



TS 825 STANDARDI: GÜNCELLEMELER ÜZERİNE KRİTİK BİR DEĞERLENDİRME

TS 825 Standard: A Critical Evaluation On Updates

Özgür BAYER
Ömer ÜNAL
Sadettin ÖZKALENDER

ÖZET

Bina enerji performansının en baskın parametresi, bina kabuğunun binanın bulunduğu iklim şartlarına göre göstereceği ısı davranışına bağlı ısıtma ve soğutma enerjisi ihtiyacıdır. Bu sebeple, ısıtma ve soğutma enerjisi ihtiyacını belirlerken, bina kabuğunun ısı davranışına bağlı olarak yapılacak analizlere göre tasarlanması önem arz etmektedir.

Ülkemizde bina kabuğu detayının belirlendiği ve zorunlu olarak uygulanan TS 825 Standardı ile binaların ısıtma enerjisi ihtiyacının sınırlandırılması öngörülmüştür. Ancak, bu standardın, ısıtma gereksinimine yönelik olarak düzenlendiği için, soğutma yükünün yüksek olduğu binalarda ne kadar sağlıklı sonuçlar verdiği belirsizdir. Ayrıca ilgili standart; iklim ve konfor şartlarının değiştiği ve teknolojik gelişmelerin getirdiği yeni nesil malzemelerin de kullanımda olduğu düşünüldüğünde günümüzde güncel olmaktan uzaktır.

Bu çalışmada, TS 825 standardının eksik yönleri ve yenilenmesi halinde eklenmesi ve iyileştirme yapılması gereken noktalar teknik olarak değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Derece gün, Isı kayıpları, Isı kazançları, Bina kabuğu, Isıtma ve soğutma enerjisi ihtiyacı.

ABSTRACT

Depending on the thermal behavior of the building shell according to the climatic conditions, most dominant parameters for building energy performance are the heating and cooling energy needs. Therefore, while determining the need for heating and cooling energy, it is important to perform analyses for designing the building envelope considering the thermal behavior of it.

In our country, it is desired to limit the heating energy need of the buildings by the TS 825 standard which is mandatory and in which the envelope details are determined. But as this standard only calculates the heating needs, it is not clear how accurate results could be achieved for buildings with high cooling loads. Additionally, due to change in climate and comfort conditions and use of new generation materials regarding technological developments, the standard is out of date nowadays.

This study focuses on deficiencies of the current TS 825 standard and technically evaluates issues which need to be added or improved in case of a renewal process.

Keywords: Degree day, Heat losses, Heat gains, Building envelope, Heating and cooling energy needs,

1. GİRİŞ

TS 825 ilk olarak 06 Mart 1989 yılında yayımlanmıştır. Daha sonra dönemin Avrupa Standartları esas alınarak 29 Nisan 1998 tarihinde tadil edilmiş ve mülga Bayındırlık ve İskan Bakanlığı tarafından 14 Haziran 1999 tarihinde resmi gazetede yayımlanmıştır. 05 Mayıs 2000 tarihinde Binalarda Isı Yalıtımı Yönetmeliği yayımlandıktan sonra 14 Haziran 2000 tarihinden itibaren TS 825 Standardı zorunlu standart olarak yürürlüğe girmiştir.

Standart, günün gelişen şartları ve ihtiyaçları doğrultusunda yapılarda konfor ve dolayısıyla daha sağlıklı yaşam koşullarının oluşturulması, enerji verimliliğinin artırılması, daha küçük ve ekonomik ısıtma ve soğutma yatırımları yapılmasını sağlamak amacıyla iyileştirilerek 2008 yılında zorunlu standart olarak yürürlüğe girmiştir.

Halen yürürlükte olan standart; sınırlandırılmış enerji miktarına göre mimari detay projesine uygun olacak biçimde, tasarım aşamasındaki binanın kabuk kompozisyonunu belirlemede ve kabuktaki yapı bileşenlerinin toplam ısı geçirgenlik katsayısı (U) değerlerinin hesaplanmasında temel rehber durumundadır.

Uygulaması zorunlu olan standart kapsamında, ülkemiz sıcaktan soğuğa doğru dört iklim bölgesine ayrılmıştır. Standart, tip binalar için dış ve iç ortam sıcaklık değerlerini dikkate alarak yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacını belirlemeyi hedeflemektedir. İzlenen yöntemde; aylık ortalama meteorolojik değerler üzerinden ısı kaybı ve ısı kazancı (güneş enerjisi vb.) hesapları yapılarak ısı kayıplarından ısı kazançlarının çıkarılması ile yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı elde edilmektedir.

Hesaplama yöntemi, oda yüksekliği $h \leq 2,60$ m olan yapılarda hesaplanan ısıtma ihtiyacı ($Q_{yıl}$) değeri, bina kullanım alanına (A_n) bölünerek bulunan metrekare başına enerji ihtiyacı (Q) ($kWh/m^2_{yıl}$) değerinin veya oda yüksekliği $h > 2,60$ m olan yapılarda ise ısıtma ihtiyacı ($Q_{yıl}$) değeri binanın ısıtılan hacmine ($V_{brüt}$) bölünerek bulunan metreküp başına enerji ihtiyacı (Q) ($kWh/m^3_{yıl}$) değerinin, bina için sınırlandırılmış enerji ihtiyacı üst sınır değerini (Q') ($kWh/m^2_{yıl} - kWh/m^3_{yıl}$) aşmaması üzerine oluşturulmuştur. Bina için sınırlandırılmış enerji ihtiyacı üst değeri olan (Q') ısı kaybının olduğu bina kabuğu toplam yüzey alanı (A_{top}) ile binanın ısıtılan hacminin ($V_{brüt}$) oranının ($A_{top}/V_{brüt}$) fonksiyonudur. Eğer bina için hesaplanan Q değeri, Q' değerinden büyükse, yalıtım kalınlıkları artırılarak veya kabuk bileşenlerinin (yapı malzemeleri, pencereler vs.) kompozisyonunda ya da kalınlıklarında değişiklik yapılarak (U değeri düşürülerek) $Q < Q'$ koşulu sağlanır [1].

TS 825 ayrıca yapı bileşenleri içerisindeki buhar geçişi ve yoğuşma riski konusunda da geliştirilmiş hesap yöntemi yardımıyla sınırlama getirmektedir.

Mevcut TS 825 Standardı kapsamında;

- Dört iklim bölgesi için aylık ortalama dış sıcaklık değerleri,
- Aylık ortalama güneş ışınımı şiddeti değerleri,
- Farklı amaçlarla kullanılan (konut, yönetim binaları, iş ve hizmet binaları, otel, öğretim binaları, tiyatro ve konser salonları, hava limanları, hastaneler, imalat ve atölye binaları vb.) binalar için iç sıcaklık değerleri,
- Muhtelif pencere sistemlerinin U değerleri,
- Yapı malzeme ve bileşenlerinin; birim hacim kütlesi, ısı iletkenlik katsayısı (λ) ve su buharı difüzyon direnç faktörü (μ) değerleri tablolar halinde verilmiştir [1].

Sadece ısıtma hesabının yapılabilmesi, gelişen konfor şartları ve sosyal ihtiyaçlar doğrultusunda ortaya çıkan soğutma ihtiyacı belirleme gereksinimi, ayrıca hastane vb. farklı bina tipleri için yapılan hesaplamalarda sağlıklı sonuçlar alınmaması nedenleriyle mevcut TS 825 Standardının ülkemizin şartlarını karşılayamaz durumda olduğu değerlendirilmektedir. Türkiye'nin, enerji darboğazından kurtulması perspektifinden bakıldığında, ülke politikası olarak binalarda ısı yalıtımına daha çok önem vermesi, tasarruf ve verimliliği artırıcı gelişmeleri ve tedbirleri bir an önce hayata geçirmesi ve topluma yaygınlaştırması gerekmektedir.

Bu kapsamda standartta, soğutma ihtiyacı hesaplarının da yapılabilmesi için yöntem belirlenmesi ve buna bağlı olarak iklim bölgelerinin tekrar tanımlanması, tüm bina tiplerinde sağlıklı sonuç verecek

şekilde hesaplama metodunun yenilenmesi, tavsiye edilen U ve belirlenmiş Q' değerlerinin yeniden incelenmesi gerekmektedir.

Dünyada bina kabukları binanın enerji performansı kapsamında bir bütün içerisinde değerlendirilmektedir. Bu çerçevede, son olarak CEN ISO 52016-1, 52016-2, 52017-1 ve 52017-2 standartları geliştirilmiştir [2-5]. Teknik gelişmeler doğrultusunda TS 825 standardının da söz konusu standartlarda dikkate alınan felsefe ışığında ülkemiz şartlarına uygun olacak şekilde geliştirilmesi ve genişletilmesi şarttır. Bu nokta, Avrupa Birliği ülkeleri ile hesaplama metodu uyumunun sağlanması açısından da önemlidir.

Standardın güncellenmesi sürecine katkı sağlayabileceği düşünülen bu çalışma, TS 825 Standardının mevcut sıkıntılı konularını, uygulamasında ortaya çıkan problemleri, yenilenmesi halinde eklenmesi gereken bölümleri ve iyileştirmeye muhtaç kısımları teknik açıdan değerlendirmektedir.

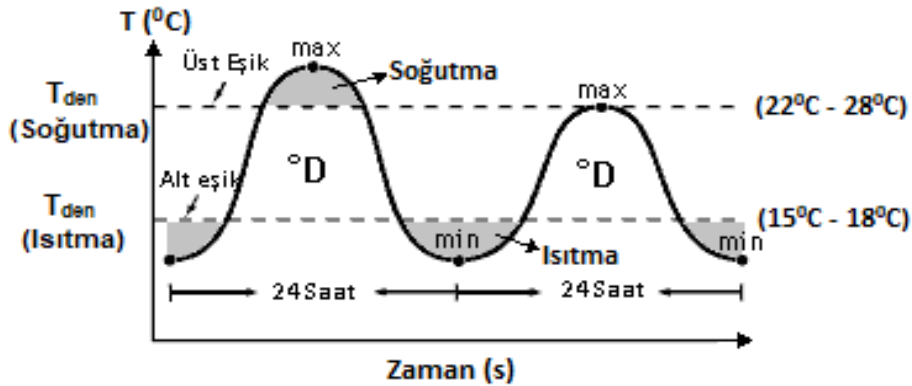
2. TS 825 STANDARINDA YENİLENMESİ VEYA DÜZELTİLMESİ GEREKEN HUSUSLAR

2.1. Isıtma ve soğutmada derece saat ve derece gün değerlerinin belirlenmesi

Bilindiği gibi mevcut standart ile binaların sadece ısıtma enerjisi ihtiyacı hesaplanabilmektedir. Ülkemizin iklim şartları nedeniyle bazı bölgelerimizde yıl bazında ısıtmadan çok soğutmaya gerek duyulmaktadır. Bu nedenle standart kapsamında binanın soğutma enerjisi ihtiyacının hesaplanabilmesi ve gerektiğinde soğutmaya göre de yalıtım kalınlığının belirlenmesi önemli bir eksikliği giderecek ve sonuçta daha sağlıklı ısı hesaplamalar yapılabilecektir. Bunun için öncelikli yapılması gereken çalışma ısıtma ve soğutma derece gün (SDG) değerlerinin hesaplanmasıdır.

Derece saat ve derece gün yöntemleri binalarda enerji performans analizlerinde kullanılan en eski yöntemlerdendir. Günümüzde detaylı ve karmaşık enerji analiz yöntemleri geliştirilmiş olmasına rağmen, derece gün yöntemi hala geniş bir şekilde kullanılmaktadır. Ülkelerin farklı ısıtma, soğutma ve yalıtım hesaplamalarında kullanılmak üzere derece gün bölgelerini tayin etmeleri yaygın olarak görülebilen bir işlemdir [6-8]. Ülkemiz için değişken tabanlı derece gün ve derece saat hesaplamaları üzerine yapılan değişik çalışmalar da mevcuttur [9-12].

Şekil 1'de sunulduğu gibi, ısıtma ve soğutma için denge noktası sıcaklık aralığı, bir binada ısıtmaya veya soğutmaya ihtiyaç duyulmadığı zamanki dış ortam sıcaklık aralığı olarak tanımlanabilir. Dış ortam sıcaklığı, ısıtma için denge noktası sıcaklığı (T_{den}) altına düştüğünde ortamı ısıtmak gerekecektir. Aksi olarak dış ortam sıcaklığı soğutma için denge noktası sıcaklığı (T_{den}) üstüne çıktığında ise, ortamı soğutmak gerekecektir [13].



Şekil 1. Isıtmaya veya soğutmaya ihtiyaç duyulmadığı zamanki dış ortam sıcaklık aralığı

Derece saat ve derece gün hesabı, saatlik veya günlük ortalama sıcaklık değerleri ile kabul edilen denge sıcaklığı arasındaki farka göre yapılmaktadır. Isıtma ve soğutma için denge noktası sıcaklığı

(T_{den}) alt ve üst eşiklerinin doğru olarak belirlenmesi ısıtma ve soğutma enerjisi hesaplamalarında temel parametredir.

Denge sıcaklığı ile ilgili farklı değerler alınabilmekle beraber genel olarak yalıtımsız bir binada ısıtma için 15°C - 18°C aralığında ve soğutma için de 22°C - 28°C aralığında alınmaktadır. Denge sıcaklığının belirlenmesinde binanın; konfor şartları, kullanım özellikleri, yalıtım durumu ile ısı kazançları ve kayıpları dikkate alınmalı ayrıca özellikle soğutma hesapları yapılırken, dış hava bağıl nem değeri, gizli ısı ve geri-dönüşüm havası oranı dikkate alınmalıdır [14]. Buna göre derece saat ve derece gün değerlerine göre hesaplanan ısıtma enerjisi ihtiyacı ve soğutma enerjisi ihtiyacı, aynı yerleşim merkezinde olsa bile, her bir bina için farklı değerlerde olabilmektedir.

Sonuç olarak; 81 ilimiz ve bazı kritik ilçelerimizin her biri, ısıtma veya soğutma bölgesi olarak kabul edilerek, Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün ısı, nem ve güneş ışınım verilerine dayanılarak ısıtma ve soğutma için denge noktası sıcaklıkları belirlenmeli ve bu denge noktası sıcaklıklarına göre derece saat ve derece gün değerlerinin güncel olarak hesaplanması gerekmektedir.

Ülkemiz iklim şartlarına göre denge sıcaklıklarının ısıtma için 15°C ve soğutma için de 28°C alınarak ısıtma ve soğutma için derece gün değerlerinin hesaplanması enerji verimliliği ve tasarrufu açısından uygun olacaktır. Ayrıca ısıtma ve soğutma için hesaplanan derece saat ve derece gün değerleri, standart bünyesinde ekler bölümünde yer almalıdır.

2.2. Ülkemiz şartlarına göre ısıtma ve soğutma için iklim bölgesi sayısının belirlenmesi

Halen yürürlükteki TS 825 Standardında ülkemiz sadece ısıtma derece gün (IDG) değerlerine göre dört iklim bölgesine ayrılmıştır. Birbirinden farklı iklim özelliklerinin olduğu bölgelere sahip ülkemizde sadece dört iklim bölgesi yetersiz kalmaktadır. İklim bölgelerinin belirlenmesiyle ilgili bazı çalışmalar yapılmıştır.

İklim bölgelerin sınıflandırılmasında ısıtma ve soğutma derece saat hesaplamalarında enlem, boylam, rakım ilişkisi araştırılmış ve yeryüzündeki sıcaklık dağılımını etkileyen önemli parametrelerden olan rakım ve enlem etkisinin yanında; yer şekillerinin güneş ışınlarına olan konumu yani bakı, nem, rüzgâr ve güneş şiddeti gibi etkilerin de göz önünde bulundurulmasının uygun olacağı değerlendirilmiştir [15].

IDG ve SDG sayılarının entegrasyonu çalışmasında ise, bir bölgedeki bina tasarımında hem ısıtma ve hem de soğutma dönemleri baz alındığında, bina kabuğuna ait hem ısıtma hem de soğutma için ayrı ayrı ısı transfer katsayısı olamayacağından, hangi döneme ait derece gün değeri büyükse yalıtım kalınlığı dolayısıyla U, toplam ısı geçirgenlik katsayısı da o döneme göre belirlenmeli ayrıca özellikle soğutma sistemlerinin projelendirilmesi açısından hassas olunan noktalarda iklim bölgelerinin belirlenmesinde güneş ışınımı ve nem etkisinin de göz önüne alınması gerektiğini belirtilmiştir [16]. Başka bir çalışmada Türkiye'nin birinci iklim bölgesindeki şehirler için optimum yalıtım kalınlıkları güneş radyasyonunu da dikkate alarak hesap edilmiş ve buna göre sıcak iklim bölgelerindeki binalarda optimum yalıtım kalınlıklarının soğutma yüklerine göre değerlendirilmesi gerektiği vurgulanmıştır [17].

Ülkemizdeki en sıcak il olan Adana ve en soğuk il olan Ardahan için ortalama IDG ve SDG değerleri ile sıcaklıkların 15°C altı ve 22°C üstü olduğu gün sayıları Tablo 1'de sunulmuştur [18].

Tablo 1. En Sıcak ve Soğuk İllerimiz için Isıtma ve Soğutma Derece Gün Sayıları

	IDG	Isıtma Gün Sayısı ($< 15^{\circ}\text{C}$)	SDG	Soğutma Gün Sayısı ($> 22^{\circ}\text{C}$)
ADANA	826	107	769	149
ARDAHAN	4569	294	0	0

Buna göre Ardahan ve Adana'nın IDG büyüklüklerinin oranı 5,53 ve ısıtma gün sayısı oranı ise 2,74'dir. Bu tespit Ardahan'ın ısıtmaya ihtiyaç duyacağı sürenin Adana'dan 5,53 kat fazla olduğunu

göstermektedir. Aynı illerin SDG ve soğutma gün sayısı dikkate alındığında ise Adana'da 149 gün soğutma yapılması gerekirken, Ardahan'da soğutma yapılması gerekmediği görülmektedir.

Yapılacak yenileme çalışmalarında sadece IDG değerlerine göre değil, aynı zamanda SDG değerleri ile beraber bölgelerin nem ve güneş ışımaya süresi ve şiddeti değerlerinin de dikkate alınarak iklim bölgelerinin belirlenmesi uygun olacaktır.

Ülkemizin iklim şartları özelinde sıcak bölgelerin, nem, sıcaklık ve güneş ışımaya değerleri ve süreleri değerlendirilerek çok sıcak ve nemli bölge ile sıcak bölge olmak üzere iki bölgeye ayrılması ve ılıman iklime sahip illerin üçüncü bir bölge olarak değerlendirilmesi gerektiği, aynı şekilde soğuk bölgelerinde soğuk, çok soğuk ve aşırı soğuk ve nemli olmak üzere üç ayrı bölgeye ayrılmasının daha doğru hesaplamaların yapılmasını sağlayacak ve bununla bağlantılı olarak ısı konfor, enerji verimliliği ve tasarrufu açısından da olumlu katkıları olacaktır.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün ısıtma ve soğutma için derece gün değerleri kapsamında, Tablo 2'de sunulduğu şekilde Türkiye'nin ısıtma ve soğutmaya göre toplam altı iklim bölgesine ayrıştırılmasının uygun olacağı değerlendirilmektedir.

Tablo 2. Önerilen İklim Bölgeleri

1. BÖLGE	Çok sıcak ve nemli iklime sahip il ve ilçeler (Adana, Antalya, İçel, Milas, Bodrum, Marmaris)	SDG > 730 (Soğutmaya göre)
2. BÖLGE	Sıcak iklime sahip il ve ilçeler (İzmir, Hatay, Aydın, Osmaniye, Çanakkale, Denizli, Samsun, Yalova, Rize, Kahramanmaraş vb.)	SDG < 730 IDG 890 – 1610 (Soğutma ve Isıtmaya göre)
3. BÖLGE	İlman iklime sahip il ve ilçeler (İstanbul, Ordu, Burdur, Gaziantep, Kocaeli, Tekirdağ, Zonguldak, Düzce, Balıkesir, Malatya vb.)	IDG 1611 - 2210 (Isıtma ve soğutmaya göre)
4. BÖLGE	Soğuk iklime sahip il ve ilçeler Ankara, Konya, Eskişehir, Nevşehir, Bolu, Karabük, Elazığ, Çankırı, Kütahya vb.)	IDG 2211 - 2750 (Isıtma ve soğutmaya göre)
5. BÖLGE	Çok soğuk iklime sahip il ve ilçeler (Kayseri, Sivas, Erzincan, Gümüşhane, Hakkari, Kastamonu, Bitlis, Bayburt vb.)	IDG 2751- 3900 (Isıtma ve soğutmaya göre)
6. BÖLGE	Aşırı soğuk iklime sahip il ve ilçeler (Ağrı, Erzurum, Kars, Ardahan)	IDG > 3900 (Isıtmaya göre)

2.3. Isıtma enerjisi ihtiyacı hesaplamalarının güncellenmesi

2008 yılı Mayıs ayından beri yürürlükte olan TS 825 Standardı hesap yönteminde kabuk tasarlanırken bina, sadece dış kabuktan ibaret içi boş bir hacim olarak düşünülmekte, ısıtma enerjisi ihtiyacı ve buna bağlı olarak yapılacak ısı yalıtımı için seçilen malzemeye göre kalınlık hesaplamaları yapılmaktadır. Söz konusu hesaplamalar, standardın yürürlüğe girdiği tarihteki Avrupa Birliği Standartlarına paralel hesaplama yöntemleriyle gerçekleştirilmektedir.

Yıllar itibarıyla ortaya çıkan sosyal ihtiyaçlar ve taleplerle beraber yaşanan teknolojik gelişmeler neticesinde Avrupa Birliği tarafından konu ile ilgili standartların tamamı aynı çatı altına toplanarak doğrudan bina enerji performansının ölçülmesini işaret eden EN-52000 serisi standartlar yayımlanmıştır. Binalarda enerji verimliliğine yönelik olarak; EN-52016-1, ısıtma ve soğutma enerjisi ihtiyaçları ve duyulur ve gizli ısı yüklerinin hesaplama prosedürünü, EN-52017-1, duyulur ve gizli ısı yüklerini ile iç sıcaklığının genel hesaplama metodunu, EN-52016-2, ISO 52016-1 ve ISO 52017-1 ısıtma ve soğutma enerjisi ihtiyaçları ve duyulur ve gizli ısı yüklerinin hesaplama metodunun açıklamalarını ve doğrulamalarını, EN-52017-2 ise ISO 52017-1 standardını doğrulamayı amaçlayan ve bina bölgesi için dinamik ısı denge hesap metodunu kapsamaktadır [2-5].

Söz konusu standartlar aylık ve saatlik olarak ısıtma ve soğutma enerjisi ihtiyaçlarının hesap metodlarını tanımlamakta olup aylık hesap metodundaki meteorolojik verilerin de saatlik verilerden oluşturulduğu belirlenmiştir.

Ülkemizdeki binaların enerji verimliliği BEP-TR programı ile ölçülmekte ve sınıflandırılmaktadır [19]. Ancak TS 825 standardı bina henüz tasarlanırken sadece binanın ısıtma ve soğutma enerjisi ihtiyacına göre bina kabuğundaki yapı elemanlarının (dolgu duvar, betonarme duvar, kolon, giriş, toprak temaslı taban, çıkma, çatı, pencere, kapı, ısıtılmayan hacme komşu duvar vb) tasarımı ile ilgilidir. Yani TS 825 standardı bina enerji verimliliğine yönelik olmamakla beraber, hesaplama metodunda Avrupa Birliği ile birlikteliği sağlamak amacıyla, 52016 ve 52017 standartlarındaki hesap metodlarının incelenip ülkemiz şartlarına uygun olacak şekilde düzenlendikten sonra, TS 825 standardındaki hesaplamaların ilintili olması sağlanmalıdır. Hesap metodunun belirlenmesinde;

- Yeterli meteorolojik verinin sağlanıp sağlanamayacağı,
- Aylık ve saatlik metot ile yapılan hesaplama sonuçları arasındaki farkların değerlendirilmesi,
- Aylık ve saatlik hesaplama metodunda programa girilmesi gereken veri sayısının çokluğu,
- Hesap metodunun makine mühendislerinin kullanabileceği basitlikte ve pratiklikte olması önemlidir.

2.4. Soğutma enerjisi ihtiyacı hesaplamalarının standarda dâhil edilmesi

Ülkemizin Adana, Aydın, Hatay, Mersin, İzmir, Osmaniye ve Muğla (Bodrum, Fethiye, Marmaris, Milas) sıcak iklime sahip olup, 1. iklim bölgesini oluşturmaktadır. 2007 - 2014 yılları ölçümlerindenki IDG değeri ve SDG değeri ile ısıtma ve soğutma yapılan gün sayıları ortalamaları Tablo 3'te sunulmuştur [18].

Tablo 3. 2007- 2014 arası IDG VE SDG değerleri ile ısıtma ve soğutma gerçekleşen gün sayıları

	2007-2014 Ort. IDG	2007-2014 Ort. SDG	Isıtma Gün Sayısı (2014, $T_{dış} < 15^{\circ}C$)	Soğutma Gün Sayısı (2014, $T_{dış} > 22^{\circ}C$)
Adana	826	769	107	149
Antalya	823	733	106	132
Aydın	1104	663	139	124
Hatay	957	671	116	144
Mersin	596	822	92	157
İzmir	962	662	132	127
Osmaniye	994	650	113	135
Muğla	732	749	108	136
ORTALAMA DEĞERLER	874	715	114	138

Bu değerlere göre 1. bölgedeki illerin ortalama IDG değeri 874, SDG değeri 715'tir. Ayrıca 2014 yılı ölçümlerine göre ortalama 114 gün $15^{\circ}C$ 'nin altında (ısıtma ihtiyacı), ortalama 138 gün $22^{\circ}C$ 'nin üzerinde (soğutma ihtiyacı) sıcaklık ölçülmüştür. Buradan da görüldüğü gibi bu bölge için soğutma yapılması gereken gün sayısı, ısıtma yapılması gereken gün sayısından daha fazladır.

Açıklanan nedenlerle özellikle bu bölgede ısıtma ve soğutma hesaplamalarının birlikte göz önüne alınarak baskın olan değerlere göre yalıtım kalınlığının belirlenmesi daha doğru olacaktır.

Sonuç olarak Standardın revize çalışmalarında ısıtma ihtiyacı yanında soğutma ihtiyacı hesaplamalarının da yapılmasının ve yalıtım kalınlıklarının sıcak iklime sahip bölgelerde soğutma ihtiyacına göre belirlenmesinin hem ısı konforu hem de enerji verimliliği açısından öneminin büyük olacağı düşünülmektedir.

2.5. Tavsiye edilen “U” değerlerinin iyileştirilmesi

Mevcut TS 825 standardında bina kabuğu için bölgelere göre tavsiye edilen U değerleri aşağıda verilmiştir. Betonarme ve dolgu duvar için tek bir U değerinin kabul edilmiş olması dikkat çekicidir. Öte yandan; ısı geçirgenlik katsayısı (λ) dikkate alındığında; donatılı beton için $\lambda=2,5$ W/mK, dolgu duvar malzemeleri (tuğla, bims, gazbeton) için ise $\lambda=0,025 - 0,40$ W/mK aralığında olduğu görülmektedir. Buradan hareketle donatılı betonun ısı geçirgenliği dolgu duvarın yaklaşık 5 katıdır.

Yürürlükteki mevcut standartta bölgelere göre yapı bileşenlerinin tavsiye edilen U değerleri ile aynı büyüklüğün Avrupa ülkelerinde kabul edilmiş değerleri W/m²K cinsinden sırasıyla Tablo 4 ve Tablo-5'te sunulmuştur [17, 19].

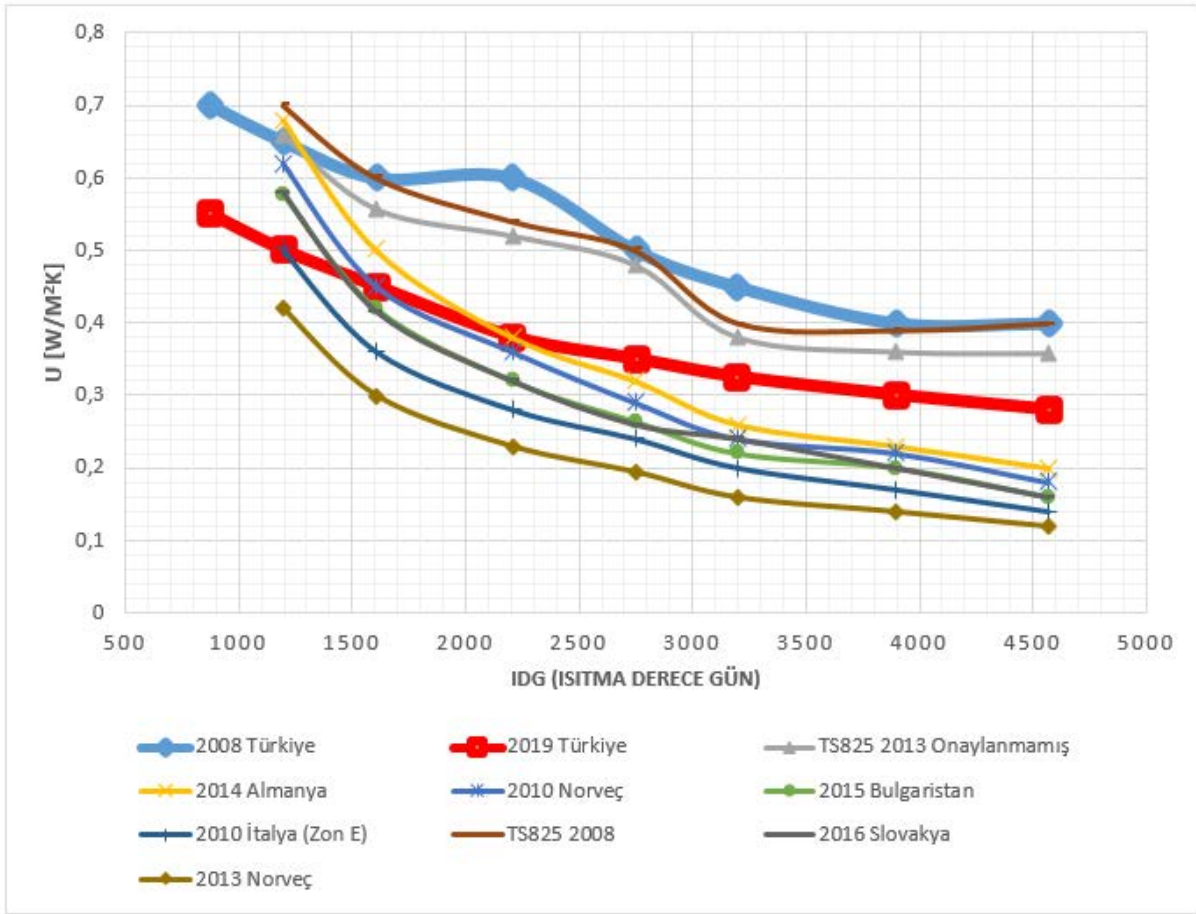
Tablo 4. Bölgelere göre yapı bileşenleri için tavsiye edilen mevcut U değerleri [W/m²K]

TS 825 (2008)	U _{DUVAR}	U _{ÇATI}	U _{TABAN}	U _{PENCERE}
1. BÖLGE	0,70	0,45	0,70	2,4
2. BÖLGE	0,60	0,40	0,60	2,4
3. BÖLGE	0,50	0,30	0,45	2,4
4. BÖLGE	0,40	0,25	0,40	2,4

Tablo 5. Avrupa'daki bazı ülkelerde yapı bileşenleri için tavsiye edilen U değerleri [W/m²K] [19]

	U _{DUVAR}	U _{ÇATI}	U _{TABAN}	U _{PENCERE}
NORVEÇ	0,18	0,13	0,15	1,2
DANİMARKA	0,15	0,12	0,1	1,2
ALMANYA	0,28	0,20-0,24	0,24	1,3
SLOVAKYA	0,22	0,1	0,1	1,0
BULGARİSTAN	0,28	0,25	0,4	1,6
FRANSA	0,36-0,43	0,22-0,25	0,43	2,3
İTALYA				
C IDG 901-1400	0,54	0,32	0,4	2,1
D IDG 1401-2100	0,29	0,26	0,34	2,0
E IDG 2101-3000	0,27	0,24	0,3	1,8
F IDG > 3000	0,26	0,23	0,28	1,6

Avrupa ülkelerinde bina kabuğu için zorunlu olan en yüksek U değerleri bizim değerlerimizin oldukça altındadır. Türkiye'nin IDG değeri Avrupa'daki ülkelerin birçoğundan daha büyük olmasına rağmen, tavsiye edilen U değerleri Avrupa'dakilerin iki katından fazladır. U değerinin büyük olması; ısı kayıplarının fazla olmasına yol açacağından ısınmak ve soğutmak için daha fazla enerji gereksinimi, daha fazla emisyon, daha büyük kapasiteli kazan, radyatörler, klimalar vb. sistemler anlamına gelmektedir.



Grafik 1. Derece gün sayılarına göre ülkemizin mevcut ve önerilen U değerleri ile Avrupa'daki bazı ülkelerin U değerleri [19]

Bu bilgilerin değerlendirilmesi sonucunda standarttaki tavsiye edilen U değerlerinin, iklimi ülkemizin iklimine benzer ülkelerdeki U değerlerinden oldukça yüksek olduğu görülmektedir. U değerinin yüksek olması daha fazla enerji tüketimi ve dolayısıyla daha fazla para kaynağının ayrılması demektir. Bizim de standartta tavsiye edilen U değerlerimizi daha alt değerlere çekerek, duvarlarımızdan ısı kayıplarımızı azaltarak çok daha az enerjiyle aynı konfor şartlarını sağlamamız mümkün olup, bu sayede ülke olarak harcanan enerjiden çok ciddi miktarda tasarrufta bulunmak mümkündür.

Yürürlükteki TS 825 (2008) standardındaki U değerleri ve bu değerlerini sağlayan yalıtım malzemesi kalınlıkları ile revize çalışmalar kapsamında yenilenmesi önerilen iklim bölgelerine bağlı U değerleri ile bu değerleri sağlayacak yalıtım malzemesi kalınlıkları Tablo 6'da mukayeseli olarak verilmiştir. Ek-1'de örnek değerleri verilen tip bina için yapılan hesaplamalarda ısı yalıtım malzemelerinin ısı iletkenlik (λ) değerleri EPS, cam yünü ve XPS için sırasıyla; 0,035 W/mK, 0,040 W/mK ve 0,030 W/mK olarak kabul edilmiştir.

Tablo 6. TS 825 (2008) Standardı U değerleri ve yalıtım kalınlıkları ile revize standart çalışması kapsamında önerilen iklim bölgeleri için U değerleri ve yalıtım kalınlıklarının mukayesesi

	TS 825	U_{DUVAR} [W/m ² K]	Betonarme Düvar EPS KAL [mm]	Dolgu Düvar EPS KAL [mm]	$U_{ÇATI}$ [W/m ² K]	Çatı Camyünü Şilte [mm]	U_{TABAN} ÇIKMA [W/m ² K]	Taban Çıkma XPS [mm]	$U_{PENCERE}$ [W/m ² K]
1.BÖLGE (ÇOK SICAK, NEMLİ)	2008	0,70	39,6	12,0	0,45	77,0	0,70	28,8	2,4
	2019	0,55	53,3	25,6	0,35	102,5	0,55	40,1	2,4
2.BÖLGE (SICAK)	2008	0,60	48,0	20,4	0,40	88,0	0,60	36,0	2,4
	2019	0,45	67,4	39,7	0,30	122,0	0,45	52,7	2,4
3.BÖLGE (ILIMAN)	2008	0,60	48,0	20,4	0,40	88,0	0,60	36,0	2,4
	2019	0,38	82,0	54,0	0,28	131,0	0,35	71,5	2,4
4.BÖLGE (SOĞUK)	2008	0,50	59,6	32,1	0,30	122,0	0,45	52,7	2,4
	2019	0,35	89,7	62,0	0,25	148,0	0,30	85,8	2,0
5.BÖLGE (ÇOK SOĞUK)	2008	0,40	77,4	50,0	0,25	148,0	0,40	61,0	2,4
	2019	0,30	106,4	78,8	0,20	188,0	0,28	93,2	2,0
6.BÖLGE (AŞIRI SOĞUK)	2008	0,40	77,4	50,0	0,25	148,0	0,40	61,0	2,4
	2019	0,28	114,7	87,0	0,18	210,0	0,25	106,0	2,0

3. SONUÇ

Bu çalışmada 2008 yılından beri yürürlükte olan TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardının yenilenmesi veya düzeltilmesi gereken hususları ayrı ayrı incelenmiş, örnek hesaplamalar ile bulunan sonuçlar değerlendirilmiş ve yapılacak revizyon çalışmalarına yardımcı olması amacıyla öneriler sunulmuştur.

Standart kapsamında yenilenmesi veya düzeltilmesi gerektiği düşünülen hususlar aşağıda listelenmiştir:

- 81 ilimiz ve bazı kritik ilçelerimizin her biri, ısıtma veya soğutma bölgesi olarak kabul edilerek, Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün ısı, nem ve güneş ışınımı şiddeti ve süresi verilerine dayanılarak ısıtma ve soğutma için derece gün değerlerinin güncel olarak hesaplanarak yenilenmesi ve hesaplanan derece gün değerlerinin, standart bünyesinde ekler bölümünde yer alması uygun görülmüştür.
- Ülkemizin en soğuk ve en sıcak iklimine sahip iki kentnin IDG değerlerinin oranı 5,53 olup bu değer ülkemizin çok farklı iklimler bölgelerinden oluştuğunu göstermesine rağmen, standartta sadece 4 iklim bölgesi tanımlıdır. Dış hava sıcaklığı ile beraber bölgenin bağıl nem oranı, güneş ışınım süresi ve şiddeti değerleri de dikkate alınarak Tablo-2'de görüldüğü gibi altı iklim bölgesine ayrılmasının daha doğru hesaplamaların yapılmasını sağlayacağı; bununla bağlantılı olarak ısı konfor, enerji verimliliği ve tasarrufu açısından da olumlu katkıları olacağı değerlendirilmektedir.
- Birinci bölgedeki iller için soğutma yapılması gereken gün sayısı, ısıtma yapılması gereken gün sayısından daha fazladır. Bu nedenle standardın revize çalışmalarında yapılacak düzenlemelerle ısıtma enerjisi ihtiyacı ile soğutma enerjisi ihtiyacı hesaplamalarının seçilecek hesap metoduna göre yapılabilmesi ve yalıtım kalınlıklarının sıcak iklimlere sahip bazı iller için soğutma ihtiyacına göre belirlenmesi ısı konfor ve doğru hesaplama açısından önem taşımaktadır.
- Tablo-6'da önerildiği gibi toplam ısı geçirgenlik katsayısında iyileştirmeler yapılmalıdır.
- TS 825 standardının metin içerisinde sözü edilen EN- 52016-1, EN-52016-2, EN-52017-1 ve EN-52017-2 standartlarının yarattığı çerçeveye benzer bir şekilde; tanımlanması gereken çatı standart altında yer alacak ve BEP-TR'yi düzenleyen temel alt standarda yardımcı standart olarak uygulanması ön görülmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] TS 825 Standardı 2008.
- [2] EN ISO 52016-1:2017, Energy performance of buildings – Energy needs for heating and cooling, internal temperatures and sensible and latent heat loads – Part 1: Calculation procedures”.
- [3] CEN ISO/TR 52016-2:2017, “Energy performance of buildings – Energy needs for heating and cooling, internal temperatures and sensible and latent heat loads – Part 2: Explanation and justification of ISO 52016-1 and ISO 5207-1”.
- [4] EN ISO 52017-1, “Energy performance of buildings – Sensible and latent heat loads and internal temperatures – Part 1: Generic calculation procedures”.
- [5] PD CENISO/TR 52017-2 (EPB), “Building and building elements – Calculation of the dynamic thermal balance in a building or building zone – Part 2: Explanation and justification of ISO 52017-1”.
- [6] DAĞSÖZ, A.K., BAYRAKTAR, K.G., “Türkiye’de derece gün sayıları ve enerji politikalarımız”, İzocam Yayınları, A- 8, 1995.
- [7] LSTİBUREK, J.W., “Hygrothermal climate regions, interior climate classes and durability”, Proceedings of the 8th Conference on Building Science and Technology, Toronto, Canada, 2001; 319-29.
- [8] SAHAL, N., “Proposed approach for defining climate regions for Turkey based on annual driving rain index and heating degree-days for building envelope design”, Building and Environment 41, 2006; 520-526.
- [9] DOMBAYCI, Ö. A., “Degree-days maps of Turkey for various base temperatures” Energy, 2009.
- [10] BÜYÜKALACA, O., BULUT, H., YILMAZ, T., “Türkiye için ısıtma ve soğutma derece-gün bölgeleri”, 16. Ulusal Isı Bilimi ve Tekniği Kongresi, 2007.
- [11] SATMAN, A., YALCINKAYA, N., “Heating and cooling degree-hours for Turkey”, Energy, Volume 24, Issue 10, 1999; 833-840.
- [12] ÜNER, M., İLERİ, A., “Typical weather data of main Turkish cities for energy applications”, International Journal of Energy Research, 2000; 24: 727-748.
- [13] BÜYÜKALACA, O., BULUT, H., YILMAZ, T., “Analysis of variable-base heating and cooling degree-days for Turkey”, Applied Energy, Volume 69, Issue 4, August 2001; 269-283.
- [14] ASHRAE, “ASHRAE Handbook: Fundamentals”, ASHRAE: Atlanta, 2009.
- [15] ERTÜRK, M., KURT, H. A., KILIÇ, A., KARA, S., “Isıtma soğutma derece saat hesaplamalarında enlem-boylam-rakım ilişkisinin Marmara Bölgesi için araştırılması”, Tesisat Mühendisliği, Sayı: 150, 2015.
- [16] BAYRAM, M., YEŞİLADA, B., “Isıtma ve soğutma derece gün sayılarının entegrasyonu”, Teskon 2009 Bildirisi, 2009.
- [17] BOLATTÜRK, A., “Optimum insulation thickness for buildings walls with respect to cooling and heating degree-hours in the warmest zone of Turkey”, Building and Environment, 43, 1055- 1064, 2008.
- [18] İnternet: “<https://www.mgm.gov.tr/>”
- [19] İnternet: “<https://beptr.csb.gov.tr/bep-web/#/>”
- [20] İnternet: “<https://bevap.csb.gov.tr/proje-dokumanlari-i-231>”

ÖZGEÇMİŞ

Ömer ÜNAL

1959 yılı Ankara doğumludur. 1981 yılında Ankara DMMA Mühendislik Fakültesi Makina Bölümünü bitirmiştir. İZODER, MMO Ankara Şubesi ve Türk Tesisat Mühendisleri Derneği üyesidir. İZODER tarafından yürütülen ve kamuoyu ile paylaşılan “**Türkiye’nin “U” Değerleri**” projesinde aktif görev almıştır. 2015 – 2016 yıllarında Çevre ve Şehircilik Bakanlığı’nın Avrupa Birliği ile yürüttüğü “**Binalarda Enerji Verimliliğinin Arttırılması İçin Teknik Yardım**” projesinde kıdemli uzman olarak görev yapmıştır. Mesleki Yeterlilik Merkezi (MYM) usta belgelendirme sınavı için ısı yalıtımı uygulanması konusunda eğiticilik yapmıştır. Halen İzomerik Yalıtım Sistemleri Enerji Danışmanlık A.Ş.’de ısı yalıtımı uygulamaları yapmakta ve danışmanlık denetçilik hizmetleri vermektedir.

**Sadettin ÖZKALENDER**

1954 yılı Sivas doğumludur. 1982 yılında Gazi Üniversitesi Mimarlık Mühendislik Fakültesi Makina Bölümünü bitirmiştir. 1997 ile 2002 yılları arasında mülga Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Yapı İşleri Genel Müdürlüğü'nde Keşif Şube Müdürü ve Makine Şube Müdürü olarak görev yapmıştır. 2002 - 2008 yılları arasında Yüksek Fen Kurulu Başkanlığı'nda Enerji Kanunu ile Yapı Denetim Kanunu hazırlık çalışmalarına katılmıştır. Ayrıca Yangın Yönetmeliği, Makine Genel Teknik Şartnamesi ve her yıl yayınlanan Tesisat Birim Fiyat Tarifleri kitaplarının hazırlanmasında aktif görev almış ve Bayındırlık Kurulu Sekreteryası görevini yürütmüştür. 2008 – 2011 yılları arasında MMO Ankara Şubesi Başkan Yardımcılığını yapmıştır. 2011 – 2016 yılları arasında Ankara Şube Başkanlığı görevinde bulunmuştur. 2018 yılında aynı göreve yeniden seçilmiş olup, halen MMO Ankara Şubesi Başkanlığı görevini sürdürmektedir.

Özgür BAYER

1977 yılı Uşak doğumludur. 2000 yılında ODTÜ Makina Mühendisliği Bölümünü bitirmiştir. 2002 yılında yüksek lisans, 2009 yılında doktora derecesini aynı bölümden almıştır. Doktora sonrası çalışma için University of Kentucky, ABD'de bulunmuştur. 2012 yılında ODTÜ Makina Mühendisliği öğretim üyesi olarak çalışmaya başlayan Dr. Bayer halen bölüm başkan yardımcılığı görevini sürdürmektedir. Dr. Özgür BAYER'in ilgi alanları; termodinamik, ısıtma, soğutma ve HVAC'tir.

**Ek-1** Örnek tip binanın TS 825 hesap programı çıktıları

Binanın		Arsanın	
Sahibi :	<input type="text"/>	İli :	<input type="text" value="ANKARA"/>
Bina Tipi :	<input type="text" value="Konutlar"/>	İlçesi :	<input type="text" value="MERKEZ"/>
Kat Adedi :	<input type="text"/>	Mahallesi :	<input type="text"/>
		Sokağı :	<input type="text"/>
		Pafta :	<input type="text"/>
		Ada :	<input type="text"/>
		Parsel :	<input type="text"/>
		İmza :	<input type="text"/>

Isı Yalıtım Projesi Yapanın	
Adı Soyadı :	<input type="text" value="ÖMER ÜNAL"/>
Ünvanı :	<input type="text" value="MAKİNA MÜHENDİSİ"/>
Sicil No :	<input type="text" value="21994"/>
Kuruluşu :	<input type="text" value="İZOMERK A.Ş."/>

Hesaplama Bilgileri	
θ_i :	<input type="text" value="19"/> °C
H_T :	<input type="text" value="2942,5"/> W / K
H_V :	<input type="text" value="3317,952"/> W / K
H :	<input type="text" value="6260,452"/> W / K
nh :	<input type="text" value="0,8"/>
Net Oda Yüksekliği	
<input checked="" type="radio"/>	<=2,6 m
<input type="radio"/>	>2,6 m
Havalandırma Tipi	
<input checked="" type="radio"/>	Doğal
<input type="radio"/>	Mekanik
A_{top} :	<input type="text" value="4616,4"/> m ²
$V_{brüt}$:	<input type="text" value="15710"/> m ³
AV :	<input type="text" value="0,293"/> m ⁻¹
DG Bölgesi: 3	
Enerji kullanımı - İç ısı kazançları	
<input checked="" type="radio"/>	Normal (Konutlarda, okullarda ve normal donanımlı büro binaları vb.)
<input type="radio"/>	Yüksek (Yemek fabrikaları, aydınlatmanın sadece elektrik ile sağlandığı binalar vb.)

Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı Hesaplama Çizelgesi

Aylar	Isı kaybı			Isı kazançları			KKO	Kazanç Kullanım Faktörü	Isıtma Enerjisi İhtiyacı
	Özgül Isı Kaybı	Sıcaklık Farkı	Isı Kayıpları	İç Isı Kazancı	Güneş Enerjisi Kazancı	Toplam			
	$H = H_T + H_V$ (W/K)	$\theta_i - \theta_e$ (K,°C)	$H(\theta_i - \theta_e)$ (W)	ϕ_i (W)	ϕ_s (W)	$\phi_T = \phi_i + \phi_s$ (W)			
OCAK	6.260,45	19,3	120.827	25.136	10.000	35.136	0,29	0,97	224.842.483
ŞUBAT		18,9	118.323		12.861	37.997	0,32	0,96	212.143.290
MART		14,9	93.281		16.302	41.438	0,44	0,90	145.117.021
NİSAN		8,9	55.718		18.758	43.894	0,79	0,72	62.504.279
MAYIS		4,6	28.798		22.614	47.750	1,66	0,45	18.948.997
HAZİRAN		0,5	3.130		23.987	49.123	15,69	0,00	0
TEMMUZ		0,0	0		23.279	48.415	0,00	0,00	0
AGUSTOS		0,0	0		21.333	46.469	0,00	0,00	0
EYLÜL		1,8	11.269		17.133	42.269	3,75	0,00	0
EKİM		7,4	46.327		13.166	38.302	0,83	0,70	50.585.291
KASIM		13,4	83.890		9.553	34.689	0,41	0,91	135.621.294
ARALIK		17,7	110.810		8.679	33.815	0,31	0,96	203.076.888

$$Q_{ay} = [H(\theta_i - \theta_e) - \eta(\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay})] \cdot t(J) \quad 1 \text{ kJ} = 0,278 \cdot 10^{-3} \text{ kWh} \quad Q_{yıl} = \sum Q_{ay} = 1.052.839.934$$

$$\text{Toplam ısı kaybı} \quad Q_{yıl} = 0,278 \times 10^{-3} \times 1.052.839.934 \text{ (kj)} = 292.690 \text{ kWh}$$

$$\text{İç ısı Kazancı} \quad \phi_{i,ay} \leq 5 \cdot A_n \text{ (W)}$$

$$\text{Güneş enerjisi kazancı} \quad \phi_{g,ay} = \sum r_{i,ay} \times g_{i,ay} \times l_{i,ay} \times A_i$$

$$\text{Kazanç kayıp oranı} \quad KKO_{ay} = (\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay}) / H(\theta_{i,ay} - \theta_{e,ay})$$

$$\text{Kazanç kullanım faktörü} \quad \eta_{ay} = 1 - e^{(-1/KKO_{ay})}$$

$$A_{\text{toplam}} = 4.616,4 \text{ m}^2$$

$$V_{\text{brüt}} = 15710 \text{ m}^3$$

Hesaplama yapılan binadaki birim alan başına düşen yıllık ısıtma enerjisi ihtiya

$$Q = Q_{yıl} / A_n = 58,22 \text{ kWh/m}^2 \quad A_n = 0,32 \times V_{\text{brüt}} = 5.027,2 \text{ m}^2$$

$A_{\text{top}} / V_{\text{brüt}} = 0,29$ oranı 3. bölge için EKA.2' duralınan $Q' = 76,3 \times A/V + 36,4$ formülünde yerine konulduğunda bina için olması gereken en büyük ısı kaybı $Q' = 58,82$ kWh/m² bulunur.

$Q < Q'$ (58,22 < 58,82) olduğundan bu bina için hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı olması gereken en büyük değer in altındadır. Bu proje, bu standartlarda verilen hesap metoduna göre standartlara uygundur.

Binanın Özgül Isı Kaybı Hesaplama Çizelgesi

Binadaki Yapı Elemanları	Yapı Elemanı Kalınlığı	Isıl İletkenlik Hesap Değeri	Isıl İletkenlik Direnci	Isı Geçirgenlik Katsayısı	Isı Kaybedilen Yüzey	Isı Kaybı
	d(m)	λ (W/mK)	R (m ² K/W)	U (W/m ² K)	A (m ²)	AxU (WK)
DUVAR:Dış Havaya Açık Duvar1.1 BETONARME	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300		
	4.2 Çimento harcı	0,02	1,6	0,0125		
	5.1.1 Donatılı	0,2	2,5	0,0800		
	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,02	1	0,0200		
	10.3.1.1.1 Polistiren - Partiküler Köpük - TS	0,06	0,035	1,7143		
	4.3 Alçı harcı,kireçli alçı harcı	0,01	0,7	0,0143		
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,0400		
TOPLAM			2,011	0,497	1505,00	747,99
DUVAR:Dış Havaya Açık Duvar1.2 TUĞLA	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300		
	4.2 Çimento harcı	0,03	1,6	0,0188		
	7.1.4.1.1 Normal harç kullanılarak W sınıflı tu	0,19	0,22	0,8636		
	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,02	1	0,0200		
	10.3.1.1.1 Polistiren - Partiküler Köpük - TS	0,06	0,035	1,7143		
	4.3 Alçı harcı,kireçli alçı harcı	0,1	0,7	0,1429		
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,0400		
TOPLAM			2,930	0,341	1527,36	520,83
DUVAR:Toprağa Temas Ed Duvar1.1	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300		
	7.1.5.5 Yatay delikli tuğalarla yapılan duvarla	0,085	0,45	0,1889		
	4.6 Çimento harçlı şap	0,02	1,4	0,0143		
	5.1.1 Donatılı	0,2	2,5	0,0800		
	10.3.2.1.1 Ekstrüde polistren köpüğü - TS 11	0,06	0,03	2,0000		
	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,02	1	0,0200		
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,0000		
TOPLAM		0,5 x A x U	2,433	0,411	97,70	20,08
TAVAN:Üzeri Açık Tavan1.1 TERAS	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300		
	3.1 Kum,çakıl,kırma taş (mıçır)	0,02	0,7	0,0286		
	10.3.2.1.1 Ekstrüde polistren köpüğü - TS 11	0,1	0,03	3,3333		
	4.6 Çimento harçlı şap	0,07	1,4	0,0500		
	5.1.1 Donatılı	0,12	2,5	0,0480		
	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,02	1	0,0200		
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,0400		
TOPLAM			3,650	0,274	452,68	124,03
TABAN:Toprak Temaslı Taban1.1	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1700		
	1.1 (*) Kristal yapıllı püskürük ve metamorfik	0,01	1,3	0,0077		
	4.6 Çimento harçlı şap	0,03	1,4	0,0214		
	4.6 Çimento harçlı şap	0,05	1,4	0,0357		
	10.3.2.1.1 Ekstrüde polistren köpüğü - TS 11	0,06	0,03	2,0000		
	5.1.1 Donatılı	0,3	2,5	0,1200		
	1.8 Yapay Taşlar	0,15	1,3	0,1154		
$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,0000			
TOPLAM		0,5 x A x U	2,470	0,405	161,28	32,66
TABAN:Isıtılmayan İç Ortan Taban1.1	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1700		
	1.1 (*) Kristal yapıllı püskürük ve metamorfik	0,01	1,5	0,0067		
	4.2 Çimento harcı	0,03	1,6	0,0188		
	5.1.1 Donatılı	0,2	2,5	0,0800		

Binanın Özgül Isı Kaybı Hesaplama Çizelgesi

Binadaki Yapı Elemanları	Yapı Elemanı Kalınlığı	Isıl İletkenlik Hesap Değeri	Isıl İletkenlik Direnci	Isı Geçirgenlik Katsayısı	Isı Kaybedilen Yüzey	Isı Kaybı
	d(m)	λ (W/mK)	R (m ² K/W)	U (W/m ² K)	A (m ²)	AxU (W/K)
10.3.2.1.1 Ekstrüde polistren köpüğü - TS 11	0,06	0,03	2,0000			
4.1 Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,02	1	0,0200			
1/ α_d Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,1700			
TOPLAM		0,5 x A x U	2,465	0,406	291,22	59,12
Dış Pencere1				2	403,1	806,2
Dış Kapı1				3,5	161,28	564,48
Dış Kapı2				4	16,78	67,12
Yapı elemanlarından iletim yolu ile gerçekleşen ısı kaybı toplamı =					2.942,5	
$\Sigma AU = U_d A_d + U_p A_p + U_k A_k + 0.8 U_T A_T + 0.5 U_t A_t + U_d A_d + \dots$ $\Sigma AU = \mathbf{2.942,5}$ Özgül ısı kaybı ; $H = H_T + H_v$		İletim yoluyla gerçekleşen ısı kaybı ; $H_T = \Sigma AU + I UI$ Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı $H_v = 0,33 \cdot n_h \cdot V_h = \mathbf{3.317,95} \quad W/K$				
$H = H_i + H_h = \dots \mathbf{6.260,45} \dots \quad W/K$						

(*) Kullanıcı tarafından tanımlanan bileşenlerdir.