

KARAKTERİSTİK KONUT MODELİ YAKLAŞIMI İLE KKTC KONUT ISIL İHTİYACININ BELİRLENMESİ

Ali EVCİL
Cemal GÖVSA

ÖZET

Günümüzde, fosil yakıt stoklarının azalması ve giderek artan küresel ısınma enerji verimliliğinin önemini daha da artırmıştır. Konutlardaki ısı kayıpları boşa harcanan enerji miktarları içinde büyük bir paya sahiptir. Kötü inşa edilmiş yapılar ve yetersiz ısı yalıtımı nedeniyle oluşan, yıllık konutsal veya bölgesel ısı kayıpları ısıtma için boşa harcanan enerji miktarını vurgulayan önemli bir göstergedir. Bölgesel ısı enerjisi ihtiyacını belirlemek için, önceden belirlenen herhangi bir model ev kullanmak yerine, o bölgedeki evlerin mimari ve ısı özelliklerini yansıtan karakteristik bir evin kullanımı daha doğru sonuçlar elde edilmesini sağlayacaktır. Bu çalışmada, böyle bir evin tanımlanmasında kullanılacak bir yöntem yer almaktadır. Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti (KKTC) örnek bir çalışma bölgesi olarak ele alınmıştır. KKTC'deki konutları temsil eden KKTC karakteristik konutunun özgül ısı kaybı katsayısı 852 W/°C olarak belirlenmiştir. Derece-gün yöntemi, bölgesel nüfus dağılımı ve konutlardaki ısıtma tipleri kullanılarak KKTC'deki konutların yıllık toplam ısı kaybı 3424 milyon MJ olarak hesaplanmıştır. Bu miktar, Avrupa toplamının sadece %0.1'ni oluşturmasına rağmen, konutların duvar ve çatılarından kaybedilen enerji miktarının Avrupa ülkelerinde tavsiye edilen seviyelere göre çok yüksek olduğu belirlenmiştir. Tavsiye edilen değerlere ulaşılması için gereken yalıtım kalınlıkları hesaplanmıştır. Hesaplanan kalınlıklar, çift camlı PVC pencere sistemleri ile birlikte kullanıldığı takdirde bölgede %53.5'lik bir enerji tasarrufu sağlanabileceği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Isıtma enerjisi ihtiyacı, Karakteristik konut, Özgül ısı kaybı katsayısı, Derece-saat yöntemi, Isı yalıtımı kalınlığı

ABSTRACT

Energy loss in residential space heating applications has a high percentage over wasted energy. Annular energy loss of a house or a region is a good indicator to show the amount of energy wasted due to improper construction and poor insulation. For the estimation of the regional heating energy requirement, instead of using a pre-selected model house, the usage of a characteristic house that includes the average architectural and thermal properties of all the houses in the region will give more accurate results. The study presents a methodology for the description of such a characteristic house. Northern part of Cyprus was considered as a case study. Specific heat loss coefficient of the North Cyprus characteristic house was determined to be 852 W/°C. Degree-days method, distribution of the population and heating methods were used to estimate the regional energy loss due to residential heating as 3424 million MJ which is only 0.1 % of European total. However, total energy losses through walls and roofs were estimated to be dramatically higher than the suggested levels. An energy saving of 53.5 % was estimated if the calculated wall and roof insulations were used together with double glazed polyvinyl chloride (PVC) windows.

Key Words: Heating energy requirement, Characteristic house, Specific heat loss coefficient, Degree-days method, Insulation thickness

1. GİRİŞ

Günümüzde, fosil yakıt rezervlerinin gün geçtikçe azalması, fosil yakıt kullanımının küresel ısınmaya ve buna bağlı olarak da küresel iklim değişikliklerine neden olması, tüm dünyada yenilenebilir ve konvansiyonel enerji kaynaklarının etkin kullanılmasının önemini artırmıştır. Yapılan çalışmalar fosil yakıt rezervlerinin kullanım ömrünün uzatılmasını, yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen enerjinin daha verimli kullanılmasını ve enerji tüketiminin çevre üzerindeki olumsuz etkilerini en aza indirmesini hedeflemektedir.

Enerji tüketimi endüstriyel, konutsal, taşımacılık ve tarımsal tüketim olmak üzere dört ana başlık altında incelenebilir. Birçok ülkede konutsal enerji tüketimi toplam enerji tüketiminin en büyük kısmını oluşturmaktadır. Konutsal enerji tüketiminde, mahal ısıtması için kullanılan enerji miktarı diğer tüketimlerden (sıcak su, pişirme, vb.) yaklaşık olarak iki kat daha fazladır. Bu nedenle enerji tasarrufu yapmak ve fosil yakıt kullanımından kaynaklanan emisyon oranlarını azaltmak için binalarda doğru ısı yalıtımı yapılması oldukça önemlidir [1].

Mahallerin ısıtılmasına yönelik mevsimsel enerji ihtiyacı ve buna bağlı yakıt tüketimi, önceden belirlenmiş mimari tasarım, binaların malzeme karakteristikleri, meteorolojik sıcaklık ölçümleri ve bölge nüfusuna bağlı olarak belirlenebilir. Belirli bir zaman aralığında bir mahalın ısıtılmasına yönelik enerji ihtiyacını öngörme yöntemlerinden biri derece-zaman yöntemidir. Yöntem, bir mahalın enerji ihtiyacının dış ve iç ortamların sıcak farkı ile doğru orantılı olduğunu kabul etmektedir. Enerji hesaplamaları, dış ortam sıcaklığının denge sıcaklığı denilen önceden tanımlanmış bir sıcaklıktan daha düşük olduğu süreler boyunca gerçekleştirilir [2].

Derece-saat ve derece-gün yöntemleri birçok çalışmaya konu olmuştur. Birçok bölgenin yıllık ısıtma ve soğutma derece-saat değerleri hesaplanmıştır. Yunanistan'ın Atina ve Selanik şehirleri için yıllık ısıtma ve soğutma derece-saat değerleri Papakostas ve Kyriakis tarafından belirlenmiştir. Yapılan çalışmada ısıtma derece-saat değerleri için denge sıcaklığı 10 ile 20°C aralığında, soğutma derece-saat değerleri için ise 20 ile 27.5°C aralığında 0.5°C sıcaklık artırımları ile alınmıştır [3]. Satman ve Yalçinkaya, Türkiye'deki yetmişyedi meteoroloji istasyonundan elde edilen veriler yardımıyla yıllık ısıtma derece-saat değerlerini 15, 17 ve 18°C'lik denge sıcaklıklarını kullanarak ve yıllık soğutma derece-saat değerlerini 24, 26, 27 ve 30°C'lik denge sıcaklıklarını kullanarak hesaplamışlardır [4]. Büyükalaca ve diğerleri, denge sıcaklığı, rakım, enlem ve boylamın ısıtma ve soğutma derece-saat değerleri üzerindeki etkilerini Türkiye için incelemişlerdir [5].

Derece-zaman kavramı, güç üretimi, enerji ihtiyacı, talep ve tüketimin öngörülmesi gibi birçok uygulamada kullanılmaktadır. Durmayaz ve diğerleri, İstanbul'un enerji ihtiyacına ve yakıt tüketimine yönelik detaylı açıklamalar içeren bir çalışma yapmışlardır [6]. Çalışma daha sonra Türkiye'nin diğer büyük şehirlerini de kapsayacak şekilde genişletilmiştir [2]. Sarak ve Satman Türkiye'de konutsal ısıtmaya yönelik doğal gaz tüketimini belirlemek için ısıtma derece-gün yöntemini kullanmıştır [7]. Ayrıca birtakım çalışmalarda derece-zaman yöntemi kullanılarak optimum yalıtım kalınlıklarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bolattürk [8] ve Al-Sana ile Zedan [9] binaların dış duvarlarındaki optimum ısı yalıtımı kalınlıklarını, enerji tasarrufu miktarlarını ve farklı yakıt tipleri için geri ödeme sürelerini belirlemek üzere derece-zaman yönetimini yaşam çevrimi maliyet analizi ile birlikte kullanmışlardır. Kaynaklı, yaşam çevrim maliyet analizi kullanarak Bursa'daki prototip bir binanın farklı yakıt tiplerine göre optimum yalıtım kalınlıklarını hesaplamıştır [1].

Eskin ve Türkmen [11] Türkiye'de yer alan dört ana iklim bölgesindeki ofis binalarının ısıtma ve soğutma yüklerini analiz etmişlerdir. Çalışmalarında birçok değişkenin yıllık enerji ihtiyacına olan etkisi yer almaktadır. Yang ve diğerleri [12] Çin'deki beş ana iklim bölgesi için benzer bir çalışma gerçekleştirmişlerdir.

Belirli bir bölgedeki konutların toplam ısıtma enerjisi ihtiyacını belirlemek amacı ile yapılacak çalışmalarda, o bölgedeki konutların mimari ve termal özelliklerini yansıtan bir model ev seçilmesi, sonuçların doğruluğu açısından çok önemlidir. Bu çalışmanın amacı, böyle bir model ev seçmek yerine, bölgedeki konutların ortalama mimari ve termal özelliklerini yansıtan karakteristik bir konutun modellenmesidir. Böylece, konut ısıtmasındaki bölgesel enerji kayıplarının daha doğru bir şekilde belirlenmesi mümkün olacaktır. Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti (KKTC) örnek bir çalışma bölgesi

olarak ele alınmıştır. Çalışma, aynı zamanda, Kyoto hedeflerini yakalamak adına Avrupa ülkeleri için önerilen konutsal enerji kayıpları ile ilgili değerleri baz alarak, KKTC için uygun yapı elemanlarını ve ısı yalıtımı kalınlıklarını belirlemeyi, böylece konut ısıtma uygulamasında tasarruf edilebilecek enerji miktarlarını hesaplamayı da amaçlamaktadır.

Kıbrıs adası ile ilgili fazla miktarda çalışma olmamasına karşın, Panayiotis [13], ısı yalıtımı, pencere, termal kütle, bina konumu gibi pasif önlemlerin enerji tüketimindeki etkilerini incelemiştir. Çalışmasında bir termal simülasyon programı kullanarak bir apartman dairesi ve bir müstakil konut için söz konusu pasif ölçütlerin enerji tüketimindeki etkilerini araştırmıştır. Her iki konut tipi için de en etkin yöntemin çift camlı pencereler ve 25 mm'lik duvar ısı yalıtımı olduğunu belirlemiştir. Apartmanlarda 60 cm'lik duvar termal kütlesi ve müstakil konutlarda ise 25 mm'lik çatı ısı yalıtımı ve 40cm'lik duvar termal kütlesi önerilmiştir.

Florides ve diğerleri [14], Lefkoşa bölgesi için tipik meteorolojik yıl ve tipik model ev verilerini kullanarak enerji tüketimi analizi yapmışlar ve modern Kıbrıs evlerine ait enerji kaybı model ve simülasyonunu gerçekleştirmişlerdir. Simülasyon, herhangi bir şartlandırma işlemi uygulanmadığı durumda, iç ortam sıcaklığının kışın 10 ile 20°C aralığında, yazın ise 30 ile 50°C aralığında değiştiğini göstermiştir. Çatı ısı yalıtımı uygulamasının soğutma ve ısıtma yüklerinde sırasıyla %45.5 ve %75'lere kadar varan bir azalmaya neden olduğu belirlenmiştir.

Özdeniz ve Hançer [15], Gazi Mağusa'da sıcak iklimlere uygun çatı konstrüksiyonu üzerine bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Çalışma yıl boyunca termal konforu içermekte olup ısı yalıtımını, çatı arası havalandırmasını, ışık yansıtıcı yüzeyleri ve yoğunlaşma riskini göz önüne almaktadır.

2. YÖNTEM

2.1. Bölgedeki İklim Koşulları

Karakteristik konutun belirleneceği bölgeye ait iklim koşulları ve bu koşulların hüküm sürdüğü iklimsel bölgeler dikkatle incelenmelidir. Dış ortam kuru termometre sıcaklığının günlük ortalamaları ısıtma sezonunun belirlenmesi için gereklidir. Dış ortam kuru termometre sıcaklığının gün içindeki değişimi ise konutların ısıtılması için gerekli enerji miktarını belirlemek amacıyla kullanılır.

2.2. Bölgedeki Konut Ve Isıtma Sistemlerinin Genel Bir İncelemesi

Bölgede yaygın olarak kullanılan yapı elemanları ve ısıtma sistemlerinin belirlenmesi için konut tipleri genel olarak incelenmelidir. Bu inceleme, veri toplamak için düzenlenecek anketin hazırlanması için büyük önem taşır.

2.3. Bölgedeki Konutların Mimari Projelerinin İncelenmesi

Bölgedeki farklı konut tiplerine ait ortalama net alan (A_{net}), duvar alanı (A_D), ve pencere alanını (A_P) belirlemek için rastgele seçilmiş mimari projeler incelenmelidir. Pencere ve kapı kenarlarından konutların içine sızan soğuk hava hacminin incelenmesi için ise bu yapı elemanlarının ortalama çevre uzunlukları elde edilmelidir.

2.4. Bilgi Toplama

Bilgi toplama işlemi, ön incelemelerden elde edilen bilgiler doğrultusunda düzenlenecek bir anket ve bölgede yapılmış güncel nüfus ve konut sayımı sonuçları kullanılarak gerçekleştirilebilir. Nüfus ve konut sayımı sonuçları anket sonuçlarını doğrulamak için de kullanılmalıdır. Bilgi toplama işlemi sırasında, bölgeye ait nüfus, bir evde yaşayan ortalama insan sayısı, kullanımda olan evlerin sayısı,

iklim bölgeleri ve evlerin dağılımı, kullanılan yapı malzemeleri, yapı malzemeleri kombinasyonları, konut tiplerinin dağılımı ve kullanılan ısıtma sistemleri gibi bilgilerin elde edilmesine dikkat edilmelidir.

2.5. Isı Geçirgenlik Katsayısının Belirlenmesi

Yaygın olarak kullanılan yapı elemanlarına ait ısı geçirgenlik katsayıları (U-değerleri) belirlenmelidir. Kullanılan malzemeler ve bunların uygulama şekilleri göz önüne alınmalıdır.

2.6. Karakteristik Konuta Ait Özgül Isı Kaybı Katsayısının Belirlenmesi

En yaygın kullanılan yapı elemanları için U-değerleri belirlendikten sonra, karakteristik konuta ait özgül ısı kaybı katsayısı (L) hesaplanabilir. Kışın toprak sıcaklığı her zaman dış ortam sıcaklığından daha yüksek olduğundan, toprak ve iç ortam arasındaki sıcaklık farkı, iç ortam ve dış ortam arasındaki sıcaklık farkının yarısı olarak kabul edilebilir. Birim konut alanı için iletim yolu ile gerçekleşen özgül ısı kaybı katsayısı aşağıdaki denklem kullanılarak hesaplanabilir [17].

$$q_{il} = UA\Delta T \quad (1)$$

Eşitlik (1)'deki değişkenler buradaki çalışma kapsamında aşağıdaki gibi düzenlenmiştir.

- q_{il} : Birim konut alanı için iletim yolu ile gerçekleşen özgül ısı kaybı katsayısı (W/m²°C)
U : Yapı elemanının ısı geçirgenlik katsayısı (W/m²°C)
A : Yapı elemanı alanının konut alanına oranı (m²/m²)
 ΔT : Yapı elemanının iki yanı arasındaki sıcaklık farkı ile iç-dış sıcaklık farkı oranı (°C/°C)

Birim alana düşen sızıntı yolu ile gerçekleşen özgül ısı kaybı katsayısı aşağıdaki denklem kullanılarak belirlenebilir [17].

$$q_{ha} = \frac{1}{3.6} a l R H Z_e \Delta T \quad (2)$$

Eşitlik (2)'deki değişkenler buradaki çalışma kapsamında aşağıdaki gibi düzenlenmiştir.

- q_{ha} : Birim konut alanı için sızıntı yolu ile gerçekleşen özgül ısı kaybı katsayısı (W/m²°C)
a : Pencerelere ait sızıntı katsayısı (m³/mh)
l : Birim konut alanı için kapı ve pencere gibi yapı elemanlarının çevre uzunluğu (m/m²)
R : Oda katsayısı
H : Bina katsayısı (kJ/m³°C)
Z_e : Pencere konumu katsayısı
 ΔT : Yapı elemanının iki yanı arasındaki sıcaklık farkı ile iç-dış sıcaklık farkı oranı (°C/°C)

Birim konut alanı için toplam özgül ısı kaybı katsayısı (Q) aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

$$q = q_{il} + q_{ha} \quad (3)$$

Karakteristik konut özgül ısı kaybı katsayısı,

$$L = \sum_{j=1}^J \left(A_{net} \sum_{i=1}^I n_i q_i \right)_j \quad (4)$$

denklemleri yardımıyla hesaplanabilir. Eşitlik (4) ile ilgili değişkenler aşağıda verilmiştir.

- L : Özgül ısı kaybı katsayısı (W/°C)
J : Konut tipi sayısı
I : Yapı elemanı kombinasyonu sayısı
A_{net} : Her konut tipi için ortalama net konut alanı (m²)
n : Yapı elemanı kombinasyonları dağılım oranı
q : Her yapı elemanı kombinasyonu ve konut tipi için birim konut alanına düşen toplam özgül ısı kaybı katsayısı (W/m²°C)

2.7. Isıtma Sezonu, Isıtma Derece-Saat Ve Derece-Gün Değerlerinin Belirlenmesi

Bir ısıtma sezonu için ısıtma derece-saat değeri aşağıda belirtildiği gibi hesaplanabilir.

$$DH = \sum_{j=1}^N (T_i - T_o) \quad T_o \leq T_b \quad (5)$$

Burada T_i ve T_b sırasıyla iç ortam tasarım sıcaklığı ve denge sıcaklığıdır. T_o günün her saati için saatlik ortalama dış ortam sıcaklığı, N ise ısıtma sezonunda T_o ≤ T_b koşulunun sağlandığı saatlerin sayısıdır. Denge sıcaklığı konfor gereksinimlerine bağlıdır ve ısıtma sezonunun belirlenmesinde kullanılır. Günlük ortalama dış ortam sıcaklığının denge sıcaklığından daha küçük olduğu dönem ısıtma sezonunu oluşturur [2].

Bir ısıtma sezonu için derece-gün değeri benzer şekilde aşağıda belirtildiği gibi hesaplanabilir.

$$DD = \sum_{j=1}^N (T_i - T_o), \quad T_o \leq T_b \quad (6)$$

Burada T_o günlük ortalama dış ortam sıcaklığı, N ise bir ısıtma sezonunda T_o ≤ T_b koşulunun sağlandığı toplam gün sayısıdır.

2.8. Bölgesel Isıtma Enerjisi İhtiyacı

Bir bina için sezonluk ısıtma enerjisi ihtiyacının (Q) derece-saat ve derece gün yöntemleri kullanılarak belirlenmesine yönelik denklemler sırası ile eşitlik (7) [2] ve eşitlik (8)'de verilmiştir.

$$Q = 3600 \cdot L \cdot DH \quad (7)$$

$$Q = 86400 \cdot L \cdot DD \quad (8)$$

Derece-saat yöntemi dış ortam sıcaklığının gün içerisindeki zamana bağlı değişimini içerdiğinden, bu yöntem kullanılarak elde edilen ısıtma enerjisi miktarı derece-gün yöntemiyle elde edilen değerden daha gerçekçidir. Bununla birlikte, her iki yöntemle verilen denklemler (eşitlik (7) ve eşitlik (8)) kişilerin ısınma alışkanlıklarını içermemekte ve T_o ≤ T_b koşulunun geçerli olması durumunda ısıtmanın gerçekleştirileceğini kabul etmektedir. Bölgesel enerji ihtiyacını belirlemek için ise farklı ısıtma sistemlerinin konutlar arasındaki dağılım oranlarını, konutların iklimsel bölgeler arasındaki dağılım oranlarını ve bölgenin nüfus yapısını göz önüne almak gerekir.

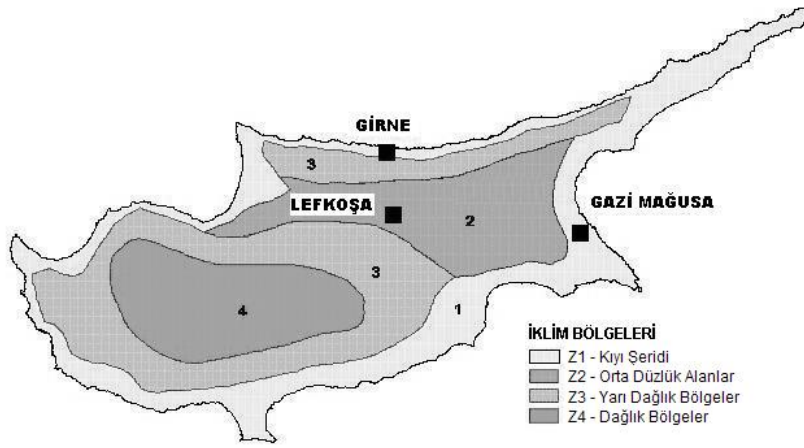
3. ÖRNEK ÇALIŞMA: KUZAY KIBRIS TÜRK CUMHURİYETİ (KKTC)

Yukarıda tanımlanan yöntem bir örnek çalışma olarak KKTC için uygulanmış ve aşağıda detaylı biçimde verilmiştir.

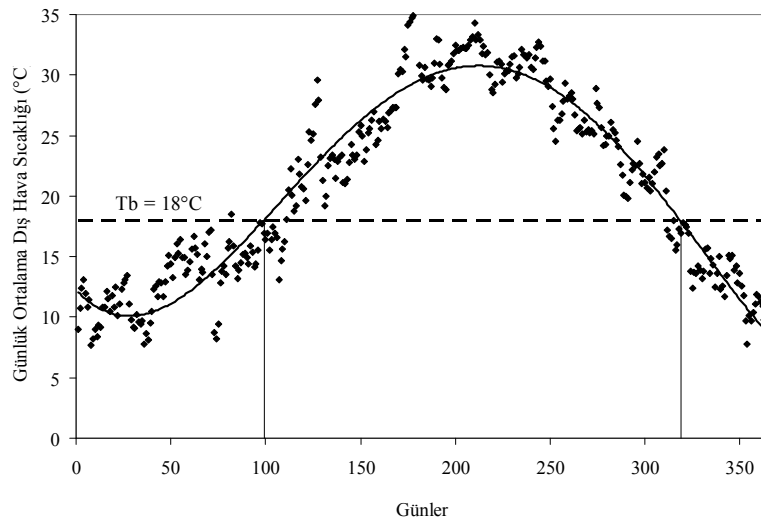
3.1. KKTC’de İklim

KKTC’de tipik bir Akdeniz iklimi hüküm sürer. Uzun, sıcak ve kurak yaz Mayıs ayı ortalarından başlayıp Ekim ayı ortalarına kadar devam eder. Aralık ayı başından Şubat ayı sonuna kadar süren kış mevsimi ılıman ve yağışlıdır. Sonbahar ve ilkbahar mevsimleri ise oldukça kısa sürelidir. KKTC Meteoroloji Dairesi, adayı Z1 (kıyı şeridi), Z2 (orta düzlük alanlar), Z3 (yarı dağlık bölgeler) ve Z4 (dağlık bölgeler) olmak üzere dört iklimsel bölgeye ayırmaktadır. Bu bölgeler Şekil 1’de gösterilmektedir.

Bu çalışmada, KKTC’nin diğer yerleşim birimlerine göre daha büyük olan şehirlerinden Lefkoşa, Gazi Mağusa ve Girne’nin yerel meteoroloji birimlerinden alınan 2006 ve 2007 yıllarına ait ortalama günlük dış ortam kuru termometre sıcaklık değişimleri kullanılmıştır. Örnek olarak, Şekil 2’de Lefkoşa için 2007 yılına ait ortalama günlük dış ortam kuru termometre sıcaklıkları verilmiştir.



Şekil 1. Kıbrıs Adasının İklimsel Bölgeleri



Şekil 2. Ortalama Günlük Dış Ortam Kuru Termometre Sıcaklıkları (Lefkoşa, 2007)

3.2. KKTC Konutları ve Isıtma Sistemlerinin Genel İncelemesi

Çevreci bir bakış açısıyla bakıldığında, KKTC'deki modern denilebilecek bir çok konutun bile ısı yalıtımı yönünden iyi bir şekilde inşa edilmediği görülmektedir. Kullanılan ucuz ve basit yapı elemanlarından dolayı, hem yaz hem de kış aylarında oldukça büyük miktarlarda enerjinin gereksiz yere harcandığını söylemek mümkündür.

KKTC konutları, müstakil (A Tipi), yarı müstakil (B Tipi) ve apartman daireleri (C Tipi) olmak üzere, üç ana sınıfta toplanabilir (Şekil 3). Konutların büyük bir kısmı deprem yönetmeliklerini karşılayacak şekilde betonarme olarak inşa edilmiştir. Dış duvarlar genelde 20 cm kalınlığındaki delikli toprak tuğlalardan oluşmaktadır. Benzer şekilde, aynı kalınlıkta beton blok tuğlalar da kullanılmaktadır. Bu duvarların iç ve dış yüzeyleri yaklaşık olarak 3 cm kalınlığında çimento bazlı sıva ile sıvanıp boyaya hazır hale getirilmektedir.

Genel olarak beton blok tuğlalarda ısı yalıtımı uygulanmamaktadır. Delikli toprak tuğla duvarlarda ise ısı yalıtımı nadir olarak uygulanmıştır. Yalıtım malzemeleri olarak genellikle 5 cm kalınlığında düşük yoğunluklu polistiren kullanılmaktadır. Yalıtım, dikey olarak yerleştirilen 10 cm kalınlığındaki iki sıra tuğla arasına uygulanmaktadır.

Konutların çatıları genellikle düz betondur. Eğimli beton üzerine kiremit döşenmiş çatılara da rastlanmaktadır. Düz beton üzerine ahşap konstrüksiyon kurularak yapılan kiremitli çatı sistemleri ise müstakil ve yarı müstakil evlerde görülmektedir. Genellikle, çatılara su yalıtımı yapılmasına rağmen, ısı yalıtımı uygulamaları çok seyrek görülür. Çatı tipleri Şekil 4'de gösterilmiştir.



(a) Müstakil konut (A Tipi)

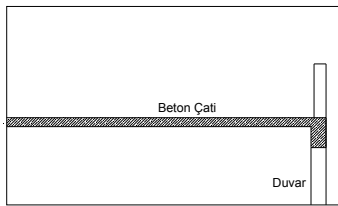


(b) Yarı müstakil konut (B Tipi)

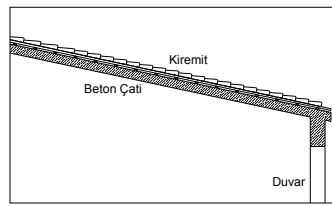


(c) Apartman dairesi (C Tipi)

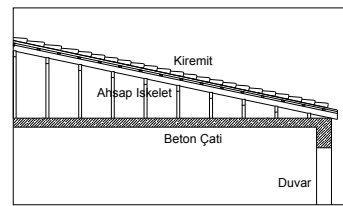
Şekil 3. KKTC Konut Tipleri



(a) Düz beton çatı



(b) Eğimli beton çatı, üzeri kiremit



(c) Düz beton çatı, ahşap iskelet üzeri kiremit

Şekil 4. KKTC Konutlarının Çatı Tipleri

Dış kapılar için genellikle orta yoğunlukta fiber levhalar (MDF) kullanılmakta ve kötü montaj nedeni ile sızdırmazlık sağlanamamaktadır. Tek camlı kayar sistem alüminyum pencereler en çok görülen pencere sistemlerini oluşturmaktadır. Pencere çevresindeki aralıkları kapatmak için kullanılan kılıf fitil veya kauçuk bantlar hava sızıntılarını engelleyememektedir. Son zamanlarda PVC (polivinil klorür) pencere sistemlerinin kullanımında artış gözlenmektedir.

3.3. KKTC Konutlarına Ait Mimari Projelerin Enerji Kaybı Yönünden İncelenmesi

Gelişi güzel seçilmiş 67 adet mimari proje kullanılarak mahal ısıtılmasıyla ilgili enerji tüketimini etkileyen birtakım karakteristik özellikler incelenmiştir. Tablo 1’de bu incelemeler sonucu elde edilen konutların ortalama net alanı (A_{net}), ortalama dış duvar alanı (A_D), ortalama pencere alanı (A_P), ve A_D / A_{net} ile A_P / A_{net} oranları verilmiştir. Dış havanın konut içerisine sızmasına neden olan kapı ve pencere ortalama kenar uzunluklarının birim ortalama net konut alanına oranı, $l = 0.38 \text{ m/m}^2$, olarak belirlenmiştir.

Tablo 1. KKTC Konutlarının Ortalama Bina Kullanım ve Yapı Elemanları Alanları

Konut Tipi	A_{net} (m ²)	A_D (m ²)	A_P (m ²)	A_D / A_{net}	A_P / A_{net}
A Tipi	135.2	124.6	32.7	0.92	0.24
B Tipi	129.9	123.5	28.1	0.95	0.21
C Tipi	139.8	115.1	31.3	0.82	0.22

3.4. Bilgi Toplama: Bir Anket Çalışması

2006 nüfus ve konut sayımı [16] ve hazırlanıp uygulanan 14 soruluk anket (Ek-1) sonuçları gereken istatistiksel verilerin toplanması için kullanılmıştır. Anket KKTC’de değişik bölgelerde yaşayan 231 kişiye uygulanmıştır. Katılımcılar seçilirken bölgelere göre nüfus dağılımı dikkate alınmıştır. 2006 nüfus ve konut sayımı sonuçlarına göre KKTC’de toplam 265100 kişi yaşamaktadır. Mevcut toplam konut sayısı 72624, konutlarda yaşayan ortalama insan sayısı ise 3.17 olarak belirlenmiştir. Anket sonuçları, 2006 nüfus ve konut sayımı ile büyük bir uyum içerisindedir. Söz konusu ankete göre KKTC konutlarında yaşayan ortalama insan sayısı 3.5, KKTC’deki toplam konut sayısı ise 75477 olarak elde edilmiştir.

Yapılan anket, konutların %92’sinin duvarlarının delikli toprak tuğla kullanılarak inşa edildiğini, %93.5’inin ise duvarlarına ısı yalıtımı uygulanmadığını ortaya çıkartmıştır. Çatıların, %73 oranında düz beton veya üzerine kiremit döşenmiş eğimli beton, yalnızca %18 oranında bir kısmının ise düz beton üzerine ahşap konstrüksiyon kurularak yapılan kiremitli çatı sistemi olduğu tesbit edilmiştir. Çatıların %88.5’inde ısı yalıtımı hiç kullanılmamıştır. Tablo 2’de KKTC konutlarının duvar ve çatı tiplerine, ve yalıtım durumlarına bağlı dağılımı verilmiştir. Konutların %84.9’unda tek camlı pencere sistemleri bulunmaktadır. Pencerelerin %78.4 ü alüminyum, %5.8’i ise PVC malzemeden üretilmiştir. Ahşap pencereler artık neredeyse hiç kullanılmamaktadır. Tablo 3’de konut yaşlarına göre yalıtımlı duvar ve çatı ile birlikte çift cam ve PVC pencere sistemlerinin kullanım oranları verilmektedir. Düşük sızıntı katsayısına sahip PVC pencere sistemleri kullanımının günümüzde küçümsenemeyecek oranda arttığı, ancak duvar ve çatı yalıtımına gereken önemin gösterilmediği gözlenmektedir.

2006 nüfus ve konut sayımına göre merkezi ısıtma sistemleri ancak konutların %2.61’inde kullanılırken geri kalan konutlar ısıtma ihtiyaçlarını klima ve çeşitli ısıtıcılar kullanarak konut içerisinde yerel alanların ısıtılması biçiminde gerçekleştirmektedir [16]. Yapılan anket sonuçları merkezi ısıtma sistemi kullanım oranını, 2006 nüfus ve konut sayımı değerlerine uyumlu bir şekilde, %2.17 olarak vermektedir. Buna ek olarak, geriye kalan %97.83’lük yerel ısıtma oranının %44.78’inde konutlarda klimaların kullanıldığı ve %53.05’lik kısmında ise ısıtma ihtiyacının çeşitli ısıtıcılar ile sağlandığı belirlenmiştir. Tablo 4’de KKTC konutlarındaki klima sayılarının oranları verilmektedir. Tablo 5 ise KKTC konutlarındaki yapı elemanları kombinasyonlarının oranlarını özetlemektedir. Müstakil, yarı müstakil ve apartman dairesi oranları sırası ile %52.6, %5.3 ve %42.1 olarak belirlenmiştir.

KKTC nüfusunun neredeyse tamamı Z1 ve Z2 iklimsel bölgelerinde yaşamaktadır. 2006 nüfus ve konut sayımı sonuçları konutların %31’inin Z1, %69’unun ise Z2 iklimsel bölgesinde bulunduğunu göstermektedir [16].

Tablo 2. KKTC Konutlarının Duvar ve Çatı Tipleri ile Yalıtım Durumlarına Bağlı Olarak Dağılımı (%)

Yapı Elemanları	Duvarlar				Çatılar	
	TT (NY)	TT (Y)	BB (NY)	BB (Y)	BÇ (NY)	BÇ (Y)
Dağılım (%)	86.2	4.7	7.8	1.3	88.5	11.5

TT: Toprak Tuğla, BB: Beton Bloklar, BÇ: Beton Çatı, Y: Yalıtılmış, NY: Yalıtılmamış

Tablo 3. Konut Yaşlarına Göre Isı Yalıtımlı Duvar, Çatı, Çift Cam Ve PVC Pencere Kullanım Oranları (%)

Yaş (yıl)	Isı Yalıtımlı Duvar	Isı Yalıtımlı Çatı	Çift Cam	PVC Pencere
0 – 5	13.0	16.7	45.8	25.0
5 – 10	6.2	13.0	18.8	4.3
10 – 20	3.4	6.8	8.0	2.2
> 20	8.8	13.9	11.3	1.4
Toplam	6.5	11.5	15.2	5.8

Tablo 4. KKTC Konutlarındaki Klima Sayılarının Oranları

Klima Sayısı	0	1	2	3	> 3
Dağılım (%)	31	21	24	16	8

Tablo 5. KKTC Konutlarındaki Yapı Elemanları Kombinasyonlarının Oranları (n)

Komb. No.	Yapı Elemanları Kombinasyonları ^a	Dağılım Oranı, n (%)			Komb. No.	Yapı Elemanları Kombinasyonları ^a	Dağılım Oranı, n (%)		
		A Tipi	B Tipi	C Tipi			A Tipi	B Tipi	C Tipi
1	TT-NY-NY-Ah-TC	10.09	1.75	1.32	25	TT-Y-NY-Ah-TC	0.44	----	----
2	TT-NY-NY-Ah-ÇC	----	----	----	26	TT-Y-NY-Ah-ÇC	----	----	----
3	TT-NY-NY-AI-TC	27.63	2.19	29.38	27	TT-Y-NY-AI-TC	0.44	----	----
4	TT-NY-NY-AI-ÇC	5.26	----	2.63	28	TT-Y-NY-AI-ÇC	----	----	----
5	TT-NY-NY-PVC-TC	----	----	----	29	TT-Y-NY-PVC-TC	----	----	----
6	TT-NY-NY-PVC-ÇC	0.88	0.88	----	30	TT-Y-NY-PVC-ÇC	----	----	----
7	BB-NY-NY-Ah-TC	1.32	----	0.88	31	BB-Y-NY-Ah-TC	----	----	----
8	BB-NY-NY-Ah-ÇC	----	----	----	32	BB-Y-NY-Ah-ÇC	----	----	----
9	BB-NY-NY-AI-TC	3.07	----	1.75	33	BB-Y-NY-AI-TC	----	----	----
10	BB-NY-NY-AI-ÇC	0.44	----	0.44	34	BB-Y-NY-AI-ÇC	----	----	----
11	BB-NY-NY-PVC-TC	----	----	----	35	BB-Y-NY-PVC-TC	----	----	----
12	BB-NY-NY-PVC-ÇC	----	----	----	36	BB-Y-NY-PVC-ÇC	----	----	----
13	TT-NY-Y-Ah-TC	----	----	----	37	TT-Y-Y-Ah-TC	----	----	----
14	TT-NY-Y-Ah-ÇC	----	----	----	38	TT-Y-Y-Ah-ÇC	0.88	----	----
15	TT-NY-Y-AI-TC	0.88	----	1.32	39	TT-Y-Y-AI-TC	----	----	0.88
16	TT-NY-Y-AI-ÇC	----	----	0.88	40	TT-Y-Y-AI-ÇC	0.44	----	----
17	TT-NY-Y-PVC-TC	----	----	----	41	TT-Y-Y-PVC-TC	----	----	0.44
18	TT-NY-Y-PVC-ÇC	----	----	0.44	42	TT-Y-Y-PVC-ÇC	0.44	----	0.44
19	BB-NY-Y-Ah-TC	----	----	----	43	BB-Y-Y-Ah-TC	----	----	----
20	BB-NY-Y-Ah-ÇC	----	----	----	44	BB-Y-Y-Ah-ÇC	----	----	----
21	BB-NY-Y-AI-TC	----	----	0.44	45	BB-Y-Y-AI-TC	----	----	----
22	BB-NY-Y-AI-ÇC	----	----	----	46	BB-Y-Y-AI-ÇC	0.44	----	----
23	BB-NY-Y-PVC-TC	----	----	0.44	47	BB-Y-Y-PVC-TC	----	----	0.44
24	BB-NY-Y-PVC-ÇC	----	----	----	48	BB-Y-Y-PVC-ÇC	----	0.44	----

^a TT: Toprak Tuğla, BB: Beton Blok, Y: Yalıtılmış, NY: Yalıtılmamış, Ah: Ahşap, AI: Alerminyum, PVC: polivinil klorür, TC: Tek Cam, ÇC: Çift Cam

3.5. KKTC konutlarındaki ısı geçirgenlik katsayılarının belirlenmesi

KKTC konutlarında kullanılan yapı elemanlarının ısı geçirgenlik katsayıları hesaplanmış ve Tablo 6'da sunulmuştur.

Tablo 6. KKTC Konutları Yapı Elemanları Isı Geçirgenlik Katsayıları (U-değerleri) (W/m²°C)

Isı Yalıtımı	Çatı	Döşeme	Duvar (TT)	Duvar (BB)	Cam	Pencere
Yalıtılmamış	2.03	2.26	1.50	0.69	Tek Cam	5.59
Yalıtılmış	0.57	0.59	0.52	0.37	Çift Cam	3.01

3.6. KKTC Karakteristik Konutunun Özgül Isı Kaybı Katsayısının Belirlenmesi

Birim konut alanına düşen toplam özgül ısı kaybı katsayısı (Q), Tablo 5'de yer alan oranlar için eşitlik (1), (2) ve (3) kullanılarak hesaplanmıştır. Burada, duvarlar, pencereler, döşeme ve çatı olmak üzere dört değişik yapı elemanı göz önüne alınmıştır. Hesaplamalar denge koşullarında yapılmış ve bina yükseklik ve yönleri ihmal edilmiştir.

Eşitlik (1)'de yer alan parametreler Tablo 1 ve Tablo 6'da verilmiş değerler arasından seçilmiş olup, iç ve dış ortam arasındaki sıcaklık farkı oranı 1.0 °C/°C ve iç ortam ve toprak arasındaki sıcaklık farkı oranı ise 0.5 °C/°C olarak alınmıştır. Aynı sıcaklık farkı oranı (ΔT) eşitlik (2)'de de kullanılmıştır. Sızdırma katsayısı değerleri (a), ahşap, alüminyum ve PVC pencere sistemleri için sırası ile 3, 3 ve 1 m³/mh olarak alınmıştır [17]. Kapı ve pencerelerin sızdıran kenar uzunlukları toplamının birim net konut alanına oranı (l) Bölüm 3.3'de belirlendiği gibi kullanılmıştır. R değeri 0.9, H değeri 2.43 kJ/m³°C ve Z_e değeri ise 1.2 olarak alınmıştır [17]. KKTC'de bulunan her yapı elemanı kombinasyonu ve konut tipleri için birim konut alanına düşen toplam özgül ısı kaybı katsayısı (Q) eşitlik (3) kullanılarak hesaplanmış ve Tablo 7'de verilmiştir. Tablo 5'de verilen yapı elemanları kombinasyonları oranları (n) kullanılarak KKTC karakteristik konutunun birim net konut alanına düşen özgül ısı kaybı katsayısı

q = 6.24 W/m²°C olarak belirlenmiştir. % 60'ı müstakil, % 36'sı yarı müstakil ve % 4'ü apartman dairesinden oluşan gelişmiş güzel seçilmiş 25 mimari proje kullanılarak yapılan çalışmada aynı değer 6.92 W/m²°C olarak hesaplanmıştır.

Eşitlik (4) kullanılarak KKTC karakteristik konutuna ait özgül ısı kaybı katsayısı, L = 852 W/°C olarak elde edilmiştir. Eşitlikte, N, Tablo 5'de verilen 48 farklı kombinasyonu, M ise 3 farklı konut tipini göstermektedir.

Tablo 7. KKTC Yapı Elemanı Kombinasyonları ve Konut Tipleri İçin Birim Konut Alanına Düşen Toplam Özgül Isı Kaybı Katsayıları (Q) (W/m²°C),

Komb. No.	1	3	4	6	7	9	10	15	16	18	21
A Tipi	6.71	6.71	6.08	5.53	5.97	5.97	5.42	5.31	----	----	----
B Tipi	6.64	6.64	----	5.51	----	----	----	----	----	----	----
C Tipi	6.44	6.44	5.87	----	5.79	5.22	5.04	4.47	3.92	4.14	4.39

Komb. No.	23	25	27	38	39	40	41	42	46	47	48
A Tipi	----	5.79	5.79	3.76	----	4.40	----	3.21	3.67	----	----
B Tipi	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	3.07
C Tipi	3.83	----	----	----	4.22	----	3.67	3.10	----	3.59	----

3.7. KKTC İçin Isıtma Sezonu, Isıtma Derece-Saat ve Derece-Gün Değerlerinin Belirlenmesi

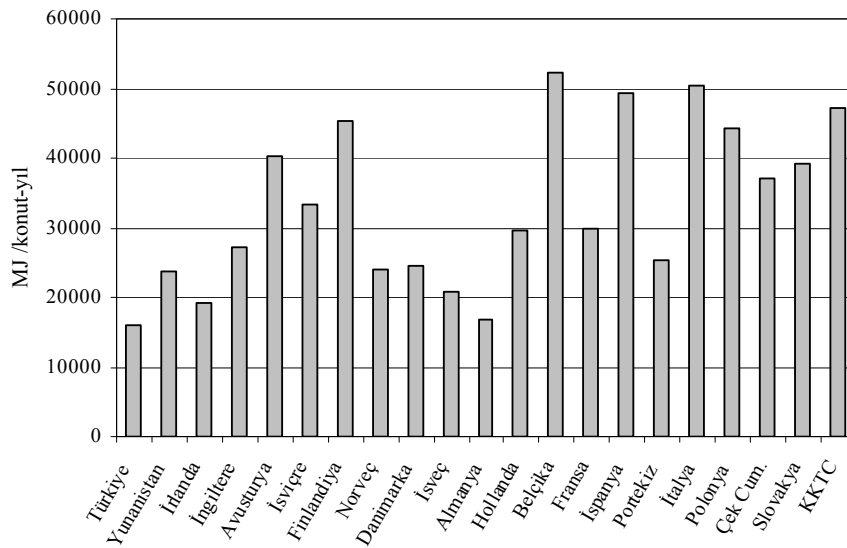
2007 yılı boyunca Lefkoşa meteoroloji istasyonu tarafından kaydedilen günlük ortalama dış hava sıcaklıkları örnek olarak Şekil 2'de sunulmuştu. Denge sıcaklığı, $T_b = 18^\circ\text{C}$ için ısıtma sezonunun başlangıcı yılın 319. günü (15 Kasım), bitişi ise 99. günü (9 Nisan) olarak belirlenmiştir. Lefkoşa için 2007 yılında ısıtma sezonu 145 gün, yılın % 40'ı, ve ısıtma derece-gün değeri ise 1323.3°C-gün olarak hesaplanmıştır. Tablo 8 KKTC ana şehirlerinin 2006 ve 2007 yılları için ısıtma derece-gün değerlerini ve ısıtma sezonu uzunluğunu özetlemektedir. Gazi Mağusa Z1 iklim bölgesinde, Lefkoşa ise Z2 iklim bölgesinde yer almasına rağmen, bu iki şehrin derece-gün değerlerinin birbirine çok yakın olduğu gözlenmektedir. Z2 iklim bölgesi için derece-gün değeri bu iki şehrin ortalaması olan 1344.4°C-gün olarak öngörülebilir. Girne'nin derece-gün değeri ise Z1 iklimsel bölgesindeki derece-gün değeri olarak alınabilir.

Tablo 8. KKTC Ana Şehirlerinin Isıtma Derece-Gün ($^\circ\text{C-Gün}$) / Isıtma Sezonu Uzunlukları (Gün)

Şehir	2006	2007	Ortalama
Lefkoşa	1419.3 / 153 (6 Kasım - 8 Nisan)	1323.3 / 145 (15 Kasım - 9 Nisan)	1371.3 / 149
Gazi Mağusa	1303.1 / 154 (12 Kasım - 15 Nisan)	1331.1 / 152 (15 Kasım - 16 Nisan)	1317.1 / 153
Girne	1053.4 / 138 (23 Kasım - 10 Nisan)	1011.2 / 138 (23 Kasım - 10 Nisan)	1032.3 / 138

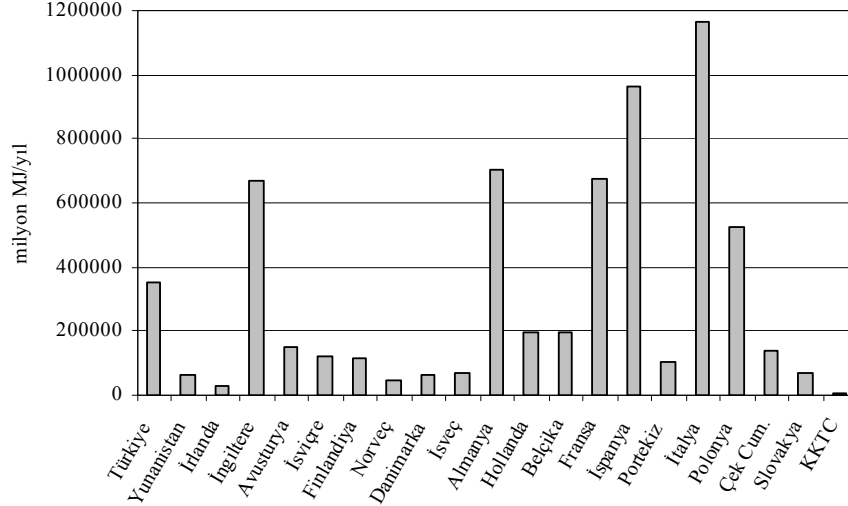
3.8. KKTC Isıtma Enerjisi İhtiyacı

KKTC konutlarının tümünün merkezi ısıtma sistemi kullanılarak ısıtıldığı varsayımı ile, eşitlik (8) ve Z1 ve Z2 iklim bölgelerindeki konutların dağılımı kullanılarak, tek bir konut için toplam ısı kaybı 91895 MJ olarak hesaplanmıştır. Merkezi ısıtma sistemlerinin konutların yalnızca %2.61'lik bir kısmında kullanıldığı ve yerel ısıtma için gerekli enerji miktarının merkezi ısıtma sistemleri için gerekli enerji miktarının yarısı olduğu kabul edilirse, KKTC karakteristik konutuna ait yıllık toplam ısı kaybı 47147 MJ olarak belirlenir. 2001 yılında yapılan yönetmelikler doğrultusunda Avrupa ülkelerinde konutlar için ortalama yıllık toplam ısı kaybı değerleri ile KKTC karakteristik konutunun günümüzdeki yıllık toplam ısı kaybı kıyaslaması Şekil 5'de verilmiştir. Avrupa ülkelerindeki ısı kayıpları, farklı ülkelere ait gerekli izolasyon kalınlıkları, nüfus ve derece-gün yöntemi göz önüne alınarak Eurima tarafından elde edilmiştir [18]. Birçok eski binada yetersiz yalıtım kullanıldığı veya hiç yalıtım kullanılmadığı göz önüne alınırsa, Avrupa ülkelerindeki gerçek ısı kayıp değerlerini bulmak için 2-4 arasında bir çarpan kullanılabilir [18].



Şekil 5. Avrupa Ülkelerinde [18] Ve KKTC'de Konut Başına Düşen Yıllık Isıtma Enerjisi Kayıpları

KKTC'de mahal ısıtması için harcanan yıllık toplam enerji miktarı, KKTC karakteristik konutu için belirlenen değerin aktif olarak kullanılan 72624 konut sayısı ile çarpılarak elde edilebilir. Tüm konutların merkezi ısıtma sistemi kullanılarak ısıtılması durumunda ısıtma enerjisi ihtiyacı 6674 million MJ olarak hesaplanmıştır. Yerel ısıtma etkisinin göz önüne alındığı durumda ise KKTC'de mahal ısıtması için gereken yıllık toplam enerji ihtiyacı 3424 million MJ olarak bulunur. Şekil 6'da gösterildiği gibi KKTC yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı Avrupa ülkelerinkine göre neredeyse sıfırdır. Bunun nedeni nüfusun az ve iklimin ılıman olmasıdır.

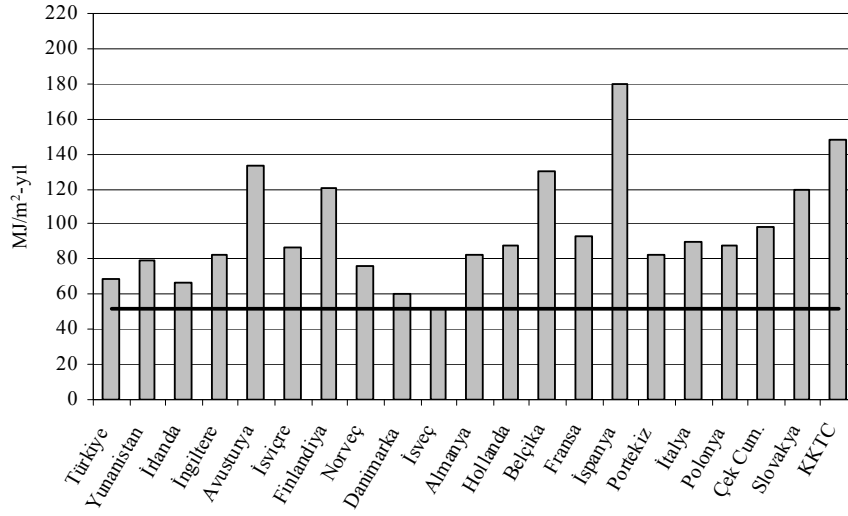


Şekil 6. Avrupa Ülkelerinde [18] Ve KKTC'de Yıllık Toplam Konutsal Isıtma Enerjisi Kayıpları

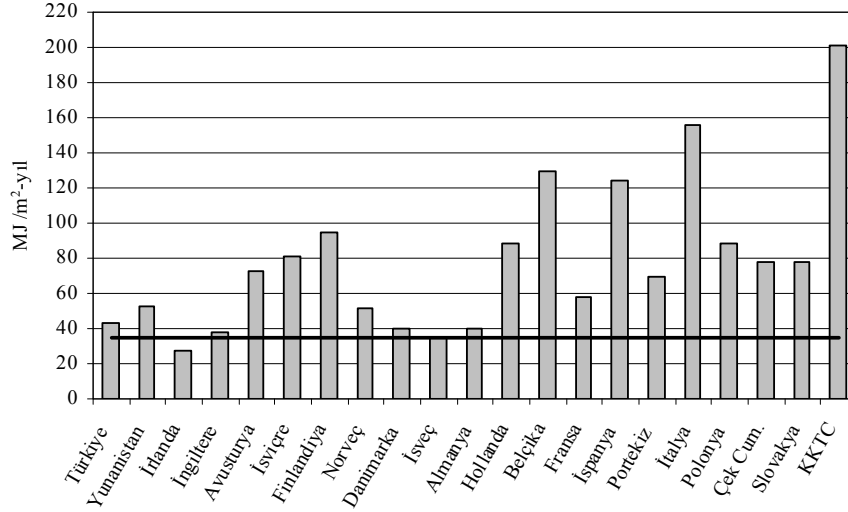
4. KKTC KONUTLARININ ISITILMASINDA ENERJİ TASARRUFUNA YÖNELİK BİR ÖNERİ

Toprak ve blok beton tuğladan yapılmış duvarlar ve beton çatılar KKTC konutlarında yaygın olarak kullanılan yapı elemanlarıdır. Eşitlik (2) ve Tablo 6'da belirtilen yapı elemanlarına ait U -değerleri kullanılarak, KKTC karakteristik duvarının ve çatısının U -değerleri $1.38 \text{ W/m}^2\text{°C}$ ve $1.86 \text{ W/m}^2\text{°C}$ olarak hesaplanmıştır. Eşitlik (2) ve konutların iklim bölgelerine göre dağılımı kullanılarak, mahal ısıtma uygulamaları için duvarlardan ve çatılardan birim alanda gerçekleşen yıllık toplam enerji kaybı sırasıyla $148 \text{ MJ/m}^2\text{-yıl}$ ve $201 \text{ MJ/m}^2\text{-yıl}$ olarak hesaplanmıştır.

Şekil 7 ve Şekil 8 Avrupa ülkelerinde 2001 yılı yönetmeliklerine göre inşa edilmiş konutların ve KKTC'de halen inşa edilmiş bulunan konutların duvar ve çatılarından birim alanda gerçekleşen yıllık enerji kayıplarını göstermektedir. Şekillerde, söz konusu kayıpların Avrupa için önerilen değerleri de belirtilmektedir. Bu değerler duvarlar için $52 \text{ MJ/m}^2\text{-yıl}$, çatılar için ise $35 \text{ MJ/m}^2\text{-yıl}$ olarak verilmektedir [18]. KKTC'deki her iki enerji kaybı değerinin önerilen değerlere göre çok büyük olduğu görülmektedir. Avrupa ülkelerindeki gerçek değerleri bulmak için yine 2 ile 4 arasında bir çarpan kullanılabilir [18]. KKTC'de, Avrupa ülkelerinde önerilen ısı kaybı değerlerini elde etmek için, Z1 ve Z2 iklim bölgelerinde gerekli duvar ve çatı yalıtımı kalınlıkları hesaplanmış ve Tablo 9'da verilmiştir.



Şekil 7. Avrupa Ülkelerinde [18] Ve KKTC'de Konutların Duvarlarından Gerçekleşen Enerji Kayıpları



Şekil 8. Avrupa Ülkelerinde [18] Ve KKTC'de Konutların Pencerelerinden Gerçekleşen Enerji Kayıpları

Tablo 9. Isı Yalıtımı Kalınlıkları, İlgili U-Değerleri ve Enerji Kayıpları

Yapı Elemanı	Z1 İklim Bölgesi			Z2 İklim Bölgesi		
	Isı Yalıtımı Kalınlığı (cm)	U-Değeri (W/m²C)	Enerji Kaybı (MJ/m²-year)	Isı Yalıtımı Kalınlığı (cm)	U-Değeri (W/m²C)	Enerji Kaybı (MJ/m²-year)
Toprak Tuğla Duvar	4.0	0.60	53.5	6.0	0.46	53.4
Beton Blok Tuğla Duvar	1.0	0.58	51.7	3.0	0.45	52.3
Beton Çatı	8.0	0.40	35.7	11.0	0.31	36.0

KKTC'deki konutlar Tablo 9'da belirtilen ısı yalıtımı kalınlıklarına uygun olarak, çift camlı PVC pencere sistemleri ile ve zeminde hiç bir ısı yalıtımı uygulanmadan inşa edilirse, Z1 ve Z2 iklim bölgelerindeki karakteristik konutlara ait özgül ısı kaybı katsayıları sırasıyla 416.69 W/°C ve 387.17 W/°C olacaktır. Bu durumda, konutların merkezi ısıtma sistemi kullanılarak ısıtıldığı varsayımı ile tek bir konut için yıllık toplam ısı kaybı 42725 MJ olacaktır. Yerel ısıtma etkisi göz önüne alındığında ise, KKTC karakteristik konutunun yıllık toplam ısı kaybı 21920 MJ olarak hesaplanabilir. Isı yalıtımları önerildiği gibi yapıldığı

taktirde, KKTC’de mahal ısıtma uygulamalarındaki yıllık toplam ısı kaybı, tüm konutlarda merkezi ısıtma sistemi kullanıldığı varsayımı ile 3103 milyon MJ ve yerel ısıtmanın etkisi ile, 1592 milyon MJ olarak öngörülmektedir.

KKTC’de Tablo 9’da belirtilen kalınlıklarda duvar ve çatı yalıtımı uygulanması ve PVC çift camlı pencere sistemlerinin kullanılması mahal ısıtmasındaki toplam ısı kaybı değerini 3424 milyon MJ’den 1592 milyon MJ’e indirecektir. Bu da %53.5 gibi önemli oranda bir enerji tasarrufu anlamına gelmektedir. Böylece her konut için yıllık ortalama 25227 MJ enerji tasarrufu elde edilmiş olacaktır.

5. SONUÇ

Bölgesel enerji ihtiyacı veya enerji tüketimi analizlerinde, konutların tüm mimari ve termal özelliklerini ve bununla birlikte nüfus dağılımı ve ısıtma yöntemlerini içerdiğinden, karakteristik konut modeli yaklaşımının model bina yaklaşımına göre daha gerçekçi değerler beklenir. İstatistiksel veriler analiz sonuçlarını doğrudan etkileyeceğinden verilerin doğruluğu kontrol edilmelidir. Çalışmada anket sonuçlarının güvenilirliği 2006 nüfus ve konut sayımı ve mimari projeler kullanılarak teyit edilmiştir. KKTC karakteristik konutu modellenmiş ve konutun özgül ısı kaybı katsayısı 852 W/°C olarak elde edilmiştir. Derece-gün yöntemi kullanılarak KKTC’de konut ısıtma uygulaması için kullanılan enerji miktarının yıllık 3424 milyon MJ olduğu hesaplanmıştır. Bu çalışmada önerilen yapı elemanlarının kullanılması durumunda %53.5 enerji tasarrufu sağlanacağı görülmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] KAYNAKLI, O., “A study on residential heating energy requirement and optimum insulation thickness”, Renewable Energy, 2008.
- [2] DURMAYAZ A., KADIOĞLU M., “Heating energy requirements and fuel consumptions in the biggest city centers of Turkey”, Energy Conversion and Management, 2003.
- [3] PAPAĞOSTAS K., KYRIAKIS N., “Heating and cooling degree-hours for Athens and Thessaloniki, Greece”, Renewable Energy, 2005.
- [4] SATMAN A., YALÇINKAYA N., “Heating and cooling degree-hours for Turkey”, Energy, 1999.
- [5] BÜYÜKALACA O., BULUT H., YILMAZ T., “Analysis of variable-base heating and cooling degree-days for Turkey”, Applied Energy, 2001.
- [6] DURMAYAZ A., KADIOĞLU M., ŞEN Z., “An application of the degree-hours method to estimate the residential heating energy requirement and fuel consumption in Istanbul”, Energy, 2000.
- [7] SARAĞ H., SATMAN A., “The degree-day method to estimate the residential heating natural gas consumption in Turkey: A case study”, Energy, 2003.
- [8] BOLATTÜRK A., “Determination of optimum insulation thickness for building walls with respect to various fuels and climate zones in Turkey”, Applied Thermal Engineering, 2006.
- [9] AL-SANEA S.A., ZEDAN M.F., “Effect of insulation location on thermal performance of building walls under steady periodic conditions”, International Journal of Ambient Energy, 2001.
- [10] ŞİŞMAN N., KAĞYAB E., ARAS N., ARAS H., “Determination of optimum insulation thicknesses of the external walls and roof (ceiling) for Turkey’s different degree-day regions”, Energy Policy 2007.
- [11] EŞKİN N., TÜRKMEN H., “Analysis of annual heating and cooling energy requirements for office buildings in different climates in Turkey”, Energy and Buildings, 2008.
- [12] YANG L., LAMB J.C., TSANG C.L., “Energy performance of building envelopes in different climate zones in China”, Applied Energy, 2008.
- [13] PANAYI P., “Prioritizing energy investments in new dwellings constructed in Cyprus”, Renewable Energy, 2004.
- [14] FLORIDES G.A., TASSOU S.A., KALOGIROU S.A., WROBEL L.C., « Modeling of the modern houses of Cyprus and energy consumption analysis”, Energy, 2000.
- [15] OZDENİZ M.B., HANÇER P., “Suitable roof constructions for warm climates - Gazimagusa case”, Energy and Buildings, 2005.

- [16] KKTC Nüfus ve Konut Sayımı, 2006. (Bkz. <http://nufussayimi.devplan.org/>)
- [17] KARAKOÇ T.H., “Kalorifer tesisatı hesabı”, 2. Baskı, Demirdöküm Teknik Yayınları, 2007.
- [18] EURIMA, “The critical importance of building insulation for the environment”, Eurima, 2002. (Bkz. http://www.eurima.org/uploads/PressCorner/documents/brochure_en.pdf)

ÖZGEÇMİŞ

Ali EVCİL

1968 yılı Lefkoşa doğumludur. 1990 yılında ODTÜ Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümünü bitirmiştir. Aynı üniversiteden 1993 yılında Yüksek Mühendis ve 2000 yılında Doktor ünvanlarını almıştır. 1991–1995 yılları arasında TÜBİTAK-SAGE’de, 1995–1997 yılları arasında ise Uluslararası Amerikan Üniversitesinde görev almıştır. 1999 yılından beri YDÜ Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümünde çalışmaktadır. 2001 yılında Yrd. Doç. Dr. ünvanını almıştır. 2003 yılından beri bölüm başkanlığı yapmaktadır. Viskoelastik ve kompozit malzemeler, sonlu eleman metodu, implantlar, güneş ve rüzgar enerjisi sistemleri, biyoyakıtlar ve enerji verimliliği ilgi alanları arasındadır.

Cemal GÖVSA

1963 yılı Lefkoşa doğumludur. 1985 yılında 9 Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümünü bitirmiştir. Orta Doğu Teknik Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümünden 1988 yılında Yüksek Mühendis, 1995 yılında Doktor ünvanını almıştır. 1986–1995 yılları arasında ODTU Makina Mühendisliği Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak görev yapmıştır. 1996–2000 yılları arasında Arçelik, 2000–2002 yılları arasında Arçelik-LG firmalarında ürün geliştirme mühendisi, 2002–2003 yılları arasında Teba’da Daikin VRV sistemler eğitim sorumlusu ve 2004–2006 yılları arasında Rocks Hotel’de teknik müdür olarak görev yapmıştır. 2003–2006 yılları arasında yarı zamanlı ve 2006 yılından beri de tam zamanlı olmak üzere Yakın Doğu Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümünde görev yapmaktadır. 2003 yılında Yrd. Doç. Dr. ünvanını almıştır. Soğutma ve sayısal ısı transferi konularında çalışmaktadır.

Ek-1: KKTC KARAKTERİSTİK KONUTU BELİRLEME ANKETİ

1) Nerede yaşıyorsunuz?	a) Lefkoşa d) Güzelyurt	b) Gazi Mağusa e) Karpaz	c) Girne
2) Evinizde yaşayan kişi sayısı	a) 1 d) 4	b) 2 e) ≥ 5	c) 3
3) Evinizin tipi	a) Müstakil	b) Yarı müstakil	c) Apartman dairesi
4) Evinizin yaşı	a) < 5 yıl d) > 20 yıl	b) 5 – 10 yıl	c) 10 – 20 yıl
5) Evinizin alanı	a) < 100 m ²	b) 100 – 200 m ²	c) >200 m ²
6) Dış duvar tipi	a) Toprak tuğla	b) Beton blok tuğla	c) Diğer
7) Dış duvarlarda ısı yalıtımı	a) Cam yünü d) Yok	b) Strafor	c) Hava boşluğu
8) Pencere tipi	a) Ahşap	b) Alüminyum	c) PVC
9) Cam tipi	a) Tek cam	b) Çift Cam	
10) Çatı Tipi	a) Düz Beton d) Diğer	b) Eğimli beton, üzeri kiremit	c) Düz beton, ahşap iskelet üzeri kiremit
11) Çatı ısı yalıtımı	a) Cam yünü	b) Strafor	c) Yok
12) Isıtma şekli	a) Merkezi ısıtma	b) Isıtıcılar	c) Klima
13) Kullanılan ısıtma enerjisi türü	a) Odun d) Fuel oil	b) Elektrik e) Mazot	c) Tüp gaz
14) Klima sayısı	a) Yok d) 3	b) 1 e) > 3	c) 2