



ENERJİ ETKİN YERLEŞME DOKUSU SEÇENEKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Evaluation of Energy Efficient Settlement Pattern Options

Gülten Manioğlu
Ş. Filiz Akşit
Neşe Ganiç Sağlam
Eda Köse Murathan
Halime Firdevs Taşkın

ÖZET

Binalara duyulan gereksinim nüfusla birlikte arttıkça kentlerdeki mevcut ve çok yüksek değere sahip arazilerde daha yoğun ve yüksek yerleşmeler oluşmaya başlamıştır. Sadece mevcut yoğunluğun barınma gereksinimine odaklanan ve pasif tasarım kararlarını göz ardı eden tasarımlarda, kullanıcıların ısı konfor koşullarını sağlayabilmek ancak ek aktif sistemler kullanarak, dolayısıyla ek enerji harcayarak sağlanabilmektedir. Bu nedenle kentlerde, yerleşme ve bina ölçeğindeki tasarım ve planlama çalışmalarının; enerjiyi koruyacak şekilde geliştirilmesi ve bu amaca hizmet edecek “enerji etkin” planlama yaklaşımlarının üretilmesi bir zorunluluk haline gelmiştir. Bu amaca yönelik olarak; İstanbul’da yoğun ve bitişik nizam yerleşmelerde sıkça uygulanan; uluslararası literatürde “kentsel kanyonlar” olarak ifade edilen sıra bina grupları incelenmiştir. Bu binalardan oluşan yerleşme dokusu seçeneklerine ilişkin; bina yükseklikleri, yol ve arka bahçe genişlikleri ve yönlendirme değişkenlerine bağlı olarak, enerji hesaplamaları yapılmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucunda; tüm yerleşme dokusu seçenekleri arasında en düşük toplam enerji yüklerinin; 5 katlı binalarda, arka bahçe ve yol genişliklerinin maksimum olduğu koşullarda, K5-B21-Y20-K/G seçeneğinde gerçekleştiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Enerji etkin bina ve yerleşme, Yönlendirme, Isıtma ve soğutma yükleri, Pasif tasarım kararları.

ABSTRACT

As the need for buildings increased with the population, a denser and high-rise settlements began to occur in the existing and very high value lands in the cities. In designs that focus only on the housing needs of the existing population and ignore passive design decisions, it has become possible to provide the thermal comfort conditions of the users only by using additional active systems, thus consuming additional energy. Consequently, in cities, design and planning studies at the settlement and building scale; it has become a necessity to develop energy-efficient planning approaches that will serve this purpose. For this purpose; frequently applied in dense and adjacent settlements in Istanbul; row building groups, which are expressed as “urban canyons” in the international literature, have been examined. Regarding the settlement texture options consisting of these buildings; energy calculations were made based on building heights, road and backyard widths, and orientation variables. As a result of the calculations, It has been determined that, among all settlement texture options, the lowest total energy loads occurs in 5-storey buildings with maximum backyard and road widths, in K5-B21-Y20-K/G option.

Key Words: Energy efficient building and settlement, Orientation, Heating and cooling loads, Passive design decisions.

1. GİRİŞ

Kentleşme, küresel sosyo-ekonomik gelişme için bir güç olmakla birlikte; enerji ve kaynak kıtlığı, çevresel sorunlar ve güvenlik riski gibi alanlarda da bir dizi soruna yol açabilmektedir [1]. UN-DESA'ya göre [2], 2030 yılında %60, 2050 yılında ise %70 eşiğini geçmesi beklenen küresel kentleşme oranları, kentsel dönüşümün aciliyetini ortaya koymaktadır. Binalara duyulan gereksinim nüfusla birlikte arttıkça kentlerdeki mevcut ve çok yüksek değere sahip arazilerde daha sıkışık ve yüksek bir yapılaşma ve daha yoğun yerleşmeler oluşmaya başlamıştır. Sayısal konut açığını kapatmak amacıyla üretilen bu yerleşmelerde aynı anda çok sayıda konut üretildiğinden, tasarım aşamasında alınacak kararlar aynı anda yüzlerce konutu ve binlerce kullanıcıyı etkilemektedir. Tasarım aşamasında alınabilecek pasif tasarım kararları ile ısı konfor koşullarını doğal yollarla ve ek enerji kaynakları minimum kullanılarak sağlamak olanaklıdır. Ancak sadece mevcut yoğunluğun barınma gereksinimine odaklanan ve pasif tasarım kararlarını göz ardı eden tasarımlarda, kullanıcıların ısı konfor koşullarını sağlayabilmek ancak ek aktif sistemler kullanarak bir başka deyişle ek enerji harcayarak olanaklı olmaya başlamıştır. Bu nedenle kentlerde, yerleşme ve bina ölçeğindeki tasarım ve planlama çalışmalarının; enerjiji koruyarak ısı konfor koşullarını sağlayacak şekilde geliştirilmesi ve bu amaca hizmet edecek “enerji etkin” planlama yaklaşımlarının üretilmesi bir zorunluluk haline gelmiştir. Ayrıca; enerjide dış ülkelere bağımlılığın herhangi bir küresel krizde enerjinin sürekliliğini tehlikeye atması, doğal kaynakların tükenmesi, çevre kirliliğinin artması ve insan sağlığını bozan düzeye ulaşması gibi etkenler yüksek enerji harcamalarının görüldüğü konut sektöründe, yapma ısıtma ve soğutma sistemlerinin enerji harcamalarının minimum düzeye indirgenmesini zorunlu kılmaktadır.

Bina ve yerleşme tasarımında ele alınan; binaların ve yerleşmelerin yönlendiriliş biçimi, binaların yükseklikleri ve birbirlerine göre konumları, bina kabuğunun optik ve termo-fiziksel özellikleri gibi tasarım değişkenleri binaların enerji harcamaları üzerinde etkili olan ve dikkatle ele alınması gereken değişkenlerdir. Planlama stratejileri için öngörülebilir bu değişikliklerin öncelikle yerleşme ölçeğinde ele alınması gerekmektedir. Yerleşme ölçeğinde binaların birbirleri ile olan mesafeleri, imar planlarına bağlı olarak planlanmış olan binalar arasındaki bahçe mesafeleri ve yol genişlikleri ile doğrudan ilişkilidir. Binanın fonksiyonuna ve iklim bölgesine bağlı olarak, güneş ışınımının ısıtıcı etkisinden pasif ısıtma ve iklimlendirmede yararlanma veya kaçınma, binalar arasındaki açık mekânların ölçülerinin bir fonksiyonudur. Güneş ışınımının yerleşme dokusundaki bina aralıklarına etkinliği incelenirken öncelikle binanın hangi iklim şartlarında olduğu belirlenmelidir. Isıtma öncelikli bölgelerde cephelerin güneş ışınımından maksimum fayda sağlanması için bina aralıkları çevre binaların oluşturduğu en uzun gölgeli alan derinliğine eşit veya bu derinlikten fazla olmalıdır. Soğutma öncelikli bölgelerde ise bina cephelerinde güneş ışınım kazancının minimum olması ve soğutma enerji harcamalarının azaltılması için, bina aralıkları, çevre binaların gölge derinliklerinden az olmalıdır [3]. Bu nedenle yerleşme ölçeğinde, binanın formunun bileşenleri olan, bina yükseklikleri ve bina bloklarının uzunlukları da dikkate alınmalıdır. Kaldırım genişliklerinin de belirleyicisi olan yol genişlikleri de ele alınarak en uygun bina aralıklarının belirlenmesi gerekmektedir.

Hacimlerde gerçekleşen ısı kayıp ve kazançlarının değişimine etki etmesi nedeniyle, binaların yönlendiriliş durumu bina içi hacimlerde iklimsel konforu etkileyen bir diğer yapma çevre değişkenidir. Güneş ışınımı kazancı bina cephelerinin yönlendiriliş durumlarına göre değişim göstermektedir. Binaların yönlendiriliş durumu pasif iklimlendirme açısından, güneş ışınımı kazancından faydalanmak veya korunmak ile ilgilidir [4]. Binanın dış kabuğunun optik ve termo-fiziksel özelliklerine bağlı olarak, bina yüzeyine gelen güneş ışınımından kazanılan ısı miktarı, binanın yönlendiriliş durumuna göre değişkenlik göstererek iç iklimsel konforu etkileyen iç hava sıcaklığı ve ortalama ışınimsal sıcaklık gibi parametreleri etkilemektedir [5]. Bu nedenle farklı yönlere bakan bina kabuğunun yüzeylerini etkileyen güneş ışınım şiddetleri de farklılık gösterecektir.

Bina ve yerleşme dokusu konusunda yapılmış pek çok çalışmada teorik kentsel dokularda parametrik yaklaşımlarla performans analizleri yapılmıştır. Bu çalışmaların büyük bir bölümü bina yüksekliği(H) ile yol genişliği(W) oranının farklı değerlerinin esas alınarak yerleşmeye ilişkin önerilerin geliştirildiği çalışmalardır [6],[7],[8],[9],[10]. Bu çalışmaların tamamında H/W oranı için sabit değerler belirlenmiştir. Çalışmaların büyük bir bölümü de bina formu ve kentsel morfoloji etkisinde çevresel performansların değerlendirilmesine dayalıdır [11], [12], [13], [14], [15], [16], [17],[18], [19]. Bu çalışmada ise, imar yönetmeliklerinde belirlenmiş olan binaya ve yerleşmeye ilişkin tasarım değişkenleri değerleri, güncel uygulamalarda ele alındığı şekli ile kabul edilerek değerlendirilmiştir. Çalışmada pilot bölge olarak

kentsel yoğunluğu ve kentsel dönüşüm hızı çok yüksek olan İstanbul ili seçilmiştir. Çalışmada, İstanbul ilinde yoğun şehir dokusu içinde belirlenmiş olan bir alanda, enerji etkin bina ve yerleşme dokusu tasarımı için öneriler geliştirilmiş ve değerlendirilmiştir. Çalışma alanı olarak İstanbul ilinin seçilmesinde, kentsel dönüşüm nedeniyle çok sayıda bina ve yerleşmenin İstanbul'da inşa edilmesi ve bu yerleşmelerin sayılarının giderek artması etken olmuştur. Ayrıca İstanbul ilinin 2020 yılı itibari ile Türkiye nüfusunun yaklaşık %18 ine sahip olduğu belirlenmiştir [20]. Bu nedenle İstanbul, kentsel dönüşüm çalışmaları ile birlikte yoğunluğu hızla artmakta olan bir metropol haline gelmiştir.

2. ENERJİ ETKİN YERLEŞME DOKUSU SEÇENEKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Enerji etkin tasarım değişkenlerine ait uygun değerlerin belirlenmesi; yerleşme ölçeğinde; binanın bulunduğu yerin ve yoğunluğunun belirlenmesi, bina ölçeğinde; bina formunun ve bina kabuğunun optik ve termofiziksel özelliklerinin belirlenmesi, bina grupları ölçeğinde ise; bina yükseklikleri, sıra blok uzunlukları, yol ve arka bahçe genişlikleri ve yönün belirlenmesi, binalar arasında kullanılacak yüzey örtü malzemelerinin ve alanlarının belirlenmesi adımlarından oluşmaktadır.

2.1. Yerleşmeye ilişkin değişkenlerin belirlenmesi

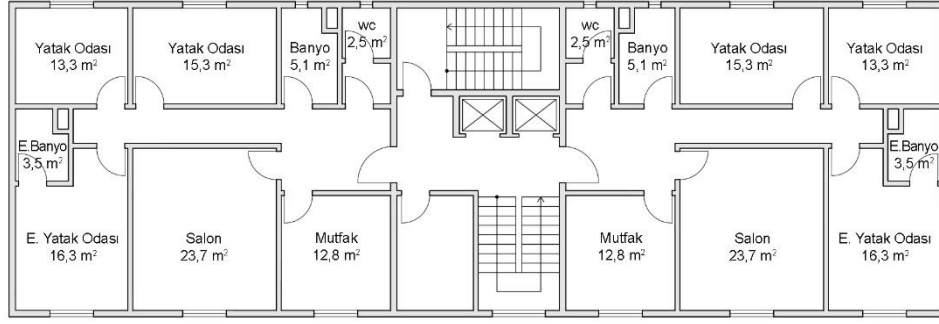
Bu adımda, yöntemin uygulanacağı 40.970 enlem ve 28.820 boylam koordinatlarında ve denizden 37m yükseklikte bulunan İstanbul'da [21], farklı yerleşme dokusu seçeneklerinin oluşturulabilmesi için, yoğun şehir dokusu içinde yaklaşık 100.000 m²'lik düz bir alan seçilmiştir. Belirlenmiş alanda 3000 kişinin yaşayacağı kabul edilerek aynı sayıda kişiyi içinde barındırabilecek (\pm %10) farklı yerleşme dokusu seçeneklerine ilişkin değişkenlerin sınır değerleri tanımlanmıştır.

2.2. Bina ve Bina Gruplarına ilişkin değişkenlerin belirlenmesi

İstanbul'da yoğun ve bitişik nizam yerleşmelerin olduğu ilçelerde sıkça uygulanan, uluslararası literatürde kentsel kanyonlar (urban canyon) olarak ifade edilen sıra bina uygulama örnekleri imar planları üzerinde incelenmiş [22], [23], [24], [25], [26]; ve ardından en çok uygulanan ada boyutları tespit edilmiştir. Çalışma alanı, İstanbul'un bitişik düzende en yoğun yerleşmelerinin olduğu semtlerde imar planlarında belirlenmiş olan mevcut ve en sık rastlanan ada boyutları esas alınarak belirlenmiştir. Buna göre binalar bir ada üzerinde, bitişik ve sıra bina düzeninde, sırt sırta gelecek şekilde kurgulanmakta ve bu kurguya göre; binaların birbirlerine göre mesafeleri sonucu oluşan arka bahçe boyutları, bina yükseklikleri ve buna bağlı olarak da yol ve arka bahçe genişlikleri gibi değişkenler farklılık göstermektedir. Binalara ilişkin boyutlar, bina kabuğu toplam ısı geçirme katsayısı, saydamlık oranı ve yön; enerji ve ısı konfor hesaplama sonuçlarını doğrudan etkilemektedir. Bununla birlikte binalar arası mesafeler, (yol ve arka bahçe genişlikleri vb.) güneş ışınımı kazançları dolayısıyla ısı kayıp ve kazanç miktarları üzerinde etkilidir. Bu nedenle bu çalışmada, İstanbul'da yoğun ve bitişik nizam yerleşmelerin olduğu ilçelerde sıkça uygulanan sıra blok gruplarına ilişkin sıra blok uzunluğu, bina yükseklikleri, yol ve arka bahçe genişlikleri ve örnek plan tipleri, İstanbul imar planları [27], yönetmelikler [28] ve yangın yönetmelikleri [29] de dikkate alınarak belirlenmiştir.

Bina formunun belirlenmesi

Bina gruplarındaki sıra blokları oluşturacak olan konut binasına ilişkin plan tipinin ve bina formunun tanımlanmasında 4 kişilik çekirdek bir ailenin 3 yatak odalı bir evde yaşayacağı senaryosu esas alınmıştır [20]. Buna göre her katta karşılıklı 2 daireden oluşan bir konut planı tasarlanarak, 12 m. / 30 m. boyutunda bitişik nizam yerleşmeye uygun bina formları oluşturulmuştur (Şekil 1). Konut planlamasında, özellikle sağlık nedeniyle doğal havalandırmaya olanak verecek çapraz havalandırma düzenlemeleri de öngörülmüştür. Bina yükseklikleri (H), 5 katlı bina için 15m, 7 katlı bina için 21m ve 10 katlı bina için ise 30m olarak tanımlanmıştır.



Şekil 1. Örnek Konut planı

Bina kabuğunun optik ve termofiziksel özelliklerinin belirlenmesi

Çalışmada; bina kabuğunun, minimum yapma ısıtma ve iklimlendirme takviyesine ihtiyaç duyulmasına olanak veren optimal sistem ögesi olarak işlevini yerine getirmesini sağlamak amaçlanmaktadır. Bina kabuğu, saydam ve opak bileşenlerden oluşan, iç ortamı dış çevreden ayıran, dış çevrenin iklim koşullarının etkisini iç mekâna aktaran ve bu sayede iç ortam konfor koşulunu etkileyen önemli değişkenlerden biridir. Binalarda enerji harcamalarının azaltılması ve optimum iç ortam konfor koşulunun sağlanması açısından önemli bir role sahiptir ve iklim tiplerine göre termofiziksel özellikler değişkenlik gösterebilmektedir. Ele alınan konut binasında, ılımlı-nemli iklim tipinin temsili ili olan İstanbul için (2.bölge) TS825'e [30] göre belirtilen toplam ısı geçirme katsayısı değerleri dikkate alınarak bina kabuğu için katmanlaşma detayları önerilmiştir (Tablo 1). Yapılan hesaplamalarda, saydam bileşenin toplam ısı geçirme katsayısı değeri $U=1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$, güneş ışınımı kazancı katsayısı değeri (Solar heat gain coefficient) 0,6 ve görünür geçirgenlik değeri (visible transmittance) 0,7 olarak alınmıştır. Çalışma kapsamında tasarlanan binalarda saydamlık oranları %0 ve %30 olarak alınmıştır.

Bina gruplarına ilişkin değişkenlerin belirlenmesi

İstanbul'da yoğun ve bitişik nizam yerleşmelerin olduğu ilçelerde sıkça uygulanan, kentsel kanyonlarda yer alan sıra blok uygulama örnekleri İstanbul imar planları [27] ve yönetmelikler [28], [29] de esas alınarak incelenmiştir. Buna göre; önceki adımlarda tasarlanmış olan binalardan oluşan sıra bloklar sırt sırta gelecek şekilde, ön cephelerinde yol, arka cephelerinde ise bina yüksekliğine bağlı olarak belirlenmiş arka bahçe mesafesi bırakılarak kurgulanmışlardır. İncelenen sıra blok tipindeki yerleşmelerde uygulanan minimum boyutlar çalışmada yapılacak olan hesaplamalarda başlangıç değerleri olarak kabul edilmiştir. Çalışmada binaların geniş cepheleri; Kuzey-Güney (K/G) ve Doğu-Batı (D/B) doğrultusunda yönlendirilecek şekilde ele alınmıştır.

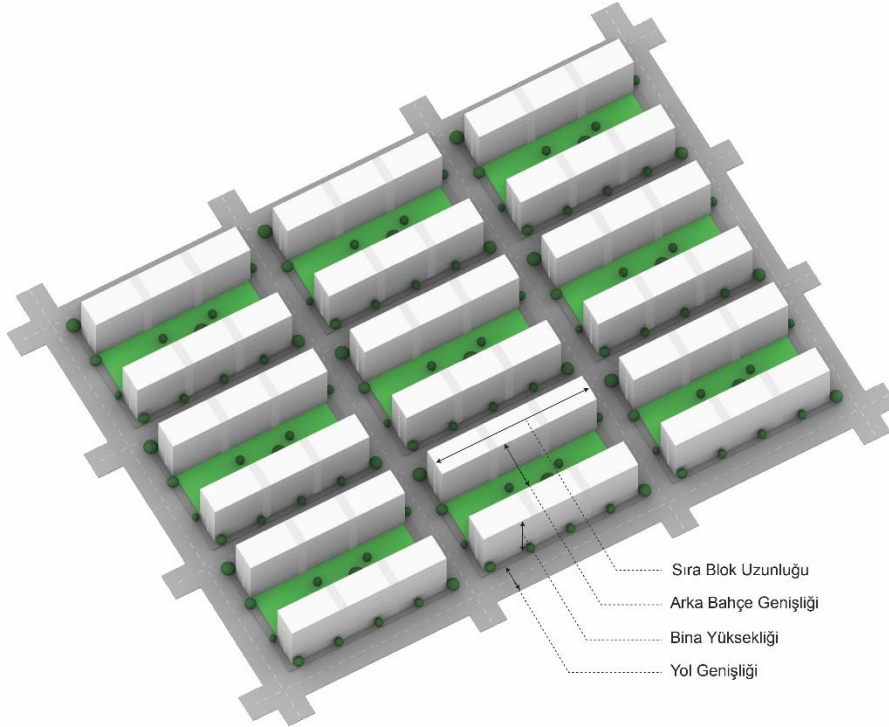
Bu değerlerden yola çıkarak; bina gruplarına ilişkin değişkenlerin alt ve üst sınır değerleri,

- Bina yüksekliği (K) 5kat (15 m.), 7 kat(21m.), 10 kat (30 m.)
- Sıra blok uzunluğu (L), 60 m.-120 m.
- Arka bahçe genişliği (B), 6 m.-21 m.
- Yol genişliği (Y), 10 m.- 21 m.

olacak şekilde belirlenmiştir. Tüm bu değişkenlere bağlı olarak belirlenen yerleşme dokusu seçeneklerine ilişkin örnekler (5 katlı, 7 katlı ve 10 katlı) Şekil 3'de görülmektedir.

Tablo 1. Bina kabuğu katmanlaşma detayları

#	Malzemeler	λ (W/mK)	Kalınlık (m)	U (W/m ² K)
Dış Duvar	Alçı sıva	0.4	0.01	0.565
	Kireç Harcı	0.8	0.01	
	Tuğla	0.72	0.19	
	XPS Ekstrüde Polistiren	0.034	0.04	
	Kireç sıva	0.8	0.02	
Zemine Oturan Döşeme	Ahşap Kaplama	0.14	0.03	0.561
	Şap	0.41	0.03	
	Hafif Beton	1.9	0.05	
	Betonarme	1.13	0.12	
	XPS Ekstrüde Polistiren	0.034	0.04	
	Alçı sıva	0.4	0.01	
Çatı	Agrega-kum-çakıl	1.3	0.08	0.363
	Şap	0.41	0.03	
	XPS Ekstrüde Polistiren	0.034	0.08	
	Betonarme	1.13	0.12	
	Alçı sıva	0.4	0.01	
Bodrum kat döşemesi	Epoksi	0.25	0.01	1.72
	Şap	0.41	0.03	
	Tesviye Betonu	1.65	0.03	
	Temel Betonu	2.5	0.8	

**Şekil 3.** 5 katlı, 7 katlı ve 10 katlı olacak şekilde geliştirilen yerleşme dokusu

2.3 Hesaplamalara ilişkin kabullerin belirlenmesi

Hesaplamalarda İstanbul ili için; dış iklime ait 2007-2021 yıllarına ait verilerin ASHRAE metoduna göre ağırlıklandırılması ile oluşturulan tipik meteorolojik yıl (TMY) verileri kullanılmıştır [31].

Enerji hesaplamalarında, iç ısı kazançlarının etkisinin dahil edilmesi amacıyla; kullanıcı, elektrikli ekipman ve yapma aydınlatma sistemleri ile bunlara ait kullanım senaryoları da literatürdeki kaynaklar ve standartlar esas alınarak belirlenmiştir. Simülasyon parametrelerine ilişkin bu kabuller aşağıda açıklanmış ve Tablo 2’de özet olarak verilmiştir.

Kullanım senaryosu konut kullanıcısı aile bireylerinin hafta içi konut dışında çalıştığı ve eğitim gördüğü kabulüyle belirlenmiştir. Kullanıcı sayısı ve kullanıcıların aktivite düzeyleri için belirlenen senaryo, saat aralıklarına bağlı olarak verilmiştir.

Konut birimi içinde kullanılan elektrikli ekipmanlar için, farklı üretici firmaların ürettikleri ekipmanlara dair sunmuş oldukları güç değerleri, öngördükleri yıllık kullanım saatleri ve yıllık enerji tüketimleri esas alınarak, çalışmada belirlenen kullanıcı profiline uygun kullanım senaryoları oluşturulmuştur [32-34].

Yapma aydınlatma sistemi için toplam güç değerleri ASHRAE 90.1 standardına göre birim alan (m^2) başına 4,5 W olarak belirlenmiştir [35]. Aydınlatma elemanlarının tümünün gün boyunca kullanılmayacağı kabulü ile bu elemanların çalışma saatleri ve kullanım oranları, kullanıcıların konut içinde bulunma durumları ve gün uzunlukları dikkate alınarak belirlenmiştir. Buna göre, yapma aydınlatmanın çalıştığı saat aralıklarının belirlenmesi için tüm yıldaki gün uzunlukları dikkate alınmış ve yıl üç farklı döneme ayrılmıştır. Konutlarda yaşama hacimleri için belirlenen aydınlatma planlamasının dışında, konut binası sirkülasyon alanındaki koridor ve asansörlerin kullanımı için de Energyplus örnek dosyalarında konut binaları için önerilen aydınlatma kullanım planlaması çalışmaya uygun bulunarak simülasyonlara girdi olarak tanımlanmıştır.

İklimlendirme sistemi için, EnergyPlus’ın ısıtma ve soğutma enerjisi ihtiyacının %100 verimle karşılandığı varsayılarak hesaplama yapılmasına olanak tanıyan “Ideal Air Load” bileşeni kullanılmıştır [36] İstanbul ili için yıl boyunca optimum iç ortam sıcaklığı konfor değeri ısıtma döneminde $20^{\circ}C$, soğutma döneminde ise $26^{\circ}C$ olarak kabul edilmiştir.

Tablo 2. Çalışmada kullanılan simülasyon parametreleri

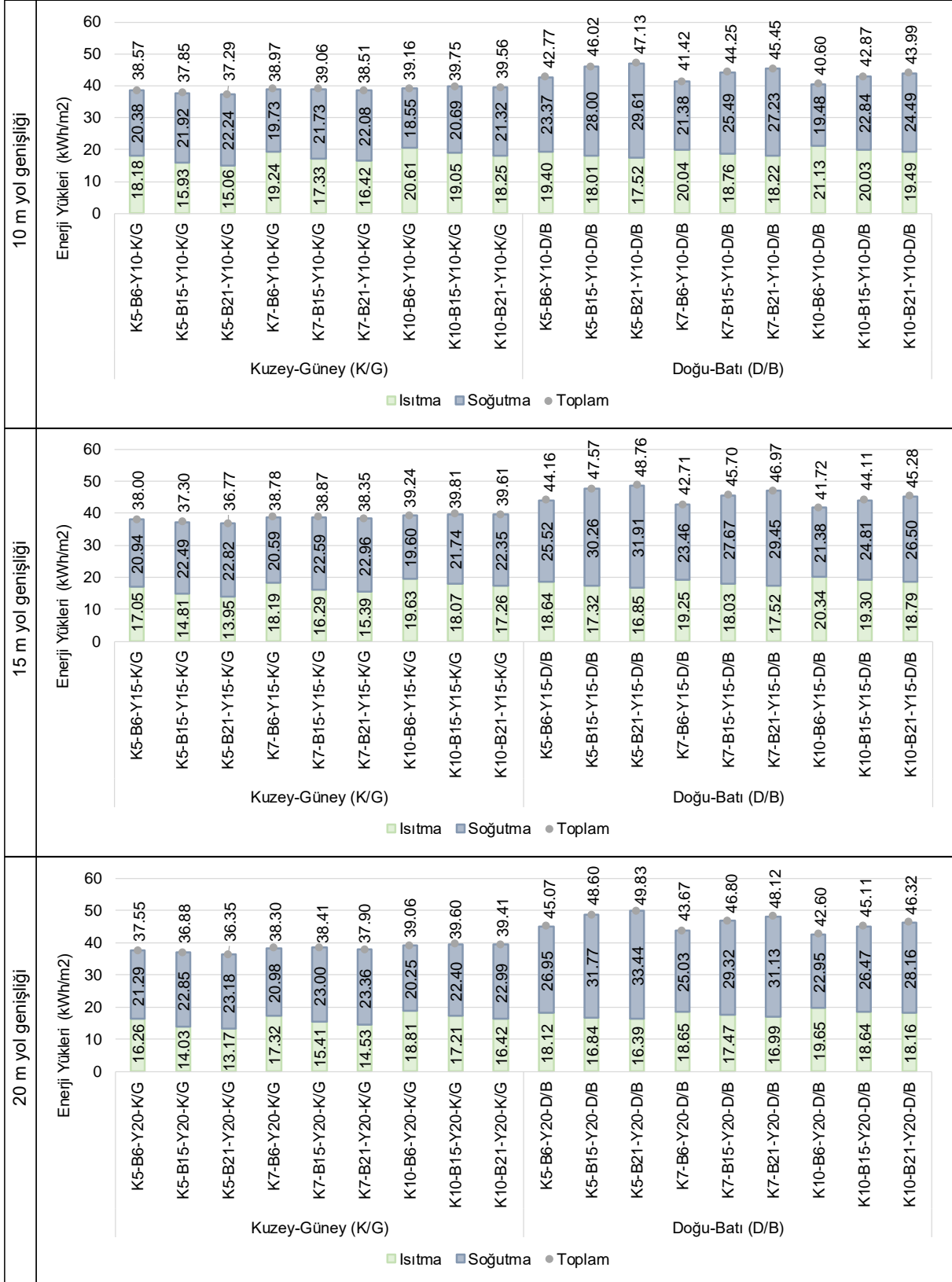
Parametreler	Değerler
Kullanıcı	
Aktivite düzeyi [37]	Haftaiçi 00:00-07:30 arası 40 W/m ² (4 kişi) 07:30-19:30 arası 0 W/m ² (0 kişi) 19:30-24:00 arası 60 W/m ² (4 kişi)
	Haftasonu 00:00-09:30 arası 40 W/m ² (4 kişi) 09:30-12:30 arası 80 W/m ² (4 kişi) 12:00-18:00 arası 100 W/m ² (2 kişi) 18:00-24:00 arası 60 W/m ² (2 kişi)
HVAC	
Optimum bağıl nem	%50
İnfiltrasyon	0.5 airchange/hour
Ekipman [32-34]	Haftaiçi 00:00-07:00, 07:30-19:00 ve 19:00-24:00 arası 38.4 W/h 07:00-07:30 arası 652.8 W/h 19:00-22:00 arası 1161 W/h
	Haftasonu 00:00-09:30 ve 12:00-18:00 arası 38.4 W/h 09:30-10:00 arası 652.8 W/h 10:00-12:00 ve 18:00-24:00 arası 890 W/h
Aydınlatma	4,5 W/m ² LPD değeri-Lighting Power Density [35]
	Haftaiçi
1 Ocak-28 Şubat	00:00-06:00 = %5
1 Ekim-31 Aralık	06:00-07:00 = %50 07:00-19:00 = %0 19:00-24:00= %50
1 Mart-30 Nisan	00:00-06:00 = %5
1 Ağustos-30 Eylül	06:00-07:00 = %50 07:00-19:00 = %0 19:00-24:00= %50
1 Mayıs-31 Temmuz	00:00-07:00 = %5 07:00-20:30= %0 20:30-24:00= %50
	Haftasonu
	00:00-18:00= %5 18:00-24:00= %50
	00:00-19:00= %5 19:00-24:00= %50
	00:00-20.30= %5 20:30-24:00= %50



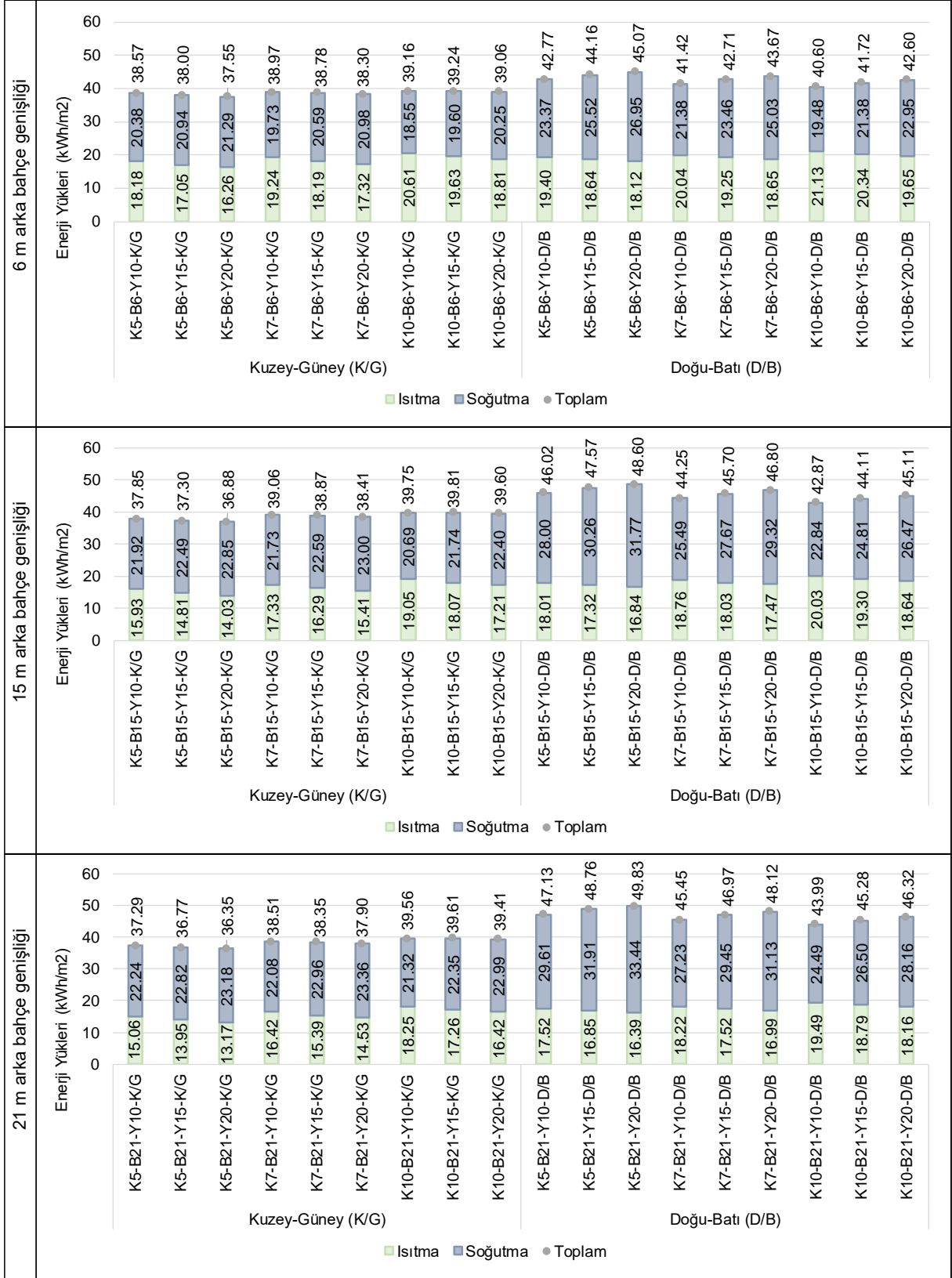
2.4. Enerji Hesaplamalarının Yapılması

Bina yüksekliği, arka bahçe genişliği, yol genişliği, sıra blok uzunluğu gibi değişkenleri tanımlanmış olan olası tüm yerleşme dokusu seçeneklerinin performansı yıllık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri, (kWh/m²) Energyplus çözücüsü yardımıyla hesaplanarak karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir [36]. Simülasyon programı DOE-2 ve BLAST programlarının geliştirilmesi ile meydana getirilmiş olan EnergyPlus, modüler bina enerji hesaplaması yapabilen ücretsiz ve açık kaynak kodlu bir programdır. Bu simülasyon aracı, tüm etmenlerin birleşik etkisi altında binalarda oluşan ısı dengesinin, binanın ısı yükünün ve enerji tüketiminin dinamik olarak hesaplanmasını, ısıtma ve soğutma sistemlerinin boyutlandırılmasını ve performanslarının değerlendirilmesini olanaklı kılan, HVAC sistem bileşenleri ve işletimi ile ilgili detaylı donanıma sahip, yaygın kullanılan bir araçtır. EnergyPlus hesaplama algoritması olarak CTF (Conduction Transfer Function) yöntemi seçilmiştir.

Yerleşmenin Kuzey-Güney ve Doğu-Batı doğrultularında olması halinde, ısıtma soğutma ve toplam enerji yükü hesaplama sonuçları; binaların farklı kat yükseklikleri için yol genişliğine bağlı olarak Şekil 4' de ve arka bahçe genişliğine bağlı olarak Şekil 5' de gösterilmiştir.



Şekil 4. Yol genişliğine bağlı ısıtma soğutma ve toplam enerji yükü hesaplama sonuçları



Şekil 5. Arka bahçe genişliğine bağlı ısıtma soğutma ve toplam enerji yükü hesaplama sonuçları

2.5. Bulguların Değerlendirilmesi

Yerleşmenin Kuzey-Güney ve Doğu- Batı doğrultusunda olması halinde ısıtma soğutma ve toplam enerji yükü hesaplama sonuçları; binaların farklı kat yükseklikleri için yol genişliğine ve arka bahçe genişliğine bağlı olarak Şekil 4 ve Şekil 5'de gösterilmiştir.

KUZEY-GÜNEY doğrultusundaki yerleşme dokusu seçenekleri;

ısıtma yükleri açısından değerlendirildiğinde;

- Aynı arka bahçe ve yol genişliğine sahip yerleşmelerde, m²'ye düşen ısıtma yükünün, 5 katlı binalarda her zaman daha düşük olduğu ve bina yüksekliği arttıkça m²'ye düşen ısıtma yükünün de arttığı,
- 5 kat, 7 kat ve 10 katlı seçeneklerin hepsinde, yol genişliği arttıkça, ısıtma yükünün azaldığı, en düşük ısıtma yükünün, bahçe genişliğinin maksimum (B=21m.) olduğu ve en yüksek ısıtma yükünün de bahçe genişliğinin minimum (B=6m.) olduğu seçeneklerde gerçekleştiği,
- Arka bahçe ve yol genişliği arttıkça, m² ye düşen ısıtma yükünün azaldığı, minimum ve maksimum ısıtma yükü farkının 5 katlı binalarda %27,55, 7 katlı binalarda %24,48 ve 10 katlı binalarda ise %20,32 oranında değiştiği,
- Minimum ısıtma yükünün, 5 katlı, maksimum arka bahçe (B=21m.) ve yol genişliğinin (Y=20m.) olduğu K5-B21-Y20-K/G seçeneğinde, maksimum ısıtma yükünün ise 10 katlı, minimum arka bahçe (B=6m.) ve yol genişliğinin (Y=10m.) olduğu K10-B6-Y10-K/G seçeneğinde gerçekleştiği ve bu iki seçenek arasındaki m²'ye düşen ısıtma yükü farkının % 36,09 olduğu görülmüştür.

soğutma yükleri açısından değerlendirildiğinde;

- Aynı arka bahçe ve yol genişliğine sahip yerleşmelerde, m²'ye düşen soğutma yükünün, 10 katlı binalarda her zaman daha düşük olduğu ve bina yüksekliği arttıkça m²'ye düşen soğutma yükünün de azaldığı,
- 5 kat, 7 kat ve 10 katlı seçeneklerin hepsinde, yol genişliği azaldıkça soğutma yükü azalmaktadır. En düşük soğutma yükünün, bahçe genişliğinin minimum (B=6m.) olduğu ve en yüksek soğutma yükünün ise bahçe genişliğinin maksimum (B=21m.) olduğu seçeneklerde gerçekleştiği,
- Arka bahçe ve yol genişliği azaldıkça, m² ye düşen soğutma yükünün azaldığı, minimum ve maksimum soğutma yükü farkının 5 katlı binalarda % 12,07, 7 katlı binalarda %15,53 ve 10 katlı binalarda ise % 19,31 oranında değiştiği,
- Minimum soğutma yükünün, 10 katlı, minimum arka bahçe (B=6m.) ve yol genişliğinin (Y=10m.) olduğu K10-B6-Y10-K/G seçeneğinde, maksimum soğutma yükünün ise 7 katlı, maksimum arka bahçe (B=21m.) ve yol genişliğinin (Y=20m.) olduğu K7-B21-Y20-K/G seçeneğinde gerçekleştiği ve bu iki seçenek arasındaki m²'ye düşen soğutma yükü farkının % 11,08 olduğu görülmüştür.

toplam enerji yükleri açısından değerlendirildiğinde;

- Aynı arka bahçe ve yol genişliğine sahip yerleşmelerde, m²'ye düşen toplam enerji yüklerinin, 5 katlı binalarda her zaman daha düşük olduğu ve bina yüksekliği arttıkça m²'ye düşen toplam enerji yüklerinin de arttığı,
- Minimum toplam enerji yükünün, 5 katlı, minimum arka bahçe (B=21m.) ve maksimum yol genişliğinin (Y=20m.) olduğu K5-B21-Y20-K/G seçeneğinde, maksimum toplam enerji yükünün ise 10 katlı, maksimum arka bahçe (B=15m.) ve yol genişliğinin Y=15 m. olduğu K10-B15-Y15-K/G seçeneğinde gerçekleştiği ve bu iki seçenek arasındaki m²'ye düşen toplam enerji yükü farkının % 8,69 olduğu görülmüştür.

DOĞU-BATI doğrultusundaki yerleşme dokusu seçenekleri;

ısıtma yükleri açısından değerlendirildiğinde;

- Aynı arka bahçe ve yol genişliğine sahip yerleşmelerde, m²'ye düşen ısıtma yükünün, 5 katlı binalarda her zaman daha düşük olduğu ve bina yüksekliği arttıkça m²'ye düşen ısıtma yükünün de arttığı,

- 5 kat, 7 kat ve 10 katlı seçeneklerin hepsinde, yol genişliği arttıkça, ısıtma yükünün azaldığı ve en düşük ısıtma yükünün, bahçe genişliğinin maksimum (B=21m.) olduğu ve en yüksek ısıtma yükünün de bahçe genişliğinin minimum (B=6m.) olduğu seçeneklerde gerçekleştiği,
- Arka bahçe ve yol genişliği arttıkça, m² ye düşen ısıtma yükünün azaldığı, minimum ve maksimum ısıtma yükü farkının 5 katlı binalarda %15,51, 7 katlı binalarda %15,21 ve 10 katlı binalarda ise % 14,05 oranında değiştiği,
- Minimum ısıtma yükünün, 5 katlı, maksimum arka bahçe (B=21m.) ve yol genişliğinin (Y=20m.) olduğu K5-B21-Y20-D/B seçeneğinde, maksimum ısıtma yükünün ise 10 katlı, minimum arka bahçe (B=6m.) ve yol genişliğinin (Y=10m.) olduğu K10-B6-Y10-D/B seçeneğinde gerçekleştiği ve bu iki seçenek arasındaki m²ye düşen ısıtma yükü farkının %22,43 olduğu, görülmüştür.

soğutma yükleri açısından değerlendirildiğinde;

- Aynı arka bahçe ve yol genişliğine sahip yerleşmelerde, m²ye düşen soğutma yükünün, 10 katlı binalarda her zaman daha düşük olduğu ve bina yüksekliği arttıkça m²ye düşen soğutma yükünün de azaldığı,
- 5 kat, 7 kat ve 10 katlı seçeneklerin hepsinde, yol genişliği azaldıkça soğutma yükü azalmaktadır. En düşük soğutma yükünün, bahçe genişliğinin minimum (B=6m.) olduğu ve en yüksek soğutma yükünün ise bahçe genişliğinin maksimum (B=21m.) olduğu seçeneklerde gerçekleştiği,
- Arka bahçe ve yol genişliği azaldıkça, m² ye düşen soğutma yükünün azaldığı, minimum ve maksimum ısıtma yükü farkının 5 katlı binalarda % 30,11, 7 katlı binalarda %31,32 ve 10 katlı binalarda ise % 30,82 oranında değiştiği,
- Minimum soğutma yükünün, 10 katlı, minimum arka bahçe (B=6m.) ve yol genişliğinin (Y=10m.) olduğu K10-B6-Y10-D/B seçeneğinde, maksimum soğutma yükünün ise 5 katlı, maksimum arka bahçe (B=12m.) ve yol genişliğinin (Y=21m.) olduğu K5-B21-Y20-D/B seçeneğinde gerçekleştiği ve bu iki seçenek arasındaki m²ye düşen soğutma yükü farkının % 41,74 olduğu görülmüştür.

toplam enerji yükleri açısından değerlendirildiğinde;

- Aynı arka bahçe ve yol genişliğine sahip yerleşmelerde, m²ye düşen toplam enerji yüklerinin, 10 katlı binalarda her zaman daha düşük olduğu ve bina yüksekliği arttıkça m²ye düşen toplam enerji yüklerinin de azaldığı,
- 5 kat, 7 kat ve 10 katlı seçeneklerin hepsinde, yol genişliği arttıkça, toplam enerji yüklerinin arttığı,
- Minimum toplam enerji yükünün, 10 katlı, minimum arka bahçe (B=6m.) ve minimum yol genişliğinin (Y=10m.) olduğu K10-B6-Y10-D/B seçeneğinde, maksimum toplam enerji yükünün ise 5 katlı, maksimum arka bahçe (B=21m.) ve yol genişliğinin (Y=20m.) olduğu K5-B21-Y20-D/B seçeneğinde gerçekleştiği ve bu iki seçenek arasındaki m²ye düşen toplam enerji yükü farkının % 18,19 olduğu görülmüştür.

KUZEY-GÜNEY ve DOĞU-BATI doğrultusundaki yerleşme dokusu seçenekleri;

ısıtma yükleri açısından değerlendirildiğinde;

- Aynı arka bahçe ve yol genişliğine sahip yerleşmelerde, yerleşmenin doğrultusu K/G veya D/B iken, m²ye düşen ısıtma yükünün, 5 katlı binalarda her zaman daha düşük olduğu ve bina yüksekliği arttıkça m²ye düşen ısıtma yükünün de arttığı,
- 5 kat, 7 kat ve 10 katlı seçeneklerin hepsinde, yol genişliği arttıkça, en düşük ısıtma yükünün, arka bahçe genişliğinin maksimum (B=21m.) olduğu ve en yüksek ısıtma yükünün de arka bahçe genişliğinin minimum (B=6m.) olduğu seçeneklerde gerçekleştiği,
- 5 kat, 7 kat ve 10 katlı seçeneklerin hepsinde, en düşük ısıtma yükünün, yerleşmenin K/G doğrultusunda ve bina aralıklarının maksimum (B=21m., Y=20m.) olduğu seçeneklerde gerçekleştiği; en yüksek ısıtma yükünün ise yerleşmenin D/B doğrultusunda ve bina aralıklarının minimum (B=6m., Y=10m.) olduğu seçeneklerde gerçekleştiği,
- Arka bahçe ve yol genişliği arttıkça, m² ye düşen ısıtma yükünün azaldığı ve minimum ve maksimum ısıtma yükü farkının 5 katlı binalarda % 32,62, 7 katlı binalarda %27,49 ve 10 katlı binalarda ise % 22,29 oranında değiştiği,



- Minimum ısıtma yükünün, 5 katlı, maksimum arka bahçe (B=21m.) ve yol genişliğinin (Y=20m.) olduğu ve yerleşim doğrultusu K/G olan K5-B21-Y20-K/G seçeneğinde, maksimum ısıtma yükünün ise 10 katlı, minimum arka bahçe (B=6m.) ve yol genişliğinin (Y=10m.) olduğu ve yerleşim doğrultusu D/B olan K10-B6-Y10-D/B seçeneğinde gerçekleştiği ve bu iki seçenek arasındaki m²'ye düşen ısıtma yükü farkının % **37,67** olduğu,
- Tüm bina yükseklikleri için, en düşük ısıtma yüklerinin daima Kuzey-Güney doğrultusundaki yerleşmelerde, en yüksek ısıtma yüklerinin ise daima Doğu-Batı doğrultusundaki yerleşmelerde gerçekleştiği görülmüştür.

soğutma yükleri açısından değerlendirildiğinde;

- Aynı arka bahçe ve yol genişliğine sahip yerleşmelerde, yerleşmenin doğrultusu K/G veya D/B iken, m²'ye düşen soğutma yükünün, 10 katlı binalarda her zaman daha düşük olduğu ve bina yüksekliği arttıkça m²'ye düşen soğutma yükünün de azaldığı,
- 5 kat, 7 kat ve 10 katlı seçeneklerin hepsinde, yol genişliği arttıkça, en düşük soğutma yükünün, arka bahçe genişliğinin minimum (B=6m.) olduğu ve en yüksek soğutma yükünün de arka bahçe genişliğinin maksimum (B=21m.) olduğu seçeneklerde gerçekleştiği,
- 5 kat, 7 kat ve 10 katlı seçeneklerin hepsinde, en düşük soğutma yükünün, yerleşmenin K/G doğrultusunda ve bina aralıklarının minimum (B=6m., Y=10m.) olduğu seçeneklerde, en yüksek soğutma yükünün ise yerleşmenin D/B doğrultusunda ve bina aralıklarının maksimum (B=21m., Y=20m.) olduğu seçeneklerde gerçekleştiği,
- Arka bahçe ve yol genişliği azaldıkça, m² ye düşen soğutma yükünün azaldığı ve minimum ve maksimum soğutma yükü farkının 5 katlı binalarda %**39,05** , 7 katlı binalarda %**36,62** ve 10 katlı binalarda ise %**34,12** oranında değiştiği,
- Minimum soğutma yükünün, 10 katlı, minimum arka bahçe (B=6m.) ve yol genişliğinin (Y=10m.) olduğu ve yerleşim doğrultusu K/G olan K10-B6-Y10-K/G seçeneğinde, maksimum soğutma yükünün ise 5 katlı, maksimum arka bahçe (B=21m.) ve yol genişliğinin (Y=20m.) olduğu ve yerleşim doğrultusu D/B olan K5-B21-Y20-D/B seçeneğinde gerçekleştiği ve bu iki seçenek arasındaki m²'ye düşen soğutma yükü farkının %**44,52** olduğu,
- Tüm bina yükseklikleri için, en düşük soğutma yüklerinin daima Kuzey-Güney doğrultusundaki yerleşmelerde, en yüksek soğutma yüklerinin ise daima Doğu-Batı doğrultusundaki yerleşmelerde gerçekleştiği görülmüştür.

toplam enerji yükleri açısından değerlendirildiğinde;

- Aynı bahçe ve yol genişliğine sahip yerleşmelerde, yerleşmenin doğrultusu K/G veya D/B iken, m²'ye düşen toplam enerji yüklerinin, 5 katlı binalarda her zaman daha düşük olduğu ve bina yüksekliği arttıkça m²'ye düşen toplam enerji yüklerinin de arttığı,
- 5 kat, 7 kat ve 10 katlı seçeneklerin hepsinde, arka bahçe genişliğinin (B=6m.) ve yol genişliğinin (Y=10m.) minimum olduğu seçeneklerin en düşük toplam enerji yükünü gerçekleştirdiği,
- 5 kat, 7 kat ve 10 katlı seçeneklerin hepsinde, en düşük toplam enerji yükünün, yerleşmenin K/G doğrultusunda ve en yüksek toplam enerji yükünün ise yerleşmenin D/B doğrultusunda olduğu seçeneklerde gerçekleştiği,
- Minimum ve maksimum toplam enerji yüklerinde 5 katlı binalarda % **27,05**, 7 katlı binalarda % **21,23** ve 10 katlı binalarda ise %**18,58** oranında değişim olduğu,
- Minimum toplam enerji yükünün, 5 katlı, minimum arka bahçe (B=21m.) ve maksimum yol genişliğinin (Y=20m.) olduğu ve yerleşim doğrultusu K/G olan K5-B21-Y20-K/G seçeneğinde, maksimum toplam enerji yükünün ise 5 katlı, maksimum arka bahçe (B=12m.) ve yol genişliğinin (Y=21m.) olduğu ve yerleşim doğrultusu D/B olan K5-B21-Y20-D/B seçeneğinde gerçekleştiği ve bu iki seçenek arasındaki m²'ye düşen toplam enerji yükü farkının % **27,05** olduğu,
- ~~K/G ve D/B doğrultusundaki yerleşme dokusu seçeneklerinde, tüm binalarda soğutma yüklerinin ısıtma yüklerinden her zaman daha yüksek çıktığı görülmüştür.~~

SONUÇ

Bu çalışmada, kent içi bina ve yerleşme dokusu planlamasında etkili olan, bina yükseklikleri, sıra blok uzunlukları, yol ve arka bahçe genişlikleri ve yön değişkenlerinin etkisinde binalarda oluşan ısıtma ve soğutma yükleri belirlenmiş ve karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Çalışmaya ilişkin elde edilen sonuçlar aşağıda görülmektedir.

K/G ve D/B doğrultusundaki yerleşme dokusu seçenekleri karşılaştırıldığında,

- Soğutma yüklerinin ısıtma yüklerinden her zaman daha yüksek çıktığı,
- Minimum ısıtma yüklerinin 5 katlı binalarda, minimum soğutma yüklerinin ise 10 katlı binalarda gerçekleştiği,
- 5 kat, 7 kat ve 10 katlı binalarda, bina aralıkları arttıkça (B=21, Y=20) ısıtma yükünün azaldığı, bina aralıkları azaldıkça (B=6, Y=10) soğutma yükünün azaldığı,
- 5 kat, 7 kat ve 10 katlı binalarda, en düşük ısıtma, soğutma ve toplam enerji yüklerinin her zaman K/G doğrultusundaki yerleşme dokusu seçeneklerinde, en yüksek ısıtma, soğutma ve toplam enerji yüklerinin ise her zaman D/B doğrultusundaki yerleşme dokusu seçeneklerinde gerçekleştiği,
- D/B doğrultusundaki yerleşme dokusu seçeneklerinde, bina yüksekliği, arka bahçe ve yol genişliği değişkenlerindeki farklılıkların soğutma yüklerinin değişiminde daha etkili olduğu ve minimum ve maksimum soğutma yüklerinin gerçekleştiği K10-B6-Y10-D/B ve K5-B21-Y20-D/B yerleşmelerinde m² başına düşen soğutma yükünün %41,74 oranında değiştiği görülmektedir.

K/G ve D/B yerleşme dokusu seçenekleri ayrı ayrı değerlendirildiğinde,

- m²'ye düşen toplam yük değeri açısından çok yakın sonuçlar veren farklı yerleşme dokusu seçenekleri olduğu görülmektedir. Bu durum, her farklı yönlendiriliş durumu için, farklı yerleşme dokusu seçenekleriyle aynı koşulların elde edilebileceğini ve böylece tasarımda esneklik sağlanabileceğini göstermektedir.
- K/G doğrultusundaki yerleşme dokusu seçeneklerinde, minimum ve maksimum toplam yüklerin, % 8,69 D/B doğrultusundaki yerleşme dokusu seçeneklerinde, minimum ve maksimum toplam yüklerin ise % 18,19 oranında değiştiği görülmektedir. Bu durum K/G yerleşmelerinde kullanıcıların enerji harcamaları farkının daha az olacağını ancak D/B yerleşmelerinde bu farkın neredeyse 2 katı kadar daha fazla olacağını göstermektedir.
- Yerleşme dokusu seçenekleri arasında ortaya çıkan m²'ye düşen toplam yük farkı üzerinde etkili değişkenin yerleşmenin yönü olduğu görülmektedir
- Tüm yerleşme dokusu seçenekleri arasında en düşük toplam enerji yükleri; 5 katlı binalarda, arka bahçe ve yol genişliklerinin maksimum olduğu koşullarda, yani K5-B21-Y20-K/G seçeneğinde gerçekleşmiştir.

Mevcut iklimsel koşullar altında yapılan bu çalışmada yerleşmenin enerji etkinliği üzerinde farklı değişkenlerin farklı etkileri görülebilmektedir. Ancak küresel ısınma etkisinde gelecekte oluşacak iklim koşulları etkisinde bu değerlerin değişme olasılığı da oldukça yüksektir. Bu nedenle yerleşmelerin enerji etkinliğinin gelecek iklim koşulları için de değerlendirilmesi, bugün tasarlanırsa bile gelecekte de kullanılacak olan binalar ve yerleşmelerde enerji harcamalarının azaltılmasına katkı sağlayacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada yer alan tüm hesaplamalar, "121M573, Enerji ve Su Etkin Bina ve Yerleşme Tasarımına Yönelik Bir Yaklaşımın Geliştirilmesi" başlıklı TÜBİTAK 1001 projesinden elde edilmiştir. Projeyi destekleyen Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu'na katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- [1] Zhang, D., Xu, J., Zhang, Y., Wang, J., He, Z., Zhou, X., “Study on sustainable urbanization literature based on Web of Science, scopus, and China national knowledge infrastructure: A scientometric analysis in CiteSpace”, *Journal of Cleaner Production*, 264, 121537, 2020.
- [2] UN DESA, 2014, “World urbanization prospects: The 2014 revision, highlights”, The United Nations Department of Economic and Social Affairs. <https://esa.un.org/unpd/wup/publications/files/wup2014-highlights.pdf> Son erişim tarihi: 21 Ocak 2023.
- [3] Manioğlu, G., Yılmaz, Z., “Energy efficient design strategies in the hot dry area of Turkey”, *Building and Environment*, 43 (7), 1301-1309, 2008.
- [4] Berköz, B., Yılmaz, Z., Koçlar Oral, G. ve diğ., “Enerji Etkin Konut ve Yerleşme Tasarımı”, Tübitak-Intag, Proje No: İNTAG 201 Araştırma Raporu, İTÜ, İstanbul, 1995.
- [5] Manioğlu, G., “Enerji etkin tasarım ve yenileme çalışmalarının örneklerle değerlendirilmesi”, *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, (126), 2011.
- [6] Oke, T.R., “Street design and urban canopy layer climate”, *Energy and Buildings*, 11, 103-113.
- [7] Bourbia, F., Awbi, H.B., “Building cluster and shading in urban canyon for hot dry climate, Part 2: Shading simulations”, *Renewable Energy*, 29, 291-301, 1988.
- [8] Andreou, E., “Thermal comfort in outdoor spaces and urban canyon microclimate”, *Renewable Energy*, 55, 182-188, 2013.
- [9] Strømman-Andersen, J., Sattrup, P.A., “The urban canyon and building energy use: Urban density versus daylight and passive solar gains” *Energy and Buildings*, 43, 2011-2020, 2011.
- [10] Mangan, S.D., Koclar Oral, G., Sozen, I., Erdemir Kocagil, I., “Evaluation of settlement textures in terms of building energy, economic performance, and outdoor thermal comfort”, *Sustainable Cities and Society*, 56, 102110, 2020.
- [11] Ratti, C., Raydan, D., Steemers, K., “Building form and environmental performance: Archetypes, analysis and an arid climate”, *Energy and Buildings*, 35, 49-59, 2003.
- [12] Ratti, C., Baker, N., Steemers, K., “Energy consumption and urban texture”, *Energy and Buildings*, 37, 762-776, 2005.
- [13] Cheng, V., Steemers, K., Montavon, M., Compagnon, R., “Urban form, density and solar potential”, PLEA2006: 23rd International Conference on Passive and Low Energy Architecture, Geneva, 2006.
- [14] Tereci, A., Kesten, D., Tahira, S., Özkan, E., Eicker, U., “The Impact of the urban form on building energy demand”, 1st International Graduate Research Symposium on the Built Environment, METU, Ankara, 2010.
- [15] Van Esch, M.M.E., Looman, R.H.J., de Bruin-Hordijk, G.J., “The effects of urban and building design parameters on solar access to the urban canyon and the potential for direct passive solar heating strategies”, *Energy and Buildings*, 47, 189-200, 2012.
- [16] Martins, T.A.L., Adolphe, L., Bastos, L.E.G., “From solar constraints to urban design opportunities: Optimization of built form typologies in a Brazilian tropical city”, *Energy Build*, 76, 43-56, 2014.
- [17] Vartholomaios, A., “A parametric sensitivity analysis of the Influence of urban form on domestic energy consumption for heating and cooling in a Mediterranean City”, *Sustainable Cities and Society*, 28, 135-145, 2017.
- [18] Vermeulen, T. Merino, L., Knopf-Lenoir, C., Villon, P., Beckers, B., “Periodic urban models for optimization of passive solar irradiation”, *Solar Energy*, 162, 67-77, 2018.
- [19] Deng, J.Y., Wong, N.H. “Impact of urban canyon geometries on outdoor thermal comfort in central business districts”, *Sustainable Cities and Society*, 53, 101966, 2020.
- [20] Türkiye İstatistik Kurumu. “Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi (ADNKS), 2020” https://tuikweb.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1059, Son erişim tarihi: 21 Ocak 2023.
- [21] Harita Genel Müdürlüğü. “Türkiye Jeodezik Ağlar Haritası”. <https://www.harita.gov.tr/sunum/> Son erişim tarihi: 21 Ocak 2023.
- [22] Hu, C.B., Zhang, F., Gong, F.Y., Ratti, C., Li, X. “Classification and mapping of urban canyon geometry using Google Street View images and deep multitask learning”. *Building and Environment*, 167, 106424, 2019.
- [23] Chen, G., Wang, D., Wang, Q., Li, Y., Wang, X., Hang, J., Gao, P., Ou, C., Wang, K. “Scaled outdoor experimental studies of urban thermal environment in street canyon models with various aspect ratios and thermal storage”, *Science of The Total Environment*, 726, 138147, 2020.

- [24] Deng, J.Y., Wong, N.H. "Impact of urban canyon geometries on outdoor thermal comfort in central business districts", Sustainable Cities and Society, 53, 101966, 2020.
- [25] Evola, G., Costanzo, V., Magri, C., Margani, G., Marletta, L., Naboni, E., "A novel comprehensive workflow for modelling outdoor thermal comfort and energy demand in urban canyons: Results and critical issues", Energy and Building, 216, 109946, 2020.
- [26] Camporeale, P.E., Mercader-Moyano, P., "Towards nearly Zero Energy Buildings: Shape optimization of typical housing typologies in Ibero-American temperate climate cities from a holistic perspective", Solar Energy, 193, 738-765, 2019.
- [27] İstanbul Büyükşehir Belediyesi. "İmar Planları" <https://application2.ibb.gov.tr/ibbwc/imarplanlari.aspx>, Son erişim tarihi: 21 Aralık 2022.
- [28] Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. 2017. "Planlı Alanlar İmar Yönetmeliği". <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2017/07/20170703-8.html>, Son erişim tarihi: 21 Aralık 2022.
- [29] İç İşleri Bakanlığı. 2007. "Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik". <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2007/12/20071219-2.htm>, Son erişim tarihi: 21 Aralık 2022.
- [30] Türk Standartları Enstitüsü. 2008. TSE-825, "Binalarda Isı Yalıtım Kuralları". <http://www.kutuphane.itu.edu.tr/arastirma/standartlar>, Son erişim tarihi: 21 Aralık 2022.
- [31] Climate.OneBuilding.Org, "Climate/Weather Data Sources", <http://climate.onebuilding.org/>, Son erişim tarihi: 21 Aralık 2022.
- [32] Url 1-Arçelik, www.arcelik.com.tr, Son erişim tarihi: 21 Aralık 2022.
- [33] Url 2-Vestel, www.vestel.com.tr, Son erişim tarihi: 21 Aralık 2022. .
- [34] Url 3-Bosch, www.bosch-home.com/tr, Son erişim tarihi: 21 Aralık 2022. .
- [35] ASHRAE, Standard 90.1., "Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings", 2019.
- [36] Url-4. <https://www.energy.gov>. 21 Aralık 2022.
- [37] ASHRAE, Standard 55., "Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy", 2017.

ÖZGEÇMİŞ

Gülten MANİOĞLU

Doç. Dr. Gülten Manioğlu 1993 yılından bu yana İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesinde öğretim görevlisidir. Binaların Enerji Etkin Tasarımı konularında çeşitli araştırma projelerinde yer almıştır. Enerji Etkin, Bina Tasarımı, Ekolojik Mimarlık, Binalarda Güneş Enerjisi Kullanımı, Binalarda Su Korunumu, Yerleşmelerde Yağmur Suyu Eldesi konularında çeşitli çalışmaları ve yayınları vardır. 2009-2018 yılları arasında Uluslararası Yapı Fiziği Derneğinde (IABP) yönetim kurulu üyeliği yapmış olan G. Manioğlu, şu anda İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümünde, Fiziksel Çevre Kontrolü alanında eğitim, öğretim, araştırma ve akademik çalışmalarına devam etmektedir.

Ş. Filiz AKŞİT

Doç. Dr. Ş. Filiz Akşit, 1989 yılında İTÜ Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü'nü, 1993 yılında İTÜ FBE Yapı Bilgisi Yüksek Lisans Programını ve 2002 yılında ise Yapı Bilgisi Doktora Programını tamamlamıştır. 1991 yılından bu yana İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesinde görevini sürdürmektedir. Enerji Etkin Bina Tasarımı, Binalarda Güneş Enerjisi Kullanımı, Soğutma Enerjisi Korunumu vb. konularda çeşitli çalışmaları ve yayınları vardır. Halen İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümünde, Yapı Fiziği ve Fiziksel Çevre Kontrolü alanında eğitim, öğretim, araştırma ve akademik çalışmalarına devam etmektedir.

Neşe GANIÇ SAĞLAM

2010 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ) Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü'nü, aynı üniversitede 2012 yılında Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi Yüksek Lisans Programını ve 2017 yılında Yapı Bilimleri Doktora Programını tamamlamıştır. 2011-2017 yılları arasında İTÜ Mimarlık Fakültesi'nde Araştırma Görevlisi olarak görev yapmıştır. 2018 yılından bu yana Özyeğin Üniversitesi Mimarlık Bölümü'nde Dr. Öğretim Üyesi olarak çalışmaktadır.

**Eda KÖSE MURATHAN**

1992 yılı Trabzon doğumludur. 2015 yılında KTÜ Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümünü bitirmiştir. 2019 yılında İTÜ Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojileri Programında Yüksek Mimar ünvanını almıştır. 2019 yılı itibariyle İTÜ Yapı Bilimleri Doktora Programında Doktora öğrenimine devam etmektedir. Aynı üniversitede 2017 yılından itibaren Araştırma Görevlisi olarak görev yapmaktadır. Bina ve yerleşmelerde enerji etkin tasarım konularında çalışmaktadır.

Halime Firdevs TAŞKIN

1995 yılı Zonguldak Ereğli doğumludur. 2018 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü'nü (İngilizce) bitirmiştir. 2019 yılında özel sektörde mimar olarak görev almasının ardından 2020 yılından itibaren İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi'nde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaya başlamıştır. Yüksek lisans eğitimini 2022 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi Programı'nda 'Su Korunumu Açısından Yerleşme Tasarımında Yüzeysel Akış Miktarının Değerlendirilmesi' adlı çalışma ile tamamlamıştır. Şu anda Araştırma Görevlisi görevine ve aynı üniversitenin Yapı Bilimleri Programı'nda doktora eğitimine devam etmektedir.