

Reducing Annual Heating Energy Consumption of A Building By The Sunspace Application

Huseyin Enes Halitoglu (Corresponding author)
Department of Mechanical Engineering,
Yildiz Technical University, Istanbul/Turkey
E-mail: e.halitoglu@gmail.com

Derya Burcu Ozkan
Department of Mechanical Engineering,
Yildiz Technical University, Istanbul/Turkey
E-mail: tumer@yildiz.edu.tr

Abstract

In recent years, renewable energy sources and correspondingly the use of passive solar energy systems in buildings have gained importance. This study focuses on the reduction of the annual heating energy consumption of a building located in Istanbul by the application of sunspace as a passive solar heating system. At the beginning of the study, the heating and cooling energy consumptions of the reference building was determined. In the next step, the effects of the sunspace that designed on the southern facade of the reference building, to the heating and cooling energy consumptions were analyzed on a monthly basis by the IES<VE> program. The glass surfaces of the designed sunspace consist of double glazing filled with argon, which can provide heat control. The area in which the sunspace and the heated environment are adjacent is also made of the same type of glass. After the application of the sunspace designed with these conditions, the annual heating energy consumption of the building has been reduced from 4,6708 MWh to 3,0876 MWh and a saving of 33,8% has been achieved. Although sunspace can save considerable amount of heating energy consumption on cold winter days, overheating problem occurs in summer period. In order to prevent this problem and also prevent solar radiation enter to the sunspace, the curtains were used as a shading element on the roof of sunspace. With this application, the extra cooling energy consumption was reduced, but still was very high compared to the first case. At the final step, the same shading element was applied to all glazed surfaces of the sunspace and the increase in cooling energy consumption was largely eliminated.

Keywords: Heating load, Cooling load, Sunspace, Solar energy, Simulation program

DOI: 10.7176/JSTR/5-2-26

Binalarda Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacının Kış Bahçesi Kullanılarak Azaltılması

Özet

Yenilenebilir enerji kaynakları ve buna bağlı olarak pasif güneş enerjisi sistemlerinin binalarda kullanımı son yıllarda önem kazanmıştır. Bu makale İstanbul'da bulunan bir binanın yıllık ısıtma ihtiyacının bir pasif ısıtma sistemi olan kış bahçesi uygulaması ile azaltılması üzerine odaklanmıştır. Bu makalede öncelikle referans binanın ısıtma ve soğutma yükü belirlenmiştir. Sonraki adımda referans binanın güney cephesinde tasarlanan kış bahçesinin ısıtma ve soğutma yüküne etkileri aylık olarak IESVE programı ile analiz edilmiştir. Tasarlanan kış bahçesinin cam yüzeyleri ısı kontrolü sağlayabilen argon ile doldurmuş çift camdan oluşmaktadır. Kış bahçesi ile ısıtılan ortamın bitişik olduğu yapı ise yine aynı cam tipinden oluşmaktadır. Bu şartlar ile tasarlanmış olan kış bahçesi uygulamasından sonra binanın yıllık ısıtma yükü 4,6708MWh değerinden 3,08MWh değerine düşürülerek %33,8'lik bir tasarruf elde edilmiştir. Kış

bahçesi ile kış aylarında ısıtma yükünden önemli ölçüde tasarruf sağlanabilmesine karşın yaz aylarında aşırı ısınma problemi oluşmaktadır. Bu problemin önüne geçebilmek için kış bahçesinin ilk olarak sadece çatı kısmına güneş ışınımının kış bahçesine girmesine engel olan perdeler gölgeleme elemanı olarak kullanılmıştır. Bu durumda aşırı ısınma etkisi ile yaz aylarında meydana gelen ekstra soğutma yükünün önüne geçilmiştir. Daha sonraki adımda kış bahçesinin tüm yüzeylerine aynı gölgeleme elemanı uygulanmıştır ve soğutma enerji tüketimindeki artış büyük ölçüde ortadan kaldırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Isıtma yükü, Soğutma yükü, Kış bahçesi, Güneş enerjisi, Simülasyon programı

1.Giriş

Türkiye’de ve dünyada toplam nüfus her geçen gün artmakta ve bu nüfus artışı beraberinde daha fazla enerji ihtiyacı getirmektedir. Enerji talebindeki bu artış binalardaki enerji tüketimlerini artırmakta ve bizleri enerjiyi verimli kullanma konusunda daha bilinçli davranmaya zorlamaktadır. Binaların ısıtılması ve soğutulmasında kullanılan enerji miktarları toplam tüketilen enerjinin oldukça büyük bir bölümünü oluşturmaktadır[1]. Türkiye’de binalarda kaynak olarak kullanılan enerjinin %49’u doğalgaz, %22’si elektrik ve %11’i kömür iken güneş enerjisi sadece %2’lik bir kullanım oranına sahiptir[2]. Buradan açıkça anlaşılacağı üzere Türkiye’de binalarda yenilenebilir enerji kaynakları kullanıma öncelik verilmesi gerekmektedir. Fosil yakıtların bu denli yoğun kullanılması sera gazı salınımları sebebiyle çevreyi ve ekolojik dengeyi kötü etkilemektedir. Bu sebeple son zamanlarda binalarda enerji tüketimini azaltmak ve yenilenebilir enerji kaynaklarını daha fazla kullanmak öncelik konusu olmuştur. Yenilenebilir enerji kaynaklarının önem kazanmasının bir diğer sebebi ise fosil kaynakların sınırlı oluşudur. Binalarda özellikle ısıtma ihtiyacının yenilenebilir enerji kaynakları ile karşılanması bu sebeple önemli bir fırsat olmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarına odaklanırken ısıl konfor şartları göz önünde bulundurulmalıdır. Bir binanın ana görevi, içerisinde yaşayanların sağlıklı bir hayat sürdürebilmeleri için gerekli olan iç ortam şartlarını sağlamaktır[3].

Türkiye güneş enerjisi anlamında yüksek bir potansiyele sahiptir. Türkiye’nin yıllık toplam güneşlenme süresinin 2741 saat, günlük ortalama güneşlenme süresinin 7,5 saat, yıllık toplam güneş enerjisinin 1527 kWh/m²yıl, günlük ortalama güneş enerjisinin 4,18 kWh/m²yıl olduğu tespit edilmiştir[4]. Bu bilgiler ışığında ülkemizde bina ısıtmasında güneş enerjisinden yararlanmanın önemli kazançlar sağlayacağı açıktır.

Güneş enerjisinin binalarda ısıtma, soğutma, aydınlatma ve elektrik üretimi amacıyla en çok kullanılan yenilenebilir enerji kaynağı olduğu söylenebilmektedir ve güneş enerjisinin binalarda kullanımı aktif ve pasif güneş enerjisi sistemleri olarak sınıflandırılmaktadır[5]. Pasif güneş sistemleri ise kendi içinde birçok uygulama şekline sahiptir. Bu sistemlerden bir tanesi olan kış bahçesi, güneş enerjisini toplayan, depolayan ve bitişinde bulunan alanın ısınmasını sağlayan bir uygulamadır.

Kış bahçesi ile ilgili literatürde bazı çalışmalar mevcuttur; Bakos ve Tsagas (2000), Yunanistan’ın kuzey bölgesinde bulunan bir konut için kış bahçesi analizi gerçekleştirmişlerdir. Bu analiz ile kış bahçesinin, binanın yıllık ısıtma yükünün %82’sini karşıladığını göstermişlerdir[6]. Demirbilek ve arkadaşları (2003), Antalya’da bulunan Antalya Ulusal Gözlemevi binasında, kış bahçesinde kullanılan saydam örtü miktarının değiştirilmesi, yaz aylarında gölgeleme elemanlarının kullanılması ve havalandırma yapılması gibi durumlar için binanın ısıl performansını incelemişlerdir[7]. Kartal ve Chousein (2016), Yunanistan’da bulunan 40 farklı binanın yenilenebilir enerji kaynaklarından ve kış bahçesinden yararlanma oranlarını incelemişlerdir[8]. Mottard ve arkadaşları (2007), kış bahçesi gibi yüksek oranda camlı alanlar için termal simülasyon modeli geliştirmişler ve simülasyon sonuçlarını deneysel sonuçlar ile karşılaştırmışlardır[9]. Mihalakakou ve arkadaşları(2000), kış bahçesi parametrelerini Atina, Milano, Dublin ve Floransa şehirleri için analiz etmişlerdir. Kış bahçesi için en yüksek iç mekan sıcaklığının Atina’da bulunan kış bahçesinde elde edildiğini göstermişler ve güney cepheye bakan kış bahçesinin diğer cephelere bakan kış bahçesinden daha iyi sonuçlar verdiğini ortaya koymuşlardır[10]. Mihalakkou (2002) bu çalışmayı Atina ve Milano şehirlerinde bulunan kış bahçelerinde aşırı ısınmanın nasıl engellenebileceği konusundaki çalışmasıyla devam ettirmiştir. Yaz aylarında pasif soğutma olarak gömülü boru kullanımı, gölgeleme elemanı kullanımı ve gece havalandırma yapılması durumlarını karşılaştırmıştır. Çalışmanın sonunda ise üç sistemi aynı anda kullanıp yaz aylarında pasif soğutma etkisinin meydana geldiğini ortaya koymuştur.[19]. Rempel ve arkadaşları (2013), Pasifik Kuzeybatı bölgesi için kış bahçesi uygulamasının verimli olup olmadığına yönelik çalışmalar yapmışlardır[11]. Rempel ve arkadaşları(2016) bir başka çalışmada Pasifik kuzeybatı bölgesinde bulunan kış bahçeleri için termal kütle etkisini incelemişlerdir. Termal kütle elemanlarından kaynaklı olarak ısıtılan ortamın akşam saatlerinde ortalama sıcaklığında artış gözlemişlerdir[21]. Owrak ve arkadaşları(2015), İran’da bulunan bir bina için kış bahçesi ile birlikte termal depolama elemanı kullanmanın enerji maliyetleri üzerindeki etkisini incelemişlerdir.

Çalışmalarında %87'ye varan tasarruflar elde edildiğini göstermişlerdir[12]. Bataineh ve arkadaşları (2011), yaptıkları çalışmada, Ürdün'de bulunan bir oda için kış bahçesi uygulamasının ısı performansını incelemiştir. Opak yüzeylere kıyasla cam yüzey oranlarını artırdıklarında ısıtma yükünün daha da azaldığını gözlemlemişlerdir. Kış aylarında ısıtma yükünden toplamda %42 oranında tasarruf sağlamışlardır[13]. Sanchez-Ostiz ve arkadaşları(2014), endüstriyel uygulamalar için güney cam cephesi, standart kış bahçesi ve ısı depolama elemanına sahip kış bahçesi uygulamaları üzerine çalışmışlardır. Yaptıkları çalışmada ısı depolama elemanı bulunan kış bahçelerinin diğer iki uygulamaya göre daha iyi sonuç verdiğini gözlemlemişlerdir[14]. Ignjatovic ve arkadaşları (2015), Belgrad'da bulunan bir konut için kış bahçesi uygulamasını incelemiştir. Kış bahçesinin cam açıklığı ve cam yüzeylerin gölgeleme alanlarındaki değişimler üzerinden 6 farklı senaryonun analizini gerçekleştirmişlerdir[15]. Monge-Barrio ve arkadaşları (2015), İspanya için kış aylarında önemli bir enerji tasarruf elemanı olan kış bahçesinin yaz aylarında meydana getirdiği aşırı ısınma etkisini incelemiştir. Çeşitli havalandırma ve gölgeleme elemanlarının kullanımı sayesinde aşırı ısınma etkisinin önüne geçilebileceğini ve hatta yaz aylarında soğutma yükünden tasarruf edilebileceğini göstermişlerdir[16]. Hilliaho ve arkadaşları (2016), yaptıkları çalışmada Finlandiya'da bulunan ve kış bahçesi gibi çalışan 22 balkonun ekstra bir ısıtıcı olmadan ısınabilme ve bu ısıyı tutabilme durumunu incelemiştir. Cam cepheye sahip olan balkonların cam cepheye sahip olmayan balkonlara göre daha fazla ısındığını gözlemlemişlerdir[17]. Chiesa ve arkadaşları (2017), Orta ve Doğu Avrupa'da bulunan ve farklı iklimsel verilere sahip 50 farklı lokasyon için kış bahçesinin ısıtma yükünden ne kadar tasarruf sağlayabileceğini araştırmışlardır. Buna ek olarak yaz döneminde kış bahçesinin sebep olduğu ilave soğutma yükünün gölgeleme elemanları ile nasıl azaltılabileceği konusuna değinmişlerdir[18]. Oliveti ve arkadaşları(2012), yaptıkları çalışmada İtalya'nın bazı bölgeleri için kış bahçesinin ısı performansını, kış bahçesinin uygulandığı yöne, kış bahçesinin optik özelliklerine, opak yüzeylerin termal kapasitesine, gölgelendirme ve havalandırma değerlerine bağlı olarak analiz etmişlerdir[20].

Literatürdeki çalışmalarda kış bahçesi ile bitişik olduğu alan arasında bulunan yapı elemanı genel olarak opak ve masif duvar elemanı olarak seçilmiştir. Bazı çalışmalarda ise opak duvar belirli bir oranda cam yüzeye sahip olacak şekilde seçilmiştir. Bu çalışmada diğer çalışmalardan farklı olarak, kış bahçesi ile bitişik olduğu duvar elemanı ısı kontrolü sağlayabilen tamamen cam yüzeyden seçilmiştir ve ısı kütle etkisinden farklı olarak güneş ısı toplam geçirgenliği etkisinin ısıtma ve soğutma yüküne etkisi incelenmiştir.

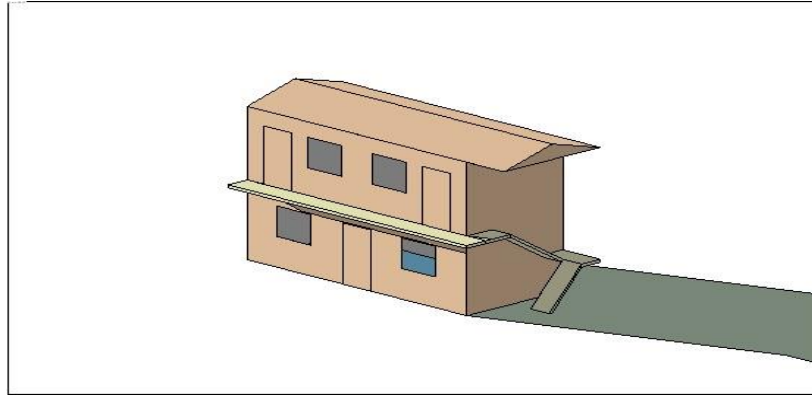
2. Materyal ve Metot

Bu çalışma İstanbul Davutpaşa' da bulunan 22 m² taban alanına ve 5m yüksekliğe sahip referans binanın ısıtma yükünün kış bahçesi ile azaltılmasını amaçlamaktadır. Çalışmada ilk olarak referans bina, IES<VE> programında bulunan ModelIT modülü vasıtasıyla üç boyutlu olarak modellenmiştir. Sonrasında referans binaya ait ısıtma ve soğutma yükleri hesaplanmış ve kış bahçesi uygulaması ile ısıtma ve soğutma yükündeki değişimler incelenmiştir. Yaz aylarında meydana gelen aşırı ısınma etkisinin önüne geçilmeye çalışılmıştır.

Referans binanın orijinal şekli ve referans binanın üç boyutlu modeli Şekil 1 ve Şekil 2'deki gibidir.



Şekil1.Referans Bina Orijinal Hali[22]



Şekil2. Referans Bina Modeli

Referans binada dış duvarlar 70mm iç sıva, 1,25mm PVC lambiri, 40mm stropor, 30x50x1,2mm kutu profil, 0,5mm çelik sac, 50mm XPS, 1mm polipropilen nem bariyeri ve 2mm plastik kaplamadan oluşmaktadır. Tavan ise 0,5mm galvaniz sac, 80mm cam yünü, 30x50x1,2 mm kutu profil, 1,25mm PVC lambiri, 20mm XPS ve 2mm plastik kaplama yapı bileşenlerine sahiptir. Referans binanın döşemesi ise 5mm marley, 16mm betopan, 40x80x2mm kutu profil ve 300mm beton bileşenlerine sahiptir. Referans binada ayrıca 0,9x1,95 ölçülerine sahip üç adet kapı ve 1,11x1 ölçülerine sahip dört adet pencere bulunmaktadır [23]. Tüm bu ısı kaybeden yüzeylerin U değerleri ise Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo1. Referans Bina U Değerleri

Yapı Bileşeni	U değeri (W/m ² K)
Dış Duvar	0,34
Tavan	0,34
Döşeme	0,87
Kapılar	4
Pencereler	2,8

Binada ısıtma yükü hesaplanırken, binada ısı kaybeden yüzeylerden oluşan ısı kayıpları hesaplanmıştır. Söz konusu ısı kayıpları iletim yoluyla ve hava sızıntısı yoluyla meydana gelmektedir. Isı kaybı hesaplaması yapılırken iki türlü oluşan kayıp hesaba katılmıştır ve hesaplamalarda (1) ve (2) eşitlikleri kullanılmıştır[24].

$$Q_{iletim}=UxAx\Delta T \text{ (kW)}$$

(1)

$$Q_{sızıntı}=1,2xVx\Delta T \text{ (kW)}$$

(2)

Q_{iletim} : İletimle olan ısı kaybı

$Q_{sızıntı}$: Hava sızıntısı ile olan ısı kaybı

U: Isı geçirgenlik katsayısı

A: Isı kaybeden yüzeylerin alanı

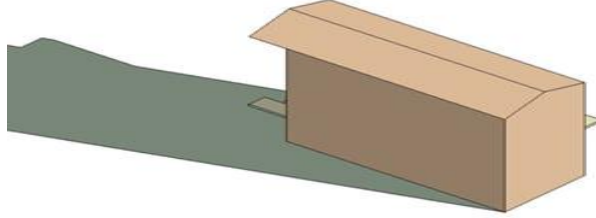
ΔT : İç ve dış ortam sıcaklık farkı

V: Hava debisi

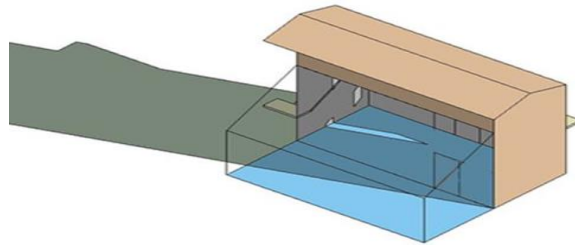
IES<VE> paket programında bulunan Apache modülü İstanbul iklim verileri için toplam ısıtma ve soğutma yükünden hareketle ısıtma ve soğutma için enerji ihtiyacını simüle ederek saatlik olarak sonuç verebilmektedir. Soğutma yükü hesaplanırken ısı kazançlar hesaba katılmıştır. Isıl kazançlar iç kazançlar ve dış cephelerden oluşan ısı kazançlar olarak ikiye ayrılmaktadır. İç ısı kazançlar; insanlardan kaynaklanan metabolik ısı kazançları, sıcak su sisteminden kaynaklanan ısı kazançları, pişirme işleminden kaynaklanan ısı kazançları, aydınlatma sisteminden kaynaklanan ısı kazançları ve binalarda kullanılan muhtelif elektrikli cihazlardan kaynaklanan ısı kazançları kapsamaktadır[25]. Dış cephelerden gelen ısı kazanç ise, binalarda güneş kaynaklı iletim ve radyasyon yolu ile oluşan ısı kazançtır ve büyük ölçüde cam yüzeylerden kaynaklanmaktadır [24]. IES<VE> Suncast modülü ile tanımlanmış olan iklim

bölgesi için güneş radyasyonundan dolayı oluşan ısı kazançlar hesaplanmıştır. Ortamda oluşan diğer ısı kazançlar ise hesaplanarak programa tanımlanmıştır.

İlk olarak ısıtma yükü ile ilgili iyileştirmeler sağlayabilmek amacıyla binanın güney cephesinde olacak şekilde bir kış bahçesi tasarımı yapılmıştır. Kış bahçeleri içinde yaşanabilen sıcak hava topacları şeklinde tanımlanabilen ısıtılmayan ve genellikle güneğe yönlendirilmiş camın yoğun olarak kullanıldığı mekanlardır[26]. Referans binaya kış bahçesi ModelIT modülü üzerinden modellenmiştir.

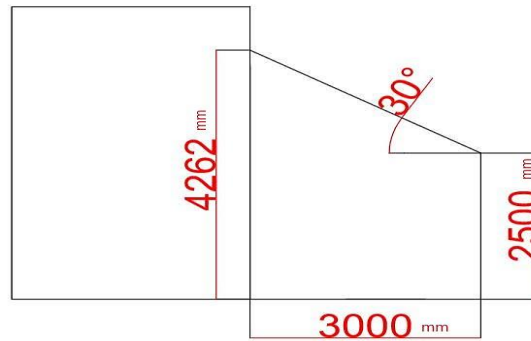


Şekil 3. Referans Bina Güney Cephesi



Şekil 4. Referans Binaya Kış Bahçesi Eklenmiş Durum

Yeni tasarlanan kış bahçesi tamamen cam yüzeyden oluşmaktadır. 3m genişliğe ve 30° 'lik bir çatı eğimine sahiptir. Kış bahçesi ile evin bitişik olduğunu oda da yine kış bahçesi ile aynı özelliklere sahip camdan oluşmaktadır. Kış bahçesinde 8mm-16mm-8mm konfigürasyonuna sahip çift cam kullanılmıştır ve ısı yalıtımlı alüminyum çerçeveye sahiptir. İlk katman 8 mm cam ultra clear olarak seçilmiş ve 16mm boşluk Argon ile doldurulmuştur. Son katman olan 8mm cam ise Low-e kaplamalı cam olarak seçilmiştir. Bu sayede hem U değeri istenilen seviyelerde 1,1 W/m²K değerinde tutulmuş hem de güneş enerjisi toplam geçirgenliği %63 gibi yüksek seviyelere ulaşmıştır.



Şekil 5. Tasarlanan Kış Bahçesinin Ölçüleri

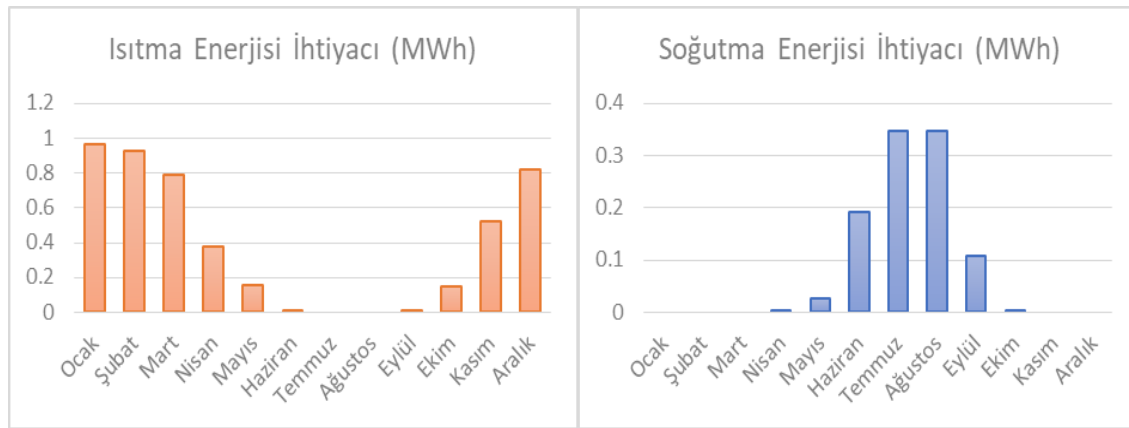
Low-e özellikli camlar güneşin ışınım enerjisinin içeri girmesine olanak tanırken, odanın sıcak olmasından dolayı oluşan uzun dalgalı ışınımın ise kaçmasını engelleyici şekilde etki etmektedir. Low-e kaplamaya sahip camlar ısınmın büyük bir bölümünün içeride kalmasını sağladığı için ısı kontrolünde kullanılmaktadır[3]. Camların ısı konfor etkileri yaz ve kış aylarında farklılık göstermektedir. Kış etkisi

büyük ölçüde U değerine ve dış sıcaklık ile ilişkili olan pencerenin iç yüzey sıcaklığına bağlıken, yaz etkisi ise pencerenin iç yüzey sıcaklığına ve iletilen güneş ışınımının kombinasyonuna bağlı olmaktadır[27].

Yaz aylarında meydana gelen aşırı ısınmanın önüne geçebilmek için, ilk olarak, kış bahçesinin saydam olan çatısına güneş ışınlarının içeri girmesini engelleyecek gölgeleme elemanı yerleştirilmiştir. Gölgeleme elemanı iç yüzeyden değil dış yüzeyden yerleştirilmiştir. Kış bahçelerinde aşırı ısınmanın önüne geçebilmek için kullanılan gölgeleme elemanlarının dış yüzeyden yerleştirilmesi iç yüzeyden yerleştirilmesine kıyasla daha verimlidir çünkü güneş ışınları içeriye girmeden engellenmektedir [19]. Daha sonra kış bahçesinin cam olan bütün yüzeylerine aynı gölgeleme elemanı uygulanmıştır. Böylelikle kış bahçesinin yanal alanları ve ön cepesinde gelen güneş ışınları da engellenmiştir.

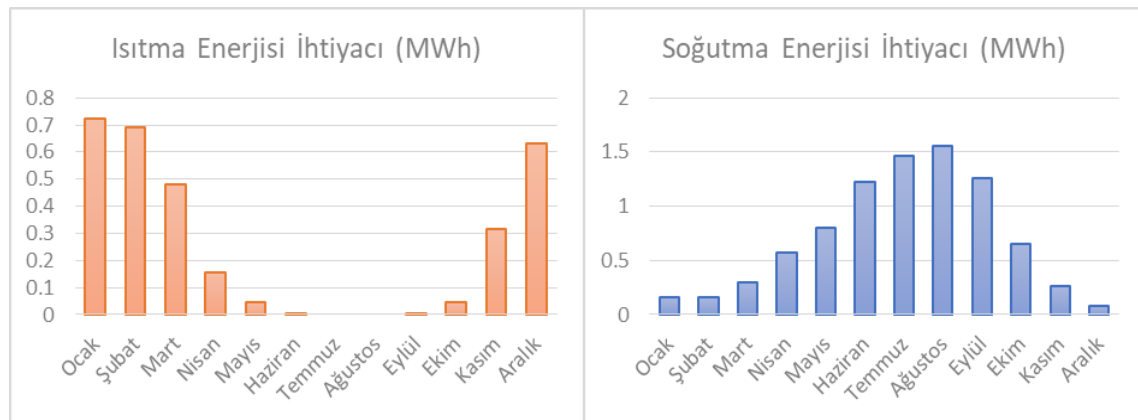
3. Sonuç

Referans bina için aylık olarak ısıtma ve soğutma enerjisi ihtiyaçları Şekil6'daki gibi olmaktadır.



Şekil 6. Referans binanın aylık olarak ısıtma ve soğutma enerjisi ihtiyaçları

İstanbul'da özellikle Ocak ve Şubat aylarında aylık toplam ısıtma enerjisi ihtiyacı 1MWh değerlerine yaklaşmaktadır. Mart ayı ise geçiş mevsimi olmasına rağmen ısıtma enerjisi ihtiyacının yüksek olduğu bir geçiş mevsimi dönemidir. Soğutma enerjisi ihtiyacı ise beklendiği gibi Temmuz ve Ağustos aylarında en yüksek değerlerine ulaşmaktadır. İstanbul'da bulunan referans bina için yıllık toplam ısıtma enerjisi ihtiyacı 4,6708MWh olurken yıllık toplam soğutma enerjisi ihtiyacı ise 1,0181MWh olmaktadır. Referans binaya kış bahçesi eklendikten sonra ısıtma ve soğutma enerjisi ihtiyaçları Şekil 7'deki gibi olmaktadır.



Şekil 7. Kış Bahçesi eklendikten sonra binanın ısıtma ve soğutma enerjisi ihtiyaçları

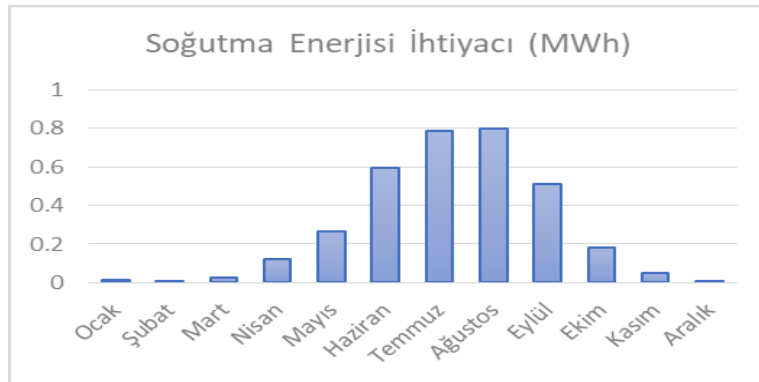
Kış bahçesi eklendikten sonra binanın ısıtma enerjisi ihtiyacı 3,0876MWh değerine gelmektedir. Kış aylarında ısıtma enerjisi ihtiyacında % 33,8'lik bir azalma meydana gelmektedir. Ancak kış bahçesi özellikle yaz aylarında aşırı ısınmaya gittiğinden soğutma enerjisi ihtiyacı referans binaya göre artmakta ve 8,4922MWh değerine gelmektedir. Bu değer referans binanın soğutma enerjisi ihtiyacına kıyasla

oldukça yüksek bir değer olduğu düşünülmektedir. Bu artışa yaz aylarında kış bahçesinde meydana gelen aşırı ısınma sebep olmaktadır. Bu durumun yaz aylarında ekstra soğutma yüküne sebep olmaması adına engellenmesi gerekmektedir. Referans binanın ve kış bahçesi eklenmiş olan yeni tasarımın aylık olarak ısıtma soğutma enerjisi ihtiyaçları Tablo 2’de verildiği gibidir.

Tablo2. Referans Bina ve Kış Bahçeli Bina İçin Aylık Bazda Soğutma ve Isıtma Enerjisi İhtiyaçları

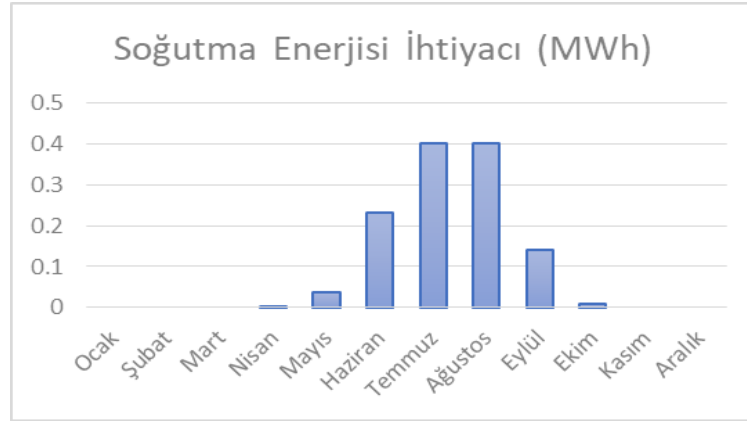
	Referans Bina Isıtma Enerjisi İhtiyacı (MWh)	Referans Bina Soğutma Enerjisi İhtiyacı (MWh)	Kış Bahçeli Bina Isıtma Enerjisi İhtiyacı (MWh)	Kış Bahçeli Bina Soğutma Enerjisi İhtiyacı (MWh)
Ocak	0,9608	0	0,7212	0,1624
Şubat	0,9208	0	0,6926	0,1568
Mart	0,7892	0	0,4791	0,2942
Nisan	0,3701	0,0005	0,1558	0,5716
Mayıs	0,15	0,0259	0,0451	0,8013
Haziran	0,0023	0,1903	0,0002	1,2282
Temmuz	0	0,3462	0	1,4659
Ağustos	0	0,3447	0	1,5550
Eylül	0,0039	0,1077	0,0003	1,2585
Ekim	0,143	0,0028	0,0469	0,6547
Kasım	0,5156	0	0,3156	0,2665
Aralık	0,8151	0	0,6308	0,0771
Toplam	4,6708	1,0181	3,0876	8,4922

Kış bahçesinin çatısına gölgeleme elemanı yerleştirildiğinde aylık olarak soğutma enerjisi ihtiyacı Şekil 8’de verildiği gibi olmaktadır.



Şekil 8. Kış bahçesinin çatısına gölgeleme elemanı eklendiğinde soğutma enerjisi ihtiyacı

Kış bahçesinin çatısına eklenen gölgeleme elemanı sayesinde kış bahçeli durum için soğutma enerjisi ihtiyacı 8,4922MWh değerinden 3,3662MWh değerine düşmektedir. Ancak bu değer referans binanın soğutma enerjisi ihtiyacı olan 1,0181MWh değeri ile kıyaslandığında hala çok yüksek olmaktadır. Aşırı ısınma etkisinin daha etkin bir biçimde engellenebilmesi için kış bahçesinin cam olan bütün yüzeylerine gölgeleme elemanı eklenmiştir. Bu durumda aylık olarak soğutma enerjisi ihtiyacı Şekil 9’da verildiği gibi olmaktadır.



Şekil 9. Kış bahçesinin tüm cam yüzeylerine gölgeleme elemanı eklendiğinde soğutma enerjisi ihtiyacı

Kış bahçesinin cam olan tüm yüzeylerine gölgeleme elemanı eklendiğinde yaz aylarında meydana gelen aşırı ısınma etkisinin büyük ölçüde önüne geçilmiştir. Bu durumda yıllık soğutma enerjisi ihtiyacı 1,2199 MWh değerlerine kadar düşmektedir. Referans binanın, kış bahçesi eklenmiş olan yeni tasarımın ve çatı ile tüm kış bahçesinin tüm cam yüzeylerine gölgeleme elemanı eklenmiş olan tasarımın aylık olarak soğutma enerjisi ihtiyaçları Tablo 3'te verildiği gibidir.

Tablo3. Soğutma Enerjisi İhtiyaçları

	Referans Bina Soğutma Enerjisi İhtiyacı (MWh)	Kış Bahçeli Bina Soğutma Enerjisi İhtiyacı (MWh)	Çatıda Gölgeleme Olan Kış Bahçeli Bina Soğutma Enerjisi İhtiyacı (MWh)	Tüm Yüzeylerde Gölgeleme Olan Kış Bahçeli Bina Soğutma Enerjisi İhtiyacı (MWh)
Ocak	0	0,1624	0,0165	0
Şubat	0	0,1568	0,0106	0
Mart	0	0,2942	0,0262	0
Nisan	0,0005	0,5716	0,1211	0,0028
Mayıs	0,0259	0,8013	0,2656	0,0358
Haziran	0,1903	1,2282	0,5935	0,2329
Temmuz	0,3462	1,4659	0,7849	0,4006
Ağustos	0,3447	1,5550	0,7974	0,4001
Eylül	0,1077	1,2585	0,5123	0,1401
Ekim	0,0028	0,6547	0,1814	0,0076
Kasım	0	0,2665	0,0499	0
Aralık	0	0,0771	0,0068	0
Total	1,0181	8,4922	3,3662	1,2199

Tüm yüzeylere gölgeleme elemanı eklenmesiyle yıllık soğutma enerjisi ihtiyacındaki artış daha kabul edilebilir seviyelere indirilmiştir.

İstanbul kış aylarında ısıtma enerjisi ihtiyaçlarının yüksek olması ve solar radyasyondan yeteri kadar yararlanabilecek kadar güneşlenme süresine sahip olması sebebiyle kış bahçesi gibi bir pasif solar ısıtma sisteminin uygulanması için gayet uygun bir iklime sahiptir. Ancak yaz aylarında meydana gelen aşırı ısınma etkisine dikkat edilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada kış bahçesinin tüm cam yüzeylerine gölgeleme elemanı eklenmesi ile aşırı ısınma probleminin büyük ölçüde önüne geçilebildiği gösterilmiştir.

4. Teşekkür

Çalışmanın simülasyon ve analiz sonuçlarının elde edilmesinde lisanslı IES programını temin etmiş olmasından dolayı Mehmet Okumuş'a teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- [1] Manioğlu G. (2011). Enerji etkin tasarım ve yenileme çalışmalarının örneklerle değerlendirilmesi. Tesisat Mühendisliği., 128,35-47
- [2] 2000-2016 Türkiye Enerji Verimliliği Gelişim Raporu. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Yenilebilir Enerji Genel Müdürlüğü. 2018.
- [3] Ekici B.B. (2005). Soğuk iklimlerdeki binalarda pencere sistemlerinin enerji performansı. Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi., 17(3), 499-508
- [4] www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Gunes 28/12/2018
- [5] Demircan R.K., Gültekin A.B. (2017). Binalarda pasif ve aktif güneş sistemlerinin incelenmesi. Türk Bilim Araştırma Vakfı., 10(1),36-51
- [6] Bakos G.C., Tsagas N.F. (2000). Technology, thermal analysis and economic evaluation of a sunspace located in northern Greece. Energy and Buildings., 31,261-266
- [7] Demirbilek F.N., Yalçiner U.G., Ecevit A., Sahmalı D., İnanıcı M. (2003). Analysis of the thermal performance of a building design located at 2465 m: Antalya-Salikent National Observatory guesthouse. Building and Environment., 38,177-184
- [8] Kartal S., Chousein Ö. (2016). Utilization of renewable energy sources in bioclimatic architecture in Greece. World Journal of Engineering., 13,18-22
- [9] Mottard J.M., Fissore A. (2007). Thermal simulation of an attached sunspace and its experimental validation. Solar Energy., 81,305-315
- [10] Mihalakakou G., Ferrante A. (2000). Energy conservation and potential of a sunspace: sensitivity analysis. Energy Conversion & Management., 41,1247-1264
- [11] Rempel A.R., Rempel A.W., Cashman K.V., Gates K.N., Page C.J., Shaw B. (2013). Interpretation of passive solar field data with EnergyPlus models: Un-conventional wisdom from four sunspaces in Eugene, Oregon. Building and Environment., 60,158-172
- [12] Owrak M., Aminy M., Jamal-Abad M.T., Dehghan M. (2015). Experiments and simulations on the thermal performance of a sunspace attached to a room including heat-storing porous bed and water tanks. Building and Environment., 92,142-151
- [13] Bataineh K.M., Fayez N. (2011). Analysis of thermal performance of building attached sunspace. Energy and Buildings., 43,1863-1868
- [14] Sanchez-Ostiz A., Monge-Barrio A., Domingo-Irigoyen S., Gonzalez-Martinez P. (2014). Design and experimental study of an industrialized sunspace with solar heat storage. Energy and Buildings., 80,231-246
- [15] Ignjatovic D., Popovic M.J., Kavran J. (2015). Application of sunspaces in fostering energy efficiency and economical viability of residential buildings in Serbia. Energy and Buildings., 98,3-9
- [16] Monge-Barrio A., Sanchez-Ostiz A. (2015). Energy efficiency and thermal behaviour of attached sunspaces, in the residential architecture in Spain. Summer conditions. Energy and Buildings.,

108,244-256

- [17] Hilliaho K., Köliö A., Pakkala T., Lahdensivu J., Vinha J. (2016). Effects of added glazing on balcony indoor temperatures: Field measurements. *Energy and Buildings*, 128,458-472
- [18] Chiesa G., Simonetti M., Ballada G. (2017). Potential of attached sunspaces in winter season comparing different technological choices in Central and Southern Europe. *Energy and Buildings*, 138,377-395
- [19] Mihalakakou G., (2002). On the use of sunspace for space heating/cooling in Europe. *Renewable Energy*, 26,415-429
- [20] Oliveti G., Arcuri N., De Simone M., Bruno R. (2012). Solar heat gains and operative temperature in attached sunspaces. *Renewable Energy*, 39,241-249
- [21] Rempel A.R., Rempel A.W., Gates K.R., Shaw B. (2016). Climate responsive thermal-mass design for Pacific Northwest sunspaces. *Renewable Energy*, 85,981-993
- [22] Kıncay O., Akbulut U., Yörü Y., Açıkgöz Ö., Başkal A. (2010). Duvardan ısıtmalı yapılarda dış cephe kaplamasının ısı performansına etkisi. *Tesisat Mühendisliği*, Eylül/Ekim 2010,11-18
- [23] Başkal A., (2011). Duvardan ısıtmalı ve soğutmalı toprak kaynaklı ısı pompasının performansının incelenmesi. Postgraduate Thesis, Yıldız Technical University, Institute of Science and Technology, İstanbul
- [24] Hafizoğlu T., (2013). Binaların ısıtma soğutma enerji tüketimlerinin azaltılması. Postgraduate Thesis. Yıldız Technical University, Institute of Science and Technology, İstanbul
- [25] TS 825, Binalarda Isı Yalıtım Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, 2008.
- [26] Kartal S. (2009). Güneş mimarisi elemanlarının ısı verimlerinin Türkiye iklim şartları ve yapı konstrüksiyonları için hesaplanması. Doctoral Thesis. Trakya University, Institute of Science and Technology, Edirne
- [27] Huizenga C., Zhang H., Mattelaer P., Yu T., Arens E., Lyons P. (2006). Window Performance For Human Thermal Comfort. National Fenestration Rating Council. Berkeley, CA: Center for the Built Environment