

ÖRNEK BİR YAPININ İKLİMLENDİRİLMESİNDE GÜNEŞ ENERJİSİ KAYNAKLI ISI POMPASININ SİMÜLASYON TEKNİĞİ İLE İNCELENMESİ*

Bilsay Pastakkaya**

Dr.,

Uludağ Üniversitesi,
Orhangazi Meslek Yüksek Okulu,
Makine Programı, Bursa
bilsay@uludag.edu.tr

Kürşat Ünlü

Dr.,

Uludağ Üniversitesi,
Orhangazi Meslek Yüksek Okulu,
Gaz ve Tesisatı Teknoloji Programı, Bursa
kursat@uludag.edu.tr

Recep Yamankaradeniz

Prof. Dr.,

Uludağ Üniversitesi,
Mühendislik Fakültesi,
Makine Mühendisliği Bölümü, Bursa
recep@uludag.edu.tr

ÖZ

Bu çalışmada, dinamik simülasyon tekniği kullanılarak bir konfor odasının, yıl boyu ısıtma, soğutma ve sıcak su ihtiyacının güneş enerjisi ile karşılanması incelenmiştir. Çalışmada, TRNSYS programında oluşturulan ClimateWell-Solar Cooling v1.1 yazılımı kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, güneş enerjisi sisteminin, konfor odasının yıllık ısıtma, soğutma ve sıcak kullanım suyu ihtiyacının güneş enerjisi ile karşılanma oranları sırasıyla, %63, %99 ve %99 olarak hesaplanmıştır. Absorbsiyonlu ısı pompası sisteminin soğutma periyodu boyunca soğutma tesir katsayısının yıllık ortalama değerinin 0,27 olduğu görülmüştür. Güneş enerjisinin kullanımı ile sağlanan enerji tasarrufuna bağlı olarak yıllık toplam 1296 TL ekonomik tasarruf elde edildiği ve CO₂ salınımlarında 11974 kg'lık azalma sağlandığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Güneş enerjisi, simülasyon tekniği, ısı pompası, ısıtma-soğutma

INVESTIGATION OF A SOLAR HEAT PUMP FOR AIR CONDITIONING OF A BUILDING WITH SIMULATION TECHNIQUE

ABSTRACT

In this article, solar fraction of energy supply for the annual heating, cooling and domestic hot water requirement of a test room was investigated by using dynamic simulation technique. ClimateWell-Solar Cooling v1.1 build up with TRNSYS simulation programme was used in numerical analysis. The results showed that solar fraction of energy supply for the annual heating, cooling and domestic hot water of the test room are 63%, 99% and 99% respectively. It was obtained that annual average COP for cooling of the absorption system was 0,27 through the cooling period. 1296 TL economic savings and 11974 kg CO₂ savings were achieved annually by using solar energy.

Keywords: Solar energy, simulation technique, heat pump, heating-cooling

** İletişim Yazarı

Geliş tarihi : 01.06.2015

Kabul tarihi : 23.06.2015

* 8-11 Nisan 2015 tarihlerinde Makina Mühendisleri Odası tarafından İzmir'de düzenlenen 12. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi'nde sunulan bildiri, dergimiz için yazarlarınca makale olarak yeniden düzenlenmiştir.

Pastakkaya, B., Ünlü, K., Yamankaradeniz, R. 2015. "Örnek Bir Yapının İklimlendirilmesinde Güneş Enerjisi Kaynaklı Isı Pompasının Simülasyon Tekniği ile İncelenmesi," Mühendis ve Makina, cilt 56, sayı 666, s. 30-37.

1. GİRİŞ

Enerji kullanımına bağlı sorunların artışına paralel olarak, yenilenebilir enerji kaynaklı evsel ve endüstriyel enerji sistemlerinin kullanımına yönelik ilgi de her geçen gün artmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı çevresel ve sosyal açıdan önemli avantajlara sahip olsa da bu sistemlerin kurulum maliyetlerinin alternatiflerine göre yüksek oluşu bu sistemlerin kullanımının yaygınlaşması noktasında önemli bir sorun olmaktadır. Ayrıca günümüzde kullanılan geleneksel sistemlerin kurulumu ve işletimi için sahip olunan mevcut bilgi birikimi göz önüne alındığında, yenilenebilir enerji sistemlerinin tasarım ve uygulama noktasında güvenilirliği hala tartışma konusudur. Bu nedenle, söz konusu sistemlerin tasarım ve projelendirilmesinde gereken hesaplamaların doğru bir şekilde yapılması, hem sistemden sağlanacak katma değer artışı hem de sistemin güvenilirliği açısından büyük önem arz etmektedir. Uluslararası Enerji Ajansı tarafından gerçekleştirilen çalışmalar [1, 2] ve sistem tasarımları için sunulan rehber kaynaklar [3-6], yenilenebilir enerjinin kullanımının yaygınlaştırılması ve sistem ile ilgili araştırma-geliştirme faaliyetlerinin sağlanması konusunda önemli yararlar sağlamıştır. Ayrıca geliştirilen simülasyon programları [7] sayesinde birçok farklı yenilenebilir enerji sisteminin doğru şekilde projelendirilmesi mümkün olmaktadır. Konu ile ilgili yapılan uygulamalı araştırma çalışmalarında [8, 9], güneş enerjisi kaynaklı sistemlerin ısıtma ve soğutma amaçlı kullanımları deneysel olarak incelenerek, elde edilen sonuçlar ile farklı tasarımların hayata geçirilmesinde önemli katkılar sağlanmıştır.

Bu çalışmada, dinamik simülasyon tekniği kullanılarak Uludağ Üniversitesi Görükle yerleşkesinde inşa edilen bir konfor odasının [10] yıl boyu ısıtma, soğutma ve sıcak su ihtiyacının güneş enerjisi ile karşılanması incelenmiştir. Çalışmada, simülasyon işlemleri için TRNSYS [7] prog-

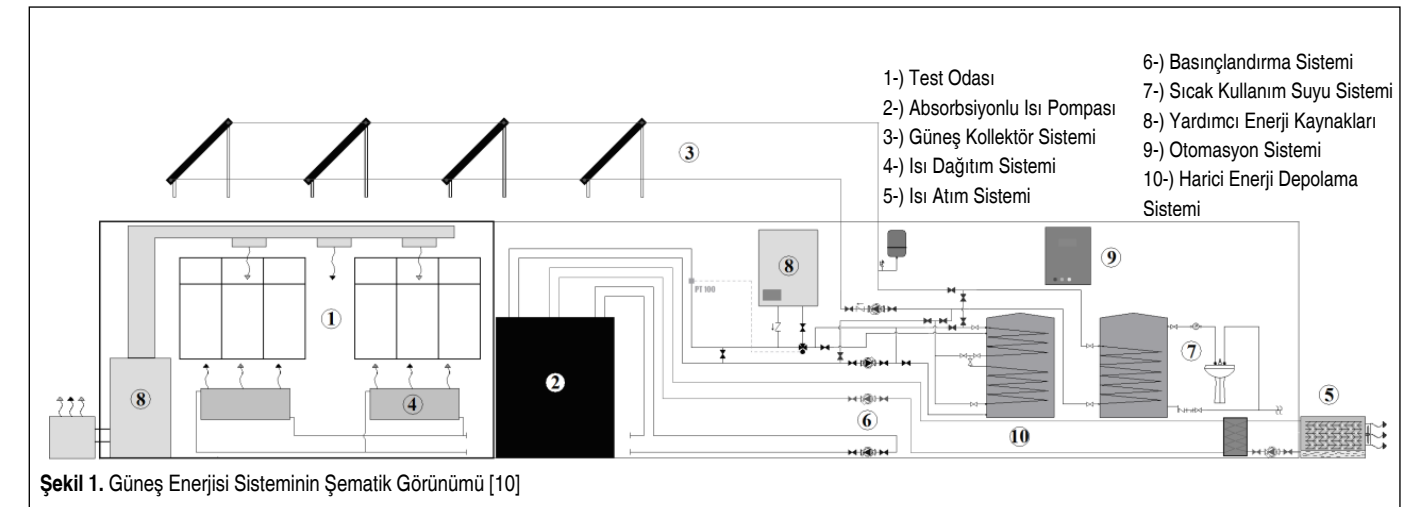
ramında oluşturulan ClimateWell-Solar Cooling v1.1 [11] yazılımı kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, güneş enerjisi kaynaklı sistemin, konfor odasının yıllık ısıtma, soğutma ve sıcak kullanım suyu ihtiyacının güneş enerjisi ile karşılanma oranları hesaplanmıştır. Soğutma uygulamasında kullanılan absorpsiyonlu ısı pompası sisteminin soğutma tesir katsayısı değerleri hesaplanmış, güneş enerjisinin kullanımı ile sağlanan enerji tasarrufuna bağlı olarak elde edilen ekonomik tasarruf değeri ve CO₂ salınımlarında sağlanan azalma miktarları tespit edilmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1 Konfor Odası ve Güneş Enerjisi Sistemi

Pastakkaya tarafından gerçekleştirilen çalışmada [10], bir konutun güneş enerjisi kaynaklı absorpsiyonlu ısı pompası sistemi vasıtasıyla ısıtılması ve soğutulması deneysel ve sayısal olarak incelenmiştir. Bu amaçla, Uludağ Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü laboratuvar binasında oluşturulan deney tesisatı ile konunun deneysel olarak incelenmesi sağlanmış, TRNSYS simülasyon programı [7] ile de sistemin tüm yıllık ve belli şartlar altındaki çalışma performansları incelenerek, elde edilen deneysel veriler ile simülasyon sonuçları karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada, incelenen güneş enerjisi sistemini oluşturan bileşenler Şekil 1'de görülmektedir.

Çalışmada incelenen konfor odası, 30 m² taban alanına sahiptir ve brüt hacmi 84 m³'tür. Konfor odasının soğutma yükü değeri 4223 W, ısıtma yükü değeri ise 2069 W olarak tespit edilmiştir (Şekil 2). Uygulamada 2280 W soğutma ve 7825 W ısıtma kapasitesine sahip fan-coiller, ısı dağıtım sistemi olarak tercih edilmiştir. Isı atım hattında 46 kW soğutma gücündeki ıslak tip soğutma kulesi kullanılmıştır. Sistemde ayrıca, harici ısı depolama ve sıcak kullanım suyu eldesi için 2 adet 1000 lt hacminde boyler yer almaktadır.

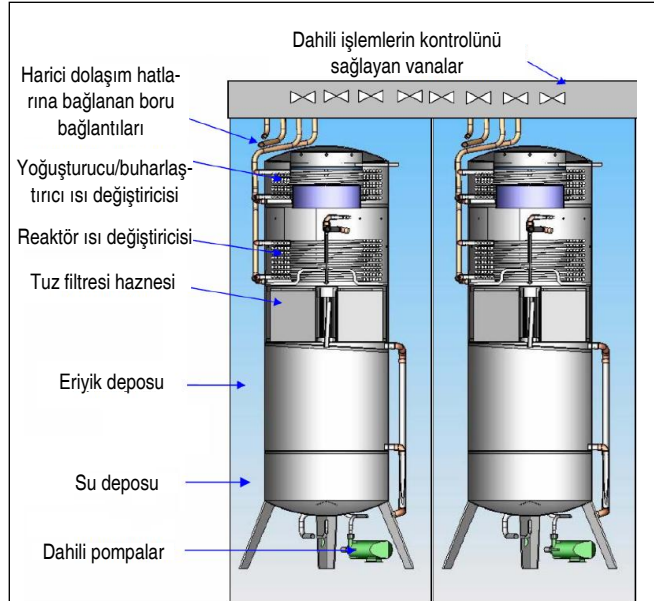


Şekil 1. Güneş Enerjisi Sisteminin Şematik Görünümü [10]



Şekil 2. Konfor Odası ve Isı Dağıtım Sistemi [10]

Çalışmada incelenen güneş enerjisi kaynaklı ısı pompası sistemi, ticari olarak üretilen ve dâhili enerji depolamalı LiCl-Su eriyikli bir absorpsiyonlu ısı pompası ve harici donanımlardan oluşmaktadır [12]. Tek kademeli ısı pompası sistemi, harici bir enerji depolama sistemine ihtiyaç duymaksızın termal enerjiyi kendi içerisinde depolama özelliğine sahiptir. Sistem, çevrim boyunca şarj-deşarj periyotları ile çalıştığından, kesikli absorpsiyonlu çevrim özelliğindedir ve sürekli çevrim ile çalışan geleneksel absorpsiyonlu sistemlere göre önemli farklılıklara sahiptir. Sistem, birbirinden bağımsız iki eş hazne ve bu haznelere harici hatlara bağlayan bir pompalama ünitesinden oluşmuştur. Harici tesisatlar, termal enerji hattı, ısı atımı hattı ve ısı dağıtım hattıdır. Cihaz içerisinde, enerjiyi LiCl tuzuna şarj edebilen ve depolama tankı olarak kullanılabilen veya tuzda depolanan enerjiyi soğutma enerjisi şeklinde deşarj edebilen Hazne-A ve Hazne-B olmak üzere, birbirinden



Şekil 3. Absorpsiyonlu Isı Pompası Sisteminin Şematik Görünümü [13]

bağımsız iki hazne bulunmaktadır. Bu sayede sistem, ısıtma-soğutma uygulamasını gerçekleştirirken aynı zamanda termal enerjinin cihaz içinde dâhili olarak depolanmasını da sağlayabilmektedir. Haznelerin şarj-deşarj geçişleri, manüel ya da cihazın farklı çalışma modlarına göre otomatik olarak gerçekleştirilebilmektedir [10]. Absorpsiyonlu ısı pompası şematik görünümü Şekil 3'te yer almaktadır.

Çalışmada incelenen absorpsiyonlu sistem için gereken termal enerji, soğurucu yüzeyi titanyum kaplı ve yüksek ısı yalıtımlı düz tip güneş kolektörleri aracılığı ile güneş enerjisinden karşılanmaktadır. Güneş kolektör sistemi, dört adet kolektörün seri olarak bağlandığı dörtlü kolektör paketlerinin paralel olarak bağlanması ile oluşmaktadır ve toplam 40 m² yüzey alanına sahiptir. Kolektörler, binanın çatısında 30° eğim ve güney yönünden doğu yönüne doğru 40°'lik bir sapma ile yerleştirilmiştir (Şekil 4). Güneş enerjisinin yetersiz kaldığı ya da elde edilemediği durumlarda, yardımcı enerji kaynağı olarak 9,6 kW ısıtma gücünde elektrikli ısıtıcı kullanılmaktadır.

2.2 Simülasyon Tekniği

Çalışmada incelenen konfor odasının tüm yıl boyunca ısıtma, soğutma ve sıcak kullanım suyu ihtiyacının tespiti ve bu ihtiyacın güneş enerjisi ile karşılanma oranının belirlenebilmesi için dinamik simülasyon programı TRNSYS [7] kullanılmıştır. Programın dinamik link kütüphane temelli yapısı sayesinde genel programlama dilleri kullanılarak; farklı cihaz, yapı ya da enerji sistemleri için oluşturulan matematik modellerin bu programda simüle edilebilecek program bileşeni haline getirilmesi mümkündür [10]. Program sayesinde, ısıtma-soğutma uygulamasının yapılacağı yapının özellikleri ve sistemde kullanılan harici ekipmanların özellikleri kullanıcı tarafından belirlenmekte ve simülasyon sonucunda güneş enerjisi sisteminin çalışma özellikleri tespit edilebilmektedir. Çalışmada, konfor odasının, güneş enerjisi kaynaklı absorpsiyonlu ısı pompası bileşenlerinin ve güneş kolektör sisteminin matematik modeline göre oluşturulan yazılım [11] ile tüm sistemin ısıtma ve soğutma periyotları boyunca simülasyonu



Şekil 4. Güneş Kolektör Sistemi [10]

gerçekleştirilmiştir. Konfor odasının kurulu bulunduğu bölgenin meteorolojik özelliklerinin belirlenmesinde, Bursa iline ait Meteorolog meteorolojik verileri [14] kullanılmıştır. Simülasyon parametrelerinde süre olarak aylık simülasyon tanımlanmış ve ısıtma-soğutma periyotları için her aya ait simülasyon işlemleri yapılarak, tüm yıl için sistemin çalışma özellikleri tespit edilmiştir. Simülasyonun gerçekleştirileceği bina tipi konut, binanın bulunduğu bölge, Bursa-Türkiye olarak belirlenmiştir. Sistem için yardımcı enerji kaynağı olarak elektrik enerjisi kullanılmıştır. Yardımcı ısıtma-soğutma sistemi olarak sırasıyla, ortalama verimi 0,7 olan elektrikli ısıtıcı ile soğutma tesir katsayısı 2 olarak belirlenen buhar sıkıştırma mekanik soğutma sistemi seçilmiştir. Sistemin ekonomik analizi için, konutsal kullanımda ortalama elektrik birim fiyatı 0,24 kWh/TL [15] olarak alınmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bursa ilinde kurulan konfor odasının ısıtma-soğutma periyotları için yapılan simülasyon işlemleri sonucunda, tüm yıl boyunca absorpsiyonlu sistem, konfor odasının soğutma ihtiyacının %99'luk kısmını, ısıtma ihtiyacının ise %63'lük bölümünü karşılamıştır. Ayrıca yapının yıllık sıcak kullanım suyu ihtiyacının %99'luk bölümü de güneş enerjisinden sağlanmıştır. Buna göre kurulan sistem, yapının soğutma ve sıcak kullanım suyu ihtiyacının tamamına yakını, ısıtma ihtiyacının %63'lük kısmını karşılayarak çevresel ve ekonomik açıdan önemli faydalar sağlamıştır.

Soğutma periyodu için elde edilen değerler incelendiğinde (Tablo 1), sistemin soğutma tesir katsayısının, kullanılabilir güneş enerjisi miktarı ve soğutma periyodunun uzunluğu ile doğru orantılı olarak değiştiği görülmektedir. Örneğin Mart

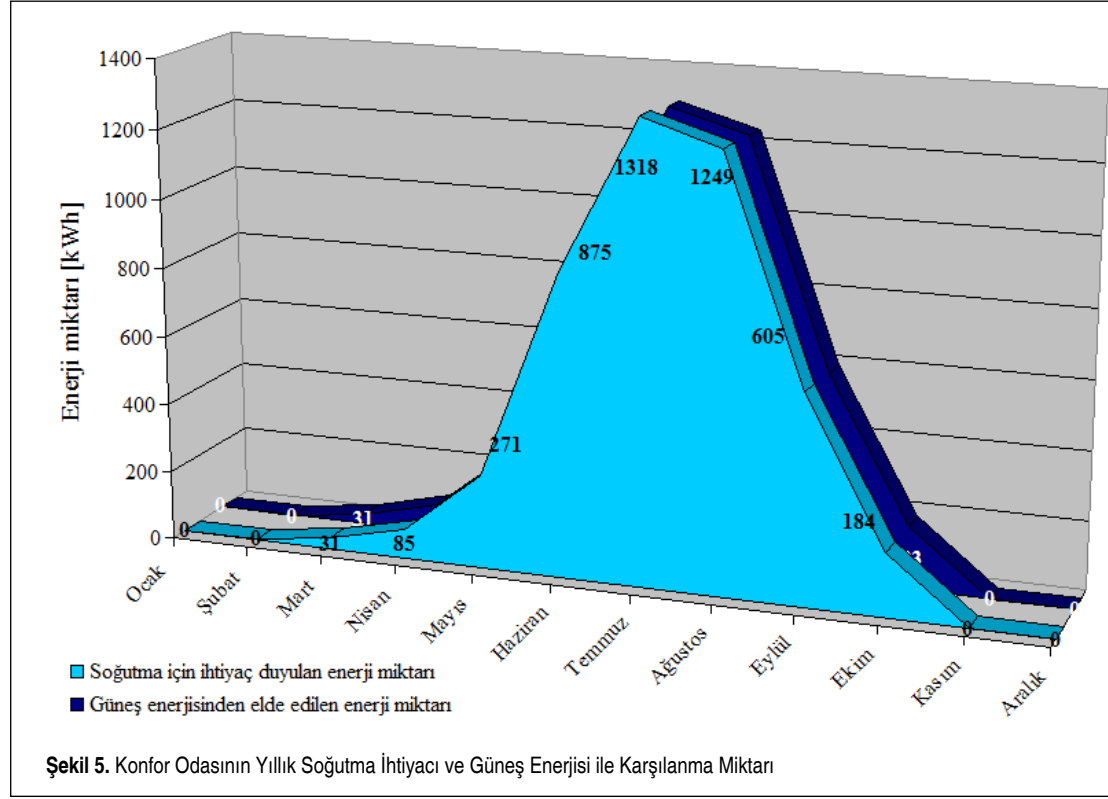
ayında soğutma ihtiyacının tamamı absorpsiyonlu sistem ile karşılanabilmektedir; ancak sistemin soğutma tesir katsayısının 0,05 olduğu görülmüştür. Bunun nedeni, Mart ayı içerisindeki soğutma periyodunun son derece kısa oluşu ve güneş enerjisinden elde edilen faydalı enerji miktarının az oluşudur. Soğutma periyotlarının uzadığı ve güneş enerjisi miktarının arttığı yaz aylarında, sistemin soğutma tesir katsayısı artarak 0,44 mertebesine kadar ulaşmıştır. Simülasyon uygulamasında, günlük soğutma periyodu için ortalama soğutma tesir katsayısı 0,3 olarak hesaplanırken, Ağustos ayı için aylık soğutma periyodu ortalama soğutma tesir katsayısı değeri 0,44 olarak hesaplanmıştır. Daha uzun soğutma periyotlarında sistem, daha verimli çalışmakta ve soğutma tesir katsayısı artmaktadır.

Konfor odasının yıllık soğutma enerjisi ihtiyacı ve soğutma ihtiyacının güneş enerjisi ile elde edilen miktarının grafiksel görünümü Şekil 5'te yer almaktadır. Tüm yıl boyunca, konfor odasının soğutma ihtiyacının tamamına yakını (%99), absorpsiyonlu sistem vasıtasıyla güneş enerjisi kullanılarak karşılanabilmektedir. Mart, Mayıs ve Haziran aylarında ise soğutma ihtiyacının tamamı güneş enerjisi ile karşılanmıştır. Ayrıca elde edilen simülasyon sonuçlarının, deneysel çalışma sonucunda elde edilen sonuçlarla büyük benzerlik taşıdığı görülmüştür [10].

Isıtma periyodu için elde edilen değerler incelendiğinde (Tablo 2), test odasının tüm yıl boyunca ısıtma ihtiyacının %63'lük bölümünün güneş enerjisi ile karşılandığı görülmektedir. Isıtma periyodu boyunca, Eylül ve Mayıs aylarında ısıtma ihtiyacının tamamı, Ekim ayında %89'u, Nisan ayında ise %91'lik bölümü güneş enerjisi ile karşılanmıştır. Güneş enerjisinin ısıtma ihtiyacını karşılama oranı kış aylarında

Tablo 1. Soğutma Uygulaması Aylık Simülasyon Sonuçları [10]

AYLAR	İhtiyaç Duyulan Enerji Miktarı [kWh]		Güneş Enerjisinden Elde Edilen Enerji Miktarı [kWh]		Güneş Enerjisi ile İhtiyacın Karşılanma Oranı [%]		Absorpsiyonlu Sistem STK Değeri [-]
	Soğutma	Sıcak Kullanım Suyu	Soğutma	Sıcak Kullanım Suyu	Soğutma	Sıcak Kullanım Suyu	Soğutma
Mart	31	19	31	19	%100	%100	0,05
Nisan	85	42	84	42	%98	%100	0,12
Mayıs	271	56	268	56	%100	%99	0,21
Haziran	875	66	873	66	%100	%100	0,37
Temmuz	1318	81	1303	81	%99	%100	0,44
Ağustos	1249	94	1239	94	%99	%100	0,44
Eylül	605	85	593	85	%98	%100	0,32
Ekim	184	63	183	63	%99	%100	0,23

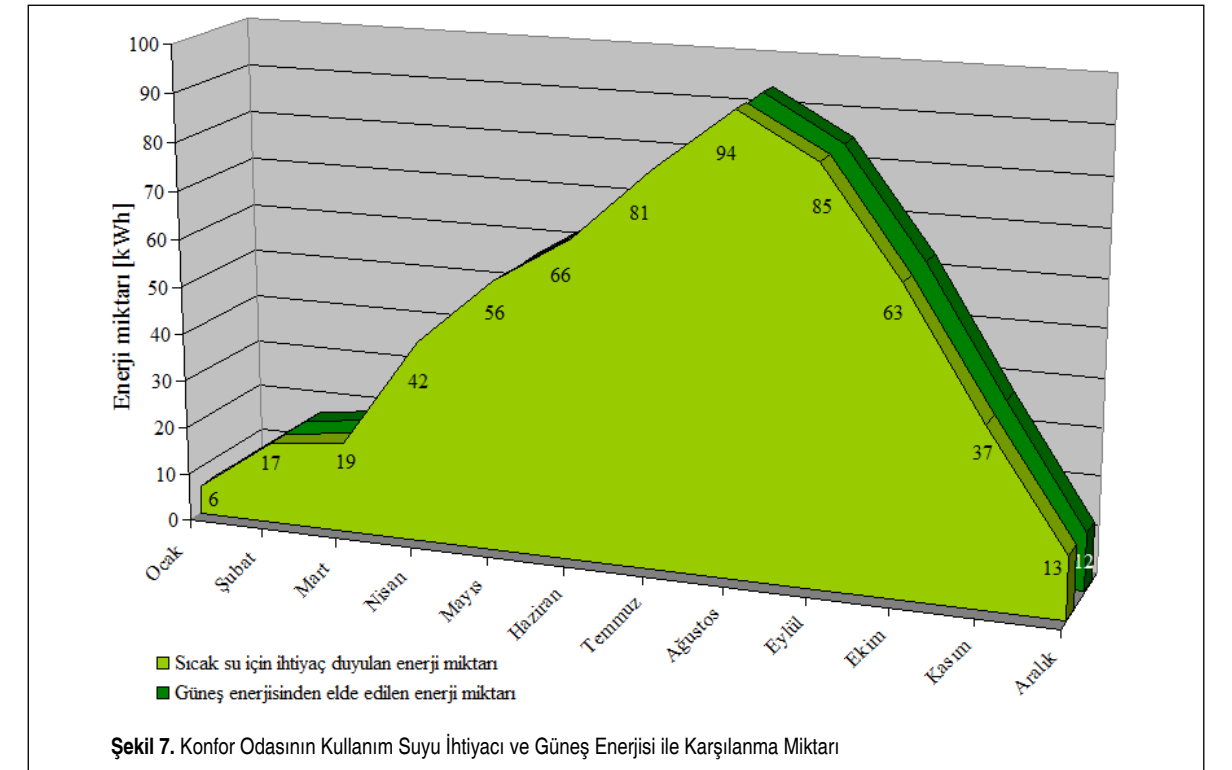
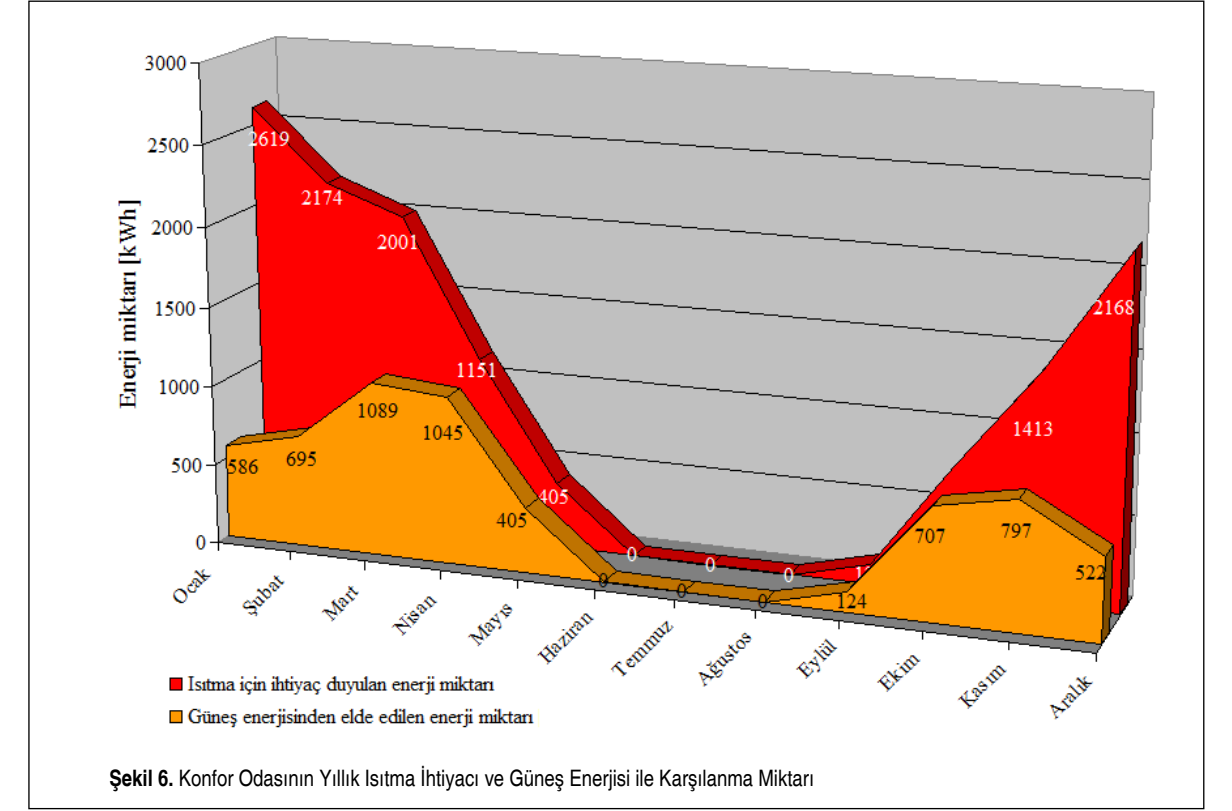


azalsa da bu oranın en düşük olduğu Ocak ayında dahi ihtiyacın %22'lik bölümünün sistem ile karşılanabildiği tespit edilmiştir (Şekil 6).

Şekil 7'de, konfor odasının yıllık sıcak kullanım suyu ihtiyacı ve bu ihtiyacın güneş enerjisi ile elde edilen miktarı görülmektedir. Sıcak kullanım suyu ihtiyacının %99'luk bölümü güneş enerjisi sistemi ile karşılanmıştır. Bu oran, Mayıs ve Aralık aylarında sırasıyla, %99 ve %91 olup, diğer aylarda

sıcak kullanım suyu ihtiyacının tamamı güneş enerjisi ile karşılanmıştır.

Enerji tasarrufuna bağlı olarak enerji kullanımı sonucu atmosfere salınan CO₂ oranında da önemli miktarda azalma kaydedilmiştir. Yapılan simülasyon işlemi sonucunda, tüm yıl boyunca, güneş enerjisinin kullanımına bağlı olarak toplam 11974 kg CO₂ salınımının engellendiği tespit edilmiştir. Bu miktar, 5415 l eş değer petrol kullanımına eşittir. Güneş enerjisi kaynaklı

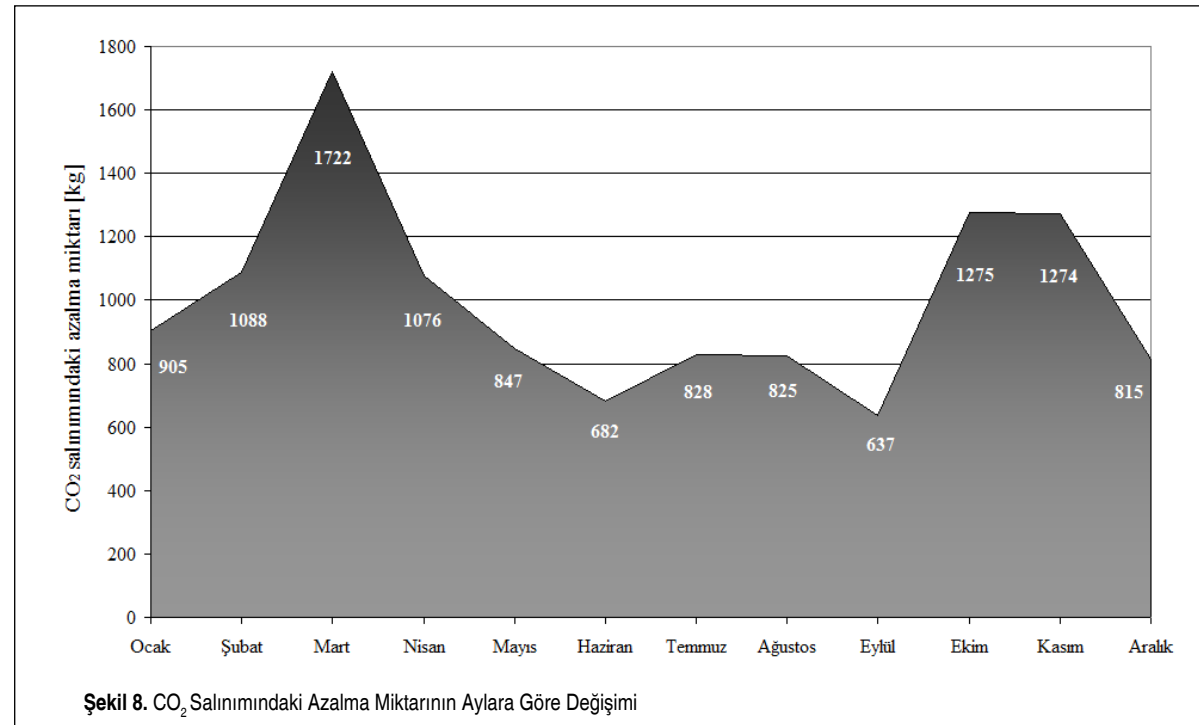


sistemin kullanımına bağlı CO₂ salınımında sağlanan azalma, enerji kullanımı ile ilintili sorunların çözümünde, kurulan sistemin sağlayacağı faydaların önemini ortaya koymaktadır. Şe-

kil 8'de, ısıtma-soğutma-sıcak kullanım suyu eldesi için güneş enerjisinin kullanımına bağlı CO₂ salınımındaki azalma miktarının aylık değişimi grafiksel olarak sunulmuştur.

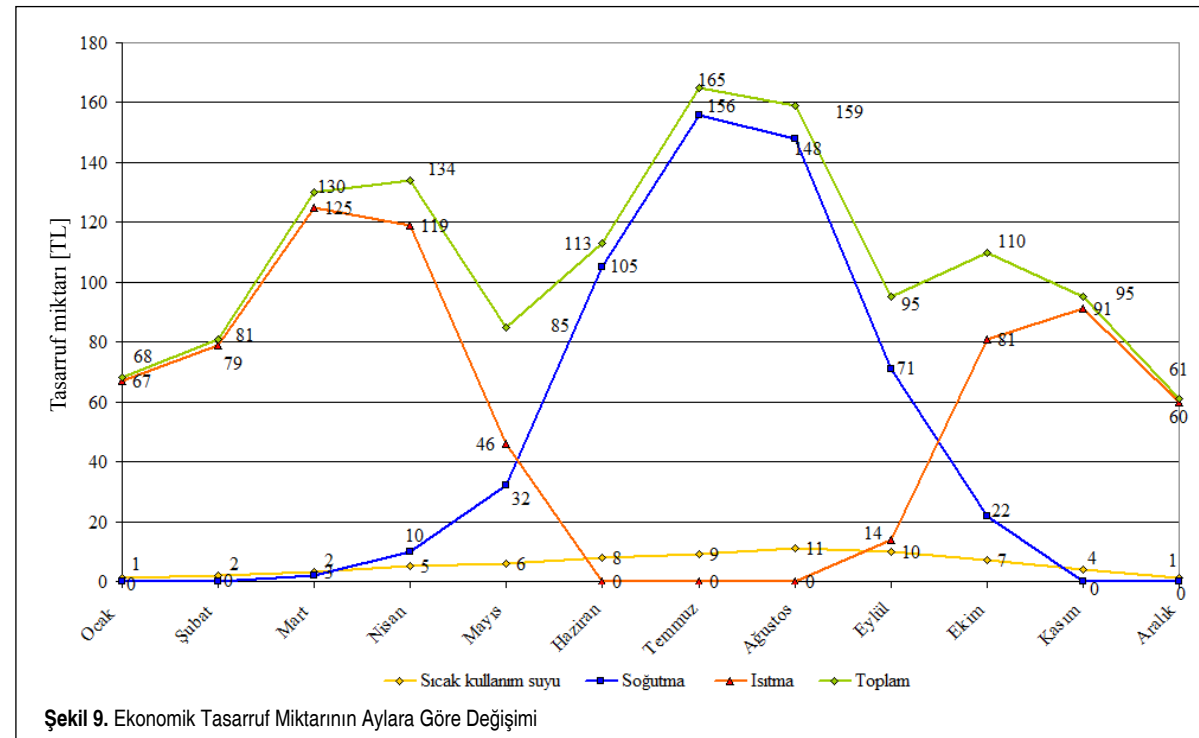
Tablo 2. Isıtma Uygulaması Aylık Simülasyon Sonuçları [10]

AYLAR	İhtiyaç Duyulan Enerji Miktarı [kWh]		Güneş Enerjisinden Elde Edilen Enerji Miktarı [kWh]		Güneş Enerjisi ile İhtiyacın Karşılama Oranı [%]	
	Isıtma	Sıcak Kullanım Suyu	Isıtma	Sıcak Kullanım Suyu	Isıtma	Sıcak Kullanım Suyu
Eylül	124	85	124	85	%100	%100
Ekim	796	63	707	63	%89	%100
Kasım	1413	37	797	37	%56	%100
Aralık	2168	13	522	12	%24	%91
Ocak	26190	6	586	6	%22	%100
Şubat	2174	17	695	17	%32	%100
Mart	2001	31	1089	31	%54	%100
Nisan	1151	42	1045	42	%91	%100
Mayıs	405	56	405	56	%100	%100

Şekil 8. CO₂ Salınımındaki Azalma Miktarının Aylara Göre Değişimi

Enerji ihtiyacının güneş enerjisi ile karşılanması, kullanılan fosil yakıt miktarını azaltarak ekonomik açıdan da önemli faydalar sağlamıştır. Test odası için yıllık simülasyon uygulamasında, güneş enerjisinin kullanımı ile sağlanan enerji tasarrufunun ekonomik analizi yapılmıştır. Yapılan analizde enerji kaynağı olarak elektrik enerjisi seçilmiştir. Şekil 9'da güneş enerjisi kullanımının ısıtma, soğutma ve sıcak kulla-

nım suyu temininde sağladığı ekonomik tasarruf miktarının aylara göre değişimi görülmektedir. Güneş enerjisinin kullanımı, enerji kullanımına bağlı yıllık toplam 1296 TL ekonomik tasarruf sağlamıştır. Bu tasarruf miktarının 682 TL'si ısıtma uygulamasından, 546 TL'si soğutma uygulamasından, 67 TL'si ise sıcak kullanım suyu eldesinden sağlanmıştır.



Şekil 9. Ekonomik Tasarruf Miktarının Aylara Göre Değişimi

4. SONUÇ

Bu çalışmada, Bursa ilinde yer alan 30 m² kullanım alanına sahip örnek bir yapının ısıtma, soğutma ve sıcak kullanım suyu ihtiyacının güneş enerjisi kaynaklı absorpsiyonlu ısı pompası sistemi ile karşılanması sayısal olarak incelenmiştir. Yapılan simülasyon işlemleri sonucunda; güneş enerjisi kaynaklı sistemin yıl boyunca konfor odasının soğutma ihtiyacının %99'luk, ısıtma ihtiyacının %63'lük, ve sıcak kullanım suyu ihtiyacının %99'luk kısmını karşıladığı tespit edilmiştir. Absorpsiyonlu sistemin soğutma periyodu boyunca soğutma tesir katsayısının yıllık ortalama değerinin 0,27 olduğu görülmüştür. Ayrıca güneş enerjili sisteminin ekonomik ve çevresel açıdan önemli faydalar sağladığı görülmüştür. Buna göre, tüm yıl boyunca güneş enerjisinin kullanımına bağlı olarak sağlanan enerji tasarrufu sonucu, yıllık toplam 1296 TL'lik ekonomik tasarruf sağlandığı ve 11974 kg CO₂ salınımının engellendiği görülmüştür.

Tüm yıl boyunca, konfor odasının soğutma ihtiyacının tamamına yakını absorpsiyonlu sistem vasıtasıyla güneş enerjisi kullanılarak karşılanabilmektedir. Simülasyon sonucu göstermektedir ki soğutma uygulaması için absorpsiyonlu sistemin tercih edilmesi durumunda, ek bir soğutma sistemine ihtiyaç duyulmadan yıllık tüm soğutma ihtiyacı bu sistem ile karşılanabilmektedir. Bu nedenle, güneş enerjisinin yetersiz kaldığı durumlar için yardımcı enerji kaynağı olarak ek bir ısıtıcı sistemin kullanılması daha doğru bir yaklaşım olacaktır.

Yıllık ısıtma periyodu boyunca güneş enerjisi kaynaklı absorpsiyonlu sistem, soğutma ve sıcak kullanım suyu ihtiyacının tamamına yakını, ısıtma ihtiyacının ise önemli bir bölümünü karşılayarak, bu ihtiyaçların karşılanması için kullanılan enerji miktarında büyük tasarruflar sağlamıştır. Simülasyon uygulaması sonucunda, tamamen temiz, yenilenebilir ve dışa bağımlı olmayan güneş enerjisinin kullanımı ile hem çevresel hem de ekonomik açıdan önemli faydalar sağlandığı görülmektedir. Sistemin, yıl boyunca ısıtma ihtiyacının önemli bir bölümünü karşılaması ile amortisman süresinin kısalması ve işletme giderlerinin azalması noktasında önemli faydalar sağlanmaktadır. Özellikle kış aylarında güneşlenme oranı yüksek ve dış ortam sıcaklığı ortalamasının göreceli olarak fazla olduğu bölgelerde, sistemin ısıtma uygulaması için kullanılması ile daha verimli ve uygulanabilir sistemlerin hayata geçirilmesi mümkün olacaktır.

KAYNAKÇA

1. Anonim. 1999. International Energy Agency. "Task 25-Solar Assisted Air Conditioning of Buildings," <http://www.iea-shc.org/task25/index.html>, son erişim tarihi: 31.07.2011.
2. Anonim. 2006. International Energy Agency. "Task 38-Solar Air-Conditioning and Refrigeration," <http://www.iea-shc.org/task38/index.html>, son erişim tarihi: 31.07.2011.
3. Goswami Y., Kreith F., Kreider J. 2000. Principles of Solar Engineering, Taylor&Francis, 694 pp. New York, 2000.
4. Anonim. 2005a. Solar Heating And Cooling Of Residential Buildings: Design of Systems, Solar Energy Applications Laboratory Colorado State University, University Press of the Pacific, Hawaii, p. 632.
5. Anonim. 2005b. Solar Heating and Cooling of Residential Buildings: Sizing, Installation and Operation of Systems, Solar Energy Applications Laboratory Colorado State University, University Press of the Pacific, Hawaii, p. 744.
6. Henning, H. M. 2007. Solar-Assisted Air-Conditioning in Buildings– A Handbook for Planners, Springer Wien New York, p. 136.
7. Anonim. 2015. "TRNSYS-Transient Systems Simulation Program," <http://www.tnscys.com>, son erişim tarihi: 01.01.2015.
8. Pastakkaya, B., Yamankaradeniz, N., Coşkun, S., Kaynaklı, Ö., Yamankaradeniz, R. 2012. "Experimental Analysis of a Solar Absorption System with Interior Energy Storage." Journal of Energy in Southern Africa, vol. 23, p. 39-49.
9. Syed, A., Izquierdo M., Rodríguez P., Maidment G., Misenden, J., Lecuona, A., Tozer, R. 2005. "A Novel Experimental Investigation of a Solar Cooling System in Madrid," International Journal of Refrigeration, vol. 28 (6), p. 859-871.
10. Pastakkaya, B. 2012. "Bir Konutun Isıtılması ve Soğutulmasında Güneş Enerjisi Kaynaklı Absorpsiyonlu Sistemlerin Kullanımı," Doktora Tezi, U. Ü. Fen Bil. Enstitüsü. sayfa 198.
11. Anonim. 2010a. ClimateWell-Solar Cooling Version 1.1, Sweden.
12. Anonim. 2010b. "ClimateWell-Design," www.climatewell.com, son erişim tarihi:14.06.2010.
13. Bales, C., Nordlander, S. 2005. TCA Evaluation Lab Measurements, Modelling and System Simulations, Solar Energy Research Center, Borlänge, Sweden.
14. Anonim. 2011. "Meteonorm Meteorolojik Verileri," <http://meteonorm.com/>, son erişim tarihi: 01.09.2011.
15. Anonim. 2012. TEDAŞ (Türkiye Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi) 2012 Tarifeleri, www.tedas.gov.tr/tarifeler_xls/2012_trf/ocak%202012.xls, son erişim tarihi: 22.01.2012.