




Pencere ve Gölgeleme Elemanlarının Bina Enerji İhtiyaçlarına Etkisinin Değerlendirilmesi

Investigation of the Effect of Window and Shading Elements on Building Energy Needs

Betül BEKTAŞ EKİCİ¹ 
Gökçenur ORHAN² 
Elif Nur YÜKSEL² 

¹Fırat Üniversitesi, Mimarlık
Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Elazığ,
Türkiye

²Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri
Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı,
Elazığ, Türkiye



ÖZ

Bu çalışmada pencere formu ve dış gölgeleme elemanlarının bina ısıtma, soğutma ve aydınlatma yükleri üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Bir bina örneğinin farklı pencere oranlarına (1/2, 1/1 ve 2/1) sahip durumlarına ait farklı açılarda (0°, 30°, 60°) oluşturulmuş gölgeleme elemanı senaryolarının enerji yükleri hesaplanmıştır. Buna ek olarak gölgeleme elemanı uzunluğunun enerji yükleri üzerindeki etkisinin tespit edilebilmesi amacıyla 0, 0,2, 0,4, 0,6, 0,8 ve 1,00 m için gölgeleme elemanı senaryoları çeşitlendirilmiştir. Hesaplamalar Design Builder yazılımı ile gerçekleştirilmiş olup, örnek binanın Elazığ ilinde olduğu kabul edilmiştir. Sonuç olarak gölgeleme elemanı uzunluğunun 0'dan 1,00 m'ye artırılması ile 1/2, 1/1 ve 2/1 pencere oranına sahip binalarda güneş kazançlarının sırasıyla %5,2-19,3, %7,8-28,7 ve %11,5-38,8 arasında değişen oranlarda azaldığı görülmüştür. Bu duruma bağlı olarak bina ısıtma yükleri artarken, güneş kazançları önemli ölçüde engellendiğinden bina soğutma yüklerinin azaltılmasında en büyük fayda 2/1 pencere oranlarına sahip binalarda elde edilmektedir. Ancak güneş kırıcı uzunluğunun artması ile gün ışığından yararlanma seviyesi azaldığından bina aydınlatma yükleri farklı senaryolar için ortalama %0,03 ile %20,26 arasında değişen oranlarda aydınlatma enerjisi ihtiyacı artmaktadır. Artış miktarı özellikle 0,40 m uzunluktan sonra daha belirgin olmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Pencere, gölgeleme elemanı, gölgeleme, enerji tasarrufu, Design Builder

ABSTRACT

This study aims to evaluate the effect of window form and outer shading elements on building heating, cooling, and lighting loads. The energy loads of the shading element scenarios created at different angles (0°, 30°, 60°) of the states of a building sample with different window ratios (1/2, 1/1, and 2/1) were calculated. In addition, in order to determine the effect of shading element length on energy loads, shading element scenarios for 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, and 1.00 m were diversified. The calculations were carried out with Design Builder software, and it was accepted that the sample building was in Elazığ province. As a result, by increasing the length of the shading element from 0 to 1.00 m, it was observed that solar gains in buildings with 1/2, 1/1, and 2/1 window ratios decreased by 5.2%-19.3%, 7.8%-28.7%, and 11.5%-38.8%, respectively. Depending on this situation, while building heating loads increase, since solar gains are significantly prevented, the greatest benefit in reducing building cooling loads is obtained in buildings with 2/1 window ratios. However, since the level of sunlight utilization decreases with the increase in the length of the shading element, the need for lighting energy increases at rates ranging from 0.03% to 20.26% on average for different scenarios. The amount of increase is more pronounced, especially after 0.40 m length.

Keywords: Window, shading device, shading, energy saving, Design Builder

Geliş Tarihi/Received: 27.05.2022

Kabul Tarihi/Accepted: 09.11.2022

Yayın Tarihi/Publication Date: 21.12.2022

Sorumlu Yazar/Corresponding Author:
Betül BEKTAŞ EKİCİ
E-mail: bbektas@firat.edu.tr

Cite this article as: Bektaş Ekici, B.,
Orhan, G., & Yüksel, E. N. (2022).
Investigation of the effect of window
and shading elements on building
energy needs. *PLANARCH - Design and
Planning Research*, 6(2), 40-46.



Content of this journal is licensed
under a Creative Commons
Attribution-NonCommercial 4.0
International License.

Giriş

Kentlerin gün geçtikçe kalabalıklaşması ve zamanla genişleyerek büyümeleri yapılaşmanın belirli bölgelerde yoğunlaşmasına neden olmuştur. Kentsel ölçekte binalarda kullanılan enerji miktarı bölgesel farklılıklar göstermekle birlikte yaklaşık olarak toplam tüketimin %30-40'ı olarak ifade edildiğinden (Akyıldız, 2020; Amasyalı & El-Gohary, 2018; Cao ve ark., 2016; Zhao & Du, 2020) konunun hiç de

yadsınamayacak bir öneme sahip olduğu açıkça anlaşılmaktadır. Bu durum enerji kaynağı olarak kullanılan fosil yakıtlara da bağlı olarak açığa çıkan zararlı emisyonların da büyük bir bölümünden binaların sorumlu olduğu gerçeğini de gözler önüne sermektedir.

Son yıllarda değişen ve çeşitlenen mekânsal talepler doğal çevrenin bozulmasına sebep olduğu gibi, hemen her alanda kaynakların sürdürülebilir kullanımına olan gereksinimi de ortaya çıkarmıştır (Ekici ve Akyıldız, 2021). Enerji kullanımına bağlı olarak artan enerji maliyetleri ve çevresel kirlilik yapı tasarımı sürecinde de bir takım önlemlerin alınmasını zorunlu hale getirmiştir. Bu durum yapı üretiminin özellikle erken tasarım sürecinde aktif rol oynayan mimarların binaları çevresel verilerden optimum seviyede istifade edecek ve enerji gereksinimleri minimum olacak şekilde tasarlamalarını gerektirmektedir. Binalarda ısıl ve görsel konfor ihtiyacı, enerji kullanımını gerekli kılan en önemli etkenlerdendir. Kış döneminde kaybedilen ısının verdiği konforsuzluk, yaz döneminde ise istenmeyen güneş ısı kazançlarından doğan rahatsızlıklar ve aydınlatma ihtiyacı ile bu sorunları bertaraf etmek için bina genelinde alınabilecek önlemler literatürde pek çok çalışmanın konusu olmuştur (Chi ve ark., 2020; Li ve ark., 2021; Monteiro ve ark., 2021; Raimundo ve ark., 2020; Yazdani & Baneshi, 2021).

Bina cephelerinde yüksek oranlarda saydam yüzey kullanımı modern mimarlık akımı ve malzeme teknolojisinde yaşanan gelişmelerle birlikte son yıllarda gittikçe yaygınlaşan bir üslup olmuştur. Ancak binalarda saydam yüzeyler olan pencereler, diğer yapı kabuğu bileşenlerine nazaran daha düşük olan ısıl dirençleri nedeniyle bina enerji yükleri üzerinde belirleyici bir etkiye sahiptir. Kullanılan cam ve doğrama türünün yanı sıra, yönlenme, konum ve biçimsel olarak da binanın enerji gereksinimlerini değiştirebilmektedirler. Bu nedenle bina cephelerinde saydam yüzeylerin uygun şekilde boyutlandırılmaları ve düzenlenmeleri son derece önem arz etmektedir. Konu ile ilgili olarak Mangkuto ve ark. (2016), tropik bölgelerde bulunan binalar için pencere/duvar oranı, duvar yansımaları ve pencere yönlenmesi için sırasıyla %30, 0,8 ve güney yönlerini en uygun değerler olarak tespit etmişlerdir. Monteiro ve ark. (2021), bina yaşam döngüsü değerlendirmesi çerçevesinde Portekiz Coimbra'da yer alan müstakil bir konut için pencerelerin farklı boyut, konumlarının etkisini parametrik olarak değerlendirmişlerdir.

Bina cephelerinde farklı yönlerde farklı malzeme, yön ve geometrilerle oluşturulan güneş kırıcılar doğal gölgeleme elemanları (ağaç ve bina bileşenleri) ve bina iç gölgeleme elemanları (perde ve jaluziler) gibi güneş enerjisinden elde edilen kazançların kontrollü bir şekilde kabulünde etkin olarak kullanılan bileşenlerdendir (Ossen ve ark., 2005). Farklı yönlerde farklı doğrultularla oluşturulan bu sabit ve hareketli bileşenler uygun şekilde tasarlandıkları durumlarda bina enerji dengesi üzerinde oldukça olumlu katkılarda bulunmakta, pencerelerden gerçekleşen güneş kazançlarını yönetmekte başarı ile kullanılmaktadırlar. Sabit güneş kırıcılar genellikle bina içine nüfuz eden güneş ışınımını azaltmak ve soğutma yüklerini düşürmek amacıyla kullanılırken, hareketli olan güneş kırıcılar ise soğutma yüklerini arttıran yaz güneşini engellerken kışın faydalı kazançlar sağlayıp ısıtma için harcanan enerjiden tasarruf edilmesine fırsat vermektedir (Feng ve ark., 2021). Buradan hareketle istenmeyen kazanç ve kamaşmaların önüne geçilmesinin yanı sıra kış mevsiminde istenen güneş kazançları arasındaki dengenin sağlanabilmesi amacıyla güneş kırıcıları bina cephesinde uygun yer ve boyutlarda tasarlanması gerekmektedir. Alan yazında bu amaçla gerçekleştirilen çalışmalar incelendiğinde; Ossen ve ark. (2005), yüksek katlı bir ofis binası özelinde

kullanılan altı farklı yatay gölgeleme elemanı alternatifini, gelen güneş ışınımı, iç ortama iletilen güneş ısı kazancı doğal ışık tesiri ve enerji tüketimi açılarından karşılaştırmalı değerlendirmesini yapmışlardır. Sonuç olarak güneş kırıcı tasarımında toplam ısı kazancı ve gün ışığı arasındaki dengenin gözetilmesi gerektiği önerisinde bulunmuşlardır. Lai ve ark. (2017), ABD ve Çin'in tipik iklim bölgeleri için güneş ısı kazancı katsayısını (*SHGC: Solar Heat Gain Coefficient*) analiz ettikleri çalışmalarında, ızgara gölgeleme elemanına sahip bir pencere için optimum ızgara aralığının optimizasyonunu gerçekleştirmişlerdir. Bu sayede ABD ve Çin için binalarda bina yükünün sırasıyla %37,8 ile %24,8 oranlarına kadar azaltılabileceğini ifade etmişlerdir. Ghosh ve Neogi (2018), sıcak ve nemli Kalküta bölgesi için Energy Plus yazılımını kullanarak pencerelere ait geometrik faktörlerin (pencere/duvar oranı, yönlenme) bina ısıtma, soğutma ve aydınlatma yüklerine olan etkisini değerlendirmişlerdir. Bunun yanı sıra geliştirdikleri sabit bir güneş kırıcını mevcut ve yaygın olanlara göre farklı yerleşim bölgelerinde yıllık enerji tüketimini sırasıyla %6,34 ve %3,51 oranında düşürülebileceğini ifade etmişlerdir. de Almeida Rocha ve ark. (2020), binalarda doğal aydınlatmadan azami seviyede faydalanabilmek ve ısıtma-soğutma amaçlı kullanılan enerji ihtiyaçlarını azaltmak hedefleri arasında bir denge kurulabilmesi için binalarda dış gölgeleme elemanlarının kullanımı için çok kriterli bir tasarım yöntemi geliştirmişlerdir. Sameti ve Jekar (2017), binalarda soğuk ve sıcak dönemlerde yıllık toplam enerji tasarrufunu en üst düzeye çıkarmak amacıyla simülasyon tabanlı bir optimizasyon yaptıkları çalışmalarında yatay gölgeleme elemanlarına bağlı olarak gerçekleşen güneş kazançlarını hesaplayabilmek için matematiksel bir model geliştirmişlerdir.

Bu çalışmanın amacı; güneye yönlendirilmiş pencerelerde, pencere formu ile pencere-güneş kırıcı konfigürasyonlarının bina enerji ihtiyacı üzerindeki etkilerinin ısıtma, soğutma ve aydınlatma boyutunda değerlendirilmesidir. Bunun yanı sıra farklı uzunluk ve açılara sahip yatay güneş kırıcıların bina enerji yüküne olan etkisinin örnek bir bina örneği üzerinden tespit edilmesi hedeflenmiştir. Hesaplamalarda Design Builder yazılımı kullanılmış olup, bina örneğinin Elazığ ilinde bulunduğu varsayılarak simülasyonlarda bölgeye ait coğrafi ve iklimsel veriler kullanılmıştır.

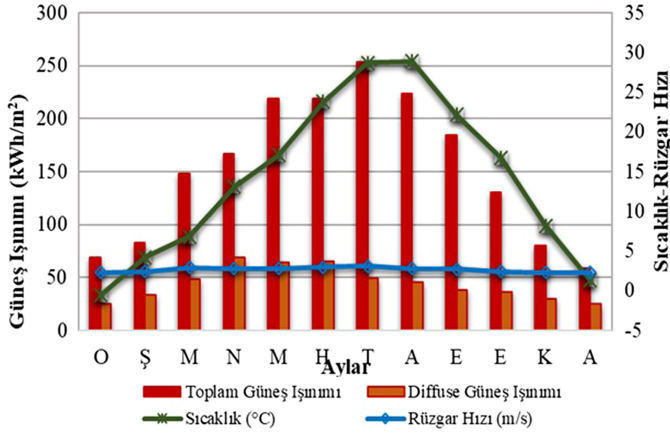
Binalarda Güneş Kontrolü

Binalarda enerji ihtiyaçlarını belirleyen pek çok tasarım değişkeni söz konusudur. Güneş diğer iklimsel parametrelerinin yanı sıra binaların ısıtılması, soğutulması ve doğal olarak aydınlatılmasında kullanılacak çok önemli bir potansiyeli bünyesinde barındırmaktadır. Yılın farklı dönemlerinde değişen bu potansiyel nedeniyle yaz ve kış dönemlerinde saydam yüzeylerden güneş kazançlarının denetimli olarak bina içerisine alınmasında istifade edilebilecek uygun yönlerin tespiti son derece önemlidir.

Güneş ısı kazançları, güney açıklıklarının uygun bir şekilde düzenlenmesi ile pasif güneş sistemlerinin uygulanmasında ve bina ısıtma ihtiyaçlarının azaltılmasında oldukça etkilidir. Güneş kontrolü için ise yatay gölgeleme elemanları güneşin yükseklik açısının fazla olduğu yaz dönemlerinde istenmeyen güneş ısı kazançlarının önüne geçerek özellikle güneye yönlendirilmiş yüzeylerde etkin olarak kullanılmaktadır (Ceylan, 2019).

Uygulama Çalışması

Bu çalışmada binaların güneş enerjisinden istifade ederken yazın istenmeyen aşırı kazançların kontrolünü sağlayabilmek için pencereler üzerlerine konumlandırılacak yatay güneş kırıcıların bina enerji ihtiyaçları üzerindeki etkilerinin belirlenmesi



Şekil 1. Elaziğ iline Ait Simülasyonlarda Kullanılan Yıllık İklimsel Veriler.

hedeflenmiştir. Bina enerji ihtiyaçları (ısıtma, soğutma ve aydınlatma) Design Builder yazılımı ile hesaplanmıştır. Simülasyon yolu ile gerçekleştirilen çalışmada Meteororm (*Changelog - Meteororm (En)*, n.d.) yazılımından elde edilen Elaziğ iline ait aylık ortalama iklim verileri (sıcaklık, rüzgar hızı, güneş ışınımı vb) Şekil 1'de ve farklı yapı elemanları için kullanılan bileşenler ve bunlara ait fiziksel özellikler Tablo 1'de verilmiştir.

İklimsel Veriler ve Örnek Bina

Farklı gölgeleme ve pencere alternatiflerinin oluşturulduğu 10,00 m x 10,00 m taban oturumuna ve 4,00 m yüksekliğe sahip bina örneği Şekil 2'de verilmiştir. Binanın %20 olarak kabul edilen saydamlık oranına (pencere alanı / toplam yüzey alanı) sahip güney cephesi üzerinde aynı yüzey alanına ancak farklı biçim faktörlerine (en/boy oranı) (1,00 x 2,00 m, 1,41 x 1,41 m ve 2,00 x 1,00 m) sahip pencere alternatifleri için karşılaştırmalı değerlendirmeler yapılmıştır. Bina örneğinin ayrıntı nizam olduğu ve komşu binalar ile yakın çevredeki ağaçların gölgelemelerine maruz kalmadığı varsayımından hareket edilmiştir.

Tek katlı olarak ele alınan yapı örneğinin farklı cephe durumları için oluşturulan pencere güneş kırıcı konfigürasyonlarının 30°, 60° ve 90°'lik açılar ile oluşturulmuş 3 farklı durumu 100/200 ölçüsüne sahip (1/2 biçim faktörü) pencere örnekleri üzerinden Şekil 3'te gösterildiği gibidir.

Pencere Düzeni ve Gölgeleme Elemanı Senaryoları

Belirlenen %20 saydamlık oranına bağlı kalacak şekilde sahip saydam yüzeylerin binaların ısıtma, soğutma ve aydınlatma yüklerinin değişimi değerlendirilecektir. Bunun yanı sıra farklı olarak kurgulanan her bir pencere düzeni için pencere üzerlerine yerleştirilecek yatay gölgeleme elemanları ile kış aylarında güneş enerjisinden istifade edilmesi sağlanırken, yaz aylarında istenmeyen güneş ısı kazançlarının önüne geçilebilecek alternatif tasarım senaryoları Tablo 2'de gösterildiği gibi kurgulanmıştır. Hesaplamalarda ısıtma, soğutma ve aydınlatma için dikkate alınan diğer parametreler Tablo 3'te verilmiştir.

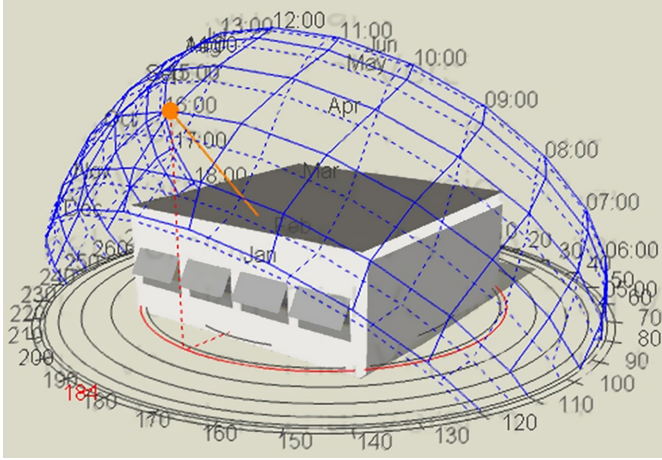
Bulgular

Çalışma kapsamında Elaziğ iklim verileri esas alınarak Design Builder Programı aracılığıyla örnek binanın her bir pencere formu ve güneş kırıcı senaryosu için yıllık toplam ısıtma, soğutma ve aydınlatma enerjisi ihtiyaçları belirlenmiştir. Öncelikle aynı binanın pencerelerinin üç farklı biçim faktörüne ve farklı uzunluklardaki gölgeleme elemanlarına ait yıllık toplam güneş kazançları belirlenerek sonuçlar Şekil 3'de verilmiştir.

Binalarda güneş kazançlarında birinci derecede etkili olan pencere yüzey alanı ve türüdür. Çalışmada örnek senaryolar dikkate alındığında cam türü (3+13+3) ve alanı (2 m²) sabit kalacak şekilde farklı pencere oranları için değerlendirmeler yapılmıştır. En yüksek güneş kazançları gölgeleme elemanının kullanılmadığı senaryolardan elde edilmiştir (Şekil 4). Pencere alanları aynı olup sadece formu değiştiğinden bina örneklerine ait güneş kazancı değerleri yakın değerler olarak 1/2, 1/1 ve 2/1 oranlarına (en/boy) sahip pencereler için sırasıyla 1778,06 W/m², 1783,33 W/m² ve 1776,99 W/m² olarak tespit edilmiştir. Ancak gölgeleme elemanı kullanılarak oluşturulan diğer senaryolarda pencere boyutlarına

Tablo 1. Yapı Elemanları Detayları

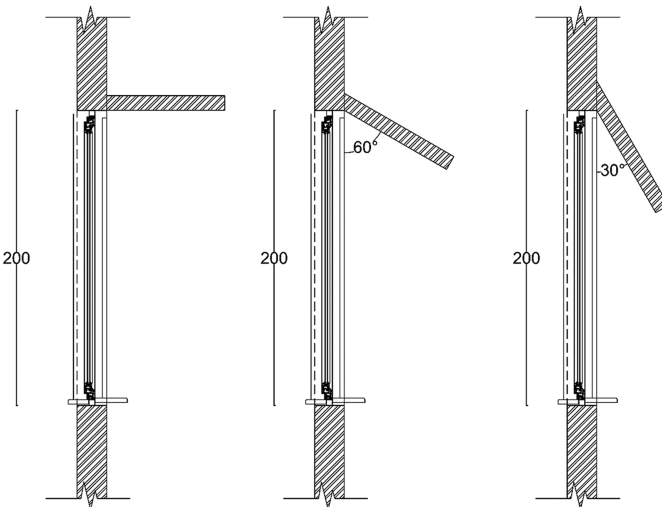
Yapı Elemanları	Katmanlar (dıştan içe)	Kalınlık (mm)	İletkenlik (W/mK)	Yoğunluk (kg/m ³)	U değeri (W/m ² K)
Çatı	Asfalt Shingle	10	0,7	2100	0,250
	Cam Yünü	15	0,04	12	
	Hava Boş.	20			
	Alçıpan	13	0,25	2800	
Duvar	Sıva	30	0,5	1300	0,302
	Taş Yünü	40	0,03	100	
	AAC Blok	200	0,11	2800	
	Alçı Sıva	20	0,4	1000	
Döşeme	Döşeme B.	200	1,4	2100	0,493
	Taş Yünü	50	0,03	100	0,493
	Tesviye B	60	0,38	1200	0,493
	Kaplama M.	2,5	1,8	2560	0,493
Pencere	Cam Hava Boş. Cam	3 13 3	Güneş geçirgenliği insidansı: 0,83 Güneş yansımaları insidansı: 0,75 Görünür geçirgenlik insidansı: 0,89 Görünür yansıma insidansı: 0,81		2,716



Şekil 2.
Örnek Binanın 3D Modeli

göre gölgeleme elemanlarının gölgelediği alan değiştiğinden bu durum ısı ve aydınlatma yükleri üzerinde belirleyici bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır. 1/2 oranına sahip pencerelerdeki güneş kazancı miktarının güneş kırıcı uzunluğunun 0,2, 0,4, 0,6, 0,8 ve 1,0 m olduğu değerleri için güneş kırıcının olmadığı referans duruma göre sırasıyla %5,2, %10,1, %14,1, %17,1 ve %19,3 oranlarında azaldığı görülmektedir. 1/1 oranındaki pencerelerde ise pencere yüksekliğinin önceki duruma göre kısa olmasından dolayı gölgeleme elemanı uzunluğuna bağlı olarak gölgelediği alan fazla olmaktadır. Bununla birlikte 0,2 ile 1,0 m aralığında değişen beş dış gölgeleme elemanı uzunluğu için güneş kazançları gölgeleme elemanı kullanılmayan duruma göre sırasıyla %7,8, %15,5, %21,3, %25,5 ve %28,7 daha az olmaktadır. Güneş kazançlarının azaltılmasında en etkili sonuçlar 2/1 oranındaki pencerelerden elde edilmiştir. Bu pencereler boylarının kısa (1,00 m) olmasına bağlı olarak 1/2 ve 1/1 oranındaki pencerelere nazaran daha büyük bir gölgelemeye maruz kalmaktadırlar. Cam yüzeylerden ise beş farklı uzunluktaki gölgeleme elemanları için sırasıyla %11,5, %22,5, %30,0, %35,1 ve %38,8 oranlarında azalan güneş kazançları söz konusu olmaktadır.

Yukarıda ifade edilen güneş kazançlarından binanın ısı yükleri doğrudan etkilenmektedir. Farklı pencere oranı, gölgeleme elemanı



Şekil 3.
Farklı Açılarla Oluşturulan 1/2 Biçim Faktörüne Sahip Pencere ve Gölgeleme Elemanları

açı ve uzunluklarına göre bina örneğinin ısıtma ve soğutma enerjisi ihtiyaçları belirlenmiştir. Bina yüzeyinde gölgeleme elemanının olmadığı ve 0° açı değeri ile sabit olarak 0,2, 0,4, 0,6, 0,8 ve 1,0 m uzunluklarındaki değerleri için hesaplanan yıllık toplam ısıtma ve soğutma enerjisi ihtiyaçları Şekil 5 ve 6'da gösterilmiştir. Güney yönünde bulunan düşey açıklıklar binaların kış aylarındaki ısıtma enerjisini ihtiyaçlarının azaltılmasına yarayan önemli güneş kazançları sağlamaktadırlar. Şekil 5'ten de anlaşılacağı üzere güney yönünde kullanılan gölgeleme elemanlarının uzunlukları arttıkça (özellikle kış aylarında) faydalı güneş kazançları azalmakta ve bina ısıtma yükleri bu duruma bağlı olarak artmaktadır.

Simülasyon sonuçları değerlendirildiğinde ısıtma enerjisinden kaynaklı enerji tüketimi 1/2 pencere oranına sahip binada 2975,04 kWh olarak tespit edilmiştir. Bu değer 1/1 pencere oranına sahip bina örneğinde önceki örneğe oranla %169,41 artarak 8015,24 kWh değerine ulaşmıştır. Pencere oranının 2/1 olduğu binada ise 1/1'e göre sadece 2,71 kWh daha fazla olarak 8232,84 kWh ısıtma enerjisi ihtiyacı hesaplanmıştır. Soğutma yükleri değerlendirildiğinde ise en yüksek soğutma yükü 1/2 oranına sahip pencerelerin kullanıldığı örneğe ait olup 3899,24 kWh iken 1/1 ve 2/1 oranlarına sahip pencerelerin kullanıldığı binalarda sırasıyla 2144,1 kWh ve 2107,7 kWh seviyelerine düşmektedir. Farklı açılara sahip gölgeleme elemanlarının farklı uzunlukları için belirlenmiş olan ısıtma ve soğutma enerjisi ihtiyaçları ise Şekil 7'de verilmiştir.

Güneşten korunmada dikkat edilmesi gereken diğer bir husus, gölgeleme elemanının bina aydınlatma yüklerine etkisinin belirlenmesidir. Bina cephesinde yer alan gölgeleme elemanları güneş ışınımının saydam yüzeylerden iç ortamlara ulaşmasını engelleyerek ısıtma ve soğutma yüklerine etki ederken, aynı zamanda binaların aydınlatılması için gerekli olan enerji miktarını da belirlemektedir. Farklı açı ve uzunluklarda oluşturulacak gölgeleme elemanlarının bina aydınlatma yükleri üzerindeki etkisi Tablo 4'te verilmiştir. Buna göre bina cephesinde gölgeleme elemanlarının kullanılmadığı referans durumları için 1/2, 1/1 ve 2/1 oranlarındaki pencere formlarının olduğu bina örneklerinde aydınlatma enerjisi ihtiyaçları sırasıyla 3040,9 W, 3030,77 W ve 3046,73 W olarak elde edilmiştir.

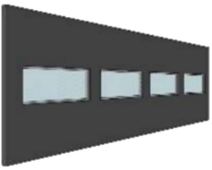
Gölgeleme elemanlarının 0° açı ile oluşturulduğu durumlar için uzunluğunun 0,0 m'den 1,0 m'ye artması ile yapay aydınlatma ihtiyacının 1/2, 1/1 ve 2/1 oranlı pencerelere sahip binalarda gölgeleme elemanının olmadığı durumlara göre sırasıyla %7,3, %10,10 ve %18,37 arttığı hesaplanmıştır. 30° açı ile oluşturulan gölgeleme elemanı senaryolarında ise gölgeleme elemanı uzunluğunun 0,0 m'den 1,0 m'ye artırılması ile aydınlatma enerjisi ihtiyacı farklı pencere oranları için %10,28 ile %28 arasında değişen oranlarda artış göstermiştir.

Gölgeleme elemanının 30° ile cephe yüzeyinde bulunması durumunda 0° olan haline göre 1/2, 1/1 ve 2/1 biçim oranlarına sahip cepheler için aydınlatma ihtiyacının sırasıyla %0,35-%2,7, %0,52-%7,3 ve %0,76-%8,2 arasında değişen oranlarda arttığı görülmektedir. Açının 0°'den 60°'ye çıkarılmasıyla 1/2 oranına sahip pencerelerin kullanıldığı bina örneklerinde aydınlatma ihtiyacında %0,29 ile %8,3 arasında değişen bir artış olurken, bu artış miktarı 1/1 oranına sahip pencere senaryolarında %4,3-%22,37 ve 2/1 oranına sahip senaryolarda %4,7 ile %20,26 arasında olmaktadır.

Sonuç ve Öneriler

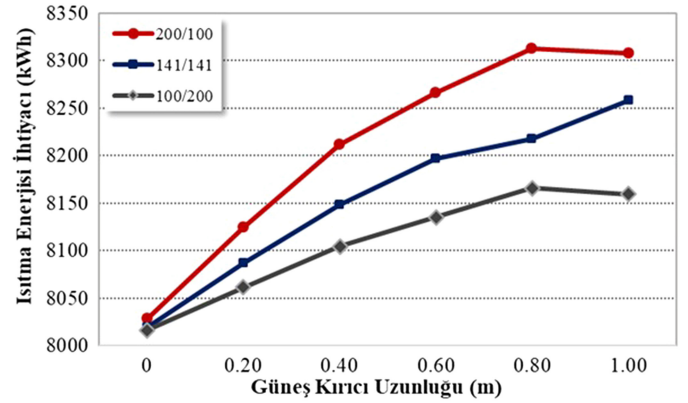
Enerji günümüzde ulusal ve uluslararası düzeyde en önemli gündem maddelerinden biridir. Enerji kullanımında sektörel olarak büyük bir paya sahip olan binalar, enerji etkinlik ve alınması

Tablo 2.
Farklı Pencere Alternatifleri İçin Oluşturulan Gölgeleme Elemanı Senaryoları

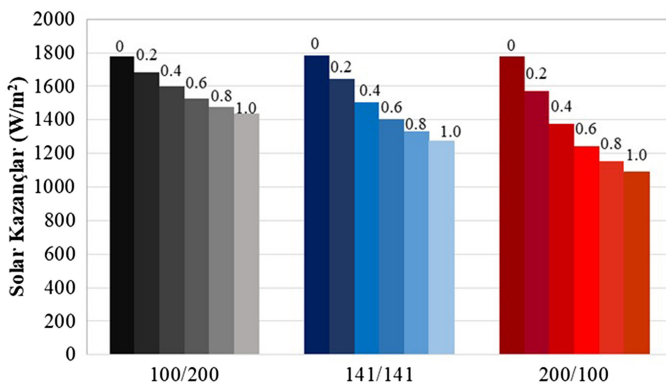
Model	Pencere Oranı	Uzunluk (m)	0°	30°	60°
			Derinlik (m)	Derinlik (m)	Derinlik (m)
 (1.00 x 2.00 m)	1/2	0	0	0	0
		20	20	10	17,32
		40	40	20	34,64
		60	60	30	51,96
		80	80	40	69,28
		100	100	50	86,60
 (1.41 x 1.41 m)	1/1	0	0	0	0
		20	20	10	17,32
		40	40	20	34,64
		60	60	30	51,96
		80	80	40	69,28
		100	100	50	86,60
 (2.00 x 1.00 m)	2/1	0	0	0	0
		20	20	10	17,32
		40	40	20	34,64
		60	60	30	51,96
		80	80	40	69,28
		100	100	50	86,60

Tablo 3.
HVAC (Heating, Ventilating and Air Conditioning) Ayrıntıları, Çizelgeler ve Dahili Kazanımlar

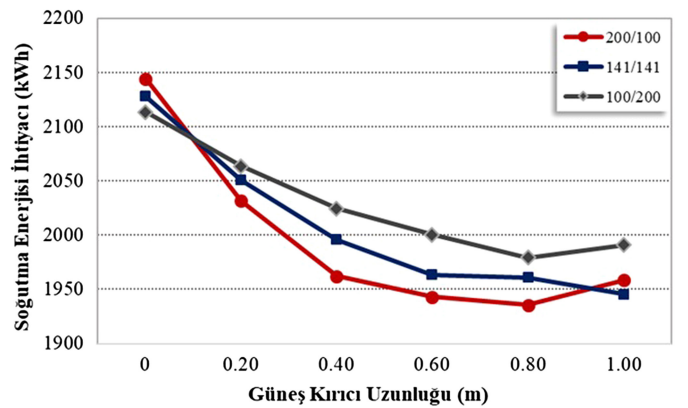
Parametreler	Açıklama
Isıtma Ayar Sıcaklığı	22 °C
Soğutma Ayar Sıcaklığı	24 °C
Aydınlatma Programı	Yalnızca hafta içleri 8,00-18,00
Güneşiği Kontrolü	400 lux
Kişi Kullanım Takvimi	Yalnızca hafta içleri 8,00-18,00
Kişi Etkinlik Takvimi	Hafta içleri 8,00-18,00 arası kişi başı 100 W dahili kazanç



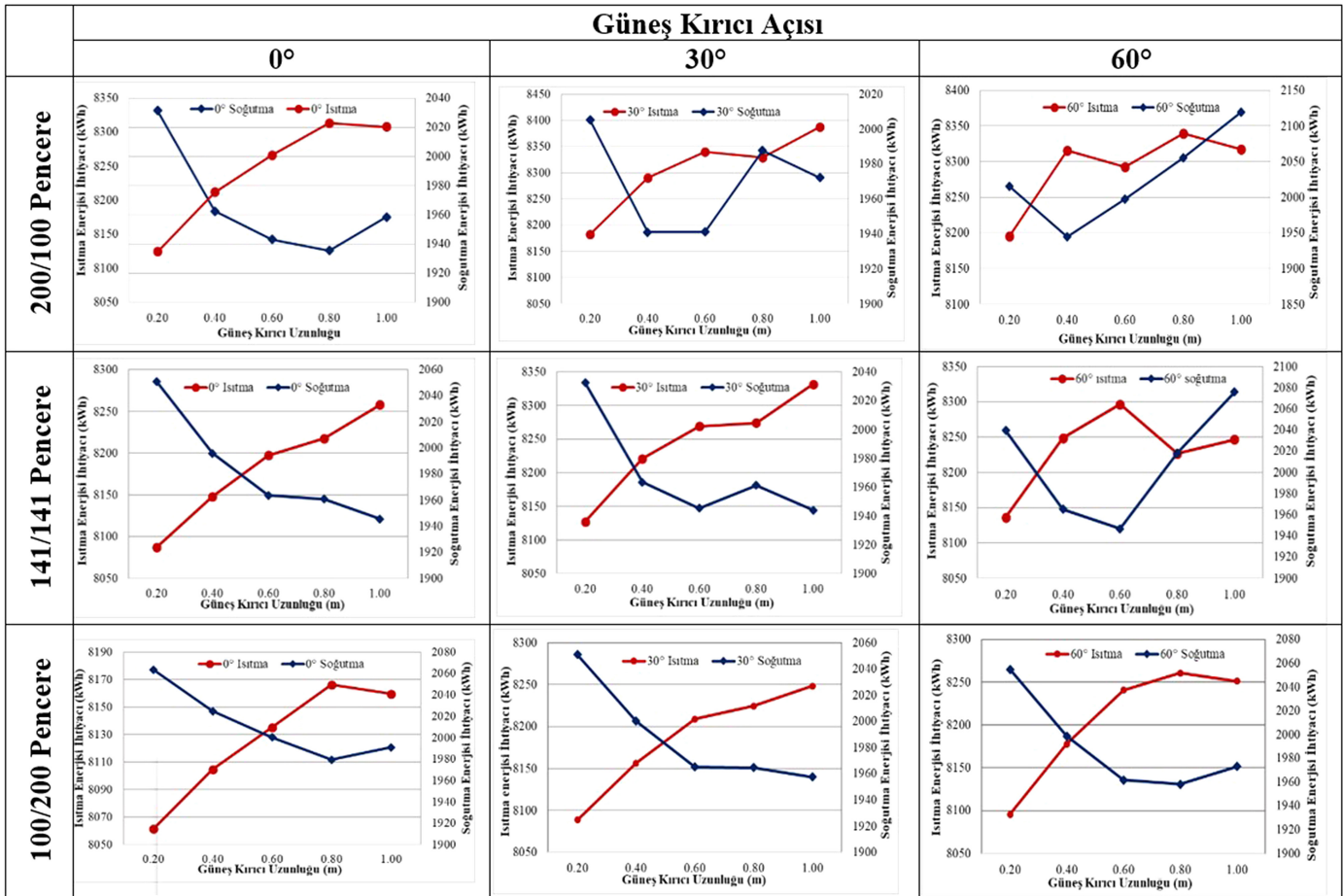
Şekil 5.
Farklı Pencere ve Gölgeleme Elemanları İçin Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyaçları



Şekil 4.
Farklı Pencere ve Gölgeleme Elemanları İçin Toplam Güneş Kazançları



Şekil 6.
Farklı Pencere ve Gölgeleme Elemanları İçin Yıllık Soğutma Enerjisi İhtiyaçları



Şekil 7.

Farklı Açı ve Uzunluklarla Oluşturulmuş Güneş Kırıcılar İçin Isıtma Ve Soğutma Enerjisi İhtiyaçları

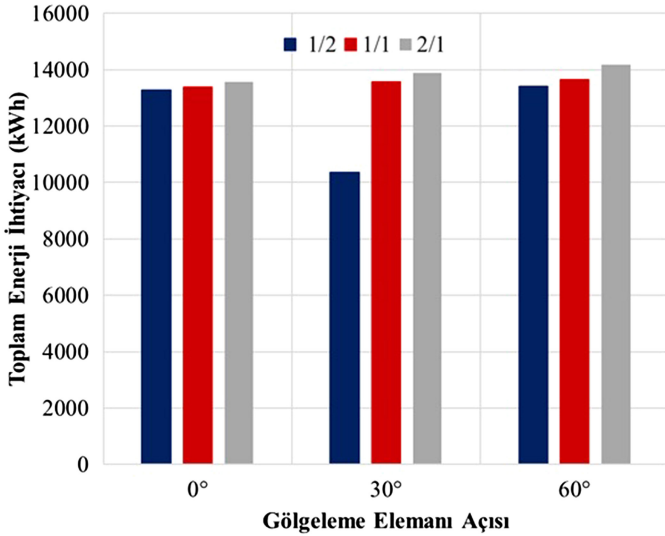
Tablo 4.
Farklı Pencere Türleri ve Gölgeleme Elemanı Kombinasyonları İçin

Pencere Oranı	Gölgelem.e Elemanı Boyu (m)	Gölgeleme Elemanı Açısına göre Aydınlatma Enerjisi İhtiyacı (kWh)		
		0°	30°	60°
1/2	0,0	3040,9	3040,9	3040,9
	0,20	3071,05	3081,85	3080,21
	0,40	3107,68	3129,85	3125,75
	0,60	3153,52	3183,89	3197,4
	0,80	3172,63	3294,73	3350,27
	1,00	3264,37	3353,67	3535,38
1/1	0,0	3030,77	3030,77	3030,77
	0,20	3076,5	3092,4	3089,64
	0,40	3155,45	3199,67	3190,21
	0,60	3218,79	3356,66	3415,87
	0,80	3315,12	3555,41	3851,29
	1,00	3336,96	3580,16	4083,49
2/1	0,0	3046,73	3046,73	3046,73
	0,20	3121,36	3144,97	3135,95
	0,40	3242,26	3368,27	3394,82
	0,60	3370,59	3610,57	3889,06
	0,80	3456,01	3886,02	4145,41
	1,00	3606,63	3902,27	4337,6

gereken önlemler noktasında da yine kilit pozisyonundadır. Binalarda enerji etkinlik ve enerji tasarrufu ancak çevresel faktörlerin kullanıcı ve çevre lehine değerlendirileceği doğru tasarımlarla söz konusu olacaktır. Bu noktada başlıca rol, tasarımın ilk aşamasından üretimin son aşamasına kadar aktif rol alan mimarlara düşmektedir. Bu çalışmada bina cephelerinde tasarlanacak farklı pencere ve gölgeleme elemanı kombinasyonlarının bina enerji (ısıtma, soğutma ve aydınlatma) ihtiyaçları üzerindeki etkisi incelenmiştir. Aynı yüzey alanına ve farklı biçim faktörlerine (en/boy oranı) sahip pencereler ile farklı açı ve uzunluktaki gölgeleme elemanlarına ait cephe senaryoları dikkate alınmıştır. Gölgeleme elemanı açısının toplam (ısıtma, soğutma ve aydınlatma) enerji ihtiyaçları üzerindeki etkisini farklı pencere biçim faktörleri üzerinden değerlendirebilmek için 0,60 m uzunluktaki örnekler üzerinden elde edilen sonuçlar Şekil 8'de grafik olarak ifade edilmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

Şekil 8'e göre en yüksek enerji ihtiyaçları 2/1 oranına sahip pencerelerle tasarlanan cephelerde gerçekleşmektedir.

- Gölgeleme elemanı uzunluğunun 0,60 m olarak kabul edildiği durumda en yüksek toplam enerji ihtiyacı 60° açığa sahip durumda gerçekleşmektedir. Bu durumun %61,5'i ısıtma, %14,6'sı soğutma ve %23,8'i aydınlatma ihtiyacından kaynaklanmaktadır.
- Sadece ısıtma ve soğutma yükleri dikkate alınarak boyutlandırılmaları durumunda iç ortama nüfuz eden doğal ışığı da engelledikleri için aydınlatma yüklerinin de artmasına



Şekil 8.
0,60 m Uzunluktaki Güneş Kırıcı ve Pencere Senaryolarına Ait Toplam Enerji İhtiyaçları

neden olmaktadır. Buradan hareketle hesaplamalarda ısıtma, soğutma ve aydınlatmada yıl boyu sağlanacak fayda-zarar durumları tespit edilerek uygun ölçü belirlenmelidir.

- Soğutma yüklerinden tasarruf etmek amacıyla kullanılan güneş kırıcıların doğal ışık sağlayan pencerelerin günışığı alma potansiyelini zayıflattığı göz önünde bulundurulursa yıl boyu sağlanacak fayda zarar durumları değerlendirilerek boyutlandırılmaları uygun olacaktır.

Mevcut çalışma ileriki aşamada farklı yönlerde (özellikle doğu ve batı) ve farklı iklim bölgelerinde gölgeleme elemanı kullanımının enerji etkin bina tasarımındaki etkilerinin değerlendirilmesi amacıyla genişletilebilir.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkıları: Fikir –B.B.E.; Tasarım – B.B.E.; Denetleme – B.B.E.; Veri Toplanması ve/veya İşlemesi – G.O., E.N.Y.; Analiz ve/veya Yorum – G.O., E.N.Y.; Literatür Taraması – B.B.E, G.O., E.N.Y.; Yazıyı Yazan – B.B.E.; Eleştirel İnceleme – B.B.E.

Çıkar Çatışması: Yazarlar, çıkar çatışması olmadığını beyan etmişlerdir.

Finansal Destek: Yazarlar, bu çalışma için finansal destek almadıklarını beyan etmişlerdir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Concept – B.B.E.; Design – B.B.E.; Supervision – B.B.E.; Data Collection and/or Processing – G.O., E.N.Y.; Analysis and/or Interpretation – G.O., E.N.Y.; Literature Review – B.B.E., G.O., E.N.Y.; Writing – B.B.E.; Critical Review – B.B.E.

Declaration of Interests: The authors declare that they have no competing interest.

Funding: The author declared that this study has received no financial support.

Kaynaklar

Akyıldız, N. A. (2020). Evaluation of sustainable traditional buildings in the context of energy efficiency and conservation. *International Journal of Research - Granthaalayah IJRG*, 8(4), 200–215.

- Amasyali, K., & El-Gohary, N. M. (2018). A review of data-driven building energy consumption prediction studies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 81, 1192–1205. [CrossRef]
- Bektaş Ekici, B., Akyıldız, N.A. (2021). Effect of Green Wall Systems on Building Heating and Cooling. In M. Dal (Ed.). *Architectural Sciences and Technology* (no. May, pp. 269–287). Livre de Lion.
- Cao, X., Dai, X., & Liu, J. (2016). Building energy-consumption status worldwide and the state-of-the-art technologies for zero-energy buildings during the past decade. *Energy and Buildings*, 128, 198–213. [CrossRef]
- Ceylan, Ö. (2019). *Gelişmiş Cephe Sistemlerinde Güneş Kontrolü: Ankara'daki Bir Ofis Binasında Performans Analizi* Özge Ceylan (Yüksek Lisans Tezi). Mimarlık Ana Bilim Dalı Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Changelog - Meteororm (en) (n.d.). Retrieved from <https://meteororm.com/en/changelog>.
- Chi, F., Wang, Y., Wang, R., Li, G., & Peng, C. (2020). An investigation of optimal window-to-wall ratio based on changes in building orientations for traditional dwellings. *Solar Energy*, 195, 64–81. [CrossRef]
- de Almeida Rocha, A. P., Reynoso-Meza, G., Oliveira, R. C. L. F., & Mendes, N. (2020). A pixel counting based method for designing shading devices in buildings considering energy efficiency, daylight use and fading protection. *Applied Energy*, 262, 114497. [CrossRef]
- Feng, F., Kunwar, N., Cetin, K., & O'Neill, Z. (2021). A critical review of fenestration/window system design methods for high performance buildings. *Energy and Buildings*, 248, 111184. [CrossRef]
- Ghosh, A., & Neogi, S. (2018). Effect of fenestration geometrical factors on building energy consumption and performance evaluation of a new external solar shading device in warm and humid climatic condition. *Solar Energy*, 169, 94–104. [CrossRef]
- Lai, K., Wang, W., & Giles, H. (2017). Solar shading performance of window with constant and dynamic shading function in different climate zones. *Solar Energy*, 147, 113–125. [CrossRef]
- Li, Q., Zhang, L., Zhang, L., & Wu, X. (2021). Optimizing energy efficiency and thermal comfort in building green retrofit. *Energy*, 237, 121509. [CrossRef]
- Mangkuto, R. A., Rohmah, M., & Asri, A. D. (2016). Design optimisation for window size, orientation, and wall reflectance with regard to various daylight metrics and lighting energy demand: A case study of buildings in the tropics. *Applied Energy*, 164, 211–219. [CrossRef]
- Monteiro, H., Freire, F., & Soares, N. (2021). Life cycle assessment of a south European house addressing building design options for orientation, window sizing and building shape. *Journal of Building Engineering*, 39, 102276. [CrossRef]
- Ossen, D. R., Hamdan Ahmad, M., & Madros, N. H. (2005). Optimum overhang geometry for building energy saving in tropical climates. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 4(2), 563–570. [CrossRef]
- Raimundo, A. M., Saraiva, N. B., & Oliveira, A. V. M. (2020). Thermal insulation cost optimality of opaque constructive solutions of buildings under Portuguese temperate climate. *Building and Environment*, 182, 107107. [CrossRef]
- Sameti, M., & Jokar, M. A. (2017). Numerical modelling and optimization of the finite-length overhang for passive solar space heating. *Intelligent Buildings International*, 9(4), 204–221. [CrossRef]
- Yazdani, H., & Baneshi, M. (2021). Building energy comparison for dynamic cool roofs and green roofs under various climates. *Solar Energy*, 230, 764–778. [CrossRef]
- Zhao, J., & Du, Y. (2020). Multi-objective optimization design for windows and shading configuration considering energy consumption and thermal comfort: A case study for office building in different climatic regions of China. *Solar Energy*, 206, 997–1017. [CrossRef]