

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ENERJİ VERİMLİ YEŞİL BİNA SERTİFİKASYONUNDA
YOL HARİTASININ BELİRLENMESİ İÇİN
LEED VE BREEAM ÖRNEKLERİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Begüm GÖRGÜN

Mimarlık Anabilim Dalı

Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi Programı

Ocak 2012

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ENERJİ VERİMLİ YEŞİL BİNA SERTİFİKASYONUNDA
YOL HARİTASININ BELİRLENMESİ İÇİN
LEED VE BREEAM ÖRNEKLERİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Begüm GÖRGÜN
(502081520)**

Mimarlık Anabilim Dalı

Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Zerrin YILMAZ

Ocak 2012

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 502081520 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Begüm GÖRGÜN**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**Enerji verimli yeşil bina sertifikasyonunda yol haritasının belirlenmesi için LEED ve BREEAM örneklerinin incelenmesi**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

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

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Alpin KÖKNEL YENER**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. İ.Cem PARMAKSIZOĞLU
İstanbul Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : **16 Aralık 2011**
Savunma Tarihi : **24 Ocak 2012**

Aileme,

ÖNSÖZ

Eğitimime katkısı olan hocam Zerrin YILMAZ'a, verdikleri destekler ile her zaman yanımda olan aileme, arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Aralık 2011

Begüm GÖRGÜN
(Mimar)

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xiii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xv
ŞEKİL LİSTESİ.....	xvii
ÖZET.....	xix
SUMMARY	xxi
1. GİRİŞ	1
2. YEŞİL BİNALAR VE DEĞERLENDİRME SİSTEMLERİ.....	5
2.1. Sürdürülebilirlik Kavramı ve Yeşil Binalar ile İlişkisi	5
2.2 Çevresel Değerlendirme Sistemi.....	10
2.3 Dünyada Kullanılan Değerlendirme Sistemleri	11
2.3.1. LEED sistemi (Leadership in Environmental and Energy Design) - çevre ve enerji tasarımında liderlik.....	15
2.3.1.1. Köken	15
2.3.1.2. Veri gereksinimleri.....	15
2.3.1.3. İdari altyapı	16
2.3.1.4. İdari süreç.....	16
2.3.1.5. Geçerlilik ölçütleri	16
2.3.1.6. Sertifikasyon sistemi kapsamında ele alınan konular	16
2.3.1.7. Puanlama / ağırlık sistemleri.....	16
2.3.2. BREEAM sistemi (BRE Environmental Assessment Method).....	18
2.3.2.1. Köken	18
2.3.2.2. Veri gereksinimleri.....	18
2.3.2.3. İdari altyapı	19
2.3.2.4. İdari süreç.....	19
2.3.2.5. Geçerlilik ölçütleri	19
2.3.2.6. Sertifikasyon sistemi kapsamında ele alınan konular	20
2.3.2.7. Puanlama / ağırlık sistemleri.....	20
2.4. Yeşil Binalarda Enerji Verimliliği	25
2.5 Türkiye’de Yeşil Bina Değerlendirme Sistemleri.....	31
3. ENERJİ VERİMLİ YEŞİL BİNA TASARIMI VE DEĞERLENDİRME SİSTEMLERİNİN OLUŞTURULMASINDA YOL HARİTASININ BELİRLENMESİ.....	33
3.1. LEED ve BREEAM Yeşil Bina Değerlendirme Sistemleri Kapsamında Enerji Verimliliği İle İlgili Konuların İncelenmesi.....	33
3.1.1. İç mekan hava kalitesi.....	33
3.1.1.1. BREEAM Hea02: Hava kirliliği kaynaklarının minimize edilmesi .	34
3.1.1.2. BREEAM Hea02: Doğal havalandırma potansiyeli	36
3.1.1.3. BREEAM Hea02: Laboratuvar çeker ocakları ve kapsadıkları alanlar	37
3.1.1.4. LEED IEQ Ön Şart 1: Minimum iç hava kalitesinin performansı	38
3.1.1.5. LEED IEQ Kredi 1: Dış hava transferinin izlenmesi.....	39

3.1.1.6. LEED IEQ Ön şart 2: Ortamsal sigara dumanı kontrolü	40
3.1.1.7. LEED IEQ Kredi 2: Artırılmış havalandırma	40
3.1.2. Termal konfor.....	42
3.1.2.1. BREEAM Hea03: Termal konfor	42
3.1.2.2. LEED IEQ Kredi 6.2: Sistemlerin kontrol edilebilirliği – termal konfor	44
3.1.2.3. LEED IEQ Kredi 7.1: Termal konfor-tasarım	44
3.1.2.4. LEED IEQ Kredi 7.2: Termal konfor - kontrol.....	45
3.1.3. Aydınlatmada verimlilik	45
3.1.3.1. BREEAM Hea1: Görsel konfor	46
3.1.3.2. BREEAM Pol04: Gece ışık kirliliğinin azaltılması	48
3.1.3.3. BREEAM Ene03: Dış Aydınlatma	48
3.1.3.4. LEED SS Kredi 8: Işık kirliliğinin azaltılması.....	50
3.1.3.5. LEED IEQ 6.1: Sistemlerin kontrol edilebilirliği – aydınlatma.....	50
3.1.4. Emisyonların gözlenmesi	51
3.1.4.1. BREEAM Ene01: CO ₂ emisyonlarının azaltılması.....	52
3.1.4.2. BREEAM Pol02: NO _x emisyonları	53
3.1.5 Enerji verimli ekipmanın teşviki	53
3.1.5.1. BREEAM Ene04: Düşük veya sıfır karbon teknolojileri.....	55
3.1.5.2. BREEAM Ene05: Enerji verimli soğuk depo	57
3.1.5.3. BREEAM Ene06: Enerji verimli sirkülasyon sistemleri.....	58
3.1.5.4. BREEAM Ene07: Enerji verimli çeker ocaklar	59
3.1.5.5. BREEAM Ene08: Enerji verimli ekipman.....	60
3.1.5.6. LEED EA Kredi 2: Yerinde yenilenebilir enerji.....	60
3.1.5.7. LEED EA Kredi 6: Yeşil enerji.....	61
3.1.6. Enerji tüketimin kontrolü	61
3.1.6.1. BREEAM Ene02: Enerji kontrolü.....	62
3.1.6.2. BREEAM Ene09: Kurutma alanı	63
3.1.6.3. LEED EA ön şart 2: Minimum enerji performansı ve LEED EA kredi 1: Enerji performansının optimize edilmesi	64
3.1.6.4. LEED EA Kredi 5: Ölçümleme ve denetim.....	66
3.1.7. Yönetim.....	67
3.1.7.1. BREEAM Man01: Sürdürülebilirliğin sağlanması	67
3.1.7.2. BREEAM Man03: Yapı konumunun etkisi	68
3.1.7.3. LEED EA ön şart 1: Bina enerji sistemlerinin işletmeye alınması ...	69
3.2. Enerji Verimli Yeşil Bina Kapsamında Türkiye’deki Mevcut Durumun Değerlendirilmesi	70
3.2.1 Enerji tüketiminin çevre üzerindeki etkisi ve Türkiye’deki boyutları	70
3.2.2 Yenilenebilir enerji kaynakları, Türkiye ve dünyadaki potansiyeli ve kullanımı.....	71
3.2.2.1 Rüzgar enerjisi.....	74
3.2.2.2 Jeotermal enerji	75
3.2.2.3 Güneş enerjisi	75
3.2.2.4 Hidrolik enerji	77
3.2.3 Türkiye’deki mevcut yasal mevzuat.....	77
3.2.3.1. Enerji verimliliği kanunu	78
3.2.3.2. Merkezi ısıtma ve sıhhi sıcak su sistemlerinde ısıtma ve sıhhi sıcak su giderlerinin paylaştırılmasına ilişkin yönetmelik	79
3.2.3.3. Binalarda enerji performansı yönetmeliği.....	80
4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	85

KAYNAKLAR	91
EKLER.....	99
ÖZGEÇMİŞ.....	111

KISALTMALAR

USGBC	: U.S. Green Building Council
LEED	: Leadership in Energy and Environmental Design
BREEAM	: Building Research Establishment Environmental Assessment Method
LCA	: Life Cycle Assessment
BEA	: Building Environmental Assessment
NRDC	: Natural Resources Defense Council
ASHRAE	: American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers
ASTM	: American Society for Testing and Materials
HVAC	: Heating, Ventilation, and Air Conditioning
AIA	: American Institute of Architects
IES	: Illuminating Engineering Society of North America
ÇEDBİK	: Çevre Dostu Yeşil Binalar Derneği
RIBA	: Royal Institute of British Architects

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Dünyada kullanılan yeşil bina değerlendirme sistemleri	12
Çizelge 2.2 : LEED Kategorileri ve Kategori Puanları (Yeni Binalar)	17
Çizelge 2.3 : BREEAM bina derecesinin belirlenmesi için örnek üzerinden puan hesaplama yöntemi	21
Çizelge 2.4 : BREEAM derecesinin çok iyi (<i>very good</i>) belirlenmesi için gerekli olan minimum standartlar	22
Çizelge 2.5: BREEAM kategorileri ve kategori puanları	23
Çizelge 2.6: BREEAM sertifikasyon sisteminde enerji verimliliği ile ilgili kriterler	26
Çizelge 2.7: BREEAM sertifikasyon sisteminde enerji verimliliği ile ilgili minimum, toplam puanlar ve ağırlık yüzdeleri	29
Çizelge 2.8: LEED sertifikasyon sisteminde enerji verimliliği ile ilgili kriterler	30
Çizelge 3.1: Yenilenebilir enerji teknolojileri çeşitleri.....	54
Çizelge 3.2: BREEAM tarafından önerilen düşük ya da sıfır enerji teknolojileri.....	56
Çizelge 3.3: Dünya ortalama elektrik üretim maliyetleri	73
Çizelge 3.4: Türkiye'deki mevcut jeotermal enerji kaynakları	76
Çizelge 3.5: Türkiye'nin yıllık toplam güneş enerjisi potansiyelinin bölgelere göre dağılımı	77
Çizelge 3.6: Bina enerji performansı yönetmeliği kapsamında dikkate alınan başlıca standartlar	80

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Sürdürülebilirliğin ekonomik, sosyal ve çevresel boyutları.....	6
Şekil 2.2 : Binaların çevre üzerindeki olumsuz etkileri.....	8
Şekil 2.3 : Binalarda enerji kullanımının enerji türlerine göre dağılımı.....	25
Şekil 3.1 : Enerji kaynakları açısından dünya enerji üretimi.....	72
Şekil 3.2 : Türkiye'nin toplam enerji tüketiminde enerji kaynaklarının payları	72
Şekil 3.3 : Türkiye rüzgar hızı haritası	75
Şekil 3.4 : Türkiye güneş enerjisi potansiyel atlası atlası.....	76

ENERJİ VERİMLİ YEŞİL BİNA SERTİFİKASYONUNDA YOL HARİTASININ BELİRLENMESİ İÇİN LEED VE BREEAM ÖRNEKLERİNİN İNCELENMESİ

ÖZET

Sürdürülebilirlik kavramı, yeni bir kavram olmayıp, insan faaliyetlerinin neden olduğu çevresel bozulmaya tepki olarak ortaya atılmıştır. İnşaat sektörü günümüzde, CO₂ emisyonu, çevresel etkiler ve enerji tüketimi kapsamında başrolde. Bu nedenle yeni binalar tasarlanırken ve mevcut binaların iyileştirilmesinde çevresel faktörler ve enerji verimliliği göz önünde bulundurulmalıdır.

Yeşil bina sertifika sistemleri yeni yapılacak ve mevcut binaların çevresel etkilerini ölçmek amacıyla oluşturulmuş değerlendirme sistemleridir. Dünyada yeşil binalar için çok sayıda sertifika sistemi oluşturulmuştur. Geçerli sertifika sistemleri incelendiğinde bu sistemlerin o ülkede geçerli olan norm ve yasalara dayandırıldığı görülmektedir. Bu sayede de bu sistemler ulusal ve uluslararası pek çok projeye entegre edilmektedir.

ÇEDBİK, ilk yeşil bina değerlendirme sistemi olan BREEAM ile bu sistemin Türkiye'ye adaptasyonu için iyi niyet antlaşması imzalamıştır. Bu antlaşmaya göre, BRE Global-ÇEDBİK ortak adaptasyon çalışması ile BREEAM'İ Türkiye koşullarına adapte ederek ulusal bir yeşil bina değerlendirme sistemi yaratmak hedeflenmektedir. BREEAM'ın Avrupa normlarına dayalı olması ve dünyada oluşturulan ilk yeşil bina değerlendirme sistemi olması nedeniyle tez kapsamında BREEAM ele alınmıştır. Bunun yanında çalışma kapsamında, dünyada kullanımı yaygın olan diğer bir sistem olarak LEED de kaynak olarak kullanılmıştır.

Yeşil bina değerlendirme sistemleri incelendiğinde, enerji verimliliği konusunun tüm değerlendirme sisteminde yaklaşık %40'lık bir ağırlığı vardır. Bu nedenle bu konuda yapılacak bir iyileştirmenin, bina üzerindeki etkisi oldukça fazla olacaktır. Enerji verimliliği sadece enerji tüketiminin azaltılması değil, bununla beraber bina kullanıcıları için konforun da sağlanmasını gerektirir.

Çalışma kapsamında LEED ve BREEAM sertika sistemlerindeki enerji kategorisi ile birlikte enerji verimliliği ile ilgili tüm kriterler ele alınmıştır. Sonrasında bu kriterlerin referans aldığı norm ve standartlar ortaya çıkartılmıştır.

Türkiye'de geçerli bir değerlendirme sisteminin oluşturulabilmesi için öncelikle bu değerlendirme sistemi için gerekli olan altyapının eksiksiz olarak hazırlanması gerekmektedir. Bu nedenle LEED ve BREEAM yeşil bina değerlendirme sisteminde referans gösterilen norm ve standartların Türkiye ile uygunluğu değerlendirilmeye çalışılmıştır.

Çalışmanın sonunda ülkemizde enerji verimliliğinin geliştirilebilmesi için Türkiye'de geçerli olan kanun ve yönetmeliklerden yola çıkarak yapılması gerekenlerin belirlenmesi amaçlanmaktadır.

EVALUATING LEED AND BREAAAM ENERGY EFFICIENCY CRITERIA TO FORM A ROADMAP FOR TURKISH GREEN BUILDING ASSESSMENT SYSTEM

SUMMARY

Oil crisis which was appeared in 1970's, meeting global warming concept in 1980's, led to reconsider the activities of people in every area. In order to re-establish the balance between the natural and built environment, sustainable design in green buildings is not a new concept, put forward in response to environmental degradation caused by human activities.

From 1971 until today in the ongoing process, many of the country came together and dealt with the issues and sustainable development. From this point of view, sustainable development consideration is not limited to a particular discipline or field, it considers every creature and every area.

Sustainability is the concept which has least negative on natural and built environment, including the economic, social and environmental performance of applications that strive for a comprehensive totality. That is why green buildings are called as sustainable buildings.

Nowadays construction sector is ahead of the scope in CO₂ emissions, environmental impacts and energy consumption. Therefore, when designing new buildings and existing buildings, improving energy efficiency and environmental factors should be taken into consideration.

Ensure the provision of energy efficiency to reduce energy consumption for the building alone is not enough. User comfort must be taken into consideration while reducing energy consumption. Otherwise, the only energy-saving can be obtained. That is why the scope of this thesis, energy efficiency, reduce energy consumption are discussed together with the provision of user comfort. While energy efficiency defined as environmental of building and improvement in building operating costs ; comfort contains psychological and personal parameters which effects user health and wellbeing.

To determine the criteria for energy efficiency in buildings, a method should be created which is applicable for all types of buildings. Green building rating systems for green buildings stepping in at this point to form an evaluation criterion. Besides providing information on an overall environmental assessment, as well as energy, water consumption, materials, lighting, ventilation, noise, including the user, such as health and satisfaction with the performance of the building includes related substances. Green building certification systems are assessment systems which is created in order to measure the environmental impacts for new and existing buildings. Environmental assessment systems bases on three step composed of main structure, calculating score and determining the level of the building.

There are many systems all over the world for green buildings. When we assessed the green building certification systems, it is so clear that energy efficiency has a weight of around 40% of the entire certification system. For this reason, an improvement for this subject, have a significant impact on the building. Energy efficiency not only reduce energy consumption but also requires the provision of thermal comfort conditions.

Analyzing the current certification systems, these systems based upon norms which apply in that country. These norms contains the laws, standards and documents which is valid in the country. In this way, these systems can be integrated into many national and international projects.

Since 1990's many green building certification systems created around the world. Becomes the reason of why will be the British certification BREEAM is chosen in this thesis study which is an first green building certification system established in 1990. BREEAM energy efficiency criteria discussed within this scope in the study. Besides BREEAM, due to importance in the building sector and validity in the world LEED assessment system taken into consideration as part of the thesis. Therefore, the scope of these two systems related to energy efficiency criteria will be examined. When assessing these criteria, provisions for compliance with standards and norms in Turkey were evaluated as reference.

The Turkish Green Building Association which aims to contribute to the building industry's development by means of the spread of principles of sustainability called as ÇEDBİK signed an MOU (memorandum of understanding) with BRE Global on adapting BREEAM to Turkey. According to this agreement, BRE Global and BREEAM-ÇEDBİK co-adaptation study by adapting to the conditions in Turkey aimed to create a national green building rating system. Besides, in this process, the Turkish version of BREEAM 2009 Europe Commercial was published in 2009 by ÇEDBİK Commercial Certification Committee. This guideline aims to the speed of diffusion of knowledge is thought to serve as the basis.

In the first part of this study, green building concept, description, scope of this concept and considerations for green building will be defined. After defining the environmental assessment system, the main assessment systems used around the world are mentioned.

In the second part the creation of green building design and evaluation system to determine the energy efficiency of the roadmap to be followed under the BREEAM and LEED criteria for systems described in the subject. Later on, Turkey's renewable energy sources and evaluating information about the potential size of the energy consumption in Turkey is mentioned.

Primarily for the formation of a valid assessment system in Turkey, which is necessary for the certification system should be prepared to complete the infrastructure. For this reason, BREEAM and LEED green building rating system of norms and standards referenced in conformity with Turkey tried to be evaluated.

As a result of this thesis, the existing evaluation systems in order to improve energy efficiency in Turkey and Turkey needs to be done based on the prevailing law and regulations shall be determined. Thus, all aimed to provide assessment criteria for buildings.

In this regard, when we focussed at the current legislation on the subject for our country, buildings, equipment and system designs in accordance with the efficient

use of energy, waste of energy to give back to the system, evaluating its possible use in new and renewable energy sources come to the fore.

Energy use of buildings and external dependency ratios taken into consideration, in terms of energy performance certification of buildings, the architectural structure of the building, lighting, ventilation, heating / cooling systems and related standards need to be dealt with in detail emerges. Provision of energy efficiency in the building will be able to work on all architectural systems integrated with each other. Therefore, such systems should not be considered independently from each other. Variety of building energy systems, inter-disciplinary areas of obligation to work very well within the authority of state institutions and a comprehensive study is concerned.

Main issues which considered regarding to thesis study can be listed as indoor air quality, thermal comfort, lighting efficiency, emissions, energy efficient equipment, energy monitoring and management.

At the end of the study however BREEAM seems more suitable for Turksis green certification system due to based on European norms, implementation of exactly same system doesn't seems possible. For the formation of an assessment criteria related to energy efficiency in Turkey, primarily infrastructural deficiencies must be completed. Although it is attempted to create a complete basis, because of how much our country is always accepted standards and guidelines for the infrastructure will affect the operation of any system is missing. Although criteria are sometimes based on European norms, it is clear that the country-specific norms should be used from time to time.

MOU (memorandum of understanding) with BRE Global on adapting BREEAM to Turkey, publishing BRE Commercial 2009 Turkish version, entry in the force of Building Energy Performance regulations and energy efficiency law are positive development for achieving energy efficiency in the buildings. Support of official institutions to go further than these developments are inevitable.

1. GİRİŞ

1970’lerde ortaya çıkan petrol krizi, 1980’lerde küresel ısınma kavramıyla tanışma, insanların her alandaki faaliyetlerini yeniden gözden geçirmesini sağlamıştır. Doğal ve yapılı çevre arasındaki dengeyi yeniden kurmaya yönelik olarak, sürdürülebilir tasarım, yeşil binalarda yeni bir kavram olmayıp, insan faaliyetlerinin neden olduğu çevresel bozulmaya tepki olarak ortaya atılmıştır.

Sürdürülebilirlik kavramı 1970’lerde literature girmiş olup yemekten inşaat sektörüne oldukça geniş bir yelpazeyi kapsar. Sürdürülebilirlik ilk defa 1971 yılında İsviçre’de yapılan bir uzmanlar panelinde ele alınmıştır. Toplantı sonrası yayımlanan raporda çevre sorunlarının, sanayileşmiş ülkelerin üretim ve tüketim yapısından kaynakladığından söz edilmektedir [1]. 1987 yılında Birleşmiş Milletler tarafından Ortak Geleceğimiz adıyla yayınlanan Bruntland Raporu’nda; sürdürülebilir kalkınma bugünün gereksinimlerini, gelecek kuşakların gereksinimlerini karşılama yeteneğinden ödün vermeden karşılayan kalkınma olarak tanımlanmıştır [2].

1971’den bugüne kadar devam eden süreçte birçok ülkenin bir araya gelerek ele aldığı konulardan ve ortaya konan tanımlardan yola çıkarak sürdürülebilir kalkınma, belli bir disiplin ya da alanla sınırlı değildir, her canlıyı ve her alanı ilgilendirmektedir.

Sürdürülebilir gelişmenin sağlanabilmesi için ekonomik, ekolojik ve sosyal gelişmenin birlikte gerçekleşmesi gerekmektedir [3]. Sürdürülebilirlik doğayı anlamak ve onunla çalışmak, ona karşı olmamaktır.

Sürdürülebilirlik, yapılı ve doğal çevre üzerinde en az olumsuz etkiye sahip, hem kendisi hem de yakın çevresi bağlamında yöresel ve çevresel anlamda, ekonomik sosyal ve çevresel performansı kapsayan geniş kapsamlı bir bütünsellik için çaba gösteren uygulamalardır. Bu nedenle yeşil binalar sürdürülebilir binalar olarak da tanımlanabilmektedirler.

İnşaat sektörü günümüzde CO₂ emisyonu, çevresel etkiler ve enerji tüketimi kapsamında başrolde. Elektrik tüketiminin %38’i, CO₂ emisyonunun %21’i

binalardan kaynaklanmaktadır [4]. Bu nedenledir ki yeni binalar tasarlanırken ve mevcut binaların iyileştirilmesinde, enerji verimliliği ve çevresel kriterler göz önüne alınarak değerlendirilmelidir.

Enerji verimliliğinin sağlanması için binadaki enerji tüketiminin azaltılmasını sağlamak tek başına yeterli değildir. Enerji tüketiminin azaltılırken binadaki konforun da sağlanması gerekmektedir. Aksi halde sadece enerji tasarrufu elde edilmiş olur. Bu nedenledir ki tez kapsamında enerji verimliliği, enerji tüketiminin azaltılması konforun sağlanması ile birlikte ele alınmıştır. Enerji verimliliği, yapının çevresel etkisi ve bina işletim maliyetlerinde iyileşme olarak tanımlanırken; konfor ise kullanıcının sağlık, refahını etkileyen kişisel, psikolojik parametreleri içerir.

Binalardaki enerji verimliliğine ait kriterlerin belirlenebilmesi için, bu kriterlerin tüm binalara uygulanabilecek bir standarda, düzene oturtulması gerekmektedir. Yeşil bina değerlendirme sistemleri bu noktada devreye girerek yeşil binalar için bir değerlendirme ölçütü oluştururlar.

Dünya’da geçerli olan değerlendirme sistemleri incelendiğinde, bu sistemlerde kriterler değerlendirilirken, o konuyla ilgili ulusal ve uluslararası normlara dayandırılır. Bu normlar, ülkede geçerli olan yönetmelikler, standartlar ve konu ile ilgili kılavuzlardır. Bu sayede sertifika sistemleri normlarla desteklenir ve uluslararası projelere entegre edilir.

Tez kapsamında enerji verimliliği ve konfor için dikkate alınması gereken kriterler belirlenirken tüm dünyada geçerli olan BREEAM ve LEED yeşil bina değerlendirme sistemlerindeki enerji verimliliği ile ilgili kriterler göz önüne alınacaktır.

USGBC ve NRDC tarafından 1994 yılında kurulan LEED yeşil bina değerlendirme sistemi ve İngiltere’de BRE tarafından 1990 yılında ilk ortaya çıkan BREEAM yeşil bina değerlendirme sistemi dünyada önde giden iki sistemdir. Yeşil binalardaki gerekli enerji verimliliği kriterleri belirlenirken, Avrupa normlarına uyumluluğu ve dünyada değerlendirmeye alınan ilk sertifika sistemi olması nedeniyle, Türk yeşil bina değerlendirme sistemi oluşumunda BREEAM’den faydalanılmaktadır. Ancak LEED’in de yapı sektöründeki önemi ve dünyadaki geçerliliğinin dikkate alınması gerekmektedir. Bu nedenle enerji verimliliği ile ilgili kriterler bu iki sistem kapsamında irdelenecektir. Bu kriterler değerlendirilirken kriterlerin Türkiye’nin

referans aldığı normlar ile uygunluğu ve normların Türkiye'deki karşılıkları değerlendirilmiştir.

Tez çalışmasının ilk kısmında yeşil bina kavramı, tanımı, kapsamı ve yeşil bina oluşumunda dikkate alınması gereken kriterler açıklanacaktır. Sonrasında çevresel değerlendirme sistemi tanımlanarak dünyada kullanılan başlıca değerlendirme sistemlerine değinilmiştir.

İkinci kısımda yeşil bina tasarımı ve değerlendirme sisteminin oluşturulmasında enerji verimliliği kapsamında izlenecek yol haritasının belirlenebilmesi için BREEAM ve LEED sistemlerinin konuya ilişkin kriterleri açıklanacaktır. Devamında ise Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynakları ve potansiyeli ile ilgili bilgiler değerlendirilerek enerji tüketimin Türkiye'deki boyutlarına değinilmiştir. Bunun yanında LEED ve BREEAM'e ilişkin konu ile ilgili kriterlerin Türkiye'deki normlarda karşılıkları irdelenmiştir. Ülkede enerji verimliliği ile ilgili olan yönetmelik, kanun ve teşvikler bu bölüm kapsamında değerlendirmeye alınmıştır.

Tez çalışması sonucunda da Türkiye'de enerji verimliliğin iyileştirilebilmesi için mevcut değerlendirme sistemleri ve Türkiye'de yürürlükte olan kanun ve yönetmeliklerden yola çıkarak yapılması gerekenler belirlenmeye çalışılacaktır. Böylece tüm binalar için bir değerlendirme ölçütünün sağlanması amaçlanmaktadır.

2. YEŞİL BİNALAR VE DEĞERLENDİRME SİSTEMLERİ

Bu bölümde yeşil bina kavramı, tanımı, kapsamı irdelenerek dünyada geçerli olan yeşil bina değerlendirme sistemleri hakkında genel bilgi verilecektir.

2.1. Sürdürülebilirlik Kavramı ve Yeşil Binalar ile İlişkisi

Sürdürülebilir mimarlık, içinde bulunduğu koşullarda ve varlığının her döneminde, gelecek nesilleri de dikkate alarak, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına öncelik veren, çevreye duyarlı, enerjiyi, suyu, malzemeyi ve bulunduğu alanı etkin bir şekilde kullanan, insanların sağlık ve konforunu koruyan yapılar ortaya koyma faaliyetlerinin tümüdür. [2] Sürdürülebilir kalkınmanın tarih içindeki gelişimi aşağıdaki gibi özetlenebilir;

1971, İsviçre’de düzenlenen uzmanlar paneli; sürdürülebilir kalkınma yaklaşımını oluşturmuştur.

1972, Stockholm ‘İnsan ve Çevre’ konferansı düzenlenmiştir. Konferansın ardından Stockholm Deklerasyonu kabul edilmiştir. Deklerasyon ile insan ve çevre ilişkilerine, insan faaliyetlerinin çevre üzerindeki olumsuz etkilerine, devletlerin ekonomik gelişme sorunlarına, çevrenin korunması konusunda uluslararası işbirliğinin önemine değinilmiş ve insanların sağlıklı ve temiz bir çevrede yaşama hakkı kabul edilmiştir.

1983, Birleşmiş Milletler Genel Kurul Toplantısı; sonucunda 1987 yılında ‘Ortak geleceğimiz – Our Common Future’ raporu açıklanmıştır [5]. Giderek ağırlaşan çevresel sorunlar karşısında, insanlığın çıkış yolu olarak, çevresel gelişme ile ekonomik kalkınma arasındaki yaşamsal köprünün kurulması ve gelişmenin “sürdürülebilir” olması gösterilmektedir.

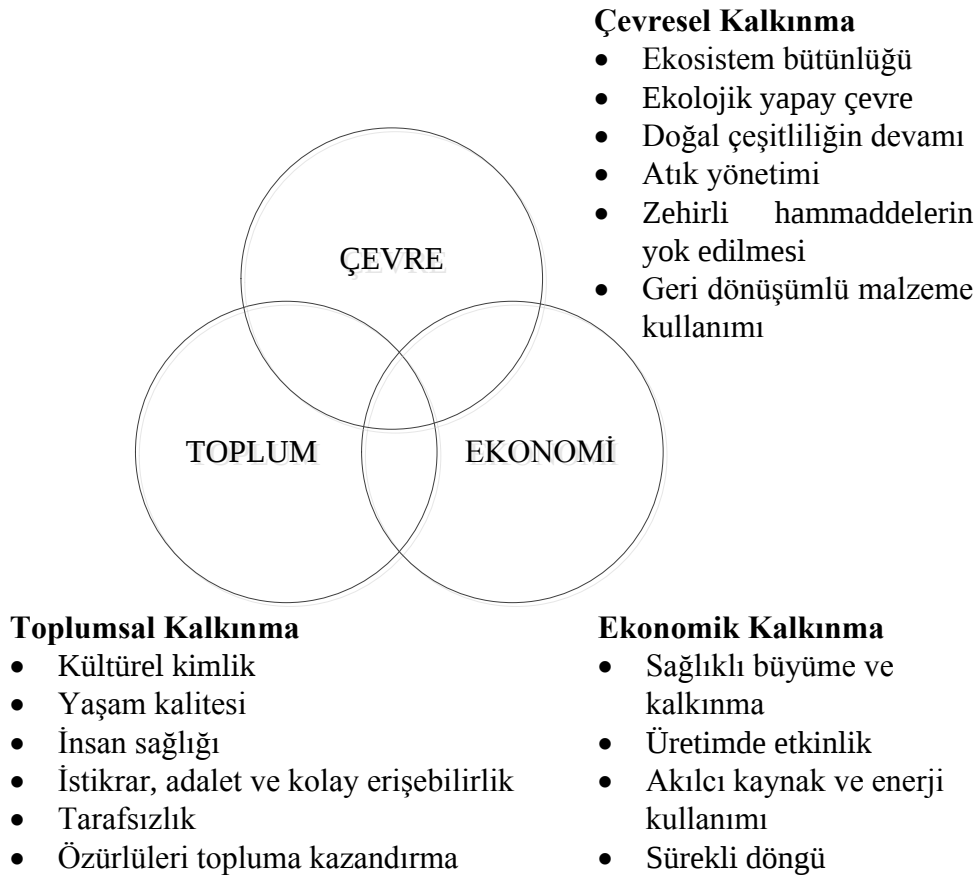
1992, Rio de Janerio Dünya Zirvesi; çevre ve kalkınma sorunlarının nasıl bağdaştırılacağı gündeme gelmiş, ana tema sürdürülebilir kalkınma hareketi olmuştur. En önemli olan nokta, doğal kaynaklara dayalı sürdürülebilir bir ekonomik büyüme ile insan kaynaklarının geliştirilmesini benimseyen yaklaşımdır [6]. ‘BM

İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi' [7] zirvede imzalanan uluslar arası antlaşmalardan biridir.

1996, İstanbul Habitat 2 'Kent Zirvesi' ve bu konferansları takip eden Birleşmiş Milletler konferansları sürdürülebilir kalkınmanın tüm dünyada kabul görmesini sağlamıştır.

1997, Kyoto 'Birleşmiş Milletler İklim Değişimi Çerçeve Konvansiyonu'. Üçüncü toplantıda 189 ülke Kyoto Protokolünü kabul etmiştir. 37 daha gelişmiş ülkenin sera gazının % 60-80 azaltılmasına ilişkin bilimsel önerilere rağmen, 189 imza sahibi millet 1990'lardan 2010'a kadar sera gazını %8 azaltmayı kararlaştırmıştır [2].

Sürdürülebilir gelişmenin sağlanabilmesi için ekonomik, ekolojik ve sosyal gelişmenin birlikte gerçekleşmesi gerekmektedir [3]. Bu ilişki Şekil 2.1.'de açıklanmıştır.



Şekil 2.1: Sürdürülebilirliğin ekonomik, sosyal ve çevresel boyutları [2].

Sürdürülebilir yapılar yani diğer bir deyişle yeşil binalar doğal ışık ve iç mekan hava kalitesiyle, kullanıcıların sağlığını, konforunu, üretkenliğini korur ve geliştirir; yapımı ve kullanımı sırasında doğal kaynakların tüketimine duyarlıdır ve çevre

kirliliğine neden olmaz, yıkımından sonra diğer yapılar için kaynak oluşturur ya da çevreye zarar vermeden doğadaki yerine geri döner [2].

En basit terimlerle ifade edilecek olursa, yeşil bir bina, inşaatı, işletmesi ve yıkımı esnasında çevreyi kirliletmeyen ve su, enerji, atık ile malzeme kaynaklarını en uygun biçimde kullanan binalardır.

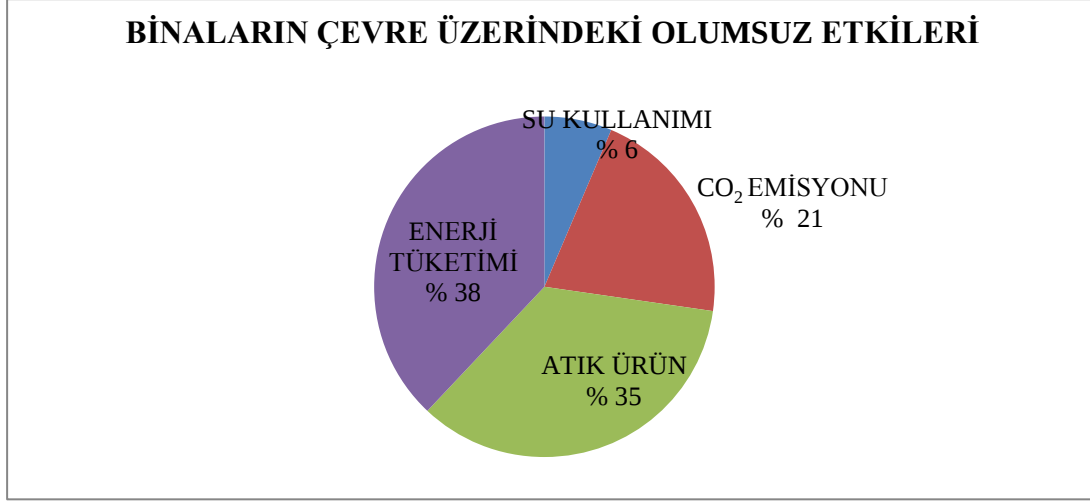
Yeşil bina çevreyi iyileştirmenin bir yoludur. Eğer doğru uygulanırsa kişiye refah, çevre sağlığı ve toplam işletme masrafı gibi yararları vardır. Yeşil bina daha geniş bir bağlamda ‘sürdürülebilir kalkınma’nın bir bölümüdür.

Binaları ve mahali bütüncül bir yaklaşımla programlamak, planlamak, tasarlamak ve inşa etmek (yenilemek) daha etkili bir yöntemdir. Bu yöntem iklimsel veriler, bina yönelmesi ve formu, aydınlatma ve termal konfor, sistem ve malzemeleri içerir ve bu yaklaşımları tasarımla bütünleştirir. Mikroklima tümüyle anlaşılacak zorundadır çünkü, ısıtma ve aydınlatma için gerekli olan güneş, havalandırma için rüzgar, sulama ve diğer su gereksinimleri için yağmur suyu gibi etkenler projeye etki eder. [8]

Binalar, yeşil yatırım için odak noktasıdır. Çalışmalar dünyadaki doğal kaynakların başlıca tüketicisinin binalar olduğunu gösterir, bu nedendir ki mimarlar, mühendisler ve müteahhitler bugün inşa edilmekte olan konut ve ticari bina inşaatlarını yeniden değerlendirmektedirler. Sürdürülebilir veya yeşil binalar daha sağlıklı ve çevre dostu, enerji verimli binalar yaratmanın yanında binaların yaşam-döngüsü etkileri dikkate alındığında genellikle büyük oranda çevresel, ekonomik ve sosyal yarar sağlarlar. Ayrıca, yeşil stratejiler erken tasarım aşamasında dikkate alındığında projenin potansiyel piyasa değerini de yükseltir.

Yenilenebilir enerji kaynakları günümüzde oldukça maliyetlidir. Bu nedenle hükümetler tarafından vergi indirimleri ile teşvik edilmesi gerekmektedir, diğer yandan yeşil tasarım, binanın işletme ve enerji maliyetlerini azaltmaktadır. Bina ömrü dikkate alındığında yeşil bina stratejileri ile bina ekonomisi daha iyi bir konuma gelmektedir. [4]

Sürdürülebilir gelişmeler aynı zamanda kullanıcıya iyileştirilmiş iç hava kalitesinin bir sonucu olarak daha sağlıklı ve daha üretken bir çalışma ortamı sağlar. [4]



Şekil 2.2: Binaların çevre üzerindeki olumsuz etkileri [9].

Binaların kullanımının doğal çevre üzerinde ve çevremizdeki sosyal yapı üzerinde kayda değer bir etkisi vardır. Binaların çevre üzerindeki olumsuz etkileri Şekil 2.2. deki grafikte gösterilmiştir. Sürdürülebilir bina tasarımında iki ana amaç vardır [4] :

1. Binalar kullanım süresinde ve var oldukları süre boyunca yapısal çevresel etkilerini azaltarak yeryüzünde ölçülü davranmalıdırlar. Sürdürülebilir yapıların küçük karbon ayak izi olmalıdır.
2. Binalar çevresinin psikolojik ve fiziksel refahını geliştirirken insanların pratik ihtiyaçlarına yol göstererek sosyal çevreye pozitif ve uygun bir katkı yapmalıdır.

Yeşil bina tasarımında dikkate alınması gereken ana başlıklar aşağıdaki gibi sıralanabilir [4] :

- Arsa ve ekolojinin sürdürülebilirliği, yer seçimini en iyi şekilde kullanarak kullanıcıları toplu taşımaya teşvik etmek bu sayede yeşil alanları korumak ve ulaşım etkilerini en aza indirmek gerekmektedir. Binayı arsada konumlandırırken güneşin ve mikroklimanın yararlarından en iyi yararlanacak şekilde bina yönlendirilmelidir.
- Sağlık ve konforun sağlanması önemlidir. Doğal havalandırmanın etkin bir şekilde kullanılması iç hava kalitesini yükseltirken kullanıcıların konforunu sağlar.
- Sürdürülebilir olarak temin edilen malzeme kullanımının azami seviyeye çıkartılması ve insanların tehlikeli maddelere maruz kalmasının en aza indirilmesi sağlanmalıdır.

- Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ve bu sayede yenilenemeyen kaynakların korunması gereklidir.
- Toplam enerji verimliliğinin sağlanmasını güneşten ve yerleşimden doğal ısıtma, soğutma ve günışığının kullanımını kapsarken öncelikli sağlanması gerekenlerin başında gelir.
- Kullanıcı dostu bina yönetim sistemleri kullanılmalıdır.

Bu stratejileri bir bütün olarak uygulamak doğal kaynakları, hava ve su kalitesini koruyarak gelecek nesiller için çevreyi korumaya hizmet eder. Ayrıca konfor, refahı artırıp sağlıklı iç hava kalitesini sürdürerek önemli ölçüde fayda sağlar. Yeşil binalar bakım ve yenileme gereklilikleri için ekonomik olarak yararlıdır. Ayrıca kullanım faturalarını azaltır ve mülk bedelini artırır.

Yeşil binalarda yukarıda sıralanan kriterlerin sağlanması halinde getireceği yararlar ise aşağıdaki gibidir [4] ;

- Enerji tüketimi azalır.
- Ekosistemler korunur.
- Kullanıcı sağlığı yükselir.
- Verimlilik artar.
- Enerji verimli binalar zaman içerisinde bina işletim giderlerini azaltırlar. Enerji tüketimi giderek artan binalarda enerji verimliliğin sağlanması değerli bir etkidir. Örneğin, binalar pasif güneş enerjisinin yararlarından ve binaya hizmet eden daha uygun bir havalandırma sisteminden faydalanılarak yeşil inşa daha ucuz bir hale getirilebilir.
- Yeşil binalar korumaya katkı sağlar, kısıtlı bir kaynağı korumanın en uygun yollarındandır. Eğer yeni binalar enerji ve malzemeleri koruyan bir teknikle ele alınırsa, bu kaynaklar daha uzun ömürlü olacak ve projelerin kaynak ihtiyacı artışlarını da azaltacaktır.
- Yeşil binaların desteklenmesinin bir başka nedeni de iklim değişikliğine neden olan sera gazı emisyonlarını azaltmaya yardımcı olmasıdır. Bilim adamları tarafından sera gazlarının son 150 yıldır arttığına dair genel bir kanı vardır ve atmosfer ve okyanuslardaki ortalama sıcaklıkta bu süre boyunca yükselmiştir.

Yeşil binalar sürdürülebilirlik kavramının bir parçasıdır. Günümüzde binaların çevre üzerindeki etkisi göz önüne alındığında bina tasarımında yeşil bina kriterlerini

dikkate almadan hareket etmenin toplam iyileşmede büyük bir getirisi olacağı çalışmalar tarafından göz önüne serilmiştir. Bu kriterler her binaya göre değişkenlik göstermektedir ancak dikkate alınması gereken kriterlerin ana başlıklara oturtulması gerekmektedir. Bu nedenle çevresel değerlendirme sistemleri geliştirilmiştir. Çevresel değerlendirme sistemleri binaların daha iyi analiz edilip, yapılması gerekenleri ortaya koyar.

2.2 Çevresel Değerlendirme Sistemi

Çevresel değerlendirme sistemi, belirli kriterler ışığında bir binanın çevresel performansına değer biçme yoludur. Genel bir çevresel değerlendirme ile ilgili bilgi vermenin yanında, enerji, su, tüketim, malzeme, aydınlatma, havalandırma, gürültü gibi kullanıcı sağlığı ve memnuniyetini de içeren bina performansı ile ilgili maddeler içerir.

Çoğu Çevresel Değerlendirme sistemi, bir ürünün yaşam süreci boyunca çevresel etkilerini değerlendiren bir teknik olan Yaşam Döngü Değerlendirmesini (LCA) baz alır. LCA ürün ve servislerin çevresel performansını değerlendiren ‘beşikten mezara’ yaklaşımıdır [10].

Çevresel değerlendirme sistemleri genellikle üç esas bölümden oluşur;

- *Ana yapı*, mantıklı bir biçimde bir araya getirilmiş çevresel performans kriterleri.
- *Skor verme*, yerine getirilen kriterler sayesinde kazanılan performansa puan veya kredi verilmesi.
- *Sonuç*, toplanan puanlar veya krediler sayesinde binanın toplam performansının seviyesinin belirlenmesi.

Çevresel değerlendirme sistemlerinin işlevleri;

- Sürdürülebilir binalar ve yerleşimler için bir dizi çevresel ölçümler sunmak ve yöntemler geliştirmek
- Sürdürülebilir yapıda resmi politikaları ve yasaları desteklemeyi amaçlamak
- Çevresel sorun ve standartlarda kullanıcı bilincini artırmak
- Binalar için sürdürülebilir tasarımı tanıtmak, teşvik etmek piyasayı sürdürülebilir yapı için harekete geçirmek
- Yapılı çevrede çevresel yönetimi iyileştirmek

- İnşaat piyasasının ekolojik sorunlara daha çok önem vermesi için baskı yapmaktır.

Yaşam döngüsünde, bina sonuçtan ayrı olarak bir süreçtir. Çevresel değerlendirmenin amacı çevresel etkileri azaltmaktır. Yaşam döngü değerlendirmesi çevresel yüklerin ölçeğini hesaplar, şartları iyileştirmek için teknik çözümleri karşılaştırır. Fakat, LCA'nın bina sürecinde çok az bir etkisi vardır. Paydaşların LCA bilincini çevresel gelişimi nasıl çevireceği net değildir. Bina çevresel değerlendirme sistemi bina tasarımına etki eder ve binanın yaşam döngüsünü kontrol eder.

Çoğu çevresel değerlendirme sistemi, bölgesel yasalara dayalıdır; fakat bu yasaları değiştirmeye çalışmaz. Aksine, zorlayıcı kurallar yerine teşvik edici programlar kullanarak genişletmeye çalışırlar. Çevresel değerlendirme sistemleri temel olarak, bilimsel sistemlerden ekolojik, sosyal, ekonomik kategorileri kapsayan sistemlere kaymışlardır.

Çevresel değerlendirme sistemlerini iyileştirmek için birçok yol vardır [11, 12];

- Metot kapsamını tasarım seviyesinde tüm yapıyı yaşam döngü seviyesine yükseltmek.
- Ekolojik olmayan belirtilere ve farklı paydaşların yararına daha fazla özen göstermek.
- Uluslararası dayanışmayı arttırmak
- Yasa ve standartlaştırmayı arttırmak.
- Kullanıcıya yönelik değerlendirme sistemlerini geliştirmek.

2.3 Dünyada Kullanılan Değerlendirme Sistemleri

Yeşil bina değerlendirme sistemlerini, bina bazındaki projelerin çevre üzerindeki etkilerini ve doğal kaynakları korumadaki duyarlılıklarını ortaya çıkarmada ölçülebilir bir referansın olmasına olanak sağlayan bir tür değerlendirme sürecini içeren derecelendirme sistemleri olarak tanımlamak mümkündür. Aşağıda Çizelge 2.1'de dünyada kullanılan çeşitli değerlendirme sistemleri temel özellikleri ile birlikte özetlenmiştir.

Çizelge 2.1: Dünyada kullanılan yeşil bina değerlendirme sistemleri.

Değerlendirme metodu		Kökeni	Temel Özellikleri
ABGR	Austrilian Building Greenhouse Rating	Avustralya, 2005	Performansı esas alan değerlendirme aracıdır. Kullanıcılar ve binalar için yeşil binalarda ulusal bir yaklaşım ile referans oluşturur. 12 aylık enerji tüketimini esas alır. [12]
AccuRate		Avustralya CSIRO, 2006	NatHers'in yeni bir versiyonudur. Tropikal ve yarı-tropikal bölgelerdeki konutları derecelendirirken havalandırma tipinin dahil edilmesi ile ilgili problemlere yol gösterir. Olduça fazla çeşit malzemeye ait veritabanı içerir. Kullanıcının bina elemanlarını değiştirmesine imkan sağlar [12]
BASIX	Building Sustainability Index	Avustralya, 2004	Konut gelişimi için web esaslı planlama aracıdır. Yeni konut gelişimi için su ve enerji verimliliğini değerlendirmek amaçlanmıştır. Tüm yeni konut gelişimi için BASIX sertifikası zorunludur. [12]
BEPAC	Building environmental performance assessment criteria	Kanada, 1993	British Columbia Üniversitesi tarafından geliştirilmiştir. BREEAM'e benzer ancak daha kapsamlı ve detaylı bir değerlendirme yöntemidir. Yeni ve mevcut ofisler ile sınırlıdır. Derecelendirme için bir puan sistemi kullanır. İsteğe bağlı bir araçtır. [13, 14, 15]
CASBE	Comprehensive assessment system for building environmental efficiency	Japonya, 2004	Devlet ve endüstri arasında oluşturulan ortak bir projedir. Ön tasarım, yeni yapı, mevcut bina ve yenileme aşamalarında uygulanabilir. Çevresel kapasiteleri saptamak için kapalı ekosistemler düşüncesini esas alır. Bölgesel karakterleri dikkate alır. [12, 16, 17]
CEPAS	Comprehensive environmental performance assessment scheme	Hong Kong, 2001	İnşaat Departmanı tarafından geliştirilmiştir. Yeni ve mevcut binaların tüm tipleri için oluşturulmuştur. Binalar için topluma ortak bir ölçüt olarak hizmet veren, kapsamlı bir değerlendirme şemasıdır. Sekiz performans ölçütü vardır. Bütüncül bir yaklaşım benimser. [16]
CPA	Comprehensive project evaluation	UK, 2001	Projeleri değerlendirirken gelişim süreci boyunca finansal ve ekonomik bir yaklaşım kullandığından bina performans yöntemlerinden farklıdır. Projenin çevresel ve sosyal etkilerini değerlendirirken çoklu-kriter analizli bir yaklaşım benimser. [18, 19]

Çizelge 2.1 (devam): Dünyada kullanılan yeşil bina değerlendirme sistemleri.

Değerlendirme metodu		Kökene	Temel Özellikleri
DQI	Design quality indicator	UK	Gelişim süreci boyunca tüm paydaşlar fikirlerini yakalayan bir araçtır. Binaları; işlevsellik, bina kalitesi ve etkisi olmak üzere üç katagoride inceler. [20, 16]
Eco-Quantum		Hollanda	Açıkça ve kapsamlı bir şekilde LCA'yı baz alan tek yöntemdir. LCA'ya bağlı olarak binanın tüm çevresel yükünü değerlendirir. Kullanımı kolaydır ve sıklıkla kullanılan malzeme ve ürünlere ait geniş bir veritabanı vardır. Kapsamlı bir değerlendirme metodu değildir. Sadece tekil konutlara uygulanabilir. [17, 12]
EMGB	Evaluation manual for green buildings	Tayvan, 1998	İçişleri Bakanlığı tarafından işletilir ve uygulanır. Dokuz çevresel kriterden oluşur. Tüm bina tipleri için tek bir araç vardır. Bölgesel değişiklikleri yansıtmaya uygun değildir. Sadece ölçülebilir kriterleri değerlendirir, ölçülemez maddeler çıkartılmıştır. Performansı en az kriter ile değerlendirir. [17, 21, 22]
EPGB	Environmental performance guide for building	Bayındırlık ve Hizmetler Bakanlığı, Avustralya	Binanın çevresel performansını beş katagoride değerlendirir. Kaynak tüketimi ve yüklerini dikkate alma açısından faydalıdır. [12]
GBTool	Green building challenge	Uluslararası, 1995	En kapsamlı çalışmadır. 20 ülkenin ortak çalışmasıyla oluşturulmuştur. 90'dan fazla ayrı performans değerlendirmesi vardır. Değerlendirme dört seviyelidir. Bölgesel değişikliklere adapte olarak farklı bölgeler tarafından kullanılabilir. [14, 12, 23, 24]
GHEM	Green home evaluation manual	Çin, 2001	Performans standartlarına ilişkin ilk çevresel standartlar ve tasarım rehberidir. Sadece konut projeleri ile ilgilidir. Kaynak tahsisi ve iç hava kalitesi ile ilgili ağırlıklı açıklama içermeyen basit bir derecelendirme sistemidir. Önşart gereklilikleri ile ilgili açık bir tanım yoktur. [17, 25]

Çizelge 2.1 (devam): Dünyada kullanılan yeşil bina değerlendirme sistemleri.

Değerlendirme metodu	Kökeni	Temel Özellikleri
GreenStar		Avustralya, Yeşil Bina Konseyi
		Avustralya'nın çevresel bina performansını değerlendiren ilk yöntemidir. Sadece ticari binalar içindir. [12]
HKBEAM	Hong Kong building environmental assessment method	Hong Kong, 1996
		Mevcut ve yeni ofis binaları için ayrı değerlendirme yöntemleri vardır. BREEAM'e benzerdir. Ölçülebilir kriterler değerlendirilerek oluşturulmuştur fakat ölçülemeyen çevresel ve sosyal maddeler bilinçli olarak çıkartılmıştır. Yeni binalar 'tasarım aşaması'ndansa 'inşa aşaması' olarak değerlendirilmişlerdir. Değerlendirme süreci saydam değildir. Değerlendirme küresel, yerel ve iç mekan ölçeğinde kategorize edilmiştir. Çevresel konuların yaşam dönüşü etkileri vurgulanmıştır. [26, 27, 28]
NABERS	National Australian building environmental rating system	Avustralya, 2001
		Tüm mevcut binaları ölçen performans esaslı bir derecelendirme sistemidir. Mevcut ticari binalar ve konutlar içindir. İsteğe bağlı bir araçtır. [17]
NatHERS		CSIRO
		Bilgisayar-bazlı konut enerji derecelendirme sistemidir. Konutlara 0'dan 5'e kadar enerji verimliliği ile ilgili yıldız verir. 0 verimsizken 5 yıldız yüksek seviyede enerji verimliliğini gösterir. Detaylı tasarım, yapım, yönlenme ve yalıtım gibi maddeleri dikkate alır. Yerel iklim bilgisi ile bağlantı kurar. [12]
SBAT	Sustainable building assessment tool	Güney Afrika
		Sosyal ve ekonomik sorunları tanıyan performans kriterlerinden oluşur. 5 performans kriteri altında 15 ayrı performans alanına ayrılmıştır. Tüm bina süreci tipik binanın yaşam döngüsünü baz alır. [29, 16]

Çizelge 2.1 (devam): Dünyada kullanılan yeşil bina değerlendirme sistemleri.

Değerlendirme metodu		Kökeni	Temel Özellikleri
SPeAR	Sustainable project appraisal routine		Ove Arup'un danışmanlık projeleri kapsamında proje değerlendirme yöntemidir. Sürdürülebilir bir tasarım sunmak için grafiksel bir format kullanılır. Performansı en iyi duruma getirmek için fırsatları tespit eder. 4 temel başlık: çevre, sosyal, ekonomik ve doğal kaynaklardır. [16, 17]

Dünya'da geçerli olan yeşil bina sertifikasyon sistemleri arasında ayrıca LEED ve BREEAM sertifikasyon sistemi yer alır. Bu iki yeşil bina sertifikasyon sistemi kullanılan en yaygın değerlendirme sistemleridir. Bu nedenle LEED ve BREEAM ayrıntılı olarak ayrıca ele alınacaktır.

2.3.1. LEED sistemi (Leadership in Environmental and Energy Design) - çevre ve enerji tasarımında liderlik

2.3.1.1. Köken

1800'den fazla üyenin oluşturduğu ve kar amacı olmayan Amerikan Yeşil Binalar Konseyi bünyesinde gerçekleştirilen ulusal ve uluslararası düzeyde bir sertifikasyon sistemidir [2]. Yüksek performanslı yeşil binaların yaşam döngüsünün değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır.

1994'te USGBC ve NRDC tarafından kurulmuştur. Mutabakata dayalı, geniş spektrumlu, gönüllü bir teşebbüstür. Düzenli olarak yenilenir ve gereksinimler güçlendirilir.

2.3.1.2. Veri gereksinimleri

- İnşaat kayıtları
- Mühendis hesaplamaları
- Enerji modeli raporu
- Proje hakkında proje sahibi ya da projeyi geliştiren kişi tarafından yapılan yazılı açıklamalar
- Proje çizim ve diyagramları

2.3.1.3. İdari altyapı

USGBC bir şemsiye organizasyonudur. Her LEED projesinde sertifikalı bir LEED AP (Accredited Professional) bulunması gerekmektedir. Her LEED binası tipi, ayrı bir kılavuz gerektirir. Dokümanların tamamlanmasının ardından, onaylama süresi 6 ay sürebilir [30, 31].

2.3.1.4. İdari süreç

LEED AP proje süresince tasarım takımından gelen kaynakları düzenler. LEED Referans Kılavuzu ve USGBC internet sayfasından bulunabilen kaynaklar gerekli bütün kuralları içerir. İşlem bittiği zaman, bütün dokümanlar toplanır ve internet üzerinden USGBC'ye teslim edilir. Gözden geçirme sürecinde düzeltmeler yapılabilir ve bu süreç altı ay alabilir. Yorumlar ayrıntılı ve tekniktir [30, 31].

2.3.1.5. Geçerlilik ölçütleri

Veri toplama işlemi kolayca tasarım ve inşaat aşaması olarak ayılabılır. Saha denetlemesi yoktur.

2.3.1.6. Sertifikasyon sistemi kapsamında ele alınan konular

Puanlandırma sistemi çeşitli katagorilerden oluşmakta olup, bina performansının bu şekilde sağlanmaktadır. Sürdürülebilir performans aşağıdaki ana başlıklar altında değerlendirilmektedir;

- Sürdürülebilir Arsalar
- Su Etkinliği
- Enerji ve Atmosfer
- Malzeme ve Kaynaklar
- İç Mekan Çevre Kalitesi
- Yenilik ve Tasarım Süreci
- Yerel Öncelik

2.3.1.7. Puanlama / ağırlık sistemleri

LEED sertifikasyonu kapsamında değerlendirme 100 puan üzerinden yapılır. *Yenilik ve Tasarım Süreci* ile *Yerel Öncelik* kriterleri ekstra 10 puana kadar bir imkan sağlar.

Projenin aldığı puanın düştüğü aralığa göre sertifika alınır. Bunların dışında herhangi bir puan karşılığı olmayan fakat yerine getirilmesi zorunlu olan bazı kriterler vardır, bu önkoşullar sağlanmadığı sürece değerlendirmeye alınmaz. Farklı bina tipleri için aralıklar ve alınabilecek toplam puanlar farklıdır. Alınabilecek sertifikalar şunlardır:

- Platinyum (80 puan ve üstü)
- Altın (60-79)
- Gümüş (50-59)
- Sertifikalanmış (40-49)

LEED değerlendirme sistemi kapsamında incelenen kategorilere ait puan yüzdeleri Çizelge 2.2.'de belirtilmiştir [32].

Çizelge 2.2: LEED Kategorileri ve Kategori Puanları (Yeni Binalar).

LEED Kategorileri	Puan	Yüzde (%)
Sürdürülebilir Arazi	26	26
Su Verimliliği	10	10
Enerji & Atmosfer	35	35
Malzeme & Kaynaklar	14	14
İçmekan Çevre Kalitesi	15	15
Tasarımda Yenilik	6	-
Yerel Öncelik	4	-

LEED ayrıca yapı sınıflarına göre puanlandırma için ayrı bir puanlandırma sistemi geliştirmiştir. Bunlar;

- LEED NC - Yeni Binalar (*New Building*)
- LEED EB - Mevcut Binalar: İşletim & Bakım (*Existing Buildings: Operations and Maintenance*)
- LEED CI - Ticari İç Mekanlar (*Commercial Interiors*)
- LEED CS - Çekirdek & Kabuk (*Core & Shell*)
- LEED SCH – Okullar (*Schools*)
- LEED R - Alışveriş Merkezleri (*Retail*)
- LEED HC - Sağlık Yapıları (*Healthcare*)
- LEED H – Konutlar (*Homes*)
- LEED ND – Bölgesel Gelişim (*Neighborhood Development*)

‘Tasarımda Yenilik’ ve ‘Yerel Öncelik’ kategorileri ile ekstra 10 puan elde edilir.

LEED sertifikasyon sistemi sadece Amerika’da değil tüm Dünya’da yaygın olarak kullanılmaktadır. LEED birleşik devletler, eyalet ve hükümet tarafından da desteklenmektedir. USGBC resmi sitesinden alınan bilgiye göre 45 eyalet, 442 bölge (384 şehir ve 58 ülke), 35 eyalet yönetimi, 14 federal ajans veya departman yasal olarak sertifikalandırılmış binalara teşvik ve indirim uygulamaktadır [31] . Buradan da görüldüğü gibi gönüllü bir sistemin yasal kaynakları da ne şekilde etkilediği anlaşılmaktadır.

2.3.2. BREEAM sistemi (BRE Environmental Assessment Method)

2.3.2.1. Köken

BREEAM, İngiltere’deki yeni konut dışı binaların sürdürülebilirliğini ölçen bir araç olarak 1990’da oluşturulan sertifikasyon sistemi yeşil bina değerlendirme sistemlerinin ilkidir [30]. İngiltere Yapı Araştırma Kurumu tarafından geliştirilmiştir.

BREEAM resmi internet sitesinden alınan bilgiye göre günümüzde 200.000 yapıyı sertifikalandırmıştır ve kayıtlı bir milyon bina bulunmaktadır [33].

Sertifikasyon sisteminin zaman içerisindeki gelişimi aşağıdaki gibi özetlenebilir [34];

- 1988’de BRE 5 kişilik bir kadro ve devletin desteği ile kuruldu.
- 1990’da piyasaya “BREEAM Offices” sürüldü.
- 1991’de piyasaya “BREEAM Industrial” sürüldü.
- 1993’de piyasaya “BREEAM Retail” sürüldü.
- 1998’de BREEAM şimdiki formatına kavuştu.
- 2002-2006 yılları arasında senelik revizyonlar yapıldı. Yeni bina türleri için manüeller hazırlandı.
- Sistem devamlı olarak İngiliz bina düzenlemeleri ile uyum içinde güncellendi ve 1 Ağustos 2008 tarihinde önemli bir yenilemeden geçerek BREEAM 2008 adını aldı. 2008 yılından itibaren uluslararası versiyonları piyasaya sürülmüştür. [30, 34]

2.3.2.2. Veri gereksinimleri

- İnşaat kayıtları
- Mimari çizimler / diyagramlar

- Mühendis hesaplamaları
- Enerji modeli raporu / Enerji performansı sertifikası
- Proje hakkında yazılı açıklamalar
- Şantiye ziyaretleri
- Doldurulmuş BREEAM dokümanları

2.3.2.3. İdari altyapı

BRE Küresel ‘Sürdürülebilirlik Kurulu’, BRE’nin yönetmeliklerini, yayınlarını, standartlarını ve ‘yeşil binalar’, enerji, atık, sürdürülebilirlik ve çevre alanındaki sertifikasyon planlarını denetler. Var olan standartlar ve planlar BREEAM, Ecohomes, Environmental Profiles ve ISO 14001’i içerir. Kurul bu konuları gözden geçirmek için yılda üç kez toplanır.

BREEAM yönetmeliği, dokümanları ve referansları BREEAM değerlendirme uzmanları (assessor), BRE tarafından ortalama 1,500 sterlinlik bir ücret karşılığında eğitilir [30, 34].

2.3.2.4. İdari süreç

BRE, BREEAM sistemini yöneten bir İngiliz organizasyondur. BREEAM değerlendirmesine başvuran bütün binalar, sertifikalı bir BRE değerlendirme uzmanının tam hizmetine ihtiyaç duyar. Değerlendirme uzmanı binanın BREEAM kriterlerine uyduğunu gösteren bütün proje bilgisini toplar. Uzman, tasarım aşamasına ve proje yönetimine destek verebilir. BRE çalışanları uzmanı tarafından teslim edilen bilgiler üzerinde iki denetim gerçekleştirir. BRE as-built projenin tasarım kriterlerine uyduğundan emin olmak için Saha Denetimi yapma seçeneği kullanılabilir. (denetleme uzmanı sertifikasyonu) [30, 34].

2.3.2.5. Geçerlilik ölçütleri

Bilgi toplama ve etüdün iki aşaması vardır. Bu aşamalar, tasarım ve inşaat aşamalarıdır.

BRE projenin derinlemesine denetimini de gerçekleştirebilir. İngiltere dışındaki her türlü proje, yerel yasaların BREEAM kriterlerine denk olduğunu gösteren bir ön yeterlilik denetlemesinden geçmelidir.

2.3.2.6. Sertifikasyon sistemi kapsamında ele alınan konular

Sertifikasyon sisteminde değerlendirilen konular aşağıdaki gibidir;

- Yönetim (*Management*)
- Sağlık & Konfor (*Health & Wellbeing*)
- Enerji (*Energy*)
- Ulaşım (*Transport*)
- Su (*Water*)
- Malzeme (*Material*)
- Tüketim (*Waste*)
- Arazi Kullanımı & Ekoloji (*Land use & Ecology*)
- Kirlilik (*Pollution*)
- Yenilik (*Innovation*)

2.3.2.7. Puanlama / ağırlık sistemleri

LEED'in aksine, ağırlıklı bir puanlama sistemi kullanılmaktadır. Puanlar binanın her bir kriter için gösterdiği performansa göre belirlenir. Katagorilerin çevresel etkilerine göre ağırlık katsayısı mevcuttur.

BREEAM değerlendirme sistmindeki bina derecesinin belirlenmesi için izlenen yol aşağıdaki gibi açıklanabilir:

1. BREEAM yetkilisi tarafından her çevresel kategori için değerlendirilen her bir kriterle uygun olacak şekilde elde edilen 'puanlar' saptanır. (Kategorilerdeki kriterler için elde edilebilecek puanlar teknik dökümanda detaylı bir şekilde açıklanmıştır.)
2. Daha sonra her kategori için elde edilen 'puanlar'ın yüzdesi hesaplanır.
3. Her kategori için elde edilen 'puanlar'ın yüzdesi kategoriye ait ağırlık ile çarpılır. Bu sonuç toplam kategori skorunu verir.
4. Toplam BREAAM skoruna ulaşmak için elde edilen tüm skorlar toplanır. Toplam puan BREAAM derecelendirme seviyesi ve elde edilen tüm minimum standartlar ile karşılaştırılır, uygun BREEAM derecesi elde edilir.

5. Elde edilen her ‘inovasyon puanı’ için Ekstra %1 puan son BREEAM puanına eklenebilir. (Maksimum % 10)

BREEAM değerlendirme sisteminde bina derecesinin belirlenmesinde puanın hesaplanma yöntemi Çizelge 2.3 ve 2.4’te örnek üzerinden açıklanmıştır.

BREEAM Seçkin (*Outstanding*) derecesinin kazanılması için sertifikasyon kılavuzunda ayrıca belirtilmiş gereklilikler vardır. Alınabilinecek sertifikalar aşağıdaki gibidir;

- Geçer (Pass) $\geq$ %30
- İyi (Good) $\geq$ %45
- Çok İyi (Very Good) $\geq$ %55
- Mükemmel (Excellent) $\geq$ %70
- Seçkin (Outstanding) $\geq$ %85

Çizelge 2.3: BREEAM bina derecesinin belirlenmesi için örnek üzerinden puan hesaplama yöntemi [35].

BREEAM Kategorisi	Elde edilen Puan	Toplam puan	Elde edilen puan %	Kategori ağırlığı	Kategori skoru
Yönetim	10	22	45.45%	0.12	5.45%
Sağlık & Konfor	8	10	80.00%	0.15	12.00%
Enerji	16	30	53.33%	0.19	10.13%
Ulaşım	5	9	55.56%	0.08	4.44%
Su	5	9	55.56	0.06	3.33%
Malzeme	6	12	50.00%	0.125	6.25%
Atık	3	7	42.86%	0.075	3.21%
Arazi kullanımı & Ekoloji	5	10	50.00%	0.10	5.00%
Kirlilik	5	13	38.50%	0.10	3.85%
İnovasyon	2	10	20%	0.10	2%
Toplam BREEAM skoru				55.66%	
BREEAM Derecesi				VERY GOOD	

Çizelge 2.4.: BREEAM derecesinin çok iyi (*very good*) belirlenmesi için gerekli olan minimum standartlar [35].

BREEAM ‘Çok iyi’ (<i>Very Good</i>) derecesi için minimum standartlar	Elde edildi mi?
Man 01: Sürdürülebilirliğin sağlanması	✓
Hea 01: Görsel Konfor	✓
Hea 04: Su kalitesi	✓
Ene 02: Enerji kontrolü	✓
Wat 01 – Su tüketimi	✓
Wat 02: Su kontrolü	✓
Mat 03: Kaynak kullanımı	✓
LE 03: Ekolojik etkinin azaltılması	✓

BREEAM değerlendirme sisteminin farklı bina tipleri ve ülkeler için uygulanan tipleri aşağıdaki gibi açıklanabilir [36] ;

- **BREEAM UK**

BREEAM Yeni Binalar (*New Construction*)

- BREEAM Mahkemeler (*Courts*)
- BREEAM Bilgi İşlem Merkezleri (*Data Centers*)
- BREEAM Eğitim Binaları (*Education*)
- BREEAM Sağlık Binaları (*Healthcare*)
- BREEAM Endüstri Binaları (*Industrial*)
- BREEAM Multi-Residential
- BREEAM Ofisler (*Offices*)
- BREEAM Hapishaneler (*Prisons*)
- BREEAM Alışveriş Merkezleri (*Retail*)

BREEAM Sürdürülebilir Konutlar için Yenileme Kılavuzu (*Refurbishment Code for Sustainable Homes*)

BREEAM Bölgeler (*Communities*)

BREEAM Kullanımda Olan Binalar (*In-use*)

- **BREEAM Uluslararası**

BREEAM Avrupa-Ticari (Europe Commercial):Ofisler, Alışveriş Merkezleri, Endüstri Binaları

BREEAM Uluslararası (International Bespoke)

BREEAM Bölgeler (Communities)

BREEAM Kullanımda Olan Binalar (In-use)

- **BREEAM Hollanda /Norveç / İspanya / İsveç**

LEED’ de BREEAM’de olduğu gibi bina tipine göre bu ana başlıkların içeriğinde değişiklikler olmaktadır. Aynı zamanda bina tipine göre kriterlerin puanlamadaki ağırlıkları da değiştirmektedir. BREEAM şeması binanın;

1. Tasarım aşaması - Geçici BREEAM Sertifikası (*Interim BREEAM Certificate*) alınır.
2. İnşaat (Yapım) sonrası aşama – Son BREEAM Sertifikası (*Final BREEAM Certificate*) alınır.

BREEAM değerlendirme sistemine ait kategoriler ve puan yüzdeleri Çizelge 2.5’te belirtilmiştir [35].

Çizelge 2.5: BREEAM kategorileri ve kategori puanları [35].

Konu	Ofis	Ticari	Endüstriyel	İlkokul
Yönetim	% 12	% 12	% 12	% 12
Sağlık & Konfor	% 15	% 15,1	% 15	% 15
Enerji	% 28,8	% 19,1	% 19,5	% 19,1
Ulaşım	% 8,1	% 7,2	% 8,1	% 7,9
Su	% 6	% 6	% 6	% 6
Malzeme	% 12,5	% 12,4	% 12,6	% 12,6
Atık	% 7,6	% 7,6	% 7,6	% 7,6
Arazi kullanımı ve Ekoloji	% 10	% 10	% 10	% 10
Kirlilik	% 10	% 10	% 10	% 10
İnovasyon	% 10	% 10	% 10	%10

Çizelge 2.5 (devam): BREEAM kategorileri ve kategori puanları [35].

Konu	Ortaokul	Yüksekokul	Yükseköğretim	Hapishane
Yönetim	% 12	% 12	% 12	% 12
Sağlık & Konfor	% 15	% 15	% 15	% 15
Enerji	% 19,1	% 18,9	% 18,9	% 18,9
Ulaşım	% 7,9	% 8	% 8	% 8
Su	% 6	% 6	% 6	% 6
Malzeme	% 12,6	% 12,6	% 12,6	% 12,4
Atık	% 7,6	% 7,6	% 7,6	% 7,6
Arazi kullanımı ve Ekoloji	% 10	% 10	% 10	% 10
Kirlilik	% 10	% 10	% 10	% 10
İnovasyon	% 10	% 10	% 10	% 10

Çizelge 2.5 (devam): BREEAM kategorileri ve kategori puanları [35].

Konu	Mahkemeler	Yerleşim alanları	Diğer binalar
Yönetim	% 12	% 12	% 12
Sağlık & Konfor	% 15	% 15	% 15
Enerji	% 19,1	% 19,1	% 19
Ulaşım	% 8	% 8,1	% 8
Su	% 6	% 6	% 6
Malzeme	% 12,6	% 12,6	% 12,6
Atık	% 7,6	% 7,6	% 7,6
Arazi kullanımı ve Ekoloji	% 10	% 10	% 10
Kirlilik	% 10	% 10	% 10
İnovasyon	% 10	% 10	% 10

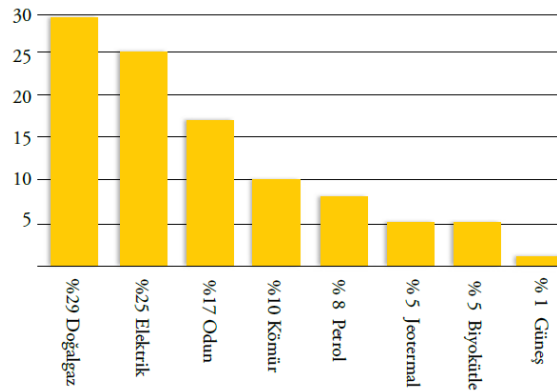
LEED ve BREEAM değerlendirme sistemlerindeki puanlandırma ağırlıklarından da anlaşılacağı gibi enerji verimliliği ile ilgili kriterler yeşil binaların değerlendirmesinde öncelikli olarak ağırlığı olan konulardır. Bu nedenle bu alanda yapılacak bir iyileşme binanın çevre üzerindeki etkisinde ve buna bağlı olarak sertifikasyon puanlandırmasında önem taşımaktadır. Çalışma kapsamında BREEAM

ve LEED sistemindeki enerji verimliliği ile ilgili kriterler incelenirken her iki sisteme ait doküman incelenmiştir [32, 35].

2.4. Yeşil Binalarda Enerji Verimliliği

Günümüzde tüm dünyada artan enerji gereksiminin ve çevresel sorunların hafifletilebilmesi için yeşil bina kavramı önemli bir rol oynamaktadır. Kişi başı enerji tüketimini Türkiye'nin 4 katından daha fazla olan Japonya, Almanya gibi ülkeler Türkiye'nin kullandığı enerjinin 1/4'ü kadar enerji harcamaktadırlar [37]. Mevcut durum incelendiğinde bunu kaynakları arasında yapılarda yanlış yalıtımdan kaynaklanan ısıtma-soğutma kayıpları, elektrikli alet ve ekipmanlardan kaynaklı kayıplar, lojistik planlamadan kaynaklı kayıplar bu sorunların başında gelmektedir. [37]

Enerji verimliliğinin amacı yaşam standartlarını düşürmeden ve yaşam kalitesini arttırarak, kullanıcı konforunu koruyarak enerji harcamalarını aşağıya çekmek, fosil yakıt kullanımını azaltarak yenilenebilir enerji teknolojilerine yönlendirerek, enerji tüketiminin azaltılmasını sağlamaktır. Gerek ev aletleri, aydınlatma gerekse uygun iklimlendirme yani ısıtma soğutma sistemleri ile binaları enerji verimli hale getirmek mümkündür. Binalarda kullanılan enerjinin enerji türlerine göre % olarak dağılımı Şekil 2.3.'te gösterilmektedir.



Şekil 2.3: Binalarda enerji kullanımının enerji türlerine göre dağılımı [37].

Yeşil binalarda enerji verimliliğinde söz edebilmek için binada enerji tüketiminin azalmasını sağlarken değerlendirilen alandaki konforun da sağlanması gerekmektedir. Aksi halde enerji verimliliğinden değil, sadece enerji tasarrufundan söz edebiliriz. Bu nedenle çalışma kapsamında kullanıcı konforunun sağlanması ve enerji ile ilgili kriterler birlikte incelenmiştir. BREEAM ve LEED değerlendirme

sistemine ait kriterler de incelenirken içmekan hava kalitesi, termal ve görsel konfor, enerji ve enerji tüketimin ölçümü ve yenilenebilir, CO₂ emisyonu açısından verimli ekipmanların kullanımını teşvik eden kriterler değerlendirmeye alınmıştır.

BREEAM ve LEED sertifikasyon sistemlerinde de enerji verimliliği ile ilgili kriterlerin toplam puanlamadaki yüzdesi oldukça fazladır. Bu kriterlerin ağırlıkları Çizelge 2.6., Çizelge 2.7. ve Çizelge 2.8.'de açıklanmıştır [35, 32].

Çizelge 2.6: BREEAM sertifikasyon sisteminde enerji verimliliği ile ilgili kriterler.

Konu		Ofis	Ticari	Endüstriyel	İlkokul
Yönetim					
Man01		% 4,4	% 4,4	% 4,4	% 4,4
Man03		%2,7	%2,7	%2,7	%2,7
Sağlık & Konfor					
Hea01	Görsel Konfor	% 2,8	% 3,5	% 2,8	% 4,2
Hea02	İç mekan hava kalitesi	% 5,6	% 5,3	% 5,6	% 5,0
Hea03	Termal konfor	% 1,9	% 1,8	% 1,9	% 1,7
Enerji					
Ene01	CO2 emisyonlarının azaltılması	% 8,1	% 9,5	% 8,1	% 8,1
Ene02	Enerjinin kontrolü	% 1,1	% 1,3	% 1,1	% 1,1
Ene03	Enerji verimli dış aydınlatma	% 0,5	% 0,6	% 0,5	% 0,5
Ene04	Düşük veya sıfır karbon teknolojileri	% 2,7	% 3,2	% 2,7	% 2,7
Ene05	Enerji verimli soğuk depo	% 1,6	% 1,9	% 1,6	% 1,6
Ene06	Enerji verimli taşıma sistemleri	% 1,1	% 1,3	% 1,1	% 1,1
Ene07	Enerji verimli laboratuvar sistemleri	% 2,7	% 0,0	% 2,7	% 2,7
Ene08	Enerji verimli ekipman	% 1,1	% 1,3	% 1,1	% 1,1
Ene09	Kurutma alanı	% 0,0	% 0,0	% 0,0	% 0,0
Kirlilik					
Pol02	Isıtma/Soğutmadab kaynaklanan NOX emisyonları	% 2,3	% 2,3	% 1,7	% 2,3
Pol04	Gece ışık kirliliğinin azaltılması	% 0,8	% 0,8	% 0,8	% 0,8
İnovasyon					
Inn01	İnovasyon				
	Toplam ağırlık	% 39,4	% 39,9	% 38,8	% 40

Çizelge 2.6 (devam): BREEAM sertifikasyon sisteminde enerji verimliliği ile ilgili kriterler.

Konu		Ortaokul	Yüksekokul	Yüksek öğretim	Hapishane
Yönetim					
Man01	Sürdürülebilirliğin sağlanması	% 4,4	% 4,4	% 4,4	% 4,4
Man03	Yapı konumunun etkisi	%2,7	%2,7	%2,7	%2,7
Sağlık & Konfor					
Hea01	Görsel Konfor	% 2,6	% 2,6	% 2,8	% 2,8
Hea02	İç mekan hava kalitesi	% 5,3	% 5,3	% 5,6	% 5,6
Hea03	Termal konfor	% 1,8	% 1,8	% 1,9	% 1,9
Enerji					
Ene01	CO2 emisyonlarının azaltılması	% 8,4	% 8,4	% 8,1	% 8,1
Ene02	Enerjinin kontrolü	% 0,6	% 0,6	% 1,1	% 1,1
Ene03	Enerji verimli dış aydınlatma	% 0,6	% 0,6	% 0,5	% 0,5
Ene04	Düşük veya sıfır karbon teknolojileri	% 2,8	% 2,8	% 2,7	% 2,7
Ene05	Enerji verimli soğuk depo	% 1,7	% 1,7	% 1,6	% 1,6
Ene06	Enerji verimli taşıma sistemleri	% 1,1	% 1,1	% 1,1	% 1,1
Ene07	Enerji verimli laboratuvar sistemleri	% 2,8	% 2,8	% 2,7	% 2,7
Ene08	Enerji verimli ekipman	% 1,1	% 1,1	% 1,1	% 1,1
Ene09	Kurutma alanı	% 0,0	% 0,0	% 0,0	% 0,0
Kirlilik					
Pol02	Isıtma/Soğutmadan kaynaklanan NOX emisyonları	% 2,3	% 2,3	% 2,3	% 2,3
Pol04	Gece ışık kirliliğinin azaltılması	% 0,8	% 0,8	% 0,8	% 0,8
İnovasyon					
Inn01	İnovasyon				
	Toplam ağırlık	% 39	% 39	% 39,4	% 39,4

Çizelge 2.6 (devam): BREEAM sertifikasyon sisteminde enerji verimliliği ile ilgili kriterler.

Kategori		Mahkemeler	Yerleşim alanları	Diğer binalar
Yönetim				
Man01	Sürdürülebilirliğin sağlanması	% 4,4	% 4,4	% 4,4
Man03	Yapı konumunun etkisi	%2,7	%2,7	%2,7
Sağlık & Konfor				
Hea01	Görsel Konfor	% 2,8	% 2,5	% 2,8
Hea02	İç mekan hava kalitesi	% 5,6	% 5,0	% 5,6
Hea03	Termal konfor	% 1,9	% 1,7	% 1,9
Enerji				
Ene01	CO2 emisyonlarının azaltılması	% 8,1	% 9,8	% 9,5
Ene02	Enerjinin kontrolü	% 1,1	% 0,7	% 0,6
Ene03	Enerji verimli dış aydınlatma	% 0,5	% 0,7	% 0,6
Ene04	Düşük veya sıfır karbon teknolojileri	% 2,7	% 3,3	% 3,2
Ene05	Enerji verimli soğuk depo	% 1,6	% 2,0	% 1,9
Ene06	Enerji verimli taşıma sistemleri	% 1,1	% 1,3	% 1,1
Ene07	Enerji verimli laboratuvar sistemleri	% 2,7	% 0,0	% 0,0
Ene08	Enerji verimli ekipman	% 1,1	% 1,3	% 1,3
Ene09	Kurutma alanı	% 0,0	% 0,0	% 0,0
Kirlilik				
Pol02	Isıtma/Soğutmadan kaynaklanan NOX emisyonları	% 2,3	% 2,3	% 2,3
Pol04	Gece ışık kirliliğinin azaltılması	% 0,8	% 0,8	% 0,8
İnovasyon				
Inn01	İnovasyon			
	Toplam ağırlık	% 39,4	% 38,5	% 38,7

Çizelge 2.7: BREEAM sertifikasyon sisteminde enerji verimliliği ile ilgili minimum, toplam puanlar ve ağırlık yüzdeleri.

Konu		Toplam puan	Ağırlık yüzdesi	Minimum standartlar				
				Geçer	İyi	Çok iyi	Mükemmel	Seçkin
Man01		8	0.12	1	1	1	1	2
Man03		5	0.12	-	-	-	1	2
Hea01	Görsel Konfor	4/6	0.15	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2
Hea02	İç mekan hava kalitesi	6	0.15	-	-	-	-	-
Hea03	Termal konfor	2	0.15	-	-	-	-	-
Ene01	CO2 emisyonlarının azaltılması	15	0.19	-	-	-	6	10
Ene02	Enerjinin kontrolü	2	0.19	-	-	1	1	1
Ene03	Enerji verimli dış aydınlatma	1	0.19	-	-	-	-	-
Ene04	Düşük veya sıfır karbon teknolojileri	5	0.19	-	-	-	1	1
Ene05	Enerji verimli soğuk depo	2	0.19	-	-	-	-	-
Ene06	Enerji verimli taşıma sistemleri	2	0.19	-	-	-	-	-
Ene07	Enerji verimli laboratuvar sistemleri	1/5	0.19	-	-	-	-	-
Ene08	Enerji verimli ekipmanlar	2	0.19	-	-	-	-	-
Ene09	Kurutma alanı	1	0.19	-	-	-	-	-
Pol02	Isıtma/Soğutma kaynaklanan NOX emisyonları	1/3	0.10	-	-	-	-	-
Pol04	Gece ışık kirliliğinin azaltılması	1	0.10	-	-	-	-	-
Inn01	İnovasyon	10	0.10	-	-	-	-	-

Çizelge 2.8: LEED sertifikasyon sisteminde enerji verimliliği ile ilgili kriterler.

Kategori	Kriter	Puan
İç mekan çevre kalitesi		
IEQ Önşart 1	Minumum içmekan hava kalitesinin performansı	Zorunlu
IEQ Kredi 1	Dış hava transferinin izlenmesi	1
IEQ Önşart 2	Ortamsal sigara dumanı kontrolü	1
IEQ Kredi 2	Arttırılmış havalandırma	1
IEQ Kredi 3.1	Yapı içmekan hava kalitesi yönetim planı – inşa sürecinde	1
IEQ Kredi 3.1	Yapı içmekan hava kalitesi yönetim planı – kullanımdan önce	1
IEQ Kredi 6.2	Sistemlerinin kontrol edilebilirliği – Termal konfor	1
IEQ Kredi 7.1	Termal konfor – Tasarım	1
IEQ Kredi 7.2	Termal konfor - Kontrol	1
Enerji & Atmosfer		
EA Önşart 2	Minumum enerji performansı	Zorunlu
EA Kredi 1	Enerji Performansının optimize edilmesi	19
EA Kredi 2	Yerinde yenilenebilir enerji	7
EA Kredi 5	Ölçümleme ve denetim	3
EA Kredi 6	Yeşil enerji	2
Tasarımda İnovasyon		
ID Kredi 1	Tasarımda İnovasyon	5
Enerji verimliliği ile ilgili toplam puan		44
Değerlendirilen tüm puanların toplamı		100
Enerji verimliliği ile ilgili puanlarının toplam puandaki yüzdesi		% 44

Bu çalışmada, enerji verimliliği kapsamında yerel bir değerlendirme sistemi oluşturulması için ele alınması gereken konuların belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bu kapsamda ele alınacak konular belirlenirken LEED ve BREEAM yeşil bina değerlendirme sistemlerinde konuyla ilgili kriterler ve kriterlerin yerine getirilebilmesi için gereken normlardan faydalanılmıştır. Bu sayede incelenmesi gereken dökümanların belirlenmesi amaçlanarak, eksikliklere dikkat çekilmesi hedeflenmiştir.

2.5 Türkiye’de Yeşil Bina Değerlendirme Sistemleri

Tüm dünyada yeşil binaların değerlendirilmesinde çeşitli değerlendirme sistemleri kullanılmaktadır. Her ülke iklim, coğrafi özellik, enerji tüketimi, kültürel yapıları bakımından birbirinden farklılık göstermektedir. Bu nedenle ülkemizde BEES, LEED, BREEAM, CASBEE gibi küresel sertifikalarının aynen kullanılmasıyla tam verim alınamayacağı düşünülmektedir. ÇEDBİK (Çevre Dostu Yeşil Binalar Derneği), Türkiye için bir sertifikasyon sistemini oluştururken AB normlarına uygunluğundan dolayı İngiliz yeşil bina sertifikasyon sistemi BREEAM sisteminden faydalanmaktadır. Ayrıca Mayıs 2007’de yürürlüğe giren 5627 no’lu Enerji Verimliliği Kanunu, çevre duyarlılığı yüksek firmaların sürdürülebilir projelerine LEED ve BREEAM gibi uluslararası sertifikalar alması, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından 2008 yılında yürürlüğe giren Binalarda Enerji Performansı yönetmeliği gibi sürdürülebilir yaklaşımlar da önemli çalışmalar olarak göze çarpmaktadır.

Ülkemizdeki sertifikasyon eksikliğinin karşılanmasına yönelik olarak ÇEDBİK (Çevre Dostu Yeşil Binalar Derneği), BRE görüşmeler sonucunda Eylül 2009’da BRE Global ile karşılıklı iyi niyet anlaşması imzalamıştır. Bu anlaşmaya göre, Ocak 2010 itibarıyla başlayacak olan BRE Global-ÇEDBİK ortak adaptasyon çalışması ile BREEAM’i Türkiye koşullarına göre adapte ederek ulusal bir yeşil bina değerlendirme sistemi yaratmak hedeflenmektedir. Bunun yanında bu süreçte, ÇEDBİK Sertifika Komitesi BREEAM Europe Commercial 2009 Türkçe versiyonu yayımlanmıştır. Bu kılavuzun, yeşil binalar hakkında bilginin yayılmasına hız katması ve uyarılma çalışmalarına da temel oluşturması düşünülmektedir.

Avrupa normlarını baz alması nedeni ile ülkemizde çalışması sürdürülen bir değerlendirme sistemi oluşturulmasında BREEAM’e ağırlık verilmektedir. Türkiye’de kullanılan standartların çoğu Avrupa normlarına dayalıdır bu da yerel bir sertifika sistemine geçiş sürecinde fayda sağlayacaktır. Burada dikkat edilmesi gereken nokta LEED sertifikasyon sisteminde baz alınan normların Amerikan, yabancı kökenli normlar olması ve BREEAM’in ise Avrupa standartlarına dayalı olmasıdır, ayrıca BREEAM’in dünyada oluşturulan ilk sertifikasyon sistemi olması ve daha sonra oluşturulan sistemlere de referans olması da kayda alınmalıdır. Yeni oluşturulan sertifika sisteminde her ne kadar BREEAM temel alınarak oluşturulsa da

tek başına bir sisteme bağlı kalarak yerel bir değerlendirme sistemi oluşturmak doğru bir yol değildir. Amerika kökenli ve tüm dünyada kullanılan LEED sertifikasyon sistemi de tez kapsamında değerlendirmeye alınmıştır.

Sertifikasyon sistemlerinin bilinirliği gün geçtikçe artmaktadır. Ülkemizde yapılan çalışmalarla konuyla ilgili bilinçlenme ve gelişmeler de artarak devam etmektedir. Bugüne kadar yapılan başvurular sonucunda dünyada geçerliliğini kanıtlamış LEED ve BREEAM kapsamında değerlendirilmiş binalar aşağıda ayrıca belirtilmiştir.

Redevco, Erzurum Alışveriş Merkezi, 2009 - BREEAM Very Good

Redevco, Gordion Alışveriş Merkezi, 2009 - BREEAM Very Good

Siemens, Ofis ve Üretim Binası, İstanbul, 2009 – LEED Gold

Unilever, Türkiye Merkez Ofis Binası, İstanbul, 2009 – LEED CI Silver

Philips, Ofis Katı, İstanbul – LEED CI Silver

Türk Motor Merkezi, İstanbul, 2010 - LEED Gold

Eser Holding Binası, Ankara, 2010 – LEED Platin

TekfenOZ Levent Ofis Binası, İstanbul, 2010 – LEED CS Gold

Toyota Onatça, Adana, 2010 – BREEAM Very Good (Interim)

Ada Alışveriş Merkezi, Sakarya, 2011 – BREEAM In Use – Good

Wilo Pompa Sistemleri, İstanbul, 2011 – LEED Gold

DEEPO İstanbul AVM, İstanbul – LEED Gold

Li Fung Cnter, İstanbul, 2011 – LEED Silver

Güler Plaza, İstanbul – BREEAM Very Good (Interim)

Baylo Suites, İstanbul, 2011 – LEED Silver

BASF Dilovası Yönetim Binası, Kocaeli – LEED Gold NC Major Renovations

3. ENERJİ VERİMLİ YEŞİL BİNA TASARIMI VE DEĞERLENDİRME SİSTEMLERİNİN OLUŞTURULMASINDA YOL HARİTASININ BELİRLENMESİ

Yeşil binaların enerji verimli olabilmesi için daha önce de bahsedildiği gibi tek başına enerjinin değil bunun yanında bina kullanıcıları için konforun da dikkate alınması gerekmektedir. Bu kapsamda öncelikle LEED ve BREEAM'deki konu ile ilgili kriterler incelenerek, bu kriterlerin referans aldığı norm ve dökümanlar '*Ekler*' bölümünde ayrıca açıklamıştır. LEED ve BREEAM sistemindeki enerji verimliliği ile ilgili kriterler incelenirken LEED ve BREEAM ait teknik dökümanlardan yararlanılmıştır [32, 35]. Daha sonra bu bilgiler doğrultusunda bir sonraki bölümde Türkiye'deki durumun değerlendirilmesi amaçlanmaktadır.

3.1. LEED ve BREEAM Yeşil Bina Değerlendirme Sistemleri Kapsamında Enerji Verimliliği İle İlgili Konuların İncelenmesi

Bu bölümde öncelikle iki değerlendirme sisteminde enerji verimliliği ile ilgili kriterler incelenip, sonrasında bu kriterlerin referans aldığı ulusal ve uluslararası normların değerlendirilmesi amaçlanmaktadır.

Türkiye için oluşturulmakta olan yeşil bina değerlendirme sisteminine yol göstermesi için BREEAM ve LEED yeşil bina değerlendirme sisteminde yer alan enerji verimliliği ile ilgili kriterler bu bölüm kapsamında incelenecektir. Daha önce de bahsedildiği gibi enerji verimliliği termal, görsel konfor, yenilenebilir teknolojiler ile enerji verimli ekipmanların kullanımı, enerji tüketiminin gözlenmesi, iç mekan hava kalitesinin sağlanması gibi birçok konuyu içerir. Bu nedenle ilgili kriterler, bu başlıklar altında irdelenecektir.

3.1.1. İç mekan hava kalitesi

Sürdürülebilir binalarda iç mekandaki konforun sağlanması için öncelikli olarak iç mekan hava kalitesinin sağlanması gerekmektedir. İç mekan hava kalitesi de yeterli havalandırmanın doğal ve mekanik olarak sağlanması ile elde edilir. Kötü iç hava kalitesi sağlık riskini de arttırmaktadır. Hava kalitesinin sağlanmasında dikkate

alınması gereken husus yeterli taze hava oranının sağlanarak sağlıklı iç hava ortamının sağlanmasıdır.

Yeşil binalar solunum rahatsızlığı, alerji, astım, hasta bina sendromu oranını azaltan ve kullanıcı konforu, çalışanın performansını artıran daha iyi bir iç ortam sağlar. Sıfır veya düşük seviyelerde uçucu organik madde içeren halı, marangoz işlerinde kullanılan yapıştırıcı, boya ve diğer duvar kaplamaları gibi malzemeler daha az gaz yayar ve iç hava kalitesini yükseltir. Güneş ışığı ile aydınlatma kullanıcının ruhsal durumunu iyileştirerek iç ortam kalitesini artıran bir diğer etkidir. Yeşil binalarda yeterli havalandırma ve yüksek verimli filtrasyon sistemi sağlanmalıdır. Isıtma ve soğutma sistemlerinde yeterli havalandırma ve filtrasyon olduğunda ve iç hava kalitesine olumlu katkı sağladığından emin olunmalıdır.

İç mekan hava kalitesinin sağlanması LEED ve BREEAM kapsamında yukarıda da belirtilenler ışığında değerlendirilmektedir.

BREEAM içmekan hava kalitesini üç ayrı başlıkta inceler. Bunlar aşağıdaki gibidir;

- Hava kirliliği kaynaklarının minimize edilmesi (3 puan)
- Doğal havalandırma potansiyeli (1 puan)
- Laboratuvar çeker ocakları ve kapsadıkları alanlar (2 puan)

Sertifikanın elde edilmesi için minimum puan gerekliliği yoktur.

3.1.1.1. BREEAM Hea02: Hava kirliliği kaynaklarının minimize edilmesi

Kriterin amacı, kötü iç hava kalitesinden kaynaklanan sağlık riskini azaltmaktır.

İç hava kalitesinin sağlanması, kirlilik kaynağının ortadan kaldırılması, kontrolü ve iç hava kalitesinin üçüncü boyuttaki test ve analizi ile sağlanır.

Klima veya doğal olarak havalandırılan binalarda bina tipine göre değerlendirme ölçütleri değişmektedir. Temel olarak binaların hava girişlerinin dış mekandaki kirlilik kaynağından mesafesi ölçüt olarak alınır. Değerlendirmede kirlilik kaynağının uzaklık şartında plan uzaklığının yanında üçüncü boyuttaki mesafe de dikkate alınmalıdır.

Dış kirlilik kaynağını; değerlendirilen alandaki otoyol ve ana erişim yolları, otoparklar ve araç dağıtım/bekleme alanları, endüstriyel/tarımsal servis tesisini içine alan bina çıkışları oluşturur.

İç mekan hava kalitesinin mağazalar ve sosyal binalar gibi geniş, değişken kullanım içeren alanlarda CO₂ veya hava kalite sensörleri belirlenmesi gerekir. Alan mekanik olarak havalandırılıyorsa sensörler mekanik havalandırma sistemine bağlanır. Doğal olarak havalandırılıyorsa sensörlerin CO₂ seviyesi önerilen sınırı aştığında bina yöneticisini uyarması ya da otomatik açılan pencereler, çatı boşlukları gibi taze havayı nicel olarak ölçen kontrollere bağlanarak içmekan hava kalitesi sağlanması gereklidir.

İç mekandaki taze hava oranının ulusal geçerli yöntem ile sağlanması şart koşulmaktadır.

İkinci puanın elde edilebilmesi için bunların yanında tüm boya ve verniklerin BREEAM Hea2 kriterinde yer alan uçucu organik bileşenler ile ilgili gereklilikleri sağlaması gerekmektedir. Bu gereklilikler boya, vernik, ahşap panel ve parkeler, tavan duvar ve zemin kaplamasında kullanılan malzemelerin uçucu organik bileşen emisyonlarının Avrupa standartlarındaki minimum gerekliliklerini gösterir.

Üçüncü puanın elde edilmesi için hava kirliliğinin test edilmesi ve ölçümü gereklidir. İnşaat sonrasında kullanımdan önce formaldehit ve tüm uçucu organik bileşen konsantrasyonu ölçülür. Bu yoğunluğun bina yönetmeliklerindeki gerekliliklere uygunluğu değerlendirilir.

Konsantrasyon seviyelerinin değerlendirilmesinde ayrıca aşağıdaki normlar ile uygunluğu kontrol edilir.

- BS EN ISO 16000-4:2004 Formaldehitin saptanması - Difüzyonla numune alma yöntemi (*Determination of formaldehyde - Diffusive sampling method*)
- BS EN ISO 16000-6 İç mekandaki uçucu organik bileşenlerin saptanması ve test edilmesi (*Determination of volatile organic compounds in indoor and test chamber air by active sampling on Tenax TA sorbent, thermal desorption and gas chromatography using MS/FID*)
- BS EN 16017-2: 2003 İç mekan, ortam ve çalışma alanı havası. Uçucu organik bileşenlerin difüzyonla numune alınması ve analizi (*Indoor, ambient and workplace air. Sampling and analysis of volatile organic compounds by sorbent tube/thermal desorption/capillary gas chromatography. Diffusive sampling*)

- BS EN ISO 16000-3: 2001 İç mekan havası – Bölüm 3: Formaldehit ve diğer karbonil bileşiklerin tayini – Aktif numune alma yöntemi (*Determination of formaldehyde and other carbonyl compounds -- Active sampling method*)

3.1.1.2. BREEAM Hea02: Doğal havalandırma potansiyeli

Kriterin amacı, doğal olarak havalandırılan binalardaki yeterli çapraz hava akımı ile klima ile/mechanik olarak havalandırılan binaların doğal havalandırma stratejisi ile desteklenmesidir. Binaların doğal havalandırma stratejisi ile taze hava alması iki yolla sağlanır;

- a. İlk yol açılabilir pencere alanının¹ oda/kattaki brüt iç döşeme alanının % 5'i kadar olmasıdır. Derinliği 7m ile 15m arasında olan binlarda açılabilir pencere alanı çapraz havalandırmayı desteklemek için çift taraflı ve tüm alan boyunca dağıtılarak sağlanır.
- b. İkinci yol ise havalandırma tasarım aracının kullanılmasıdır. Bu sayede doğal havalandırma stratejisinin termal konfor koşullarını ve havalandırma oranlarını yeterli çapraz hava akımı ile sürdürüldüğü ortaya konur. Havalandırma tasarım araçları aşağıda ayrıca belirtilmiştir. Tasarım aracının uygunluğu tasarımın süreci ile ilişkilidir.

- Kabuk akış modelleri
- Sayısal akışkanlar dinamiği (CFD)
- Ortak termal ve havalandırma modelleri
- Fiziksel derecelendirme modelleri

Kabuk akış modelleri en basit modellerdir ve boşlukların tasarım durumundaki ilk ölçülendirmesi için önerilirler. Diğer araçlar daha detaylı bilgi verirler ve genellikle tasarımın ileriki aşamaları için daha uygundurlar.

Havalandırma tasarım aracının *CIBSE Applications Manual 10: 2005, Natural Ventilation in Non-domestic Buildings* [38] ile uyumlu olması gerekmektedir. Yayın, ticari olmayan binalar için doğal havalandırmanın nasıl yapılması gerektiği ile ilgili bilgi verir [38].

¹ Açılabilir pencere alanı: Havalandırma boşluğunda yaratılan geometrik boş havalandırma alanıdır. Bir cephenin veya açılır pencerenin alanı olarak kabul edilebilmesi için bu alanların tümü ile açılabilmesi gereklidir.

Belirlenen strateji, kısa vadeli kokuların önlenmesi ve/veya yaz dönemi aşırı ısınmasını engellemek için ofis alanına yüksek oranda havalandırma ile taze hava temininde en az iki seviyeli kullanıcı kontrolü sağlamalıdır.

Puanlandırmada dikkate alınan bir diğer konu pencerelerin açılma mekanizmasının kullanıcılar tarafından erişilebilir olmasıdır. Hava cereyanını engelleyecek hava akış oranı kullanıcı kontrolü ile sağlanır. Mekanik olarak havalandırılan / soğutulan binalarda puanların elde edilebilmesi için de bahsi geçen koşullar ile uygunluğu gösterilmelidir.

Havalandırma ile ilgili BREEAM kapsamında dikkate alınan standartlar, eğitim binaları, ofis alanları, ortamsal şartlara göre kontrol edilen klinik alanları için ayrıca özel olarak belirtilmiştir.

3.1.1.3. BREEAM Hea02: Laboratuvar çeker ocakları ve kapsadıkları alanlar

Kriterin amacı, laboratuvar çeker ocaklarının belirlenirken, çeker ocakların en iyi kılavuza göre tasarlanmış olmasıdır.

Kriterdeki 1 puanın elde edilmesi için çeker ocaklar aşağıdakilere uygun olacak şekilde uygulanır;

- Çeker ocakların genel amacı: *BS EN 14175-2:2003 Çeker ocaklar, Bölüm:2 Güvenlik kuralları ve performans özellikleri*
- Çeker ocaklardaki yeniden filtrelenmesi: *BS 7989:2001 Specification for recirculatory filtration fume cupboards*
- Mikrobiyolojik güvenlik kabinleri: *BS EN 12469:2000 Mikrobiyolojik güvenlik kabinleri için performans özellikleri*

Bunların yanında BREEAM okullarda çeker ocakların kullanılması durumunda ‘Building Bulletin 88’ [39] kılavuzunu referans göstererek buradaki A seviyesinin sağlanılmasını şart koşar. Bu da kullanıcılara bağlı özel durumlarda referans verilen standartların değişiklik gösterebileceğine işaret eder.

- Eğer değerlendirilen alanda kanallı çeker ocaklar var ise, hava boşaltım hızı *BS EN 14175-2:2003 Çeker ocaklar, Bölüm:2 Güvenlik kuralları ve performans özellikleri*’nde önerildiği gibi ≥ 10 m/s olmasına bağlıdır.

Ekstra bir puanda aşağıdakilerin sağlanması durumunda elde edilir.

Kriterin amacı, laboratuvar alanlarının kapsama seviyesi 2 & 3'ün en iyi tasarım kılavuzuna [38] göre belirlenmesidir.

Tüm alanlar için tasarlanan filtreler kapsama seviyesi 2 ve 3'teki gibi temizlik/değişim kolaylığı için dışarıda ana laboratuvar alanında yerleştirildiği gibi belirlenmelidir. Filtreler bakım personeli için kolayca erişilebilir olmalıdır.

Her laboratuvar alanı kapsama seviyesi 2 ve 3 için acil durum butonu belirtilmelidir.

Bunların yanında tasarım ekibi her çeker ocağın yerinin ve baca yüksekliğinin belirlenmesinde *HMIP Teknik Kılavuz Notları D1*'i dikkate almalıdır. Bu kılavuz genellikle yerel yönetimler tarafından kullanılır. Yaklaşık olarak baca yüksekliğinin belirlenmesini sağlar [40].

BREEAM'in 2010 yılında yayımlanan versiyonunda iç mekan hava kalitesi kapsamında *Hea20: Havalandırma oranları* kriterinde yeterli temiz havanın sağlanması için sigara odalarının gerekliliği vurgulanmıştır. Değerlendirmede havalandırmanın mekanik olarak sağlanması gerektiği ve yeniden dolaşımın önlenmesi için sigara odalarını tüm kullanım alanlarından lobiler ve ayrı hizmet veren havalandırma sistemleri ile ayrılması gerektiği belirtilmiştir. Ancak 2011 yılında yayımlanan versiyonda sigara odaları ile ilgili herhangi bir kısıtlama yer almamaktadır.

3.1.1.4. LEED IEQ Ön Şart 1: Minimum iç hava kalitesinin performansı

IEQ Önşart 1: Minimum iç hava kalitesinin performansı kriterinin amacı; binalardaki iç mekan hava kalitesine ulaşılması için minimum iç hava kalitesi performansının saptanmasıdır.

Minimum dış havalandırma oranına ulaşılması için havalandırma sistemi tasarımı *ASHRAE 62.1-2007* standardını baz alır. Havalandırma oranlarındaki enerji kullanımı ve enerji verimliliği optimizasyonu ve kullanıcı konforu için iç hava kalitesi dengelenir. Daha detaylı kılavuz ve referans gereklilikler için LEED kullanıcıyı *ASHRAE Standard 62.1-2007 Kullanım Kılavuzu*'na yönlendirir. *ASHRAE Standardı 62.1-2007*, Yeterli içmekan hava kalitesi için havalandırma, *Bölüm 4-7* arasındaki minimum gerekliliklerin sağlanması gerekmektedir.

Binaların havalandırma tipine göre farklı gereklilikleri vardır.

Binalar;

- Mekanik olarak havalandırılıyorsa: Mekanik havalandırma sistemi havalandırma oranı prosedürüne uygun olarak kullanılmalı veya yerel yönetmeliğe uyarlanabilmelidir.
- Doğal olarak havalandırılıyorsa: *ASHRAE Standardı 62.1-2007, Bölüm 5.1'e* uygun olmalıdır. [41]

3.1.1.5. LEED IEQ Kredi 1: Dış hava transferinin izlenmesi

IEQ Kredi 1: Dış hava transferinin izlenmesi kriterinin amacı; kullanıcı konfor ve refahının teşvikine yardım eden havalandırma sisteminin izlenmesi için kapasitesinin sağlanmasıdır.

Havalandırma sistemi tasarımının minimum gerekliliklerini sürdürdüğünden emin olmak için kalıcı bir izleme sistemi kurulmasını öngörür. Hava akış değerleri veya CO₂ seviyesi öngörülen değerlerden %10'dan farklı bir şekilde değişirse tüm izleme ekipmanlarını binadaki görsel ya da işitsel bina otomasyon sistemi alarmı yerine tüm izleme sistemleri bir alarm üretilip yapılandırılır.

Mekanik olarak havalandırılan alanlar: Yoğun olarak kullanılan (kullanıcı yoğunluğu 1000 m² başına 25 kişi veya daha fazla olan) tüm alanlarda CO₂ yoğunluğunun izlenmesi gerekmektedir. Mekanik sistemlerde tasarım ihtiyacında hava akımının % 20 ya da fazlası kullanımı yoğun olmayan alanlar için ise *ASHRAE 62.1-2007* [42] standardında tanımlandığı gibi, tasarımın minimum dış hava oranındaki minimum dış hava giriş akımını artı veya eksi % 15 kesinlikle ölçen direk hava akımı ölçüm aleti ile sağlanmalıdır.

Natural olarak havalandırılan alanlar: CO₂ konsantrasyonunun doğal olarak havalandırılan tüm alanlar için izlenmesi gerekmektedir. Eğer doğal havalandırma tasarımında pasif baca(lar) kullanıyorsa veya diğer bir deyişle hava akımı bu alanlardan eşit olarak ve simültane bir şekilde bina kullanıcıları tarafından müdahale edilmeden sevkediliyorsa bir CO₂ sensörü çoklu yoğun alan olarak kullanılmayan alanlar için kullanılabilir.

3.1.1.6. LEED IEQ Ön şart 2: Ortamsal sigara dumanı kontrolü

Kriterin amacı; bina kullanıcılarının, iç yüzeylerin ve hava dağıtım sistemlerinin ortamsal sigara dumanına maruz kalmasını önlemek ve minimize etmektir.

Kriter kapsamında, ticari binalarda sigara kullanılması yasaklanır veya sigara odalarında havalandırma kontrolü ile sigara kullanılmasına izin verilir. Konutlar için ise sigara kullanılması ortak alanlarda yasaklanır ve bina kabuğu ve sistem konut alanları arasındaki ortamsal sigara dumanı transferini en aza indirmek için tasarlanır.

Girişlere, dış alan hava girişlerine ve açılabilir pencerelere 25 fit mesafede sigara içilmesi yasaklanır. Sigara içilmesine izin verilen alanlar için bu alana yönlendiren işaretler konulması önerilir. Özetle sigara dumanının sigara içilmeyen alanlardaki dolaşımı engellenir. Yeterli boşaltımın sağlanması için çevreleyen alanlar ve sigara odaları ile kapılar arasında minimum negatif basınç yaratılır. Sigara odaların performansı, en az 10 sn’de alınan bir ölçüm ile 15 dakikalık periyotlar ile belirlenir. Performans her alan için sigara odalarından (kapıların kapalı olma durumuna göre) yapılandırılan en kötü hava taşınımına göre yapılır. Bu şartlar konut dışı projeler için geçerlidir.

Konut ve hastane projelerinde yukarıda belirtilenlerin haricinde, yerleşik birimlerdeki tüm dış kapılar, açılabilir pencerelerde dış alana olacak hava sızıntısını önlemek için sızdırmaz bant ile çevrenir. Her yerleşik birim için kontrolsüz yollardan ortamsal sigara dumanı transferinin duvar, tavan ve döşemeler yolu ile sızması minimize edilir.

Yerleşik birimlerde kapılardaki hava sızdırmazlığı ölçen testin *ANSI/ASTM-E779-03, Hava kaybı oranının saptanması için standart test yöntemi (Standard Test Method for Determining Air Leakage Rate)*’ne uygun olması gerekir [43]. Bu standarda ait gereklilikler ‘Ekler’ bölümünde açıklanacaktır. *Residential Manual for Compliance with California’s 2001 Energy Efficiency Standards*’taki Bölüm 4 ’te tanımlanan aşamalı örnek yöntem kullanılır [44].

3.1.1.7. LEED IEQ Kredi 2: Artırılmış havalandırma

Kriterin amacı, iç hava kalitesini arttırmak için ek bir dış havalandırma sağlamak ve kullanıcı konfor ve huzurunu desteklemektir. Kriter değerlendirilirken alanlar doğal

olarak havalandırılan ve mekanik olarak havalandırılan olmak üzere iki farklı grupta incelenir.

1. Doğal olarak havalandırılan alanlar

Carbon Trust Good Practice Guide 237'de tanımlanan 8 tasarım aşaması dikkate alınır. Carbon Trust, düşük karbon ekonomisini hızlandırmayı misyon edinmiş kar amacı gütmeyen bir kuruluştur [45]. Carbon Trust Good Practise Guide 237 dikkate alınması gerekli maddeler aşağıda sıralanmıştır:

- Tasarım gerekliliklerinin geliştirilmesi
- Hava akış yollarının planlanması
- Özel dikkat gerektirebilecek bina kullanımı ve özelliklerinin saptanması
- Havalandırma gerekliliklerinin saptanması
- Dış dayanımının tahmini
- Havalandırma araç çeşitlerinin belirlenmesi
- Havalandırma araçlarının ebatları
- Tasarımın analizi

LoopDA² ile birlikte çok-zonlu yazılım, NIST's CONTAM³ ortak alan yazılımı gibi analitik olarak her oda için hava akış tahmini kullanılır.

CIBSE Applications Manual 10:2005, Ticari olmayan binalarda doğal havalandırma (*Natural Ventilation in Non-domestic Buildings*) [46] normunda olduğu gibi yararlı bir strateji ortaya konulmalıdır. Bunu değerlendirmenin iki farklı seçeneği vardır:

Seçenek1: CIBSE Applications Manual 10: 2005, Ticari olmayan binalarda doğal havalandırma (*Natural Ventilation in Non-domestic Buildings*) [46] ya da CIBSE AM 13:2000, Karma tipli havalandırma (*Mixed Mode Ventilation*) [47] normlarına göre doğal havalandırma sistem tasarımının uygunluğunun sunulmasıdır.

² Loop denklem tasarım yöntemi, doğal ve hibrit havalandırma sistemlerindeki hava akım bileşenlerinin ebatlandırılması için önerilerde bulunur. LoopDA, Loop denklem tasarım yönteminin doğal havalandırılan binalardaki açıklıkları boyutlandırılan, NIST tarafından geliştirilen bir bilgisayar programıdır. [119]

³ Contam, LoopDA ile entegre çalışan çok-zonlu analiz aracıdır. [119]

Seçenek 2: ASHRAE 62.1-2007 [42] Bölüm 6’da tanımlandığı gibi kullanılan alanların en az %90’ının, her oda için doğal havalandırma hava akışının tahmin edilebilmesi için makroskobik, çok-zonlu analitik model kullanılmasıdır.

2. Mekanik olarak havalandırılan alanlar

Uygun olan yerlerde ek enerji tüketimini minimize etmek amacıyla yüksek havalandırma oranı ile birlikte ısı korunumu kullanılmalıdır.

Solunum alanı dış havalandırma oranının tüm kullanım alanlarında, IEQ nşart 1: Minimum iç hava kalitesinin performansı kriterinde olduğu gibi ASHRAE Standart 62.1-2007’de tanımlanan minimum oranların en az %30 yukarısında olacak şekilde arttırılır.

3.1.2. Termal konfor

Konfor kişisel ve psikolojik; sıcaklık, nemlilik, hava hareketi, hava kalitesi, aydınlatma, gürültü, kültür, alışkanlık, kişi tercihleri, çevreyi kontrol edebilmeyi, giysi ve aktivite parametrelerini içerir.

Diğer bir yandan sıcaklık termal konfora etki eden farklı parametrelerle ilişkili olan tek parametredir.

Ofislerde kış ve yaz için ayrı ayrı 21-23°C ve 22-24°C hava sıcaklığı önerilmektedir [48]. Fakat termal konforu farklı hava sıcaklıkları ile sağlamak da mümkündür.

Hava hareketi, radyan ısı, bağıl nem kriterleri termal konforu etkileyen parametrelerdir. Çevreye uyum sağlayabilme ayrıca, kısa ve uzun dönemli alışkanlıklar, kişisel durumlar gibi kişileri ortama karşı daha hassas hale getiren kültürel değerlerden de etkilenir. LEED ve BREEAM değerlendirme sistemi termal konfor kapsamında değerlendirilen kriterler aşağıda incelenmiştir.

3.1.2.1. BREEAM Hea03: Termal konfor

Kriterin amacı; tasarım araçları, kontrollerinin kullanılıp termal konfor seviyelerinin sağlanarak kullanıcılara termal olarak konforlu bir ortam sağlanmasıdır. Toplam 2 puan kazanılabilir, sertifikanın değerlendirmeye alınması için elde edilmesi gereken minimum standart yoktur. İlk puanın elde edilebilmesi için;

CIBSE AM11 Bina enerji ve çevresel modelleme [49]’ye uygun bir yazılım kullanılarak termal modelleme yapılması gerekir. Modelleme, hizmet ve tasarım

stratejisinin termal konfor seviyelerinin *CIBSE Çevresel tasarım kılavuzu* veya ilgili bir standartta uygun olduğunu ortaya konmalıdır. Detaylı tasarım aşamasındaki simülasyonu ortaya çıkarmak için kullanılan yazılım tam dinamik termal analiz⁴ ile sağlanmalıdır. Daha küçük ve daha basit bina tasarımlarında alternative olarak daha az kompleks analiz yöntemleri uygun olabilir. (Seçilen metodolojiler *CIBSE AM11 Building energy and environmental modeling* [49]' e uygun olmalıdır)

Diğer bir konu da TOR (*time out of range*)'un kabul edilen limitler arasında olmasıdır. TOR, binanın değerlendirilen alanlarındaki ölçüm ya da simülasyon/modelleme ile saptanan, kabul edilebilir sıcaklık oranının, kullanım süresi boyunca, sıcaklık zaman ölçüsüdür. Bina TOR açısından uygun bir standart ile sağlanmalıdır. Eğer TOR ile ilgili mevcut bir standart yok ise bakım mühendisi TOR'un bina işlevi ve amacı doğrultusunda kabul edilebilir olduğunu onaylamalıdır. Sonrasında TOR ölçümü BREEAM raporuna işlenir, bu ölçüm kış ve yaz dönemi için minimum ve maksimum değerleri içerir.

İkinci puanın elde edilebilmesi için;

Yukarıdaki koşulların sağlanmasının yanında önerilen ısıtma / soğutma stratejileri için aşağıdakilerin de yerine getirilmesi gereklidir:

- Binadaki zonlar ve bu alanların bina servisleri ile ne şekilde etkin ısıtılacağı ve soğutulacağı
- Kullanıcı bilgisi, kullanım şekli ve oda fonksiyonları, kullanıcıların binadaki sistemleri ne şekilde kullanmaya yatkın olduğu ve beklentileri
- Önerilen sistemlerin birbirleri ile etkileşimi ne şekilde olduğu ve bunun kullanıcıların termal konforuna nasıl etki ettiği
- Otomatik sistemler için manuel kullanım ihtiyacı
- Binadaki ısıtma/soğutma sistemleri, kullanım alanlarındaki ayrı düzenlemesine izin veren kullanıcı kontrollü olmasını sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır.
- Zonlanma, her bir birim alanda (dış duvarın her 7m'si içerisinde) ve merkez zonda ayrı kullanıcı kontrolüne imkan vermelidir.

⁴ Termal konfor analiz araçları artan komplekslikte birçok sayıda metoda ayrılabilir. Bunlardan en kompleks ve en güvenilir sonuçlar veren ise tam dinamik modeldir. Bu model yıllık ısıtma/soğutma yüklerini, aşırı ısınma risklerini ve kontrol stratejilerinin belirlenmesine olanak sağlar.

- Binadaki alan/zonun bölgesel ısıtma/soğutma denetimi birey(ler) tarafından ulaşılabilir olmalıdır. Kullanıcı kontrolü alan/zonun içerisinde veya civarına yer almalıdır.

3.1.2.2. LEED IEQ Kredi 6.2: Sistemlerin kontrol edilebilirliği – termal konfor

IEQ Kredi 6.2: Sistemlerin kontrol edilebilirliği-Termal konfor kriterinin amacı çok kullanıcı alanlarda ayrı kullanıcı ya da gruplar ile termal konfor sistemlerinin kontrolünün sağlanması ve bu sayede kullanıcıların üretkenlik, konfor ve refahının artırılmasıdır.

Kontrol stratejileri, konfor kriterini geliştirmek ve kullanıcıların kendi ihtiyaçları ve tercihleri için düzenleme yapmasına imkan sağlamak amacıyla genişletilebilir. Bu stratejiler hareketli pencereler, hareketli pencere ile hibrit sistemler ve mekanik sistemler veya sadece mekanik sistemler ile sistem tasarımını geliştirilir.

Konfor kontrollerinin bina kullanıcılarının %50'si (en az) için sağlanması şart koşulur. Hareketli pencereler, pencerenin hareketli bir bölümünde kullanıcı kontrollerinin yerine 20 fit içeride ve 10 fit hareketli pencerelerin her iki tarafında uygulanabilir. Hareketli pencerenin bu alanları ASHRAE Standard 62.1-2007, 5.1 Doğal havalandırma [41] gerekliliklerine uyması gerekmektedir. Bölüm 5.1 ile ilgili gereklilikler 'Ekler' kısmında açıklanmıştır.

Termal konfor için şartlar ASHRAE Standard 55-2004'te tanımlanmıştır ve hava sıcaklığı, radyan sıcaklık, hava hızı ve nemlilik ile ilgili birincil faktörleri içerir. Belirtilen normlar ile ilgili detaylar 'Ekler' kısmında daha detaylı olarak açıklanacaktır.

3.1.2.3. LEED IEQ Kredi 7.1: Termal konfor-tasarım

IEQ Kredi 7.1: Termal konfor-Tasarım kriterinin amacı; kullanıcı üretkenliğini ve refahını teşvik eden konforlu termal ortam sağlamaktır.

ASHRAE Standard 55-2004, Kullanıcı için termal konfor koşulları [50] standardı bina performansı ile istenen kalite ve kullanıcı memnuniyetini destekler. ASHRAE 55-2004 standart içeriği daha detaylı olarak 'Ekler' kısmında açıklanacaktır. Kriterdeki puanın elde edilebilmesi için de standart kapsamında ısıtma, havalandırma, iklimlendirme sistemlerinin tasarımı ve bina kabuğunun gereklilikleri karşılanmalıdır.

Bina kabuğunun ve sistemlerin tahmini ortam ve kullanım koşulları altında yeterli konfor kriterini sağlaması gerekmektedir. Hava sıcaklığı, radyan sıcaklık, hava hızı ve bağıl nemin IEQ Önşart 1: Minumum içhava kalitesinin performansı, IEQ Önşart 1: Minumum içhava kalitesinin performansı ve IEQ Kredi 2: Artırılmış havalandırma kriterleri ile değerlendirilmesi gerekmektedir.

3.1.2.4. LEED IEQ Kredi 7.2: Termal konfor - kontrol

IEQ Kredi 7.2: Termal konfor-Kontrol kriterinin amacı; zaman içerisinde bina kullanıcılarına termal konfor değerlendirmesinin sağlanmasıdır.

İlgili puanın elde edilebilmesi için IEQ Kredi 7.1: Termal konfor-Tasarım kriterinin sağlanması gerekmektedir. Bu kriter de açıklandığı gibi bina performansında istenen konfor kriterinin sağlandığı kalıcı bir görüntüleme sistemi ile ortaya konulmalıdır.

ASHRAE 55-2004 [50] standardı termel konfor kriterinin oluşturulması, belgelenmesi ve bina performansını için onaylanmasına kılavuzluk eder. Standart termal ortamın sürekli görüntüleme ve bakımı açısından kullanılması da standarttaki prensipler görüntüleme ve düzeltici önlem sistem tasarımının temelini oluşturmaktadır.

Termal konfor çalışması kullanım sonrası 6-18 ay arasında devam ettirilmelidir. Bu çalışma binadaki termal konfor ile ilgili tüm verileri toplamalı, termal performansla ilgili tüm memnuniyet değerlendirmesini içermeli ve termal konfor ile ilgili problemleri tespit etmelidir. Eğer çalışma sonucunda kullanıcıların %20'sinin binadaki termal konfordan hoşnutsuz olduğu saptanırsa düzeltici yeni bir plan geliştirilmelidir. Bu plan *ASHRAE Standard 55-2004*'e uygun olarak problemleri alanda tüm ortamsal değişkenler ile ilgili ölçümleri içermelidir.

Konut projeleri bu kriterin dışında kalır ve değerlendirilmezler.

3.1.3. Aydınlatmada verimlilik

Aydınlatma verimliliği; değerlendirilen alandaki görsel konforun, kullanıcıya yeterli görüş alanı yaratılması ve kamaşma kontrolünün sağlanmasıyla elde edilebilir. Konfor sağlanırken aynı zamanda aydınlatmada kullanılan donatıların enerji tüketiminin de kontrol altına alınması gerekmektedir. BREEAM ve LEED değerlendirme sistemi kapsamında aydınlatma verimliliği bu konular dikkate alınarak irdelenmiştir.

3.1.3.1. BREEAM Hea1: Görsel konfor

Kriterin amacı; günışığı, yapay aydınlatma ve kullanıcı kontrolünün tasarım aşamasında en iyi görsel performans ve kullanıcı konforunu sağlayarak ele alınmasıdır. Sertifikasyonun elde edilmesi için minimum 1 puan kazanılmalıdır. Kriter kapsamında ele alınması gereken konular aşağıdakilerden oluşur.

- Ön gereksinim
- Günışığı (1-2 puan)
- Kamaşma kontrolü ve dış mekan görüş alanı (1-2 puan)
- İç ve dış aydınlatma (1 puan)
- Görsel sanatlar (1 puan) – sadece sağlık binaları için geçerlidir

Ön gereksinim

Tüm floresan ve kompakt floresan lambalar, yüksek frekanslı balastlar⁵ ile donatılmalıdır.

Günışığı

Amaç, bina kullanıcılarına yeterli günışığının sağlanmasıdır.

Bina tiplerine göre kazanılan puanlar, istenen günışığı faktörü⁶, günışığı alması gereken alan yüzdesi ve gereklilikler değişmektedir. Örneğin, okullar, ticari binalar, ofislerde minimum noktasal günışığı faktörü⁷ % 0,8, sıra yüksekliği 0,7m olarak sağlanmasının yanında ayrıca oda derinliği BREEAM’de belirlenen hesaplama yöntemi ile belirlenmektedir.

Kamaşma kontrolü ve dış mekan görüş alanı

Kamaşma kontrolündeki amaç; yeterli kontrolü sağlayarak değerlendirilen alandaki parıltı ile ilgili problemleri azaltmaktır. Kamaşma kontrolü stratejisi aydınlatma kontrolü ile birlikte, aydınlatma kontrol sistemleri de düşünülerek ele alınmalıdır. Böylece öngörülen enerji tüketimi de aşılmamış olur.

⁵ Elektrik akımını dengelemek üzere dizayn edilmiş bir devre elemanıdır.

⁶ CIE kapalı gök modeli altında yatay düzlemdeki eşzamanlı dış mekan aydınlık yüzdesi olarak ifade edilen, oda içerisinde çalışma düzlemindeki ortalama iç aydınlatma (günışığından gelen)dir.

⁷ Oda içerisinde çalışma düzlemindeki belirli bir noktada günışığından gelen aydınlığın, dış mekandaki engelsiz bir yatay düzlemde oluşan aydınlığa oranıdır.

Dış mekan görüş alanının değerlendirilmesindeki amaç, kullanıcıların etrafını görerek daha verimli vakit geçirmelerini sağlamaktır. Böylece göz yorgunluğu riskini azaltarak iç ortam monotonluğunu da azaltılmış olur. İlgili bina alanlarının 7 m içerisinde bir pencere veya yeterli dış alan görünümünü sağlayan sabit bir açıklık içermeli ve pencere/açıklık iç duvar alanının en az %20'si kadar olmalıdır.

İç ve dış aydınlatma

İç aydınlatma için; değerlendirilen tüm iç alandaki aydınlık (lux)⁸ seviyeleri *CIBSE Code for Lighting 2009* veya uygun başka bir standart doğrultusunda sağlanmalıdır. *CIBSE Code for Lighting 2009* kılavuzunun *BS EN 12464-1, Işık ve Işıklandırma - İş mahallerinin aydınlatılması - Bölüm 1: Kapalı alandaki iş mahalleri* ile de uygundur. Ayrıca bilgisayar monitörlerinin kullanıldığı alanlarda, aydınlatma tasarımının *CIBSE Guide 7*'nin BREEAM teknik dökümanında (Bölüm 3.3, 4.6, 4.7, 4.8 ve 4.9) [35] belirtilen bölümleri ile uygun olması istenir. Bu kılavuz ekstra yansımalarını önlemek için sınırlandırmalar getirir. Tavan, duvar aydınlatması ve direkt aydınlatma için önerilerde bulunur.

Tüm dış alanlardaki aydınlık seviyeleri, *BS5489-1:2003+A2:2008 Yolların ve kamusal sosyal alanların aydınlatılması (Lighting of roads and public amenity areas)* doğrultusunda olmalıdır. Bunun haricinde ofis alanları, eğitim alanları (çalışma alanları, kütüphaneler gibi), yemek alanları, ticari alanlar için de değerlendirilen alan fonksiyonuna uygun olarak ek gereklilikler getirilmiştir. Bu gereklilikler; aydınlatma kontrolleri, işleve göre farklı aydınlatma zonları oluşturulmasını içerir.

Görsel sanatlar

Görsel sanatlar ile ilgili gereklilik sadece sağlık binaları için değerlendirmeye alınır. Proje ile ilgili bir görsel sanatlar koordinatörünün atanması veya yapı ile ilgili bir sanat stratejisi belirlenmesi gerekmektedir. Bu strateji; sağlıklı bir çevre sağlamayı, bölge halkı ve hasta ile yakınları için bina ilişkilerini, sağlık kuruluşunun çevresini canlı bitkiler ile yeşillendirmeyi, çalışanlar için eğitim düzenlemeyi içerir.

Görsel konfor kriterinde gün ışığı faktörü, aydınlanan alan m² yüzdesi ve diğer gerekliliklerinin daha üst seviyede karşılanması durumunda inovasyon için de ayrıca

⁸ Bir yüzeydeki birim alan başına düşen ışık miktarıdır. Lux ile ölçülür.

puan kazanılır. Bu da görsel konforun yeşil bina değerlendirme sistemindeki yerini bir kez daha ortaya koyar.

3.1.3.2. BREEAM Pol04: Gece ışık kirliliğinin azaltılması

Kriterin amacı, dış aydınlatmanın uygun alanlarda yoğunlaşması ve yukarı doğru aydınlatmanın minimize edilmesi, ışık kirliliğinin enerji tüketiminin ve çevreye zararın azaltılmasıdır. Kriter toplamında bir puan elde edilir. Sertifikasyonun değerlendirmeye alınması için minimum gereklilik koşulu yoktur.

BREEAM değerlendirmesine göre dış aydınlatma stratejisi *ILE Guidance notes for the reduction of obtrusive light, 2005 – Tablo 1*'e uygun olması gereklidir.

Tüm dış aydınlatmalar (güvenlik aydınlatmaları hariç) 23.00 ve 07.00 arasında otomatik olarak kapatılabilmelidir. Bu, dış aydınlatmanın ilgili saatlerde bir zamanlayıcı ile kontrol edilmesiyle elde edilir. Değerlendirilen aydınlatmalar güvenlik ile ilgili bir alanda mevcutsa bunun da aynı şekilde *ILE Rahatsız edici ışığın azaltılması ile ilgili kılavuz, 2005 (Guidance notes for the reduction of obtrusive light, 2005) – Tablo 1*'e uygun olması istenir.

ILE Rahatsız edici ışığın azaltılması ile ilgili kılavuz, 2005 (Guidance notes for the reduction of obtrusive light, 2005) – Tablo 1 aşağıdakileri içerir:

- Gökyüzü parlaltısının arttırılmaması için, armatürlerin yukarı verdiği ışık oranının sınırlandırılması
- Pencerelerden ışık kaçışının engellenmesi
- Potansiyel olarak rahatsız edici olacak her bir ışık kaynağının şiddetinin sınırlandırılması
- Eğer bina cephesi aydınlatılıyorsa, ortalama parlaltının sınırlandırılması

3.1.3.3. BREEAM Ene03: Dış Aydınlatma

Kriterin amacı, yerleşimde dış alanlarda enerji verimli aydınlatma donatılarının tanınmasını sağlamaktır.

Geceleri, gözün duyarlılığı görsel spektrumdaki mavi bölgeye doğru kaydırılır. Bunun sonucu olarak, ışığı görsel spektrumdaki sarı ve kırmızı bölge arasında ışık veren sodyum lambası gibi düşük renksel geriverim endeksli lambalar, daha iyi

geriverim endeksi olan lambalardan daha fazla güç gerektirir. Ayrıca kötü geriverim endeksli kaynakların aydınlattığı renkli objeleri ayırt etmek de daha zordur.

Renksel geri verim endeksi 0 ile 100 arasında bir ölçüm olup, lambanın objenin doğal veya referans bir ışık kaynağı altındaki görünüşü ile karşılaştırıldığında objelerin rengini üretebilme yetisidir. Güneşiğine yakın ışık veren bir kaynağın 100 Ra değeri, düşük basınçlı sodyum kaynağının 0 Ra değeri vardır.

Lamba lümenineki devre başına ışıksal verim, lamba tarafından üretilen ışık akısı (Lümen olarak) ve lamba ile kumanda düzeneği (Watt olarak) nin tükettiği enerji arasındaki orandır.

Renksel geriverim endeksi 60'tan daha iyi kaynakların kullanımı kullanıcıları güvenli hissettirebildiği gibi alanların tanınmasını kolaylaştırır. Bu nedenle BREEAM kapsamında kullanılan aydınlatma donatılarındaki geriverim endeksleri için belirli bir sınırlandırma getirilmiştir.

Tüm bina için, giriş yolları ve patikalar için kullanılacak aydınlatma donatılarının renksel geriverim endeksi (Ra) 60'tan büyük ya da eşitse, en az 50 lümen/Watt ışıksal verimi olmalı veya lambanın renksel geriverim endeksi (Ra) 60tan az ise 60 lümen/Watt olmalıdır.

Araba park alanlarındaki tüm dış alan aydınlatma donatımları, ortak yollar ve ışıklandırmaların renksel geriverim endeksi (Ra) 60'tan büyük ya da eşitse, en az 70 lümen/Watt ışıksal verimi olmalı veya Lambanın renksel geriverim endeksi (Ra) 80'den az ise 60 lümen/Watt olmalıdır.

25 Watt gücünden büyük işaretler ve yukarı yönlendirilen tüm dış alan aydınlatma donatılarının en az 60 lümen/Watt ışıksal verimi veya 25'ten az ise 50 lümen/Watt olmalıdır.

Gündüz saatleri süresince değerlendirilen alandaki gereksiz enerji tüketimini önlemek için, dış mekan aydınlatma donatıları zaman ayarlı şalter veya güneşiği sensörü ile kontrol altında tutulur.

Eğer bina üzerindeki aydınlatmalarda dahil dış aydınlatma olmadan tasarlanmış ise puan kazanılmış olur.

Dekoratif ve projektör ile aydınlatma da bu değerlendirmeye katılmalıdır. Ancak sahne, sunum ve canlandırma gibi geçici uygulamaların aydınlatmaları çıkartılabilir.

Eğer yerleşimde daha önceden kalan mevcut aydınlatma donatıları var ise ve kriterde belirtilen özellikleri sağlamıyorsa uygun olanlarla değiştirilmelidirler.

3.1.3.4. LEED SS Kredi 8: Işık kirliliğinin azaltılması

İlgili kriterde amaç, binadan ve bölgeden ışık kaçışını minimize etmek, gece gökyüzü ulaşımını arttırmak için gökyüzü parıltısını azaltmak, kamaşmanın azaltılması ile gece görüş mesafesini iyileştirmek ve geceleyin oluşan aydınlatmanın çevreye etkisini azaltmaktır.

Dış aydınlatma güç yoğunlukları '*ANSI/ASHRAE/IESNA Standart 90.1.2007' Ek1*'de belgelenmiş değerleri aşamaz. Proje aşağıda tanımlanan bölgelerden birine göre sınıflandırılır ve o bölge için geçerli olan tüm gerekliliklere uyulur. Bu bölgeler:

- LZ1: Karanlık (milli parklar, eyalet parkları, orman alanları ve kırsal alanlar içerisinde yerleşik alanlar)
- LZ2: Düşük (Öncelikli konut alanları, çevre iş bölgeleri, sınırlı gece kullanımı ile aydınlatılmış endüstriyel alanlar ve konut-karma kullanım alanları)
- LZ3: Orta (LZ1, LZ2 ya da LZ4'ü geçmeyen diğer alanlar, ticaret/endüstriyel ve yüksek yoğunlukta konut alanları gibi)
- LZ4: Yüksek (Önemli büyükşehir alanlarındaki yüksek aktiviteli ticari bölgeler)

Dış aydınlatmada gece ışık kirliliğinden kaçınırken güvenli ışık seviyelerini korumak için bölge aydınlatma kriterleri benimsenmesi gereklidir. Mümkün olan yerlerde alan aydınlatması minimize edilmeli ve bölge aydınlatmasını modellemek için bilgisayar yazılımı kullanılmalıdır. LEED aydınlatma kirliliğini azaltmak için, düşük yansımali yüzeyler ve düşük açılı spot teknolojilerini önerir.

3.1.3.5. LEED IEQ 6.1: Sistemlerin kontrol edilebilirliği – aydınlatma

Çok kullanıcıli alanlarda her kullanıcının kontrolüne imkan veren yüksek düzeyde bir aydınlatma sistemi sağlanmalıdır. LEED sertifikasyon sisteminde bu konu ile ilgili kriter *IEQ Kredi 6.1: Sistemlerin kontrol edilebilirliği-Aydınlatma*'dır. Kriterin amacı, aydınlatma için kullanıcı kontrolünün tasarlanmasıdır. Tüm binanın enerji kullanımını denetlerken ortam ve ofis aydınlatmasının sağlanarak, aydınlatma tasarımında sistemlerin kontrol edilebilirliğin sağlanması gerekmektedir.

Bina kullanıcılarına aydınlatma sistemlerinin ayrı görev ve özelliklerini düzenlemek için ayrı aydınlatma kontrollerin en az % 90 olarak sağlanması puanın elde edilmesi için gereklidir.

3.1.4. Emisyonların gözlenmesi

Kuşkusuz bugünlerde en önemli çevresel sorunlardan biri küresel ısınmadır. Küresel ısınmanın ana nedeni atmosferde artan sera gazlarıdır. Bu gazlar düşük atmosferde güneş ışınımı meydana getirir ve Yer'den emilen kızılötesi ışınımın bir kısmını absorbe eder ve tekrar ıştır. Artan sera gazı daha çok ısının küresel sıcaklıkların yükselmesinden dolayı düşük atmosferde yoğunlaşır.

CO₂'nin küresel atmosferik yoğunluğu insan aktivitelerinden dolayı 1750'den beri artmaktadır. CO₂'deki bu küresel artış öncelikli olarak fosil yakıt tüketimi ve arsa kullanımından kaynaklı dünyadaki iklim değişikliği ile sonuçlanmaktadır. [51]

Sera gazları karbondioksit(CO₂), metan (CH₄), azot oksit (N₂O), hidroflorokarbon (HFC_s), perfluorokarbon (PFC_s), sülfür heksaflorid (SF₆), kloroflorokarbon (CFC_s), ve su buharını içerir. Antartik buz çekirdeği CO₂ derişimlerinin 1800l'erden, CH₄'ün 1700'lerden ve flor bazlı bileşenlerin 1960'lardan beri atmosferde arttığını ortaya çıkarmıştır.

CO₂, enerji için tüketilen kömür, gaz ve yağ gibi fosil yakıtların kullanımı sonucu oluşan başlıca gaz sera gazıdır. En doğru çözüm enerji kaynağını fosil yakıt bazlı sistemlerden düşük CO₂ emisyonlu yenilenebilir kaynaklar kullanmaktır. Binaın sürdürülebilirlik kalitesinin belirlenmesinde üretimine sebebiyet verdiği CO₂ üretiminin etkisi önemlidir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının binaya adaptasyonunda üç aşamalı bir yaklaşım vardır [52];

- Binada enerjinin nasıl kullanılması gerektiği analiz edilmeli ve bina ana tasarım alternatifleri aynı performansta azaltılan enerji gereklilikleri ile seçilerek sağlanmalıdır.
- Eğer sıfır enerji tasarım çözümleri mümkün değilse enerji etkin bir şekilde kullanan aktif sistemler seçilmelidir.
- Sonuçta azaltılan enerji gereklilikleri düşük CO₂ yayan enerji kaynakları alternatifleriyle sağlanmalıdır.

Aşağıda BREEAM yeşil bina değerlendirme sistemi kapsamında emisyonların azaltılmasına ilişkin kriterlere değinilecektir.

3.1.4.1. BREEAM Ene01: CO₂ emisyonlarının azaltılması

Kriterin amacı, işletimsel enerji ihtiyacı, tüketimi ve CO₂ emisyonunu azaltmayı hedeflemektir. Enerji performans oranı hesaplanırken BREEAM’de yer alan Ene01 hesaplama yöntemi kullanılır. Bu hesaplama yöntemi; bina işletimsel enerji ihtiyacını, enerji tüketimini ve toplam CO₂ emisyonunu dikkate alır. Binanın toplam işletimsel CO₂ emisyonu kg/CO₂/m²/yıl olarak BREEAM raporuna işlenir. Bina enerji performansı verileri tasarım ekibince ulusal hesaplama yöntemine uygun olan bir enerji modelinden elde edilir. Bu sayede binanın enerji performansı saptanmış olur.

Binanın işletimsel enerji tüketiminin karbon negatif olması durumunda inovasyon puanı elde edilir. Karbon negatif bina, binanın kendi ihtiyacı fazlasında enerji üretmesidir. Üretilen fazla enerji ulusal şebekeye verilir.

Kriterdeki gerekliliklerin yerine getirilebilmesi için izlenen yol sırasıyla aşağıdaki gibidir:

1. *Bina performans iyileşmesinin tanımlanması:* Güncel bina performansı, bina enerji modellenmesi ile enerji ihtiyacı, tüketimi ve CO₂ emisyonu için ayrı ayrı hesaplanır.
2. *Binalar için performansın enerji performans oranına dönüştürülmesi:* İlk aşamada elde edilen tüm oranlar 0 – 1 arasındaki değerler olan performans oranına dönüştürülür.
3. *Bina enerji performans oranının her parametre için ağırlığı:* İkinci aşamadan elde edilen oranlar enerji ihtiyacı, tüketimi ve CO₂ emisyonu için belirlenen ağırlıklar ile çarpılır.
4. *BREEAM puanlarının elde edilmesi:* Üçüncü aşamadan elde edilen ağırlıklar, BREEAM’de ilgili tabloda yer alan tabloda tanımlanan enerji performansı oranını verir. Bu tablodan yararlanarak elde edilecek puan saptanır. Hesaplanan değere bağlı olarak 1 ile 15 arasında puan kazanılır.

Ağırlıklar, tasarımcının her parametrenin bina performansı üzerindeki etkisini yansıtır. Böylece her parametrenin de dikkate alınması sağlanmış olur.

BREEAM değerlendirmesinde prensip olarak performans ile ilgili herhangi bir puanın karşılanması için minumum olarak öncelikle bina yönetmeliklerindeki gereklilikleri sağlaması gerekmektedir. Bina ile ilgili yönetmelikler sağlandıktan sonra performansta yapılan iyileştirmeler tasarımcıya BREEAM puanı kazandırmaya başlar. Puanlandırmada esas alınan bina ulusal yönetmelikleridir. Tablolar yönetmeliklere bağlı olarak güncellenir. Bu da ülkede geçerli olan yönetmeliklerin bina değerlendirme sistemleri üzerindeki etkisini açıkça ortaya koymaktadır. Yeşil bina değerlendirme sisteminin Türkiye’deki mevcut durumu incelenirken bu konu ile ilgili yönetmelikler irdelenecektir.

3.1.4.2. BREEAM Pol02: NO_x emisyonları

Kriterin amacı, ısıtma veya soğutma sistmlerinden kaynaklanan NO_x emisyonlarını minimuma indirerek yerel çevredeki kirliliği minimuma indirmektir. NO_x emisyon seviyeleri bina tiplerine göre BREEAM kapsamında ayrı ayrı ele alınmıştır. Kabul edilen NO_x seviyesi bina tipine bağlı olarak 40 mg/kWh ile 100 mg/kWh arasında değişmektedir. Eğer ısıtma/soğutma sistemleri gerekli enerjiyi fotovoltaikler gibi sıfır emisyonlu yenilenebilir enerji kaynaklarından alıyorsa herhangi bir emisyon yoktur. Bu nedenle BREEAM değerlendirmesinde sıfır NO_x emisyonu olduğu kabul edilir.

3.1.5 Enerji verimli ekipmanın teşviki

Binaların enerji verimli hale getirilebilmesi için binalarda kullanılan ısıtma/soğutma sistemleri, havalandırma, aydınlatma gibi elemanların enerji tüketiminin de azaltılması gerekmektedir. Bu da ancak yenilenebilir teknolojiler, düşük veya sıfır karbon teknolojileri ile mümkündür.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının binaya adaptasyonunda üç aşamalı bir yaklaşım vardır [52] ;

- Binada enerjinin nasıl kullanılması gerektiği analiz edilmeli ve bina ana tasarım alternatifleri aynı performansta azaltılan enerji gereklilikleri ile seçilerek sağlanmalıdır.
- Eğer sıfır enerji tasarım çözümleri mümkün değilse enerji etkin bir şekilde kullanan aktif sistemler seçilmelidir.
- Sonuçta azaltılan enerji gereklilikleri düşük CO₂ yayan enerji kaynakları alternatifleriyle sağlanmalıdır.

Yenilenebilir enerji teknolojileri çeşitlerine göre CO₂ tasarrufu ve maliyeti açısından incelenmesi Çizelge 3.1’de açıklanmıştır.

Çizelge 3.1: Yenilenebilir enerji teknolojileri çeşitleri.

Teknoloji	Karakteristik	Maliyet Etkinliği	CO2 Tasarrufu
Biyokütle	Organik malzemeler kullanılarak ısıtma ve biyogaz üretimi yapılır.	Orta-Konvansiyonel kazanlardan daha pahalı	Yüksek
Kojenerasyon	Fosil veya yenilenebilir yakıtlar kullanılarak hem ısı hem elektrik üretimi yapılır.	Orta-Artık ısısının tamamen geri kazanılması gerekir.	Orta – Biyokütle yakıt olarak kullanılabilirse yükselebilir.
Yakıt Pilleri	Elektrokimyasal cihaz yardımıyla sahada elektrik enerjisi üretimi yapılır.	Düşük – Pahalı pazarda sınırlı sayıda bulunabiliyor.	Orta
Toprak Kaynaklı Isı Pompası	Isıyı, topraktan alarak, mahal ısıtma ve sıcak su temini için daha yüksek sıcaklıkta bir yere gönderir.	Orta – Maliyet kazı çalışmalarına büyük oranda bağlı	Orta – Yüksek COP’ler ısıtma modunda düşük üfleme sıcaklığında elde edilebilir.
Fotovoltaik Sistemler	Güneş ışığını direk olarak doğru akıma çevirir. Alternatif akım için invertör gereklidir.	Orta – Fakat maliyetler hızla geliyor.	Düşük – Yüksek maliyete göre
Rüzgar	Türbin / jeneratör rüzar enerjisini elektrik enerjisine çevirir.	Düşük-Rüzgar koşullarına büyük oranda bağlı	Düşük/Orta – Kentsel yerleşim dışındaki tribünler daha enerji etkin
Yağmur Suyu Geri Kazanımı	Tuvaletler için kullanılmak üzere yağmur suyunun kullanılması	Düşük-İşletme ve bakım giderleri tasarrufları karşılamaktadır.	Düşük

BREEAM ve LEED kapsamında enerji verimli ekipmanın teşviki için dikkate alınan kriterler ise sırasıyla açıklanacaktır.

3.1.5.1. BREEAM Ene04: Düşük veya sıfır karbon teknolojileri

Kriterin amacı, enerji ihtiyacının kaydadeğer bir oranını, yerel enerji üretimindeki yenilenebilir kaynaklardan sağlamaya teşvik ederek karbon emisyonunu ve atmosferik kirlenmeyi azaltmaktır. Bu kriterden maksimum 5 puan elde edilebilir.

- Fizibilite çalışması veya yenilenebilir enerji temini kontratı (1 puan)
- Düşük veya sıfır karbon teknolojilerinin belirlenmesi ve uygulanması (Maksimum 4 puan)
- Serbest soğutma (1 puan)

Fizibilite çalışması veya yenilenebilir enerji temini kontratı

Enerji uzmanı⁹ tarafından en uygun yerel düşük veya sıfır karbon enerji kaynakları için bir fizibilite çalışması ile yürütülür. Bu çalışma; düşük ya da sıfır enerji kaynaklarından yıl başına sağlanan enerjiyi, kaynağın yaşam döngü maliyetini¹⁰, sistemden ihraç edilen ısı/elektriği, yerleşimin enerji ihtiyacına ve yerine uygun tüm teknolojileri içerir. Fizibilite çalışması *RIBA 'C' seviyesine* veya buna eşdeğer bir değerlendirme ölçütüne uygun olmalıdır.

Ya da diğer bir seçenek binayı kullanan şirketin sözleşmede enerji tedariği ile ilgili bina/yerleşimdeki elektriğin % 100'ünün yenilenebilir enerji kaynağından sağlandığını belirtmesidir.

Kriterde düşük yada sıfır karbon enerji teknolojilerinin kullanılmasıyla CO₂ emisyonunun azaltılmasına bağlı olarak elde edilen puan maksimum 4 olabilir. Ya da aynı puanı elde etmek için düşük veya sıfır karbon enerji teknolojilerinin yaşamsal döngü değerlendirmesindeki CO₂ emisyonunu da incelenebilir. Ancak yaşamsal döngü değerlendirmesinin *ISO 14044:2006 Çevre yönetimi – Hayat boyu değerlendirme – Gereklilikler ve kılavuz – Gereklilikler ve kılavuzlar (Environmental*

⁹ Enerji uzmanı; ticari bina sektöründeki düşük veya sıfır karbon çözümlerini içeren değerlendirme, tasarım ve uygulamaları ele alırken yeterli derecede uzmanlığa sahip fakat profesyonel olarak düşük veya sıfır karbon teknolojisi veya üreticisi ile bağlantısı olmayan kişilerdir.

¹⁰ Yaşam döngü maliyeti, binanın yaşam süreci boyunca planlama, tasarım, işletim, bakım ve kullanımdan kaynaklı tüm maliyetleri içerir.

Yaşamsal döngü değerlendirmesi ise kullanılan her teknolojinin tüm yaşamı boyunca olan karbon dengesidir. Bu da teknoloji seçiminde kullanıcıların teknolojileri seçerken işletim süresi boyunca emisyon ve tasarruflarına bakmalarının yanında tüm yaşamı boyunca (beşikten mezara) emisyon ve tasarruflarına bakılmasını sağlar. Bu nedenle de farklı teknolojilerin farklı yaşam süreleri olduğunu ortaya koyar.

Man-agement Life Cycle Assessment – Requirements and Guidelines)’a uygun olmalıdır. Düşük ya da sıfır karbon enerji teknolojilerinden sağlanan CO₂ emisyonu enerji modeli yazılımına dayanmalıdır. BREEAM tarafından önerilen düşük ya da sıfır karbon teknolojileri Çizelge 3.2.’de listelenmiştir.

Çizelge 3.2: BREEAM tarafından önerilen düşük ya da sıfır karbon teknolojileri.

Solar	Solar sıcak su	Fotovoltaik		
Su	Küçük ölçekli su enerjisi	Gel-git enerjisi	Dalga enerjisi	
Rüzgar	Rüzgar tribünleri			
Biyokütle	Tek odasıtıcı biyokütlesi	Biyokütle kazanları		
CHP (combined heat and power) kullanımı	Biyokütle	Doğal gaz	Çeşitli gazlar ve diğer biyogazlar	
Isı pompaları	Yerüstü kaynaklı ısı pompaları	Su kaynaklı ısı pompaları	Jeotermal ısı sistemleri	Hava kaynaklı ısı pompaları
	Not: Isı pompalarında ısı kaynağının yenilenebilir kaynaktan (hava, nehir, yerüstü su kaynağı veya toprak gibi) elde edilmesi gerekmektedir.			
Toplu ısıtma	Büyük ölçekli enerji üretimi gibi ısıtmanın büyük bölümü atık ısıdan geldi zaman buradan gelen atık ısı kullanımını içerir.			
Diğer	Belirtilen ‘yenilenebilir’ enerji kaynakları dışındaki hidrojen kullanan yakıt pilleri			

Projede kullanılan biyoyakıtların hangi sınıf üretim olduğu da önemlidir. Biyo-çeşitlilik, yerel gıda üretimi ve sera gazı tasarrufunun üzerindeki etkisinin belirsizliğine ek olarak fosil yakıtların yerine de geçebilirliğinden dolayı 1. nesil biyoyakıtlar BREEAM tarafından kabul edilemez. Bunlara örnek olarak şeker, tohum, tahıl, hayavansal yağdan elde edilen yakıtlar verilebilir. BREEAM 2. nesil biyyakıtlardan elde edilen sistemleri veya biyogaz, yerel ve sürdürülebilir kaynaklı katı biyoyakıtlar (odun yongası) gibi doğada çözünebilir atık malzemelerinden üretilen sistemleri kabul eder. 2. nesil biyoyakıtlar, gelişmiş bir teknik yöntem kullanan lignoselülozdan üretilen biyokütle hammaddesidir.

Serbest soğutma

CO₂ emisyonunun yukarıda belirtilen kriterler doğrultusunda azaltılması ve ‘*Hea3-Ternal Konfor*’ kriterinin de sağlanması koşulu ile gece soğutması, buharlı soğutma, veya doğal havalandırma gibi seçeneklerden herhangi birinin uygulanması gerekmektedir.

3.1.5.2. BREEAM Ene05: Enerji verimli soğuk depo

Kriterin amacı, CO₂ emisyonunu azaltmak amacıyla enerji verimli soğuk oda sistemlerinin uygulanmasını teşvik etmektir. Kriter toplamında 2 puan elde edilebilir. Sertifikasyonun elde edilmesi için minimum gereklilik yoktur. Kriter sadece ticari/endüstriyel boyuttaki soğuk depo sistemleri mevcutsa uygulanabilir.

1 puanın elde edilebilmesi için aşağıda belirtilen soğuk oda soğutma tesisatının/stratejisinin parçaları olarak belirlenen öğeler, enerji verimliliği için tanımlanan ‘*Enhanced Capital Allowance (ECA)* Enerji teknolojileri ürün listesi’nde¹¹ tanımlanan veya muadili gibi kriterlere uygun olmalıdır.

Bunun yanında *Commercial Refrigeration Code of Conduct for Reducing Carbon Emissions* [53] veya bunun muadiline de uygun olmalıdır. Code of Contact British Refrigeration Association (BRA) ve Institute of Refrigeration ortaklığı ile geliştirilmiştir 2011 yılında geliştirilmiştir. Amacı, ticari soğutma sektöründeki enerji verimliliğini artırarak karbon emisyonlarını azaltmaktır [54].

Tasarım ekibi yerel alternatifleri kullanmak isterse bu sistemlerin kullanılabilirliğini kontrol etmek için ülkenin özelleşmiş referans listesine başvurulmalıdır.

İkinci puanı da elde etmek için yukarıda belirtilen kriterler sağlandıktan sonra, *Carbon Trust Refrigeration Road Map*’in kılavuzluğunda uygulanan soğutma sistemlerinin referans binaya uyarak dolaylı sera gazı emisyonlarının¹² kazanç

¹¹ ECA Enerji Ürün Listesi (ETPL), hükümetin iklim değişikliklerini kontrol etmesinin bir anahtarı olan gelişmiş ana kabul şemasının bir bölümüdür. Şem, yayımlanan enerji verimliliği kriterini karşılayan düşük karbon enerji kazanımını teşvik etmek amacıyla teşvik edici bir vergi sağlar. Enerji teknoloji listesi (ETL) bu kriteri her tip teknoloji için detaylandırır ve ürünleri her kategoride listeler. www.eca.gov.uk

¹² Dolaylı sera gazı emisyonları, soğutma sistemlerindeki enerji kullanımından kaynaklanır. Bu emisyonlar, şebekedeki elektriğin veya değerlendirilen alandaki enerji üretim kaynağından kaynaklanan emisyonları içerir. Soğutma sistemlerinde direk seragazı emisyonları da kullanılmaktadır, bunlar soğutma sistemindeki bir çatlaktan doğrudan açığa çıkan emisyonları elde eder.

sağladığını ortaya koymalıdır. *Carbon Trust Refrigeration Road Map* soğutma sistemlerinin kullanımında başlıca enerji kazanç seçeneklerini açıklar. Dolaylı sera gazı emisyonu *BS EN 378-1 Soğutma sistemleri ve ısı pompaları - Güvenlik ve çevre kuralları - Bölüm 1: Temel kurallar, tarifler, sınıflandırma ve seçim kriterleri, Ek B (Refrigerating System and Heat Pumps Safety and Environmental Requirements, Annex B)* ile hesaplanmalıdır.

3.1.5.3. BREEAM Ene06: Enerji verimli sirkülasyon sistemleri

Asansör ve yürüyen merdivenler/yolları içeren bu kriter BREEAM kapsamında istenen enerji verimli taşıma sistemlerinin özelliklerini açıklar. Toplam 2 puan elde edilebilir. Sertifikasyonun değerlendirmeye alınması için minimum puan zorunluluğu yoktur.

Taşıma ihtiyacı analizi ve binayı gerçekleştiren tasarım ekibi öngörülen kullanıcı ihtiyacına dayanarak uygun sayı ve ebatta asansör ve dengeleme oranının saptanması gereklidir.

Asansörler için verilen maksimum yük ve buna uygun şekilde düzenlenmiş bir dengeleme olması gerekmektedir (Genellikle dengeleme oranı %50 olarak kullanılır). Kullanılan asansörler belirtilen asansör tipi ve sayısını sağlamalı, maksimum asansör yükü ve bina için taşıma/asansör ihtiyacına uygun olmalı, dengeleme oranı belirtilenden fazla sapma olmadan BREEAM ile uygun hale gelecek şekilde iyileştirilmelidir.

Asansör, yolcuların maksimum ağırlıklı oranına ek olarak kabinin ağırlığını dengelemek için denge ağırlığı kullanır, bu asansör için gerekli olan çalışma motorunun ebadını küçültür. Dengeleme oranının azalması gerekli olan motor ve kontrol cihazı ünitesi anlamına gelir, böylece enerji tasarrufu sağlanır.

En az iki tip asansör/yürüyen merdiven stratejisinin ‘amaca uygun’ hesaplanması ve en düşük enerji tüketimi olan sistemin belirlenmesi de puan kazanmak için gereklidir.

İkinci puanı da elde etmek için, yukarıda belirtilen özelliklerin sağlanmış olup aşağıda yer alan enerji verimliliği ile ilgili özelliklerin dikkate alınması gerekmektedir.

Asansörler için;

Asansörler durgun ve boş durumdayken hazır bekleme modunda olur. Örneğin, asansörün güç kontrol bölümü, asansör kabini aydınlatması ve havalandırma fanı gibi yardımcı ekipmanlar asansör/yürüyen merdivenler hareketsiz durumdayken kapalı durumdadır.

Asansör motorları kullanıldığında bu motorlar çalıştırma motorunun değişken-hız, değişken-voltaj, değişken- frekans kontrolünü kullanma yetisine sahiptir.

Asansör kabini enerji verimli aydınlatma ve ışıklı gösterge kullanır (LEDler gibi 60'tan büyük lümen/watt donanımlar 5W'tan daha az enerji tüketirler).

ISO Asansörlerin enerji performansı tasarım standardı CD25745-1, Yürüyen merdiven ve yürüyen yolcu bantları - Bölüm 1 Enerji ve uygunluk bölümünde bina toplam enerji tüketiminin %5-15'i asansörlerin işletimi, asansörlerin enerji tüketiminin %58'inin de bekleme modu ile ilgili olduğu tahmin edilir [55].

Yürüyen merdivenler için;

Öngörülen yürüyen merdiven ve/veya yollar değişken hızlı sürücü ile motor çıkışını yolcu ihtiyacına göre senkronize eden yük tanıma sensörü ile donatılmış olmalıdır veya bu sistemler otomatik işletim için yolcu tanıma sensörlü aygıt ile donatılmış olmalıdır, bu sayede yürüyen merdiven ve yollar yolcu olmadığı durumda bekleme modunda olur.

3.1.5.4. BREEAM Ene07: Enerji verimli çeker ocaklar

Kriterin amacı, laboratuvar alanlarındaki çeker ocakların, işletimsel enerji tüketimi ile CO₂ emisyonunu minimize etmektir. Kriter sadece okul binaları ve tez çalışmasının başında tanımlanan diğer binalar için değerlendirmeye alınır.

Çeker ocaklar belirlenirken yüzey hızı ve minimum enerji harcaması önceliklidir. Ayrıca okullarda uygulanan çeker ocakların, eğer gerekli ise BS7989:2001 (*recirculatory çeker ocaklar*¹³ için) ve BS EN 14175-2 (*kanallı çeker ocaklar* için) normlarına uygun olması gerekmektedir. 'Diğer binalar'da uygulanan çeker ocakların 'Hea2 iç mekan hava kalitesi' kriterini sağlaması ve BREEAM'de bu kriter

¹³ Kanalsız çeker ocakların kullanımı sınırlıdır. Laboratuvarlarda hangi kimyasal maddelerin ne oranda kullanıldığı ile ilgilidir.

kapsamında yayınlanan çeker ocakların akış hızı, havalandırma gücü, enerji koruması, serbest soğutma gibi gereklilikleri sağlaması yeterlidir. Bu tabloda bu konular için minimum değerler ve sağlanması halinde elde edilecek puanlar belirtilmiştir.

Çeker ocaklar daha çok hastane, endüstri yapıları ve üniversitelerde kullanılır. Sadece zararlı buhar çıkartan maddeler içeren deneyleri ortaya koyarken değil bu maddeleri tartarken veya depolama içinde kullanılır. Çeker ocak deneysel çalışmaları üstlenen kısmi olarak kapalı, negatif basınç altında sürdürülen, zararlı gazları bir çekme sistemiyle uzaklaştıran bir sistemdir. Çeker ocakların enerji maliyeti iyi bir tasarım ve basit bir yöntem ile 75%'ye kadar azaltılabilir. [56]

Laboratuvar alanlarındaki çeker ocakların havalandırmayı sağlaması için tasarım ekibi tarafından en iyi en iyi enerji verimli stratejiler geliştirilir.

3.1.5.5. BREEAM Ene08: Enerji verimli ekipman

Kriterin amacı, en iyi performans ve enerji kazanımının sağlanması için enerji verimli ekipman teminin sağlanmasını sağlamaktır. Toplamda 2 puan elde edilebilir. Sertifikasyonun gerçekleştirilebilmesi için minimum puan önşartı yoktur.

Kriter kapsamında yüzme havuzları, ortak çamaşırlık, bilgi işlem merkezleri, IT odaları, yerleşim alanları, mutfaklarda kullanılan beyaz eşyaların niteliği, bu iç mekanların gereklilikleri ile ilgili temel gereklilikler verilmiştir. Bu gereklilikler ekipmanlar için verilen referansları, hangi normlara başvurulması gerektiğini içerir. Referans verilen normlar arasında Avrupa, İngiltere tabanlı normlar, CIBSE kılavuzları ile BREEAM'in belirlemiş olduğu sınırlamalar yer almaktadır

3.1.5.6. LEED EA Kredi 2: Yerinde yenilenebilir enerji

'EA Kredi 2: Yerinde yenilenebilir enerji kriteri, fosil enerji kullanımından kaynaklanan çevresel ve ekonomik etkileri azaltmak, yerinde yenilenebilir enerji teminini artırmak amacıyla değerlendirilmektedir. Projede; çevre kirliliğine yol açmayan ve solar, rüzgar, düşük etkili hidro, biyokütle biyogaz stratejileri içeren yenilenebilir enerji potansiyelleri değerlendirilir. Bu stratejiler uygulanırken yerel hizmetlerin avantajı kullanılmalıdır.

Projenin performansı, binanın yıllık enerji maliyeti ile yenilenebilir enerji sisteminden üretilen enerji yüzdesine dayanır. %1 ile %13 yenilenebilir enerji yüzdesine karşılık 1 ila 7 arasında puan elde edilir.

Bina enerji maliyeti, elektrik kullanımını saptamak için '*EA Kredi 1: Enerji performansının optimize edilmesi*' veritabanı kullanılır.

3.1.5.7. LEED EA Kredi 6: Yeşil enerji

Enerji verimli yenilenebilir enerji teknolojilerini teşvik eden bir diğer kriter de 'EA Kredi 6: Yeşil Enerji' kriteridir. Amaç, sıfır çevre kirliliğini baz alarak şebeke kaynaklı yenilenebilir enerji teknolojileri kullanımının gelişimini desteklemektir. Bina enerji ihtiyacı saptanır ve yeşil enerji kontratı kapsamında olanaklar araştırılır. Bir önceki LEED kriterinde olduğu gibi projede; çevre kirliliğine yol açmayan ve solar, rüzgar, düşük etkili hidro, biyokütle biyogaz stratejileri içeren yenilenebilir enerji potansiyelleri değerlendirilir. LEED sertifikasyonu daha detaylı bir program için 'Green-e' web sitesini referans gösterir. 'Green-e', pazardaki yenilenebilir enerji ve sera gazı emisyonlarının azaltılması için ulusal bağımsız sertifika ve denetim programıdır. İki sertifika ve bir inceleme programı mevcuttur:

Green-e Climate : 2008'de başlatılan gönüllü bir sertifika programıdır.

Green-e Energy: Yenilenebilir enerji için ulusal bağımsız sertifika ve denetim programıdır.

Green-e Marketplace : Şirketlerin belli bir miktar yenilenebilir enerji satınaldıktan sonra logolarını yayınlamalarına imkan sağlayan bir programdır. [57]

Kriterin sağlanması için, '*Green-e Energy*' ürün sertifikası gerekliliklerinde tanımlandığı gibi en az 2 yıl binanın elektriğinin %35'ini yenilenebilir kaynaklardan sağlayan bir yenilenebilir enerji kontratı yapılmalıdır.

Yeşil enerji için yapılan tüm uygulamalarda enerji maliyeti değil, tüketilen enerji değeri baz alınmalıdır.

3.1.6. Enerji tüketimin kontrolü

Enerji yönetim kontrollerinin kullanılmaması, yanlış programlanan kontroller ve tarihi geçmiş teknolojiler bina sahibi tarafından yanlış anlaşılmaya sebebiyet verir ve binanın daha iyi performans gösteriyormuş gibi anlaşılmasına neden olur. Sıcaklık

kontrollerini ve enerji yönetim sistemini yeniden programlamak, güncellemek ekipmanın en yüksek seviyede işletilmesini sağlar.

İşletimsel giderleri azaltmak ve fosil yakıt kullanımını en aza indirmek için güneş, rüzgar ve diğer alternatif enerjilerin HVAC sistemi ile birlikte ele alınması gerekmektedir.

Binada enerji verimliliği sağlanması için tüketilen enerjinin de kayda alınması gerekmektedir ki kullanılan enerjinin ne kadarının hangi sistemler için gerekli olduğu ve yine hangi sistemlerin işletiminde harcandığı belirlenebilsin.

Aşağıda enerji tüketimin kontrol altına alınması için LEED ve BREEAM kapsamında ele alınan kriterler açıklanmıştır.

3.1.6.1. BREEAM Ene02: Enerji kontrolü

Kriterin amacı, enerji tüketiminin görüntülenmesini kolaylaştıran enerji sayaçlarının kurulumunun sağlanmasıdır. Kriter kapsamında toplamda iki puan elde edilebilir. İlk puan tüm binalar için geçerli olup, ikinci puan sadece anaokulu, ilkokul, hapishaneler ve konutlar için kazanılabilir.

Aşağıda yer alan ana enerji tüketim sistemleri bina enerji yönetim sistemi¹⁴ ya da enerji ölçerler kullanılarak izlenmelidir.

- Alan ısıtması
- Sıhhi sıcak su sistemi
- Nemlendirme
- Soğutma
- Fanlar (başlıcaları)
- Aydınlatma
- Küçük güç (bölgesel sebeplerden dolayı küçük güçler ile aydınlatmanın ayrı olarak sayaçlanması zor olabilir. Bu nedenle eğer aydınlatma ve ilgili küçük güç aynı kat/bölüme aitse aynı sayaç üzerinden tüketimi izlenebilir)
- Diğer ana enerji tüketim ekipmanları (bina tipine göre değişkenlik gösterebilir)

¹⁴ Bina enerji yönetim sistemleri, merkezi bilgisayar ile binanın ısıtma, iklimlendirme, aydınlatma ve güvenlik gibi bina hizmet ve sistemlerini optimize eden, kontrol eden ve izleyen bir sistemdir.

Son tüketilen enerji kullanımı bina kullanıcıları için, etiketleme veya veri çıktıları ile belirlenir.

İkinci puanın kazanılabilmesi için bina enerji yönetim sistemleri veya enerji ölçerlerin tüm kiralanın veya tek kişilik binalarda, binalardaki ilgili fonksiyon alanları veya departmanlarda uygulanmalıdır.

Yeni binalarda enerji kriteri için uygun ölçüm stratejisinin ne şekilde geliştirileceğine ait detaylı kılavuz *CIBSE TM39 Building Energy Metering and General Information Leaflet 65: Metering energy use new non-domestic buildings*'de bulunabilir. CIBSE'nin yayımlamış olduğu kılavuz, enerji ölçümü için verimli ve pratik bir yaklaşım sunar [58].

3.1.6.2. BREEAM Ene09: Kurutma alanı

Kriterin amacı kıyafetlerin kurutulması için daha az enerji sağlamaktır. Bu kriterdeki puanlar tüm konutlar ve/veya daireler için (içeride ya da dışarıda) yeterli bir kurutma alanı (4m ile 6m arasında değişmektedir) sağlandığı takdirde elde edilir.

Kurutma alanının seçiminde, alanının yeterince havalandırılması, başka bir kullanımla ortak kullanılıyorsa bu kullanımın, kurutma işlevini engellememesi gerekmektedir. Ortak kullanım sözkonusu olduğunda da bu alan girişin sadece kurutma alanını kullananlarla sınırlandırılmalıdır.

Ayrıca kurutma alanının yeterince havalandırılması ve garaj gibi başka bir kullanımla paylaşıyorsa bu kullanımın kurutma alanının kullanımına engel olmamalıdır. Eğer daireler için ortak bir kurutma alanı düzenlendiyse bu alana giriş daire sakinleri ile sınırlı olmalıdır.

İç kurutma alanı yeterli ısıda, kontrollü havalandırmaya sahip, ulusal yasalara uygun olmalıdır. Bu gereklilikleri sağlayan odalar genellikle banyo ya da çamaşır odasıdır. Ya da havalandırmanın normal iklim koşullarında kurutmaya elverişli ve yoğunlaşmayı/küf oluşumunu engellemek için yeterli olduğunu gösteren hesaplamaların uygun bina servis mühendisi/yetkili kişi tarafından yapılmış ısıtılmayan bir ek bina da kabul edilebilir. Yaşama alanları, mutfaklar, yemek odaları, ana koridorlar ve yatak odaları gibi mekanlar kurutma alanı olarak kabul edilmez.

3.1.6.3. LEED EA ön şart 2: Minimum enerji performansı ve LEED EA kredi 1: Enerji performansının optimize edilmesi

LEED sertifikasyon sisteminde Ene1 kriterine benzer kriter olarak *EA Ön Şart 2: Minimum enerji performansı* yer almaktadır. Projenin LEED sertifikası alması için bu kriterin sağlanması zorunludur. Kriterin amacı BREEAM'e benzer olarak binanın gereksiz enerji kullanımının çevresel ve ekonomik etkilerini azaltarak minimum enerji veriminin sağlanmasıdır.

LEED sertifikasyon kapsamında enerji verimliliği ile ilgili değerlendirilen bir diğer kriter de EA Kredi 1: Enerji performansının optimize edilmesi'dir. Amaç, aşırı enerji kullanımından kaynaklanan çevresel ve ekonomik etkileri azaltmak için enerji performans seviyesini yükseltmektir. Bu kriterde EA Önşart 2: Minimum Enerji performansı'nd belirtilen seçeneklere göre binanın enerji performansı belirlenir ve elde edilen bina enerji performansına göre puanlandırma yapılır.

EA Önşart 2 kriterinde istenen enerji veriminin sağlanması için 3 farklı yol vardır. Bu seçenekler enerji simülasyonu, ASHRAE ileri seviye enerji tasarım kılavuzu ve ileri seviye binalarTM çekirdek performansTM kılavuzundan oluşmaktadır.

1. Tüm binanın enerji simülasyonu (1-19 puan)

Minimum enerji performansı kriterinin sağlanması için önerilen bina, referans bina ile karşılaştırıldığında; yeni binalara göre performansının %10 arttığını ya da mevcut yapılardaki yenilmelere göre % 5 arttığının gösterilmesi gerekmektedir.

'ANSI/ASHRAE/IESNA Standart 90.1.2007- Ek G'deki [59] bina performans derecelendirme metoduna göre tüm bina için bilgisayar simülasyon modeli kullanılır ve bu şekilde bina performans derecesi hesaplanır.

EA Kredi 1: Enerji performansının optimize edilmesi kriterindeki puanlandırma minimum enerji maliyetindeki kazanç yüzdesi baz alınarak yapılır. Yeni binalarda kazancın %12 ile %48 arasında, yenilemelerde ise %8 ile %44 olması durumuna göre 1-19 arasında puan elde edilir.

ASHRAE 90.1.2007 Standardı- Ek G [59] bina performansı için enerji analizinin yapılmasını gerektir. Bunun da tüm enerji maliyetlerini içermesi gerekir. Bu kriterdeki puanları elde edebilmek için tasarım aşağıdakilere uygun olmalıdır:

- 90.1-2007 standardında ön koşullara (Bölüm 5.4, 6.4, 7.4, 8.4, ve 10.4) uygun olmalı
- Tüm bina için enerji maliyetlerini içermeli

Referans binanın 90.1.2007 Standardındaki Ek G ile uygunluğu karşılaştırılmalıdır. Referans binada kullanım (proses) enerji maliyeti toplam enerji maliyetinin %25'i kadardır. Eğer bina kullanım (proses) enerji maliyeti %25'ten az ise LEED sunumu enerji girdilerinin uygun olduğunu ispat eden dokümanları içermelidir.

Proje takımları proses yüklerini azaltmak için 'ANSI/ASHRAE Standart 90.1-2007 G 2.5'i kullanabilirler.

2. Öngörülen uyum yolu: ASHRAE ileri seviye enerji tasarım kılavuzu (1 puan)

ASHRAE ileri seviye enerji tasarım kılavuzundaki zorunlu ölçütler proje faaliyet alanına (etki alanına) uygun olmalıdır. Proje faaliyet alanı üç farklı seçenek arasından seçilir. Bunlar;

- ASHRAE Küçük Ofis Binaları İçin İleri Seviye Enerji Tasarım Kılavuzu 2004 [60]
- ASHRAE Küçük Ticari Binalar İçin İleri Seviye Enerji Tasarım Kılavuzu 2006 [61]
- ASHRAE Ambar ve Kiralık Depo Binaları İçin İleri Seviye Enerji Tasarım Kılavuzu 2006 [62]

3. Öngörülen uyum yolu: İleri Seviye Binalar™ Çekirdek Performans™ Kılavuzu (1-3 puan)

U.S. Department of energy (DOE) ticari enerji yönetmeliği saptanmasında standart süreci için, eğer yerel yönetmeliğin minimumda ortaya konan değerler ve metinsel eşdeğerliği var ise, bu analizler ANSI/ASHRAE/IESNA 90.1-2007 ile ilişkilendirilerek kullanılabilir.

EA Kredi 1: Enerji performansının optimize edilmesi kriteri kapsamında ilgili puanlandırma aşağıdaki verilere uygun olarak yapılır;

Tüm projeler *Bölüm 1: Tasarım proses stratejileri* ve *Bölüm 2: Çekirdek performans* gereksinimlerine uygun olmalıdır, bu durumda 1 puan elde edilir. *Bölüm 3: Geliştirilmiş performans* da listelenen stratejiler sağlanırsa 2 puan elde edilir.

3.1.6.4. LEED EA Kredi 5: Ölçümleme ve denetim

LEED sertifikasyonunda enerji tüketiminin kayda alınabilmesi için ‘EA Kredi 5: Ölçümleme ve denetim’ kriteri mevcuttur. Bu kriter de amaç, zaman içerisinde bina enerji tüketiminin izlenebilirliğinin sağlanmasıdır.

Binanın enerji sistemleri enerji simülasyonu veya analiz yoluyla karakterize edilir. Enerji kullanımını ölçmek için gerekli ölçüm ekipmanlarından yararlanılır. Referans performans ile gerçek performans karşılaştırılarak enerji verimliliği değerlendirilir.

İlgili kriterin sağlanması için üç seçenek vardır;

1. ‘*International Performance Measurement & Verification Protocol (IPMVP) Volume 3: Concepts and Options for Determining Energy Savings in New Construction*’da tanımlanan ‘*Option D: Calibrated Simulation (Savings Estimation Method 2)*’e ilişkin ölçüm ve denetim uygulanmasının geliştirilmesi [63]
2. ‘*International Performance Measurement & Verification Protocol (IPMVP) Volume 3: Concepts and Options for Determining Energy Savings in New Construction*’da tanımlanan ‘*Option B: Energy Conservation Measure Isolation*’e ilişkin ölçüm ve denetim uygulanmasının geliştirilmesi [63]
3. ‘*Option1: Energy and Water Data Release Form*’un MPR6 ile uygunluğunun sağlanması. Proje ENERGY STAR’ın portföy yöneticisi hesabına kayıt yapmalı ve USGBC yetkilisi ile proje dosyasını paylaşmalıdır. Bu seçenek 1 puan değerindedir.

Yukarıdaki 3 seçeneğe ek olarak her seçenek için ayrıca; ölçüm ve denetim süreci inşa sonrası kullanımın 1 yılını kapsamalıdır. Eğer ölçüm ve denetim sonucunda enerji kazancının sağlanmadığı ortaya çıkarsa düzeltici faaliyet başlatılmalıdır. Düzeltici faaliyet aşağıdakileri içerir:

- Hava hareketi olan alanlar içerisinde soğutma ve ısıtma kazanlarındaki sızıntı vanaları
- Kayıp kazandırıcı imkanlar
- Yazılım ve kullanım kılavuzunun ekipmanın 7 gün 24 saat kullanılmasını engellemesi
- Olağandışı durumlarda ekipmanın kullanımı

3.1.7. Yönetim

Değerlendirilen binada kullanılan işletim sistemlerinin uygulama kurallarına bağlı olarak işletilmesi gerekmektedir. Bina kaynak kullanımı, enerji tüketimi ve kirliliği açısından çevreye duyarlı bir şekilde yönetilmelidir ve teknik bilgisi olmayan bir bina kullanıcısı da bina işletimini verimli bir şekilde sürdürebilmelidir. İşte bu nedenle binalar için bir değerlendirme sistemi oluşturulurken bina yönetimine dair konularda değerlendirmeye katılmalıdır.

3.1.7.1. BREEAM Man01: Sürdürülebilirliğin sağlanması

Kriterin amacı tasarım ve performans beklentilerine uygun olarak sürdürülebilir ve fonksiyonelliğin sağlanmasıdır. Kriter kapsamında toplam 8 puan kazanılır, ancak enerji verimliliği ile ilgili olan bölüm kriterin *Yapım ve devir teslim (2 puan)* ve *Bakım (2 puan)* kısmıdır.

Man01- Sürdürülebilirliğin sağlanması kriterinin kapsadığı konular yapım, devir teslim ve bakımı içerir.

Yapım ve devir teslim (2 puan)

İlk puanın elde edilmesi için proje kapsamında termografik çalışmanın yapılması gerekmektedir. Bu çalışmanın uygun standart doğrultusunda değerlendirilmesi ve UKTA internet sistesinde tanımlandığı gibi Seviye 2 sertifikalı olması gerekmektedir. Ülkemizde buna uygun standart *'TS EN 13187, Binaların termal performansı – Bina yüzeylerindeki termal düzensizliklerin nitel tayini – Kızıl ötesi yöntem'* ile açıklanmaktadır. Amaç; bina kabuğundaki ısı kaybı ve hava sızmasını en aza indirmek için belirlenmiş ölçütlerin sağlanmasıdır. Çalışma aşağıdakileri içermelidir;

- Yalıtımın uygulama çizimi ile uygunluğu
- Aşırı termal köprülerden kaçınma
- Binada hava sızıntı yollarının olmaması (tasarlanmış boşluklar haricinde)

İkinci puanın elde edilmesi için işletimin devreye alınması ve kontrolü için bir ekip üyesi atanır, tüm bina hizmetleri geçerli bina yönetmelikleri, BSRIA ve CIBSE kılavuzluğunda bir işletim programı içerir. Kompleks sistemler için bir işletim uzmanı belirlenir. Kompleks sistemlerin devreye alınmasının yanında erken tasarım

aşamasından binanın devir teslimine kadar işletim gerekliliklerini yönetir. Sorumlulukları tasarım, yapım, uygulama ve devir teslim aşamalarındaki performans testi ve işletim yönetimini kapsar. Kompleks sistemler aşağıdaki gibidir;

- Havalandırma
- Mekanik/ çapraz/ kompleks pasif havalandırma
- Bina yönetim sistemi
- Yenilenebilir enerji kaynakları
- Mikrobiyolojik güvenlik kabinleri ve çeker ocaklar
- Soğuk depo ve soğutucu tesislerdir

Bakım (2 puan)

Bakım kapsamından bina kullanımından sonra en fazla 12 ay içerisinde gerekliliklerin tamamlanması şart koşulur. Bu gereklilikler kompleks sistemler için; kış için ısıtma, yaz için soğutma/havalandırma gibi tüm bina hizmetlerinin test edilmesini ve kullanıcılar ile yapılan görüşmeleri içerir. Basit sistemler için; termal konfor, havalandırma, aydınlatmanın ilk kullanımdan sonra üç, altı ve dokuz aylık periyotlarla değerlendirilmesini içerir. Ayrıca BREEAM değerlendirilmesinde sistemin etkilerini saptayabilmek için bina sakinleri ile görüşmeler yapılması gerekmektedir.

Man01 kriteri kapsamında inovasyon içinde puan elde edilebilmektedir. Bunun için kullanıcıları için kullanımdan itibaren ilk 3 yılı kapsayan bir kontrat hazırlanır. Bu kontratta yıllık bina enerji tüketimi de yer alır. Amaç enerji tüketimini azaltacak hedefler belirlemektir.

BREEAM'in *Yapım ve Devir Teslim, Bakım* ile ilgili referans standartları; *BS EN 13187, CIBSE TM23:2000* Hava sızıntısı için binaların test edilmesini içerir. Standartların içeriği bir 'Ekler' bölümünde daha ayrıntılı olarak incelenecektir.

3.1.7.2. BREEAM Man03: Yapı konumunun etkisi

Kriterin amacı, kaynak kullanımı, enerji tüketimi ve kirliliği açısından inşaat şantiyelerinin çevreye duyarlı bir şekilde yönetilmesini sağlamaktır.

Kriterin enerji tüketimi ile ilgili bölümünden 1 puan elde edilir. Bunun için; değerlendirilen alandaki enerji tüketimine ait verilerin kaydedilmesi ve

görüntülenmesi, enerji tüketimini ve CO₂ emisyonunu karşılaştıran verilerin kullanılmasına ihtiyaç vardır.

3.1.7.3. LEED EA ön şart 1: Bina enerji sistemlerinin işletmeye alınması

Bina enerji sistemlerin işletmeye alınması LEED sertifikasyon *sisteminde EA Önşart 1: Bina Enerji Sistemlerinin işletmeye alınması* kriterinde değerlendirilmiştir. Buradaki amaç da BREEAM kriterinde olduğu gibi enerji ile ilgili sistemlerin kurulumuyla yapıdaki en iyi performansın sağlanmasıdır. Bu sayede azaltılmış enerji kullanımı, düşük işletme maliyetleri, daha iyi bina belgelendirmesi sağlanır.

Yerleşimdeki sistemlerin işletmeye alınması için aynı şekilde yetkili atanır. Kişi aktivitelerin yönetimi, denetiminden sorumlu olur. LEED’de de işletim aktiviteleri aşağıda belirtilen sistemler için tanımlanmış olmalıdır:

Isıtma, havalandırma, klima sistemleri, HVAC&R (mekanik ve pasif) sistemler ile ilgili kontroller;

- Aydınlatma ve günışığı kontrolleri
- Evsel sıcak su sistemleri
- Yenilenebilir enerji sistemleridir.

Yetkilendirilen kişilerin;

- Enerji sistemleri tasarımı, kurulumu ve işletmesi
- Hizmete alma planlaması ve süreç yönetimi
- Enerji sistemleri uygulaması, birbirleri ile etkileşimleri, başlatılması, dengelenmesi, test edilmesi, arıza onarımı, işletim ve bakım prosedürleri ile uygulamalı saha deneyimi
- Enerji sistemleri otomasyonu bilgisi olmalıdır.

Beklenenler ise;

- Mal sahibinin proje gereklilikleri
- Tasarımın esasları
- İşletmeye alma planı
- İşletmeye alma şartnamesi
- Performans doğrulama belgelendirmesi
- İşletmeye alma raporu

Mal sahipleri su kullanım sistemleri, bina kabuğu sistemleri ve uygun olduğu şekilde hizmete alma planının kapsamındaki diğer sistemlerini değerlendirmede teşvik edilir. Bina kabuğu, enerji tüketimini, kullanıcı konforunu ve iç ortam hava kalitesini etkileyen önemli bir bileşenidir. Bunun işleme alma prosesine dahil edilmesi önemli finansal tasarruf sağlar ve zayıf iç ortam hava kalitesinin azalma riskini düşürür.

3.2. Enerji Verimli Yeşil Bina Kapsamında Türkiye’deki Mevcut Durumun Değerlendirilmesi

3.2.1 Enerji tüketiminin çevre üzerindeki etkisi ve Türkiye’deki boyutları

İnsan, yaşamını sürdürebilmesi için yaşadığı mekanın çevresinden faydalanmak zorundadır. Fakat bu doğanın yenileme gücünü aştığında çevre kirlenmeleri ve bozulmalar başlar. Enerji üretim ve tüketimi çevre sorunlarının başında gelir.

Endüstri devriminin başlamasıyla seri üretime geçilmesi sonucu doğadaki kaynaklar yoğun bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Doğal kaynaklar bu süreçte yenilenemediği için de doğal denge bozulmuştur. Enerjinin üretimi ve tüketimi insanlığı birçok çevre sorunu ile yüzyüze getirmiştir.

Ülkemizde de çevre kirlenmesini en aza indirmek için ve çevreyi dahaz kirletecek nitlikte enerjinin en verimli şekilde elde edilmesi için gerekli tedbir ve önlemler alınmalı, enerji ve çevre faktörleri birlikte ele alınmalıdır. Kişi başına düşen enerji tüketiminin ülkenin ‘gelişmişlik göstergesi’ olarak kabul edildiği de unutulmamalıdır.

Günümüzde de Türkiye hızlı bir sanayileşme sürecine girmiştir. 1960’ların sonlarından başlayarak hızlı kentleşme ve sanayileşme ile birlikte çevre sorunları ciddi boyutlara ulaşmıştır. Yapılan sayım ve gözlemler sonucu Türkiye’deki sanayi kuruluşlarından sadece %6,3’ünün kirlenmeye karşı önlem aldığını bilmekteyiz [64].

Çevre sorunlarının ve kirliliğinin büyük bir bölümünde, enerji kaynaklarının kullanımı, konutlardaki ısıtma, soğutma ihtiyacını karşılamak üzere tüketilen enerjinin atıkları etkili olmaktadır. Bunlar hava, su toprak kirliliğine neden olurken ekolojik dengede olumsuz değişiklikler meydana getirmekte ve canlı ve cansızlar üzerinde zararlı etkiler yapmaktadır.

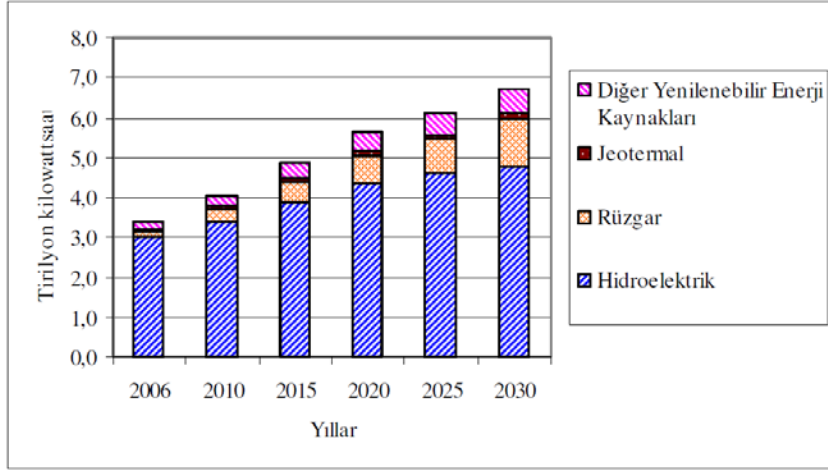
1973 ve 1979 yıllarındaki birinci ve ikinci petrol krizlerinden sonra sanayileşmiş ülkeler daha çok gaz ya da sıvı yakıt yerine ucuzluğundan dolayı kömür kaynakları kullanmaya başlamışlardır [65]. Bu da gittikçe artan hava kirliliğine neden olmuştur. Bu nedenle tüm ülkeler kirlletici parametrelerin ve emisyonların yayılmasını azaltmak amacıyla yasa ve yönetmeliler çıkartmaktadır. Uluslararası antlaşmalar yaparak, yeni enerji üretim teknolojileri konusunda araştırma-geliştirme çalışmalarını sürdürmektedirler. Ülkemizde de yenilenebilir enerji kullanımı teşvik edilmeli ve bu konuda gerekli tedbir ve önlemler alınmalıdır.

Doğal kaynaklarımızı korumamız ve enerji üretirken çevreye zararlı etkilerinin en az olduğu kaynaklara yönelmemiz gerekir. Bu kaynaklar yenilenebilir enerji kaynakları olarak tanımlanır. Ülkerin yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmesi kendi öz kaynaklarından yararlanarak temiz, güvenilir ve çevresel zararları en az olan kaynakları kullanarak dışa bağımlılığı büyük ölçüde azaltır.

Enerji kaynakları genel olarak iki gruba ayrılmaktadır. Bunlar yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynaklarıdır. Yenilenemeyen enerji kaynakları petrol ürünleri (benzin, dizel akaryakıtlar gibi), doğal gaz, kömür, uranyum (nükleer enerji) örnek olarak verilebilir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının neler olduğu Türkiye ve dünyadaki durumu ise bir sonraki başlık altında incelenecektir.

3.2.2 Yenilenebilir enerji kaynakları, Türkiye ve dünyadaki potansiyeli ve kullanımı

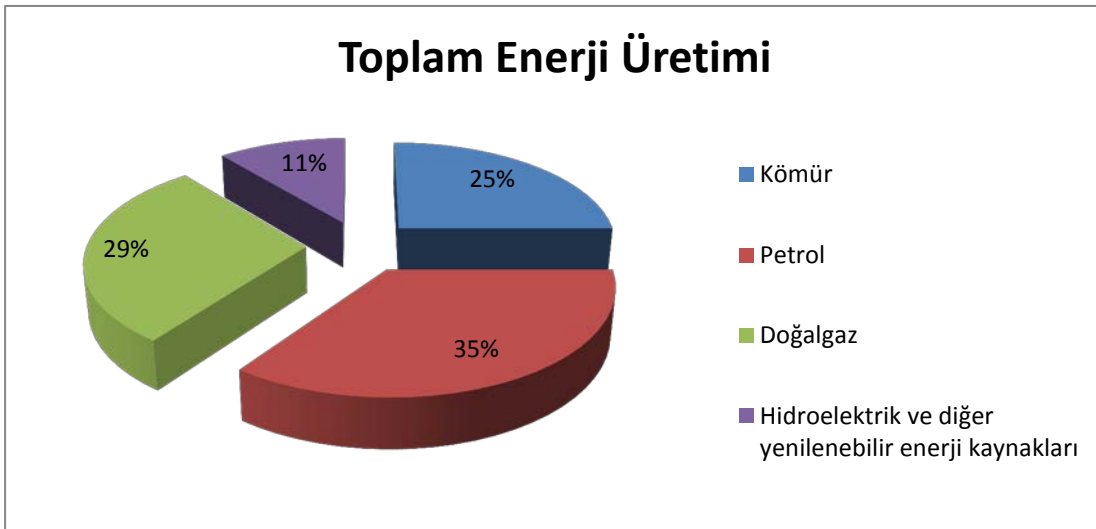
Yenilenebilir enerji kaynakları elektrik üretiminde gittikçe daha fazla pay almaya çalışmaktadır. 2006-2030 yılları arasında bu alanda %2,9'luk bir artış beklenmektedir. En fazla büyüme hidroelektrik ve rüzgar enerjisinde olurken yenilenebilir üretim teknolojileri fiyat olarak fosil esaslı yakıtlarla rekabet edebilecek düzeyde olmayacağından yapılacak yatırımlarda hükümet politikalarının ve teşvikleri büyük rol oynayacaktır [66]. Enerji kaynakları açısından dünyadaki enerji üretimi Şekil 3.1. de, ortalama elektrik üretim maliyetleri ise Çizelge 3.3'de gösterilmiştir. Şekil.3.1'den görüldüğü gibi en çok artış sıvı yakıtlarda olmakta, yenilenebilir enerji kaynaklarında da artış görülmektedir.



Şekil 3.1: Enerji kaynakları açısından dünyadaki enerji üretimi [66].

Hidrolik, jeotermal rüzgar, güneş, biyokütle ve deniz menşeli (termik – kinetik) kaynaklar yenilenebilir enerji kaynakları arasında yer almaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının diğer enerji kaynaklarına göre çevre etkileri oldukça azdır.

Türkiye, elektrik enerjisini, fosil esaslı enerji kaynaklarını (doğal gaz, akaryakıt ve kömür gibi) kullanarak veya jeotermal, rüzgar trübinleri ve hidroelektrik santralleri gibi sistemlerle üretmektedir. TEİAŞ tarafından 2006 yılı için verilen elektrik enerjisi miktarı 174.000 GWh'tır. Bu elektrik enerjisi, %74,82 oranında termik santraller, %25,11 oranında hidroelektrik enerjisi ve %0,07 oranında rüzgar enerjisi ile üretilmektedir. Isıl yöntemle elektrik enerjisi üretiminde linyit %18,37, doğal gaz %44'lük bir paya sahiptir [69]. Türkiye'nin toplam enerji üretiminde enerji kaynaklarının payları Şekil 3.2'de belirtilmiştir.



Şekil 3.2: Türkiye'nin toplam enerji üretiminde enerji kaynaklarının payları [67, 68].

Çizelge 3.3: Dünya ortalama elektrik üretim maliyetleri [70].

Sistemler	Üretim maliyeti (cent /kWs)
Kombine edilmiş çevrimli gaz türbini	3 – 5
Rüzgar	4 – 7
Biyokütle gazlaştırma	7 – 9
Uzak dizel üretimi	20 – 40
Fotovoltaik enerji merkezi istasyon	20 – 30
Dağıtılan fotovoltaik enerji	20 - 50

En yüksek maliyetli sistem güneş enerjisinden elde edilen elektrik enerjisi olarak görülmektedir. Ancak özellikle uzak bölgelerdeki bağımsız uygulamalarda [71, 72] maliyet açısından rekabet edebilir durumdadır [73].

Ülkemizde de yenilenebilir enerjinin kullanılmasının yaygınlaşması ve enerji verimliliğinin artırılması amacıyla EİE tarafından yürütülen çalışmalar ile ilgili hedefler aşağıdaki gibi özetlenebilir:

Hidrolik enerji ile ilgili yapılan çalışmalar:

- Ülkemizdeki hidroelektrik potansiyelinin tespitine yönelik çalışmaların tamamlanması
- Plan dönemi boyunca ülkemizdeki Pompajlı HES uygulamalarının başlatılmasına ve yaygınlaştırılmasına yönelik olarak potansiyel belirleme çalışmaları yürütülmesi ve örnek uygulamaların yapılması
- Türkiye’deki derelerde mikro HES uygulamalarının yaygınlaştırılması için yatırımcılara proje bazında teknik danışmanlık desteğinin sağlanması
- Plan dönemi boyunca hidrometrik araştırma ve etütler kapsamında, ölçüm kalitesinin iyileştirilmesi ve veri iletişiminin hızlandırılması için gözlem istasyonlarının modernizasyonu bütçe imkânları dâhilinde sürdürülmesi

Rüzgar enerjisi ile ilgili yapılan çalışmalar:

- Plan dönemi boyunca ülkemizdeki Rüzgâr Destekli Pompajlı HES uygulamalarının başlatılmasına ve yaygınlaştırılmasına yönelik olarak potansiyel belirleme çalışmaları yürütülmesi ve örnek uygulamaların yapılması

Güneş enerjisi ile ilgili yapılan çalışmalar:

- 2010 yılında TSE veya üretici firmalar tarafından gönderilen düzlemsel güneş kolektörlerin ısı performans testleri yapılmıştır. Ayrıca deney standının iyileştirilmesine yönelik çalışmalar yapılmıştır.

Proje konusu, Güney bölgelerimizde belirlenecek uygun bir alanda pilot ölçekli 10-20 MW gücündeki örnek bir santral yerinin belirlenmesi ve santralin EÜAŞ tarafından inşasına yönelik taşeron firma ile koordinasyon sağlanmasıdır.

Enerji verimliliğinin artırılması için yapılan çalışmalar:

- Ülkemizde enerjinin ve enerji kaynaklarının verimli ve etkin kullanılmasına yönelik yöntem ve araçlar geliştirmek ve bunların uygulanmasını sağlamak, toplumsal bilinç oluşturmak amacıyla sanayilerde, binalarda, uluslararası enerji yönetici eğitimi, etüt proje eğitiminin sağlanması [74].

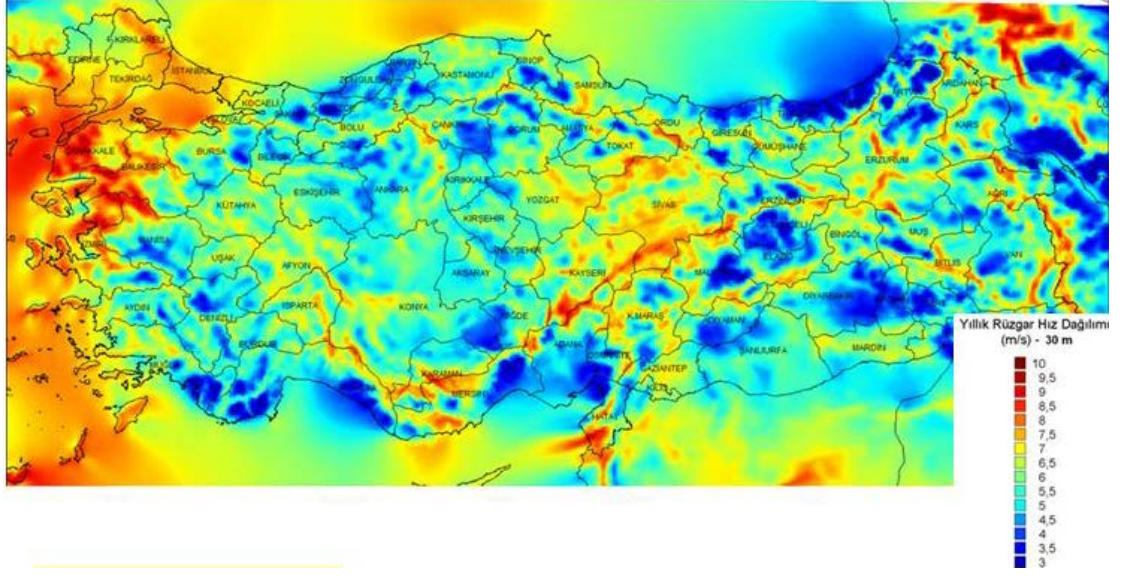
3.2.2.1 Rüzgar enerjisi

Yenilenebilir enerji kaynakları ile karşılaştırıldığında çevre açısından olumlu yönleri en fazla olan enerji kaynağıdır. Rüzgar enerjisinin dezavantajı gürültü kirliliği ile radyo ve televiizyon alıcılarına parazit oluşturmasıdır. Çevresel avantajları aşağıdaki gibi sıralanabilir [75];

- Yakıt masrafları ve hammadde ihtiyaçları yoktur.
- Temiz enerji olduğundan çevreye zararı yoktur.
- Diğer santrallere göre daha kısa sürede kurulabilir (4-5 ay).

Santral arazisi ikili kullanıma açıktır. Yani rüzgar santrali çalışırken aynı zamanda ağaçlandırma ve tarımsal faaliyetler yapılabilir. Böylece ormanlık alanların azalması engellenmiş olur. Ömrü dolan türbinleri söküp kaldırmak da mümkündür arazi yeniden kullanılabilir.

Türkiye'nin karasal alanlarında 400 milyar kwh/yıl brüt potansiyel, 120 milyar kwh/yıl teknik potansiyel ve 50 milyar kwh/yıl ekonomik potansiyeli bulunmaktadır. Brüt potansiyel ise 160.000 MW, teknik potansiyel 48.000 MW rüzgar, ekonomik potansiyel ise 20.000 MW kurulu gücüne eşdeğerdir. Türkiye kıyı sahalarında ise 8.200 MW kurulu gücünde potansiyel bulunmaktadır [76] . Türkiye rüzgar hızı haritası Şekil 3.3.'te gösterilmiştir.



Şekil 3.3: Türkiye rüzgar hızı haritası (100m yükseklikte yıllık ortalama'ya göre hazırlanmıştır)[77].

3.2.2.2 Jeotermal enerji

Jeotermal enerji yerkürenin iç ısıdır. Bu ısı merkezdeki sıcak bölgeden yeryüzüne doğru yayılır.

Genel olarak temiz bir enerji kaynağıdır. Ancak jeotermal akışkan, bazı radyoaktif elementler, amonyak, borik asit, hidrojen sülfür gibi atıklar nedeniyle çevre kirliliği yaratmaktadır.

Türkiye jeotermal enerji kaynağı potansiyeli olarak Avrupa'da birinci ve dünyada beşinci sıradadır [78]. Çizelge 3.4.'te Türkiye'deki mevcut jeotermal enerji kaynakları verilmiştir.

3.2.2.3 Güneş enerjisi

Temiz çevre dostu, atık bırakmayan, dış alını olmayan yenilenebilir bir enerji kaynağıdır. Diğer teknolojiler ile kıyaslandığında yarattığı çevre sorunları önemsiz kalır. Ancak bazı durumlarda zehirli olan ısı aktarım akışkanları ya da yüksek sıcaklıklar nedeniyle sağlık açısından olumsuz ortamlar oluşturabilmektedir.

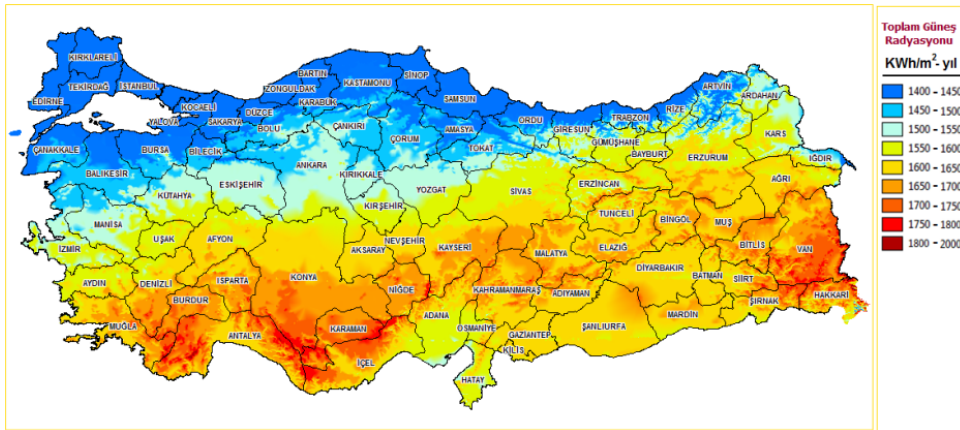
Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİE) tarafından, 1966-1982 yıllarında Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü (DMİ) tarafından ölçülen güneşlenme süresi ve ışıyım şiddeti verilerinden de yararlanılarak yapılan çalışmaya göre, Türkiye'nin ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2640 saat (günlük toplam 7,2 saat) tir. Bazı

bölgelerde bu süre daha fazladır. Çizelge 3.5.'te bölgelere göre güneşlenme süreleri, Şekil 3.4'te Türkiye güneş enerjisi potansiyel atlası verilmiştir.

Türkiye'nin yıllık güneş enerjisi potansiyelinin 1015 kWsaat olduğu tahmin edilmektedir ve bu miktar, şu andaki elektrik tüketiminden 5700 kat daha fazladır. [69]

Çizelge 3.4: Türkiye'deki mevcut jeotermal enerji kaynakları [78].

Jeotermal Saha	Kurulu Güç	Sıcaklık	İşletme Durumu	Lisans Alan Şirket
Denizli-Kızıldere	15 MWe	242	İşletmede	Zorlu Enerji A.Ş.
Aydın-Sultanhisar (Dora-1)	7.95 MWe	162	İşletmede	Menderes Jeotermal Elektrik Üretim A.Ş.
Aydın-Sultanhisar (Dora-2)	9.5 MWe	162	İnşa halinde	Menderes Jeotermal Elektrik Üretim A.Ş. tarafından lisans alınmıştır.
Aydın-Germencik	47.4 MWe	232	İşletmede	Gürmat Elektrik Üretim A.Ş. tarafından lisans alınmıştır.
Çanakkale-Tuzla	7.5 MWe	174	İnşa halinde	Tuzla Üretim A.Ş. tarafından lisans alınmıştır.
Denizli-Kızıldere (Kızıldere Jeotermal sahasının atığı olan sudan)	6.85 MWe	140	İşletmede	Bereket Jeotermal Enerji Üretim A.Ş.



Şekil 3.4: Türkiye güneş enerjisi potansiyel atlası [79].

Çizelge 3.5: Türkiye'nin yıllık toplam güneş enerjisi potansiyelinin bölgelere göre dağılımı [80].

Bölge	Toplam güneş enerjisi (kWs /m2)	Güneşlenme süresi (Saat / yıl)
G.Doğu Anadolu	1460	2993
Akdeniz	1390	2956
Doğu Anadolu	1365	2664
İç Anadolu	1314	2628
Ege	1304	2738
Marmara	1168	2409
Karadeniz	1120	1971

3.2.2.4 Hidrolik enerji

Türkiye, Norveç'ten sonra Avrupa'nın enbüyük hidrolik enerji kapasitesine sahiptir [37]. 2004 yılı itibariyle ülkemizin ekonomik hidroelektrik enerji potansiyeli 127,6 Milyar kWh/yıl'dır. Bu potansiyelin % 35'i işletmede, % 8'i inşa halinde ve geri kalan % 57'si ise çeşitli proje seviyelerinden oluşmaktadır [81].

3.2.3 Türkiye'deki mevcut yasal mevzuat

Türkiye toplam enerji tüketimi sektörel bazda incelendiğinde; sanayinin %40, binaların %31 ve ulaşımın %19'luk paylara sahip oldukları gözlemlenmektedir. Elektrik enerjisi tüketiminde ise; sanayi ve bina sektörlerinin payları sırasıyla %48, %42'dir. Ülkelerin sanayileşme ve refah düzeyleri enerji tüketiminin yanında enerjiyi verimli kullanmaları ile de ilgilidir. Ülkemizde de bina sektörü ile ilgili enerji verimliliği çalışmaları son yıllarda hız kazanmıştır. Bu konuda yapılan yasal düzenlemeler 2007 yılından itibaren hız kazanarak devam etmektedir.

Bu kapsamda enerjinin etkin kullanılması, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesi ve enerji kullanımında verimliliğin artırılması amacıyla düzenlenen 2 Mayıs 2007 tarihinde resmi gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren '*Enerji Verimliliği Kanunu (EVK)*' ve 2008 yılında '*Enerjinin ve enerji kaynaklarının kullanımında verimliliğin artırılmasına dair yönetmelik (En-Ver)*', binalarda enerji ve enerji kaynaklarının etkin ve verimli kullanılmasını, enerji israfının önlenmesini ve çevrenin korunmasına ilişkin usul ve esasları kapsayan '*Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği (BEP)*' ve merkezi ya da sıhhi sıcak su

sistemli binalarda, ısıtma ve sıhhi sıcak su giderlerinin kullanıcılara paylaşılmasını amaçlayan '*Merkezi ısıtma ve sıhhi sıcak su giderlerinin paylaşılması (ısı paydaşları)*'na ilişkin yönetmelikler de hazırlanarak yürürlüğe girmiştir.

Binalarda enerji verimliliği ile ilgili olan mevcut yasal düzenlemeler aşağıda açıklanmaya çalışılmıştır.

3.2.3.1. Enerji verimliliği kanunu

Kanunun amacı; enerjinin etkin kullanılması, israfının önlenmesi, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesi ve çevrenin korunması için enerji kaynaklarının ve enerjinin kullanımında verimliliğin artırılmasıdır.

Kanun; enerjinin üretim, iletim, dağıtım ve tüketim aşamalarında, endüstriyel işletmelerde, binalarda, elektrik enerjisi üretim tesislerinde, iletim ve dağıtım şebekeleri ile ulaşımında enerji verimliliğinin artırılmasına ve desteklenmesine, toplum genelinde enerji bilincinin geliştirilmesine, yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanılmasına yönelik uygulanacak usûl ve esasları kapsar.

Enerji verimliliğinin artırılmasına yönelik önlemlerin uygulanması ile özellik veya görünümleri kabul edilemez derecede değişecek olan sanayi alanlarında işletme ve üretim faaliyetleri yürütülen, ibadet yeri olarak kullanılan, planlanan kullanım süresi iki yıldan az olan, yılın dört ayından daha az kullanılan, toplam kullanım alanı elli metrekarenin altında olan binalar, koruma altındaki bina veya anıtlar, tarımsal binalar ve atölyeler, kanun kapsamı dışındadır. [82]

Enerji verimliliği kanunu, 7. Madde kapsamında verimliliğin artırılması amacıyla birtakım uygulamalar gerçekleştirir. Bu uygulamalar arasında;

- Endüstriyel işletmelerin çalışanları arasında enerji yöneticisi görevlendirmesi
- Toplam inşaat alanı en az 20.000 m² veya yıllık tüketimi 500.000 TEP ve üzeri olan ticari, hizmet ve kamu kesimi binalarında hizmet yöneticisi bulundurulması
- Binalardaki enerji verimliliğinin gelişimini ortaya koyan envanter ve geleceğe yönelik projeksiyonların genel müdürlük tarafından yıllık raporlar olarak hazırlanması bulunmaktadır. [83]

Kanunun Bina Enerji Yönetmeliğine atıfta bulunan (ç) ve (d) bendi ise aşağıdaki gibidir:

(ç) Toplam inşaat alanı yönetmelikte belirlenen mesken amaçlı kullanılan binalarda, ticarî binalarda ve hizmet binalarında uygulanmak üzere mimarî tasarım, ısıtma, soğutma, ısı yalıtımı, sıcak su, elektrik tesisatı ve aydınlatma konularındaki normları, standartları, asgarî performans kriterlerini, bilgi toplama ve kontrol prosedürlerini kapsayan binalarda enerji performansına ilişkin usûl ve esaslar, Türk Standartları Enstitüsü ve Genel Müdürlük ile müştereken hazırlanarak Bayındırlık ve İskan Bakanlığı tarafından yürürlüğe konulacak bir yönetmelikle düzenlenir. Yönetmelik hükümlerine aykırı hareket edilmesi halinde ilgili idare tarafından yapı kullanma izni verilmez.

(d) Bayındırlık ve İskan Bakanlığı tarafından yürürlüğe konulacak yönetmeliğe göre hazırlanan yapı projeleri kapsamında enerji kimlik belgesi düzenlenir. Enerji kimlik belgesinde binanın enerji ihtiyacı, yalıtım özellikleri, ısıtma ve/veya soğutma sistemlerinin verimi ve binanın enerji tüketim sınıflandırması ile ilgili bilgiler asgarî olarak bulundurulur. Belgede bulundurulması gereken diğer bilgiler ile belgenin yenilenmesine ve mevcut binalar da dâhil olmak üzere uygulamaya ilişkin usûl ve esaslar, Bakanlık ile müştereken hazırlanarak Bayındırlık ve İskan Bakanlığınca yürürlüğe konulacak yönetmelikle belirlenir. Mücavir alan dışında kalan ve toplam inşaat alanı bin metrekareden az olan binalar için enerji kimlik belgesi düzenlenmesi zorunlu değildir.

3.2.3.2. Merkezi ısıtma ve sıhhi sıcak su sistemlerinde ısınma ve sıhhi sıcak su giderlerinin paylaşılmasına ilişkin yönetmelik

Yönetmeliğin amacı; mevcut ve yeni yapılacak birden fazla bağımsız bölüme sahip merkezî veya bölgesel ısıtma sistemli ve sıhhi sıcak su sistemli binalarda, ısıtma ve sıhhi sıcak su giderlerinin, bağımsız bölüm kullanıcılarına paylaşılmasına ilişkin usûl ve esasları belirlemektir.

Yönetmelik gereğince mahaller ısıtma ve sıhhi sıcak su tüketimlerini ölçmek için ölçüm cihazları ile donatılır. Tüketimler belirli dönemlerde ölçülür ve gider paylaşım belgeleri düzenlenir. Tüketilen enerjiyi sınırlandırabilmek için merkezi ısıtma sistemi kullanılan binalarda TS EN 215'e uygun termostatik radyatör vana kullanılması

gerekmektedir. Merkezi sistemlerde ısıtma yapılan bölümlerdeki mahal sıcaklıklarının asgari 15° C olacak şekilde ayarlanmalıdır. [84]

3.2.3.3. Binalarda enerji performansı yönetmeliği

Yönetmeliğin amacı, binalarda enerjinin ve enerji kaynaklarının etkin ve verimli kullanılmasına, enerji israfının önlenmesine ve çevrenin korunmasına ilişkin usul ve esasları düzenlemektir.

Yönetmelik mevcut ve yeni yapılacak binalarda; binanın enerji kullanımını ilgilendiren konularda bina projelerinin ve enerji kimlik belgelerinin hazırlanması ve uygulanmasına dair hesaplama metotlarına, standartlara, yöntemlere ve asgari performans kriterlerini kapsar.

Enerji ihtiyacının kojenerasyon sistemi ve yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanması, ülkede enerji bilincinin geliştirilmesine yönelik eğitim ve bilinçlendirme faaliyetleri de yönetmelik kapsamındadır.

MADDE 7 – (1) Binaların mimari tasarımında, imar ve ada/parsel durumu dikkate alınarak ısıtma, soğutma, doğal havalandırma, aydınlatma ihtiyacı asgari seviyede tutulur, güneş, nem ve rüzgar etkisi de dikkate alınarak, doğal ısıtma, soğutma, havalandırma ve aydınlatma imkanlarından azami derecede yararlanılır.

Yönetmelik kapsamında ele alınan konular referans verilen standartlar ile birlikte Çizelge 3.6.'da özetlenmiştir.

Çizelge 3.6.: Bina enerji performansı yönetmeliği kapsamında dikkate alınan başlıca standartlar.

Konu	Referans alınan standart	Açıklama
Isı Yalıtımı	TS 825	Değerlendirilen ısı yalıtım ve hesaplamalar TS 825 standardında tanımlanan usul ve esaslara göre yapılır.Binanın yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının TS 825 standardında belirtilen sınır değerden küçük olması gerekir.
	TS EN ISO 10211-1 TS EN ISO 10211-2 TS EN ISO 14683 TS EN ISO 6946	Mevcut binalarda ısı köprülerinin önlenememesi durumunda, ısıyı nakleden kaplama yüzeylerinde oluşan ısı köprüleri sebebiyle gerçekleşen ısı kaybı hesabı sol arafta belirtilen standartlara göre yapılır.

Çizelge 3.6 (devam): Bina enerji performansı yönetmeliği kapsamında dikkate alınan başlıca standartlar.

Konu	Referans alınan standart	Açıklama
Isı Yalıtımı	TS EN 12207	Derz geçirgenlik değerleri ile ilgili bir normdur. Bina sızdırmazlık hesaplarında bina kat sayısına bağlı olarak; dış pencerelerden, balkon kapılarından ve çatı pencerelerinden kaynaklanan sızıntılar için kullanılır.
	TS EN 13465	Mekanik hava sistemi bulunan yalıtımlı binalarda, iç ve dış ortamlar arasında 50 Pascal basınç farkı için hesaplarda kullanılacak hava değişim sayıları TS EN 13465 standardından alınır.
	TS 2164	Isıtma sistem tasarımları TS 2164 standardına göre yapılır.
	TS 11389 EN 13384-1 TS 11388 EN 13384-2	Merkezi ısıtma sistemine sahip binalardaki ısıtma sistemi bacası kesit alanı ve yüksekliği; atık gaz kütlesi, atık gaz sıcaklığı ve gerekli atık gaz basıncına göre solda yer alan standartlardaki metotlara uygun olarak hesaplanır.
	TS 2192	Merkezi ısıtma sisteminin yerleşimine ait standarttır.
Havalandırma ve iklimlendirme sistemi	TS 3818	Gaz yakıt kullanan sistemlerin yerleşimine ait standarttır.
	TS EN 378	Soğutma sistemlerin tasarımında seçilecek olan soğutucu akışkanların solda yer alan standart serisine uygun olması gerekir.
	TS 3419 Avrupa Standartları	Havalandırma ve iklimlendirme sistemlerinin tasarımı için baz alınan standarttır.
	EN 7730 TS 2164	Binalardaki ısı konfor memnuniyetinin ve enerji performansının artırılması için gerekli kriterler için referans alınan standartlardır.
	EN 1886	Klima santrallerinin sızıntı, ısı köprüsü ve ısı transfer katsayısı için uyulması gereken standarttır.
	TS 5895	Havalandırma ve iklimlendirme sistemlerinin işletme ve bakımı için uyulması gereken standarttır.
	TS 3420 Avrupa Standartları	Havalandırma ve iklimlendirme sistemlerinin yerleşimi için uyulması gereken standarttır.
	TS EN 1507 TS EN 12237	Hava kanalları sızıntı limitleri bu standartlara göre belirlenir ve raporlanır.

Çizelge 3.6 (devam): Bina enerji performansı yönetmeliği kapsamında dikkate alınan başlıca standartlar.

Konu	Referans alınan standart	Açıklama
Sıhhi sıcak su hazırlama ve dağıtım sistemleri	TS EN 14336	Binalarda sıhhi sıcak su sistemlerinin düzenlenmesi konusunda referans alınan standarttır.
Elektrik tesisatı ve aydınlatma sistemleri	EN 15193	Binanın toplam enerji tüketimi içerisindeki aydınlatma enerjisi payının hesaplanmasında standarda ait hesap yöntemi kullanılır.

Yukarıdaki standartları içeren Bina Enerji Performansı Yönetmeliği doğrultusunda ortaya çıkan değerlendirmeye Bina Enerji kimlik Belgesi düzenlenir¹⁵. 1 Temmuz 2010 itibarıyla uygulanmaya başlanan Enerji Kimlik Belgesi, BEP-TR kullanılarak düzenlenir.

BEP-TR yönetmeliğince ele alınan konular aşağıdaki gibidir:

- Bina ile ilgili genel bilgiler
- Düzenleme ve düzenleyen bilgileri
- Binanın kullanım alanı (m²)
- Binanın kullanım amacı
- Binanın ısıtılması, soğutulması, iklimlendirmesi, havalandırması ve sıhhi sıcak su temini için kullanılan enerjinin miktarı (kWh/yıl)
- Tüketilen her bir enerji türüne göre yıllık birincil enerji miktarı (kWh/yıl)
- Binaların kullanım alanı başına düşen yıllık birincil enerji tüketiminin, A ile G arasında değişen bir referans ölçeğine göre sınıflandırılması
- Nihai enerji tüketiminin oluşturduğu sera gazlarının kullanım alanı başına yıllık miktarı (kg CO₂/m²-yıl)
- Binaların kullanım alanı başına düşen yıllık sera gazı salımının, A ile G arasında değişen bir referans ölçeğine göre sınıflandırılması (kg CO₂/m²-yıl)
- Binanın aydınlatma enerjisi tüketim değeri
- Birincil enerji tüketimine göre enerji sınıfı

¹⁵ Türk Silahlı Kuvvetleri, Milli Savunma Bakanlığı ve bağlı kuruluşları, Milli İstihbarat Teşkilatı Müsteşarlığı binaları ile mücavir alan dışında kalan ve toplam inşaat alanı 1.000 m²'den az olan binalar için Enerji Kimlik Belgesi düzenlenmesi zorunlu değildir [121] .

- Nihai enerji tüketimine göre CO₂ salımı sınıfı
- Binanın yenilenebilir enerji kullanım oranı

BEP-TR yöntemine göre enerji kimlik belgesi alacak olan yeni binalar D sınıfı ve daha fazla enerji tüketimine ve CO₂ salınımına sahip olamaz [85].

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Ülkemizde binalar için konu ile ilgili mevcut mevzuata bakıldığında; enerjinin uygun cihaz ve sistem tasarımları ile verimli kullanılması, atık enerjinin sisteme geri kazandırılması, alternatif, yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanım olanaklarının değerlendirilmesi konuları ön plana çıkmaktadır.

Binaların enerji kullanımındaki artış ve dışa bağımlılık oranları dikkate alındığında, binaların enerji performansı açısından belgelendirilmesi, binanın mimari yapısı, aydınlatma, havalandırma, ısıtma/soğutma sistemleri ile ilgili standartların kapsamlı olarak ele alınmasının gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Binadaki enerji verimliliğinin sağlanması tüm mimari sistemlerin birbiri ile entegre çalışmasıyla mümkün olacaktır. Bu nedenle söz konusu sistemlerin birbirinden bağımsız düşünülmemesi gerekmektedir. Bina enerji sistemlerinin çeşitliliği, disiplinler arası çalışma zorunluluğu ve devlet kurumlarının bu konudaki yetki alanları düşünüldüğünde çok kapsamlı bir çalışma sözkonusudur.

Bu çalışmada yeşil bina değerlendirme sistemlerinde en yaygın kullanılan LEED ve BREEAM değerlendirme sistemlerinde ele alınan konular incelenmiş ve bu konuda Türkiye’de yapılması gerekenlere dikkat çekilmeye çalışılmıştır.

İç mekan hava kalitesi nin belirlenmesinde; BREEAM ve LEED kapsamında daha önceki bölümlerde de bahsedildiği gibi birçok norm değerlendirme ölçütlerini belirlemektedir. Dikkate alınması gereken ölçütler temel olarak hava kirliliğine neden olan kaynakların minimize edilmesi ve yeterli doğal/ mekanik havalandırma ile mekanın taze hava alınması sağlanarak konforun sağlanmasıdır.

BREEAM ve LEED değerlendirme sistemlerinde ASHRAE 62.1 standardı, iç hava kalitesinin kullanıcıların sağlığı üzerindeki negatif etkilerini minimuma indirmek için minimum dış havalandırma oranı ve diğer ölçümleri tespit eder. Ülkemizde iç hava kalitesini değerlendirmek amacıyla ‘Bina Enerji Performansı Yönetmeliği’ içeriğinde Türkiye’deki mevcut yasal mevzuat kapsamında da belirtildiği gibi havalandırma ve iklimlendirme sisteminin tasarımı ile ilgili bir dizi standart

belirlenmiştir. Bu standartlar genel olarak havalandırma tasarımı için temel alınması gereken boyutlandırma, mekanik özellikler ve yerleşimleri, hava kanalları sızıntı limitleri ile ilgilidir. Ancak doğal havalandırma için standart çalışmasının yanında havalandırma tasarım aracı için de ölçüt belirlenmesi gerekmektedir. Havalandırma stratejisinin uygunluğu bu sayede anlaşılabilir.

Kullanıcı sağlığına ve mekandaki hava kalitesine etki eden diğer bir konu da boya ve verniklerden kaynaklı uçucu organik bileşenlerdir. Uçucu organik bileşenlerin de gerekli standartlara uyumlu olması gereklidir. BS EN ISO 16000 standart grubu bu konudaki gereklilikleri belirler. Türk Standartları enstitüsünde ISO 16000 grubuna ait BS EN ISO 16000-3 standardı *‘TS ISO 16000-3, İç mekan havası-Bölüm 3: Formaldehir ve diğer karbonil bileşiklerin tayini – aktif numune alma yöntemi’* ismiyle adapte edilmiştir. Ülkemizde bunun yanında uçucu organik bileşenlerle ilgili ‘Uçucu maddelerin zararlarından insan sağlığının korunmasına dair kanun ve yönetmelik’ mevcuttur [86]. Bu kanun ve yönetmeliğin amacı, kişilerde bağımlılık yapabilen uçucu madde içeren ürünlerin kontrolünü sağlamak, özellikle çocukların erişimini ve kullanımını önleyerek onları ve toplumu bu maddelerin zararlı etkilerinden korumaktır. Ancak iç mekanda kullanılan yapı malzemelerinin kullanıcı sağlığına etkisi ve dikkate alınması gerekenle ilgili herhangi bir çalışma mevcut değildir. Bununla ilgili ISO standartlarında mevcut olan *‘ISO 16000-6 İç mekandaki uçucu organik bileşenlerin saptanması ve test edilmesi’* standardı gibi standartlar baz alınmalı veya yeni standartlar oluşturulmalıdır.

Hava kirliliğine neden olan bir diğer konu da ortamdaki sigara dumanıdır. Ülkemizde ortamdaki sigara dumanının kontrolü ile ilgili *‘Tütün Ürünlerinin Zararlarının Önlenmesi ve Kontrolü Hakkında Kanun’* mevcuttur. Bu kanunun amacı, kişileri ve gelecek nesilleri tütün ürünlerinin zararlarından, bunların alışkanlıklarını özendirici reklam, tanıtım ve teşvik kampanyalarından koruyucu tertip ve tedbirleri almak ve herkesin temiz hava soluyabilmesinin sağlanması yönünde düzenlemeler yapmaktır. Sigara kullanımının izin verildiği alanlar ve gerekli kısıtlamalar kanunda belirtilmiştir ancak sigara odalarının havalandırmasının hangi kurallara göre oluşturulacağını ucu açıktır. Bunun oluşturulacak bir değerlendirme sisteminde bir standarda dayandırılmaması mekan plalanmasından kaynaklı hava kaybına neden olabilir bu da kullanıcı konforunu etkileyecektir. TSE Avrupa standardına dayananan *‘TS EN 13187, Binaların termal performansı-Bina yüzeylerindeki termal*

düzensizliklerin nitel tayini-Kızıl ötesi yöntem’ norm ile hava kaybının kontrolü sağlanır. Standart termal konfor başlığı altında daha ayrıntılı bir şekilde incelenecektir. TS EN 13187 standardı ile havalandırmadan kaynaklı hava kayıpları da önlenmiş olacaktır.

Kullanılan mekandaki işleve bağlı olarak ihtiyaç duyulması halinde çeker ocaklar gibi özel mekanizmalar kullanılabilir. Bu araçlarında özelliklerinin belirlenmesi ülkede kabul edilmiş ve geçerli olan standartlara dayandırılmalıdır. Avrupa standartlarında ‘EN 14175-2:2003 Çeker ocaklar, Bölüm:2 Güvenlik kuralları ve performans özellikleri’, ‘EN 12469:2000 Mikrobiyolojik güvenlik kabinleri için performans özellikleri’ mevcuttur. Bu standartlar TSE tarafından ‘TS EN 14175-2 Çeker ocaklar, Bölüm:2 Güvenlik kuralları ve performans özellikleri’ ve ‘TSE EN 12469 Mikrobiyolojik güvenlik kabinleri için performans özellikleri’ olarak adapte edilmiştir.

Bunun haricinde 2008 yılında yayımlanan ‘Binalarda Enerji Performansı yönetmeliği’nde havalandırma ve iklimlendirme tasarımı ile ilgili uyulması gereken yönetmelikler Türkiye’de mevcut yasal mevzuat başlığı altında açıklanmıştır.

Termal konfor konusunda önemli olan bina kullanıcılarının konforunun sağlanmasıdır. ASHRAE 55-2010 kullanıcılar için termal konfor koşullarını hem çevresel hem de kişisel faktörler kapsamında ayrıntılı olarak ele almıştır. Ülkemizde de bu faktörler gözönüne alınmalıdır. Kullanıcı konforunun belirlenmesinde binanın termal performansı da önemlidir. Ülkemizde binaların termal performansının belirlenmesinde hava kaçağının tespit edilebilmesi için TSE Avrupa Standardı olan ‘EN 13187’ standardını ‘TS EN 13187- Binaların termal performansı – Bina yüzeylerindeki termal düzensizliklerin nitel tayini – Kızıl ötesi yöntem’ olarak Türkiye’ye adapte etmiştir. TS EN 13187 termografik kontrolün yapılması ve hava kaçağının saptanmasında oldukça kapsamlı bir çalışma içerir. Fakat sadece bina yüzeyindeki hava kaçağının saptanması termal konforun sağlandığını göstermez. Bunun için çevresel ve kişisel tüm faktörler gözönüne alınmalıdır. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yayımlanan ‘Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği’nde termal konforu da içine alan standartlara Avrupa ve TSE standartları kapsamında değinilmiştir. İlgili standartlar ısıtma/soğutma sistem tasarımında dikkate alınması gereken esaslar, bina yıllık ısıtma enerjisinde baz alınması gereken değerler, pencere ve akpılardan kaynaklı sızıntıları önlemek için gereklilikleri içerir.

TS 825 Binalarda Isı yalıtım yönetmeliğinde Güneş ışınlamı değerleri bölgelere göre yapılmaktadır. Ancak daha doğru bir sonuca ulaşılmaması için bu değerler bölgelere göre değil, şehirlere göre tablolar halinde belirlenmeli ve bu değerler hesaplamalarda kullanılmalıdır.

Aydınlatmada verimlilik; görsel performansı ve kullanıcı görsel konforunu sağlayan gereklilikleri içerir. İç aydınlatma için ‘BS EN 12464-1’ Avrupa standardının Türkiye’deki karşılığı ‘TS EN 12464-1, Işık ve Işıklandırma - İş mahallerinin aydınlatılması - Bölüm 1: Kapalı alandaki iş mahalleri’ olarak mevcutken, dış aydınlatma ‘TS EN 12464-2, Işık ve aydınlatma – İş yerlerinin aydınlatılması – Bölüm 2: Bina dışı iş yerleri’ standardı mevcuttur. TS EN 12462-2 Dış aydınlatma için uyyulması gerekenleri belirlerken aynı zamanda gece boyunca uygun aydınlatmanın ne şekilde sağlanması gerektiği ile ilgili yol gösterir. Böylece gece ışık kirliliğinin de önlenmesi sağlanır. Ayrıca dış aydınlatmalarda kullanılan donatıların güç yoğunluklarında ASHRAE 90.1 standardına uyum, güç yoğunluklarının belirlenen değerler içerisinde kalmasını sağlar.

Bunların dışında ‘TS EN 15193 Binalarda enerji performansı-Aydınlatma için enerji özellikleri’ standardı binanın toplam enerji tüketimi içerisindeki aydınlatma enerjisi payının hesaplanmasını sağlar.

Emisyonların gözlenmesi; Bina Enerji Performansı yönetmeliği kapsamında dikkate alınmaktadır. Yönetmelik doğrultusunda yapılan değerlendirme sonucunda BEP-TR yazılımı kullanılarak Bina Enerji Kimlik Belgesi düzenlenmekte tüketimin oluşturduğu sera gazı kullanımı yıllık olarak ortaya konmaktadır. Sonrasında binaların yıllık sera gazı salınımı A ile G arasında değişen bir referans ölçeğine göre sınıflandırılmaktadır. BEP-TR yönetmeliğine göre enerji kimlik belgesi alacak yeni binalar, D sınıfı ve daha fazla CO₂ salınımına sahip olmamalıdır.

Enerji verimli ekipmanın teşviki LEED ve BREEAM kriterleri ışığında değerlendirildiğinde, seçilen teknolojilerin ISO 14044:2006 standardına uygun olması gerektiği belirtilmektedir. TSE tarafından bu standart ülkemize ‘TS EN ISO 14044 Çevre yönetimi – Hayat boyu değerlendirme – Gereker ve kılavuz – Gereklilikler ve kılavuzlar’ olarak adapte edilmiştir. Ancak enerji verimli teknolojilerin teşviki için asıl önemli olan nokta bu teknolojilerin belirlenerek bir veritabanı oluşturulması ve bu sayede erişilebilirliğin arttırılmasıdır. Hem BREEAM

hem de LEED pazardaki yenilenebilir enerjinin teşviki için ülkede kabul edilen bağımsız bir listeyi referans gösterir. Ülkede bunun oluşturulması ve teşviki için elbette devlet desteğinin gerekliliği kaçınılmazdır.

Enerji tüketiminin kontrolü; binayı enerjiyi verimli kullanacak şekilde tasarlayıp sonrasında buna paralel olarak uygun ekipmanlar ile donattıktan sonra sıra yapılması gereken oluşturulan sistemin kontrol edilmesidir. Binanın işletiminde kullanılan ısıtma, soğutma, havalandırma, aydınlatma ve sıhhi sıcak su sistemlerinin denetimi gereklidir. Bu sistemlerin verimliliği için nasıl bir strateji uygulanması gerektiği belirlenmelidir.

Değerlendirilen binanın enerji performansı referans bir bina ile karşılaştırılarak sonuç değerlendirilir. Bu yöntem Bina enerji Performansı yönetmeliğine uygun olarak geliştirilen BEP-TR yazılımı ile uygulanmaktadır. Değerlendirilen binanın yeri ve iklim bilgileri, geometrisi, bina kabuğu, binada yer alan mekanik sistemler, aydınlatma sistemleri, sıhhi sıcak su sistemleri, yenilenebilir enerji ve kojenerasyon sistemleri yönetmelikte dikkate alınan standart ve kurallara minimumda uygun olacak şekilde değerlendirilir ve bu sayede binanın performansı ortaya konmuş olur.

Ayrıca bina enerji performansı yönetmeliğince binanın ısıtılması, soğutulması, iklimlendirilmesi, havalandırılması ve sıhhi sıcak su temini için kullanılan enerji miktarı da kayda alınır. Binanın kullanım alanı başına düşen birincil enerji tüketimi saptanarak A ile G arasında değişen bir referans ölçeğine göre bina sınıflandırılır.

Yönetim; binanın enerji verimliliğinin sağlanması için dikkate alınması gereken önemli bir ölçüttür. Bu konuda bir uzman görevlendirilmeli, kaynak kullanımı, enerji tüketimi ve kirliliği açısından şantiyenin çevreye duyarlı bir şekilde yönetimini ve denetimini sağlamalıdır. Şantiyenin yönetimi tasarlanan ile uygulanan arasındaki uygunluğunun sağlanması açısından önem taşımaktadır.

Yönetimle ilgili uyulması gereken konulardan biri de değerlendirilen alanın termografik çalışmasının yapılmasıdır. Ülkemizde buna uygun standart '*TS EN 13187, Binaların termal performansı – Bina yüzeylerindeki termal düzensizliklerin nitel tayini – Kızıl ötesi yöntem*' ile açıklanmaktadır. Amaç; bina kabuğundaki ısı kaybı ve hava sızmasını en aza indirmek için belirlenmiş ölçütlerin sağlanmasıdır.

Isıtma, soğutma sistemlerinin test edilmesi , bina kullanıcılarıyla yapılan görüşmelerin belirlenen zaman dilimi içerisinde tamamlanması bina yönetimi ile ilgili çalışmaları oluşturur.

Yapılan bu çalışmada BREEAM ve LEED yeşil bina değerlendirme sisteminde enerji verimliliği ile ilgili ve Türkiye’deki enerji verimliliği ile ilgili uygulamalar ve mevzuat değerlendirilmiştir. Sonuçta BREEAM Avrupa normlarını baz alan bir sistem olması nedeniyle Türkiye için LEED sertifikasyon sisteminden daha uygun gibi gözüktse de, aynen uygulanması mümkün gözükmemektedir. Türkiye’de enerji verimliliği ile ilgili bir değerlendirme ölçütünün oluşturulabilmesi için öncelikle altyapısal eksiklikler tamamlanmalıdır. Çünkü sistemin ne kadar eksiksiz oluşturulmaya çalışılsa da dayanakları her zaman için ülkemizde kabul edilen standartlar ve kılavuzlar olacağından altyapıda olan herhangi bir eksik sistemin çalışmasını etkileyecektir. Kriterlerin dayandırıldığı normlarda kimileri Avrupa normlarıyla birebir bağdaşırken zaman zaman ülkeye özgü referansların kullanılması gerektiği açıktır.

Araştırmanın sonunda değerlendirilen birçok kriterin birbiri ile bağlantılı olduğu ortaya çıkmıştır. Çalışmanın başında da değinildiği gibi enerji verimliliğini salt enerji tüketiminin azaltılması olarak ele almak doğru bir yaklaşım değildir. Değerlendirilen alandaki konforla birlikte enerji maliyet ve tüketiminin azaltılmasının amaçlanması oluşturulacak altyapı başlıca amaç olmalıdır.

ÇEDBİK’in BRE ile imzaladığı iyi niyet sözleşmesi ve BRE 2009 Commercial kitapçığının Türkçe’ye çevrilmesi, Enerji Verimliliği Kanunu ve Bina Enerji Performansı yönetmeliğinin yürürlüğe girmesi binalarda enerji verimliliğinin sağlanması adına olumlu gelişmelerdir. Bu iyileşmelerin daha ileriye gitmesi için resmi kurumların desteği kaçınılmazdır.

KAYNAKLAR

- [1] **S. Karbuz**, «Sürdürülebilir Kalkınmanın Zaman Yolculuğu,» cilt 17, no. 198, 2002.
- [2] **A. Sev**, Sürdürülebilir Mimarlık, İstanbul: YEM Yayın, Mart 2009.
- [3] **J. Nelson**, Gayrimenkulde Sürdürülebilirlik, Madison: Wisconsin University, 2008.
- [4] **S. Kubba**, Green Construction Project Management and Cost Oversight, Elsevier, 2010.
- [5] **WCED**, «Our Common Future (The Brundtland Report),» World Commission on Environment and Development, Melborn, 1990 (İlk yayınlanma tarihi 1987, Oxford: Oxford University Press).
- [6] **D. Altunbaş**, «Uluslararası Sürdürülebilir Kalkınma Ekseninde Türkiye'deki Kurumsal Değişimlere Bir Bakış,» no. 2, 2004.
- [7] **UN**, «United Nations Framework Convention on Climate Change,» 1992. [Çevrimiçi]. Available: <http://www.unfccc.de/>. [%1 tarihinde erişilmiştir2009].
- [8] **R.S. Means**, Green Building : Project planning & Cost estimating, USA: R.S. Means, 2006.
- [9] **D. Erten**, «29. Enerji Verimliliği Haftası, Çevre dostu yeşil binalar,» İstanbul, Ocak 2010.
- [10] **ISO 14040**, *Environmental management - Life cycle assesment, prenciples and frameworks*, 2006.
- [11] **R. W. G. A. Z. Gu**, Analysis of the most widely used building environmental assessment methods, September 2006.
- [12] **S. T. M. A. P. M. C. W. S. Seo**, Technical Evaluation of Environmental Assessment Rating Tools, Research and Development Corporation, 2006.
- [13] **R. Cole**, «Assessing the environmental performance of office buildings,» Watford, UK, 1994.
- [14] **R. Cole**, Emerging trends in building environmental assessment methods, Building Research and Information, 1998, pp. 3-16.
- [15] **I. A. D. Crawley**, Building environmental assessment methods: application and development trends, Building Research and Information, 1999, pp. 455-467.
- [16] **R. Cole**, Building environmental assessment methods: redefining intentions and roles, Building Research and Information, 2005, pp. 455-467.
- [17] **V. C. R. Y. R. Yau**, «Buildig performace assessment in China,» Beijing, Mart 2006.
- [18] **A. F. M. H. N. Woolley**, Comprehensive project evaluation, London: In:

- Proceedings of the ROOTS' 99, Royal Institution of Chartered Surveyors, 1999.
- [19] **RICS**, Comprehensive Project Appraisal: Towards Sustainability, London: RICS Policy Unit, Royal Institution of Chartered Surveyors, 2001.
 - [20] **D. Clements-Crome**, Intelligent Buildings Design, Management and Operation, London: Thomas Telford, 2004.
 - [21] **C. Cheng**, «Water environment issues and sustainable strategy in Taiwan,» Tokyo, Eylül 2004.
 - [22] **L. N.**, «Green Building Challenge '98 : International strategic considerations. Building reserach and information,» pp. 181-121, 1998.
 - [23] **N. Kohler**, The relevance of Green Building Challenge '98: an observer's perspective, Buildig Research and Information, 1999, pp. 309-320.
 - [24] **H. Rochracher**, Managing the technological transition to sustainable construction of buildings: a socio-technical perspective. Technology Analysis and Strategic Management 13 (1), 2001, pp. 137-150.
 - [25] **D. P. J. L. Y. F. L. Y. Liu**, A holistic approach to developing regionally specific framework for green building assessment tools in China, Tokyo: In: Proceeding of the 2005 World Sustainable Building Conference, Eylül 2005, pp. 1634-1641.
 - [26] **H. Davies**, Environmental benchmarking of Hong Kong buildings, 2001, pp. 38-45.
 - [27] **D. C. S. G. G. L. J.A. Todd**, Comparative assessment of environmental performance tools and the role of the Green Building Challenge, Building Research and Information, 2001, pp. 324-335.
 - [28] **R. C. N.K.Larsson**, Green Building Challenge: the development of an idea, Building Research and Information, 2001.
 - [29] **J. Gibberd**, Assessing sustainable buildings in developing countries - the sustainable building assessment tool (SBAT) nad the sustainable building life cycle (SBL)., Tokyo: In: Proceedings of the 2005 World Sustainable Building Conference, Eylül 2005, pp. 1605-1610.
 - [30] **Yapı Dergisi**, «Yapıda Ekoloji: Ekolojik Mimarlıkta Somut Adımlar,» Nisan 2009.
 - [31] **USGBC**, «Policy snd Government Resources,» [Çevrimiçi]. Available: <http://www.usgbc.org/DisplayPage.aspx?CMSPageID=1779>. [%1 tarihinde erişilmiştirEkim 2011].
 - [32] **USGBC**, LEED 2009 for New Construction and Major Renovations, U.S. Green Building Council, Şubat 2011.
 - [33] **BREEAM**, «What is BREEAM?,» [Çevrimiçi]. [%1 tarihinde erişilmiştirEkim 2011].
 - [34] **K. H. K. Duygu Erten**, «Uluslararası Yeşil Bina Sertifikalarına bir bakış: Türkiye için bir yeşil bina sertifikası oluşturmakiçin yol haritası,» İstanbul, Mayıs 2009.
 - [35] **BREEAM**, BREEAM New Construction, Non- Domestic Buildings, Technical Manual, BRE Global, 2011.
 - [36] **BREEAM**, «Schemes,» [Çevrimiçi]. Available: <http://www.breeam.org/podpage.jsp?id=54>. [%1 tarihinde erişilmiştirEkim

- 2011].
- [37] **TEVEM**, ENVERDER, «Türkiye Enerji ve Enerji Verimliliği Çalışmaları Raporu, 'Yeşil Ekonomiye Geçiş',» ENVER Enerji Verimliliği Derneği, Iconomy Vezir Consultancy, Temmuz 2010.
- [38] **CIBSE**, «Publications, Natural Ventilation in Non-Domestic Buildings,» [Çevrimiçi]. Available: <http://www.cibse.org/index.cfm?go=publications.view&item=297>. [%1 tarihinde erişilmiştir20 Kasım 2001].
- [39] **Department for Education & Employment**, *Building Bulletin 88: Fume Cupboards in Schools*, 1988.
- [40] **Technical Guidance Note (Dispersion)** Technical Guidance Note (Dispersion) D1, Guidelines on discharge stack heights for polluting emissions, Inspectorate of Pollution, 1993.
- [41] **ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2007**, *Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality*, Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, 2007.
- [42] **ASHRAE**, *ASHRAE Standard 62.1-2010, Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality*, ASHRAE, 2010.
- [43] **ASTM**, *ASTM E779 - 10*.
- [44] **California Energy Commision**, «Residential Manual For Compliance with California's 2001 Energy Efficiency Standards,» 5 Eylül 2001. [Çevrimiçi]. Available: http://www.energy.ca.gov/title24/archive/2001standards/residential_manual/index.html. [%1 tarihinde erişilmiştir9 Ekim 2011].
- [45] **Carbon Trust**, [Çevrimiçi]. Available: <http://www.carbontrust.co.uk/about-carbon-trust/who-we-are/pages/default.aspx>. [%1 tarihinde erişilmiştir15 Ekim 2011].
- [46] **CIBSE**, *Natural Ventilation in Non-Domestic Buildings*, Chartered Institution of Building Services Engineers, 2005.
- [47] **CIBSE**, London: Chartered Institution of Building Services Engineers, 2000.
- [48] **CIBSE**, Chartered Institution of Building Services Engineers, 1999.
- [49] **CIBSE**, London: Chartered Institution of Building Services Engineers, 1998.
- [50] **ASHRAE**, *ANSI/ASHRAE Standard 55-2004*, Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, 2004.
- [51] **D. Q. M. M. Z. C. M. M. K. A. M. T. H. M. S. Solomon**, *Climate change 2007: the physical science basis. Contribution of working group I to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change*, United Kingdom, New York: Cambridge University Press, 2007.
- [52] **S. Paola**, *Strategies for sustainable architecture*, 2006.
- [53] **British Refrigeration Association**, *Commercial Refrigeration Code of Conduct for Reducing Carbon Emissions*, Carbon Trust, Haziran 2011.
- [54] **The Institute of Refrigeration**, «Retail Refrigeration,» [Çevrimiçi]. Available: http://www.iir.org.uk/iir_general.php?r=OUK8BA622271. [%1 tarihinde erişilmiştir19 September 2011].
- [55] **BREEAM**, *Ene8 Lifts*, Additional information, 2010, p. 178.
- [56] **Carbon Trust**, «Good Practise Guide 320, Energy-efficient design and

- operation of fume cupboards,» Haziran 2002. [Çevrimiçi]. Available: www.carbontrust.co.uk. [%1 tarihinde erişilmiştir Mayıs 2011].
- [57] **Green-e**, «About Green-e,» 2011. [Çevrimiçi]. Available: <http://www.green-e.org/about.shtml>. [%1 tarihinde erişilmiştir 18 Ekim 2011].
- [58] **CIBSE**, «Publications, Building energy metering,» [Çevrimiçi]. Available: <http://www.cibse.org/index.cfm?go=publications.view&item=347>. [%1 tarihinde erişilmiştir 19 Kasım 2011].
- [59] **ASHRAE**, *ASHRAE Energy Standard 90.1-2007, Appendix G*, Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, 2009.
- [60] **ASHRAE**, *Advanced Energy Design Guide for Small to Medium Office Buildings: 50% Energy Savings*, Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, 2011.
- [61] **ASHRAE**, *ASHRAE Advanced Energy Design Guide for Small Retail Buildings*, Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, 2006.
- [62] **ASHRAE**, *Advanced Energy Design Guide for Small Warehouses and Self Storage Buildings: 30% Energy Savings*, Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, 2008.
- [63] **Efficiency Valuation Organization**, *International Performance Measurement & Verification Protocol (IPMVP) Volume 3: Concepts and Options for Determining Energy Savings in New Construction*, USA, Ağustos 2003.
- [64] **A. Karadağ**, «Çevre - Ekoloji Kavramları, Çevre Sorunları ve Türkiye,» Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü, İzmir.
- [65] **G. Tezcan**, «Çevre ve Enerji,» Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı.
- [66] **Energy Information Administration (EIA)**, *International energy outlook*, DOE/EIA-0484, 2009.
- [67] **Energy Information Administration (EIA)**, *International energy annual 2006*, Energy Information Administration, 2006.
- [68] **EIA**, «Energy International Administration,» [Çevrimiçi]. Available: <http://www.eia.doe.gov>. [%1 tarihinde erişilmiştir 15 Nisan 2010].
- [69] **M. Ç. S. İçli**, «Turkey: PV Technology status and prospects, I.E.A-PVPS Annual Report 2007,» 2007.
- [70] **solarbuzz**, [Çevrimiçi]. Available: <http://www.solarbuzz.com>. [%1 tarihinde erişilmiştir 15 Ocak 2010].
- [71] **M. B. H. Q. R. E.-T. L.-a. M.A. Muntasser**, «Photovoltaic marketing in developing countries,» cilt 65, no. 1-4, pp. 67-72, 2000.
- [72] **D. C. J.D. Erickson**, «Photovoltaic technology: Markets, economics and rural development,» cilt 23, no. 7, pp. 1129-1141, 1995.
- [73] **Avrupa Fotovoltaik Endüstrisi Kurumu (EPIA)**, «Solar Generation V-2008, Global Market Outlook for Photovoltaics Until 2012,» [Çevrimiçi]. Available: http://www.epia.org/fileadmin/EPIA_docs/publications/epia/EPIA__MarketPublication_18feb.pdf. [%1 tarihinde erişilmiştir 2008].
- [74] **Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Elektrik İdaresi Etüt Müdürlüğü (EİE)**, «2010 Yılı faaliyet raporu,» 2011.
- [75] **B. Kocaman**, *Elektrik Enerjisi Üretim Santralleri*, Birsan Yayınevi, 2003, p.

- [76] **D. Kaya**, Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynaklarının potansiyeli ve çevresel etkilerinin karşılaştırılması, Tübitak Marmara Araştırma Merkezi, 2006, pp. 11-25.
- [77] **Ecowind**, «Türkiye Rüzgar Haritası», Ecowind, [Çevrimiçi]. Available: http://www.ecoenerji.net/haber_detay.asp?haberID=16. [%1 tarihinde erişilmiştirAğustos 2011].
- [78] **Elektrik İşleri Etüt Müdürlüğü**, «Jeotermal Çalışmalar», EIE, Mayıs 2009. [Çevrimiçi]. Available: http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/jeotermal/13turkiyede_jeotermal_enerji.htm l. [%1 tarihinde erişilmiştir8 Ağustos 2011].
- [79] **Elektirik İşleri Etüt Müdürlüğü**, «EİE Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (GEPA)», [Çevrimiçi]. Available: <http://www.eie.gov.tr/MyCalculator/Default.aspx>. [%1 tarihinde erişilmiştirMayıs 2011].
- [80] **Elektrik İşleri Etüt Müdürlüğü**, «Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Güneş Enerjisi», 2008. [Çevrimiçi]. Available: <http://www.eie.gov.tr/turkce/gunes/gunespv.html>. [%1 tarihinde erişilmiştirMayıs 2011].
- [81] **Elektrik İdaresi Etüt Genel Müdürlüğü**, «Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Hidroelektrik Enerji», [Çevrimiçi]. Available: http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/HES/index_hidrolikenerji.html. [%1 tarihinde erişilmiştirMayıs 2011].
- [82] **TBMM**, *Enerji Verimli Kanunu*, Resmi Gazete Tarihi: 2.5.2007.
- [83] **TBMM**, *Üçüncü Bölüm - Eğitim, bilinçlendirme ve Uygulamalar. Madde 7*, TBMM, 2007.
- [84] **Bayındırlık ve İskan Bakanlığı**, *Merkezi ısıtma ve sıhhi sıcak su sistemlerinde ısınma ve sıhhi sıcak su giderlerinin paylaştırılmasına ilişkin yönetmelik*, Resmi Gazete - 14 Nisan 2008.
- [85] **Çevre ve Şehircilik Bakanlığı**, *Onüçüncü Bölüm, Yıllık Enerji İhtiyacı*, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2007.
- [86] **Sağlık Bakanlığı**, «Uçucu Maddelerin Zararlarından İnsan Sağlığının Korunması Hakkında Yönetmelik», 5 Ağustos 2010. [Çevrimiçi]. Available: <http://www.saglik.gov.tr/TR/belge/1-10995/ucucu-maddelerin-zararlarindan-insan-sagliginin-korunma-.html>. [%1 tarihinde erişilmiştir3 Aralık 2011].
- [87] **ASHRAE**, «ASHRAE- About us», American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning, 9 Ekim 2011. [Çevrimiçi]. Available: www.ashrae.org.
- [88] **P. Fanger**, «The New Comfort Equation For Indoor Air Quality», *ASHRAE Journal*, pp. 33-38, Ocak 1989.
- [89] **Seppanen et al.**, «Association of ventilation system type with SBS symptoms in office workers», *Indoor Air*, no. 98, June 2002.
- [90] **BSI**, BS ISO 16000-4:2004, Indoor Air Part 4: Determination of formaldehyde - Diffusive sampling method, British Standard, February 2005.
- [91] **BSI**, ISO/DIS 16000-6, Indoor Air-Part 6: Determination of volatile organic compounds in indoor and test chamber air by active sampling on Tenax TA sorbent, thermal desorption and gas chromatography using MS/FID, British

- Standard, 2010.
- [92] **BSI**, BS EN ISO 16017:2003, Indoor, ambient and workplace air. Sampling and analysis of volatile organic compounds by sorbent tube/thermal desorption/capillary gas chromatography. Diffusive sampling, British Standard, 2001.
 - [93] **BSI**, BS ISO 16000-3:2011, Indoor Air Part 3-Determination of formaldehyde and other carbonyl compounds in indoor air and test chamber air — Active sampling method, British Standard, 2011.
 - [94] **BSI**, BS EN 14175-2:2003, *Fume cupboards-Part 2: Safety and performance requirements*, British Standard, 2003.
 - [95] **BSI**, BS 7989:2001, *Specification for recirculatory filtration fume cupboards*, British Standard, 2001.
 - [96] **BSI**, BS EN 12469:2000, *Biotechnology- Performance criteria for microbiological safety cabinets*, British Standard, 2000.
 - [97] **ASTM**, «ASTM E779 - 10 Standard Test Method for Determining Air Leakage Rate by Fan Pressurization,» [Çevrimiçi]. Available: <http://www.astm.org/Standards/E779.htm>. [%1 tarihinde erişilmiştir9 Ekim 2011].
 - [98] **CIBSE**, «Publications,» Chartered Institution of Building Services Engineers, [Çevrimiçi]. Available: <http://www.cibse.org/index.cfm?go=publications.view&item=29>. [%1 tarihinde erişilmiştir10 Ekim 2011].
 - [99] **BSI**, BS EN 12464-1:2011, *Light and lighting — Lighting of workplaces, Part 1: Indoor work places*, British Standard, 2011.
 - [100] **BSI**, BS 5489-1:2003+A2:2008, *Code of practice for the design of road lighting - Part1: Lighting of roads and public amenity areas*, British Standard, 2003.
 - [101] **ILE**, Guidance notes for the reduction of obtrusive light, The Institute of Lighting Engineers, 2005.
 - [102] **ISO**, ISO 14044:2006, *Environmental management — Life cycle assessment - Requirements and Guidelines*, International Standard, 2006.
 - [103] **BSI**, BS EN 378-1:2008+A1:2010, *Refrigerating systems and heat pumps - Safety and Environmental Requirements*, British Standard, 2008.
 - [104] **ECA**, «ECA Energy Technology List, ECA Scheme,» Carbontrust, [Çevrimiçi]. Available: <http://etl.decc.gov.uk/etl/default.htm>. [%1 tarihinde erişilmiştir18 Ekim 2011].
 - [105] **ASHRAE**, ANSI/ASRAE/IES 90.1-2010, *User's Manual*, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, 2011.
 - [106] **TSE**, TSE EN 13187, *Binaların termal performansı – Bina yüzeylerindeki termal düzensizliklerin nitel tayini – Kızıl ötesi yöntem*, Türk Standartları Enstitüsü.
 - [107] **J. Langmald**, *Choosing building services, a practical guide to system selection*, London: BSRIA Guide, 2004.
 - [108] **A.-M. T. m. H. Baumann**, *The hitch hiker's guide to LCA: An orientation in life cycle assessment methodology and application*, Lund: Studentlitteratur AB, 2004, p. 19.

- [109] **BREEAM**, *Technical Checklist A10*, UK, 2010.
- [110] **TSE**, Ankara, Nisan 2006.
- [111] **B. Edwards**, *Sustainable Architecture, European Directives & Building Design*, 1999.
- [112] **Çevre ve Şehircilik Bakanlığı**, *Bina Enerji Performansı Yönetmeliği*, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Resmi Gazete Tarihi: 05.12.2008.
- [113] **ASHRAE** Energy Standard 90.1-2007..
- [114] **BREEAM**, *Technical Checklist A7: Energy efficient features*, BREEAM Global Limited, 2010.
- [115] **Constructig Excellence**, «KPIs and Benchmarking,» [Çevrimiçi]. Available: www.constructingexcellence.org.uk/zones/kpizone/default.jsp . [%1 tarihinde erişilmiştir Mayıs 2011].
- [116] **Elektrik İşleri Etüt Genel Müdürlüğü**, «Yenilenebilir Enerji Kaynakları,» [Çevrimiçi]. Available: <http://www.eie.gov.tr/MyCalculator/Default.aspx>. [%1 tarihinde erişilmiştir Mayıs 2011].
- [117] **McKinsey&Company**, *Global Greenhouse Gas Abatement Data*, 2009.
- [118] **K. Pennycook**, *The illustrated guide to renewable technologies*, London: BSRIA Guide, 2008.
- [119] **U.S. Department of Energy**, «Building Energy Software Tools Directory - LoopDA,» [Çevrimiçi]. Available: http://apps1.eere.energy.gov/buildings/tools_directory/software.cfm/ID=432/pagename=alpha_list. [%1 tarihinde erişilmiştir 10 Ekim 2011].
- [120] **CIBSE**, «Publications,» [Çevrimiçi]. Available: <http://www.cibse.org/index.cfm?go=publications.view&item=297>. [%1 tarihinde erişilmiştir 15 Ekim 2011].
- [121] **Çevre ve Şehircilik Bakanlığı**, *Onikinci Bölüm, Enerji Kimlik Belgesi, Enerji Kimlik Belgesinde Bulunması Gereken Bilgiler ve Enerji Kimlik Belgesi Vermeye Yetkili Kuruluşlar*, 2007.
- [122] **CIE**, [Çevrimiçi]. Available: http://www.techstreet.com/cgi-bin/detail?doc_no=cie|150_2003;product_id=1210066. [%1 tarihinde erişilmiştir 16 Ekim 2011].
- [123] **CIE**, *Guide on the limitation of the effects of obtrusive light from outdoor lighting installations*, Commission Internationale de L'Eclairage, 2003.
- [124] **CIE**, «CIE 126:1997, Guidelines of minimizing sky glow,» [Çevrimiçi]. Available: http://www.techstreet.com/standards/cie/126_1997?product_id=1210124. [%1 tarihinde erişilmiştir 16 Ekim 2011].
- [125] **CIE**, *CIE 126:1997, Guidelines for minimizing sky glow*, Commission Internationale de L'Eclairage, 1997.
- [126] **M. Ç. S. İçli**, «Turkey: PV Technology status and prospectd,» *I.E.A-PVPS Annual Report 2007*, 2007.

EKLER

EK A : İç mekan hava kalitesi ile ilgili LEED ve BREEAM yeşil bina değerlendirme sisteminin referans gösterdiği normlar

EK B : Termal konfor ile ilgili LEED ve BREEAM yeşil bina değerlendirme sisteminin referans gösterdiği normlar

EK C : Aydınlatma verimliliği ile ilgili LEED ve BREEAM yeşil bina değerlendirme sisteminin referans gösterdiği normlar

EK D : Enerji verimli ekipmanın teşviki ile ilgili LEED ve BREEAM yeşil bina değerlendirme sisteminin referans gösterdiği normlar

EK E : Enerji tüketiminin kontrolü ile ilgili LEED ve BREEAM yeşil bina değerlendirme sisteminin referans gösterdiği normlar

EK F : Enerji verimli ekipmanın teşviki ile ilgili LEED ve BREEAM yeşil bina değerlendirme sisteminin referans gösterdiği normlar

EK G : Yönetim ile ilgili LEED ve BREEAM yeşil bina değerlendirme sisteminin referans gösterdiği normlar

EK A

ASHRAE – 62.1 -2007

1894 yılında kurulan ASHRAE, ısıtma, havalandırma, iklimlendirme ve soğutma alanlarındaki misyonunu sürdürülebilir bir dünyayı desteklemek için sürekli bir eğitim araştırma yoluyla yerine getirir. [87] Mühendisler, dış ortamı korurken gelecek nesiller için iç hava kalitesini daha güvenli ve verimli olmasını sağlarlar.

ASHRAE 62.1 standardı, iç hava kalitesinin kullanıcıların sağlığı üzerindeki negatif etkilerini minimuma indirmek için minimum dış havalandırma oranı ve diğer ölçümleri tespit eder. Kullanıcı algısı ve sağlığı iç hava kalitesine etki eden unsurlardır, bu nedenle ASHRAE 62.1-2007 standardı her ikisini de irdeler.

Standardın yol gösterdiği konular arasında havalandırma oranlarının haricinde HVAC sistemleri, binanın işletimi ve yapısal gereklilikler yanında bakım da yer alır. Kullanıcıya etki eden ve standart kapsamında ele alınan konular aşağıdaki gibidir:

- Hava sıcaklığı
- Gürültü
- Aydınlatma
- Psikolojik stres
- Nemlilik

Ancak araştırmalar ve deneyimler düşük sıcaklığın hava kalitesi oranını iyileştirdiğini göstermektedir [88]. Alandaki gürültü ve kötü ışık gibi sıkıntılar hava kalitesine direk olarak etki etmeyebilir ancak iç hava kalitesinin etkilerler [41]. Hava kalitesi bir kişiden diğer kişiye göre değişebilmektedir. Duyarlı topluluklar (çocuklar, yaşlılar ve hastalar gibi) zayıf düşerken, sağlıklı yetişkenler durumdan etkilenmeyebilirler.

Standart belirli hallerde dış havadaki bölgesel hava kalitesi, ozon ve partikler maddelerin giderilmesi gibi belli başlı kirletici öğeler için yol gösterir. Ancak bunların dışında da iç hava kalitesine etkileyen birçok öğe vardır.

ASHRAE Standard 62.1-2007 Users Manual, detaylı bilgi, çizelge ve örnekler içeren kullanıcıya binayı işletirken ASHRAE 62.1-2007 standardına ne şekilde uyum sağlanacağını açıklayan bir dökümandır. Tasarımcıların standarda bağlı olarak başarılı ve uygun bir tasarım ortaya çıkarması için referans doküman niteliği taşır. Bina işletmesi ve bakımı için rehberlik eder.

ASHRAE Standard 62.1-2007 Bölüm 4-7 arasında yer alan konular aşağıdaki gibidir;

1. Bölüm 4: Dış hava kalitesi

Hava kalitesine etki eden kimyasal, fiziksel ve biyolojik atıklar dikkate alınır. Özellikle dış mekan hava kalitesinin şüphe uyandırdığı ve yeterince temiz olmayan alanlar için göz önünde bulundurulmalıdır. Dış hava kalitesinin kötü olduğu durumda havalandırma iç hava kalitesini de iyileştiremez.

Aynı durum bölgede yer alan dış mekandaki çevre kirliliğine yol açan maddelerin binanın HVAC sistemine etki etmesi halinde de ortaya çıkar.

Her iki durumda da herhangi bir yerdeki binalar iç hava kalitesine ait kriterleri sağlıyor olsalar dahi dış mekanda ki hava kalitesinden dolayı standardın gerekliliklerini karşılayamayabilirler.

Yukarıda bahsedilen nedenlerden dolayı standart ilgili bölümdeki kriterler uyarınca dış hava kalitesini iyileştirmeyi gerektirir.

2. *Bölüm 5: Sistem & Ekipman*

Havalandırma sistemi ve ekipmanının gereklilikleri ile ilgili genel gereklilikleri içerir.

IEQ Ön şart 1 kapsamında uyulması gereken Bölüm 5.1, fan kullanılmadan doğal havalandırma sağlayan sistemler ile ilgili gereklilikleri içerir.

Doğal havalandırılan binalar ile ilgili yapılan çalışmalar daha az hasta bina sendromuna rastlandığını ortaya çıkarmıştır. Nedenleri tümüyle açıklanamamasına rağmen, mekanik olarak havalandırılan binalarda doğala havalandırmaya göre yaklaşık olarak % 30 – 200 kadar hasta bina sendromuna rastlanmıştır [89].

Ancak bazı atmosferik ve rüzgar şartlarından kaynaklanan sebeplerle, doğal havalandırma kabul edilebilir iç hava kalitesine ulaşmak için yeterli hava akımını sağlayamayabilir. Bunun nedeni de pencereler ve kapılar gibi açılabilir, kontrol edilebilir boşlukların açık olması gerektiğidir. Kullanıcılar eğer bu şartları sağlayamazlarsa sağlıklarına negatif etki edebilir. Bu sebeplerden dolayı doğal havalandırma, atıkların oldukça yüksek seviyelere ulaştığı oldukça yüksek iç alanlarda gerekli önlemler alınarak kullanılmalıdır. Doğal havalandırmanın hangi şartlarda yapılması gerektiği ve koşulları için *ASHRAE 62.1-2007 User Manual, Bölüm 5.1*'e başvurulmalıdır.

3. *Bölüm 6: Prosedürler*

Mekanik havalandırma sistemleri için minimum havalandırma oranı hesaplama prosedürlerini içerir. Çünkü bu oranlar da havalandırma sistem tasarımını şekillendirir. Bölüm 6, doğal havalandırma sistemlerine uygulanmaz.

Standart 62 kapsamında minimum havalandırma oranını belirlemek için iki prosedür izlenir.

- Havalandırma oranı prosedürü (Ventilation Rate Procedure) – ‘VRP’
Dış mekandan alınan hava oranları ön tahmini farklı alan tiplerindeki bu alanlara özgü atıklar dikkate alınarak yapılır.
- İçmekan hava kalitesi prosedürü (Indoor Air Quality Procedure) – ‘IAQP’
Performans bazlı bir prosedürdür. Oranlar atık kaynaklarının güçlü noktaları ve istenen iç hava konsantrasyonu baz alınarak yapılır.

4. *Bölüm 7: Bina kabuğu & Sistemin çalıştırılması*

İki bölümün bir araya gelerek uygulanmasından oluşur; Bina kabuğu ve sistemin çalıştırılması.

- Bina kabuğu
Filtreler, malzemelerin, kullanılan alanlar, hava kanal sisteminin korunumundan oluşur.
- Sistemin çalıştırılması
Uygulama, hava dengesi, drenaj tavalarının test edilmesi, temizlik, dış mekan hava tamponlarının test edilmesi ve sistem dokümantasyonundan oluşur.

BS EN ISO 16000 standartları

ISO 16000 standartları iç mekan hava kalitesini iyileştirmeyi amaçlar. Toplam 32 bölümden oluşur. BREEAM kapsamında iç mekan hava kalitesinin sağlanması için ISO 16000 standardının aşağıda açıklanan bölümleri dikkate alınmıştır. Temel olarak içmekandaki uçucu organik bileşenlerin ve formaldehitin standartlarca belirlenen sınırlara altında tutulması amaçlanmaktadır.

BS EN ISO 16000-4 standardı; iç mekan havasındaki formadehitin saptanması için bir metod belirler. Metot formaldehitin 0,001 mg/m³ ile 1,0 mg/m³ aralığında olduğu 24 saat ile 72 saat periyodu için uygulanabilir. Bu numune alma yöntemi zaman-ağırlıklı ortalama sonuç verir [90].

BS EN ISO 16000-6 standardı; uçucu organik bileşenlerin iç mekan havasındaki ve bina malzemelerinden kaynaklanan emisyonlarının saptanması için oluşturulan bir yöntemdir [91].

BS EN 16017-2 standardı; havadaki uçucu organik bileşenlerin analizini sağlar. Çok çeşitli uçucu organik bileşenler için uygulanabilir [92].

BS EN ISO 16000-3 standardı; havadaki formaldehirin saptanmasını sağlar. Aneal karbanil bileşenler de bu analiz yöntemi ile saptanabilmektedir [93].

BS EN 14175-2: 2003 Çeker ocaklar, Bölüm:2 Güvenlik kuralları ve performans özellikleri

Çeker ocakların performansı, çalışma alanındaki kaynaktan açığa çıkan kirleticileri ne kadar içerdiği ve ortadan kaldırdığı ile rahatlıkla nitel olarak belirlenebildiği gibi muhtemel tedirgin edici etkileri minimuma indirebilmesi ile de ifade edilebilir. Diğer performansı etkileyen özelliklere ise, sıçramalar, iç patlamalara karşı korumasıdır. Standart çeker ocakların uygulanması ve hizmeti ile ilgili güvenlik gerekliliklerini içerir. Bunlara ek olarak ayrıca; çeker ocakların boyutları, yerleri belirlenir [94].

BS 7989:2001 Yeniden filtrelenen çeker ocakların özellikleri

Filtreli çeker ocakların amacı, odaya geri verilecek havadan önce kirleticilerin filtrelenerek kirletici konsantrasyonunun olabildiğince azaltılmasıdır. Bu cihazlar sadece kirleticiler için belirlenmiş uygun filtreler ile kullanılabilir. [95].

BS EN 12469:2000 Mikrobiyolojik güvenlik kabinleri için performans özellikleri

Mikrobiyolojik güvenlik kabinleri, yetkilinin tehlikeli veya tehlike potansiyeli olan mikroorganizmaları kullanırken riskin azaltılmasını sağlar. Standart ortamsal kirlenme ve çalışan için tehlikeleri minimuma indirmeyi amaçlar [96].

ASHRAE 62.1-2010 Kabul edilebilir iç mekan hava kalitesi için havalandırma

ASHRAE 62.1 Standardının amacı, kötü sağlık etkilerini en aza indirerek kabul edilebilir kullanıcı konforu için iç mekan hava kalitesinin sağlanmasında minimum havalandırma oranı ve diğer ölçümlerin belirlenmesidir. Havalandırma ve hava temizleme sistemleri tasarımı, uygulaması, işletimi ve bakımı için gereklilikleri tanımlar. Standarttaki havalandırma gereklilikleri; hava kalitesini etkileyen kimyasal, fiziksel ve biyolojik atıkları baz alır. Standart kapsamında, termal konforun kontrolü ya da etkisi dikkate alınmamıştır. [42]

LEED sertifikasyonu kapsamında iç hava kalitesinin sağlanması için Bölüm 4-7 arasındaki gerekliliklerin sağlanması gereklidir. Bu bölümler aşağıdaki gibidir:

- Bölüm 4: Dış mekan hava kalitesi
- Bölüm 5: Sistem ve ekipmanlar
- Bölüm 6: Prosedürler
- Bölüm 7: Yapım ve sistemin devreye alınması

ANSI/ASTM-E779-03, , Hava kaybı oranının saptanması için standart test yöntemi (Standard Test Method for Determining Air Leakage Rate)

ASTM dünya çapına tanınan gönüllü görüş birliğiyle standartları geliştirir. Bugün 12.000 ASTM standardı ürün kalitesini geliştirmek, güvenliğini sağlamak ve tüketici güvenliğini sağlamak için tüm dünyada kullanılmaktadır.

Hava kaybının termal alanın iklimlendirme yüküne kaydadeğer bir etkisi vardır. Ayrıca kullanıcı konforu ve iç hava kalitesine etki eder.

Çoğu ticari ve endüstriyel binalarda dış hava tasarımı ile tanımlanır; ancak hava kaçağının dış hava akışı üzerindeki etkisi oldukça fazladır. Çoğu konut yapılarında, yapısal birleşimler ve çatlaklar yoluyla iç hava – dış hava değişimi birincil hava kaybı olarak nitelenebilir ve ısı farklılıkları, rüzgar, yardımcı fan çalıştırılması (mutfak ve banyo vantilatörleri) ve binadaki motor ekipmanının işletimi bu değişime sebep olur.

Fan basınç testinde bina elemanlarının hava geçirmezliğini tanımlar. Bu test, mevcut <binalardaki her iyileştirmede hava kaybının azalmasını ölçer, havalandırma oranlarını saptar ve mevcut benzer çeşitli binalara ait hava geçirmezliği, aynı bina kabuğuna ait farklı elemanların kayıp kaynakları ve oranı karşılaştırılır.

ASTM E779 Standart Kapsamı

- Test metodu, basınç ve basınçlandırma altında bina kabuğu yoluyla hava kaybı oranlarını ölçer.
- Metot, küçük sıcaklık farklılıkları ve düşük-rüzgar basıncı farklılıklarına uygulanabilir, bu nedenle güçlü rüzgarlar ve büyük iç mekan - dış mekan sıcaklık değişikliklerinden kaçınılmalıdır.
- Test metodu, bina kabuğunun hava geçirmezliğini ölçmek üzere tasarlanmıştır. Normal hava koşulları ve bina işletimi altında hava değişim oranını veya hava kaybı oranını ölçmez.
- Tek-zonlu binaların bina kabuğundaki hava geçirmezliği ölçmek için kullanılır. Bu test metot kapsamında birçok çok-zonlu bina, iç mekan kapılarının açılmasıyla veya komşu zonlardaki basınçların eşitliğini sağlayarak iyileştirilebilir. [97]

Residential Manual for Compliance with California's 2001 Energy Efficiency Standards

Kullanım kılavuzu düşük-katlı konutlar için California enerji verimliliği standartlarını açıklar. 8 ayrı bölümden oluşur. Kılavuz eğitici bir rehber ve referans olması amacıyla hazırlanmıştır. Kılavuz tüm bölümleri yapı kalitesi ile konforu arttırmaktır.

Bölüm 4 – Yapısal kalite ile uyum

Bölüm 4, kanal kaçağı, bina kabuğu filtrelemesi ve HVAC sistem tasarım ve uygulanmasının kontrol testi prosedürlerini içerir. [44]

EK B

CIBSE AM11 Bina enerji modellemesi ve çevresel modelleme

Binalardaki servislerin tasarlanması bugünlerde genellikle bina enerji ve çevresel modelleme yazılımları (BEEM) ile yapılmaya başlanmıştır. Ancak bu yazılımları kullanırken, yazılımın ne şekilde kullanıldığında bağlı olarak sistem farklı sonuçlar verebilmektedir. AM11 özellikle binalardaki termal modelleme, hava akımı ve aydınlatma performansına odaklanır ve bu sayede yazılımdan uygun sonuçlar alınmasını sağlar. [98]

ASHRAE 55-2004: Kullanıcı için termal konfor koşulları (Thermal conditions for human occupancy)

Standardın amacı, iç mekan termal ortam faktörleri ve kişisel faktörler belirlenmesidir, böylece kullanıcıların bulunduğu termal ortam için yeterli koşullar yaratılmış olur.

Çevresel faktörler; sıcaklık, termal radyasyon, nemlilik ve hava hızına kılavuzluk eder. Kişisel faktörler ise aktivite ve giysilerdir. Çevresel ve kişisel tüm faktörler birbiri ilişkilidir, bu nedenle birbirlerini etkilediği göz önüne alınarak bir arada dikkate alınmıştır. [50]

EK C

BS EN 12464-1, Işık ve Işıklandırma - İş mahallerinin aydınlatılması - Bölüm 1: Kapalı alandaki iş mahalleri

Yeterli ve uygun aydınlatma, görsel çalışmaları verimli ve doğru bir şekilde yürütebilmeyi sağlar. Birçok çalışma alanında görülebilirlik ve konforun derecesi farklı tipte ve sürede aktivite tarafından yürütülür.

Standart, çalışma alanlarındaki aydınlatma gerekliliklerini kullanıcıların görsel konfor ihtiyaçları için belirler. Aydınlanma kalitesi ve niteliği açısından aydınlatma çözümleri saptanır. Dış mekandaki çalışma alanlarına uygulanabilecek bir standart değildir. [99].

BS5489-1:2003 + A2:2008, Yolların ve kamusal sosyal alanların aydınlatılması

BS 5489 yol aydınlatmasındaki estetik ve teknik yönden genel prensipler üzerine önerilerde bulunur. Ayrıca kanuni hükümler, işletim ve bakım ile ilgili öneriler içerir.

Her tipteki yollar, kamusal sosyal alanlar, patikalar, trenyolları, köprüler için aydınlatma gerekliliklerini belirler.

Belirlenen alanlar ile ilgili aydınlatma için önerilerde bulunurken; değerlendirilen alan çevresinin aydınlatılması, kamaşma, gece ve gündüz görünümü, aydınlatma donatısının monte edileceği yükseklik, aydınlatmanın çeşidi ve ebadı, malzemesi gibi parametreler bir bütün olarak ele alınır. Ayrıca diğer dikkate alınan parametre de aydınlatmanın ne kadar süre ile aktif hale getirileceğidir. [100]

ILE Rahatsız edici ışığın azaltılması ile ilgili kılavuz, 2005

Yapay aydınlatam gece ortamsal aydınlatamsı için gereklidir, ancak düzgün ve uygun bir şekilde kullanılmaz ve kontrol altına alınmazsa rahatsız edici ışık psikolojik ve ekolojik problemlere sebep olur. Bu nedenle ortamsal koşullara göre çeşitli zonlar belirlenmiştir. Bu zonlar aşağıdaki gibidir:

- E1: Karanlık (milli parklar, eyalet parkları, orman alanları ve kırsal alanlar içerisinde yerleşik alanlar)
- E2: Düşük (Öncelikli konut alanları, çevre iş bölgeleri, sınırlı gece kullanımı ile aydınlatılmış endüstriyel alanlar ve konut-karma kullanım alanları)
- E3: Orta (LZ1, LZ2 ya da LZ4'ü geçmeyen diğer alanlar, ticari/endüstriyel ve yüksek yoğunlukta konut alanları gibi)
- E4: Yüksek (Önemli büyükşehir alanlarındaki yüksek aktiviteli ticari bölgeler)

Bu zonlara göre, dış mekan aydınlatam uygulamaları için rahatsız edici ışık limitleri belirlenir. [101]

EK D

ISO 14044:2006 Çevre yönetimi – Hayat boyu değerlendirme – Gerekliler ve kılavuz

Çevresel korumanın önemine dair farkındalık ile üretim ve tüketimin muhtemel etkileri çevresel koruma yönetmlerini geliştirmektedir. Bu tekniklerden biri (LCA) hayat boyu değerlendirmedir. Hayat boyu değerlendirme;

- Ürünlerin yaşamsal döngüsünde çeşitli noktalarda çevresel performansın geliştirilmesi için olanaklar belirler.
- Endüstrideki yönetsel organizasyonları bu konuda bilgilendirir.
- İlgili göstergelerin çevresel ölçüm tekniklerini ve performansını içerir.

ISO 14044 standardı; yukarıda açıklanan hayat boyu değerlendirme ile ilgili gereklilikleri belirler. Hayat boyu değerlendirmenin amacını, envanterini, değerlendirme aşamalarını, sınırlamalarını içerir. [102]

BS EN 378-1 Soğutma sistemleri ve ısı pompaları - Güvenlik ve çevre kuralları - Bölüm 1: Temel kurallar, tarifler, sınıflandırma ve seçim kriterleri

BS EN 378-1 Standardı, soğutma sistemlerinin tasarım, üretim, uygulama, bakım ve onarımı ile ilgilidir. Kullanıcılar için soğutma sistemlerinden kaynaklanan tehlikeleri en aza indirmeyi amaçlar. Tehlikeler genellikle soğutucuların fiziksel ve kimyasal özellikleriyle ilgili olduğu kadar basınç ve sıcaklıkları ile de ilgilidir. Yeterince önlem alınmaması; patlamalara, kötü tasarım, yanlış işletim ve yetersiz bakım, onarımdan kaynaklanan zehirli gaz sızıntılarına yol açar.

Soğutucular, yerel çevredeki muhtemel etkileri hözönüne alınarak belirlendiği gibi küresel çevredeki etkisi de dikkate alınmalıdır. Sistemin yerleşimi, enerji verimliliği, çeşidi, soğutucu sızıntısı, ısıtma yükünün en aza indirilmesi ve kontrol yöntemleri soğutucunun çevresel etkilerini oluşturur.

Ek B’de soğutucunun toplam eşdeğer ısıtma etkisi (*Total equivalent warming impact*) (TEWI) incelenmiştir. Toplam eşdeğer ısıtma etkisi; soğutma sistemlerinin işletimi için gerekli olan enerjiden kaynaklanan, soğutucu emisyonlarının atmosfere direk olarak katkısı ile CO₂ ve diğer gaz emisyonlarının dolaylı katkısının birleştirilerek küresel ısınmanın değerlendirmesi için bir yoludur. [103]

ECA (Enhanced Capital Allowance) Teknoloji listesi

İklim değişikliği yönetimi için devletin programlarından biridir. Ekipmanlardaki yayınlanan enerji kazancı kriteri için işletmelerdeki yatırımlara arttırılmış vergi indirimi sağlar [104].

ECA sitesinde Enerji teknolojileri için ayrı bir liste bulunur. Bu listede sırasıyla, Teknoloji, üretici, ürün ismi ve model numarasını girerek uygun ürünler filtrelenir.

EK E

ASHRAE Standardı 90.1-2010

90.1-2010 Standardı yeni ve mevcut binalar da tasarım ve yapım için minimum enerji verimliliği gerekliliklerini sağlar. Bu gereklilikler bina kabuğunun tasarımını, aydınlatma sistemlerini, HVAC sistemlerini ve diğer kullanılan enerji ekipmanlarını kapsar. LEED ASHRAE 90.1-2007 standardı kapsamında değerlendirile alanın Bölüm 5.4,6.4,7.4,8.4 ve 10.4 başlıklarına uygun olmasını şart koşar. Bu bölümlerin kapsamı sırasıyla; bina kabuğu, HVAC sistemleri, kullanma suyu ısıtması, güç dağıtım sistemleri, diğer ekipmanlarla ilgili uyulması gereken zorunlulukları içerir. [105]

ASHRAE Standardı 90.1-2010 – Ek G

ASHRAE Standardı 90.1-2010’a ait Ek G dökümanı, standart gereklilikleri karşılamak için bina performansını ölçen bir metodoloji kullanmak isteyenler için sağlanmıştır. Performans simülasyonu belgelenmeli ve bu belgeler derecelendirilmeye sunulmalıdır. Genel simülasyon gereklilikleri aşağıdaki gibidir :

- Performans hesaplanması
- Simülasyon programı
- İklimsel data
- Enerji oranları
- Özel hesaplama metodu

ASHRAE Enerji tasarım kılavuzları serisi

Enerji tasarım kılavuzları, ileri düzeyde enerji kazanımlarının sağlanması için ANSI/ASHRAE/IESNA Standard 90.1 gereklilikleri doğrultusunda detaylı bir hesaplama yönetimi veya analizi olmadan pratik bir yaklaşım sağlar. Enerji kazanımlarındaki %30 hedef, sıfır-enerji binalarının ilk aşamasıdır.

Kılavuzlar enerji performans gerekliliklerinin sağlanması için ASHRAE, AIA, IES ve USGBC işbirliği ile hazırlanmıştır.

EK F

International Performance Measurement & Verification Protocol

Performans ölçümünde protokol, yenilenebilir enerji teknolojilerinin gerçek yararlarını tespit etmek için gereklidir. Bu dökümanın amacı ölçüm ve doğrulama (measurement & verification) konularını yenilenebilir enerji kaynaklarını gözönüne alarak tanımlamaktır. M&V seçeneklerinden 3 tanesi LEED kapsamında opsiyonel olarak gözönüne alınmaktadır;

- Seçenek D: Birbirini etkileyen, birbirinden bağımsız olan karmaşık olan sistemin veya tüm binanın performansını saptamak için detaylı olarak kalibre edilmiş simülasyona dayanır. Binaya entegre edilen güneş ışığı ve PV gibi yenilenebilir enerji kaynaklarına en uygun olanıdır.
- Seçenek B: Performansı basitçe, özel yalıtılmış sistem ile ölçer. Bu seçenekteki yenilenebilir enerji kaynakları fotovoltaikler, rüzgar gücü, biyokütle ısısı, güneş enerjisi ile su ısıtma sistemleri için uygundur. Seçenek, enerji sonuçlarının tam ölçümünü gerektirir, mühendislik hesaplamaları ile desteklenmelidir.

EK G

TS EN 13187- Binaların termal performansı – Bina yüzeylerindeki termal düzensizliklerin nitel tayini – Kızıl ötesi yöntem

Binanın termal haritasının oluşturulması, bina yüzeyinin bir bölümündeki sıcaklık dağılımının temsil edilmesini ve gösterilmesini sağlayan bir metottur. Bu standardın kapsamında, termal harita, kızıl ötesi ışınları algılayan ve ölçümü yapılan hedef alandan gelen radyasyonun sıcaklığını görüntüye dönüştüren bir sistem aracılığıyla oluşturulmaktadır. Hedef alandan gelen termal radyasyon (kızıl ötesi radyasyon yoğunluğu), kızıl ötesi radyasyonu algılayan sistem tarafından, yüzeyin farklı bölgelerinden gelen termal radyasyonun göreceli yoğunluğunu temsil eden bir termal görüntüye dönüştürülür. Görüntünün yoğunluğu, yüzey sıcaklığının, yüzeyin özelliklerinin, ortam şartlarının ve de algılayıcının kendisinin bir fonksiyonudur. Ölçme işlemi, termal görüntülemelerin (termal haritaların) yorumlanmasını da kapsar. Bu standart, termal düzensizliklerin konumlarının ve yüzey içinde oluşmuş olan hava kaçağı yollarının belirlenmesine uygulanır. Bu standart, ısı yalıtımının derecesinin ve binanın hava sızdırmazlığının belirlenmesi işlemine uygulanmaz. Bu tür belirleme işlemleri için başka metotların uygulanması gerekir. Termografik incelemede göz önüne alınan faktörler

- Termografik ekipmanının teknik özellikleri ve yetenekleri
- Bina yüzeyinin özellikleri, örneğin ısıtma sisteminin bina elemanlarının ve yalıtım tabakalarının tipi ve konumları
- Yüzeyin ışıma özellikleri, yani bunlara giydirilen malzemelerin özellikleri
- İklimsel faktörler
- Rahat inceleme olanağı sağlama açısından erişilebilirlik
- Ortamın etkileri
- Önemli olduğu düşünülen diğer etkenler [106]

ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad: Begüm GÖRGÜN

Doğum Yeri ve Tarihi: Çeşme, 02.01.1988

Adres: Beşiktaş / İstanbul

E-Posta: begumgorgun@hotmail.com

Lisans: Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mimarlık Bölümü