistemi olan binalarda n_{50} = 1 h^{-2}	
13	Günışığı kaynağı	DIN V 18599-4 : 2007-02 standardına göre gün ışığı faktörü $C_{TL, Vers, SA}$	Güneş ya da kamaşma koruyucu yoksa: 0.70	
			Kamaşma koruyucu mevcutsa: 0.15	
14	Güneş kırıcı eleman	Asıl binadaki güneş kırıcı panel yönetmelikte belirtilen yazın ısı yalıtımı için gerekli ise, referans binada da güneş kırıcı paneli varsayılır.		
		Eğer güneş kırıcı panel bu nedenle kullanılıyorsa, cam için aşağıdaki referans değerler kullanılabilir:		
		2 satırındaki değerler yerine;		
		Camın güneş ışınımı ısıl geçirgenlik katsayısı	$g_\perp$ = 0.35	
		Camın ışık geçirgenlik katsayısı	τ_{D65} = 0.58	
		8 ve 9 satırlarındaki değerler yerine;		
		Camın güneş ışınımı ısıl geçirgenlik katsayısı	$g_\perp$ = 0.35	
		Camın ışık geçirgenlik katsayısı	τ_{D65} = 0.62	

3.1.2.3. Aydınlatma Sistemi

Aydınlatma sisteminin konut dışı referans binalarda direkt ya da dolaylı aydınlatma olduğu varsayılmalıdır. Ancak mağaza ve yiyecekler için dondurucuların olduğu mekanlarda aydınlatma asıl binada tasarlandığı gibi olmalıdır. Her iki seçenekte de elektronik bağlantılı tüp flüoresan lambaya göre hesaplama yapılmalıdır [28].

Konferans ve seminer salonu, mutfak, tuvalet, diğer yaşama alanları ve sirkülasyon alanları, bilgisayar merkezi ve spor salonu olarak kullanılan mekanlarda aydınlatma kontrolünün sabit algılayıcı ile sağlandığı varsayılmalıdır, diğer tipteki mekanlar için aydınlatma kontrolünün el ile yapıldığı düşünülmektedir. Ayrıca gün ışığına bağlı aydınlatma kontrolünün de yine el ile yapıldığı varsayılmalıdır. Constant ışık kontrolü bireysel ofisler, çalışma gruplarının bulunduğu ofisler, bahçe içerisindeki ofisler, derslikler, hastane yatakhaneleri, yurtlar, kütüphaneler için mevcut durum kabul edilirken diğer kullanım türündeki zonlar için Constant ışık kontrolü olmadığı varsayılır (Çizelge 3.6).

Çizelge 3.6 : Konut dışı binaların aydınlatma türü ve aydınlatma kuralları için referans değerler [28].

Bina bileşeni	Referans tasarım değeri
Aydınlatma Türü	Mağaza, yiyecekler için dondurucuların olduğu zonlarda aydınlatma asıl binada tasarlandığı gibi olmalıdır.
	Diğer tip binalarda direkt ya da dolaylı aydınlatma
	Her iki seçenekte de elektronik bağlantılı ve tüp flüoresan lambaya göre hesap yapılmalıdır.
Aydınlatma kuralları	Mevcut kontrol: - DIN V 18599-10 : 2007-02 standardında belirtilen 4, 15'den 19'a ve 21'den 31'e kadar olan bina tiplerinde hareket sensörlü - Diğer tip binalarda el ile
	Günışığına bağlı aydınlatma kontrolü manuel
	Sabit aydınlatma kontrolü: - DIN V 18599-10 : 2007-02 standardında belirtilen 1'den 3'e, 8, 9, 10, 28, 29 ve 31 kadar olan bina tiplerinde mevcut durum kabul edilir. - Diğer tip binalarda bu tip kontrol yokmuş gibi varsayılır.

3.1.2.4. Mekanik Sistemler

Almanya enerji korunumu yönetmeliği referans bina geometrisi, konumu ve bina kabuğu asıl bina ile aynı özelliklerde fakat mekanik sistemler açısından yönetmelikte belirlenen sistem parametreleriyle yıllık birincil enerji ihtiyacının maksimum değerini karşılayacak şekilde olmalıdır. Yönetmelikte ısıtma sistemi, soğutma sistemi, havalandırma sistemi ve kullanma sıcak suyu sistemi için gerekli parametreler verilmiştir.

Isıtma sistemi

Kat yüksekliği 4 m'nin altındaki binalarda referans bina için ısıtıcı türü olarak, DIN V 18599-5 : 2007-02 standardına uygun yoğuşmalı kombi, brülör fan ve yerli akaryakıt kullanıldığı varsayılmaktadır. Isıtıcının su içeriği 0.15 l/kW 'dan büyük olmalıdır [28].

Binada statik ve konveksiyonel ısıtma olduğu durumlarda ısı dağıtımının referans binada sistem sıcaklığının 55/45 °C olduğu, gerekli ise pompa yerleştirilmiş, çift boru ağı ile yapıldığı kabul edilir. Referans durum için boru uzunluğu standart değerin %70'i olarak belirlenmektedir. Ortam sıcaklığı için DIN V 18599-5 : 2007-02 standardında belirtilen standart değerler kullanılmalıdır.

Eğer aslı binada merkezi iklimlendirme sistemi var ise, referans binada ısı dağıtımının sistem sıcaklığının 70/55 °C olduğu, gerekli ise pompa yerleştirilmiş, çift boru ağı ile yapıldığı kabul edilir. Referans bina için boru uzunluğu ve boru hattının yeri asıl binadaki ile aynı olduğu varsayılmalıdır.

Kat yüksekliği 4 m'den yüksek olan binalarda ısıtma sistemi normal indüksiyon oranlı sıcak hava ile yapıldığı varsayılmalıdır ve sistem yan hava çıkışlı olmalıdır (Çizelge 3.7).

Çizelge 3.7 : Konut dışı binaların ısıtma sistemi tasarımı referans değerleri [28].

Sistem	Referans tasarım değeri
Isı üreten cihaz (kat yüksekliği ≤ 4 m)	Yoğuşmalı kombi, brülör fan, yerli akaryakıt DIN V 18599-5 : 2007 - 02 standardındaki şartlara uymalıdır.
Isı dağıtımı (kat yüksekliği ≤ 4 m)	Statik ve konveksiyonel ısıtma olduğu durumlarda : çift boru ağı, ısıtılmayan alanda dış dağıtım boru hattı, içeride yükselen borular, içeride bağlantı boruları, sistem sıcaklığı 55/45 °C, hidrolik olarak uyumlu, eğer gerekliyse pompa yerleştirilmeli, aralıklarla çalışan pompa, taşıma vanası olmayan, referans durum için boru uzunluğu standart değerin %70' i olarak belirlenmektedir.
	Merkezi iklimlendirme sistemi olduğu durumlarda : çift boru ağı, sistem sıcaklığı 70/55 °C hidrolik olarak uyumlu, eğer gerekliyse pompa yerleştirilmeli, referans durum için boru uzunluğu ve boru hattının yeri asıl binanınkiyle aynı olduğu varsayılmalıdır.
Isı geçirgenliği (kat yüksekliği ≤ 4 m)	Statik ısıtma olduğu durumda : yayılım kontrollü cam alanı olan dış duvarlarda serbest ısıtma yüzeyleri, orantılı kontrol elemanı (1K), yedek güç yok.
	Konveksiyonel ısıtma olduğu durumlarda : kontrol edilebilen değişken oda sıcaklığı, yüksek kalitede kontrol
Isıtma (kat yüksekliği ≥ 4 m)	Isıtma sistemi : normal indüksiyon oranlı sıcak hava ile ısıtma, yan hava çıkışı, orantılı kontrol elemanı (1K) (DIN V 18599-5 : 2007 - 02 standardına göre)

Kullanım Sıcak Suyu Isıtma Sistemi

Sıhhi sıcak suyun merkezi sistem ile elde edildiği binalarda ısı üretici cihaz olarak güneş panelleri kullanıldığı varsayılmaktadır. Zonun net yüzey alanı 500 m^2'den büyük ise geniş güneş enerjisi santrali kullanılmalıdır [32]. Güneş panellerinin yetmediği durumlarda kalan ısı talebini karşılamak için dolaylı olarak ısıtılan ısı depoları hesaba katılmalıdır. Isı depolarındaki ısının dağıtımı gerektiği taktirde pompa yerleştirilmiş borulama sirkülasyonu ile yapılır. Referans durum için boru uzunluğu ve boru hattının yeri asıl binadaki ile aynı olduğu varsayılmalıdır [28].

Yerel sistemin kullanıldığı sıhhi sıcak su sistemlerinde elektrik akımıyla çalışan ısıtıcı kullanıldığı varsayılmalıdır. Sistemde bir dolum istasyonu ve her cihaz için 6 m boru uzunluğu olmalıdır (Çizelge 38).

Çizelge 3.8 : Konut dışı binaların kullanım sıcak suyu referans değerleri [28].

Sistem	Referans tasarım değeri
Sıcak su merkezi sistem	Isı üretici cihaz : Güneş enerjisi santrali DIN V 18599-8 : 2007-02 standardı No.6.4.1'e göre - düz plaka kollektörü: $A_c = 0.09 (1.5 A_{NET\ YÜZEY\ ALANI})^{0.8}$ - deponun güneş alan bölümünün hacmi : $V_{s,sol} = 2 (1.5 A_{NET\ YÜZEY\ ALANI})^{0.9}$ - $A_{NET\ YÜZEY\ ALANI} > 500\ m^2$ ise geniş güneş enerjisi santrali
	Isı üreten cihazdan sonra kalan ısı talebi : Isı deposu : dolaylı ısıtılan depo, ısı yalıtımı dışına kurulum Isı dağıtımı : sirkülasyonla, gerektiği taktirde pompa yerleştirilmiş, referans durum için boru uzunluğu ve boru hattının yeri asıl binanınkiyle aynı olduğu varsayılmalıdır.
Sıcak su yerel sistem	elektrik akımıyla çalışan ısıtıcı, bir dolum istanstonu ve her cihaz için 6m boru uzunluğu

Soğutma Sistemi

Alman enerji korunumu yasasında konut dışı binaların soğutma sistemi referans değerleri oda soğutması ve genel soğutma olarak iki bölümde bahsedilmektedir. Oda soğutması yapılan zonlar için referans binanın soğuk su fan coil' i ile soğutulduğu varsayılmalıdır. Soğuk su sıcaklığı 14/18°C olarak hesaplamaya katılır.

Referans binanın genel soğutması hava soğutmalı, birçok ayar düzeyi olan pistonlu kompresör ile öngörülmektedir. Soğuk su sıcaklığı oda soğutması ile soğutulan 5000 m^2'den fazla olan durumlarda 14/18°C ve diğer durumlarda 6/12°C'dir [28].

Ayrıca iki türdeki soğutma sistemi de gece ve hafta sonu gibi sezonsal olarak kapatılabilir olmalıdır (Çizelge 3.9).

Çizelge 3.9 : Konut dışı binalarda soğutma sistemi referans değerleri [28].

Sistem	Referans tasarım değeri
Oda soğutması	soğutma sistemi : • soğuk su fan coil • soğuk su sıcaklığı 14/18°C soğuk su dolaşım sistemiyle odanın soğutulması : • sınır aşma %10 • dağıtımın elektrik gücü $P_{d,spec}$ = 30 W_{el} / kW_{cold} • hidrolik olarak uyumlu, • kontrollü pompası, • gece ve hafta sonu gibi sezon olarak kapatılabilir
Soğutma	Üretici : • bir çok düzey ayarı olan pistonlu kompresör • hava soğutmalı • soğuk su sıcaklığı : - oda soğutması ile soğutulan net yüzey alanı 5000 m^2'den fazla olan durumlarda 14/18°C - diğer durumlarda 6/12°C Klima soğutma sistemi de dahil olmak üzere soğuk su dolaşım sistemi jeneratörü : • sınır aşma %10 • dağıtımın elektrik gücü $P_{d,spec}$ = 20 W_{el} / kW_{cold} • hidrolik olarak uyumlu, • kontrolsüz pompa, • gece ve haftasonu gibi sezon olarak kapatılabilir, • iklimlendirilen zonun dışından dağıtım

Havalandırma Sistemi

Referans bina da atık hava sistemi özel güç girişli vantilatör ile sağlanmalıdır. İklimlendirme sisteminin olduğu durumda veya soğutma fonksiyonunun olmadığı durumda havalandırma sisteminde temiz hava fanı ve atık hava fanı değerleri aynı kabul edilir. Fakat ısı değiştirici plaka ile ısı geri kazanımı hesaplanırken iklimlendirme sistemi olan bina için temiz hava sıcaklığı 18 °C alınmalıdır. Sadece iklimlendirme sistemiyle havalandırma yapılan binalarda referans binada sistem değişken debili olarak tasarlanır (Çizelge 3.10).

Referans bina için hava nemlendirme cihazı asıl binanınkiyle aynı olduğu varsayılır.

Çizelge 3.10 : Konut dışı binalarda havalandırma sistemi referans değerleri [28].

Sistem	Referans tasarım değeri
Atık hava sistemi	Özel güç girişli vantilatör P_{SFP} = 1.0 kW/(m^3/s)
Isıtma sonrası ve soğutma fonksiyonu olmayan dağıtılan ve atık hava sistemi	Özel güç girişi • Temiz hava fanı P_{SFP} = 1.5 kW/(m^3/s) • Atık hava fanı P_{SFP} = 1.0 kW/(m^3/s) • Isı değiştirici plaka ile ısı geri kazanımı, DIN EN 13779 :2007-04 (Part 6.5.2) standardında yer alan tolerans değerler referans alınarak; - ısı geri kazanım düzeyi η_t= 0.6 - sıkıştırma oranı f_P = 0.4 Havalandırma kanalı kontrolü : bina içinde
Kontrollü iklimlendirmesi olan dağıtılan ve atık hava sistemi	Özel güç girişi • Temiz hava fanı P_{SFP} = 1.5 kW/(m^3/s) • Atık hava fanı P_{SFP} = 1.0 kW/(m^3/s) • Isı değiştirici plaka ile ısı geri kazanımı, DIN EN 13779 :2007-04 (Part 6.5.2) standardında yer alan tolerans değerler referans alınarak; - ısı geri kazanım düzeyi η_t= 0.6 - temiz hava sıcaklığı 18°C - sıkıştırma oranı f_P = 0.4 Havalandırma kanalı kontrolü : bina içinde
Hava nemliliği	Referans durum için hava nemlendirme cihazı asıl binanınkiyle aynı olduğu varsayılır.
Sadece iklimlendirme sistemiyle havalandırma	Değişken debili sistem olarak tasarlanır: sıkıştırma oranı f_P = 0.4 havalandırma kanalı kontrolü : bina içinde

3.1.2.5. Bina Kullanım Sınır Değerleri

Konut dışı binalar için bina kullanım sınır değerleri DIN V 18588-10 standardında 33 farklı fonksiyona sahip alan için belirlenmiştir. Standardın bu bölümde enerji ile ilgili değerlendirmesi yapılan konut dışı binanın detaylı bilgisinin olmadığı zamanlarda kullanılacak konut dışı binalar için bina kullanım sınır değerleri tanımlanmaktadır.

Kullanım ve işletme zamanları

Kullanım zamanları enerji hesabı yapılacak binanın kullanım tipine bağlıdır. Kullanıcının binayı kullandığı süre içerisinde konfor koşulları için harcanan enerjinin hesaplanabilmesi için, bina içerisindeki faaliyet başlangıç ve bitiş süreleri önemlidir.

DIN V 18599 standardının 10. bölümü içerisinde belirlenmiş bina tiplerine göre binanın kullanıma başlama ve bitiş saatleri, binanın gün içerisinde kaç saat, yılda kaç gün kullanıldığı, gün ışığından yararlanılan süre ve güneş battıktan sonra geçen süreler belirtilmiştir. Aynı zamanda HVAC, ısıtma ve soğutma sistemlerinin günde kaç saat ve yılda kaç gün kullanıldığıyla ilgili sınır değerler de binanın yıllık enerji tüketimi hesabını büyük oranda etkilemektedir.

Bir mekanın ya da binanın kullanımının başlama ve bitiş zamanlarını, binanın işlevine bağlı olarak çalışan insanların faaliyeti hangi zaman aralıklarında yaptıkları ya da işletmenin hangi zaman aralığında çalıştığı belirler. Günlük kullanım saati ise, binada yapılan faaliyetin başlangıcı ve bitişi arasında geçen süreyi tanımlar.

Yıllık kullanılan gün sayısı için mekanın haftada kaç gün kullanıldığına göre bir belirleme yapılır. Haftada beş gün çalışılan bir mekanın yıllık kullanım süresi 200 gün, haftada altı gün için 300 gün ve haftada yedi gün çalışılan bir mekanın kullanım süresi 365 gündür. Okullar için tatil günleri göz önünde bulundurulduğunda bu değer yıllık 200 gün ve konferans salonları ve derslikler için ise 150 gündür [29].

Aydınlatma

Aydınlatma yapılması gereken görsel çalışma alanı üzerinde istenen aydınlık düzeyi "lux" cinsinden verilmiştir. Aydınlık düzeyinin yanı sıra çalışma alanının yerden yüksekliği, kullanıcı olmadığı zamanlardaki kullanım oranını tarif eden yokluk oranı, kullanım faktörünü belirlemek için kullanılan mekanın geometrik parametreleri ve bina çalışma süresi ile ilgili aydınlatma için kısmi kullanım faktörü gibi parametreler de referans binanın aydınlatma enerji tüketiminin hesaplaması için belirtilmiştir. Ayrıca görsel çalışma alanının azaltma faktörü yakın çevre aydınlık düzeyine bağlıdır[29].

İç mekan koşulları

Havanın nemlilik oranı ve zonun dış hava değişim oranı iç mekan konfor şartları için gerekli olduğundan enerji hesaplaması yapılırken bu verilerin minimum değerleri dikkate alınmaktadır.

Genellikle hijyenik nedenlerden dolayı sürekliliği korunan birim alan başına düşen hava debisi dış hava kaynağı debisinin minimum değeri tanımlamaktadır. Bu değer

insan bağlantılı ve alana özel olarak DIN V 18599-10 standardında Tablo4'te belirtilmiştir. Eğer hafta sonları ve tatil günleri süresince sistem geri alma modu varsa dış hava kaynağı debisinin minimum değeri hesaplamaya katılmaz [29].

İç ısı kaynakları

İnsanlardan kaynaklanan ısı kazançları yapılan işin aktivite değerine ve mekandaki insan yoğunluğuna bağlıdır. Bu değer her tam saat çalışan bir insan için 70 W ısı üretimi demektir. Dersliklerde bu değer her insan için 60 W olduğu varsayılırken, mutfak ve atölyelerde kişi başı 80 W'tır. Makine ve ekipmanlardan kaynaklanan ısı kazançlarını hesaplamak için kullanım saati ve bu aygıtların gücü hesaba katılır. Fakat aydınlatmadan kaynaklanan ısı kazancı enerji dengesinde aydınlatma sistemi olarak ayrıca hesaplandığı için bu hesaplamaya dahil edilmez [29].

İç mekan hava sıcaklığı

DIN V 18599 standardında ısıtma için aylık ortalama iç ayar sıcaklığı 21 °C olarak belirlenmiştir. Hafta sonları ve tatil günleri için ısıtma sisteminin sıcaklığındaki azaltma hesaplanırken tüm bina türlerinde iç mekan sıcaklığı 4 K azaltılmış olduğu varsayılır. Soğutma sistemi için iç ayar sıcaklığı 24 °C olarak belirlenmiştir. Isıtma sistemi için kullanılacak en az sıcaklık değeri 20 °C ve soğutma sistemi için en çok sıcaklık değeri 26 °C kabul edilmiştir. Binanın saydam elemanlarından kazanılan enerji için kirlenme faktörü değeri F_v =0,9 olarak dikkate alınırken, camın kirlenmesinden ötürü mekana giren gün ışığının azaltma faktörü olarak da k_2 = 0,9 dikkate alınmalıdır. DIN V 18599-10 standardında yer alan iç mekan hava sıcaklığıyla ilgili bahsedilen bu sınırlamalar sadece zon, planlanmış bir bina sistemi tarafından iklimlendiriliyorsa kabul edilmektedir [29].

Kullanım sıcak suyu

Sıhhi sıcak su için gerekli enerji kullanıcıya bağlı bir değer olup bazı durumlarda kullanıcı yoğunluğu dikkate alınmak koşulu ile her birim alan için de verilebilen bir değerdir. Konut dışı binalar için referans alanı enerji hesabı yapılan alanın net zemin alanı olarak alınır. Günlük zirveye vurma sayısı, sıcak su tüketiminin zaman dağılımını ifade eder. Gün içerisinde düzenli bir zirveye vurma dağılımı var ise n_{SP}=1, bu vurma günün belirli zamanlarında oluyorsa n_{SP}=2 olarak kabul edilir [29].

3.2. BEP-TR Referans Bina Tanımı

BEP-TR'de kullanılan varsayılan bina yöntemi, referans bina belirleme yöntemlerinden biridir. Varsayılan bina, enerji kimlik belgesi üretilecek bina (asıl bina) ile aynı yerde, aynı geometriye sahip, fakat mekanik sistemler ve bina kabuğunun termofiziksel özellikleri açısından mevcut bina yönetmeliklerine minimum uygunluk gösteren hayali bir referans binadır. Referans bina, yazılıma tanımlanan asıl binanın bilgilerini kullanarak sistem tarafından otomatik olarak yaratılır. Aynı hesaplama yöntemi, her iki bina için de çalışarak hem asıl bina için hem referans bina için tüketim ve salım değerlerini hesaplar. Hesaplama, iki bina için iki kez çalışır fakat kullanıcı yazılıma yalnız asıl binayı tanımlar [25].

Binanın enerji performansı, birincil enerji cinsinden asıl binanın yıllık m^2 başına düşen enerji tüketim miktarının, referans binanın yıllık m^2 başına düşen enerji tüketim miktarı ile; veya asıl binanın yıllık m^2 başına düşen CO_2 salım miktarının, referans binanın yıllık m^2 başına düşen CO_2 salım miktarı ile kıyaslanmasıyla, enerji tüketimi için ve CO_2 salımı için ayrı ayrı belirlenir.

Referans bina ile aynı değerlere sahip bir binanın enerji performansı değeri 100'dür ve D sınıfının üst sınırına yerleşmektedir. Çizelge 3.11, enerji performansı değerlerine göre sınıflandırmayı göstermektedir. Sınıflandırma, enerji tüketimi için ve CO2 salımı için ayrıdır, iki sınıflandırma için de aynı tablo kullanılır.

Çizelge 3.11 : Enerji performansı değerlerine göre enerji sınıfları [25].

Enerji sınıfı	**E_p aralıkları**
A	0-39
B	40-79
C	80-99
D	100-119
E	120-139
F	140-174
G	175- …

Türkiye binalarda enerji performansı yönetmeliğinde referans bina tanımlaması yapılırken konut ve konut dışı bina türleri için genel bir ayırım yapılmamıştır. Bu tür ayırım sadece mekanik sistemlerin referans değer verilerinde belirtilmiştir. Karşılaştırma kolaylığı açısından BEP-TR referans bina modeli, Almanya'nın yönetmeliğinde tanımlanan referans bina modeliyle paralel şekilde incelenmiştir.

3.2.1. Bina Geometrisi, Konumu ve Fonksiyonu

Referans bina, bina geometrisi, bina fonksiyonu, bina bileşenlerinin termofiziksel özellikleri açısından asıl bina ile aynı olmalıdır. Referans binanın asıl bina ile aynı yerde konumlanmış olduğu ve aynı iklim verilerine sahip olduğu varsayılmalıdır. Asıl bina ile referans bina iç mekan aydınlatması kurulu gücü ve kontrolleri, HVAC sistem tipleri, boyutları ve kontrolleri, sıcak su sistemi ve kontrolleri dahil bütün tasarım dokümanları ile tutarlı olmalıdır [25].

Referans bina, asıl bina ile aynı sayıda kat ve tamamen aynı iklimlendirilmiş kat alanı ile modellenir.

Referans binanın geometrisi asıl bina ile aynıdır. Plan, kesit ve çatı tipleri ile boyut ve toplam alanları asıl bina için seçilen ve girilen bilgilerle aynı kabul edilir.

Asıl bina ile aynı fonksiyona sahip olduğu varsayılan referans bina için bina tipolojileri aşağıdaki gibidir;

1. Konut
    a. Müstakil konut
    b. Apartman
    c. Rezidans
2. Ofis
3. Eğitim binaları
4. Sağlık binaları
5. Alışveriş ve ticaret merkezleri

Eğer bina yukarıda belirtilen ana fonksiyonlardan birden fazlasına sahipse, ayrı fonksiyonlara sahip bina bölümleri ayrı projeler olarak değerlendirilir. Örneğin aynı bina içindeki alışveriş merkezi ve konut bölümleri, iki ayrı kimlik belgesi alacaktır.

Mekanik sistemlerden biri veya birkaçının merkezi olması durumunda, mülkiyeti ayrı olan her birim ayrı sertifika alabilmektedir. Bu ayrı sertifikada nihai enerji ihtiyacı hesaplanırken ayrı mülkiyetin net enerji ihtiyacı üzerinden üretim kaybı hesaplanacak, dağıtım ve depolama kayıpları bağımsız mülkiyetlere eşit dağıtılacaktır.

Ofis binaları hariç diğer bina tipolojilerinde, her kat içerisinde bulunan hacimler, fonksiyonları ve alanları ile ayrı ayrı tanımlanır.

3.2.2. Bina kabuğu

Asıl binanın kabuğunun bütün bileşenleri aynı şekilde girilir. Bir bina yüzeyinde, termofiziksel özellikleri farklılık gösteren yüzeyler var olması durumunda bu yüzeyler bileşenleri ve bileşenleri oluşturan malzemeleriyle ayrı ayrı tanımlanmalıdır [25].

Yatay ve düşey gölgeleme elemanları/engeller, karşı engeller, gece yalıtımı asıl binada modellenir.

Çizelge 3.12 : Bina bileşenlerinin termofiziksel referans değerleri [25].

	Dış duvar ısıl geçirgenlik katsayısı U_D, W/m^{2}K	**Tavanın ısıl geçirgenlik katsayısı U_T, W/m^{2}K**	**Zemine oturan döşemenin ısıl geçirgenlik katsayısı U_t, W/m^{2}K**	**Pencerenin ısıl geçirgenlik katsayısı U_P, W/m^{2}K**	**Pencere camının güneş ışınımı geçirgenlik katsayısı g_gl**
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4	0,75
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4	0,75
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4	0,3
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4	0,3

Referans binada opak ve saydam bileşen ısı trasfer katsayısı değerleri ve saydam bileşen güneş enerjisi geçirgenlik katsayıları Çizelge 3.12'de verilmiştir. BEP-TR'de belirtilen ısı geçirgenlik katsayıları Türkiye'nin ısıtma derece gün bölgelerinde ihtiyaç duyulan değere göre belirlenmiştir. TS 825'te özel durum olarak belirtildiği gibi, ısı kaybeden düşey dış yüzeylerinin toplam alanının %60'ı ve üzerindeki oranlarda camlama yapılan binalarda, pencere sisteminin ısıl geçirgenlik katsayısının (Up) 2,1 W/m^{2}K olacak şekilde tasarlanır ve diğer ısı kaybeden bölümlerinin ısıl geçirgenlik kat sayılarının Tablo 4'te verilen değerlerden %25 daha küçük kabul

edilir. Çizelge 3.12'de belirtilen değerler, TS 825'i referans alır. Referans binada ısı köprüsü olabilecek kolon ve kirişlerin yalıtımsız olduğu varsayılır.

Kabuğun bütün dış bileşen tipleri için, asıl bina ile referans binanın bütün ölçüleri eşit kabul edilmektedir. Örneğin dış duvar, çatı ve döşeme alanları asıl ve referans bina için aynı olmalıdır.

3.2.3. Aydınlatma Sistemi

BEP-TR'de referans konut binaları için aydınlatma sistemi tanımlanmamıştır. Konut dışı referans binalarında ele alınan hacmin veya bölümün aydınlatma sistemi, direkt aydınlatma olarak kabul edilir. Duvar yüzeylerinin ışık yansıtma katsayısı ρ_D %50, tavanın ışık yansıtma katsayısı ρ_T %70 olarak belirlenmiştir.

Ofisler, eğitim binaları, oteller, sağlık binaları, alışveriş ve ticaret merkezleri gibi binalarda işleve bağlı olarak istenen aydınlık düzeyinin sağlanması için gerekli ışık akısının %70'inin 36W güce, 3250 lümen ışık akısına sahip tüp flüoresan lambalar ve %30'unun 75W güce, 930 lümen ışık akısına sahip enkandesan lambalarla sağlandığı kabul edilmiştir.

Aygıt tipi olarak D grubu IP2X normal aygıt olduğu ve bakım faktör (MF) değerinin %67 olduğu varsayılmalıdır.

Günışığı etkisi zayıf ve yapma aydınlatma sistemi kontrolünün manuel olduğu kabul edilir. Günışığı bağımlılık faktörü (F_D) değeri için hacim türüne ve istenen aydınlık düzeyine bağlı olarak Çizelge 3.13'te yer alan tanımlı değerler kullanılır. Asıl binada ise F_D değeri hesaplanarak elde edilir.

Çizelge 3.13 : Günışığı bağımlılık faktörü [25].

AYDINLIK DÜZEYİ (lx)	ENLEM					
	36	**37**	**38**	**39**	**40**	**41**
300	0,8357	0,83808	0,84042	0,84276	0,8451	0,84744
500	0,879	0,88092	0,8828	0,88468	0,8866	0,88844
750	0,9144	0,91574	0,91708	0,91842	0,9198	0,9211

Hacim türüne bağlı olarak görsel konfor koşullarını sağlayan aydınlık düzeyi değerleri BEP-TR'de "Aydınlatma Enerjisi Gereksinim Hesaplaması" bölümünde EN 12464 standardı baz alınarak belirtilmiştir. Bu değerler ofis binaları, hastaneler,

eğim binaları, oteller ve alışveriş ve ticaret merkezlerinin farklı işlevlere ait mekanları için verilmiştir.

BEP-TR'de aydınlatma ile ilgili sınır koşullar EN15193 Binaların Enerji Performansı-Aydınlatma Enerjisi Gereksinimleri standardından yararlanılarak belirlenmiştir.

3.2.4. Mekanik Sistemler

BEP-TR'de mekanik sistemlerle ilgili parametreler konut ve konut dışı bina tiplerine göre iki grupta belirtilmektedir.

Herhangi bir ısıtma/soğutma sistemi kurulmayacak olsa bile, bütün konfor koşulu öngörülen alanlar için ısıtma/soğutma net enerji ihtiyacı hesaplanır.

Binanın enerji yüklerine etki eden sistemlerin (ısıtma, soğutma, havalandırma, sıcak su, aydınlatma sistemleri) net enerji ihtiyacı olmasına rağmen kurulmadığı binalarda, bu olmayan sistemler asıl binada, referans binadakinin tamamen aynısıymış gibi kabul edilir.

3.2.4.1. Konut binaları

Herhangi bir ısıtma/soğutma sistemi kurulmayacak olsa bile, bütün konfor koşulu öngörülen alanlar için ısıtma/soğutma net enerji ihtiyacı hesaplanır.

Binanın enerji yüklerine etki eden sistemlerin (ısıtma, soğutma, havalandırma, sıcak su, aydınlatma sistemleri) net enerji ihtiyacı olmasına rağmen kurulmadığı binalarda, bu olmayan sistemler asıl binada, referans binadakinin tamamen aynısıymış gibi kabul edilir.

Isıtma Sistemi

Konut binalarının enerji tüketimi hesabı yapılırken referans bina için ısıtma sisteminin merkezi sıcak sulu sistem olduğu kabul edilir. Isıtma sisteminin yakıt tipi doğalgaz olarak alınır. Kazan tipi standart ve atmosferik brülörlü tip olarak seçilir ve kazan çalışma sıcaklığı 90/70 °C kabul edilir. Isıtma elemanı olarak radyatör kabulü yapılmıştır. Radyatörün dış duvar üzerinde ve radyasyon korumasız olarak pencere altında bulunduğu kabul edilir. Oda sıcaklığının termostatik vana ile kontrol edildiği varsayılır ve sistemim pompa frekans kontrollü olduğu kabul edilir (Çizelge 3.14).

Çizelge 3.14 : Konut referans binası ısıtma sistemi değerleri [25].

Bina sistemi	Referans bina parametreleri
Isıtma sistemi	Merkezi sıcak sulu sistem
	Termostatik vana ile oda sıcaklığı kontrolü
	Pompa frekans kontrollü
Isı üretici	Standart ve atmosferik brülörlü kazan
	Kazan çalışma sıcaklığı 70/90°C
	Yakıt tipi doğalgaz
Isı dağıtımı	Radyatör ile
	Dış duvar üzerinde ve radyasyon korumasız olarak pencere altında

Kullanım sıcak suyu ısıtma sistemi

Kullanma sıcak suyu sistemi konutlarda referans binada doğalgazlı şofben olarak alınır (Çizelge 3.15).

Soğutma sistemi

Konutlarda soğutma sistemi tipi split klima olarak alınır. split klima kontrolünün darbeli (pulsed) olduğu varsayılır. Split klima direkt genleşmeli (DX) ve duvara monteli olarak alınır (Çizelge 3.15).

Havalandırma Sistemi

Konut binalarında havalandırma için doğal havalandırma kabulü yapılır (Çizelge 3.15).

Çizelge 3.15 : Konut referans binası için soğutma, kullanım sıcak suyu ve havalandırma sistemi değerleri [25].

Bina sistemi	Referans bina parametreleri
Soğutma sistemi	Split klima ile
	Klima kontrolü darbeli olmalıdır
	Direkt genleşmeli ve duvara monteli
Kullanım sıcak suyu ısıtması	Doğalgazlı şofben
Havalandırma	Doğal havalandırma

3.2.4.2. Konut Dışı Binalar

Binalarda enerji performansı yönetmeliğinde konut dışı binalar için referans bina mekanik sistemleri belirlenirken ısıtma sistemi, soğutma sistemi, havalandırma sistemi ve kullanma sıcak suyu sistemi için gerekli parametreler belirtilmiştir.

Isıtma Sistemi

Konut dışı binalarda da konut binalarında olduğu gibi referans binanın ısıtma sisteminin merkezi sıcak sulu sistem olduğu kabul edilir. Isıtma sisteminin yakıt tipi doğalgaz olarak alınır. Kazan tipi standart ve atmosferik brülörlü tip olarak seçilir ve kazan çalışma sıcaklığı 90/70 °C kabul edilir. Isıtma elemanı olarak radyatör kabulü yapılmıştır. Radyatörün dış duvar üzerinde ve radyasyon korumasız olarak pencere altında bulunduğu kabul edilir. Oda sıcaklığının termostatik vana ile kontrol edildiği varsayılır ve sistemim pompa frekans kontrollü olduğu kabul edilir (Çizelge 3.16).

Çizelge 3.16 : Konut dışı referans bina ısıtma sistemi tasarım değerleri [25].

Bina sistemi	Referans bina parametreleri
Isıtma sistemi	Merkezi sıcak sulu sistem
	Termostatik vana ile oda sıcaklığı kontrolü
	Pompa frekans kontrollü
Isı üretici	Standart ve atmosferik brülörlü kazan
	Kazan çalışma sıcaklığı 70/90°C
	Yakıt tipi doğalgaz
Isı dağıtımı	Radyatör ile
	Dış duvar üzerinde ve radyasyon korumasız olarak pencere altında

Soğutma Sistemi

Konut dışı binalarda soğutma sistemi fan coil sistemi olarak alınır. Soğutma grubu için soğutma yöntemi hava soğutmalı kabul edilir. Kontrol tipi on-off (2 nokta kontrollü) kabul edilir. Soğutulmuş su rejimi 6/12 °C kabul edilir (Çizelge 3.17).

Çizelge 3.17 : Konut dışı referans bina soğutma sistemi tasarım değerleri [25].

Bina sistemi	Referans bina parametreleri
Soğutma sistemi	Fan coil sistemi ile
	Hava soğutmalı olarak
	Kontrol tipi on/off
	Soğutulmuş su rejimi 6/12°C

Kullanma Sıcak Suyu Isıtma Sistemi

Referans binada kullanma sıcak suyu sistemi merkezi sistem olarak alınır. Sıcak su üreteci kazan olarak kabul edilir. Yakıt tipi olarak ise doğalgaz alınır. Kazan tipi standart ve atmosferik brülörlü tip olarak seçilir ve pompa kontrolünün olmadığı kabulü yapılır. Sıcak suyu depolama için plakalı eşanjör ve akümlasyon tankı kullanıldığı varsayılır (Çizelge 3.18).

Çizelge 3.18 : Konut dışı referans bina kullanım sıcak suyu ısıtma sistemi tasarım değerleri [25].

Bina sistemi	Referans bina parametreleri
Kullanım sıcak suyu ısıtma sistemi	Merkezi sistem
	Pompa kontrolünün olmadığı kabul edilir
Isı üretici	Kazan
	Standart ve atmosferik brülörlü tip
	Yakıt tipi doğalgaz
Depolama	Plaklı eşanjör ve akümülasyon tankı

Havalandırma Sistemi

Konut dışı binalarda havalandırmanın mekanik olduğu ve klima santrali ile yapıldığı varsayılır. Klima santrali PI kontrollü kabul edilir.

Binadaki diğer mekanik sistemler referans binada asıl binadaki sistem ile aynı seçilir.

Referans binada yenilenebilir enerji olmadığı kabul edilir.

3.2.5. Bina kullanım Sınır Değerleri

Zaman çizelgeleri, insanlardan ve ekipmanlardan kaynaklı iç kazançlar, hacim fonksiyonlarına göre veritabanından otomatik atanmaktadır.

Referans bina için TS 825 Isı Yalıtımı Yönetmeliği'nde farklı amaçlarla kullanılan binalar için belirlenmiş aylık ortalama iç mekan sıcaklık değerleri Çizelge 3.19'da gösterilmektedir [22].

Asıl binanın zaman çizelgeleri ve bu çizelgelere bağlı HVAC sistem işletim süreleri, iç kazanç, kullanıcı yoğunluğu gibi bilgiler binanın ve hacmin fonksiyonuna bağlı olarak veritabanından gelir. Referans bina için de asıl binaya atanan değerlerin aynısı kabul edilir.

Çizelge 3.19 : Referans bina fonksiyon türüne göre iç mekan ayar sıcaklıkları [22].

	Bina Türü	**İç Mekan Ayar Sıcaklığı**
1	Konutlar	19°C
2	Yönetim binaları	
3	İş ve hizmet binaları	
4	Otel, motel ve lokantalar	
5	Öğretim binaları	20°C
6	Tiyatro ve konser salonları	
7	Kışlalar	
8	Ceza ve tutuk evleri	
9	Müze ve galeriler	
10	Hava limanları	
11	Hastaneler	22°C
12	Yüzme havuzları	26°C
13	İmalat ve atölye mahalleri	16°C

Hacimlerin kullanım ve işletim zaman çizelgeleri, iç kazanç ve konfor koşulları ile ilgili bilgiler Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği'nin EK 1 kısmında belirtilmektedir. Eğitim, hastane, rezidans, otel ve alışveriş ve ticaret binaları için farklı mekan fonksiyonları göz önünde bulundurularak, kullanım saatleri, HVAC sistem işletim saatleri, aktivite durumu, aktiviteye bağlı bir kişiden kazanılan duyulur ısı, aktiviteye bağlı bir kişiden kazanılan gizli ısı, insanlardan m^2 başına kazanılan gizli ısı, ekipmanlardan ortalama kazanç verileri bulunmaktadır. Ayrıca konfor koşullarına bağlı ısıtma ve soğutma için sıcaklık değerleri de farklı mekan fonksiyonlarına göre belirtilmiştir.

3.3. EnEV ve BEP-TR'nin Referans Bina Ve Sınır Şartları Açısından Karşılaştırmalı İrdelenmesi

Almanya'nın Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliğinde (EnEV) ve enerji hesaplama metodolojisinin tanımlandığı DIN V 18599 standardında referans bina için sınır değerleri belirtilmektedir. Türkiye Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği (BEP-TR) referans bina sınır değerlerinin belirlenmesinde EN ve ASHRAE standartlarını kullanmıştır.

Almanya binaların enerji performansı için enerji hesabı yapılan referans binayı konut ve konut dışı binalar olarak iki türe ayırmaktadır. Konut binalar, bina stoğu araştırması neticesinde tek aileli konutlar ve çok aileli konutlar için değerlendirilmektedir. Ayrıca iletim ile kaybedilen ısı değerleri müstakil konut, yarı müstakil konut ve geriye kalan diğer konutlar olması durumuna göre belirlenmiştir.

Konut dışı binalarının kullanıma bağlı sınır değerleri DIN V 18599-10 standardında otuz üç farklı kullanımdaki mekan için belirlenmiştir.

BEP-TR'de referans bina mekanik sistemleri konut ve konut dışı binalar için ayrı değerlendirilmiştir. Ayrıca kullanıma bağlı sınır değerleri, rezidans, eğitim, hastane, otel ve alışveriş ve ticaret binaları için kullanım saatleri, HVAC sistemi işletim saatleri, aktiviteye bağlı duyulur ısı kazançları, insanlardan kazanılan duyulur ısı ve gizli ısı, ekipmanlardan kaynaklanan iç kazanç, ısıtma ve soğutma için iç ayar sıcaklıkları bina tipine göre belirlenmiş farklı kullanımdaki mekanlara göre tanımlanmıştır.

3.3.1. Bina Geometrisi, Konumu ve Fonksiyonu

Enerji kimlik belgesi üretilecek bina için ölçüt oluşturacak referans binanın, hem EnEV'de hem de BEP-TR'de asıl bina ile aynı geometriye ve aynı fonksiyona sahip olması gerektiği belirtilmiştir. Modellenen referans bina güneş kazançları, rüzgar etkisi gibi konuma bağlı parametrelerin doğru kullanılabilmesi için asıl bina ile aynı konuma ve yönelime sahip olduğu varsayılarak enerji hesabı yapılır (Çizelge 3.20).

Çizelge 3.20 : Referans bina geometrisi, konumu ve fonksiyonu bakımından EnEV ve BEP-TR'ninkarşılaştırılması.

Bina Modeli	EnEV	BEP-TR	Değerlendirme
Geometri	Asıl bina ile aynı parametreler kullanılmaktadır	Asıl bina ile aynı parametreler kullanılmaktadır.	Her iki yönetmelikte de referans binanın asıl binaya doğru ölçüt olabilmesi için bina modeli parametreleri açısından asıl bina ile aynıdır.
Konum			
Fonksiyon			

3.3.2. Bina Kabuğu

Referans binanın kabuğu her iki yönetmelikte de asıl bina kabuğunun bileşenleriyle aynı olması gerektiği vurgulanmıştır. Fakat bina kabuğunu oluşturan bileşenlerin termofiziksel özellikleri farklı tanımlanmaktadır.

Almanya'nın yönetmeliği EnEV'de bina kabuğunu oluşturan bileşenlerin termofiziksel özellikleriyle ilgili referans değerle konut ve konut dışı binalar için ayrı tablolarda belirtilmektedir. Opak ve saydam bileşenlerin konumuna, dış havayla temaslarına ve iklimlendirilmeyen alanla olan ilişkilerine göre ısı geçirgenlik katsayısı, Camın güneş ışınımı ısıl geçirgenlik katsayısı ve camın ışık geçirgenliği referans değerleri verilmektedir. Ayrıca konut dışı binalarda binanın fonksiyonuna bağlı iç oda sıcaklığının 19°C'den büyük olması ya da 12°C ile 19°C arasında olması durumuna bağlı iki farklı referans değeri vardır. Konut binalarında altı varyasyon için referans değer verilirken, konut dışı binalarında on farklı varyasyon için referans değerler belirtilmiştir.

Türkiye Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği'nde referans binanın opak ve saydam bileşenlerinin ısı geçirgenlik katsayısı ve güneş enerjisi geçirgenlik katsayıları dört iklim bölgesine göre belirlenmiştir. Isı geçirgenlik katsayısı duvar, tavan ve zemin için ayrı değerler almaktadır.

EnEV'de bütün bina kabuğu bileşenleri için tek bir ısı köprüsü tolerans değeri verilmiştir. BEP-TR'de ise referans binada ısı köprüsü olabilecek kolon ve kirişlerin yalıtımsız olduğu varsayılmaktadır.

BEP-TR'de modellenen referans binada güneş kırıcı elemanların olmadığı varsayılır. EnEV'de de konut binaları için referans binada güneş kırıcı elemanların olmadığı varsayılır. Fakat konut dışı binalarda eğer asıl binada güneş kırıcı panel "yazın ısı yalıtımı" için gerekli ise referans binada da güneş kırıcı panel olduğu varsayılır (Çizelge 3.21).

Çizelge 3.21 : Referans bina kabuğu bakımından EnEV ve BEP-TR'nin karşılaştırılması.

Bina Kabuğu	Bina Tipi	EnEV	BEP-TR	Değerlendirme
Isı Geçirgenlik Katsayısı, Camın güneş ışınımı ısıl geçirgenlik katsayısı Ve Camın Işık Geçirgenliği	**Konut Binaları**	DIN EN ISO 6946 : 1996-11 standardına göre opak ve saydam bileşenlerin konumuna, dış havayla temaslarına ve iklimlendirilmeyen alanla olan ilişkilerine göre altı farklı varyasyon için değer verilmiştir.	TS 825, EN 10456, BS EN 12524, ASHREA standartlarına dayanılarak opak ve saydam bileşenlerinin ısı geçirgenlik katsayısı ve güneş enerjisi geçirgenlik katsayıları dört ısıtma derece gün bölgesine göre belirlenmiştir. Isı geçirgenlik katsayısı duvar, tavan ve zemin için ayrı değerler almaktadır.	EnEV ve BEP-TR opak ve saydam bileşenlerin ısı geçirgenliği, saydam bileşenlerin ısı geçirgenliği ve güneş enerjisi geçirgenliği katsayıları için farklı uluslar arası standartlardan yararlanmaktadır. EnEV'de bina bileşenlerinin termofiziksel özelliklerinin hem bina tipine göre hem de farklı varyasyonları gözeterek oluşturulması gerçeğe yakın sonuçlar elde edilmesini sağlamaktadır.
	Konut Dışı Binalar	DIN EN ISO 6946 : 1996-1 opak ve saydam bileşenlerin konumuna, dış havayla temaslarına ve iklimlendirilmeyen alanla olan ilişkilerine göre altı farklı varyasyon için değer verilmiştir.		

Çizelge 3.21 (devam): Referans bina kabuğu bakımından EnEV ve BEP-TR'nin karşılaştırılması.

Bina Kabuğu	Bina Tipi	EnEV	BEP-TR	Değerlendirme
Isı Köprüsü	**Konut Binaları**	bütün bina bileşenleri için tek bir değer veilmiştir.	kolon ve kirişlerin yalıtımsız olduğu varsayılmaktadır.	EnEV bina kabuğuna ilişkin parametreleri ulusal ve uluslar arası standartlara dayandırarak desteklemektedir. Ayrıca konut ve konut dışı binalar için ayrı değerler belirtilmiştir.
	Konut Dışı Binalar	oda sıcaklığına göre bütün bina bileşenleri için aynı değer kullanılmaktadır.		
Bina Sızdırmazlığı	**Konut Binaları**	n_{50} değeri DIN V 18599-2 standardına göre değer almaktadır.		
	Konut Dışı Binalar			
Güneş Kırıcı Eleman	**Konut Binaları**	hesaplamaya katılmaz.	hesaplamaya katılmaz	
	Konut Dışı Binalar	yönetmelikte belirtilenyazın ısı yalıtımı kuralı gereğince var ise hesaplamaya katılır		
Gün Işığı Kaynağı	**Konut Binaları**			
	Konut Dışı Binalar	DIN V 18599-4 : 2007-02 standardıda belirtilen gün ışığı faktörü kullanılır		

3.3.3. Aydınlatma sistemi

BEP-TR'de ve EnEV'de konut binalarının aydınlatması için herhangi bir sınırlama belirtilmemiştir. BEP-TR'de konut dışı binalar için tanımlanan referans binanın direkt aydınlatma ile aydınlatıldığı varsayılmaktadır. EnEV'de konut dışı binaların referans binası için aydınlatma sistemi mağazalarda, yiyecekler için dondurucuların olduğu mekanlarda asıl binada tasarlandığı gibi modellenmektedir. Diğer bina türleri için de Çizelge 3.2'de görüldüğü gibi asıl bina ile paralel direkt ya da dolaylı seçeneklerinden birisi seçilir.

Çizelge 3.22 : Referans bina aydınlatma sistemi bakımından EnEV ve BEP-TR'nin karşılaştırılması.

<table>
<tr><th>Bina Modeli</th><th>Bina Tipi</th><th>EnEV</th><th>BEP-TR</th><th>Değerlendirme</th></tr>
<tr><td rowspan="3">Aydınlatma sistemi</td><td>Konut binaları</td><td>----</td><td>----</td><td rowspan="3">BEP-TR aydınlatma sistemi için EN15193 standartlardan yararlanmıştır.
İki yönetmelikte de aydınlatma sistemi konut dışı binalar için binanın kullanım türüne göre değerlendirilmektedir.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Konut dışı binalar</td><td>Mağaza ve yiyecek reyonlarının olduğu binalarda asıl bina ile aynı</td><td rowspan="2">Direkt aydınlatma</td></tr>
<tr><td>Diğer tip binalarda dolaylı yada direk aydınlatma</td></tr>
<tr><td>Aydınlatma tipi</td><td>Konut dışı binalar</td><td>Tüp flüorasan</td><td>%70'i tüp flüorasan lambalar %30'u enkandesan lambalarların kullanıldığı varsayılır</td><td></td></tr>
<tr><td>Aydınlatma kontrolü</td><td>Konut dışı binalar</td><td>Yönetmelikte belirlenen mekanlar için aydınlatma kontrolü sabit algılayıcı ile, diğer mekanlarda manuel olarak</td><td>Manuel</td><td></td></tr>
<tr><td>Gün ışığına bağlı aydınlatma tüketimi</td><td>Konut dışı binalar</td><td>Yönetmelikte belirtilen mekanlarda gün ışığı duyarlı aydınlatma kontrolü asıl bina ile aynı, diğer mekanlarda ise gün ışığı duyarlı aydınlatma kontrolü olmadığı varsayılır</td><td>Binanın türüne göre istenen aydınlık düzeyine ve binanın bulunduğu enleme göre seçilir.</td><td>İki yönetmelik de gün ışığı faktörünü aydınlatma sistemi enerji hesabında dikkate almaktadır.</td></tr>
</table>

Aydınlatma tipi EnEV'de konut dışı tüm bina türleri için çubuk şeklindeki flüoresan lambaya göre hesap yapılmasını öngörmektedir. BEP-TR'de ise konut dışı binaların

kullanım türüne göre istenen aydınlık düzeyinin %70'inin 36W güce, 3250 lümen ışık akısına sahip tüp flüoresan lambalar ve %30'unun 75W güce, 930 lümen ışık akısına sahip enkandesan lambalarla sağlandığı kabul edilmiştir.

Aydınlatma kontrolünün BEP-TR'de manuel olduğu kabul edilmiştir. EnEV'de ise konut dışı bina tiplerinde konferans ve seminer salonu, mutfak, tuvalet, diğer yaşama alanları ve sirkülasyon alanları, bilgisayar merkezi ve spor salonu olarak kullanılan mekanlarda aydınlatma kontrolü sabit algılayıcı ile sağlandığı varsayılmaktadır, diğer tipteki mekanlar için aydınlatma kontrolünün el ile yapıldığı düşünülmektedir.

Ayrıca EnEV'de tanımlanan gün ışığı duyarlı aydınlatma kontrolü bireysel ofisler, çalışma gruplarının bulunduğu ofisler, bahçe içerisindeki ofisler, derslikler, hastane yatakhaneleri, yurtlar, kütüphaneler için mevcut durum kabul edilirken diğer kullanım türündeki zonlar için gün ışığı duyarlı aydınlatma kontrolü olmadığı varsayılır. BEP-TR'de toplam kurulu aydınlatma enerjisinin gün ışığına bağlı tüketimine ilişkin değer, hacmin türüne göre istenen aydınlık düzeyine ve binanın bulunduğu enleme bağlı olarak tablodan seçilir.

3.3.4. Mekanik Sistemler

Her iki yönetmelikte de referans binada kurulacak mekanik sistemler ile ilgili parametreler konut ve konut dışı binalar için ayrı tanımlanmıştır.

3.3.4.1. Konut binaları

Hem Almanya enerji korunumu yönetmeliğinde hem de Türkiye binalarda enerji performansı yönetmeliğinde referans binanın, geometrisi, konumu ve bina kabuğu asıl bina ile aynı özelliklerde fakat mekanik sistemler açısından yönetmelikte belirlenen sistem parametreleriyle yıllık birincil enerji ihtiyacının maksimum değerini karşılayacak şekilde olması gerektiği belirtilmektedir.

BEP-TR'de ayrıca eğer hesaplaması yapılan alanda herhangi bir ısıtma ya da soğutma sistemi kurulmayacak olsa bile, referans binada konfor koşulları açısından bu alanlar için ısıtma ve soğutma net enerji ihtiyacı hesaplanır.

Isıtma sistemi

Her iki ülke yönetmeliği de konutlar için referans bina tasarlanırken ısıtma sistemi olarak merkezi sistemin kurulu olduğu varsayılmaktadır. Almanya yönetmeliğinde ısı üreten cihaz türü olarak yoğuşmalı kombi, yakıt türü olarak da yerli akaryakıt olarak belirlenmiştir. Türkiye yönetmeliğinde ise kazan tütü standart ve atmosferik brülörlü, yakıt türü olarak da doğal gaz kullanıldığı varsayılmaktadır. BEP-TR kazan sıcaklığının 90/70°C olarak belirlerken, EnEV'de ısıtma sistemi sıcaklığı 55/45°C olarak kabul edilmektedir. Her iki yönetmelikte de oda sıcaklığının vana kontrollü olduğu varsayılmaktadır (Çizelge 3.23).

Çizelge 3.23 : Konut referans bina ısıtma sistemi bakımından EnEV ve BEP-TR'nin karşılaştırılması.

Isıtma sistemi	EnEV	BEP-TR	Değerlendirme
Isıtma sistemi	Merkezi sistem	Merkezi sistem	Her iki yönetmelik de ısıtma sisteminin merkezi sistem olduğunu kabul etmektedir. Isıtıcı türünün farklılığından ötürü sistem sıcaklıkları arasında önemli bir fark oluşmuştur.
Isıtıcı türü	Yoğuşmalı kombi yerli akaryakıtla çalışan	Standart ve atmosferik brülörlü kazan doğalgazlı	
Sistem sıcaklığı	55/45°C	90/70°C	

Kullanım sıcak suyu ısıtma sistemi

BEP-TR kullanım sıcak suyu ısıtma sistemini referans binada doğalgazlı şofben olarak tanımlar. EnEV kullanım sıcak suyu ısıtma sistemini ısıtma sistemine eklenmiş güneş enerji santralleri ile karşılanan merkezi sıcak su hazırlama sistemi olarak tanımlamaktadır (Çizelge 3.24).

Soğutma sistemi

EnEV konut binalarında yıllık birincil enerji ihtiyacı değeri hesaplanırken referans bina için soğutma sisteminin olmadığını kabul eder.

BEP-TR'de ise konutlarda soğutma sisteminin split klima ile karşılandığını varsaymaktadır (Çizelge 3.25).

Çizelge 3.24 : Konut referans bina kullanım sıcak suyu ısıtma sistemi bakımından EnEV ve BEP-TR'nin karşılaştırılması.

Kullanım sıcak suyu ısıtma sistemi	EnEV	BEP-TR	Değerlendirme
Sistem	Merkezi sistem	--	EnEV kullanım sıcak suyunun ısıtılması için yenilenebilir enerji kaynağı olan güneşten yararlanmaktadır. BEP-TR'de referans bina tanımında yenilenebilir enerji kullanılmadığı kabul edilmektedir.
Isıtıcı cihaz	DIN V 4701-10 : 2003-08 ve DIN V 18599-5 : 2007-02 standartlarına uygun güneş enerji santralleri	Doğalgazlı şofben	

Çizelge 3.25 : Konut referans bina soğutma sistemi bakımından EnEV ve BEP-TR'nin karşılaştırılması.

	EnEV	BEP-TR	Değerlendirme
Soğutma sistemi	--	Split klima	EnEV'de konut binaları için soğutma sistemi dikkate alınmamaktadır.

Havalandırma sistemi

Konut binalarında havalandırma sistemi BEP-TR'de doğal havalandırma olarak tanımlanırken, EnEV havalandırma sistemi için referans binada merkezi egzoz hava sistemi kullanıldığını varsaymaktadır (Çizelge 3.26).

Çizelge 3.26 : Konut referans bina havalandırma sistemi bakımından EnEV ve BEP-TR'nin karşılaştırılması.

	EnEV	BEP-TR	Değerlendirme
Havalandırma sistemi	Merkezi egzoz sistemi	Doğal havalandırma	BEP-TR'de konut binaları için havalandırma mekanik bir havalandırma sistemi olmadığı varsayılmaktadır.

3.3.4.2. Konut Dışı Binalar

Her iki yönetmelikte de konut dışı binalar için oluşturulan referans binanın ısıtma, soğutma, kullanım sıcak suyu ısıtma sistemi ve havalandırma sistemine ilişkin referans veriler belirtilmiştir.

Isıtma sistemi

BEP-TR'de referans bina için konut binalarında olduğu gibi konut dışı binalarda da merkezi sıcak sulu ısıtma sistemi kurulu olduğu varsayılmaktadır. Kazan sıcaklığı 90/70°C olmalıdır ve yakıt tipi olarak doğalgaz kullanıldığı öngörülmektedir.

EnEV'de konut dışı binalar için tanımlanan referans değerler kat yüksekliği 4m ve 4m'nin altındaki binalar ile kat yüksekliği 4m'yi aşan binalar için ayrı değerler belirtilmiştir. Kat yüksekliği 4m olan ve 4m'nin altındaki binalarda ısıtmanın çift boru ağı ile yapıldığı varsayılmaktadır. Kat yüksekliği 4m'den fazla olan binalarda ise ısıtma normal indüksiyon oralı sıcak hava ile sağlandığı öngörülmektedir (Çizelge 3.27).

Çizelge 3.27 : Konut dışı referans bina ısıtma sistemi bakımından EnEV ve BEP-TR'nin karşılaştırılması.

Isıtma sistemi	EnEV		BEP-TR	Değerlendirme
Isıtma sistemi	Kat yüksekliği ≤ 4m	Merkezi sistem, statik ya da konveksiyonel ısıtma (DIN V 18599 : 2007-02 standardına göre)	Merkezi sistem	EnEV'de ısıtma sistemi kat yüksekliğine ve asıl binaınn ısıtma sistemine göre DIN V 18599 : 2007-02 standardındaki referans veriler kullanılmaktadır. BEP-TR'de ise ısıtma sistemi bütün konut dışı binalar için merkezi sistemin kullanıldığı varsayılmaktadır.
	Kat yüksekliği > 4m	Normal indüksiyon oranlı sıcak hava ile ısıtma		
Isıtıcı türü	Kat yüksekliği ≤ 4m	Yerli akaryakıtla çalışan, yoğuşmalı kombi, brülör fan,	Standart ve atmosferik brülörlü kazan doğalgazlı	
Sistem sıcaklığı	Statik ve konveksiyonel	55/45°c (DIN V 18599 : 2007-02 standardına göre)	90/70°c	
	Merkezi iklimlendirme	70/55°c (DIN V 18599 : 2007-02 standardına göre)		

Kullanım sıcak suyu ısıtma sistemi

Her iki yönetmelikte de kullanım sıcak suyu ısıtma sistemi için merkezi sistem tanımlanır. BEP-TR ısıtıcı türünü doğalgazla çalışan atmosferik brülörlü kazan olarak tanımlarken, EnEV'de sıcak su ısıtıcı türü olarak güneş panelleri kullanıldığı varsayılmaktadır. Eğer güneş panellerinin yetmediği durum var ise kalan ısı talebi dolaylı olarak ısıtılmış depolar hesaba katıldığı öngörülmektedir.

Ayrıca EnEV'de sıcak su için yerel sistemin kullanıldığı durumlarda elektrik akımıyla çalışan ısıtıcı kullanıldığı varsayılmaktadır (Çizelge 3.28).

Çizelge 3.28 : Konut dışı referans bina kullanım sıcak suyu ısıtma sistemi bakımından EnEV ve BEP-TR'nin karşılaştırılması.

<table>
<tr><th>Kullanım sıcak suyu ısıtma sistemi</th><th colspan="2">EnEV</th><th>BEP-TR</th><th>Değerlendirme</th></tr>
<tr><td>Sistem</td><td></td><td>Merkezi sistem ya da yerel sıcak su sistemi</td><td>Merkezi sistem</td><td rowspan="3">EnEV kullanım sıcak suyunun ısıtılması için yenilenebilir enerji kaynağı olan güneşten yararlanmaktadır. Güneş enerji santralleri için DIN V 4701-10 : 2003-08 ve DIN V 18599-5 : 2007-02 standartları referans alınmaktadır. BEP-TR'de referans bina tanımında yenilenebilir enerji kullanılmadığı kabul edilmektedir.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Isıtıcı cihaz</td><td>Merkezi sistem</td><td>DIN V 4701-10 : 2003-08 ve DIN V 18599-5 : 2007-02 standartlarına uygun güneş enerji santralleri</td><td rowspan="2">Doğalgazla çalışan standart ve atmosferik brülörlü kazan</td></tr>
<tr><td>Yerel sıcak su sistemi</td><td>Elektrikle çalışan ısıtıcı</td></tr>
</table>

Soğutma sistemi

BEP-TR'de Konut dışı binalarda soğutmanın fan coil sistemiyle yapıldığı varsayılmaktadır. Hava soğutmalı sistemin soğutulmuş su sıcaklığı 6/12°C olarak alınır.

EnEV'de soğutma sisteminde oda soğutması ve genel soğutma sistemi için değerler belirtmektedir. Oda bazında soğutmanın soğuk su fan coili ile yapıldığı öngörülürken, genel bina soğutması için ayar düzeyi olan pistonlu kompresör kullanıldığı varsayılmaktadır. Fan coil sisteminde soğuk su sıcaklığının 14/18°C, pistonlu kompresörde soğuk su sıcaklığı Çizelge 3.29'da belirtilen durumlarda 14/18°C ya da 6/12°C olarak kabul edilir. Ayrıca soğutma sistemi referans binada gece ve hafta sonu gibi kullanılmadığı sezonlarda kapatılabilir olarak tasarlanmaktadır.

Çizelge 3.29 : Konut dışı referans bina soğutma sistemi bakımından EnEV ve BEP-TR'nin karşılaştırılması.

<table>
<tr><th>Soğutma sistemi</th><th colspan="2">EnEV</th><th>BEP-TR</th><th>Değerlendirme</th></tr>
<tr><td rowspan="2">Soğutma sistemi</td><td>Oda soğutması</td><td>Fan coil</td><td rowspan="2">Fan coil</td><td rowspan="3">EnEV'de soğutma sistemi oda bazında ve genel soğutma olarak ele alınmıştır.
BEP-TR konut dışı referans binaların hepsi için tek bir sistem öngörmektedir.</td></tr>
<tr><td>Genel soğutma</td><td>Ayar düzeyli pistonlu kompresör</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Soğutulmuş su sıcaklığı</td><td>Fan coil</td><td>14/18°C</td><td rowspan="2">6/12°C</td></tr>
<tr><td>Pistonlu kompresör</td><td>Soğutulan net yüzey alanı 5000 m^2'den fazla olan durumlarda 14/18°C
diğer durumlarda 6/12°C</td></tr>
</table>

Havalandırma sistemi

Konut dışı referans binanın havalandırma sistemi BEP-TR'de PI kontrollü klima santrali olarak tanımlanmıştır. Buna karşılık EnEV'de havalandırma sisteminin iklimlendirme sistemi olup olmamasına göre farklı değerle tanımlanmıştır. Atık hava sistemi olarak özel güç girişli vantilatör öngörülmektedir. Sistemdeki temiz hava sıcaklığı 18°C olarak kullanılmaktadır ve hava kanalı kontrolünün bina içinde olduğu belirtilmiştir. Hava nemlendirme cihazının ise asıl binadakiyle aynı olduğu varsayılmaktadır.

EnEV havalandırma sistemi referans değerlerini belirlerken DIN EN 13599 : 2007-04 (6.5.2) standardını baz almıştır. BEP-TR referans bina modeli için havalandırma sistemi değerlerini belirlerken daha detaylı tanımlamalar yapabilmek için uluslararası bu standarttan yararlanılabilir (Çizelge 3.30).

Çizelge 3.30 : Konut dışı referans bina havalandırma sistemi bakımından EnEV ve BEP-TR'nin karşılaştırılması.

Havalandırma sistemi	EnEV	BEP-TR	Değerlendirme
Havalandırma sistemi	Asıl binada iklimlendirme sisteminin olup olmamasına durumunda DIN EN 13599 : 2007-04 standardına göre; temiz ve atık hava fanı güç değerleri seçilir	PI kontrollü klima satrali	EnEV havalandırma sistemi için DIN EN 13599 : 2007-04 standardını referans almaktadır. BEP-TR'de havalandırma sistemiyle ilgili detaylı veriler yoktur.
Atık hava sistemi	Özel güç girişli vantilatör	--	
Temiz hava sıcaklığı	18°C	--	
Hava nemlendirme cihazı	Asıl binanınkiyle aynı	--	

3.3.5. Bina kullanım Sınır Değerleri

Kullanıma bağlı sınır değerleri EnEV'de konut ve konut dışı olarak ayrılırken, BEP-TR rezidans, eğitim, hastane, otel ve alışveriş ve ticaret binaları olmak üzere beş farklı tipteki binalar için değerlendirme yapmıştır. Bu bölümde bina kullanım sınır değerleri konut ve konut dışı binalar şeklinde iki grupta karşılaştırma yapılmıştır.

3.3.5.1. Konut Binaları

Konut referans binaları için BEP-TR'de kullanıma bağlı sınır değerleri ayrıca belirtilmemiştir. Fakat BEP-TR'nin sınır değerleri belirlenirken yararlanılan TS 825 Isı Yalıtımı Yönetmeliği'nde konut binaları için aylık ortalama iç mekan sıcaklığı derecesi 19°C olduğu öngörülmektedir.

EnEV kullanıma bağlı sınır değerleri için DIN V 18599-10 standardını kullanmaktadır. Bu standartta iç mekan ayar sıcaklığı konut binaları için 20°C olarak belirtilmektedir, bu da BEP-TR ile yaklaşık değerdedir. Bununla beraber kullanıma

bağlı sınır değerleri için baz alınan bu standartta konut binalarının tek aileli veya çok aileli olması durumuna göre iç ısı kazançları, kullanım zamanları, kullanım sıcak suyu için gerekli enerji ve havalandırma sisteminin kontrolü için değerler verilmiştir.

Bir konutta yaşayan insan nüfusu binanın yıllık birincil enerji ihtiyacını büyük ölçüde etkilemektedir. Konut binaları için referans oluşturacak enerji tüketim değerleri bina içinde yaşayan insan yoğunluğuna bağlı değişkenlik gösterdiği için EnEV'de ulusal bina stoğuna bağlı olarak konut binaları tek aileli ya da çok aileli konutlar olarak iki tipolojide değerlendirme yapılmıştır. Bu nedenle Türkiye'de konut içindeki kullanıcı yoğunluğunun oluşturacak bina stoğu karakteristiğine göre belirlenmesi önemlidir. Buna bağlı olarak da kullanıma bağlı sınır değerleri tanımlanmalıdır (Çizelge 3.31).

Çizelge 3.31 : Konut binalarının kullanıma bağlı sınır değerleri bakımından EnEV ve BEP-TR'nin karşılaştırılması.

Konut Binaları Kullanıma Bağlı Sınır Değerleri	**EnEV**	**BEP-TR**	**Değerlendirme**
Bina tür sayısı	Tek aileli ve çok aileli konutlar	----	EnEV'de ulusal bina stoğuna bağlı olarak konut binaları tek aileli ya da çok aileli konutlar sistemlerin kullanım sürelerine göre ayrı değerlendirilmiştir. BEP-TR'de konut binalarının sınır değerleriyle ilgili detaylı veriler yoktur.
Değerlendirilen parametreler	• İç mekan ayar sıcaklığı • ısıtılan alanın toplam alana oranı • iç enerji kazançları • bina sistemlerinin • kullanım süreleri • kullanım sıcak suyu için gerekli enerji • minimum dış hava değişim oranı	----	
İç mekan ayar sıcaklığı	20^{o}C	19 ^{o}C	

3.3.5.2. Konut Dışı Binalar

Kullanıma bağlı sınır değerleri konut dışı referans binaları için EnEV'de DIN V 18599-10 standardı kullanırken, BEP-TR'de bu değerler EK1 olarak yönetmeliğin bir parçasını oluşturmaktadır.

DIN 18955-10 standardında konut dışı binalar için kullanım ve işletme zamanları, aydınlatma, iç mekan koşulları, ısı kaynakları, iç mekan hava sıcaklığı ve kullanım sıcak suyu ile ilgili değerler, otuz üç farklı kullanımdaki mekanlar için belirtilmiştir. BEP-TR'de rezidans, eğitim, hastane, otel ve alışveriş ve ticaret binaları için kullanım saatleri, HVAC sistemi işletim saatleri, aktiviteye bağlı duyulur ısı kazançları, insanlardan kazanılan duyulur ısı ve gizli ısı, ekipmanlardan kaynaklanan iç kazanç, ısıtma ve soğutma için iç ayar sıcaklıkları bina tipine göre belirlenmiş farklı kullanımdaki mekanlara göre tanımlanmaktadır.

BEP-TR mekanların fonksiyonuna göre kullanım saatlerini ve buna bağlı HVAC işletim saatlerini sunmaktadır. DIN 18599-10 standardında bu değerlere ek olarak yıllık kullanım gün sayısı ve günışığından yararlanma süresi gibi parametreler de dikkate alınmıştır. Yıllık kullanım gün sayısı değeri ile ilgili verilerde okullar ve konferans salonları için hafta sonları ve tatil günleri hesaba dahil edilmiştir.

Hem DIN 18599-10 standardında hem de BEP-TR'de ısıtma için minimum sıcaklık değeri 20°C ve soğutma için maksimum sıcaklık değeri 26°C olarak belirlenmiştir. DIN 18599-10 standardında planlanmış iklimlendirme sistemi olmayan binalar için ısıtma ve soğutma sistemlerinin işletim sıcaklıkları için referans değerler yer almaktadır. Bunların yanı sıra saydam bileşenden kazanılan enerji için kirlenme faktörü ve gün ışığı için de azaltma faktörü değerleri hesaplamaya dahil edilmektedir.

Çalışma düzeyinin aydınlık seviyesiyle ilgili parametreler DIN V 18599-10 standardı oluşturulurken DIN EN 12464-1 standardından yararlanılarak belirlenmiştir. Görsel çalışma alanında istenen aydınlık düzeyinin yanı sıra çalışma alanının yerden yüksekliği, kullanıcı olmadığı zamanlardaki yokluk oranı, bina çalışma saatleri de referans değerler arasında yer almaktadır.

Aydınlatma sisteminin işletim zamanları ve süreleriyle ilgili bilgiler BEP-TR'nin 'Aydınlatma Enerjisi Gereksinimlerinin Hesaplanması' bölümünde yer almaktadır. Burada aydınlatma sisteminin gün saatleri dışında kullanım süresi ve yıllık işletim süresi değerleri aylık olarak Diyarbakır ve İstanbul için belirlenmiştir. Bununla beraber bina ve mekan türüne göre hacmin türü için istenen aydınlık düzeyi referans değerleri ve yokluk faktörü de standartta belirtilmiştir. Aydınlatma sistemi için BEP-TR de birçok standardın yanı sıra 'EN 12464-1 Işık Ve Aydınlatma-Çalışma

Alanlarının Aydınlatılması-Bölüm 1:İç Çalışma Alanları' standardından yararlanmıştır.

DIN 18599-10 standardında dış hava değişim oranının hijyenik nedenlerden dolayı sürekliliğinin sağlanmasının zorunlu olduğu belirlenirken, bu referans değer için DIN EN 13779 Konut Dışı Binaların Havalandırması standardı göz önünde bulundurulmuştur. Ayrıca kullanım sıcak suyunun kullanıcı yoğunluğu dikkate alınarak zaman dağılımı da fonksiyonlarına göre her mekan için tanımlanmıştır (Çizelge 3.32).

BEP-TR'de kullanıma bağlı referans değerler belirlenirken ASHRAE standardı ve DIN V 18599'un da içinde bulunduğu ulusal standartlardan yararlanılmıştır. Konut dışı binaların türlerinin ve kullanıcı profillerinin her ülkede değişiklik gösterdiğini söylenemez, fakat BEP-TR için farklı bina türlerinin aydınlatma ve havalandırma gibi sistemlerin kullanıma bağlı sınır değerleriyle referans parametreler desteklemelidir. Hastane binalarının enerji performansı konu alınarak yapılan akademik çalışmada elde edilen sonuçtan da anlaşılabileceği gibi konut dışı ve kompleks binaların sınır değerlerini belirlemek için tek başına standartlar yeterli değildir ve detaylı araştırmanın yapılması ve aydınlatma ve kurulu ekipmanlarla ilgili üretici yardımının alınması gereklidir [33]. Türkiye'de de sınır değerlerinin geliştirilmesi için kurumsal çalışmaların yanı sıra birçok akademik çalışmalar hızla yapılmaktadır.

Çizelge 3.32 : Konut dışı binalarının kullanıma bağlı sınır değerleri bakımından EnEV ve BEP-TR'nin karşılaştırılması.

Konut Dışı Binaların Kullanıma Bağlı Sınır Değerleri	**EnEV**	**BEP-TR**	**Değerlendirme**
Bina tür sayısı	Otuzüç farklı kullanım türündeki mekanlar için	Rezidans, eğitim, hastane, otel ve alışveriş ve ticaret binalarının farklı kullanım türündeki mekanları için	BEP-TR'de ve DIN V 18599 standardında bina kullanım sınır değerleri kullanılan mekan türlerine göre değerlendirilmiştir. DIN V 18599 standardı aydınlatma ve iç mekan koşulları bakımından daha detaylı bilgi içermektedir.
Değerlendirilen parametreler	Kullanım ve işletme zamanları aydınlatma iç mekan koşulları ısı kaynakları iç mekan hava sıcaklığı kullanım sıcak suyu	Kullanım saatleri, HVAC sistemi işletim saatleri, aktiviteye bağlı duyulur ısı kazançları, insanlardan kazanılan duyulur ısı ve gizli ısı, ekipmanlardan kaynaklanan iç kazanç, ısıtma ve soğutma için iç ayar sıcaklıkları	
Isıtma/Soğutma için minimum sıcaklık	20/26°C	20/26°C	iki yönetmelikte de aynıdır.
Aydınlatma	DIN EN 12464-1 standardı aydınlık düzeyi değeri çalışma alanının yerden yüksekliği yokluk oranı kullanım saatleri	EN 12464-1 standardı aydınlık düzeyi yokluk faktörü kullanım saatleri	Aydınlatma sisteminin kullanıma bağlı referans değerleri belirlenirken iki yönetmelikte de benzer standartlar baz alındığı için dikkate alınan parametreler de aynıdır.
Havalandırma	DIN EN 13779 standardı	----	----

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

‘Türkiye ve Almanya Enerji Performansı Yönetmeliklerinin Referans Bina ve Sınır Koşulları Açısından Karşılaştırılması’ başlıklı bu tez kapsamında referans bina tanımının yeniden gözden geçirilmesini şart koşan, binaların enerji performansının maliyet optimum seviyesinin belirlenmesi yöntemine yönelik yeniden düzenlenmiş binalarda enerji performansı direktifi (EPBD recast) çerçevesinde Türkiye’de yayınlanacak BEP-TR revizyonu çalışmalarına yön vermesi hedeflenmiştir. Bu bağlamda Almanya ve Türkiye’de enerji performansı yönetmeliklerinde belirlenmiş referans bina tanımlarının karşılaştırması yapılmıştır.

Bu iki referans bina yöntemlerinin karşılaştırılmasında Almanya örneğinin esas alınmasının nedeni, Almanya’nın Avrupa’da bu konuda ve genel olarak binalar alanında en güçlü ve kapsamlı standartlara sahip ülke olmasıdır.

Bu karşılaştırma yapılırken bina enerjisini etkileyen parametrelerin tanımı ve sınır değerlerini belirlemek üzere yararlanılan standartlar ağırlıklı olarak ele alınmıştır. Karşılaştırma parametreleri olarak binanın birincil enerji cinsinden enerji tüketiminde etkili olan bina geometrisi, konumu ve fonksiyonu, bina kabuğu, aydınlatma sistemi, mekanik sistemler ve kullanıma bağlı sınır değerleri ele alınmıştır.. Almanya’nın Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği (EnEV) sınır değerlerini belirlerken ulusal standardı olan ve enerji hesaplama metodolojisinin tanımlandığı DIN V 18599 standardı ve alt standartları kullanılmış, Türkiye Binalarda Enerji Yönetmeliği (BEP-TR) sınır değerlerinin belirlenmesinde de ülke standartlarının yetersiz olduğu durumlarda çoğunlukla EN standartlarını kullanmıştır.

İki yönetmelikte belirlenen referans bina tanımı arasında yapılan karşılaştırmaya göre bina tipolojisi, bina kabuğunun termofiziksel özellikleri, mekanik sistemlerin tanımlanmasında ve bina kullanım sınır değerlerinde farklılıklar saptanmıştır. Buna göre EnEV’de binalar öncelikle konut ve konut dışı olarak iki tipe ayrılmış ve DIN V 18599-10 standardında konut dışı binalar için otuz üç farklı türde mekan için parametreler belirtilirken, BEP-TR’de ise referans bina tanımında konut ve konut dışı binalar açısından ayırım sadece mekanik sistemler ve bina kullanımına bağlı sınır

değerlerinde yapılmaktadır. Bina kabuğunu oluşturan yapı elemanlarının termofiziksel özellikleri EnEV'de DIN EN ISO 6946 : 1996-11 standardı baz alınarak her yapı elemanı için detaylı bilgiler belirtilirken, BEP-TR referans binasında TS825 ısı yalıtımı yönetmeliğinde ısıtma derece gün bölgelerine göre belirlenmiş daha az detaylı bilgiye dayanmaktadır. Ayrıca bina sızdırmazlık değeri BEP-TR'de dikkate alınmazken, EnEV DIN V 18599-2 : 2007-02 standardında yer alan değerlerden yararlanmaktadır.

Bunların yanı sıra referans binanın mekanik sistem parametrelerinde özellikle kullanım sıcak suyu ısıtılması için harcanan enerjide EnEV öncelikle yenilenebilir enerji kaynağı olan güneşten yararlanarak güneş panellerinin kullanıldığı varsayarken, BEP-TR'de bu sistem için konut binalarında doğalgazlı şofben ve konut dışı binalarında brülörlü kazan kullanıldığı varsayılmakta, dolayısıyla BEP-TR yönetmeliğinde referans bina enerji hesabı yapılırken yenilenebilir enerji kullanılmadığı kabul edilmektedir.

Kullanıma bağlı sınır değerlerinin belirlenmesinde EnEV DIN V 18599-10 standardındaki verileri kabul ederken, BEP-TR de aynı standarttan yararlanarak beş farklı bina tipi için bina kullanım sınır değerleri belirlemiştir. Farklı bina tipolojilerinde farklı ısıtma, soğutma ve aydınlatma enerji ihtiyaçları olacağı için bina kullanım sınır değerleri açısından bina tipolojilerinin detaylı değerlendirilmesi referans binanın enerji tüketimini belirlemek için önemlidir. Türkiye'de ayrıca kendi bina ve kullanıcı profiline uygun sınır değerleriyle referans bina parametreleri desteklenmelidir. Hastane binalarının enerji performansı konu alınarak yapılan akademik çalışmada çıkan sonuçtan da anlaşılabileceği gibi konut dışı ve kompleks binaların sınır değerlerini belirlemek için tek başına standartlar yeterli değildir ve detaylı araştırmanın yapılması ve aydınlatma ve kurulu ekipmanlarla ilgili üretici yardımının alınması gereklidir. Türkiye'de de sınır değerlerinin geliştirilmesi için kurumsal çalışmaların yanı sıra akademik çalışmalar da sürmektedir.

Referans bina tanımının oluşturulmasında büyük rol oynayan bir diğer husus da ulusal bina stoğu ile ilgili yeterli verinin belirlenmesidir. EnEV'de tanımlanan referans bina parametreleri, Almanya'nın ulusal bina stoğuna dair yapılan test sonuçlarına dayandırılmaktadır. Bu bağlamda Avrupa Birliği Bina Stoğu Enerji Değerlendirmesi İçin Tipoloji Yaklaşımı (TABULA) projesinin hedefi Avrupa

ülkelerinin bina tipolojilerine bağlı enerji tüketimini araştıran kuruluşların yaptığı testlerle ulusal bina stoğu modelini belirlemektedir. Almanya'nın ulusal bina stoğunu da TABULA'nın araştırmalarına dayanmaktadır. Ulusal bina stoğunun modeli Türkiye'de henüz belirlenmemiştir. Buna göre öncelikli olarak Türkiye'deki bina stoğu karakteristiği her bina tipolojisi için belirlenmeli ve BEP-TR referans bina tanımı her tipoloji için Türkiye'nin beş farklı iklim bölgesi için yeniden düzenlenmelidir.

Türkiye'de olduğu gibi Avrupa ülkelerinde de enerji sertifikasyon sistemleriyle ilgili çeşitli sorunlar bulunmakta ve ülkeler bu sorunları çözebilmek için sertifikasyon sistemleriyle ilgili çalışmalarına devam etmekte ve EPBD de enerji sertifikasyonuna bağlı sorunların giderilmesi için yapılan çalışmalarla yenilenmektedir. Bu yenileme çalışmaları kapsamında 16 Ocak 2012'de Avrupa Birliği resmi gazetesinde yayınlanan 'Yeniden Düzenlenmiş EPBD (EPBD recast)' binalarda minimum enerji ihtiyacının sağlanması ve binalarda optimum maliyet seviyesine ulaşılması amaçlanmaktadır. Bu yenilenmiş direktifle 2020 yılına kadar tüm yeni binaların yüksek enerji performansı ile enerji ihtiyacının büyük bölümünü yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlayarak az enerji tüketen binalar olması öngörülmektedir. Türkiye ve Avrupa ülkeleri sertifikasyon sistemleriyle ilgili sorunlarını çözerken diğer yandan da bu tür gelişmeleri yönetmeliklerine ve hesaplama sistemlerine yansıtmalılardır.

Sonuç olarak, Türkiye enerji verimliliği ile ilgili çalışmalarına Avrupa ülkelerinden geç başlamasına rağmen Bina Enerji Performansı sistemini belirli bir düzeye getirmiş ve halen de bu konuda çalışmalarını hızlı bir şekilde sürdürmektedir. Türkiye öncelikle yazılımdan kaynaklanan sorunlarını çözmeli ve binaların optimum maliyet etkin minimum enerji performansı gereksinimlerini dikkate alarak Avrupa'nın yayınladığı yenilemeler doğrultusunda enerji performansı yönetmeliğini ve referans bina tanımlamasını geliştirmelidir.

KAYNAKLAR

[1] **Url-1** < *http://www.enerji2023.org* >, alındığı tarih: 10.01.2012.

[2]. **Url-2** < *http://ec.europa.eu* >, alındığı tarih: 10.01.2012.

[3]. **Erhorn-Kluttig, H. ve de Boer, J.** (2007). Applying The Energy Performance Of Buildings Directive To Existing Buildings, IBP Report

[4]. **Url-3** < *http://www.eea.europa.eu*>, alındığı tarih: 10.01.2012

[5]. **European Environment Agency,** 2008: *Energy and Environment Report*

[6]. **Url-4** < *http://www.eea.europa.eu*>, alındığı tarih: 10.01.2012

[7]. **International Energy Agency**, (2008). Energy Effıcıency Requırements In Buıldıng Codes, Energy Effıcıency Polıcıes For New Buıldıngs, France

[8]. **International Energy Agency** *(2010).* Energy Performance Certification of Buildings: A policy tool to improve energy, France.

[9]. **Url-5** < *http://www.enerji.gov.tr*>, alındığı tarih: 10.01.2012

[10]. **CEN 15615,** (2008). Explanation of the general relationship between various European standards and the Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) – Umbrella Document

[11]**. Leimer, Hans-Peter** Proposal For A Building Energy Efficiency Certificate, BBS INSTITUT – Germany

[12]. **Energy Performance of Building Directive,** (2010). Avrupa Birliği Resmi gazate

[13]. **Energy Performance of Buildings By Establishing A Comparative Methodology Framework For Calculating Cost-Optimal Levels Of Minimum Energy Performance Requirements For Buildings And Building Elements ,** (2012). Avrupa Birliği Resmi gazate

[14]. **Concerted Action Energy Performans Of Building**, 2011 Cost Optimal Levels For Energy Performance Requirements, Luxemburg

[15]. **EPBD Building Platform,** (2008). Implementation of the Energy Performance of Buildings Directive, Country reports.

[16]. **Conference on Building Low Energy Cooling and Advanced Ventilation Technologies, 2007.** DIN V 18599: The German holistic energy performance calculation method for the implementation of the EPBD, Greece

[17]. **EPBD Building Platform,** (2009). The Different CEN Approaches For Calculating The Energy Use For Heating And Cooling, Germany

[18]. **DIN 18599,** 2007. Energy efficiency of buildings – Part 1: General balancing procedures, terms and definitions, zoning and evaluation of energy carriers, *Deutsches Institut für Normung*, Germany.

[19].**Url-6** < *http://www.enerji.gov.tr*>, alındığı tarih: 16.03.2012

[20]. **Enerji Verimliliği Kanunu,** 2007. Resmi Gazete, 02.05.2007 sayısı: 26510, T.C Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Ankara.

[21]. **Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği,** 2008. Resmi Gazete, 05.12.2008 sayısı: 27075, T.C Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara.

[22]. **TS 825,** 2008. Binalarda ısı yalıtım kuralları, *Türk Standarları Enstitüsü,* Ankara.

[23]. **Url-7** < *http:// http://www.csb.gov.t*>, alındığı tarih: 16.03.2012

[24]. **Bep,** 2010. Bina Enerji Performansı Hesaplama Yöntemi

[25]. **Referans Bina Belirleme Yöntemi,** 2010. Bina Enerji Performansı Hesaplama Yöntemi

[26]. **Third National Conference of IBPSA-USA**, 2008. DIN 18599 – Accountıng For Prımary Energy New Code Requıres Dynamıc Sımulatıon, California

[27]. **Url-8** < *http://www.buildingeq-online.net*>, alındığı tarih: 08.04.2012

[28]. **Regulation amending the German Energy Saving Ordinance,** 2009 Federal Government of Germany

[29]. **DIN 18599,** 2007. Energy efficiency of buildings – Part 10: Boundary condition of use and climatic data, *Deutsches Institut für Normung*, Germany.

[30]. **DIN 18599,** 2007. Energy efficiency of buildings – Part 2: Energy needs for heating and cooling of building zones, *Deutsches Institut für Normung*, Germany.

[31]. **DIN 18599,** 2007. Energy efficiency of buildings – Part 5: Delivering energy for heating systems, *Deutsches Institut für Normung*, Germany.

[32]. **DIN 18599,** 2007. Energy efficiency of buildings – Part 8: Energy need and delivered energy for domestic hot water systems, *Deutsches Institut für Normung*, Germany.

[33]. **Gali, G.,** (2011). Dinamik Ve Basitleştirilmiş Enerji Performans Yöntemlerinin Hastane Binaları İçin Karşılaştırmalı Analizi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.

[34]. **Bina Enerji Performansı – Hacimlerın Kullanım Ve İşletim Zaman Çizelgeleri, İç Kazanç Ve Konfor Koşulları,** 2010. Bina Enerji Performansı Hesaplama Yöntemi EK1

EKLER

EK A.1.1 : DIN V 18599-10 Konut dışı binalarda kulanım sınır değerleri - Kullanım Ve Çalışma Süreleri [29].

EK A.1.2 : DIN V 18599-10 Konut dışı binalarda kulanım sınır değerleri – Aydınlatma, İç mekan Koşulları, Isı Kaynakları [29].

EK A.2.1 : Bina Enerji Performansı – Hacimlerın Kullanım Ve İşletim Zaman Çizelgeleri, İç Kazanç Ve Konfor Koşulları- Eğitim Binaları [34].

EK A.2.2 : Bina Enerji Performansı – Hacimlerın Kullanım Ve İşletim Zaman Çizelgeleri, İç Kazanç Ve Konfor Koşulları- Hastane Binaları [34].

EK A.1.1 : DIN V 18599-10 Konut dışı binalarda kulanım sınır değerleri - Kullanım Ve Çalışma Süreleri [29].

		KULLANIM VE ÇALIŞMA SÜRELERİ								
		Kullanım başlangıcı	Kullanım bitişi	Günlük kullanım süresi	Yıllık kullanım süresi	Yıllık gündüz kullanım süresi	Yıllık gece kullanım süresi	HVAC ve soğutma sisteminin günlük çalışma süresi	HVAC, soğutma ve ısıtma sistemlerinin yıllık çalışma süresi	Isıtma sistemi günlük çalışma süresi
				$t_{nutz,d}$	$d_{nutz,a}$	$t_{Gün}$	t_{Gece}	$t_{v,op,d}$	$d_{op,a}$	$t_{h,op,d}$
		saat	saat	h/d	d/a	h/a	h/a	h/d	d/a	h/d
1	Kişisel ofis (tek kullanıcılı)	07:00	18:00	11	250	2543	207	13	250	13
2	Grup ofisi (2-6 çalışma alanı)	07:00	18:00	11	250	2543	207	13	250	13
3	Açık alan ofisi (7 veya daha fazla çalışma alanı)	07:00	18:00	11	250	2543	207	13	250	13
4	Konferans, seminer ve toplantı salonları	07:00	18:00	11	250	2543	207	13	250	13
5	Okuma salonu	07:00	18:00	11	250	2543	207	13	250	13
6	Mağaza	08:00	20:00	12	300	2999	601	14	300	14
7	Yiyecek bölümü olan mağaza	08:00	20:00	12	300	2999	601	14	300	14
8	Sınıf (okul ve anaokulu)	08:00	15:00	7	200	1398	2	9	200	9
9	Derslik, oditoryum	08:00	18:00	10	150	1409	91	12	150	12
10	Hastane koğuşu ya da yurt	00:00	00:00	24	365	4407	4353	24	365	24
11	Otel yatak odası	21:00	08:00	11	365	755	3260	24	250	24
12	Kantin	08:00	15:00	7	250	1748	2	9	300	9
13	Restoran	10:00	00:00	14	300	2404	1796	16	300	16

EK A.1.1 (devam) : DIN V 18599-10 Konut dışı binalarda kulanım sınır değerleri - Kullanım Ve Çalışma Süreleri [29].

14	Konut dışı binada mutfak	10:00	23:00	13	300	2404	1496	15	300	15
15	Mutfağın hazırlama bölümü ya da deposu	10:00	23:00	13	300	2404	1496	15	250	15
16	Konut dışı binalarda tuvaletler ve temizlik odaları	07:00	18:00	11	250	2543	207	13	250	13
17	Diğer yaşanan odalar	07:00	18:00	11	250	2543	207	13	250	13
18	Yardımcı alanlar	07:00	18:00	11	250	2543	207	13	250	13
19	Sirkülasyon alanları	07:00	18:00	11	250	2543	207	13	250	13
20	Depo, arşiv, teknik ekipman odaları	07:00	18:00	11	250	2543	207	13	250	13
21	Server odası ve bilgisayar merkezi	00:00	00:00	24	365	4407	4353	24	365	24
22	Atölye, motaj ve üretim	07:00	16:00	9	250	2192	58	11	250	11
23	Seyirci ve dinleyici alanları (tiyatro ve etkinlik alanları)	19:00	23:00	4	250	55	946	6	250	6
24	Fuaye (tiyatro ve etkinlik alanları)	19:00	23:00	4	250	55	946	6	250	6
25	Sahne (tiyatro ve etkinlik alanları)	13:00	23:00	10	250	1253	1247	12	250	12
26	Fuar ve kongre binaları	09:00	18:00	9	150	1260	90	11	150	11
27	Sergi odaları ve korunma ihtiyacı olan müzeler	10:00	18:00	8	250	1850	151	24	365	24
28	Kütüphanalerin okuma odaları	08:00	20:00	12	300	2999	601	14	300	14
29	Kütüphanelerde açık kitap raflarının olduğu alanlar	08:00	20:00	12	300	2999	601	14	300	14
30	Kütüphanalerde dergi ve satış alanları	08:00	20:00	12	300	2999	601	14	300	14
31	Spor salonları	08:00	23:00	15	300	3002	1498	17	300	17
32	Garaj binaları (ofisler ya da özel kullanım için)	07:00	18:00	11	250	2543	207	13	250	
33	Garaj binaları (kamu kullanımında)	09:00	00:00	15	365	3290	2185	17	365	

EK A.1.2 : DIN V 18599-10 Konut dışı binalarda kulanım sınır değerleri - Aydınlatma, İç mekan Koşulları, Isı Kaynakları [29].

		Aydınlatma						**İç Mekan Koşulları**		**Isı Kazançları**	
		Sağlanan aydınlık	Çalışma düzlemi yüksekliği	Görsel çalışma alanı için azaltma faktörü	Göreceli yokluk	Alan/oda indeksi	Bina çalışma süresine bağlı aydınlatma için azaltma faktörü	Nemlilik ihtiyacı	Minimum dış hava debisi	Kişi sayısı	Gereçler, makineler, uygulamalar
		E_m	h_{Ne}	k_A	C_A	k	F_t		V_A	$q_{l,p}$	$q_{l,fac}$
		lx	m						$m^3/h\,m^2$	$Wh/(m^2d)$	$Wh/(m^2d)$
1	Kişisel ofis (tek kullanıcılı)	500	0,8	0,84	0,3	0,9	0,7	tolerans aralığı ile	4	30	42
2	Grup ofisi (2-6 çalışma alanı)	500	0,8	0,84	0,3	1,25	0,7	tolerans aralığı ile	4	30	42
3	Açık alan ofisi (7 veya daha fazla çalışma alanı)	500	0,8	0,93	0	2,5	1	tolerans aralığı ile	6	42	60
4	Konferans, seminer ve toplantı salonları	500	0,8	0,93	0,5	1,25	1	tolerans aralığı ile	15	96	8
5	Okuma salonu	200	0,8	0,87	0	1,5	1	tolerans aralığı ile	2	36	24
6	Mağaza	300	0,8	0,93	0	2,5	1	tolerans aralığı ile	4	84	24
7	Yiyecek bölümü olan mağaza	300	0,8	0,93	0	2,5	1	tolerans aralığı ile	4	84	85
8	Sınıf (okul ve anaokulu)	300	0,8	0,97	0,25	2	0,9	tolerans aralığı ile	10	100	20
9	Derslik, oditoryum	500	0,8	0,92	0,25	2,5	0,7	tolerans aralığı ile	30	420	24
10	Hastane koğuşu ya da yurt	300	0,8	1	0	1,5	0,5	tolerans aralığı ile	4	108	24
11	Otel yatak odası	200	0,8	1	0,25	1,25	0,3	tolerans aralığı ile	3	70	44
12	Kantin	200	0,8	0,97	0	2,5	1	tolerans aralığı ile	18	177	10
13	Restoran	200	0,8	1	0	2,5	1	tolerans aralığı ile	18	236	14
14	Konut dışı binada mutfak	500	0,8	0,96	0	1,5	1	tolerans aralığı ile	90	56	1800

EK A.1.2 (devam) : DIN V 18599-10 Konut dışı binalarda kulanım sınır değerleri - Aydınlatma, İç mekan Koşulları, Isı Kaynakları [29].

15	Mutfağın hazırlama bölümü ya da deposu	300	0,8	1	0,5	1,5	1	tolerans aralığı ile	15	56	180
16	Konut dışı binalarda tuvaletler ve temizlik odaları	200	0,8	1	0,9	0,8	1	özel ihtiyaç yok	15	0	0
17	Diğer yaşanan odalar	300	0,8	0,93	0,5	1,25	1	tolerans aralığı ile	7	92	8
18	Yardımcı alanlar	100	0,8	1	0,9	1,5	1	özel ihtiyaç yok	0,15	0	0
19	Sirkülasyon alanları	100	0	1	0,8	0,8	1	özel ihtiyaç yok	0	0	0
20	Depo, arşiv, teknik ekipman odaları	100	0,8	1	0,98	1,5	1	özel ihtiyaç yok	0,15	0	0
21	Server odası ve bilgisayar merkezi	500	0,8	0,96	0,5	1,5	0,5	özel ihtiyaç yok	1,3	15	1800
22	Atölye, motaj ve üretim	500	0,8	0,88	0	2	1	özel ihtiyaç yok	20	28	245
23	Seyirci ve dinleyici alanları (tiyatro ve etkinlik alanları)	200	0,8	0,97	0	4	1	tolerans aralığı ile	40	186	0
24	Fuaye (tiyatro ve etkinlik alanları)	300	0,8	1	0,5	4	1	tolerans aralığı ile	25	88	0
25	Sahne (tiyatro ve etkinlik alanları)	1000	0,8	0,9	0	2,5	0,6	tolerans aralığı ile	0,3	0	0
26	Fuar ve kongre binaları	300	0,8	0,93	0,5	5	1	tolerans aralığı ile	7	138	12
27	Sergi odaları ve korunma ihtiyacı olan müzeler	200	0,8	0,88	0	2	1	tolerans aralıksız	2	28	0
28	Kütüphanelerin okuma odaları	500	0,8	0,88	0	1,5	1	tolerans aralığı ile	8	168	0
29	Kütüphanelerde açık kitap raflarının olduğu alanlar	200	0,8	1	0	1,5	1	tolerans aralığı ile	2	42	0
30	Kütüphanelerde dergi ve satış alanları	100	0,8	1	0,9	1,5	1	tolerans aralığı ile	3	0	0
31	Spor salonları	300	1	1	0,3	2	1	özel ihtiyaç yok	3	60	0
32	Garaj binaları (ofisler ya da özel kullanım için)	75	0	1	0,95	2	1	özel ihtiyaç yok	8	0	0
33	Garaj binaları (kamu kullanımında)	75	0	1	0,8	4	1	özel ihtiyaç yok	16	0	0

EK A.2.1 : Bina Enerji Performansı – Hacimlerın Kullanım Ve İşletim Zaman Çizelgeleri, İç Kazanç Ve Konfor Koşulları- Eğitim Binaları [34].

HACİM FONKSİYONU	BİNA TİPOLOJİSİ	KULLANIM SAATLERİ	HVAC SISTEM İŞLETİM SAATLERİ	AKTİVİTE DURUMU	AKTİVİTEYE BAĞLI BİR KİŞİDEN KAZANILAN DUYULUR ISI (W)	AKTİVİTEYE BAĞLI BİR KİŞİDEN KAZANILAN DUYULUR ISI (W)	İNSANLARDAN DUYULUR ISI KAZANCI - m^2 BAŞINA - (W/m^2)	İNSANLARDAN GİZLİ ISI KAZANCI - m2 BAŞINA - (W/m^2)	EKİPMANLARDAN KAZANÇ (ORTALAMA) (W/m^2)	KONFOR KOŞULLARI ISITMA İÇİN MİNİMUM (°C)	KONFOR KOŞULLARI SOĞUTMA İÇİN MAKSİMUM (°C)
Kişisel ofis (tek kişilik)	Eğitim Binası	08:00 - 17:00	07:00 - 16:00	büroda çalışma	75	55	3,6	2,6	3,3	20	26
Grup Çalışma ofisi (max. 6 kişilik)	Eğitim Binası	08:00 - 17:00	07:00 - 16:00	büroda çalışma	75	55	3,6	2,6	3,3	20	26
Açık ofis (7 ve üstü kişilik)	Eğitim Binası	08:00 - 17:00	07:00 - 16:00	büroda çalışma	75	55	5	3,7	4,7	20	26
Toplantı, seminer ve konferans odası	Eğitim Binası	08:00 - 17:00	07:00 - 16:00	oturma	70	35	15,6	7,8	1,3	20	26
Kitap okuma salonu	Eğitim Binası	08:00 - 17:00	07:00 - 16:00	oturma, çok hafif çalışma	70	45	3,9	2,5	2,7	20	26
Derslik	Eğitim Binası	08:00 - 17:00	07:00 - 16:00	oturma, çok hafif çalışma	70	45	15,6	10	2,7	20	26
Oditoryum	Eğitim Binası	08:00 - 17:00	07:00 - 16:00	oturma	70	35	46,7	23,3	2,7	20	26
Kantin	Eğitim Binası	08:00 - 17:00	07:00 - 16:00	oturarak çalışma	80	80	29,6	29,6	1,6	20	26
Restoran	Eğitim Binası	08:00 - 17:00	07:00 - 16:00	oturarak çalışma	80	80	29,6	29,6	1,6	20	26
Mutfak (konut dışı)	Eğitim Binası	08:00 - 17:00	07:00 - 16:00	tezgahta hafif çalışma	80	140	6,2	10,9	200	20	26
Mutfak (hazırlık odası veya depo)	Eğitim Binası	08:00 - 17:00	07:00 - 16:00	tezgahta hafif çalışma	80	140	6,2	10,9	20	20	26
Tuvalet (konut dışı)	Eğitim Binası	08:00 - 17:00	07:00 - 16:00							20	26

EK A.2.1 (devam) : Bina Enerji Performansı – Hacimlerın Kullanım Ve İşletim Zaman Çizelgeleri, İç Kazanç Ve Konfor Koşulları- Eğitim Binaları [34].

Diğer yaşanan odalar (personel ve dinlenme odası-bekleme odası)	Eğitim Binası	08:00 - 17:00	07:00 - 16:00	oturma	70	35	10,4	5,2	0,9	20	26
Yardımcı mekanlar (yaşanmayan odalar-vestiyer odası, arşiv, koridor)	Eğitim Binası	08:00 - 17:00	07:00 - 16:00							20	26
Sirkülasyon alanları	Eğitim Binası	08:00 - 17:00	07:00 - 16:00							20	26
Teknik ekipman odası, arşiv ve depo	Eğitim Binası	08:00 - 17:00	07:00 - 16:00							20	26
Sunucu odası, bilgisayar merkezi	Eğitim Binası	08:00 - 17:00	07:00 - 16:00	oturarak çalışma	80	80	0,7	0,7	75	18	18
Atölye, imalathane	Eğitim Binası	08:00 - 17:00	07:00 - 16:00	yürüme, hafif makine işi	110	185	4,3	7,2	27,2	20	26
İzleyici ve dinleyici alanları (tiyatro vs.)	Eğitim Binası	08:00 - 17:00	07:00 - 16:00	oturma	70	35	20,7	10,4	0	20	26
Fuaye (tiyatro vs.)	Eğitim Binası	08:00 - 17:00	07:00 - 16:00	yürümü, oturma	75	70	7,8	7,3	0	20	26
Sahne (tiyatro vs.)	Eğitim Binası	08:00 - 17:00	07:00 - 16:00							20	26
Sergi odaları ve müze	Eğitim Binası	08:00 - 17:00	07:00 - 16:00	ayakta, çok yavaş yürüme	75	55	3,3	2,4	0	20	26
Kütüphane (okuma odası)	Eğitim Binası	08:00 - 17:00	07:00 - 16:00	oturma, çok hafif çalışma	70	45	18,7	12	0	20	26
Kütüphane (açık raf alanı)	Eğitim Binası	08:00 - 17:00	07:00 - 16:00	ayakta, çok yavaş yürüme	75	55	5	3,7	0	20	26
Kütüphane (dergi ve depo)	Eğitim Binası	08:00 - 17:00	07:00 - 16:00							20	26
Spor salonu (tribün olmayan)	Eğitim Binası	08:00 - 17:00	07:00 - 16:00	dans, spor	90	160	3	5,3	0	18	26
Otopark	Eğitim Binası	08:00 - 17:00	07:00 - 16:00								

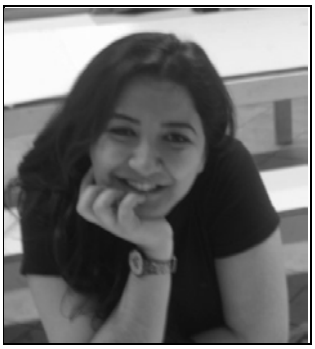
EK A.2.2 : Bina Enerji Performansı – Hacimlerın Kullanım Ve İşletim Zaman Çizelgeleri, İç Kazanç Ve Konfor Koşulları- Hastane Binaları [34].

HACİM FONKSİYONU	BİNA TİPOLOJİSİ	KULLANIM SAATLERİ	HVAC SISTEM İŞLETİM SAATLERİ	AKTİVİTE DURUMU	AKTİVİTEYE BAĞLI BİR KİŞİDEN KAZANILAN DUYULUR ISI (W)	AKTİVİTEYE BAĞLI BİR KİŞİDEN KAZANILAN DUYULUR ISI (W)	İNSANLARDAN DUYULUR ISI KAZANCI - m^2 BAŞINA - (W/m^2)	İNSANLARDAN GİZLİ ISI KAZANCI - m2 BAŞINA - (W/m^2)	EKİPMANLARDAN KAZANÇ (ORTALAMA) (W/m^2)	KONFOR KOŞULLARI ISITMA İÇİN MİNİMUM (°C)	KONFOR KOŞULLARI SOĞUTMA İÇİN MAKSİMUM (°C)
Kişisel ofis (tek kişilik)	Hastane	08:00 - 17:00	07:00 - 17:00	büroda çalışma	75	55	5,4	3,9	5	20	26
Poliklinik odaları	Hastane	08:00 - 17:00	07:00 - 17:00	büroda çalışma	75	55	5,4	3,9	5	20	
Grup Çalışma ofisi (max. 6 kişilik)	Hastane	08:00 - 17:00	07:00 - 17:00	büroda çalışma	75	55	5,4	3,9	5	20	26
açık ofis (7 ve üstü kişilik)	Hastane	08:00 - 17:00	07:00 - 17:00	büroda çalışma	75	55	7,5	5,5	7	20	26
toplantı, seminer ve konferans odası	Hastane	08:00 - 17:00	07:00 - 17:00	oturma	70	35	15,6	7,8	1,3	20	26
hasta odası	Hastane	00:00 - 23:00	00:00 - 23:00	oturma	70	35	4,7	2,3	0,5	24	24
kantin	Hastane	00:00 - 23:00	00:00 - 23:00	oturarak çalışma	80	80	11,1	11,1	0,6	20	26
restoran	Hastane	00:00 - 23:00	00:00 - 23:00	oturarak çalışma	80	80	11,1	11,1	0,6		
mutfak (konut dışı)	Hastane	00:00 - 23:00	00:00 - 23:00		80	140					
tuvalet (konut dışı)	Hastane	00:00 - 23:00	00:00 - 23:00							20	26
diğer yaşanan odalar (personel ve dinlenme odası- bekleme odası)	Hastane	00:00 - 23:00	00:00 - 23:00	oturma	70	35	10,7	5,3	0,9	20	
yardımcı mekanlar (yaşanmayan odalar- vestiyer odası, arşiv, koridor)	Hastane	00:00 - 23:00	00:00 - 23:00							20	26

EK A.2.2 (devam) : Bina Enerji Performansı – Hacimlerın Kullanım Ve İşletim Zaman Çizelgeleri, İç Kazanç Ve Konfor Koşulları- Hastane Binaları [34].

sirkülasyon alanları	Hastane	00:00 - 23:00	00:00 - 23:00							20	26
teknik ekipman odası, arşiv ve depo	Hastane	00:00 - 23:00	00:00 - 23:00							20	26
sunucu odası, bilgisayar merkezi	Hastane	00:00 - 23:00	00:00 - 23:00	oturarak çalışma	80	80	0,7	0,7	37,5	18	18
fuaye (tiyatro vs.)	Hastane	00:00 - 23:00	00:00 - 23:00	yürüme, oturma	75	70	7,8	7,3	0	20	26
otopark (ofisler ve özel kullanım için)	Hastane	00:00 - 23:00	00:00 - 23:00								

ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad: Mine Kurt

Doğum Yeri ve Tarihi: Adana, 1985

Adres: Ataşehir/İstanbul

E-Posta: mminekurt@gmail.com

Lisans: Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Bölümü

Yüksek Lisans: İstanbul Teknik Üniversitesi, Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi