

KONUT YERLEŞMELERİNDE TASARIM PARAMETRELERİNİN ENERJİ YÜKLERİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Özlem DURAN
Gül KOÇLAR ORAL

ÖZET

Ülkemizde, yıllardır süregelen, enerji etkin yaklaşımın göz ardı edildiği giderek artan konut yerleşmeleri, enerji giderlerinin de giderek artmasına yol açmaktadır. Enerji harcamalarının artması ile yaşanan çevre ve enerji sorunları konut yerleşmelerinde enerjinin etkin kullanımı zorunlu kılmaktadır. Konut yerleşmelerinde enerjinin etkin kullanımı, sosyal refah, konfor koşulları, istenilen performans düzeyi ve kaliteden ödün vermeden enerji ihtiyacının, dolayısıyla enerji yüklerinin en aza indirilmesidir. Ülke enerji ekonomisi açısından, konut yerleşmelerinin tasarım aşamasında enerji etkinliği düzeyinde değerlendirilmesi, enerji yüklerinin azaltılması için öneriler geliştirilmesi son derece önemli olup, sürekli araştırılması ve üzerinde çözüm üretilmesi gereken güncel bir konudur. Bu amaçla, bu bildiride, bir konut yerleşmesinin enerji yüklerinde etkili olan tasarım parametreleri açısından enerji performansının değerlendirilerek, geliştirilen farklı alternatifler için enerji simülasyonlarının yapılması ve sonuçlarının karşılaştırılması ele alınmıştır. Yapılan çalışmanın konut yerleşmeleri için yapılacak enerji etkin geliştirme çalışmalarına örnek oluşturması ve enerji giderlerinin azaltılmasına katkı sağlaması hedeflenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Konut, Yerleşme, Enerji yükleri, Enerji etkinliği

ABSTRACT

In our country, ever increasing housing settlements in which energy efficient approach is being disregarded for years, cause energy consumption to gradually increase. Environment and energy problems led by increase in energy consumption necessitate efficient use of energy. Efficient use of energy in housing settlements is to minimize the energy need and therefore the energy load without compromising from social welfare, comfort conditions, required performance level and quality. In terms of country energy economy, as it is essential to evaluate energy efficiency and to develop suggestions to decrease energy loads during the design phase of housing settlements, it is also an up to date topic which should continually be researched and produced solutions on. For these purposes, in this paper, energy performance in regards to design parameters effective on energy loads of a housing settlement have been evaluated, energy simulations have been executed for different alternatives developed and results have been compared. It is aimed for this work to set an example in energy efficient developing studies for housing settlements and to contribute to decreasing energy consumption.

Key Words: Housing, Settlement, Energy load, Energy efficiency

1. GİRİŞ

Ülkemizde nüfus artışı ve yapı teknolojisinin hızlı gelişmesi, beraberinde getirdiği hızlı yapılaşmaya bağlı olarak enerji talebindeki artışa karşın enerji teknolojisindeki gelişmelerin artan talebi karşılamadaki hızının düşük olması, tükenmekte olan fosil kaynakların kullanımının devam etmesi, bu tür kaynakların yarattığı çevresel sorunlar, enerji konusunun ülke gündeminde ilk sıralarda yer almasına neden olmuştur. Uluslararası ve ulusal araştırmalar mevcut enerji politikaları ve enerji arzı tercihlerinin devam etmesi durumunda toplam enerji talebinin giderek artacağını göstermektedir. Enerji kullanımının yarattığı çevresel sorunların doğal yaşam için oluşturduğu tehlike, çevre ve enerji sorunları konusunda çözümler üretilmesini zorunlu kılmaktadır. Bu bağlamda enerji etkin yaklaşıma olan eğilim, çevre sorunlarının çözümünde ortaya çıkan doğal ve çağdaş bir sonuç olup bu eğilimi benimseyen mimarlık, sürdürülebilir enerji bilincinin topluma iletilmesinde de önemli bir rol oynamaktadır. Enerji etkinliği, enerji kaynaklarının üretiminden tüketimine kadar her safhada en yüksek etkinlikte kullanımı ve enerji kayıpları ile her çeşit atığın değerlendirilmesi veya geri kazanılması yolu ile enerji tüketiminin ekonomik kalkınma, sosyal refah, konfor koşulları, istenilen performans düzeyi ve kaliteden ödün vermeden enerji ihtiyacının en aza indirilmesidir [1]. Dolayısıyla, enerji etkinliği sağlamada öncelikli yol enerji yüklerinin azaltılmasıdır.

Enerji yüklerinde önemli bir yeri olan konut sektöründe kısa dönemde sonuçların kolaylıkla alınabileceği bir alan olan enerjinin etkin kullanımı mimarlıkta çözüm üretilmesi gereken bir konudur. Konut yerleşmelerinin enerji harcamalarını minimize ederek, enerji etkin sistemler olarak tasarlanması, konutların bulunduğu yer, konut ve yerleşme formu, konut ve yerleşmenin yönlendiriliş durumu, konutların birbirine konumu, yerleşme dokusu, konutlar arasındaki mesafeler (bina aralıkları) gibi mimarın kontrolünde bulunan tasarım parametreleri için en uygun değerlerin belirlenmesi sürecini kapsamaktadır. Bu tür bir tasarım konut yerleşmelerinin tasarım sürecinden itibaren enerji giderlerini minimize edecek şekilde tasarlanması ve yapılmasına olanak sağlayabilmektedir. Bu nedenle bu çalışmada bir konut yerleşmesi ele alınarak yerleşmenin tasarım parametrelerine bağlı olarak enerji performansının değerlendirilmesi hedeflenmiştir. Ele alınan konut yerleşmesi bilgisayar ortamında modellenmiş, geliştirilen farklı alternatifler için enerji simülasyonu aracılığı ile enerji yükleri hesaplanarak karşılaştırılmıştır.

2. YÖNTEM

Bu bildiriye seçilen konut yerleşmesi ve çalışmanın yöntemi, bir konut yerleşmesinin geliştirilen farklı alternatifler için enerji performansının değerlendirilmesine yönelik olarak yapılan bir tez çalışmasına dayanmaktadır [2]. Tez çalışmasında seçilen ve Stuttgart'ta yer alan Scharnhauser Park 1992 yılında yapımına başlanmış ve enerji etkin standartlar çerçevesinde tasarlanmış bir yerleşmedir [3]. Tez çalışmasında, Scharnhauser Park 'ın bir alanı örnek yerleşme olarak seçilmiş bu seçilen yerleşmenin Stuttgart iklim verileri için enerji performansı değerlendirilmiş, aynı zamanda sözü edilen yerleşmenin İstanbul'da yer aldığı varsayılarak İstanbul iklim verilerine göre de enerji performansı değerlendirilmiştir. Bu bildiri çalışması İstanbul için yapılan değerlendirmeye dayandırılmıştır.

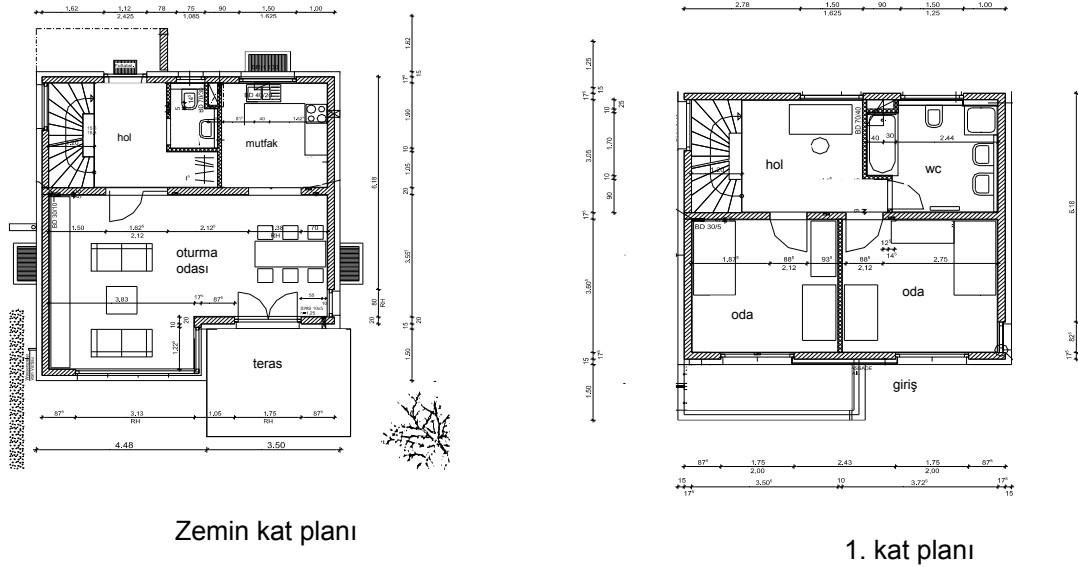
Çalışmada esas olarak, yerleşmenin merkezinde bulunan konut bloğu referans bina olarak seçilmiş, bu binanın farklı yerleşme dokularında yer alması, farklı yönlendiriliş alternatiflerine sahip olması ve çevre binalarla arasındaki mesafelerin farklı olması alternatifleri için enerji simülasyonları yapılarak, yerleşme dokusu, yönlendiriliş durumu ve bina aralıklarının bina enerji yüklerine etkisi araştırılmıştır. Çalışmada enerji simülasyonlarında EnergyPlus adlı simülasyon programı kullanılmıştır. Öncelikle üç boyutlu modelleme programı Google Sketchup ta oluşturulmuş model, EnergyPlus simülasyon programında simüle edilmiş ve mevcut enerji yükleri esas alınarak validasyonu sağlanmıştır. EnergyPlus, DOE2 ve BLAST simülasyon programları temel alınarak geliştirilmiş, yüksek hesaplama kapasiteli üçüncü nesil bir bina enerji simülasyonu programıdır. EnergyPlus ile binalardaki ısıtma, soğutma, havalandırma ve diğer enerji akışları dinamik olarak modellenebilir.

2.1. Seçilen Yerleşme ve Referans Binaya İlişkin Verilerin Tanımlanması

Seçilen yerleşmenin İstanbul'da yer aldığı varsayılmıştır. Yerleşme, müstakil 3 katlı binalardan oluşmaktadır. Kullanıcı sayıları ve profilleri çerçevesinde iç mekan ısı kazanımları simülasyona dahil edilmiştir. Şekil 1 seçilen yerleşmenin modelini vermekte seçilen referans bina ise ok işareti ile gösterilmektedir. Referans binanın ana cephe yönü güney olarak kabul edilmiştir. Şekil 2. Seçilen referans binanın planlarını vermektedir.



Şekil 1. Seçilen Yerleşme Modeli ve Referans Bina



Şekil 2. Referans Binanın Kat Planları

Referans binanın opak ve saydam bileşenlerine ilişkin katmanlaşma bilgileri, katmanları oluşturan malzemeler, ısı iletkenlik değerleri ve bileşenlerin U değerleri tablo 1'de verilmiştir. Saydamlık oranı (saydam alanın /pencere alanının/ toplam cepheye oranı) güney cephesi için %60, kuzey cephesi için %17, doğu cephesi için %8'dir. Binanın enerji simülasyonunda dış iklim verileri EnergyPlus tarafından IWEC'ten sağlanmıştır [4]. Çalışmada ısıtmanın devreye girdiği sıcaklık olarak 21°C, soğutmanın devreye girdiği sıcaklık 26°C olarak alınmıştır. Isıtma sisteminin enerji kaynağı doğal gaz olup sıcak sulu radyatör sistemi kullanılmıştır. Soğutma sisteminde ise en yaygın kullanılan ve elektrik enerjisiyle çalışan klima seçilmiştir. Aydınlatmada elektrik enerjisi kullanılmış, aydınlatma enerji tasarrufu sağlayan armatürlerce yapılmıştır.

Tablo 1. Referans Binanın Opak ve Saydam Bileşenlerine İlişkin Detaylar

DIŞ DUVAR			TOPRAĞA BİTİŞİK DUVAR		
malzeme	genişlik mm	λ W/mk	malzeme	genişlik mm	λ W/mk
sıva	15	0,7	sıva	10	0,7
tuğla	175	1,1	beton	240	2,5
ısı yalıtımı	140	0,035	su yalıtımı		
boya	10		ısı yalıtımı	100	0,04
U: 0,230 W/m ² K			U: 0,360 W/m ² K		

ÇATI			TERAS		
malzeme	genişlik mm	λ W/mk	malzeme	genişlik mm	λ W/mk
sıva	10	0,7	sıva	10	0,7
beton	200	2,5	beton	200	2,5
buhar tutucu			buhar tutucu		
ısı yalıtımı	140	0,035	ısı yalıtımı	140	0,035
su yalıtımı			su yalıtımı		
U: 0,233 W/m ² K			U: 0,233 W/m ² K		

TOPRAĞA BİTİŞİK DÖŞEME			standart çift cam pencere	
malzeme	genişlik mm	λ W/mk		
harç	35	1,4	U: 1,23 W/m ² K	
su yalıtımı				
beton	180	2,5		
ısı yalıtımı	100	0,04	U: 1,98 W/m ² K	
U: 0,352W/m ² K				

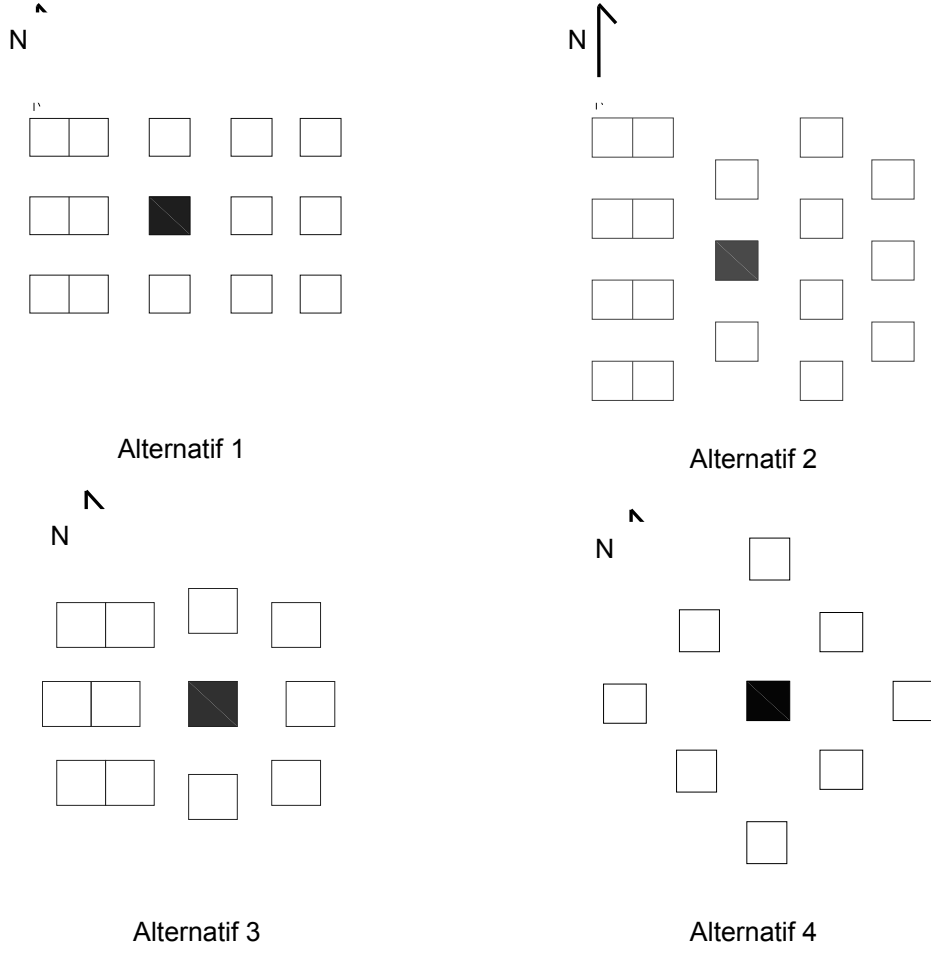
2.2 Yerleşme Dokusu Alternatifleri İçin Yapılan Çalışma

Bu aşamada ilk olarak referans binanın enerji simülasyonu aracılığı ile çevresindeki binalardan bağımsız olması durumunda (tekil durumda) enerji yükleri hesaplanmıştır. İkinci olarak, referans bina ile çevre binaların birbirlerine göre farklı konumlandırılması durumunda referans binanın enerji yükleri hesaplanmış, böylece çevre binaların referans binanın enerji yüklerine etkisi irdelenmiştir. Bu amaçla örnek olarak 4 farklı yerleşme dokusu alternatifi geliştirilmiştir. Şekil 3 yerleşme dokusu alternatiflerini göstermektedir. Şekilde referans bina koyu renk ile gösterilmiştir.

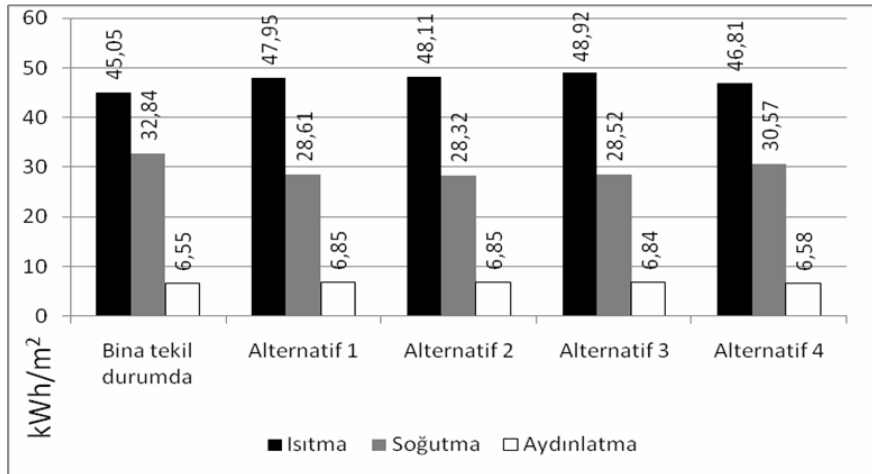
Şekil 4, referans binanın tekil durumdaki ve farklı yerleşme dokusu alternatifleri içinde yer alması durumları için enerji simülasyonu yoluyla belirlenen yıllık ısıtma, soğutma ve aydınlatma yüklerini vermektedir. Şekilde görüldüğü gibi referans bina çevre binaların etkisinde olmaksızın tekil durumda iken ısıtma yükleri daha az, soğutma yükleri daha fazla olmakta, aydınlatma yüklerinde önemli bir değişiklik olmamakla birlikte tekil durumda daha az olduğu görülmektedir. Bina tekil durumda iken çevre binalar güneş ışınımının ısıtıcı etkisinden yararlanmada engel teşkil etmemekte, bu nedenle ısıtma yükleri azalmaktadır. Çevre binaların etkisi altında iken ise çevre binaların gölgeleme etkileri nedeni ile referans binanın soğutma yükleri azalmaktadır. Aydınlatma yüklerinde önemli değişikliklerin olmamasının, çevre binaların az katlı olması ve günışığından yararlanma olanaklarının fazla kısıtlanmamasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Alternatif 1'de binalar birbirine eşit mesafede düzenli olarak konumlandırılmıştır. Alternatif 2, alternatif 1'in irregular şekilde yeniden düzenlenmesini kapsamaktadır. Alternatif 3'de ana cadde tanımlanmamış olup, binalar sirküler biçimde konumlandırılmıştır. Alternatif 4'de ana caddeler ana yönlerle 45° lik bir açı yapmaktadır. Yerleşme dokusu alternatifleri içinde en az ısıtma yükünü alternatif 4, en az soğutma yükünü, alternatif 2, en az aydınlatma yükünü, alternatif 4'ün sağladığı

görülmektedir. Alternatif 4 'de binalar şaşırtmalı olarak yerleştiğinden güneş ışınımından ve gün ışığından yararlanma olanaklarının kısıtlanmadığı düşünülmektedir.



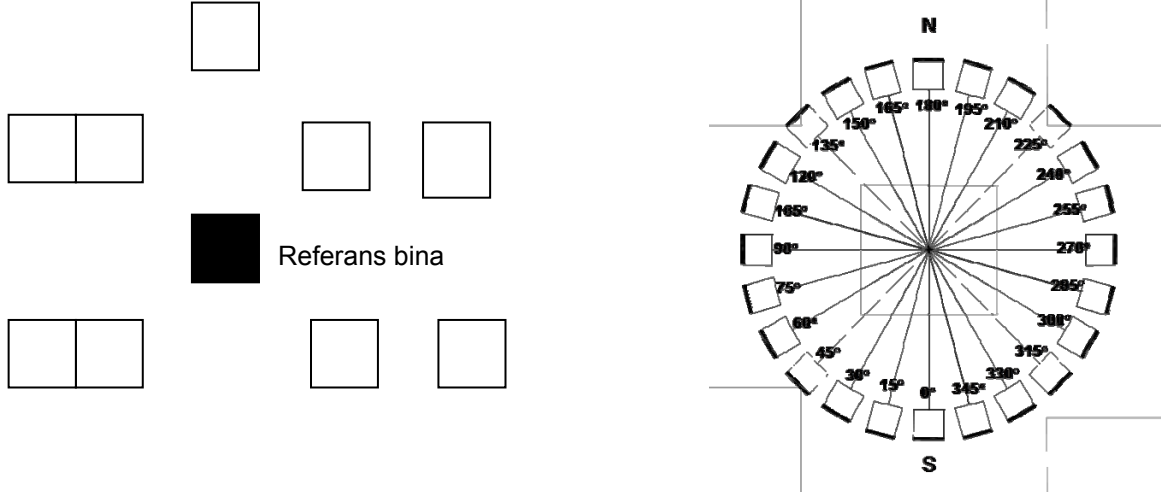
Şekil 3. Yerleşme Dokusu Alternatifleri



Şekil 4. Yerleşme Dokusu Alternatifleri İçin Yıllık Isıtma, Soğutma ve Aydınlatma Yükleri

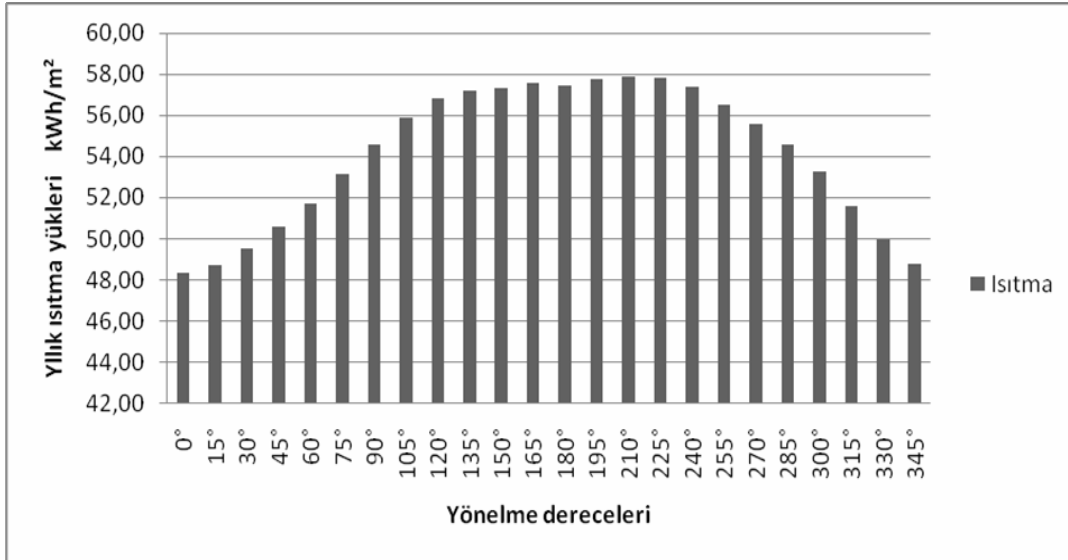
2.3. Referans Binanın Yönlendiriliş Alternatifleri İçin Yapılan Çalışma

Bu aşamada referans binanın güney yönünden başlayarak 15° aralıklarla farklı yönlendiriliş alternatifine sahip olduğu düşünülmüştür Herbir yön alternatifi için referans binanın yerleşmedeki diğer binaların etkisi altında olması durumunda enerji simülasyonları yapılmış, enerji yükleri hesaplanarak karşılaştırılmıştır. Şekil 5 referans binanın yerleşmedeki konumunu ve yönlendiriliş alternatiflerini göstermektedir.



Şekil 5. Referans Binanın Yerleşmedeki Konumunu ve Yönlendiriliş Alternatifleri

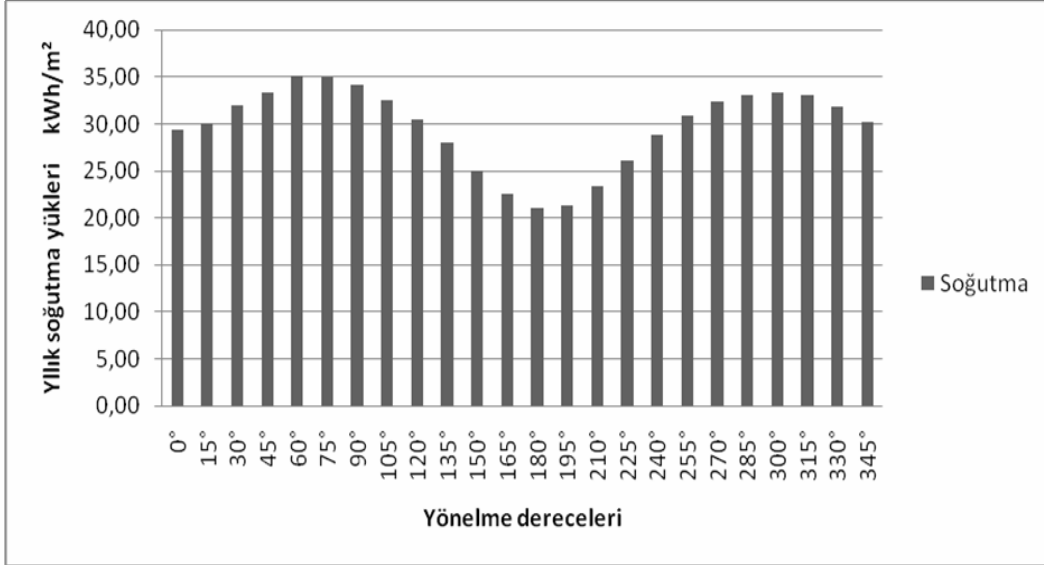
Simülasyon yoluyla yapılan hesaplama sonuçları şekiller 6, 7 ve 8 'de sırasıyla yıllık ısıtma, soğutma ve aydınlatma yükleri olarak verilmiştir. Bu çalışmada bina cephelerinde güneş kontrol elemanları kullanılmadığı varsayılmıştır.



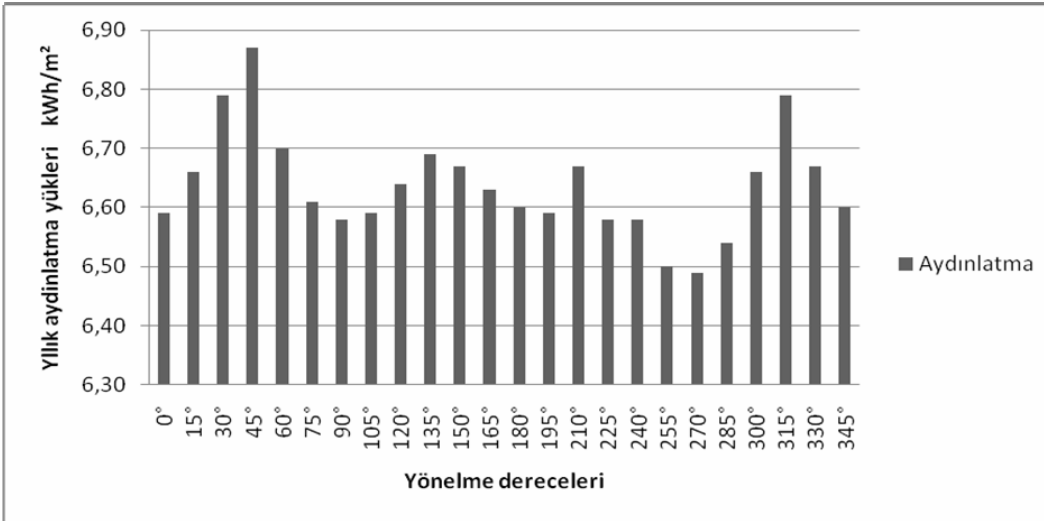
Şekil 6. Farklı Yönlendiriliş Alternatifleri İçin Referans Binanın Yıllık Isıtma Yükleri

Şekil 6'da görüldüğü üzere, yönelme derecesinin 0° , 15° , 345° olması durumunda, diğer bir deyişle güney ve güneye yakın yönlerde en düşük ısıtma yükleri sağlanmaktadır. Şekil 7' de görüldüğü gibi, yönelme derecesinin 180° olması durumunda diğer bir deyişle binanın (ana cephenin) kuzeye yönlendirilmesi durumunda soğutma yükü minimum olmaktadır. Binanın doğu-batı yönlendirilişinde ve güneş kontrol elemanları kullanılmadığından güneş ışınımı kazancı nedeni ile soğutma yükleri artmaktadır. Şekil 8'de görüldüğü gibi yönelme derecesinin açısının 0° , 90° , 270° olması durumunda

referans binaya gölgesinden yararlanmada çevre binaların engel olmaması nedeni ile, aydınlatma yükleri azalmaktadır.



Şekil 7. Farklı Yönlendiriliş Alternatifleri İçin Referans Binanın Yıllık Soğutma Yükleri



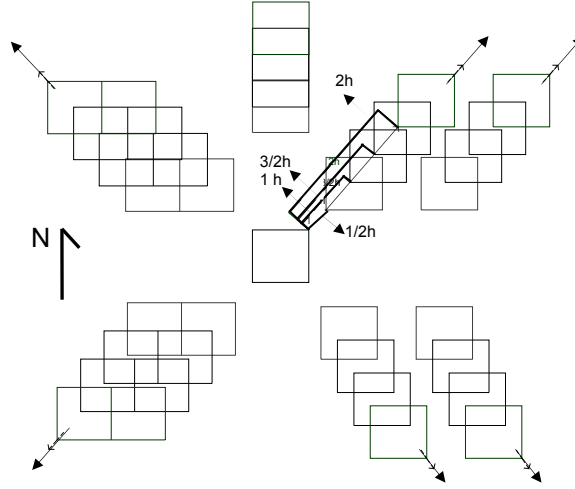
Şekil 8. Farklı Yönlendiriliş Alternatifleri İçin Referans Binanın Yıllık Aydınlatma Yükleri

2.3. Bina Aralıkları Alternatifleri İçin Yapılan Çalışma

Bu aşamada bina aralıklarının (binalar arasındaki mesafelerin) enerji yüklerine etkisinin araştırılması amacıyla referans bina ile çevre binalar arasındaki mesafelerin farklı olması durumunda referans binanın enerji yükleri enerji simülasyonu aracılığı ile belirlenmiştir. Şekil 9, binalar arasındaki farklı mesafeler ile oluşturulabilecek simülasyon alternatiflerini şematik olarak vermektedir.

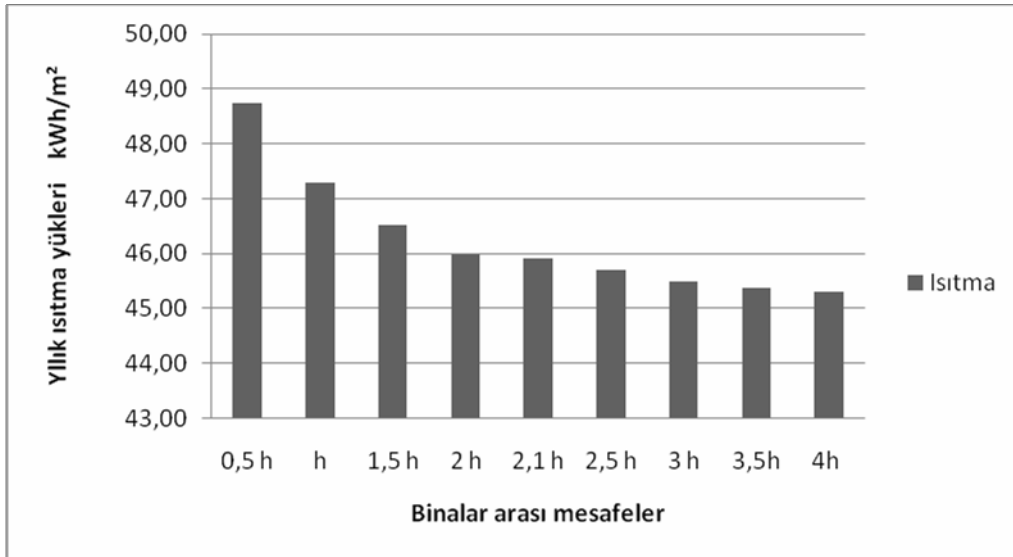
Çalışmada öncelikle güneş ışınımından yarar sağlayarak ısıtma enerjisi yüklerinin düşürülmesinde optimum bina aralığı belirlenmiştir. Bu belirleme bu konuda geliştirilmiş önceki bir araştırmanın sonucuna dayanmaktadır [5]. Bu çalışmada optimum bina aralıkları, arazi eğimine, yöne ve bina yüksekliğine bağlı (h) olarak verilmekte olup, ele alınan yerleşme için optimum bina aralığı 2.1h olarak bulunmuştur. Bina aralıklarının (binalar arasındaki mesafelerin) enerji yüklerine etkisini belirlemek için referans bina ile diğer binalar arasındaki mesafelerin 0.5h 'dan başlayarak 0.5 arttırmalarla ve optimum

bina aralığının (2.1h) olması alternatiflerinde ısıtma, soğutma ve aydınlatma enerjisi yükleri belirlenmiştir. Simülasyon yoluyla yapılan hesaplama sonuçları şekiller 10, 11 ve 12 'de sırasıyla ısıtma, soğutma ve aydınlatma yükleri olarak verilmiştir.

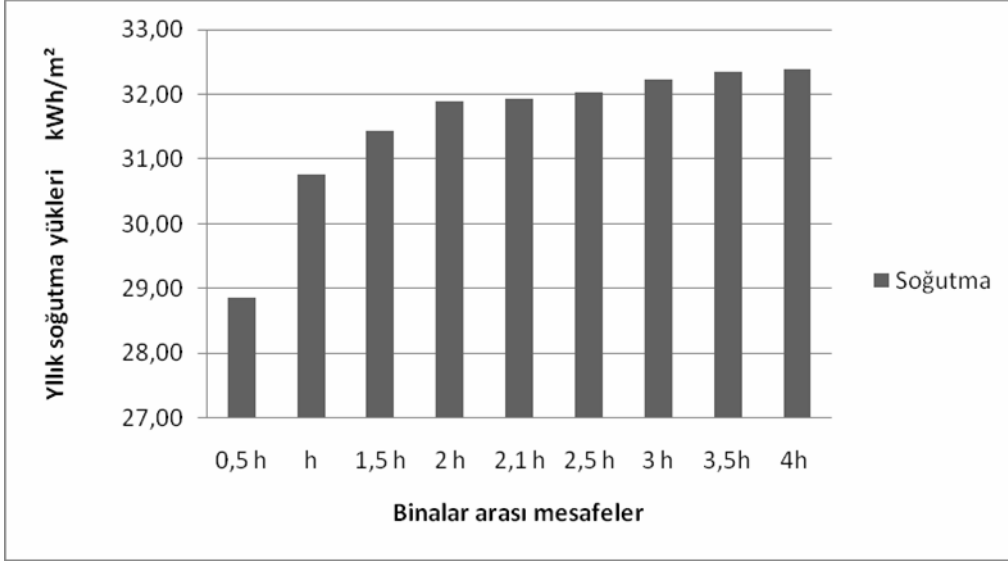


Şekil 9. Bina Aralıklarının Enerji Yüklerine Etkisinin Belirlenmesi İçin Simülasyon Alternatifleri

Şekil 10'da görüldüğü gibi binalar arasındaki mesafeler arttığında güneş ışınımından ısıtmada yararlanma olanağı arttığından ısıtma yükleri azalmaktadır. Bu azalma mesafe 2h oluncaya kadar belirgin olmakta, 2h dan sonra azalma daha az olmaktadır. Şekil 11'de görüldüğü gibi bina aralıkları arttığında soğutma yükleri artmaktadır. Bu artış mesafe 2h oluncaya kadar belirgin olmakta, 2h dan sonra artış daha az olmaktadır.

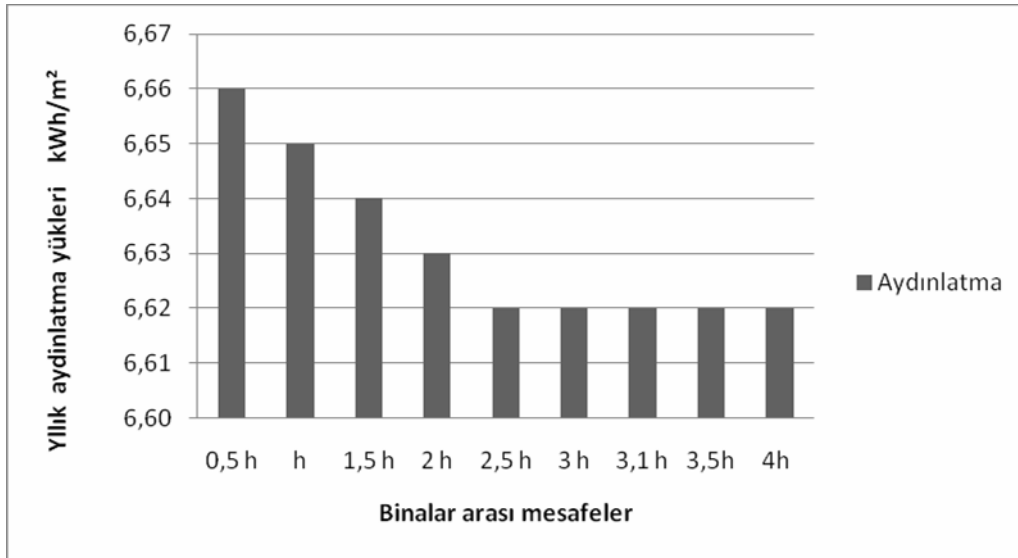


Şekil 10. Farklı Bina Aralıkları İçin Referans Binanın Yıllık Isıtma Yükleri



Şekil 11. Farklı Bina Aralıkları İçin Referans Binanın Yıllık Soğutma Yükleri

Şekil 12’de görüldüğü gibi bina aralıkları arttığında gün ışığından yararlanmada binalar birbiri için engel olmadığından aydınlatma yükleri azalmaktadır. Aydınlatma yükü mesafenin 2.5h değerinin üstünde olması durumu için değişmemektedir.



Şekil 12. Farklı Bina Aralıkları İçin Referans Binanın Yıllık Aydınlatma Yükleri

SONUÇ

Günümüzde yaşanan enerji ve çevre sorunları karşısında, özellikle enerji harcamalarında önemli bir yeri olan konut yerleşmelerinde enerji harcamalarının diğer bir deyişle enerji yüklerinin azaltılması önem kazanmaktadır. Bu nedenle bu çalışmada, bir konut yerleşmesi için, yerleşme ölçeğinde etkili olan yerleşme dokusu, bina aralıkları, binaların yönlendiriliş durumları gibi tasarım parametrelerinin bina enerji yüklerine etkisi irdelenmiştir. Bu amaçla geliştirilen alternatifler için EnergyPlus adlı enerji simülasyon programı aracılığı ile enerji yükleri hesaplanarak karşılaştırılmıştır. Burada örnek olarak

sınırlı sayıda alternatif üzerinde durulmuştur. Özellikle tasarım aşamasında çok sayıda geliştirilen alternatiflerin enerji yükleri açısından irdelenmesi enerji yüklerini minimize eden alternatiflerin seçilmesini olanaklı kılacaktır.

Bu tür çalışmaların çok sayıda alternatif için gerçekleştirilerek Türkiye'deki konut yerleşmelerinin tasarımında ve yapımında kullanılacak verilere dönüştürülmesi, enerji etkinliğini sağlama yönünde önemli bir adımdır. Türkiye'de konut yerleşmelerinin hızla arttığı düşünülecek olursa, konut yerleşmelerinde yapılacak enerji etkin geliştirme çalışmaları ile konut sektöründe enerji giderlerinin azaltılmasının sağlanması diğer sektörlerin de enerji giderlerinin azaltılmasına da bir kazanç olarak yansıtacak, enerji kullanımının çevresel etkileri azaltılabilecek, ekonomik, sağlıklı, konforlu konut çevrelerinin gerçekleştirilmesi sağlanabilecektir.

KAYNAKLAR

- [1] KOÇLAR ORAL, G.,“ Sağlıklı Binalar İçin Enerji Verimliliği ve Isı Yalıtımı ”, VII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, Bildiriler Kitabı, s.253-264, 25-28 Ekim, 2007, İzmir.
- [2] DURAN, Ö., “Evaluation of the Design Parameters in the Settlement Scale Related to Regional Climatic Data’, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Haziran, 2010. (Tez çalışması Erasmus öğrenci değişim programında İstanbul Teknik Üniversitesi ve Hochschule für Technik Stuttgart işbirliği kapsamında gerçekleştirilmiştir.Danışman: Gül Koçlar Oral)
- [3] POLYCITY Technique, Report, Energy concepts in the POLYCITY project Scharnhauser Park
- [4] Website, <http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/>
- [5] BERKÖZ, E., ve diğerleri., “Enerji Etkin Konut Ve Yerleşme Tasarımı”, Tübitag-İntag 201,Araştırma Raporu, İstanbul, 1995

ÖZGEÇMİŞ

Özlem DURAN

1979 yılı Denizli doğumludur. 2004 yılında Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi (MSGSÜ) Mimarlık Fakültesi'nden mezun olmuştur. 2002–2009 yılları arasında İstanbul'da çeşitli mimarlık ofislerinde mimari proje tasarım ve uygulama alanında çalışmalarda bulunmuştur. 2010 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi (İ.T.Ü.) Fen Bilimleri Enstitüsü'nden 'Yüksek Mimar' ünvanını almıştır. 2010 yılında Hochschule für Technik Stuttgart (Stuttgart University of Applied Sciences) ta SENCE Master programı çerçevesinde tez çalışmalarını sürdürmüştür. Halen Hochschule für Technik Stuttgart Bauphysik Institut (Bina Fiziki Enstitüsü) de araştırmacı statüsünde enerji etkinliği, binaların enerji etkin yenilenmesi, enerji simülasyonları gibi konularda çalışmalarına devam etmektedir.

Gül KOÇLAR ORAL

1984 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi (İ.T.Ü.) Mimarlık Fakültesi'nden mezun olmuştur. 1986 yılında, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü'nden 'Yüksek Mimar' ünvanını, 1991 yılında 'Doktor' ünvanını almıştır. 1992'de 'Yardımcı Doçent', 1998'de 'Doçent', 2004 yılında 'Profesör' ünvanlarını almıştır. İ. T. Ü. Mimarlık Fakültesi'nde, Mimarlık Bölümü Başkan Yardımcılığı, İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi Yönetim Kurulu Üyeliği, Fakülte Kurulu üyeliği ve Dekan Yardımcılığı, Yapı Bilgisi Anabilim Dalı Başkanlığı gibi idari görevlerde bulunmuş olup, halen Fiziksel Çevre Kontrolü Laboratuvarı yürütücülüğü, Fakülte Kurulu Üyeliği görevlerini üstlenmektedir. Öğretim üyesi olarak, İ. T. Ü. Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Anabilim Dalı, Fiziksel Çevre Kontrolü Çalışma Gurubu'nda, 'sürdürülebilir enerji, enerji etkin tasarım, ekolojik tasarım, pasif güneş enerjisi sistemleri, akıllı binalar, kabukta ısı ve nem denetimi ve yalıtım, gibi konularda çalışmalarına devam etmektedir.