

# KONUTLARDA ENERJİ PERFORMANSI STANDART DEĞERLENDİRME METODU (KEP-SDM) İÇİN GELİŞTİRİLEN ENERJİ SERTİFİKALANDIRMA YAZILIMI (KEP-İYTE-ESS)

Gülden GÖKÇEN  
Mustafa Can YAMAN  
Seçkin AKIN  
Baran AYTAS  
Mitat POYRAZ  
M. Emrah KALA  
Macit TOKSOY

## ÖZET

Konutlarda Enerji Performansı Standart Değerlendirme Metodu (KEP-SDM), Enerji Verimliliği Yasası hükümlerince hazırlanan “Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği” çalışmaları içinde, Makina Mühendisleri Odası tarafından oluşturulan Çalışma Grubu tarafından Haziran 2008’de tamamlanmıştır. Metod, tüm Avrupa Birliği ülkelerinde olduğu gibi, 2002/91/EC Direktifinin 3. Maddesindeki yeni ve büyük onarımın söz konusu olduğu bina sınıflarından (Directive 2002/91/EC Annex 3), bağımsız ve apartman bloklarındaki konutların enerji performansını belirlemeye yönelik olarak, Avrupa Birliği ülkelerindeki benzeri metodların (SAP, DEAP, Th-C-Ex, vb.) pratiğinden yararlanarak oluşturulmuştur.

Binaların enerji performansını belirleyen göstergeler; konutun birim alanına düşen yıllık enerji tüketimi (kWh/m<sup>2</sup>yıl) ile yıllık CO<sub>2</sub> emisyon miktarıdır (kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>yıl). Her iki gösterge; yenilenebilir enerji kaynakları ile yeni enerji teknolojileri kullanılarak tasarruf edilen enerji ve emisyonlar da göz önüne alınarak, hacim ısıtma, su ısıtma, havalandırma ve aydınlatmadan kaynaklanan yıllık enerji tüketimleri ile CO<sub>2</sub> emisyonları göz önünde bulundurularak hesaplanır. KEP-SDM, “Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği”nde öngörülen *Binaların Enerji Kimlik Belgesi*’ndeki “Bina Enerji Sınıfı” ve “Bina Emisyon Sınıfı” belirlenmesine ait hesap yöntemidir.

Bu hesap yöntemi, İYTE’de “Enerji Sertifikalandırma Yazılımı (KEP-İYTE-ESS)” adı altında İYTE server inı ve merkezi veritabanlarını kullanarak web tabanlı olarak geliştirilmiştir. Her kullanıcı şifresini girerek kendi hesabına erişebilir ve burada yapılan işlemlerin sonuçları kullanıcı veritabanına işlenir. Programın sonucu olan enerji sertifikası, karbondioksit sertifikası ve bina stoğuna ait istatistiksel veriler değerlendirilmek üzere saklanır.

**Anahtar Kelimeler:** Konutlarda enerji performansı, yazılım geliştirme, MMO, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü

## ABSTRACT

This software describes the standard assessment procedure for assessing the energy performance of dwellings. The indicators of the energy performance are energy consumption per unit floor area (kWh/m<sup>2</sup>year and carbondioxide emission per unit floor area (kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>year). The prosedure is based on the energy consumption associated with space heating, water heating, ventilation and lighting, less cost savings from energy generation technologies. It is adjusted for floor area so that it is essentially independent of dwelling size for a given built form. The method of calculating the energy performance of dwellings is set out in the form of moduller accompanied by two databases. The methodology is compliant with the Energy Efficiency Law and Building Energy Performance Regulation.

**Key Words:** Energy performance of dwellings, software development, Chamber of Mechanical Engineers, İzmir Institute of Technology.

## 1.GİRİŞ

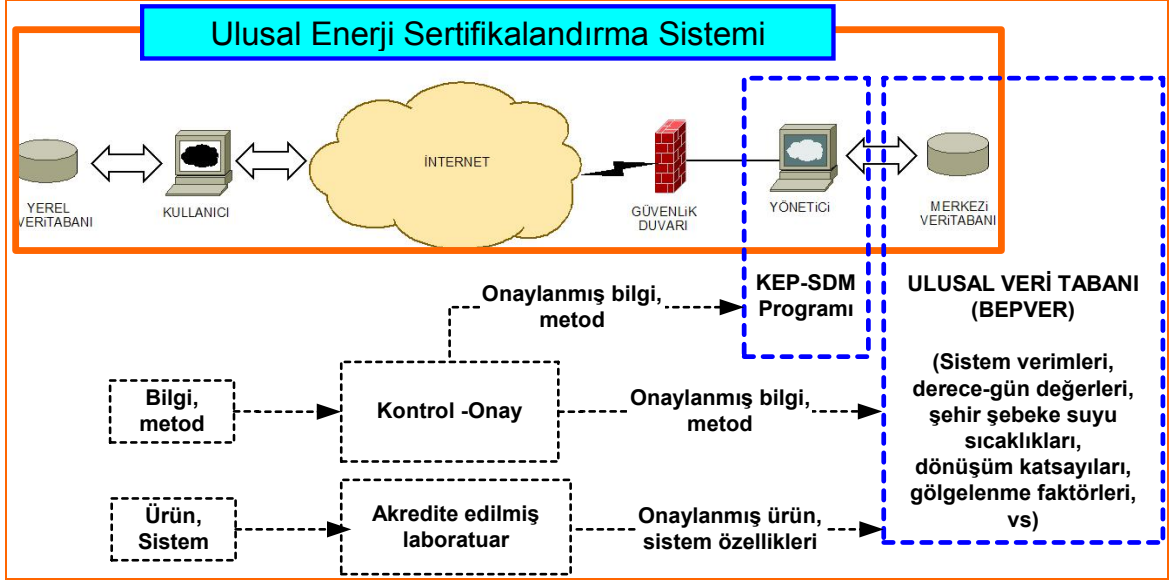
Avrupa Birliği'nin enerji tüketiminin ve küresel ısınmaya etki eden gazların azaltılması amaçlarıyla, üye ülkelerin zorunlu olarak yerine getirmesini istediği Binalarda Enerji Performansı ile ilgili DIRECTIVE 2002/91/EC [1] doğrultusunda ve Türkiye'de çıkarılan Enerji Verimliliği Kanunu [2] gereği yayınlanan Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği [3]'nin 14. bölümünde **“Bu Yönetmelik kapsamında ihtiyaç duyulan enerji performansı hesaplama yöntemleri ile ilgili konulardaki tebliğler, Bakanlık tarafından, Yönetmeliğin yayımlandığı tarihten itibaren bir yıl içinde çıkarılır”** maddesi yer almaktadır.

Çalışmanın amacı, bu Yönetmelik maddesi uyarınca konut yada konutun yer aldığı binanın enerji performansını belirleyen ve konut/binanın enerji kimlik belgesi üzerinde yer alan, konut/binanın birim alanına düşen yıllık enerji tüketimi (kWh/m<sup>2</sup>yıl) ile yıllık karbondioksit (CO<sub>2</sub>) emisyon miktarını (kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>yıl) hesaplamak için geliştirilen Konutlarda Enerji Performansı Standart Değerlendirme Metodu (KEP-SDM) [4]'nin kullanım kolaylığı için bir yazılım geliştirmektir.

KEP-SDM, DIRECTIVE 2002/91/EC [1]'de Ek 1 (a) ve (b)'de (Annex 1 a and b) verilen konut binalarına (müstakil konutlar, apartmanlardaki konutlar ve ticari komplekslerdeki konutlar) uygulanır ve sadece ısıtma enerji tüketimini hesaplamaya yöneliktir. Soğutma ihtiyacına yönelik enerji tüketimi hesaplamaları bu metodun kapsamı dışındadır.

KEP-SDM, iki ana bölümden oluşmaktadır: 1) Konut/binaların enerji performansının belirlenmesine yönelik hesap yöntemi, 2) Hesap yönteminin oluşturduğu algoritmaya göre çalışan bir Excel programı. Güncellemeyi ve geliştirmeyi kolayca gerçekleştirmek amacıyla ve ileride geliştirilecek bir yazılım düşünülerek, Excel Programı modüler olarak hazırlanmıştır. Toplam 17 modülden oluşan program ile konutun/binanın performans göstergeleri belirlenebilmektedir. Çok konutlu binalarda program öncelikle her bir konutu KEP-SDM EXCEL BİREYSEL' i kullanarak tek tek hesaplamakta, daha sonra tüm binayı ilgilendiren ortak tüketimler için KEPSDM EXCEL MERKEZİ' ye geçilmektedir. Ancak geçişleri otomatik olarak yapmak mümkün olmamaktadır. Bu geçişler bir şekilde gerçekleştirilse bile, Excel'in yapısı gereği güvenilir, hataların düzeltilmesinin kolay yapılabileceği bir işletim mümkün olmamaktadır. Böyle bir programın internet ağı içinde merkezi bir ana işletim sistemi aracılığı ile kullanılması gereklidir. Böylelikle uygulayıcılar kendi hesaplamalarını yapabilecekleri gibi, sonuçları da merkezi bir kullanıcı veritabanına kaydedebilirler. Bu da enerjinin etkin kullanımı konusunda yürütülecek ulusal çalışmalar için merkezi bir veritabanı oluşturulması anlamına gelmektedir. Ayrıca, söz konusu programın bakımının ve geliştirilmesinin merkezi olarak yapılması ve değişikliklerin daha sağlıklı olarak uygulamaya geçmesi mümkün olacaktır. Ulusal düzeyde oluşturulması önerilen sistemin şeması Şekil 1'de verilmiştir [4].

Bu çalışmada, önerilen ulusal sistemin küçük çaplı bir örneği olarak Kasım 2008'de geliştirilmeye başlanan Enerji Sertifikalandırma Yazılımı (KEP-İYTE-ESS) tanıtılmaktadır.



Şekil 1. Ulusal Enerji Sertifikalandırma Sistemi önerisi [4].

## 2. ENERJİ SERTİFİKALANDIRMA YAZILIMI (KEP-İYTE-ESS)

KEP-İYTE-ESS, KEP-SDM ile birlikte geliştirilen Excel programı modüllerini kullanarak, giriş verilerinin (meteorolojik veriler, derece-gün değerleri, şehir suyu şebeke sıcaklıkları, cihaz verimleri vb.) tamamını içeren bir yönetici veritabanını, "default" değerleriyle giriş verilerinin yanlış girilmesini önleyen, arşiv yeteneği yüksek, uygulayıcılar açısından daha kolay kullanılabilen, gelişmiş veritabanlarını ve programa dillerini kullanan bir yazılımdır. İYTE server'ını ve merkezi veritabanlarını kullanarak web tabanlı olarak geliştirilmiştir. Her kullanıcı şifresini girerek kendi hesabına erişebilir ve burada yaptıkları işlemlerin sonuçları kullanıcı veritabanına işlenir. Takip edilen algoritma yönetici tarafından belirlenir. Programın sonucu olan enerji sertifikası, karbondioksit emisyon sertifikası ve bina stoğuna ait istatistiksel veriler raporlanarak değerlendirilmek üzere saklanır.

### 2.1. Veritabanı Tasarımı

İki adet merkezi veritabanı mevcuttur. Birincisi hesaplamalarda kullanılacak verilerin depolandığı yönetici veritabanıdır. Bu veritabanını ancak yetkilendirilmiş yönetici güncelleyebilir. İkincisi hesaplama sonuçlarının saklandığı kullanıcı veritabanıdır. Veritabanı olarak MS Sql Server 2005 kullanılmıştır ve ağ sunucusu üzerinden çalışır. Kullanıcı şifreleri ve hakları yönetici veritabanındaki tablolarda bulunmaktadır. Veritabanı güvenliği, kimlik denetimi uygulamasıyla sağlanmaktadır. Yazılım ASP.NET programlama dilini kullanır.

Veritabanında; yapı malzemelerini termofiziksel özellikleri (ısı iletim katsayıları vb.), bulunulan ile ait iklim verileri (dış sıcaklıklar, güneş enerjisi değerleri vb.), ısıtma sistemi ve bileşenlerinin binaların enerji performansına ilişkin özellikleri (cihaz verimleri vb.) bulunmaktadır.

### 2.2. Uygulama

KEP-SDM-ESS yazılımı, bir giriş sayfası ile enerji performans analizi ve sertifikalandırma işlem modüllerini içeren 17 adet modülden oluşur.

- MODÜL 1: Konut Boyutları ve İç Ortam Parametreleri
- MODÜL 2: Havalandırma Özgül Isı Kayıpları
- MODÜL 3: İletim Özgül Isı Kayıpları
- MODÜL 4: Özgül Isı Kaybı ve Isı Kayıp Parametresi
- MODÜL 5: Kullanım Sıcak Suyu
- MODÜL 6: İç Isı Kazançları
- MODÜL 7: Güneş Kazançları ve Kazanç Kullanım Faktörü
- MODÜL 8: Ortalama İç Sıcaklık
- MODÜL 9: Derece-Gün
- MODÜL 10: Hacim Isıtma İhtiyacı
- MODÜL 11: Aydınlatma Enerji İhtiyacı
- MODÜL 12: Toplam ve Birincil Enerji Tüketimi
- MODÜL 13: Karbondioksit Emisyonu
- MODÜL 14: Konutların Enerji Performans Sınıfının Belirlenmesi
- MODÜL 15: Konutun ve Binanın Enerji Performans Raporu
- MODÜL 16: Konutlar ve Binalar için Enerji Sertifikası
- MODÜL 17: Konutlar ve Binalar için Karbondioksit Sertifikası

Modüllerin giriş parametreleri ile modüller arası ilişkileri gösteren akış şeması Şekil 2'de verilmiştir [4].

Giriş sayfasında konutun yada binanın adres bilgileri, belgeyi düzenleyen yetkiliye ait bilgiler ile binanın tipi (müstakil, çok konutlu), korunum sınıfı ve dışa açık yüzey sayısı bilgileri girilir. Tarih bilgilerinin girişinin kolaylaştırılması açısından takvim dizinini gösteren bir pencere kullanılmıştır (Şekil 3).

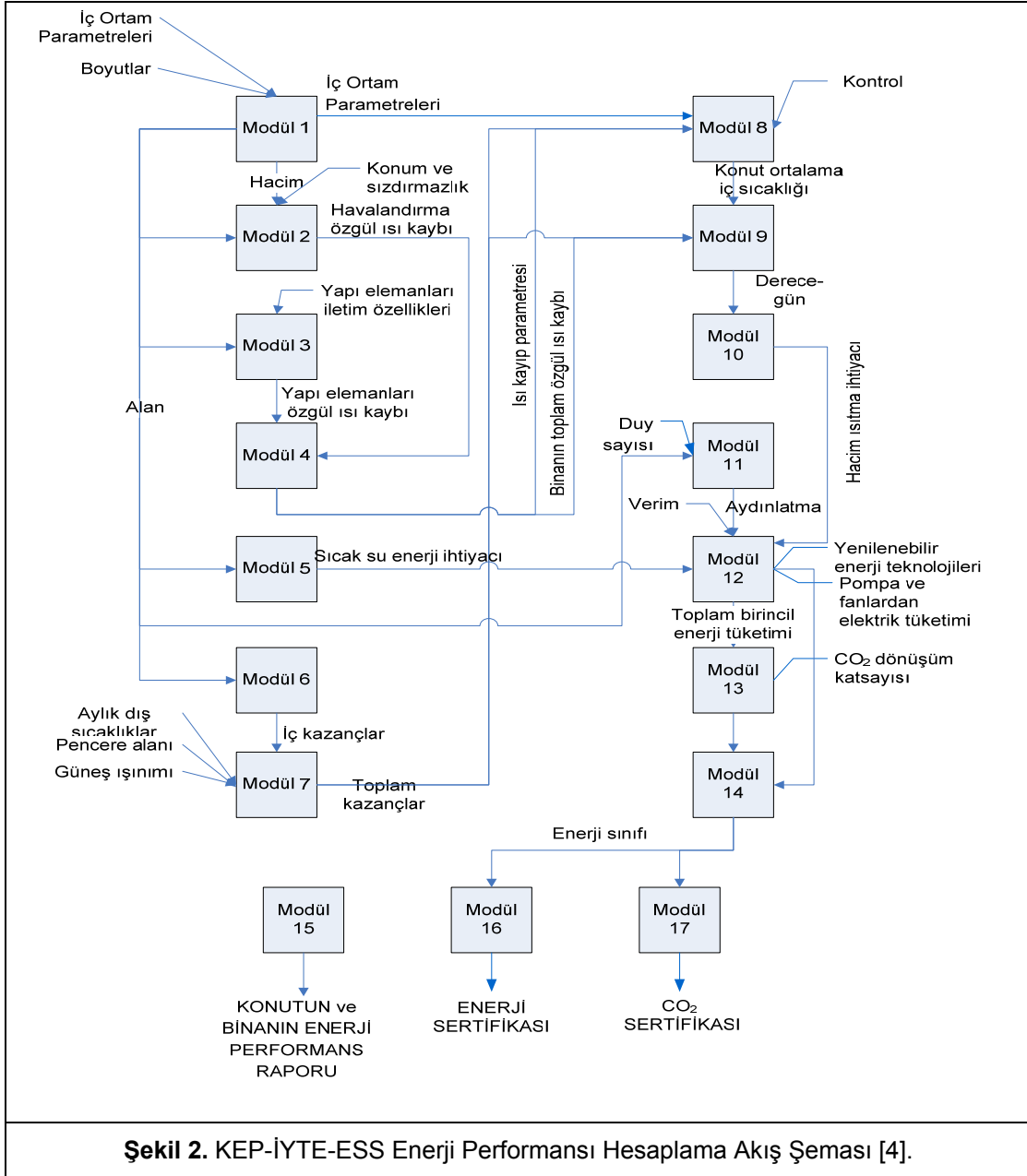
Konut boyutları ve iç ortam parametreleri bilgileri ile ısıtma sistemi bilgileri Modül 1'de girilir.

Modül 2'de konstrüksiyon tipi, havalandırma yöntemi ve binaya ait sızdırmazlık bilgileri seçildikten sonra havalandırma özgül ısı kaybı hesaplanır (Şekil 4).

Yapı elemanlarından olan özgül ısı kaybı Modül 3 (Şekil 5)'de belirlenir. Taban, tavan, dış duvar ve pencere malzemelerine ait toplam ısı geçiş katsayısı (U) değerleri; yönetici veritabanından seçilen malzeme türü ve kalınlığına bağlı olarak hesaplanır. Alan bilgisi girilen  $AxU$  (W/K) değeri hesaplanır. Aynı modülde ısı köprüleri de hesaplanarak binanın toplam özgül ısı kaybı (W/K) ile ısı kayıp parametresi (W/m<sup>2</sup>K) Modül 4 (Şekil 5)'de belirlenir.

Konutun sıcak su enerji ihtiyacı, güneş enerjisi ile su ısıtma sistemi bulunup bulunmadığı durumları için yıllık olarak hesaplanır. Günlük su ihtiyacı EN 15316-3-1,2 ve 3 [5, 6, 7]'de verildiği gibi konutun taban alanına bağlı olarak belirlenir (Modül 5).

Konut iç ısı kazançları, konutun taban alanına bağlı olarak şartlandırılmış hacimde yaşayan insanlardan (metabolik), ev aletlerinden ve aydınlatma armatürlerinden yayılan ısılar ve sıcak su, soğuk su ve atık tesisatları tarafından yayılan veya yutulan ısı miktarları göz önünde bulundurularak Modül 6'da hesaplanır. Pencerelerden olan güneş enerjisi kazançları ise pencere yüzey alanı girilerek, pencere tipi, çerçeve tipi ve varsa gölgeleme elemanlarının bilgileri seçilerek Modül 7 (Şekil 6)'de hesaplanır.



Şekil 2. KEP-İYTE-ESS Enerji Performansı Hesaplama Akış Şeması [4].

Modül 8 (Şekil 7), enerji tüketimi hesaplarında kullanılan ortalama iç sıcaklığı hesaplar. Çalışmada tanımlanan "ortalama iç sıcaklık", binanın enerji tüketiminin gerçeğe yakın olarak tahmin edilebilmesi için hesaplanan iç sıcaklıktır ve ısı konfor sıcaklığından farklıdır. EN 15251 [8]'deki I. kategori binalar için önerilen konfor sıcaklıkları seçilmiştir. Bu sıcaklıklar yaşam alanı için 21°C, diğer hacimler için 18°C' dir. Bina ısıtma sisteminde kontrol (termostat, zaman ayarlayıcı vb.) bulunup bulunmamasına ve ısıtma sisteminin sürekli/kesikli çalışıyor olması durumuna göre ortalama iç sıcaklık hesaplanır.

Güneş kazançları ve iç ısı kazançları dikkate alınarak iç ortamda oluşacak sıcaklık artışı dikkate alınarak konut temel sıcaklığı ve bu sıcaklığa bağlı olarak derece-gün değeri Modül 9 (Şekil 7)'de belirlenir. Toplam özgül ısı kaybı ile derece-gün değerinin çarpımından oluşan hacim ısıtma ihtiyacı ise Modül 10 (Şekil 7)'de hesaplanır.

Aydınlatma enerji ihtiyacı, düşük enerjili ampul kullanımı da dikkate alınarak Modül 11 (Şekil 7)'de hesaplanır.

Enerji ihtiyaçlarının belirlendiği ilk 11 modülden sonra Modül 12’de bir konut/binanın ısıtma, sıcak su ve aydınlatma için gerekli enerji ihtiyaçlarını karşılayacak olan sistemlerin enerji tüketimleri ayrı ayrı hesaplanmakta ve bunların birincil enerji cinsinden değerleri toplanarak konut/binanın yıllık toplam birincil enerji tüketimi kWh/m<sup>2</sup>yıl olarak bulunmaktadır (Şekil 8). Sistemlerin enerji tüketimlerinin hesabında bu sistemlerin enerji dönüşüm verimleri, dağıtım kayıpları ve taşıyıcı akışkan pompalama enerji ihtiyaçları göz önüne alınır. Eğer yenilenebilir enerji kaynakları ve/veya yeni enerji teknolojileri kullanılıyorsa, bunların sağladığı enerji miktarları da enerji tüketimi hesabında tüketimi azaltıcı yönde dikkate alınır. Konut/binaların ısıtma ve sıcak su enerji ihtiyaçları verimleri, dağıtım kayıpları ve taşıyıcı akışkan pompalama enerji tüketimleri farklı olan bireysel, merkezi veya bölgesel ısıtma sistemleri tarafından sağlanabilir. Ayrıca bu üç farklı sistemde (bireysel sistemde pek olası olmamakla birlikte) tepe yükleri karşılamak üzere farklı verimde yedek sistemler olabilir. Konut/binaların enerji tüketimleri de bu farklı sistemler göz önüne alınarak hesaplanmaktadır.

Konut/binanın enerji tüketimine bağlı olarak çevreye verdiği karbondioksit emisyonu miktarı (kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>yıl) Modül 13’de, enerji ve karbondioksit performans sınıfı ise Modül 14’de verilir.

Modül 15, ISO 13790 [9] ve EN 15217 [10] standartlarının önerdiği, konutlar ve konutların bulunduğu binalar için yapılan tüm hesaplama sonuçlarını, bina ve belgeyi düzenleyen kişiye ait bilgileri içeren rapor dokümanını verir. Bu rapor, Türkiye bina stoğuna ait istatistiksel çalışmalarda kullanılmak üzere saklanır.

Son olarak; konut veya bina sahibi için, enerji tasarruf çalışmalarında, alım satım işlemlerinde ve benzeri işlerde kullanılmak üzere, enerji ve karbondioksit sertifikaları hem konut hem de bina için ayrı ayrı düzenlenir (Modül 16-17). Konutlara ait sertifika örnekleri Şekil 9 ve 10’da verilmiştir.

Hesaplama metodu detayları için KEP-SDM raporu [4] incelenmelidir.

## SONUÇ

Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği [3] gereği ulusal ölçekte geliştirilecek olan “Binalarda Enerji Performansı Hesaplama Metodu”na örnek oluşturacak Konutlarda Enerji Performansı Standart Değerlendirme Metodu (KEP-SDM) ve metodun kullanımında kolaylık sağlayacak olan Enerji Sertifikalandırma Yazılımı (KEP-İYTE-ESS)’nin, konularında uzman ve deneyimli tesisat mühendisleri tarafından alan testine tabi tutulması ve bu testlerden gelen önerilere göre metodun ve yazılımın gözden geçirilmesi çalışmanın bir sonraki adımıdır.

Şekil 3. Giriş Sayfası.

7 - Mozilla Firefox

Doğya Düzen Görünüm Geçmiş Ygr İmleri Araçlar Yardım

http://localhost:2962/Default2.aspx

En çok ziyaret edilenler İlk Adım Haberler

## KEP-İYTE-ESS

### Havalandırma ve Enfiltrasyon Özgül Isı Kaybı

Konstrüksiyon Tipini Seçiniz: Perde beton duvarlı yüksek binalarda

Havalandırma Yöntemini Seçiniz: Doğal Havalandırma

n50 katsayısı: 4 1/h

Konut Hava Değişim Sayısı: 0,5 1/h

Toplam hacimsel hava değişim debisi: 192,5 m<sup>3</sup>/h

Havalandırma özgül ısı kaybı: 65,45 W/K

Lütfen konutunuz için uygun olan özellikleri seçiniz

- Birleşmeler kötü malzemeyle yapılmış
- Hiç bir polietilen kaplama yok
- Bodrum/çah arası/yükseltilmiş döşeme
- Açık baca (şömine gibi)
- Karmaşık (dikdörtgen olmayan döşeme planı)
- Sızdırmazlık bandı olmayan pencere ve kapılar
- Çatalanmamış servis açıklıkları
- Kanal geçişleri
- İkiz konutlar
- Havalandırma boşluğu/Teras
- Sandviç duvar
- Macunlanmış/astarlı duvarlar
- Çatalı cam/kapı çerçeveleri

<<geri

ileri>>

Tanım

Şekil 4. Havalandırma ve Enfiltrasyon Özgül Isı Kaybı Hesabı (Modül 2).

3 - Mozilla Firefox

Doğya Düzen Görünüm Geçmiş Ygr İmleri Araçlar Yardım

http://localhost:2962/Default3.aspx

En çok ziyaret edilenler İlk Adım Haberler

## KEP-İYTE-ESS

### Yapı Elemanları Özgül Isı Kaybı

	u değeri	alan	AxU
Tavan Malzemesini Seçin		0 m <sup>2</sup>	0 W/K
Taban Malzemesini Seçin		0 m <sup>2</sup>	0 W/K
Dış Duvar Malzemesini Seçin	0,8924587	70 m <sup>2</sup>	62,47211 W/K
Pencere Malzemesini Seçin	3,1	20 m <sup>2</sup>	62 W/K
Isıtılmamış hacime Komşu Yüzeyleri Seçin		0 m <sup>2</sup>	0 W/K

### Isı Köprüsü

Dışa açık toplam yüzey alanı	45,4 m <sup>2</sup>
Isı köprüsü özgül ısı kaybı	3,178 W/K
Yapı elemanları özgül ısı kaybı	127,6501 W/K

### Toplam Özgül Isı Kaybı

Binanın toplam özgül ısı kaybı	193,1001 W/K
Isı kaybı parametresi	1,379286 W/m <sup>2</sup> K

<<geri

ileri>>

Tanım

Malzeme tablosundan U değeri hesabı için malzeme seçiniz

- Doğal taşlar
- Doğal zeminler (doğal nemlilikte)
- Dökme malzemeler (hava kurusunda, üzeri örtülü durumda)
- Sıvalar, şaplar ve diğer harç tabakaları
  - Kireç harcı, kireç-çimento harcı (Birim hacim kütleleri 1800)
  - Çimento harcı (Birim hacim kütleleri 2000)
  - Alçı harcı, kireçli alçı harcı (Birim hacim kütleleri 1400)
  - Yalıtım alçı kullanılarak (agregasız) yapılmış sıva (Birim hacim kütleleri 1200)
  - Alçı harçlı şap (Birim hacim kütleleri 2000)
  - Çimento harçlı şap (Birim hacim kütleleri 2000)
  - Dökme asfalt kaplama, kalınlık >15 mm (Birim hacim kütleleri 2300)
  - Anorganik asıllı hafif agregalarla yapılmış sıva harçları
  - Genleştirilmiş perlit agregasıyla yapılan sıvalar ve harç ve tabakaları
- Büyük boyutlu yapı elemanları ve bileşenleri (kolon, kiriş, döşeme ve ısı iletkenliği hesabına esas yüzeyi 0,25 m<sup>2</sup> den büyük olan perde, panolar gibi)

Malzemenin SİL	Kalınlığı Gir	Malzeme türü	Malzemenin ısı iletkenlik değeri (W/mK)	Malzemenin kalınlığı (cm)
<input type="button" value="Delete"/>	<input type="button" value="Edit"/>	Kireç harcı, kireç-çimento harcı (Birim hacim kütleleri 1800)	0,87	2
<input type="button" value="Delete"/>	<input type="button" value="Edit"/>	TS 704, TS 705 'e uygun tuğlalarla yapılan kâgir duvarlar, dolu kliniker, düşey delikli kliniker, (TS 4562) seramik kliniker (TS 2902) (Birim hacim kütleleri 1800)	0,81	20
<input type="button" value="Delete"/>	<input type="button" value="Edit"/>	Kireç harcı, kireç-çimento harcı (Birim hacim kütleleri 1800)	0,87	2

Malzeme kalınlığını aşağıdaki alana giriniz ve "Edit" tuşuna basınız  
Malzemenin kalınlığı:  (cm) ("Edit" tuşuna basıldığında satırdaki malzemenin kalınlığı buraya girdiğiniz değer olur.)

U değeri:

Şekil 5. Yapı Elemanları ve Toplam Özgül Isı Kaybı Hesabı (Modül 3-4).




5 - Mozilla Firefox

http://localhost:2962/Default5.aspx

### KEP-İYTE-ESS

#### Güneş Kazançları

Konutunuzun yakınında gölge etmeni yaratacak binalar varsa bunlar için ufuk açısı belirleyiniz. Pencerenizin üzerinde gölge etmeni yaratacak çıkıntı vs. varsa düşey düzlem açısını, sağında yada solunda gölge etmeni yaratacak çıkıntı vs. varsa yatay düzlem açısını belirleyiniz.

	Pencere Alanı	Pencere Tipi	Çerçeve Tipi	Ufuk Açısı	Düşey Düzlem Açısı	Yatay Düzlem Açısı
Güney	20	Seçici yüzeyli çift cam	0,67 Metal	0,8	Seç	Seç
Kuzey	0	-Seçiniz-	-Seçiniz-	Seç	Seç	Seç
Doğu	0	-Seçiniz-	-Seçiniz-	Seç	Seç	Seç
Batı	0	-Seçiniz-	-Seçiniz-	Seç	Seç	Seç
Güneydoğu	0	-Seçiniz-	-Seçiniz-	Seç	Seç	Seç
Güneybatı	0	-Seçiniz-	-Seçiniz-	Seç	Seç	Seç
Kuzeydoğu	20	-Seçiniz-	-Seçiniz-	Seç	Seç	Seç
Kuzeybatı	0	-Seçiniz-	-Seçiniz-	Seç	Seç	Seç

Toplam Enerji Kazancı:  W

Şekil 6. Pencereleden Olan Güneş Kazançları Hesabı (Modül 7).



**Enerji tüketimi için ortalama iç sıcaklık**

Yaşam alanı ve diğer alanların ısıtma sistemi kontrolü birbirinden bağımsız mı?

Kontrolle bağlı  $\Delta T$  düzeltmesi

Haftaiçi P1  Gün için kapalı period 1 (saat)

Haftaiçi P2  Gün için kapalı period 2 (saat)

Haftasonu  Haftasonu kapalı period (saat)

Enerji tüketimi için ortalama iç sıcaklık  °C

---

**Derece Gün**

Toplam kazanç sonucu sıcaklık artışı  °C

Konut temel sıcaklığı  °C

Derece Gün Değeri  °C·gün

---

**Hacim Isıtma İhtiyacı**

Hacim ısıtma ihtiyacı  kWh

---

**Aydınlatma Enerji Tüketimi**

Toplam sabit aydınlatma duyu sayısı

Düşük enerjili ampul kullanılan duyu sayısı

Aydınlatma elektrik tüketimi  kWh

**Şekil 7.** Ortalama İç Sıcaklık (Modül 8), Derece-Gün (Modül 9), Hacim Isıtma İhtiyacı (Modül 10) ve Aydınlatma Enerji Tüketimi (Modül 11) Hesabı.

**Toplam Enerji Tüketimi**

**HACİM ISITMA**

Ana ısıtma sisteminin mevsimsel verimi  %

Ana ısıtma sistemi enerji tüketimi  kWh/yl

Yenilenebilir enerji teknolojileri ile sağlanan ana sistem tasarrufu  kWh/yl

Yedek ısıtma sistemi kullanım oranı  -

Yedek ısıtma sisteminin mevsimsel verimi  %

Yedek ısıtma sistemi enerji tüketimi  kWh/yl

**SU ISITMA**

Su ısıtıcısının verimi  %

Su ısıtma sisteminin enerji tüketimi  kWh/yl

Dağıtım kaybı  kWh/yl

Toplam tüketim  kWh/yl

**POMPALAR FANLAR ve AYDINLATMA**

Verime katılmayan tüm pompa ve fanların elektrik tüketimi  kWh/yl

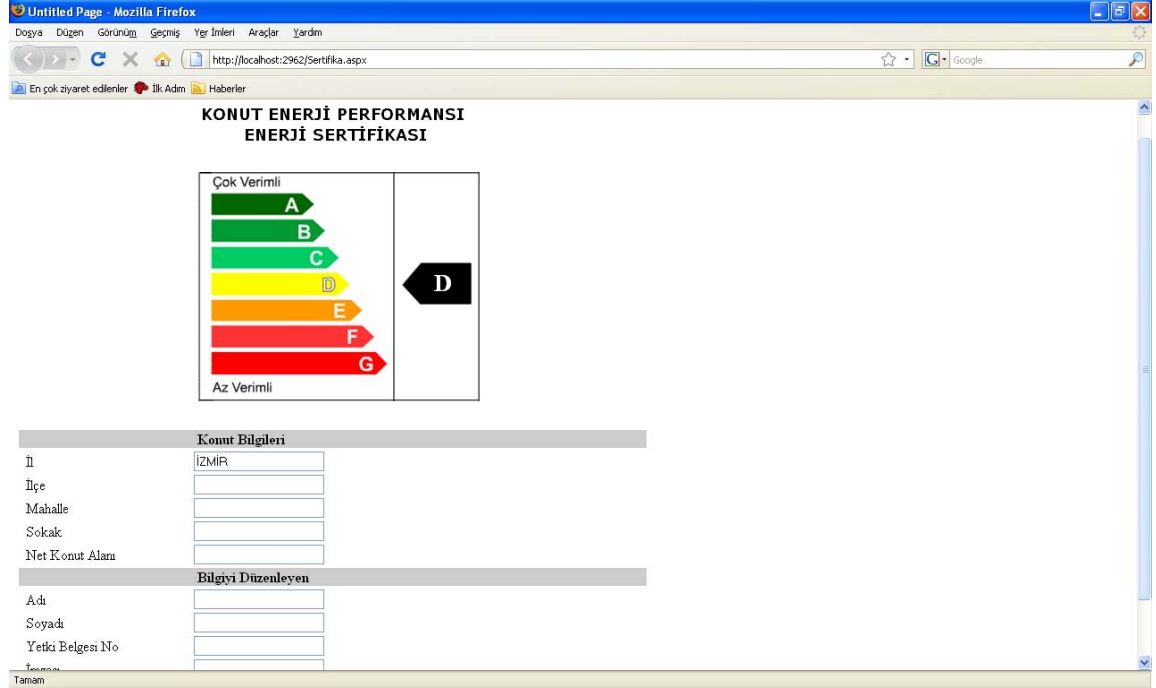
Aydınlatma elektrik tüketimi  kWh/yl

**YILLIK TOPLAM PRİMER ENERJİ TÜKETİMİ**

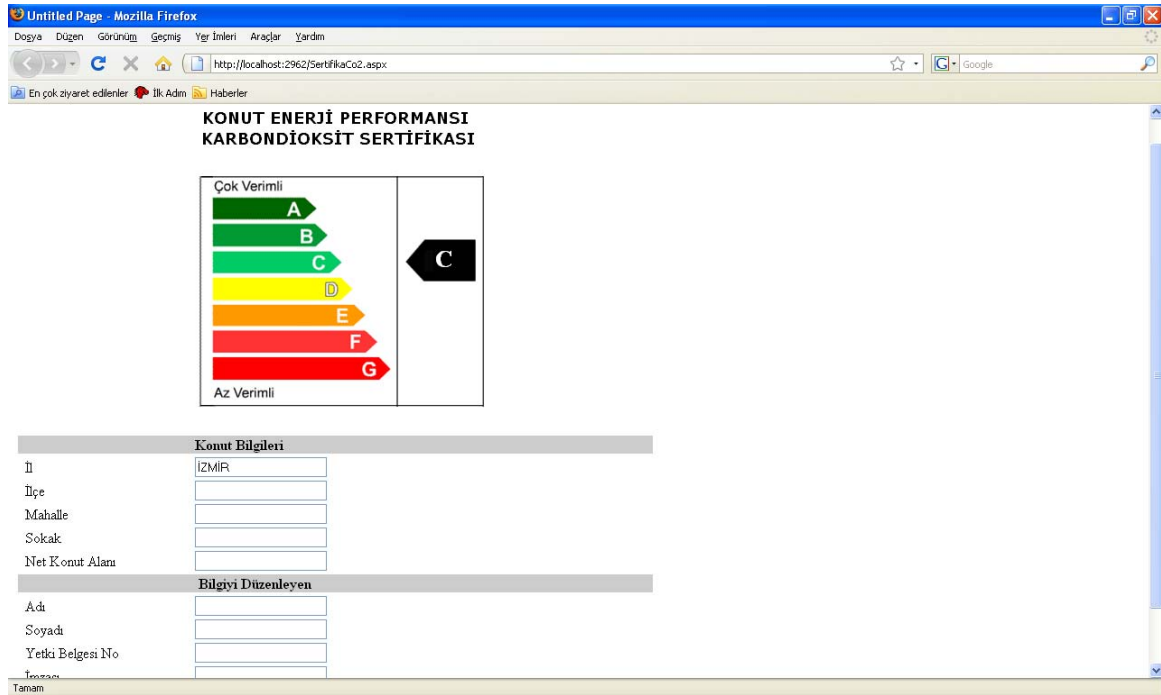
Yıllık toplam birincil enerji tüketimi  kWh/yl

Meterkareye düşen yıllık toplam primer enerji tüketimi  kWh/m<sup>2</sup> yıl

**Şekil 8.** Toplam Birincil Enerji Tüketimi (Modül 12) Hesabı.



Şekil 9. Konut Enerji Sertifikası (Modül 16).



Şekil 10. Konut Karbondioksit Sertifikası (Modül 17).

## KAYNAKLAR

- [1] DIRECTIVE 2002/91/EC of the European Parliament and of the Council on the Energy Performance of Buildings, 2002.
- [2] ENERJİ VERİMLİLİĞİ YASASI, 2007, Sayı: 5627.
- [3] BINALARDA ENERJİ PERFORMANSI YÖNETMELİĞİ, Sayı: 27075, Resmi Gazete, Aralık 2008.
- [4] KONUTLARDA ENERJİ PERFORMANSI STANDART DEĞERLENDİRME METODU (KEP-SDM), MMO Çalışma Grubu, [http://www.iyte.edu.tr/~geocen/turkish/KEP\\_SDM.htm](http://www.iyte.edu.tr/~geocen/turkish/KEP_SDM.htm), Haziran 2008.
- [5] prEN 15316-3-1, "Heating Systems in Buildings-Method for Calculation of Energy Requirements and System Efficiencies. Part 3-1: Domestic Hot Water Systems, characterisation of Needs (Tapping Requirements)", 2007.
- [6] prEN 15316-3-2, "Heating Systems in Buildings-Method for Calculation of System Energy Requirements and System Efficiencies. Part 3-2: Domestic Hot Water Systems, Distribution", 2007.
- [7] prEN 15316-3-3, "Heating Systems in Buildings-Method for Calculation of System Energy Requirements and System Efficiencies. Part 3-2: Domestic Hot Water Systems, Generation", 2007.
- [8] EN 15251, "Indoor Environmental Input Parameters for Design and Assessment of Energy Performance of Buildings Addressing Indoor Air Quality, Thermal Environment, Lighting and Acoustics", 2007.
- [9] ISO 13790, "Energy Performance of buildings-Calculation of Energy Use for Space Heating and Cooling", 2008.
- [10] EN 15217, "Energy Performance of Building - Methods for Expressing Energy Performance and for Energy Certification of Buildings", 2007

## ÖZGEÇMİŞ

### Gülden GÖKÇEN

1968 yılı İzmir doğumludur. 1990 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümü'nü bitirmiştir. Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü'nden 1992 yılında Yüksek Mühendis, 2000 yılında da Doktor ünvanı almıştır. 1996 yılında Auckland Üniversitesi Jeotermal Enstitüsü'nde "Jeotermal Enerji Teknolojisi Diploma Kursu"na katılmıştır. 1997 yılında NATO A2 bursu ile ABD'de "Jeotermal Elektrik Santralleri'nde Reboiler Teknolojisi" üzerine dört aylık bir çalışma yapmıştır. 1991-2000 yılları arasında Güneş Enerjisi Enstitüsü'nde Araştırma Görevlisi olarak görev yapmıştır. 2000 yılından bu yana İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Makina Mühendisliği Bölümü'nde görev yapmaktadır. Jeotermal elektrik santrallerinde verim artırma metodları, jeotermal enerji teknolojileri, jeotermal uygulamaların çevresel etkileri ve binalarda enerji performansı konularında çalışmaktadır.

### Mustafa Can YAMAN

1984 yılı İzmir doğumludur. 2006 yılında İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Makina Mühendisliği Bölümü'nden mezun olmuştur. Aynı yıl İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Enerji Mühendisliği Programı'nda Yüksek Lisans eğitimine başlamıştır. 2007 yılı başından buyana aynı programda Araştırma Görevlisi olarak görev yapmaktadır. Binalarda ve sanayide enerji verimliliği konusunda çalışmaktadır. 2008 yılı itibariyle "Binalarda Enerji Yöneticisi" ünvanını kazanmıştır.

### Seçkin AKIN

1986 yılı Nazilli/Aydın doğumludur. İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği Bölümü son sınıf öğrencisidir.

### Baran AYTAŞ

1986 yılı Şarkışla/Sivas doğumludur. İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği Bölümü son sınıf öğrencisidir.

**Mitat POYRAZ**

1986 yılı Beyşehir/Konya doğumludur. İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği Bölümü son sınıf öğrencisidir.

**Mehmet Emrah KALA**

1985 yılı İzmir doğumludur. İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği Bölümü son sınıf öğrencisidir.

**Macit TOKSOY**

1949 İlkurşun (Ödemiş-İzmir) doğumlu. 1972'de İstanbul Teknik Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümü'nden Yüksek Makina Mühendisi olarak mezun oldu, 1976 yılında Ege Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü'nde doktorasını tamamladı. 1972 yılından 1999 yılına kadar Ege Üniversitesi'nde, Dokuz Eylül Üniversitesi'nde, North Carolina Eyalet Üniversitesi'nde çeşitli pozisyonlarda akademisyen olarak çalıştı. 1981-1983 döneminde Makina Mühendisleri Odası İzmir Şubesi Başkanlığını yaptı, 1999-2003 yıllarında İzmir İli Jeotermal Enerji Yüksek Danışma Kurulu Başkanlığını yürüttü. Dokuz Eylül Üniversitesi'nde, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsünde ve YÖK'te çeşitli kademelerde yöneticilik ve idari görevler yaptı. 1999 yılından bu yana İzmir Yüksek Teknoloji Enstitü'sünde akademik hayatına devam ediyor. 100'ün üzerinde makale ve bildirinin yazarı. Evli ve iki çocuklu.  
<http://ikya.iyte.edu.tr/mechweb/turkce/personel/personel.htm>