



Güneş Duvarı Sisteminin Çalışma Prensibi ve Türkiye'deki Uygulanabilirliği

İlker AY^{1,*} ve Ataollah KHANLARI²

¹ Hacettepe Üniversitesi, Hacettepe Ankara Sanayi Odası 1.OSB Meslek Yüksekokulu, Ankara, Türkiye

² Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Temiz Tükenmez Enerjiler Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

Başvuru:23/07/2015 Kabul:13/08/2015

ÖZET

Güneş duvarları binaların ısıtılmasında kullanılan yardımcı bir sistemdir. Isıtılacak olan hava bu sistemden geçirilerek ön ısıtma sağlanır. Böylece binanın ısıtma sisteminin yükünü azaltarak, maddi anlamda tasarruf ve bina içine verdiği temiz hava sayesinde de daha konforlu bir ortam sağlar. Aynı zamanda dış hava ile duvar arasında bir bariyer oluşturarak bina duvarından iletim yoluyla gerçekleşen ısı kayıplarını da en aza indirir. Bu sistemler havalandırma sistemlerine ek olarak, tarımsal ürünlerin kurutulmasında ve fotovoltaik pillerin aşırı derecede ısınmasını engellemek için de kullanılmaktadır.

Bu çalışmada güneş duvarları ile binaların iklimlendirilmesinin nasıl yapıldığı, çalışma koşulları, güneş duvarı sisteminin dünyadaki kullanımı ve Türkiye'de kullanılabilirliği araştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Güneş Duvarı, Yardımcı Sistem, Isıtma, Alternatif Enerji, Verim.

ABSTRACT

Solar wall is an auxiliary system for heating buildings. It is used to preheat the air passing through it so as to reduce the load of heating system of the building. It makes the heating system economically more efficient and provides a more comfortable environment by supplying fresh air. At the same time it minimizes the conductive heat loss by creating a barrier between the outside air and the building wall. Such systems are also used to dry agricultural products and to avoid excessive heating of the photovoltaic cells.

In this article, ventilation system of buildings with solar wall and the operating conditions of such systems are discussed. In addition, the practical applications of solar walls around the world and applicability in Turkey are investigated.

Keywords: Solar Wall, Heating, Auxiliary System, Alternative Energy, Efficiency.

1. GİRİŞ

Güneş duvarı ilk olarak 1981'de Almanya'da Wieneke adlı bir firma tarafından binaya havalandırma amaçlı verilen havanın, ön ısıtma işleminin yapılması için üretilmiştir. Daha sonra 1988'de Almanya'da Schulz adlı bir başka firma tarafından tarımsal ürünlerin

kurutulması için kullanılmıştır [1]. Günümüzde güneş duvarı sistemleri birçok firma tarafından üretilmektedir. 2000 yılına kadar başta Kanada, ABD, Almanya ve Japonya olmak üzere büyüklükleri 500 m² ile 10000 m² arasında değişen 70'in üzerinde güneş duvarı sistemi inşa edilmiştir [2]. 2003 yılına gelindiğinde Kanada,

*Corresponding author, e-mail: ilkeray@hacettepe.edu.tr

ABD ve Avrupa'da toplamda 35000 m² nin üzerinde kollektör alanına sahip 80'in üzerinde güneş duvarı sistemi yapılmıştır [3]. Bu sistemlerin bir kısmı binaların ısıtılmasında kullanılırken bir kısmı besinlerin kurutulması için kullanılmıştır. Yeni bir sistem olan güneş duvarı uygulamaları günümüzde yavaş yavaş yaygınlaşmaktadır. Yapılan araştırmada bu sistemlerin 30'a yakın ülkede kullanıldığı görülmektedir [4].

Güneş duvarı sistemindeki ısı kaybı teorisi ilk olarak C.F. Kutscher ve arkadaşları tarafından incelenmiştir [1, 5]. Güneş duvarının yapısı, kullanım alanları, verimliliklerinin artırılması gibi ekonomik ve teknik özellikleri birçok araştırmacı tarafından incelenmiştir. Yapılan bir çalışmada güneş duvarı sisteminin fotovoltaik paneller ile birlikte kullanılmasıyla hem fotovoltaik panelin elektrik üretimini artırdığı hem de güneş duvarı sisteminin verimliliğini artırdığı ortaya konmuştur [4,6]. Genel olarak araştırmacılar güneş duvarı sisteminin verimliliğinin nasıl artırılacağı konusunda yoğun olarak çalışmışlardır. Bunun için çevre sıcaklığı, kollektör üzerine gelen rüzgâr hızı, güneş ışınım şiddeti, sistem içindeki sıcak havanın akış hızı, kollektörlerin soğurganlığı ve ısı iletim katsayısı, kollektör üzerindeki deliklerin sayısı, çapı ve adım aralıkları gibi fiziksel parametrelerin sistemin verimliliğini nasıl etkiledikleri matematiksel modellemelerle araştırılmıştır [3,5,7,8,9,10,11]. Sistemin verimliliğini etkileyen çevre sıcaklığı, rüzgâr hızı, güneş ışınım şiddeti gibi faktörler doğanın belirlediği değişkenlerden olup bu değişkenlerin belirlenmesinde coğrafik faktörler ön plandadır. Diğer değişkenler ise soğurucu plaka yüksekliği ve uzunluğu, delik çapı ve adımı, soğurucu plakanın soğurma oranı, soğurucu plakanın emisyonu, oluk faktörüdür. Bu değişkenler kuruluş/montaj aşamasında istenildiği gibi ayarlanabildiği için tamamen bizim seçimine bağlıdır. Bu yüzden ilerleyen yıllarda araştırmalar, ayarlanabilir değişkenler üzerinde yoğunlaşmıştır. Bu değişkenler içerisinde de ayarlanması en zor olan delik şekli, çapı/büyüklüğü ve adımı hesaplamalarıdır. Bu konuda yapılan çalışmalarda optimum delik çapı ve adımı hesapları yapılmıştır [2,3,9]. Ara bölgede oluşan basınç düşümü ise detaylı bir şekilde araştırılmıştır [12,13].

1.1 Güneş Duvarı (Yalıtımsız Delikli Güneş Kollektörü)

Güneş duvarı binaların ısıtılmasında kullanılan yardımcı bir sistemdir. Bu sistem Trombe duvarına çok benzer.

Bu sistemin Trombe duvarından asıl farkı sürekli olarak içeriye temiz hava sağlamasıdır [11]. Isıtılacak olan temiz hava güneş duvarı kollektöründen geçirilerek ön ısıtma sağlanır. Böylece binanın ısıtma sisteminin yükünü azaltarak, maddi anlamda tasarruf ve içeriye verdiği temiz hava sayesinde de daha konforlu bir ortam sağlar. Trombe duvarında ise mekân içindeki havanın ısıtılmasından dolayı hava, tazeliğini yitirir. Aynı zamanda güneş duvarı; dış hava ile duvar arasında bir bariyer oluşturarak, yıl boyunca bina duvarından iletim yoluyla gerçekleşen ısı kayıplarını da en aza indirir.

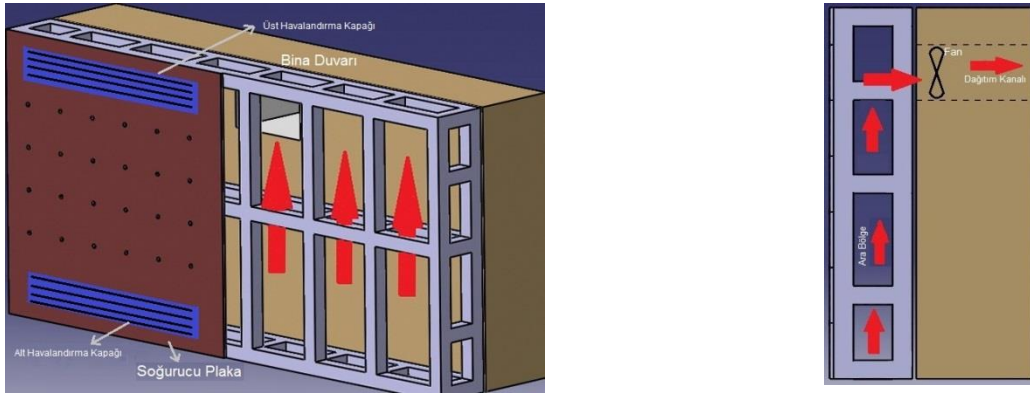
Bu sistemler havalandırma sistemlerine ek olarak, tarımsal ürünlerin kurutulmasında ve Fotovoltaik pillerin aşırı derecede ısınmasını engellemek için de kullanılmaktadır [6].

1.2 Güneş Duvarının Yapısı

Güneş duvarı binaların güney cephesine, binadan yaklaşık 10-30 cm uzaklığa yerleştirilir. Bu sistem Trombe duvarından farklı olarak önünde cam olmayan, delikli yapıya sahip soğurucu (absorber) metal bir yüzeyden oluşur. Bu soğurucu yüzey kollektör olarak adlandırılır. Kollektör olarak; genelde kalınlığı 1 mm civarında olan, yüzeyi boya ya da seçici yüzey kaplama ile kaplanmış, ısı iletim katsayısı yüksek alüminyum veya çelik levhalar kullanılır. Bakır pahalı olduğu için genelde tercih edilmez. Soğurucu yüzeyin seçici yüzey ile kaplanmasındaki amaç; ışınım ile oluşan ısı kayıplarını en aza indirmektir.

Güneş duvarındaki soğurucu plaka genelde ince olmasından dolayı oluklu olarak yapılır. Böylelikle havanın daha fazla yüzeye temas ettirilmesi sağlanırken aynı zamanda soğurucu yüzeyin rüzgâr ve diğer etkenlere karşı mukavemeti de artırılmış olur. Ayrıca soğurucu plakanın ince yapılması, plakanın her yerinin homojen ve hızlı bir şekilde ısınabilmesini sağlamaktadır [3,8].

Şekil 1'de güneş duvarının sembolik çizimi yapılmıştır. Görüldüğü gibi güneş duvarı binanın yüzeyine ve dikey yönde hava akışını sağlayacak şekilde çelik konstrüksiyon üzerine yerleştirilen delikli soğurucu yüzey (kollektör), soğurucu yüzeyin altında ve üstünde bulunan havalandırma kapakları, bu yüzey ile bina arasında kalmış ara bölge (plenum), ara bölgede ısınan havayı istenen bölgeye taşıyacak dağıtım kanalları ve fandan oluşur [3,9].



Şekil 1. Güneş duvarı sisteminin bina duvarının üzerine yerleştirilmesi, (a) Perspektif

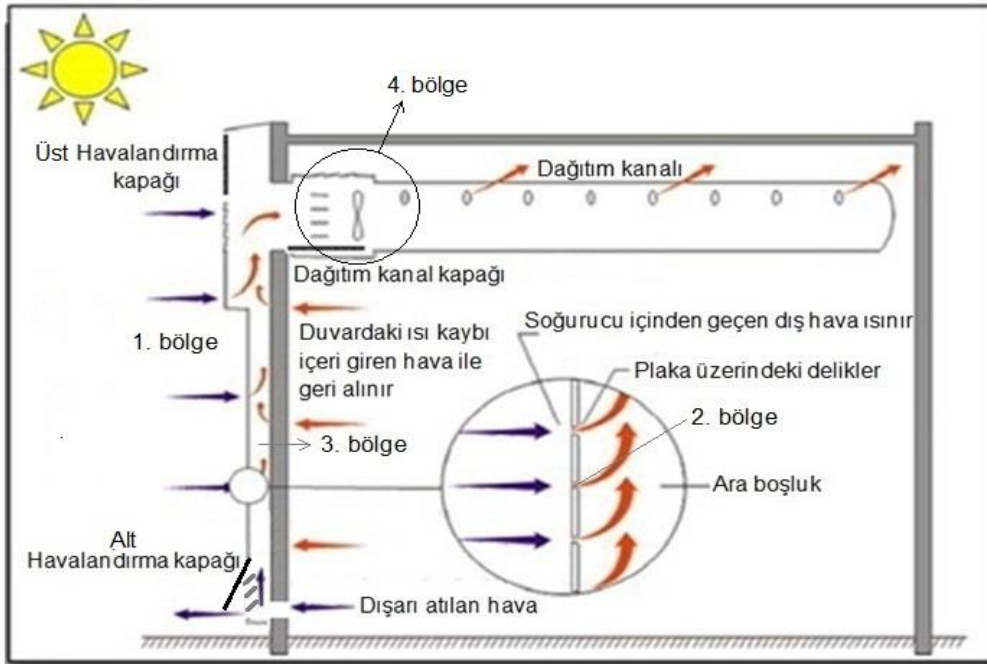
(b) Sağdan görüntü.

1.3 Güneş Duvarının Çalışma Prensibi

Güneş duvarlarının çalışması dört bölgede incelenir (Şekil 2). 1. bölge, hemen soğurucu plakanın önündeki yüzeydir (soğurucu plakanın yaklaşık 60-70 cm uzağına kadar olan bölgeyi temsil eder). 2. bölge, soğurucu plakanın üzerindeki deliklerin içini ve havalandırma kapaklarını içerir. 3. bölge, soğurucu plaka (kollektör) ile duvar arasında kalan ara bölgedir. 4. ve son bölge; dağıtım kanal kapağı, fan ve dağıtım kanalından oluşur.

Güneş duvarı sisteminin çalışmasını yaz ve kış uygulamaları olarak ikiye ayırabiliriz.

Kış uygulamasında; 2. bölgedeki üst havalandırma kapağı kapalı, alt havalandırma kapağı ve 4. bölgedeki dağıtım kanal kapağı açık durumdadır. Alt havalandırma kapağının kısmen açık olmasıyla bina içinden çıkan havanın bir kısmı buradan dışarı atılır, kalan kısmı tekrar ısıtılmak üzere ara bölgeye girer. Ara bölgeye giren bu hava 1. bölgedeki ve 2. bölgedeki ısınan temiz hava ile birleşerek 4. bölgedeki dağıtım kanalı kapağının açık olmasıyla mekân içine girer.



Şekil 2. Güneş duvarı sisteminin çalışma prensibi [4].

Havanın ısınması ve mekân içine alınması ise aşağıdaki gibi olmaktadır.

Gelen güneş ışınlarıyla ısınan delikli soğurucu yüzeyin hemen önünde (1. bölge) sistem içine deliklerden girmeye çalışan hava, öncelikle burada yüzeye temas ederek taşınım ve ışınlama ile ısınmaya başlar. Isınma

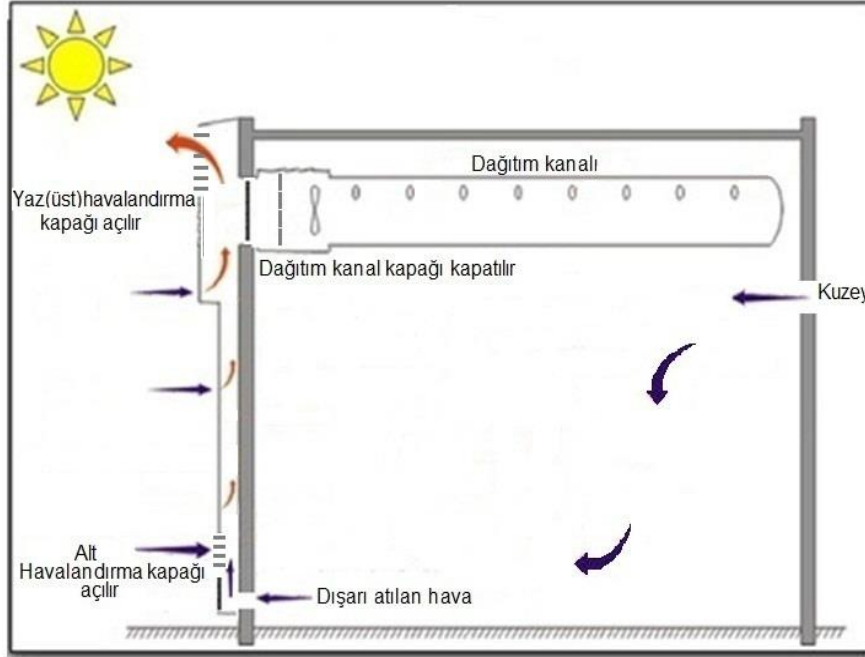
işleminin yaklaşık %62'si bu bölgede oluşur. Bu bölgede ısınan hava deliklerden geçerken (2. bölge) iletim ve taşınım yoluyla ısınmaya devam eder. Bu geçiş esnasında oluşan ısınma miktarı ise yaklaşık %28'lik kısmını sağlar. Son olarak binanın duvarı ile soğurucu yüzey arasındaki ara bölgeye (3. bölge) giren hava ve bina içinden gelen havanın bir kısmı ısınım ve

*Corresponding author, e-mail: ilkeray@hacettepe.edu.tr

taşınım yoluyla %10 civarında daha ısınır [1,2,8]. Bu hava 4. bölgedeki bir fan yardımıyla ya da doğal yollarla yukarıya doğru çekilir ve kanallar vasıtasıyla istenilen yere gönderilir (Şekil 2).

Bu sistemlerde fan kullanmasının nedeni; ara bölgede soğurucu yüzey ile sürtünen havanın soğurucu plaka yüzeyinde oluşturduğu basınç düşüşünün ortadan kaldırmasıdır [12,13].

Yaz uygulamasında ise; şekil 3'te görüldüğü gibi 2. bölgedeki sistemin üst tarafında ve alt tarafında bulunan havalandırma kapakları tamamen açılarak 4. bölgedeki dağıtım kanal kapağı kapatılır. Böylece ara bölgede bir havalandırma kanalı oluşturulur. Soğurucu yüzey güneş ışınlarına karşı kalkan görevi görürken, ara bölgedeki hava akışı da bina duvarının daha serin olmasını sağlar. Aynı zamanda bina içinde kuzeye bakan bir bölgeden açılan pencere yardımıyla daha serin havanın bina içinde dolaşarak 2. bölgeden çıkması sağlanır (Şekil 3).



Şekil 3. Güneş duvarı sisteminin yazın çalışma prensibi.

2. GÜNEŞ DUVARI SİSTEMİ UYGULAMALARI

2.1 Güneş Duvarı Sisteminin Dünyadaki Uygulamaları

Güneş duvarı sistemi ön ısıtma sistemleri olarak 1981'den beri dünyanın birçok yerinde kullanılmaktadır [1,4]. Dünya genelinde güneş duvarının uygulama alanlarına baktığımızda, bu sistemin daha çok Avrupa, Kanada ve Amerika'da, genelde alışveriş merkezleri, belediye binaları, okullar, hayvan çiftlikleri gibi kalabalık mekânlarda canlıların konforunu sağlamak amacıyla kullanıldığını görürüz. Buna ek olarak sıcak bölgelerde bu sistemlerle yüksek sıcaklıklara çıkılarak kurutma işlemlerinin yapıldığı da görülmektedir [3]. Minnesota'da bir okul bahçesinde kurulan sistemin yılda %22 verimlilik sağladığı [14], Kanada'nın Windsor şehrinde kurulan güneş duvarı sisteminde yılda %28 verimlilik sağlayarak 4860 \$ tasarruf edildiği rapor edilmiştir [15].

Bu sistemler ön ısıtma yaparak enerji tasarrufu sağladığı gibi mekân içindeki havanın kalitesini de yükseltmekte ve daha konforlu bir yaşam alanı oluşturmaktadır. Buna ek olarak yaz aylarında güneşe karşı koruyucu görev yaparak binanın soğutma yükünü azaltmaktadır. Ayrıca

bu sistemlerin hareketli parçalarının çok az olması, bakım ve onarım maliyetlerini de düşürmektedir.

2.1.1 Güneş Duvarı Sistemi Uygulamalarındaki Bazı İstatiksel Bilgiler

Güneş duvarı sistemi, yeni bir sistem olduğundan bu uygulamalar için net bir istatiksel sonuç bulunmamaktadır. Ancak dünya genelinde bu sistemlerin kurulduğu bölgeleri incelersek kısa bir istatiksel sonuç çıkarabiliriz. Bunu için Solar Wall firmasından ve diğer araştırmacılardan [4,14,15,16] elde edilen bilgilere göre, güneş duvarı sistemlerinin kurulduğu bazı şehirler ve bu şehirlerin enlem değerleri ile iklimsel özellikleri aralık, ocak, şubat ve mart ayları için internetten [17,18,19] elde edilen metroloji verilerine göre çizelge 1'de sıralanmıştır. 28 ayrı şehir için yapılan çizelgede aralık, ocak, şubat ve mart ayları için ortalama sıcaklık, güneşlenme süresi, rüzgâr hızı ve güneş enerjisi verilmiştir. Buna göre tüm şehirler için dört aylık ortalama sıcaklık $-2,41^{\circ}\text{C}$, güneşlenme süresi 3,83 saat, rüzgâr hızı 3,81 m/s ve güneş enerjisi $1,86 \text{ kWh/m}^2/\text{gün}$ olarak bulunmuştur.

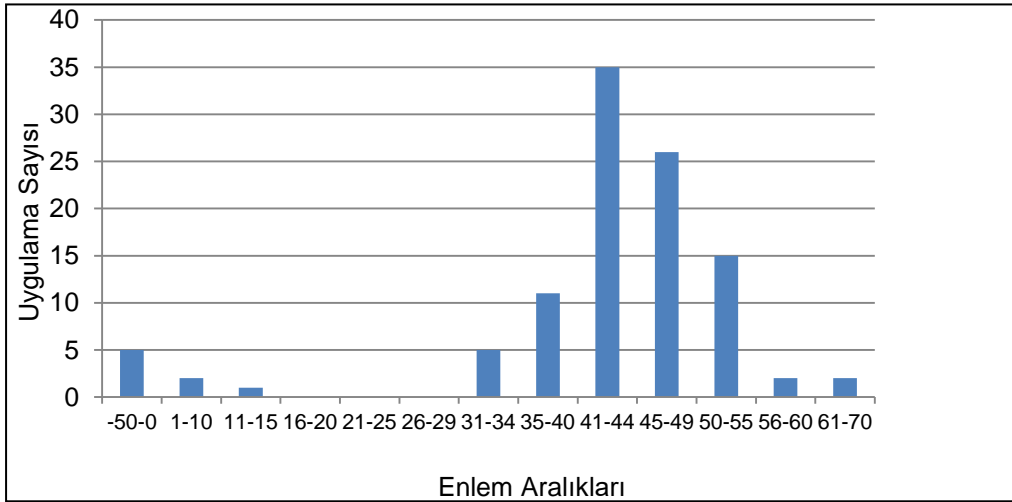
Şekil 4'te güneş duvarı sistemlerinin dünya genelinde farklı enlem aralıklarındaki uygulama sayısı verilmiştir. Buna göre en yaygın kullanılan enlem aralığı kuzey yarım kürede 41° - 44° enlemleri arasındadır.

Solar Wall firmasından elde edilen verilerden [4] tüm dünya için güneş duvarının uygulama yerlerine göre kullanılan toplam yüzey alanı şekil 5'te verilmiştir.

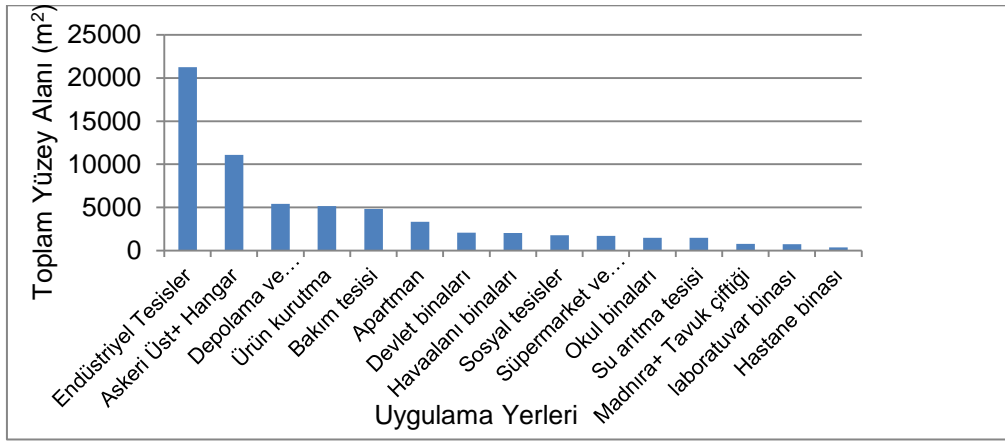
Buna göre güneş duvarı sistemleri 20000 m²'nin üzerinde olarak, en fazla endüstriyel tesislerde kurulmuştur.

Çizelge 1:Güneş duvarı sistemlerinin Kanada, Amerika ve Avrupa'daki Kurulduğu şehirlerin iklimsel özellikleri.

Ülke, Şehir	Enlem Açısı	Ortalama Sıcaklık (°C)				Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)				Ortalama Rüzgar hızı (m/s)				Aralıktan Mart'a kadar ortalama Güneş enerjisi (kWh/m ² /gün)
		Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	
Toronto, Kanada	43,7°	-2	-5	-4	1	2,38	2,48	3,38	4,48	4,4	5	4,7	4,7	1,86
Sudbury, Kanada	46,5°	-8	-12	-10	-5	1,80	2,15	3,8	4,38	3,8	3,8	4,1	3,8	2,14
Brampton, Kanada	43,68°	-5	-6,5	-5,4	-2,9	2,29	2,53	3,50	5,00	4,7	5	4	4,7	1,9
Montreal, Kanada	46,13°	-7	-10	-9	-2	2,21	2,77	3,63	4,53	1,8	2	2	2,1	2,11
Winnipeg, Kanada	49,9°	-13	-18	-16	-8	2,70	3,50	4,73	5,38	2,1	2,1	2	2,2	1,79
Hamilton, Kanada	43,25°	-2,5	-5,5	-5	0	2,30	2,70	4,00	5,5	5	5,3	5,3	5	1,99
Saskatoon, Kanada	52,13°	-15	-18	-14	-7	2,73	3,5	4,60	6,22	4,1	4,1	4,1	4,4	1,7
Yellowknife, Kanada	62,45°	-24	-28	-26	-18	2,50	3,00	4,23	5,00	3	3	3,3	3,8	0,84
Calgary, Kanada	51,08°	-8	-10	-6	-3	2,93	3,25	4,20	4,70	3,8	4	3,5	3,8	1,65
Ottawa, Kanada	45,42°	-7	-11	-9	-3	2,48	3,00	3,88	4,50	3,8	4,1	3,8	3,8	2,14
Denver, ABD	39,74°	-1	-1	1	4	6,45	6,80	7,50	8,15	3	2,8	2,8	3,1	2,69
Fresno, ABD	36,75°	7	8	11	13	5,38	5,25	7,22	9,67	1,2	1,2	1,4	1,9	3,07
Syracuse, ABD	43,05°	-2	-5	-4	1	2,45	2,97	3,95	5,48	3,6	3,5	3,4	3,3	2
Rapid City, ABD	44,08°	-4	-5	-3	1	4,80	4,63	5,15	6,87	3,5	3,5	3,5	3,8	1,91
San Francisco, ABD	37,78°	10	9	11	12	5,77	4,97	6,75	8,45	2,5	2,5	2,2	2,9	2,86
Buffalo, ABD	42,89°	-2	-5	-4	1	2,80	3,00	4,7	5,50	5,1	4,8	4	3,1	1,88
Minneapolis, ABD	44,98°	-8	-11	-8	-1	3,80	4,35	5,97	6,32	3	3,2	3,4	3,4	2,22
Boston, ABD	42,36°	1	-2	-1	4	5,32	4,87	6,18	6,80	4,5	4,5	4,5	4,6	2,37
Valencienne, Fransa	50,35°	3,93	3,4	3,32	5,91	1,33	2,00	2,48	4,25	4,16	4,72	4,44	4,16	1,35
Lille, Fransa	50,63°	5,84	4,78	4,81	6,51	1,25	1,90	2,72	4,18	4,72	5,27	5	5	1,43
Swidnica, Polonya	50,85°	-1	-1,36	-0,5	3,17	1,20	1,45	2,47	3,93	3,61	3,61	3,88	3,61	1,37
Riga, Letonya	56,95°	-2,34	-3,14	-3,77	-0,20	0,80	1,15	2,15	4,50	4,16	4,44	4,16	3,88	1,1
Oviedo, İspanya	43,37°	9,15	8,01	8,24	9,74	3	4	4	5	7,95	8,34	7,78	7,48	1,94
Miskolc, Macaristan	48,1°	-1,14	-2,13	-1,37	2,90	2,75	2,83	3,30	3,70	7,68	7,98	7,08	5,01	1,88
Leamington Spa, İngiltere	52,3°	4,37	3,68	3,85	5,84	1,13	1,38	2,05	3,15	4,16	4,72	4,72	4,72	1,16
Erlangen, Almanya	49,58°	-0,98	-2,05	-1,05	2,98	1,28	1,63	2,75	4,35	2,22	2,5	2,5	2,5	1,51
Stuttgart, Almanya	48,77°	0,52	-0,40	0,35	3,94	1,48	1,70	2,82	4,48	2,77	2,77	3,05	3,05	1,58
Kamien, Avusturya	46,72	-4,55	-5,50	-3,89	1,18	1,97	2,42	3,78	4,87	1,11	1,11	1,38	1,67	1,87
Ortalama		-2,74	-4,67	-3,26	1,04	2,76	3,08	4,14	5,33	3,77	3,92	3,79	3,77	1,86

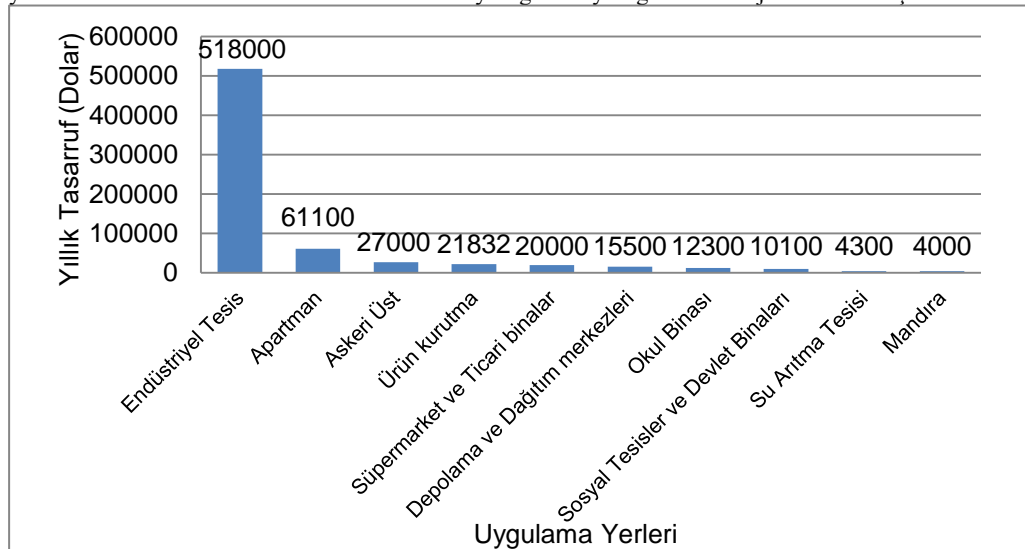


Şekil 4. Enlemlere göre güneş duvarı sistemlerinin uygulama sayısı.

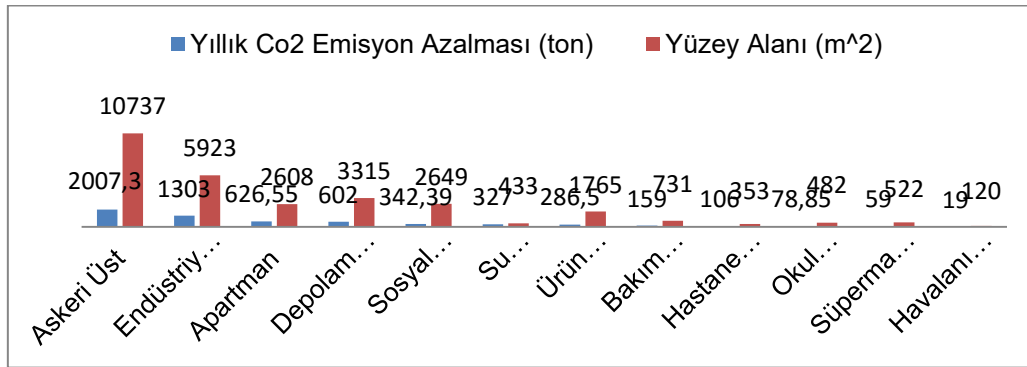


Şekil 5. Güneş duvarı sistemlerinin uygulama yerlerine göre kullanılan toplam yüzey alanı.

Solar Wall firmasından elde edilen verilere göre güneş duvarı sistemlerinin uygulandığı mekânlarda sağladığı tasarruf şekil 6'da verilmiştir. Şekil 6'da görüldüğü gibi bu sistemler ile endüstriyel tesislerde yıllık yaklaşık 500.000 dolarlık bir tasarruf sağlanmıştır. Dünya genelini düşündüğümüzde bu değer çok az olsa da bina yapımında dış cephe kaplaması yerine bu sistemlerin kurulması ek bir maliyet getirmeyeceğinden enerji tasarrufu açısından oldukça uygundur.



Şekil 6. Güneş duvarı sistemlerinden sağlanan tasarruf.



Şekil 7. Güneş duvarı sistemlerinin yüzey alanına göre yıllık CO₂ emisyon azalması.

Güneş duvarı sistemleri gece saatlerinde çalışmadığı için, endüstriyel tesisler gibi sabahdan akşama kadar ısıtmaya ihtiyaç duyulan yerlerde daha fazla tasarruf sağlarken, daha çok akşam saatlerinde ısıtmaya ihtiyaç duyulan tiyatro gibi yerlerde çok daha az tasarruf sağlanmıştır.

Son olarak Şekil 7’de Solar Wall firmasından elde edilen verilere göre güneş duvarı sistemlerinin uygulama yerlerine ve toplam yüzey alanlarına göre yıllık CO₂ emisyon azalması verilmiştir. Burada da en fazla CO₂ emisyon azalması askeri tesislerde ve endüstriyel tesislerde sağlanmıştır.

2.2 Güneş Duvarı Sisteminin Türkiye’de Uygulanabilirliği

Türkiye 36° ile 42° enlemleri arasında yer almakta ve “Güneş Kuşağı” olarak adlandırılan -40° +40° enlemlerinin arasında bulunmaktadır. Ülkemiz, coğrafi konumu nedeniyle sahip olduğu güneş enerjisi potansiyeli açısından birçok ülkeye göre şanslı durumdadır. Güneş’ten dünyaya saniyede yaklaşık olarak 170 milyon MW enerji gelmektedir. Türkiye’nin yıllık enerji tüketiminin 100 milyon MW olduğu düşünülürse bir saniyede dünyaya gelen güneş enerjisi, Türkiye’nin enerji üretiminin 1.700 katıdır [20].

Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü’nde (DMI) mevcut bulunan 1966-1982 yıllarında ölçülen güneşlenme süresi ve ışınım şiddeti verilerinden

yararlanarak Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü (YEGM) tarafından yapılan çalışmaya göre Türkiye’nin ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2640 saat (günlük ortalama 7,2 saat), ortalama toplam ışınım şiddeti 1311 kW/m²-yıl (günlük ortalama 3,6 kW/m²) olduğu tespit edilmiştir.

Gerek güneşlenme süresi gerekse birim alana gelen güneş enerjisi açısından Türkiye, Dünya genelinde daha çok 35° - 55° enlemler arasında yaygın olarak kullanılan güneş duvarı sistemlerinin kurulması için uygun coğrafyaya sahiptir.

Sahip olduğumuz bu enerji kaynağından en iyi şekilde yararlanmak amacıyla bu çalışmada, binaların iklimlendirmesinde yeni kullanılmaya başlanan güneş duvarı sisteminin ülkemiz için uygunluğu aralık, ocak, şubat ve mart ayları için DMI verilerini kullanarak araştırdık. Bunun için Türkiye genelinde on il belirleyerek aralık, ocak, şubat ve mart aylarındaki iklim koşullarını (ortalama sıcaklık, güneşlenme süresi, rüzgâr hızı ve güneş enerjisi) çizelge 2’ye yerleştirdik.

Buna göre Türkiye genelinde on il için dört aylık ortalama sıcaklık 4,8 °C, güneşlenme süresi 5 saat, rüzgâr hızı 2,59 m/s ve güneş enerjisi 2,47 kWh/m²/gün olarak bulunmuştur. Bu değerlere göre ortalama sıcaklık güneşlenme süresi ve güneş enerjisi çizelge 1’de elde edilen değerlerden büyük olup ortalama rüzgâr hızı ise daha düşüktür. Bu da verimliliği artırıcı bir etki yaratacaktır [3,8,9,11].

Çizelge 2:Türkiye’nin on ayrı ili için iklim koşulları.

Şehir	Enlem Açısı	Ortalama Sıcaklık (°C)				Ortalama Güneşlenme süresi (saat)				Ortalama Rüzgar Hızı (m/s)				Aralıktan Mart’a kadar Ortalama Güneş Enerjisi (kWh/m ² /gün)
		Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	
Ankara	39,94°	2,7	0,3	1,8	6,1	3,35	3,73	4,89	6,16	1,90	1,90	2,20	2,30	2,35
İstanbul	41,02°	6,5	6,5	8,3	0	2,96	3,46	4,43	5,32	5,00	4,80	4,90	4,50	2,64
İzmir	38,42°	10,6	8,8	9,4	11,7	4,27	4,86	5,86	6,96	3,00	2,98	3,28	3,00	2,35
Konya	37,87°	1,8	-0,2	1,2	5,7	3,93	4,19	5,51	6,88	3,00	3,00	3,50	4,00	2,64
Hatay	36,87°	9,6	8,2	9,8	13,2	4,99	5,09	6,22	7,17	2,5	2,22	2,22	2,22	2,55
Sinop	42,02°	9,3	6,9	6,5	7,5	3,21	3,46	4,42	5,35	3,05	3,05	3,05	3,05	2,04
Erzincan	39,73°	0,1	-2,9	-1,2	4,4	3,27	3,73	4,85	6,15	1,11	1,11	1,66	2,22	2,46
Diyarbakır	37,92°	4	1,8	3,5	8,5	3,35	3,73	4,89	6,16	1,94	2,22	2,77	2,77	2,35
Muğla	37,2°	7	5,5	6	8,6	4,67	5,13	6,20	7,12	1,66	1,66	1,94	1,66	2,66
Van	38,47°	-0,7	-3,5	-2,9	1,5	4,93	5,27	6,40	7,39	1,50	1,10	1,70	2,00	2,66
Ortalama		5,09	3,14	4,24	6,72	3,89	4,27	5,37	6,47	2,47	2,40	2,72	2,77	2,47

3. SONUÇ

Güneş duvarı sürekli havalandırma ihtiyacı olan binalarda ve kış mevsiminin uzun sürdüğü ancak bu mevsimde güneşin hâkim olduğu yerlerde kullanılabilir uygun bir teknolojidir. Kış aylarında güneş ışınlarının daha yatık gelmesinden dolayı bina duvarlarına konulan bu sistemlerden yüksek verim elde edilebilir.

Çizelge 1 ve çizelge 2 karşılaştırıldığında Türkiye'deki ortalama sıcaklık, güneşlenme süresi ve güneş enerjisi miktarının Dünya genelinden yüksek olduğu, ortalama rüzgâr hızının ise düşük olduğu görülmektedir. Bu yüzden bu sistemler Türkiye genelinde daha verimli olarak kullanılabilir. En uygun bölge ise güneşlenme süresi yüksek olduğu ve rüzgâr hızının düşük olduğu Van şehridir. Bunu Muğla ve Hatay takip etmektedir.

Türkiye genelinde yapılara baktığımızda birçok binanın dekoratif ve yalıtım amaçlı olarak dış cephelerinde metal (genelde alüminyum) kullanıldığı görülmektedir. Bu binalarda dekoratif amaçlı kullanılan bu yüzeyler küçük değişiklik ve eklemelerle güneş duvarı haline kolaylıkla dönüştürülebilir de maliyet açısından uygun olmaz. Ancak bina yapım aşamasında iken doğrudan bu yüzeyler güneş duvarı sistemi olarak tasarlanmış olsalar ek bir maliyet dahi gerektirmezler. Aynı zamanda binanın dekoratif görünümü değişmemekte ve güneş duvarı sistemi kuran firmaların sundukları farklı renklerdeki seçeneklerle [4] binalara görsel anlamda ayrı bir çekicilik katabilmektedirler. Bununla beraber binanın ısınmasında ciddi ölçüde katkı sağlayacak ve CO₂ emisyon salınımını azaltacaktır.

Güneş duvarı sistemi gece saatlerinde çalışmadığı için gündüzleri kalabalık ve ısınmaya ihtiyaç duyan alanlarda kullanılması ve maximum verimlilik için binanın güneşe bakan geniş yüzeylerinde kurulması uygundur. Buna göre güneş duvarı sisteminin kullanımının uygun olan yerler sıralanırsa;

- Gündüzleri kalabalık olan; okul, hastane, devlet daireleri vb. gibi binalar,
- Endüstriyel tesisler,
- Alışveriş merkezleri,

Bu sistemlerin avantajlarını da aşağıdaki gibi sıralayabiliriz;

- Kış mevsiminde büyük tasarruf sağlar,
- Yaz aylarında binanın serin kalmasına neden olur,
- Kısa sürede kendisini amorti edebilir,
- Uzun ömrü vardır,
- Binayı yağmur ve nem gibi dış etkenlere karşı korur,
- Klasik kolektörlerde gözlenen donma ve kaçak problemleri yoktur.

Bu tür sistemlerin yaygın olarak kullanılması ile dünyamızda enerji verimliliği artırılarak; maddi kazanımın yanı sıra, karbondioksit salınımı da azaltılmış, sınırlı enerji kaynaklarının daha verimli kullanılması sağlanmış ve en önemlisi çevre korunmuş olacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] Kutscher, C.F., *An investigation of heat transfer for air flow through low porosity perforated plates*, Ph.D. Thesis, University of Colorado, Department of Mechanical Engineering, Colorado, USA, 1992.
- [2] Van Decker, G.W.E., Hollands, K.G.T., Brunger, A.P., Heat-exchange relations for unglazed transpired solar collectors with circular holes on a square or triangular pitch, *Solar Energy*, 71, 33-45, 2001.
- [3] Augustus Leon, M., Kumar, S., Mathematical modeling and thermal performance analysis of unglazed transpired solar collectors, *Solar Energy*, 81, 62-75, 2007.
- [4] Solar Wall Firmasının Resmi İnternet Sayfası, www.solarwall.com(Nisan, 2013)
- [5] Kutscher, C.F., Christensen, C., Barker, G., Unglazed transpired solar collectors: heat loss theory, *Journal of Solar Engineering*, 115, 182-188, 1993.
- [6] Hollick, J.C., Solar cogeneration panels, *Renewable Energy*, 15, 195-200, 1998.
- [7] Summers, D.N., *Thermal Simulation and Economic Assessment of Unglazed Transpired Collector Systems*, M.Sc. Thesis, University of Wisconsin-Madison, USA, 1995.
- [8] Shukla, A., Nkwetta, D.N., Cho, Y.J., Stevenson, V., Jones, P., A state of art review on the performance of transpired solar collector, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16, 3975-3985, 2012.
- [9] Motahar, S., Alemrajabi, A.A., An Analysis of Unglazed Transpired Solar Collectors Based on Exergetic Performance Criteria, *International Journal of Thermodynamics*, 13, 153-160, 2010.
- [10] Gunnewiek, L.H., Brundrett, E., Hollands, K.G.T., Flow distribution in unglazed transpired plate solar air heaters of large area, *Solar Energy*, 58, 221-237, 1996.
- [11] Fleck, B.A., Meier, R.M., Matovic, M.D., A field study of the wind effects on the performance of an unglazed transpired solar collector, *Solar Energy*, 73, 209-216, 2002.
- [12] Kutscher, C.F., Heat exchange effectiveness and pressure drop for air flow through perforated plates with and without crosswind, *Journal of Heat Transfer*, 116, 391-399, 1994.
- [13] Barker, G., Kiatreungwattana, K., Pressure drop as a function of air flow rate for roll-punched transpired solar collectors with different porosities, *ASME 5th International Conference on EnergySustainability*, 64-70, 2011.
- [14] Moaveni, S., Tebbe, P.A., Schwartzkopf, L., Dobmeier, J., Gehrke, J., Simones, M., A numerical model for thermal performance of an

- unglazed transpired solar collector, *ASME 5th International Conference on EnergySustainability*, 1-5, 2011.
- [15] Hollick, J.C., World's Largest and Tallest Solar Recladding, Conserval Engineering Inc., 703-707, WREC 1996
- [16] Jaques, R.A., Burgess, J.C., Solar Wall Collectors- Results of Field Trail in Three Schools and a House, BRANZ Study Report, No.231, New Zealand, 2010.
- [17] <http://www.travelmath.com>(Ağustos, 2013).
- [18] <http://www.climateps.com>(Ağustos, 2013).
- [19] <http://www.myweather2.com>(Ağustos, 2013).
- [20] Varınca. K.B.,Gönüllü, M.T., Türkiye'de güneş enerjisi potansiyeli ve bu potansiyelin kullanım derecesi, yöntemi ve yaygınlığı üzerine bir araştırma,*I. Ulusal Güneş ve Hidrojen Enerjisi Kongresi*, 270-275, 2006.

