

YEŞİL BİNA UYGULAMALARINDA NET SIFIR ENERJİLİ BİNALARIN TASARIM PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ

Zafer UTLU
Serdar TEKİN

ÖZET

Bu çalışmada; Türkiye iklim şartlarında net sıfır enerjili bir bina tasarımı için olası çözümler incelenmiştir. Simülasyon programları ile yapı malzemelerinin enerji tüketimine etkisi incelenmiştir. Simülasyon programı kullanılarak belirlenen iklim koşullarında yenilenebilir kaynaklı elektrik ve güneş enerjili sıcak su sistemi kullanılarak sıfır enerjili ve enerji verimli binaların uygunluğu incelenmiştir. Çeşitli tasarım parametreleri karşılaştırılarak bina ve enerji sistemleri için optimum şartlar araştırılmıştır. Evin incelenmesi, dış hava koşulları ve dış cephe tasarımı yönünden irdelenerek net sıfır enerjili bina parametrelerinin Türkiye’de uygulanabilirliği ve ülkemizde bu konuda yapılabilecek çalışmalar araştırılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Net sıfır enerjili binalar, Enerji tasarrufu, Yön, Pencere/duvar alanı oranı

ABSTRACT

Possible solutions for zero energy building design in Turkey are discussed in this paper. Simulation software are employed in this study, where EnergyPlus simulations are applied to enable facade design studies considering building materials, window sizes and orientations and TRNSYS is used for the investigation of the feasibility of zero energy houses with renewable electricity, solar hot water system and energy efficient heating systems under determined weather conditions. Various design methods are compared and optimal design strategies for typical homes and energy systems are provided.

Key Words: Net zero energy buildings, Energy saving, Orientation, Window to external wall ratio

1.GİRİŞ

Dünyada ve ülkemizde enerji tüketiminin yaklaşık %35-40’ı binalarda kullanılmaktadır[1]. Binalarda kullanılan enerjinin ise yaklaşık %80’i ısıtma, soğutma, iklimlendirme ve sıcak su temini için harcanmaktadır[1]. Ayrıca, bilimsel çalışmalar evlerden atılan gaz emisyonlarının küresel iklim değişikliği üzerinde giderek artan etkiler ortaya çıkardığını göstermektedir. Bilim insanları karbondioksit emisyonlarını azaltmak için ileri teknolojiler, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması gibi faydalı stratejileri daha yoğun bir şekilde denemeye başlamışlardır.

Konut sektöründe enerjinin yoğun olarak kullanılması ve enerji tasarruf potansiyelinin yüksek oranda bulunması bu sektördeki enerji kullanım sistemlerinin yeniden gözden geçirilmesini gerektirmektedir. Günümüzde ortaya çıkan “Yeşil Bina” ve “Sıfır Enerjili Bina” kavramları enerji kullanımının etkinliğine

ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelimi arttırmıştır. Bu kapsamda; Net sıfır enerjili bina; Klasik binalara göre çok daha az enerji tüketen, bina dışı iklim ve çevre koşullarından etkileşimi minimum düzeye indirilmiş, ihtiyaç duyduğu enerjiyi yenilenebilir enerji kaynaklarından (Güneş, Rüzgâr, Isı pompası) sağlayan, Ulusal enerji dağıtım hatları ile alışveriş yapabilen, çevre dostu, sürdürülebilir ve aynı zamanda sıfır CO₂ emisyonu hedefleyen binalardır. Net Sıfır Enerjili Binaları (NSEB) oluşturan özellikler sıralandığında; Bina minimum enerji tüketecek ve güneş ışığından daha fazla faydalanacak şekilde ve uygun yönlerde yerleştirilmeli, enerji verimli pencereler kullanılmalı, Isı yalıtımı yapılarak bina kabuğundan kaynaklanan ısı kayıpları minimize edilmeli, sıcak su için güneş kolektörleri, elektrik enerjisi için fotovoltaik paneller veya rüzgar türbinleri kullanılmalı, ısı pompası ve ısı depolama sistemleri kullanılmalı, Güneş enerjisi veya atık ısı destekli absorpsiyonlu sistemlerle daha az elektrik tüketen soğutma sistemleri kullanılmalı, Mekanik havalandırma ihtiyacı için ısı geri kazanım sistemleri tesis edilmeli, Bina ile ulusal elektrik dağıtım hatları arasında alışveriş yapılmasını sağlayacak sistem entegre edilmelidir.

Günümüzde net sıfır enerjili bina tasarımı; mimarlar, mühendisler ve yapı fizikçileri için gittikçe artan bir öneme sahip olmuştur. Sıfır enerjili bina tasarımı ile binanın yıllık enerji tüketiminin sıfıra yakın bir değere yaklaştırılması hedeflenmektedir. Bunun için binanın ısıtma, soğutma ve elektrik tüketim talebi asgari düzeye indirilmeli ve asgari düzeye indirilen bu talep de yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilme yoluna gidilmelidir. Net sıfır enerjili bina tasarımında enerji talebini düşürmek için atılacak ilk adım bina yönü ve cephesiyle ilgili yapılabilecek ideal düzenlemeleri yapmaktır. Pasif ev standartlarına göre bina yıllık enerji harcaması 15kWh/m² nin altında bir değere sahip olmalıdır [2]. Dünyadaki, ileri seviyede sürdürülebilir bina tasarım standartları şu şekildedir; ASHRAE 90,1 Enerji performans standardı [3], 189.1 Yeşil Bina Standartı [4], Ecohomes (Brezilya, İngiltere); Passiv Haus (Almanya); AECB (İngiltere) ve LEED (USA) [2]. Türkiye’de ise net sıfır enerjili binaların tasarımı ile ilgili bir standart çalışması henüz mevcut değildir.

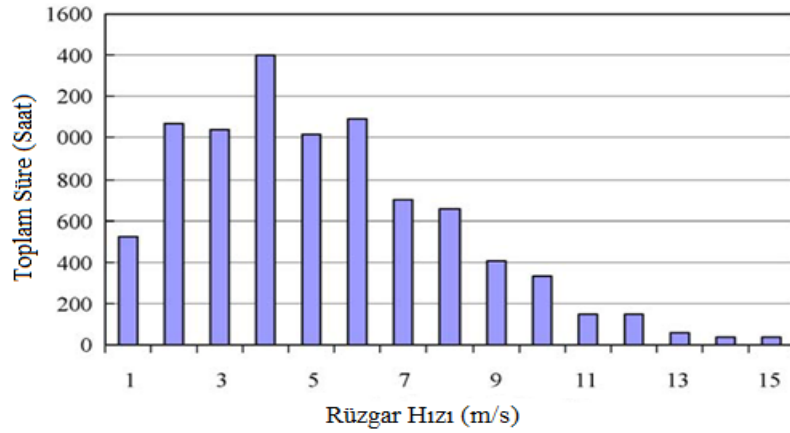
Bu çalışmada analiz ve tasarımı yapılmış olan net sıfır enerjili bir evin, bina yönleri ve dış cephe ideal tasarımı ile elde edilen enerji tasarruf potansiyeli incelenecek ve literatürde verilen bir örnekle karşılaştırılacaktır..

2. DIŞ HAVA KOŞULLARININ ANALİZİ

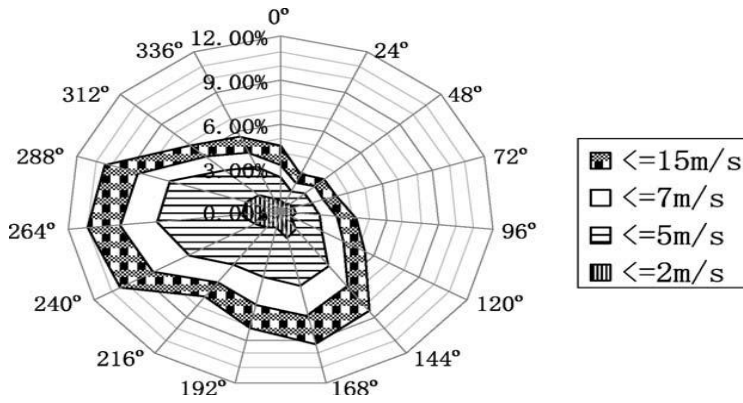
Hava durumu ve dış hava koşullarının analizi, enerji verimli binalar ve net sıfır enerjili binaların tasarımında incelenecek birinci adım olmalıdır. Bu analiz, binanın enerji sistemlerinin tasarımı ve yenilenebilir enerji sistemlerinin seçiminde karar vermek için önemli bilgiler sunmaktadır. Bu örnek çalışmada, dış hava koşullarının analizi, rüzgâr potansiyeli, güneş radyasyonu ve çevre sıcaklığı yönünden incelenmiştir.

2.1. Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli

Rüzgar enerjisi potansiyeli NSEB lar için özellikle elektrik kullanımı için çok önemlidir. Rüzgâr hızı %60 oranında 3-7 m/s aralığında değişmektedir. Çevresinde 3-7 m/s aralığında rüzgar hızı potansiyeli bulunan binalarda küçük rüzgar türbinleri yüksek verimle kurulabilir. Örnek çalışmada yer alan rüzgâr frekans potansiyeli ve yıllık rüzgârgülü profili Şekil 1-2 de gösterilmiştir.



Şekil 1. Örnek Çalışma Bölgesindeki Rüzgâr Frekans Potansiyeli [2]

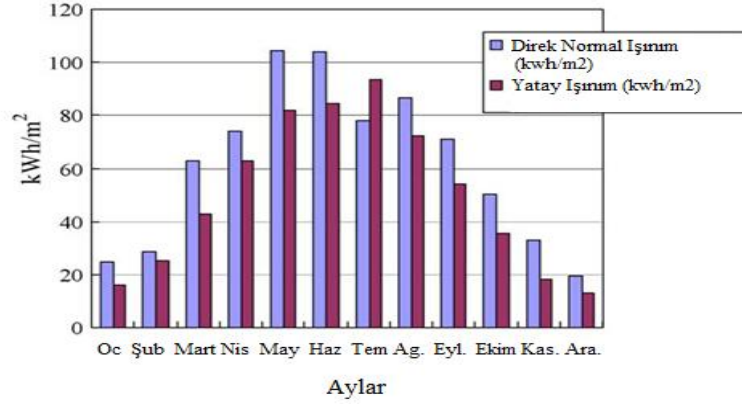


Şekil 2. Örnek Çalışma Bölgesindeki Yıllık Rüzgârgülü Profili [2].

Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli Ülkemiz açısından incelediğimizde, 2007 yılında gerçekleştirilmiş olan Türkiye Rüzgar Enerjisi Potansiyel Atlası (REPA) ile ülkemizde yıllık rüzgar hızı 8.5 m/s ve üzerinde olan bölgelerde en az 50.000 MW, 7 m/s'nin üzerindeki bölgelerde ise en az 48.000 MW büyüklüğünde rüzgar enerji potansiyeli bulunduğu tespit edilmiştir [1,3]. Ülkemizde noktasal rüzgar kaynak bilgisi, Enerji Bakanlığı Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğünden talep edilerek temin edilebilmektedir. Ülkemizin Rüzgar potansiyelinin NSEB lar için yeterli olduğu düşünülmektedir.

2.2. Güneş Enerjisi Potansiyeli

NSEB'ların projelendirilmesinde güneş enerjisi potansiyeli önemli bir enerji kazancı olarak görülmektedir. Literatürde incelenen bölge için [2] Şekil 3'de aylık güneş radyasyon dağılım profili görülmektedir. Mart-Ekim ayları arasında yüksek miktarda güneş radyasyonu elde edildiği görülmektedir. Örnek çalışma bölgesinde yıllık toplam güneş radyasyonu 1337 kWh/m², Güneşlenme süresi 3029 saat'tir.



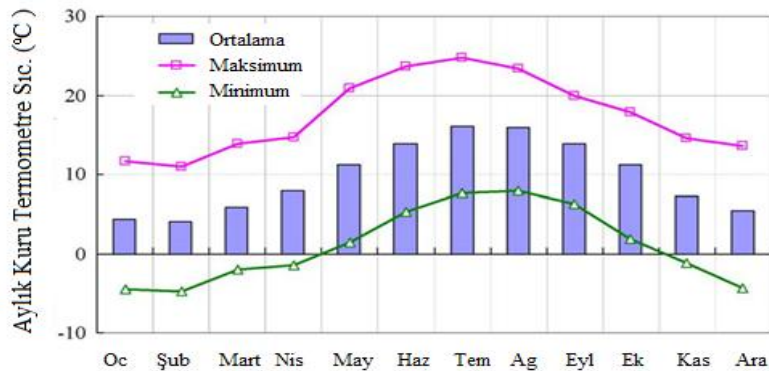
Şekil 3. Örnek Çalışma Bölgesinde Aylık Güneş Radyasyon Dağılım Profili [2].

Türkiye'de Güneş Enerjisi Potansiyeli açısından incelediğinde Coğrafi konumu sebebiyle sahip olduğu güneş enerjisi potansiyeli yüksek olan Türkiye'nin ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2640 saat (Günlük toplam 7.2 saat), ortalama toplam ışınım şiddeti 1311 kWh/m²-yıl (Günlük toplam 3.6 kWh/m²) olduğu tespit edilmiştir[1,3]. Güneş enerjisi potansiyeli 380 Milyar kWh/yıl olarak hesaplanmıştır[5]. Bilgiler Türkiye güneş enerjisi potansiyeli atlası (GEPA) çalışması sonucu elde edilmiştir[1,3]. Ülkemizin Güneş potansiyelinin NSEB lar için yeterli olduğu düşünülmektedir.

2.3. Çevre Sıcaklığının İncelenmesi

NSEB ları için diğer önemli bir faktörde Çevre sıcaklığıdır. Örnek gösterilen çalışma için Şekil 4'de aylık ortalama maksimum ve minimum sıcaklık dağılımı görülmektedir. İstatistiklerde yıllık en yüksek sıcaklık 24.7 °C ve en düşük sıcaklık -4.8 °C olduğu tespit edilmiştir. Örnek çalışma için, yıllık ısıtma gün derecesi (HDD) 18 °C baz alındığında (Dış hava sıcaklığı 18°C'nin altına düştüğünde ısıtma yapılacaktır) 3015 bulunmuştur.

Yıllık soğutma gün derecesi (CDD) 27 °C baz alındığında (dış hava sıcaklığı 27 °C üstüne çıktığında soğutma yapılacaktır) 0 olarak bulunmuştur. HDD ve CDD indisleri incelendiği zaman, ısıtma için yüksek bir talep olduğu ancak soğutma için talep olmadığı görülmektedir.



Şekil 4. Örnek Çalışma Bölgesinde Aylık Kuru Termometre Sıcaklığı Dağılımı [2]

Gün derece, 24 saatlik periyodun ne kadarının sıcak ve ne kadarının soğuk geçtiğini ölçmeye yarayan bir birimdir. Isıtma yada soğutma gün dereceleri toplamının bilinmesi binaların ısıtılması ya da soğutulması için gerekli olan enerji gereksiniminin bilinmesi açısından önemlidir.

2.3.1. Isıtma Gün Dereceleri [Heating Degree Days – HDD]

Belirli bir zamanda (gün, ay, yıl) dış ortam ve oda sıcaklığını hesaba katarak soğuşun şiddetini açıklar. Birçok ülke gün derecenin hesabı için farklı tanımlar kullanır. Karşılaştırılabilir ve ortak bir kullanım oluşturmak için Avrupa Topluluğu İstatistik Ofisi (Eurostat) HDD'nin hesabı için aşağıdaki metodu önermektedir.

$$\text{HDD} = (18 \text{ }^{\circ}\text{C} - T_m) \times \text{değer } T_m \leq 15 \text{ }^{\circ}\text{C} \text{ (ısıtma eşiği)}$$

$$\text{HDD} = 0 \text{ eğer } T_m > 15 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Burada; T_m = Günlük ortalama sıcaklık, d = Gün sayısıdır.

Hesaplama günlük bazda yapılır. Aylık ve yıllık gün dereceleri bunların toplanması ile bulunur [1-4].

2.3.2. Soğutma Gün Dereceleri [Cooling Degree Days – CDD]

Belirli bir zamanda (gün, ay, yıl) dış ortam sıcaklığını hesaba katarak sıcaklığın şiddetini açıklar. Resmi olarak belirlenmiş bir eşik sıcaklık olmamakla birlikte inşaat sektörü enerji yönetim pratiklerinde eşik sıcaklık 22°C olarak alınır. Buna göre:

$$\text{CDD} = (T_m - 22) \times d \text{ eğer } T_m \geq 22 \text{ }^{\circ}\text{C} \text{ (soğutma eşiği)}$$

$$\text{CDD} = 0 \text{ eğer } T_m < 22 \text{ }^{\circ}\text{C} \text{ [1,4].}$$

3. NET SIFIR ENERJİLİ BİNA DIŞ CEPHE TASARIMI

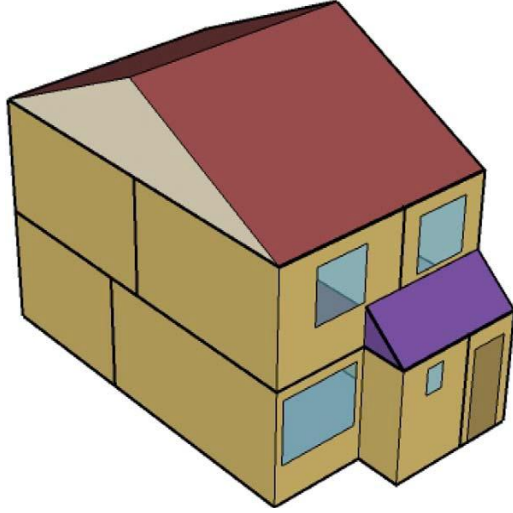
Cephe tasarım çalışmaları ve dizaynı bina ısıtma soğutma yüklerinin belirlenmesinin yanı sıra iç termal konfor koşullarının sağlanması ile de ilişkilidir. Şekil 4. de cephe dizayn çalışması için kullanılan model bina ve Şekil 5 de 1. Kat planı görülmektedir. Tablo 1'de piyasada kullanılan tipik yapı malzemelerinin özellikleri gösterilmiştir [24,5].

Tablo 1. Bina Yapı Malzemelerinin Özellikleri

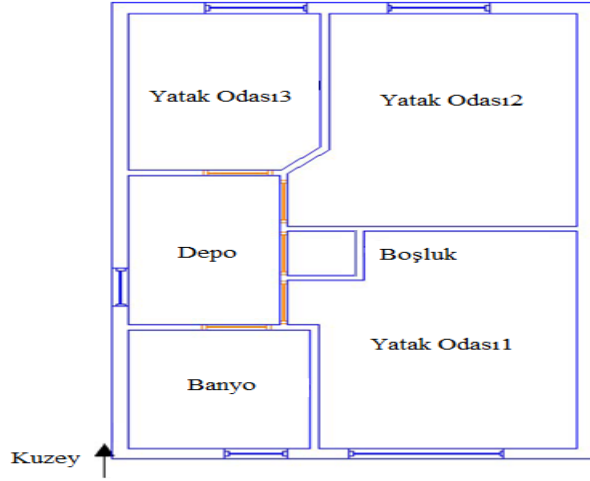
| Yapı Elemanı | Malzeme | Isı geçirgenlik katsayısı U (W/m ² K) |
|--------------|------------------------------|--------------------------------------------------|
| Dış Duvar | Beton blok ve tuğla | 0.40 |
| Cam | 24 mm çift cam | 1.78 |
| İç Bölme | Kartonpiyer ve yalıtım | 0.71 |
| Çatı | Keçe serili beton kiremitler | 4.298 |

Dış duvardaki farklı ısı geçiş katsayısı (U) değerleri ve Pencere/duvar alanı oranı (WWR) değişimlerinin etkileri araştırılmıştır. Dört farklı WWR değeri (0.10-0.40) ve dört farklı U değeri (0.10-0.40 W/m²K) göz önüne alınarak binanın ısıtma ve soğutma yükleri analiz edilmiştir. U değeri karşılaştırmaları dünyadaki çeşitli standartlar dikkate alınarak yapılmıştır. (Part L [8] ≤ 0.35 W/m²K; AECB Standarts [12] Silver ≤ 0.24 W/m²K ve Gold ≤ 0.14 W/m²K; Passiv Haus [13] ≤ 0.1 W/m²K)

Örneğin Almanya'da ZUB binasında, dış duvarlarda 0.11 W/m²K, çatıda 0.16 W/m²K, pencerelerde 0.80 W/m²K, toprak altı duvarlarda 0.26 W/m²K (ortalamada 0.32 W/m²K) değerleri kullanılmıştır [5]. Tipik bir ofis binasında yıllık enerji tüketimi 100-150 kWh/m² yıl iken bu binada yıllık enerji tüketimi 40 kWh/m² değerlerine düşmektedir.[2].



Şekil 4. Model Ev [1]

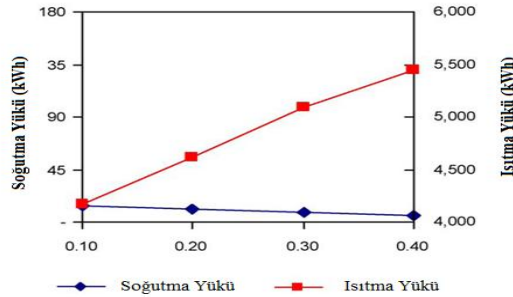


Şekil 5. 1. Kat planı [1]

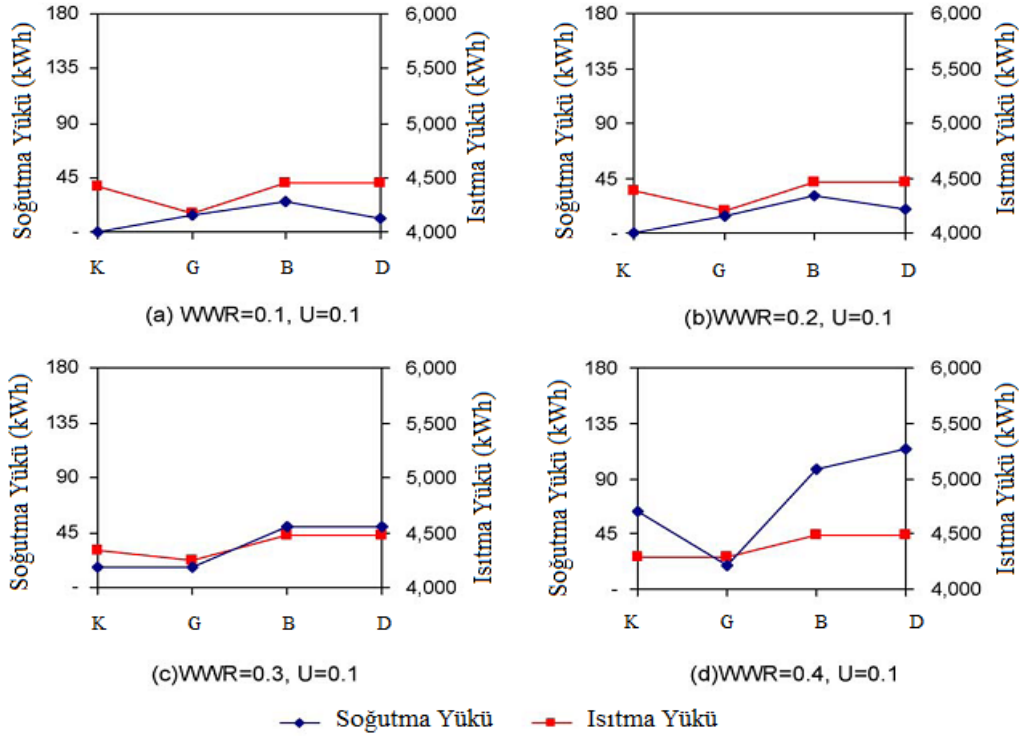
3.1. Cephe Yönleri

Cephe yönleri, binadaki enerji tüketimini hesaplarken göz önüne alınması gereken önemli bir faktördür. Bu çalışmada dört farklı yön de (Kuzey, Güney, Batı, Doğu) incelenmiştir. Çeşitli pencere/duvar alanı oranları ($WWR=0.1 - 0.4$) Şekil 5 de ki Yatak Odası 1 için incelenmiştir.

Simülasyonda ısıtma ayar noktası $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ve soğutma ayar noktası $24\text{ }^{\circ}\text{C}$ dir. Isıtma için Ocak-Mart ve Ekim-Aralık dönemleri, soğutma için Nisan-Eylül dönemi göz önüne alınmıştır. Şekil 6'de $WWR=0.1$ değeri ve Kuzey yönünde, farklı ısı geçirgenlik katsayısı değerleri ($U=0.10 - 0.40\text{ W/m}^2\text{K}$) için ısıtma ve soğutma yüklerinin değişimi gösterilmektedir. Simülasyon sonuçlarına göre ısı geçirgenlik katsayısı (U) değeri arttıkça zaman, evin ısıtma yükü artmakta, soğutma yükü azalmaktadır. Benzer sonuçlar diğer pencere/duvar oranları ve yönleri için de elde edilebilir. Yalıtımla birlikte toplam enerji tüketimi azalmaktadır. Dış duvarda, ısı geçirgenlik katsayısı $U=0.1\text{ W/m}^2\text{K}$ değerinde evin ısıtma ve soğutma yükü en düşük düzeydedir.

Şekil 6. $WWR=0.1$ ve Kuzey Yönü İçin Farklı U Değerlerinde Isıtma ve Soğutma Yükleri [2].

Bina yönü, iç ortam ısı ve enerji tüketimi üzerinde etkili olan önemli bir faktördür. Şekil 8 (a-d)'deki yönler şu şekildedir.

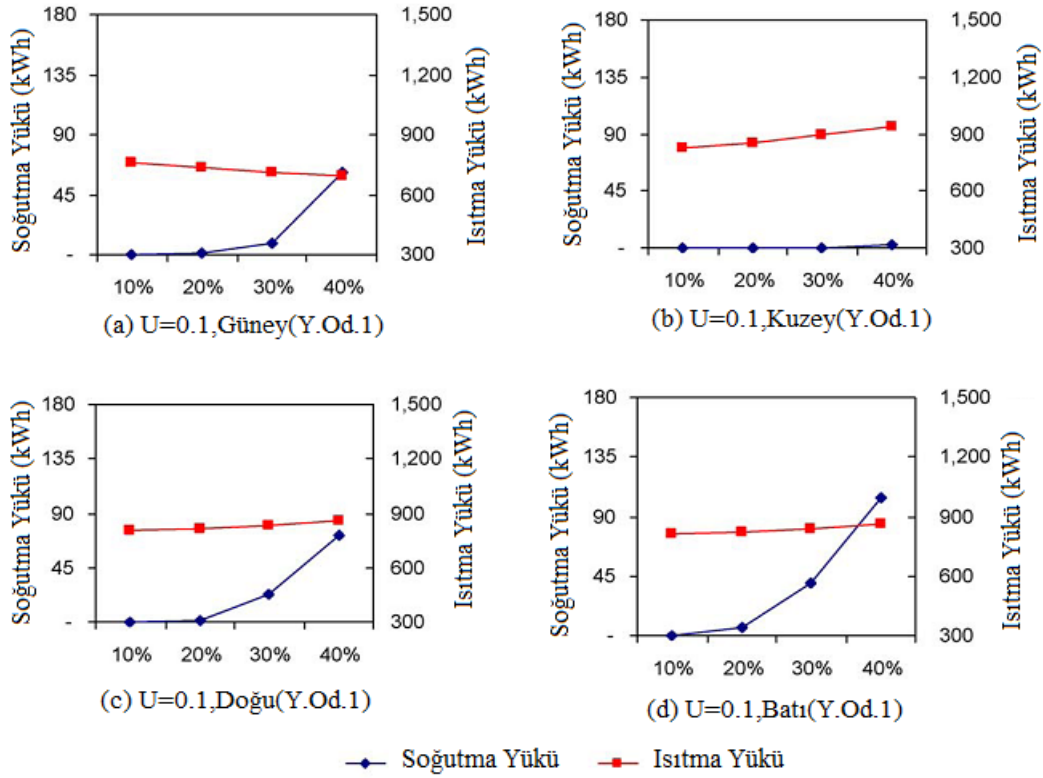


Şekil 7. (a-d). $U=0.1 \text{ W/m}^2\text{K}$ Sabit Değerinde, $WWR=0.1-0.4$ Değerlerinde ve Farklı Yönlerde Evin Soğutma ve Isıtma Yüklerinin Değişimi [2].

Binanın farklı yönleri için ısı yükleri Şekil 7(a)-(d)' de gösterilmiştir. Bina'nın kuzey yönünde pencere/duvar alanı oranı arttıkça yıllık ısı yükünün azaldığı görülmektedir. Isıtma dönemlerinde, kuzey pencerelerinden büyük miktarlarda güneş enerjisi kazancı elde edilebilir. Güney cephelerde WWR nin artması ile ısı yükü de artma eğilimindedir. Geniş pencere yüzeylerinde güneş ısı kazancı artarken ısı kaybı da artmaktadır. Kuzey cepheler diğer yüzeylere göre en az güneş enerjisi kazancına sahiptirler. Kuzey cephelerdeki ısıtma yükü batı ve doğu cephelerinden biraz daha düşüktür. Kuzey ve güney cephelerdeki odaların ısıtma yükü, doğu ve batı yönlü odalardan daha düşüktür. Doğu ve batı yönlerindeki soğutma yükü ise kuzey ve güney yönlerinden daha fazladır. Bu durum, doğu ve batı yönlerindeki pencerelerden daha fazla güneş enerjisi kazancı ile ilgilidir.

3.2. Pencere / Duvar Alanı Oranı (WWR)

Pencere/duvar alanı oranı (WWR), iç hava sıcaklığı ve enerji tüketimini etkileyen diğer önemli bir parametredir. Kış boyunca, nispeten düşük yalıtımlarda, pencereler iç sıcaklık performansını önemli oranlarda etkilemektedir. Geniş pencereler, güneşten ısı kazancını arttırmaktadır. Pencere/duvar alanı ideal oranını belirlemek, enerji tüketiminde önemli azalmalar sağlayabilir. Şekil 8(a)-(d)'de Yatak odası 1 için, $U=0.1 \text{ W/m}^2\text{K}$ sabit alınarak, farklı yönlerde ve farklı WWR değerlerinde (0.10-0.40) soğutma ve ısıtma yüklerinin değişimi gösterilmiştir. Şekil 8'deki yönlerin Şekil 7 ve 8'deki yönlerden farklı olduğunu belirtmek gerekir. Evin yönü belirlenirken evin girişinden bakılırken, odanın yönü için pencerenin yönü göz önüne alınmıştır. Bu çalışmada, Yatak odası 1'in yönü, evin yönünün tersidir. Sonuçlar yatak odası 1'de WWR değerinin artmasıyla soğutma yükünün arttığını göstermektedir. Kuzey cepheleri soğutmak için daha az enerjiye ihtiyaç vardır. Ayrıca güney cephede WWR oranı arttıkça, ısıtma yükünün azaldığı görülmektedir. Pencerelerden güneş enerjisi kazancı kış aylarında faydalı olduğu halde, yaz aylarında istenmeyen bir durumdur. Bu nedenle, kuzey, doğu ve batı yönlerinde ideal WWR oranı ısıtma ve soğutma yüklerini %10 azaltırken, Güney cephede en düşük soğutma yükü için WWR oranı %10 bulunurken, en düşük ısıtma yükü için WWR oranı %40 bulunmaktadır. Bu nedenle, evin dış cephe dizaynı yapılırken, $U=0.1 \text{ W/m}^2\text{K}$ değeri için, güney cephede $WWR=0.40$ diğer cephelerde ise $WWR=0.10$ alınmalıdır.



Şekil 8. (a-d). $U = 0.1 \text{ W/m}^2\text{K}$ Sabit Değerinde $WWR=0.1-0.4$ ve Farklı Yönlerde Yatak 7 Odası'nın Soğutma ve Isıtma Yüklerinin Değişimi [2].

SONUÇ

Örnek çalışma bölgesindeki net sıfır enerjili evin dış cephe dizaynı yapılırken, ideal çözüm için, $U=0.1 \text{ W/m}^2\text{K}$ değeri, güney cephede $WWR=0.40$ diğer cephelerde ise $WWR=0.10$ alınmalıdır. Evin dış kabuğu bu değerlere göre dizayn edildiğinde, ısı tüketimi 8200 kWh'dan 6000 kWh'a düşerek yaklaşık olarak %26.5 oranında azalma görülmektedir, fakat yıllık soğutma enerji tüketimi biraz artarak 8.33 kWh'dan 61.1 kWh değerine çıkmaktadır. Evin dizaynında camlardaki ısı geçirgenlik katsayısı değerinin $U=1.78 \text{ W/m}^2\text{K}$ değerinden $1.367 \text{ W/m}^2\text{K}$ değerine gelmesiyle, binanın ısıtma enerjisi talebinde 55.6 kWh, soğutma enerjisi talebinde ise 33.3 kWh azalma olmuştur. Çatıda yapılan izolasyon işlemi ile U değeri $4.298 \text{ W/m}^2\text{K}$ değerinden $0.20 \text{ W/m}^2\text{K}$ değerine düşmüş ve böylece bina ısıtma enerjisi talebinde 197.2 kWh, soğutma talebinde ise 8.3 kWh azalma görülmüştür.

Ayrıca net sıfır enerjili binalarda soğutma yüklerinin azaltılması için doğal havalandırma yöntemleri her zaman ilk çözüm olarak düşünülmelidir. Bu nedenle ideal tasarım için simülasyon içerisinde soğutma mevsimlerinde doğal havalandırma metotları kullanılmıştır. Simülasyon içerisinde iç hava sıcaklığı $28 \text{ }^\circ\text{C}$ 'ye ulaştığında, hava değişim sayısı saatte 5 olarak alınmıştır. Yazın oda sıcaklığı $28 \text{ }^\circ\text{C}$ 'ye ulaştığında, doğal havalandırma ile oda konfor sıcaklığı $30 \text{ }^\circ\text{C}$ 'ye kadar yükselebilir. Böylece, yazın soğutma için enerji gereksinimine ihtiyaç duyulmayabilir.

Şu ana kadar, ideal dış cephe tasarım ile enerji gereksinimlerinin minimize edilebildiği saptanmıştır. Evin geliştirilmiş ideal tasarımındaki yapı malzemeleri özellikleri Tablo 2'de gösterilmektedir. İdeal ev tasarımı ile orjinal tasarım kıyaslandığında sonuç olarak %31 dolaylarında ısı enerjisi tasarrufu elde edilmiştir.

Tablo 2. İdeal Net Sıfır Enerjili Ev Tasarımında Bina Yapı Malzemelerinin Özellikleri

| Yapı Elemanı | Malzeme | Isı geçirgenlik katsayısı U (W/m ² K) |
|--------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Dış Duvar | Beton blok ve tuğla | 0.10 |
| Cam | 19 mm çift cam ve low E kaplama | 1.367 |
| İç Bölme | Asma alçıpan | |
| Çatı | Yalıtımlı yansıtıcı tabaka ve hava boşluğu | 0.2 |

Türkiye’de bu konu hakkında yapılmasına ihtiyaç duyulan araştırma ve çalışmalar genel olarak şu şekilde sıralanabilir;

1. Net sıfır enerjili binalar için Türk Standartlarının oluşturulması
2. Klasik bir bina ile net sıfır enerjili bir binanın yatırım ve geri dönüşüm ekonomik analizlerinin yapılması.
3. Net sıfır enerjili binalarda,yüksek verimli fotovoltaik paneller (güneş pilleri) veya rüzgar türbinleri kurabilmek için bölgesel dış çevre koşullarının analiz edilmesi
4. Net sıfır enerjili binalarda ısı depolama sistemleri
5. Net sıfır enerjili binalarda yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasıdır.

KAYNAKLAR

- [1] T.C Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, www.enerji.gov.tr (erişim kasım 2012)
- [2] WANG,L.,GWILLIAM J., JONES P., Case study of zero energy house design in UK,Energy and buildings 2009., Energy and Buildings, 41,11,2009, Pages 1215–1222.
- [3] Meteoroloji Genel Müdürlüğü, www.mgm.gov.tr (erişim kasım 2012)
- [4] Pasif evler ile enerji tasarrufu (İzolasyon dünyası teknik yayınları)
- [5] ÇAKMANUS İ., KAŞ,İ.,KÜNAR, A., GÜLDEBEN. A., Yüksek Performanslı Sürdürülebilir Binalara İlişkin Bir Değerlendirme, TMH-461-462-2010.
- [6] ASHRAE Standard 90.1-2007, Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings.
- [7] ASHRAE Standard 189.1-2009, Standard for the Design of High-Performance Green Buildings
- [8] Except Low-Rise Residential Buildings.

ÖZGEÇMİŞ

Zafer UTLU

1966 Isparta doğumludur. Ege Üniversitesinden 1999 yılında Yüksek Lisans ve 2003 yılında Doktor unvanını almıştır. 2010 Yılında Makine Mühendisliği alanında Doçent olmuştur. 2010 yılından beri İstanbul Aydın Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümünde Öğretim Üyesi olarak çalışmaktadır. Çalışma alanlarının bir bölümü; Termodinamik, Isıl Sistemler, Yenilenebilir Enerji Uygulamaları, Termodinamik analiz, Isıl sistemlerin enerji, ekserji ve eksergoekonomik analizi, Biyodizel yakıt üretim sistemleri, Sıfır enerjili bina sistemleri ve Yenilenebilir enerji kaynaklarıdır.

Serdar TEKİN

1978 İzmir doğumludur.2002 yılında Fırat Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümünden mezun olmuştur.2002-2010 yılları arasında özel sektöre ait çeşitli projelerde Proje mühendisi ve Teknik Müdür Yardımcısı gibi görevlerde çalışmıştır.2011 yılından itibaren Adalet Bakanlığı Teknik Hizmetleri Bünyesinde çalışmaktadır. İstanbul Aydın Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümünde yüksek lisans öğrencisidir.