

TASARIMDA AKTİF ve PASİF SÜRDÜRÜLEBİLİR ISITMA SİSTEMLERİ

Active And Passive Sustainable Heating Systems In Design

Doç.Dr. Filiz TAVŞAN

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, İç Mimarlık Bölümü, Trabzon/Türkiye

ORCID ID: 0000-0002-0674-2844

Doç.Dr. Cengiz TAVŞAN

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Trabzon/Türkiye

ORCID ID: 0000-0001-5796-6859

Aleyna KARAHALİLOĞLU

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İç Mimarlık Bölümü, Trabzon/Türkiye

ORCID ID: 0000-0002-5922-7926

Cite As: Tavşan, F., Tavşan, C. & Karahaliloğlu, A. (2021). "Tasarımda Aktif Ve Pasif Sürdürülebilir Isıtma Sistemleri", International Social Mentality and Researcher Thinkers Journal, (Issn:2630-631X) 7(51): 2680-2697

ÖZET

Tüketim çağını yaşadığımız bu dönemde dünya, hızlı bir şekilde etkilenmekte olup çevre kirliliklerinin oluşması ve kaynakların yok olmasıyla karşı karşıya kalmıştır. Çözüm olarak dünyanın ve buna bağlı olarak insan yaşamının devamının sağlanabilmesi gibi konuların üzerine düşünülmüş ve sürdürülebilirlik yani daimi olma kavramı ortaya çıkmıştır. Sürdürülebilirlik kavramı doğrultusunda yönetmelikler, standartlar ile birtakım ilkeleri barındıran sertifika sistemleri oluşturulmuştur. Sistemler içerisinde yeşil bina sertifikasyon sistemleri, suyun kullanımı, enerji ve atmosfer, malzeme ve kaynakların kullanımı, arazi kullanımı, iç hava kalitesi, inovasyon ve tasarım gibi ilkeleri barındırarak binaların çevreye olan yükünü azaltmayı amaçlamıştır. Sertifika sistemlerindeki ilkeler dikkate alınarak binanın enerji etkin olarak tasarlanması, yenilenebilir kaynaklar ile kullanılabilmesi hem binanın enerji yükünü azaltacak hem de karbon salınımı gibi çevreye olan olumsuz etkilerin azalmasını sağlayacaktır. Binaların enerji kullanımı göz önünde bulundurulduğunda bunun büyük bir kısmını ısıtma sisteminin oluşturduğu bilinmektedir. Bu bağlamda çalışmada, güncel aktif ve pasif ısıtma sistemlerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Sürdürülebilir ısıtma sistemleri ile ilgili literatür araştırması yapılarak kuramsal çerçeve oluşturulmuş ve kaynak tarama yöntemi ile elde edilen veriler doküman analizi yöntemiyle analiz edilmiştir. Çalışma kapsamında, sistemlerin sınıflandırılması, çalışma prensibi, kullanılan enerji kaynakları, yapı içinde kullanım alanları, artı ve eksi yönlerinin ortaya konulması hedeflenmiştir. Çalışma sonucunda, sürdürülebilir bir ısıtma için çeşitli alternatiflerin olduğu görülmüştür. Yapı tasarlanırken ısıtma sistemlerinin özelliklerin, artı ve eksi yönlerinin dikkate alınarak yapıya uygun bir sistemin seçilmesi enerjinin verimli kullanımını sağlayacak ve yapının enerji yükünü azaltarak sürdürülebilir olmasına katkıda bulunacaktır.

Anahtar Kelimeler: sürdürülebilirlik, yeşil bina, enerji, ısıtma sistemi, HVAC sistemleri

ABSTRACT

In this period when we live in the age of consumption, the world is affected rapidly and faced with the formation of environmental pollution and the destruction of resources. As a solution, issues such as the continuation of the world and, accordingly, the continuation of human life have been considered and the concept of sustainability, that is, being permanent, has emerged. In line with the concept of sustainability, certification systems that contain regulations, standards and certain principles have been established. Among the systems, green building certification systems aim to reduce the burden of buildings on the environment by incorporating principles such as water use, energy and atmosphere, use of materials and resources, land use, indoor air quality, innovation and design. Considering the principles in the certificate systems, the energy efficient design of the building and its use with renewable resources will both reduce the energy load of the building and reduce the negative effects on the environment such as carbon emissions. Considering the energy use of buildings, it is known that the heating system constitutes a large part of this. In this context, it is aimed to examine current active and passive heating systems in this study. A theoretical framework was created by literature research on sustainable heating systems and the data obtained by the source scanning method were analyzed by document analysis method. Within the scope of the study, it is aimed to reveal the classification of the systems, the working principle, the energy sources used, the areas of use in the building, plus and minus aspects. As a result of the study, it has been seen that there are various alternatives for a sustainable heating. While designing the building, choosing a suitable system for the building by considering the features, plus and minus aspects of the heating systems will ensure efficient use of energy and contribute to the sustainability of the building by reducing its energy load.

Key words: sustainability, green building, energy, heating system, HVAC systems

1. GİRİŞ

Günümüzde tüketim alışkanlıkları ve buna bağlı olarak gerçekleşen küresel tehditlerin etkisiyle doğal kaynaklar da hızlı bir şekilde tükenmektedir. Bu durum kaynakların korunması, devamının sağlanması ve tüketimin azaltılması konusunda birtakım çalışmaları beraberinde getirmiştir. Çalışmalarda sürdürülebilirlik, ekoloji, yeşil mimari kavramları doğrultusunda enerji etkin tasarım, sıfır karbon gibi tasarım ilkeleri ortaya çıkmıştır.

Yapıların çevreye olan yükleri, çevrenin ve kaynakların korunmasını büyük oranda etkilediğinden dolayı bu durum, yapının sürdürülebilir olmasını zorunlu kılmaktadır. Sürdürülebilirliğin sağlanmasında belirli ilkeler olup bu ilkelerden enerji verimliliği büyük bir orana sahiptir. Yapıların enerji kullanımı göz önüne alındığında enerjinin büyük çoğunluğunun ısıtma sistemlerinde harcandığı görülmektedir. Dolayısıyla ısıtma sistemlerinin sürdürülebilir olarak tasarlanması yapının çevreye olan yükünü oldukça azaltacaktır.

Konu hakkında yapılan çalışmalarda, yenilenebilir sistemler (Gevorkian,2006;Herzog, Lipman,& Kammen,2001), bu sistemlerin sürdürülebilirliği (Özmehmet, 2005;Yüksek&Esin 2009;Ulusoy, 2012), pasif sistemlerde sürdürülebilirlik(Özdemir, 2005;Engin,2012), sürdürülebilir aktif ve pasif sistemler(Bekar, 2007; Demircan&Gültekin, 2015; Konstantinou & Prieto Hoces, 2018) gibi konuların ele alındığı görülmekte iken bu çalışmaların konunun genelini kapsamadığı , sadece belirli bir konuya yönelerek oluşturulduğu tespit edilmiştir. Bu bağlamda sürdürülebilir ısıtma sistemlerini inceleyen bu çalışmada diğer çalışmalardan farklı olarak konunun genelini ele alınarak tanımlanması ve sürdürülebilirlik kapsamında konu hakkında yapılan güncel uygulamaların tespit edilmesi hedeflenmiştir. Çalışmada ilk olarak literatür araştırması yapılarak kuramsal çerçeve oluşturulmuş olup kaynak tarama yöntemi ile elde edilen veriler doküman analizi yöntemiyle analiz edilmiş ve gruplandırılmıştır. Sonuç olarak ise konu hakkında değerlendirme ve önerilerde bulunulmuştur.

2. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK ve SÜRDÜRÜLEBİLİR MİMARİ

Sürdürülebilirlik kavramı “sürekli olma kabiliyeti veya becerisi” şeklinde tanımlanabilmekte olup ilk olarak1980’ li yılların ortalarında Oxford Dictionary sözlüğünde kullanılmış ve bu sözlükte, “belli bir oranda veya düzeyde devam ettirilebilme” olarak açıklanmıştır. 1987 ‘de ise WCED ‘in “Ortak Geleceğimiz” adlı raporunda yayınlanması sonucunda sürdürülebilirlik kavramı zenginleşerek çevre, sağlık, iletişim, kültür, mimari gibi alanlarda da kullanılmış ve çok boyutlu bir kavram haline gelmiştir (Şen, Kaya, Alpaslan, 2018).

Sürdürülebilirlik mimaride ‘sürdürülebilir mimari’ olarak adlandırılmış ve birçok farklı şekilde tanımlanmış olup Sev (2009)’in yaptığı tanımlamada, mevcut şartlarda ve yaşamın her evresinde, gelecek nesilleri de göz önüne alarak, yenilenebilir kaynaklarının kullanımını sağlayan, çevreyi, insanların esenliğini ve sağlığını koruyan, yapılarda malzeme, su ve enerjiyi etkili bir biçimde kullanılabilmesi sağlayan faaliyetler olarak dile getirilmiştir (Yetkin, 2019).

Sürdürülebilir mimari, binanın tasarım sürecinden başlayarak gelecekteki kullanımı, binanın ömrü, yok olma ya da yeniden kullanım aşamalarını içeren bir süreçten oluşmaktadır. Bu bağlamda sürdürülebilir mimarlık birtakım ilkeleri barındırmaktadır. Bu ilkeler kısaca; değişen durumlara uyum sağlayabilen, uzun ömürlü bina tasarımı, enerjinin verimli kullanımı, kaynakların etkin kullanımı, atıkların miktarının indirgenmesi, su kaynaklarının korunması, çevreye zararlı maddelerin kullanılmaması, sağlık ve güvenlik risklerinin azaltılması, iç mekan hava konforunun sağlanması ve biyolojik çeşitliliğin korunması olarak özetlenebilir (Özmehmet,2007).

Bu ilkeler doğrultusunda çalışmalar gerçekleştirilmiş, birtakım standartlar, yönetmelikler ve sertifikasyon sistemleri ortaya konulmuştur. Genel olarak yapılan bu çalışmaların amacı, insan yaşamının daha kaliteli sürdürülmesi, yapının çevreye olan yükünün azaltılması ve kaynakların korunması olarak açıklanabilir.

3. SÜRDÜRÜLEBİLİR ISITMA SİSTEMLERİ

Isıtma sistemleri, binalarda ısı konforunun sağlanması olarak tanımlanmaktadır. Isıl konforun sağlanması için enerji kullanılırken fosil kaynakların giderek azalması ve maliyetlerin artması, enerji üretilirken çevrenin zarar görmesi enerjinin etkin kullanımını zorunlu kılmaktadır (Karaca, 2011). Enerjinin etkin kullanımında; enerji korunumunun yükseltilmesi, pasif ve aktif iklimlendirmenin kullanılması, çevre kirliliği ve ekolojik bozulmaların önüne geçilmesi, çevreyle dost enerji kaynaklarına yönelmesi amaçlanmaktadır (Engin,2012). Bu doğrultuda sürdürülebilir ısıtma sistemleri çalışmada, yenilenebilir kaynakların kullanımı ile birlikte pasif ve aktif sistemler olarak üç başlık altında ele alınmıştır.

3.1. Yenilenebilir Kaynakların Kullanılması

Isıtma sistemlerinde sürdürülebilirliğin sağlanması hem bu sistemlerin kullanılmasında gerekli olan enerji kaynağının sürdürülebilir olması hemde sistemlerin özellikleri bakımından sürdürülebilir olarak tasarlanması ile gerçekleştirilmektedir. Kaynağın sürdürülebilir olması ele alındığında yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı söz konusu olmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları, doğal süreçte mevcut olan ve sürekli devam eden bir enerji akışından ortaya çıkan enerji olarak tanımlanmaktadır (Yüksek&Esin,2009). Günümüzde ısınmada kullanılan petrol, gaz gibi yakıtlardaki fiyatlar artarken güneş, rüzgâr, biyokütle enerjisi gibi sistemlerinin maliyetleri gelişen teknoloji sayesinde büyük ölçüde azalmaktadır, bu nedenle yenilenebilir enerji kaynaklı ısıtma sistemlerinin kullanılması gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır (Herzog, Lipman&Kammen, 2001).Yapılarda ısıtma sistemlerinde kullanılan yenilenebilir enerji kaynakları güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, biyokütle enerjisi ve jeotermal enerji olmakla birlikte dalga enerjisi ile hidrolik enerji de tesislerde elde edilip elektrik enerjisine dönüştürülerek kullanılan kaynaklardır.

Güneş enerjisi: Yapılarda güneş enerjisinden mimaride tasarımıda gerçekleştirilen teknikler ile pasif ve sistemlerin güneşten oluşturduğu enerjinin kullanımı ile aktif olarak yararlanılmaktadır (Yüksek&Esin, 2009). Bu pasif ve aktif sistemler çalışmada belirtilen başlık altında tanımlanmıştır.

Rüzgar enerjisi: Bu enerjiden ilk olarak mekanik enerji elde edilip sonra ise aktif sistemlerle elektrik üretimi sağlanarak enerjinin yapıların ısıtma sisteminde kullanımı gerçekleştirilmektedir (İlkılıç, 2016).

Biyokütle enerjisi: Biyokütle enerjisinin kaynağı ağaç artıkları, enerji ormanları, bitkiler ve bitkisel atıklar ile şehrsel ve endüstriyel atıklar olup bu atıklardan ortaya çıkan enerji hem sıvı ve gaz yakıt olarak hem de elektrik üretiminde kullanılmaktadır (Karayılmazlar ve dğr., 2011).

Jeotermal enerji: Yerkürenin iç ısısından oluşmaktadır. Bu ısı yerkürenin merkezdeki sıcak bölgeden yeryüzüne yükselir, bu durum yer altındaki sularının ve toprağın ısınmasını sağlamaktadır. Suyun ve toprağın ısısından oluşan enerji ısıtma sistemlerinde doğrudan bir sistemle ya da elektrik üretimi sağlanarak kullanılabilir (URL 1).

Özetle yenilenebilir enerji kaynakları sürdürülebilir ısıtma sistemlerinde aktif ve pasif sistemler olarak kullanılabilir olup bu sistemlerin detaylı bilgileri konu başlıklarında verilmiştir.

3.2. Aktif Sistemler

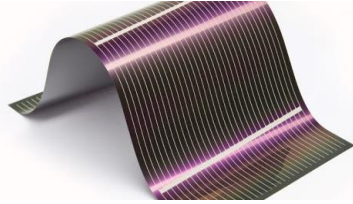
Aktif sistemler, amaca göre üretilmiş sistemler aracılığıyla, ısıtma faaliyetlerinin gerçekleştirildiği çeşitli mekân ve elektronik sistemler bütünü olarak tanımlanmaktadır (Ulusoy, 2012). Çalışmada aktif sistemler; yenilenebilir enerji kaynaklı yani güneş enerjili, rüzgar enerjili, biyokütle enerjili, jeotermal enerjili olarak ve diğer aktif sistemler olarak gruplandırılarak ele alınmıştır.

3.2.1. Aktif Güneş Enerjisi Sistemleri

Bu sistemler yapıda güneş enerjisini etkin olarak kullanabilmek için oluşturulan toplama sistemlerinden meydana gelmekte ve güneş enerjisini ısıya ve elektriğe dönüştürülerek kullanımını sağlamaktadır (Varınca ve Varank, 2005;Ulusoy, 2012). Mimaride aktif güneş enerjisi sistemleri elektrik enerjisi üreten fotovoltaik sistemler ve hem elektrik hem ısı enerjisi üreten pv/ ısıtma sistemler olarak ele alınabilmektedir. Bu sistemler çatıda, cephede, parapet ve gölgeleme elemanlarında kullanılabilir.

Fotovoltaik Sistemler: Güneşten gelen ışınları toplaçlar ile toplayıp elektrik enerjisi üreten ve bu enerjinin kullanımını sağlayan bileşenlerin tümü olarak tanımlanmaktadır (Yüksek&Esin, 2009). Bu sistemler panellerden oluşmakta olup bu paneller doğrudan yada yapı elemanına entegre edilmiş bir şekilde kullanılmaktadır. Bu paneller ; Monokristal ve Polikristal Panel, Esnek panel, İnce film güneş paneli, Saydam güneş paneli, Güneş paneli kiremitidir. (Tablo 1).

Tablo 1. Aktif Güneş Enerjisi Sistemleri Türleri ve Özellikleri

Fotovoltaik Sistemler		
Monokristal ve Polikristal Panel	Özellikleri	Monokristal panel güneş tarafından kolayca tanımlanabilen siyah bir dış yüzeye sahip olup en verimli paneldir. Polikristal panel ise çoklu-kristal silisyum yapıda olan dikdörtgen hücrelerden oluşur ve mavi bir yüzeye sahiptir (URL 2).
	Çalışma prensibi ve kullanım alanı	 (URL 3)
Esnek Panel	Özellikleri	Esnekliği sayesinde bükülmüş, kıvrılmış formlu yüzeylerde elektrik üretimi elde etmek için üretilmiştir. Diğerlerine kıyasla daha düşük verimliliğe sahiptir (URL 2).
	Çalışma prensibi ve kullanım alanı	 (URL 4)  (URL 5)
İnce Film Güneş Paneli	Özellikleri	Bu paneller, verimlilikleri orta derecede olmasına karşın hafif yapısı ve kolay montaj olabilmeleri nedeniyle kullanılmaktadır. Ekonomik olması nedeniyle genellikle binaların cephelerinde uygulanmaktadır (URL 2, URL 6).
	Çalışma prensibi ve kullanım alanı	 (URL 6)  (URL7)
Saydam Güneş Paneli	Özellikleri	Işığı geçiren bir yapıya sahip bu paneller kızılötesi ve ultraviyole ışınlar gibi ışın dalgaları boyalarını tutabilen organik moleküller içeren şeffaf toplayıcıların cam veya plastik benzeri yüzeylere yerleştirilmesiyle oluşturulmaktadır. Bu sayede yapıda pencerelerde, balkon parapetlerinde kullanılabilir (URL 2, URL 8).
	Çalışma prensibi ve kullanım alanı	 (URL 9)  (URL10)
Güneş Paneli Kiremiti	Özellikleri	Panel kiremitler binanın çatısını oluşturarak binayı korurken üzerlerinde yer alan hücreler ile de elektrik üretimi sağlamaktadır. Yeni geliştirilen modellerde kiremitin tamamı panel görevi kazanırken estetik bir kullanım da sağlamaktadır. Tesla solar kiremitler yapısal olarak güneş enerjisini yakalayabilme özelliğinde olup binayı dış etkenlerden koruma ihtiyacına da estetik bir çözüm olarak tasarlanmıştır (URL 2).
	Çalışma prensibi ve kullanım alanı	 (URL2)  (URL11)

PV/ Isıtma Sistemler: Güneş ışınlarını toplaçlarla ısı enerjisine dönüştürerek bu ısıyı su, hava vb. bir akışkan ile doğrudan ya da bir depolayarak kullanımını sağlayan mekanik ve ya elektronik sistemlerin tamamı şeklinde tanımlanmaktadır (Yüksek&Esin, 2009). Sistemden elde edilen sıcak su hem ısıtmada hem

de sıcak su gerektiren durumlarda kullanılabilir. Sistemin yapıdaki konumlandırılması Şekil 1'deki gibidir.



Şekil 1. Güneş Enerjili Isıtma Sistemi ve Yapıdaki Gösterimi (URL 12)

3.2.2. Aktif Rüzgar Enerjisi Sistemleri

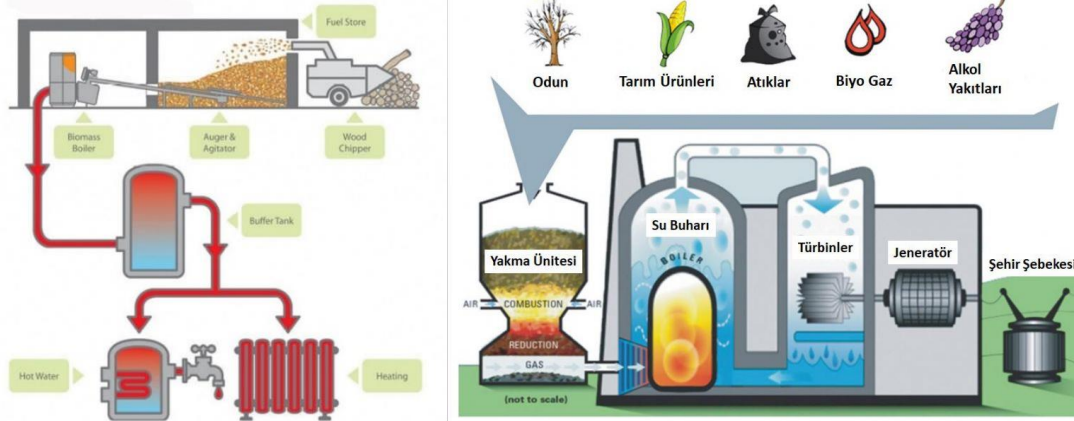
Aktif rüzgar enerjili sistemler, rüzgar enerjisinin mekanik ya da elektronik sistemler ile kullanılarak ısıtma sağlanan sistemlerdir (Tablo 2).

Tablo 2. Aktif Rüzgar Enerjisi Sistemleri

Özellikleri	Aktif rüzgâr enerji sistemlerinden enerji üretimi rüzgâr türbinleri ile gerçekleşmekte olup bu türbinler rüzgârda var olan kinetik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürme görevi görmektedir. Bu elektrik ile ısıtma sistemi birleştirilerek binanın ısıtılması sağlanmaktadır. Rüzgar türbinleri yapıda, yapıya monte ya da entegre olarak tasarlanabilmektedir(Yüksek&Esin, 2009; Ulusoy, 2012).		
Çalışma Prensibi Ve Kullanım Alanı			
	(URL13)	(URL14)	(URL15)

3.2.3. Biyokütle Enerjisi Sistemi

Biyolojik maddeler enerji içeren ve yakılınca enerji açığa çıkaran organik bir kaynaktır. Bu kaynak biyokütle olarak tanımlanmakta olup tarım, orman atıkları ve kalıntıları, besin atıkları, şehir çöplerindeki katı atıklar, hayvan gübreleri, kanalizasyon atıkları ve su ürünü olan yosunlar gibi çeşitli kaynaklardan sistemler ile biyokütle enerjisi elde edilmektedir (Sayın, 2006). Biyokütle enerjisi hem sıvı ve gaz olarak yakıt işlevinde kullanılmakta hem de yakılarak elektrik enerjisine dönüştürülebilmektedir (Sayın 2006; Yüksek&Esin, 2009).(Şekil 2).



Şekil 2. Biyokütle Enerjisi İle Isıtma Sistemi çalışma prensibi (URL 16, URL 17)

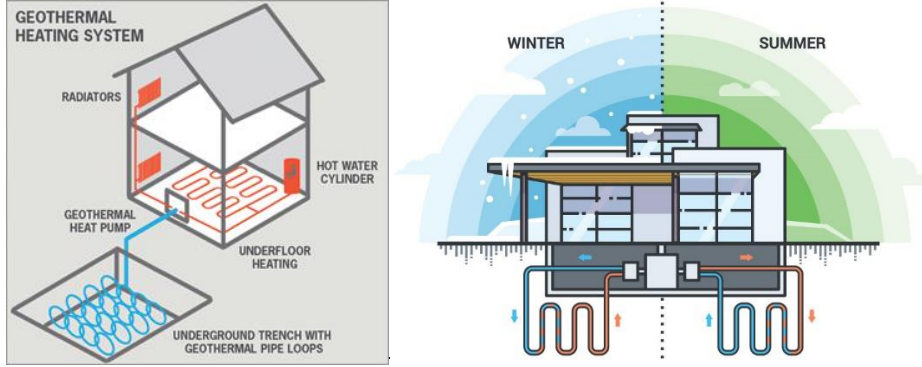
Biyokütleden enerji elde edilmesinin yanı sıra organik yakıtlar da elde edilerek bu yakıtların ısıtmada kullanımı ile sürdürülebilir ısıtma gerçekleştirilebilmektedir (Tablo 3).

Tablo 3. Biyokütle Enerji Sistemleri

Pelet Isıtma	Özellikleri	Pelet yakıtları, sıkıştırılmış organik madde veya biyokütleden yapılan biyo yakıtlardır. Bu yakıtlar yakıldığında fosil yakıtlarla kıyaslandığında daha az emisyon açığa çıkartmaktadır. Nemsiz bir şekilde yüksek basınçta sıkıştırıldıklarından dolayı kül oranı %1 seviyelerindedir. Ayrıca yanma sonucunda ortaya çıkan kül doğal gübre olarak kullanılmaktadır (URL 18, URL 19).
	Çalışma Prensibi Ve Kullanım Alanı	(URL19)
Yeşil Kömür	Özellikleri	Biyokütle oluşturan bileşenlerden elde edilmekte olup biyokömür olarak da adlandırılan yeşil kömürün karbon emisyonu kömürden oldukça düşüktür(URL 20).
	Çalışma Prensibi Ve Kullanım Alanı	(URL20) (Saygan & Aydemir ,2016)

3.2.4. Jeotermal Enerji Sistemi

Yer kabuğunun derinliklerinde bulunan mağmanın ısısından oluşmakta olan jeotermal enerji sabit bir ısıya sahiptir. Bu ısı yazları hava sıcaklığından daha düşük kışları ise daha yüksek sıcaklığa sahip olduğundan ısıtma ve soğutma sisteminde doğrudan kullanılabilir gibi elektrik enerjisine dönüştürülerek de kullanılabilir (Yüksek&Esin,2009; Ulusoy, 2012). Jeotermal sistemler bir miktar CO₂ emisyonu açığa çıkartmakta olup bu miktar fosil yakıtların CO₂ emisyonuna oranla 20 kat daha azdır (Gevorkian,2006),(Şekil 3).

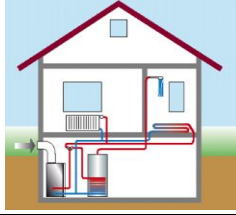
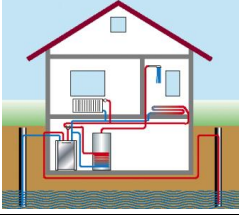
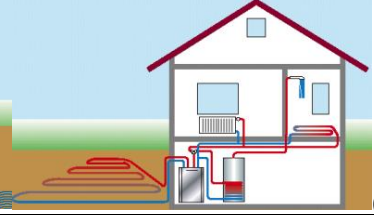


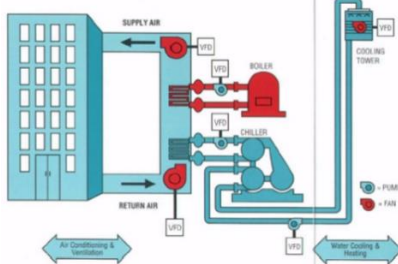
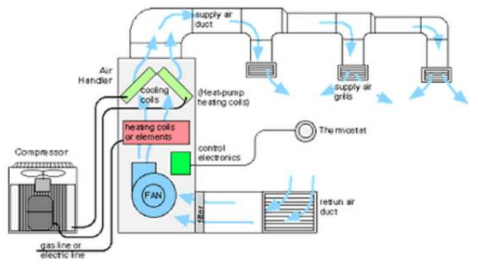
Şekil 3. Jeotermal Isıtma Sistemi ve Mevsimlere Göre Çalışma Prensibi (URL 21, URL 22)

3.2.5. Diğer Aktif Sistemler

Çalışmada yenilenebilir enerjili aktif sistemlerin dışında bulunan sürdürülebilir sistemler diğer aktif sistemler başlığı altında toplanmıştır. Diğer aktif sistemler yerden ve duvardan ısıtma sistemleri, ısı pompaları ile ısıtma sistemi, HVAC sistemi ve atık ısı geri kazandıran sistemlerden oluşmaktadır. Bu sistemler enerji verimliliği, uzun ömürlüğü, çevreye etkileri bakımından sürdürülebilir olmakla birlikte yenilenebilir enerji kaynakları ile de kullanılabilir. (Tablo.4)

Tablo 4. Diğer Aktif Isıtma Sistemlerin Türleri ve Özellikleri

Yerden ve Duvardan Isıtma Sistemleri	Özellikleri	Daha az enerji ile daha eşit ısı dağılımı sağlayan bu ısıtma sistemi, döşeme altına ya da duvara yerleştirilen borulardaki (sulu sistem) ya da kablolardaki (elektrikli sistem) ile iki şekilde tasarlanabilmektedir. Radyatöre gerek duymayan sistem bu sayede estetik bir görünüm sağlarken sistemde kullanılan malzemeler metal içermediğinden dolayı da uzun ömürlüdür (Doğan & Çalışır, 2012). Yerden ve ya duvardan ısıtma sistemi radyatörlü ısıtma sistemine göre % 30 ile % 50 arasında tasarruf sağlamaktadır (URL 23).
	Çalışma Prensibi Ve Kullanım Alanı	  (URL24) (URL 25)
Isı Pompaları İle Isıtma Sistemi	Özellikleri	Isı pompaları hava, su ve toprak gibi ortamlardaki sıcak- soğuk farkını kullanarak ısıtma, soğutma ve sıcak su sağlayabilen sistemlerdir. Yenilenebilir kaynak ile birlikte elektrik enerjisi de kullanan ısı pompaları normal elektrikli ısıtma sistemlerine göre 2-6 kat daha verimli olabilmektedir (URL 26, URL 27).
	Çalışma Prensibi Ve Kullanım Alanı	   (URL 28)
HVAC Sistemi	Özellikleri	Isıtma, havalandırma ve iklimlendirme sistemleri anlamına gelen bu üç fonksiyon genellikle binalarda tek bir sistem içinde oluşturulmaktadır. Binalarda uygulanan HVAC sistemlerinin amacı mekanlardaki hava kalitesini artırarak optimum sıcaklıklarda konfor koşullarını yerine getirmektir. Sistem minimum enerji kullanarak maksimum verime ulaşarak gerekli hava kalitesini sağlamaktadır. Bununla birlikte HVAC sistemleri, çalışma düzenini belirleyen kontrol stratejileri, istenilen referans aralığının sağlanmasında ve enerji tüketiminin daha verimli hale getirilmesinde önemli bir role sahiptir (Özbek & Eker ,2015; URL 29). HVAC sistemlerinin yapılar için sadece ısıtma ve soğutma yapan Fan – Coil Sistemi(FCU), ısıtma yaparken soğutma da yapabilen VRF sistemi gibi çeşitli kombinasyonları bulunmaktadır (Özcan, 2019).

	Çalışma Prensibi Ve Kullanım Alanı	  (URL29) (URL30)
Atık Isı Geri Kazandıran Sistemler (WHP)	Özellikleri	Atık ısı makinelerin ve ya sistemlerin işlemlerini gerçekleştirirken ortaya çıkarttığı ısı olarak tanımlanmaktadır. Atık ısının geri kazanımı elektrik enerjisine dönüştürülerek ya da ısıtma sisteminde ısı ve sıcak su temini için kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Bu sistemler sanayi ve endüstride yaygın olarak kullanılmakta olup atık ısının olduğu tesislerde de uygulanabilmektedir. Atık ısı kazanım sistemlerinin maliyeti yüksek olsa da bu sistemler yakıt tasarrufu ve verimlilik sağlayarak hava kirliliğini ve termal kirliliği oldukça azaltmaktadır (URL31,URL 32).
	Çalışma Prensibi Ve Kullanım Alanı	  (URL33) (URL34)

3.3. Pasif Isıtma Sistemleri

Pasif sistemler, tasarım süreci içerisinde verilen kararlar ile mekanik sisteme ihtiyaç duymadan enerji kaynaklarından yararlanılması olarak tanımlanmaktadır(Ulusoy, 2012).Pasif sistemler yapının tasarım aşamasında oluşturulduğundan; yapının konumu, yönü, formu, hacimlerin yerleştirilmesi, yapı kabuğu, pencereler, malzeme seçimi ve çevresel elemanların kullanımı (bitkiler, avlular, su havuzları vb.) gibi etmenlerin düşünülerek planlanması bu sistemin etkinliğini arttırmaktadır (URL 35).

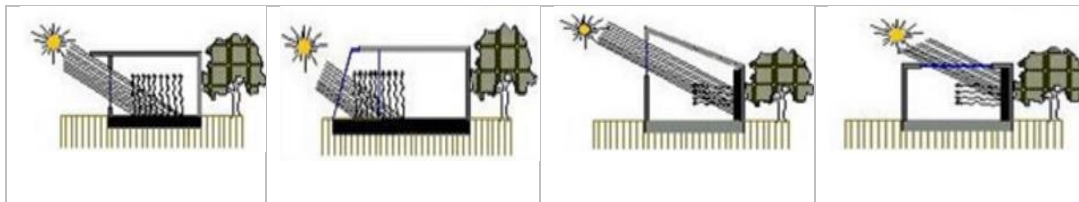
Güneş kaynaklı pasif sistem uygulamaları kış mevsiminde güneşten ısı kazanımlarını artırma, yaz mevsiminde ise soğutma amaçlı kullanılmaktadır (Ulusoy, 2012). Pasif sistemler doğrudan ve dolaylı olarak yapıda uygulanmakta olup sistemde kullanılan üç temel öğe bulunmaktadır.(Şekil 4)

Toplama: Yapının güneşe bakan bölümlerinde oluşturulan pencereler, seralar, galeri, kış bahçeleri ve atriumlarla güneş enerjisinin toplanarak ısıya dönüştürülmesidir.

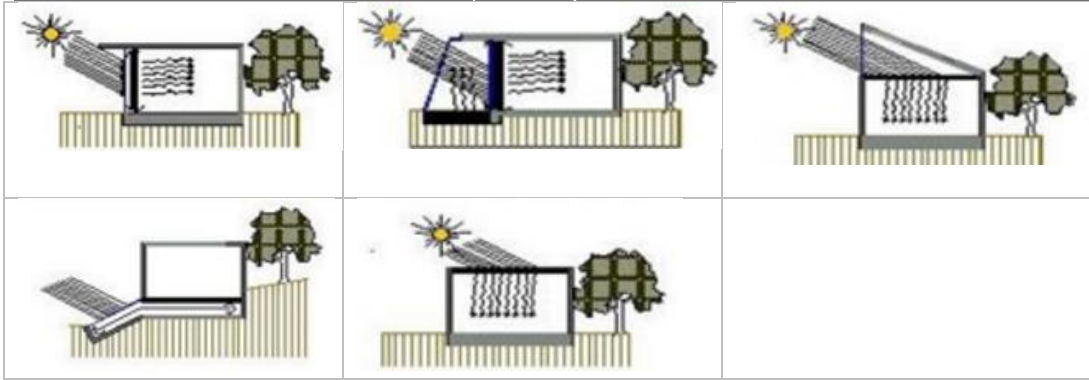
Depolama: Güneş enerjisinden gelen ısının bir kısmı hemen kullanılırken, geriye kalan ısı ise termal kütle olarak ifade edilen zemin ve duvarlarda depolanmaktadır.

Dağıtım: Zeminde ve duvarlarda depolanan ısının, ısıtım ve taşıma ile mekâna dağıtılmasını kapsamaktadır (Ulusoy, 2012).

Doğrudan güneş enerjili pasif sistemlerde güneş enerjisi mekanda bulunan öğeler tarafından toplanır, depolanır ve dağıtılır. Dolaylı güneş enerjili pasif sistemlerde ise yardımcı öğeler ile güneş enerjisi toplanarak hem depolanır hem de mekan içine aktarılır. Her iki sistemde de mekana dağıtılan güneş enerjisi ortam sıcaklığına katkı sağlayarak yapının ısıtma yükünü azaltır. (Şekil 4),(Şekil 5)



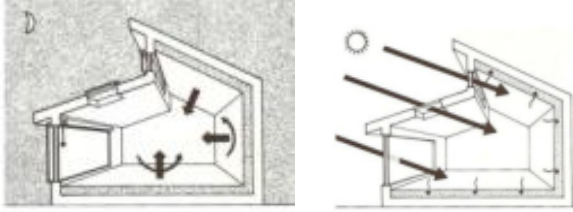
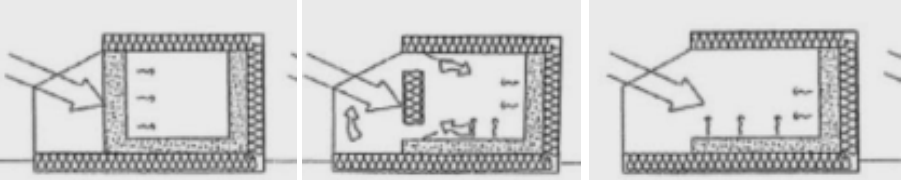
Şekil 4. Doğrudan Pasif Isıtma Sistemleri (Gültekin& Demircan, 2015)

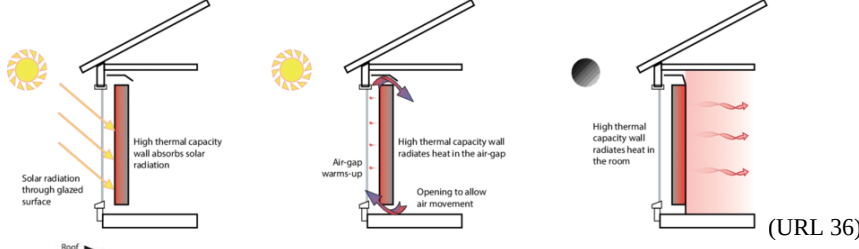
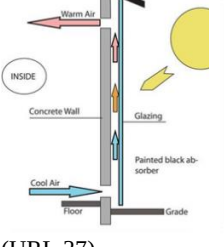
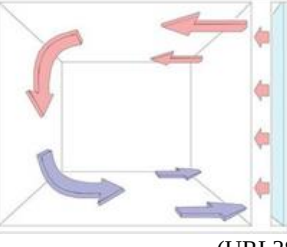
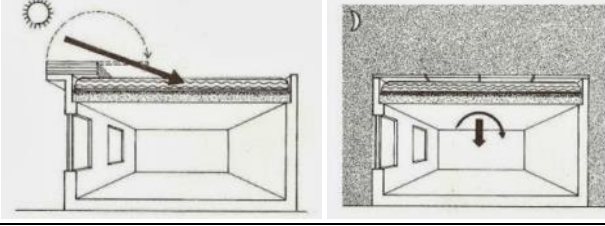


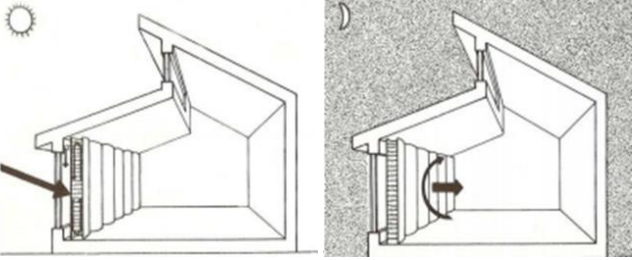
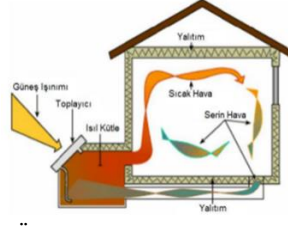
Şekil 5. Dolaylı Pasif Isıtma Sistemleri (Gültekin& Demircan, 2015)

Pasif güneş ısıtma sistemleri; cephe ve çatı açıklıkları, seralar (kış bahçeleri), güneş duvarları (trombe duvarları), güneş bacaları, çatı havuzu, su duvarları (bidon duvarlar), termosifon sistemler ve gölgeleme sistemleri olarak gruplandırılmış olup özellikleri ile birlikte açıklanmıştır. (Tablo.5)

Tablo 5. Pasif Güneş Isıtma Sistemleri Türleri ve Özellikleri

Isıtma Sistem Türü	Pasif Isıtma Sistemlerinin Genel Özellikleri	
Cephe ve Çatı Açıklıkları	Özellikleri	Cephe ve çatıdaki saydam yüzeylerden içeri geçen güneş ışınları döşeme ve duvarlar tarafından tutularak ısı enerjisine dönüştürülmektedir. Mekanın sıcaklığı düştüğünde, ısı döşeme ve duvarlardan taşınım ve ışınlım yolu ile geri verilerek bir döngü sağlanmaktadır (Ulusoy, 2012).
	Çalışma Prensibi Ve Kullanım Alanı	 (Yüre, 2007)
Seralar (Kış Bahçeleri)	Özellikleri	Güneye bakacak biçimde tasarlanan seralarda, ısıtılacak mekanlarla hem doğrudan ilişki kurularak hem de mekanlar ile sera arasında hava geçişi olmayacak şekilde bir termal kütle yerleştirilerek ısı bu kütleden difüzyon yolu ile yayılması şeklinde oluşturulmaktadır (URL 35). Bu mekandaki ısı, kış mevsiminde çakıl doldurulan zemin altında depolanabilmekte olup yaz mevsiminde ise gündüz aşırı ısınma, hareketli gölgelendirme elemanları ile engellenebilmektedir (Özdemir, 2005)
	Çalışma Prensibi Ve Kullanım Alanı	 (URL35)
Güneş Duvarları (Trombe Duvarları)	Özellikleri	Yapıların güney cephelerinde cam yüzey ve arkasında siyah boyalı ya da seçici yüzeyli beton, tuğla, taş gibi ısı depolayabilen kütle ile duvar yüzeyinde bir boşluk bırakılarak uygulanan bir sistemdir. Güneşten elde edilen ısı, hem difüzyon yoluyla hem de termal duvardaki üst ve alt kapaklar aracılığıyla sıcak havanın mekanlara geçişi sağlanmaktadır (URL 35, Özdemir, 2005). Bu sistem güneş kaynağının verimli olduğu durumda ısıtma yükünün verimliliğini % 10-15 oranında artırmaktadır (Sharma & Gupta, 2016).

	Çalışma Prensibi Ve Kullanım Alanı	   
Güneş Bacaları	Özellikleri	Güneş enerjisini ısıtma ve soğutma amaçlı kullanabilmeyi sağlayan ısıl bacalar, binanın güneye bakan cephesinde çatı yüksekliğini fazla geçmeyecek şekilde tasarlanmaktadır. Bacanın dış yüzeyi şeffaf cam kaplamadan oluşurken iç yüzeyinde ısınları çeken koyu metal malzeme kullanılmaktadır. Kış mevsiminde baca kapalı tutularak güneşin etkisiyle bacanın içerisinde ısınarak yükselen hava, duvardaki üst açıklıktan mekana geçmekte ve ısıtma gerçekleşmektedir. Soğutma amaçlı kullanıldığında ise duvardaki üst açıklık kapatılarak ısınan havanın bacadan atılması sağlanmaktadır. Rüzgârın hızının düşük olduğu durumda bacanın üstüne konumlandırılan dönen rüzgâr kepçesi ile hava dışarı atılabilmektedir.(Ulusoy, 2012).
	Çalışma Prensibi Ve Kullanım Alanı	 (Gültekin& Demircan, 2015)
Çatı Havuzu	Özellikleri	Güneş enerjisini ısıtma ve soğutma amaçlı kullanabilmeyi sağlayan ısıl bacalar, binanın güneye bakan cephesinde çatı yüksekliğini fazla geçmeyecek şekilde tasarlanmaktadır. Bacanın dış yüzeyi şeffaf cam kaplamadan oluşurken iç yüzeyinde ısınları çeken koyu metal malzeme kullanılmaktadır. Kış mevsiminde baca kapalı tutularak güneşin etkisiyle bacanın içerisinde ısınarak yükselen hava, duvardaki üst açıklıktan mekana geçmekte ve ısıtma gerçekleşmektedir. Soğutma amaçlı kullanıldığında ise duvardaki üst açıklık kapatılarak ısınan havanın bacadan atılması sağlanmaktadır. Rüzgârın hızının düşük olduğu durumda bacanın üstüne konumlandırılan dönen rüzgâr kepçesi ile hava dışarı atılabilmektedir.(Ulusoy, 2012).
	Çalışma Prensibi Ve Kullanım Alanı	 (URL35)
Su Duvarları (Bidon Duvarlar):	Özellikleri	Su duvarları cephede saydam yüzey arkasında ısınları toplayan yüzey oluşturmak amacıyla siyah boyalı bidonların su ya da bir akışkan ile doldurulmasıyla oluşmaktadır. Isıl kütle görevi gören bidonlar ısıyı toplama ve depolama işlevlerini gerçekleştirmektedir. Saydam yüzeyden geçen güneş ısınları bidonlar tarafından absorbe edilmekte ve bidon içindeki sıvıyı ısıtmaktadır. Isınan bidonlar, ısıma ve taşınım yoluyla bu ısıyı binanın içine yaymaktadır. Gündüz sağlanan ısının gece kaybedilmemesi için yalıtılmış kapaklar akşamları kapatılmaktadır. Bu sistemlerde meydana gelen sorunlardan en önemlileri sıvı kullanımından dolayı oluşan buharlaşma, korozyon ve sızma olarak bilinmektedir (Gültekin& Demircan, 2015).

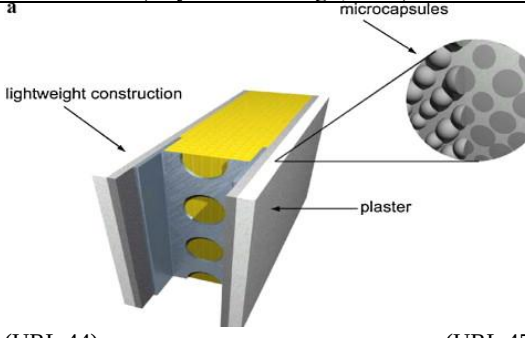
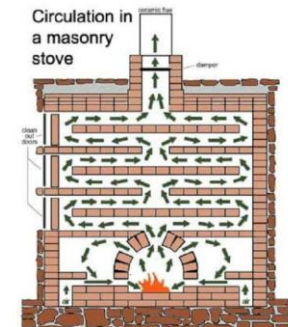
	Çalışma Prensibi Ve Kullanım Alanı	 (Gültekin& Demircan, 2015)
Termosifon Sistemler	Özellikleri	Bu sistemde, bina cephesinden bağımsız olarak direkt güneş ışıını ve mekan arasındaki bağlantıyı oluşturacak bir toplayıcı alan bulunmakta olup bu alandaki soğuk hava güneş ışıının enerjisiyle ısınır ve ısınan hava mekana geçerken mekandaki soğuk hava da yer değiştirerek toplayıcıya dönmektedir (Özdemir, 2005).
	Çalışma Prensibi Ve Kullanım Alanı	   (Özdemir, 2005) (URL 39) (URL 40)
Gölgeleme Sistemleri	Özellikleri	Petek ve stor sistemleri, ışık rafları, ışık yönlendirici gölgeleme elemanları, prizmatik paneller, lazer kesim paneller, güneş ışığını yönlendiren elemanlar gibi gün ışığının mekanın içine alınması ve mekanda yönlendirilmesi, görsel konforun artırılması, kamaşmanın önlenmesi ve ısıtma - soğutma yüklerinin azaltılması amacıyla oluşturulan sistemlerdir (URL 35).
	Çalışma Prensibi Ve Kullanım Alanı	 Pencere önündeki alanlarda oluşan yoğun güneş ışığı seviyesi düşürülerek kamaşma önlenir, görsel ve ısısal konfor sağlanır. Her açıdan gelen güneş ışınları, tavana, oradan da odanın derinliklerine yansıtılarak, mekanın ışık seviyesini yükseltir, homojen bir aydınlatma sağlar. (Gültekin& Demircan, 2015)

3.3.1. Diğer Pasif Sistemler

Pasif sistemler yapı mimarisiyle ve cephe ile doğrudan ilişkili olduğundan yapıda kullanılan malzeme de ısıtma bakımından etkili olmaktadır. Bu bağlamda yapıda çevresel açıdan sürdürülebilir bir malzeme olarak ETFE panel ve FDM alçıpan kullanılması yapının ısıtma yükü azaltmaktadır. Ayrıca bitkilendirilmiş cephe uygulamaları da yapının dış etmenlerden korunmasını sağlayarak yapı ısıısının kaybını azaltır. İç mekanda ise duvar ısıtıcı ve peç ısıtma sistemleri pasif ısıtma sistemlerindendir. Diğer pasif sistemler başlığı altında toplanan bu sistemlerin özellikleri tabloda verilmiştir. (Tablo 6)

Tablo 6. Diğer Pasif Sıtma Sistemlerin Türleri ve Özellikleri

Isıtma Sistem Türü	Diğer Pasif Isıtma Sistemlerinin Genel Özellikleri	
ETFE Panel Kullanımı	Özellikleri	ETFE, flor bazlı bir plastik olup geniş bir sıcaklık aralığında yüksek korozyon direncine ve mukavemete sahip bir malzemedir (URL 41). Mimaride, şeffaf yapıda olması, yüksek ısı yalıtımı sağlaması, kendini temizleme özelliğine sahip olması, uzun ömürlülüğü ve hafif olması sebebiyle cama alternatif olan bu kaplama malzemesi 1980'lerden beri kullanılmaktadır. ETFE folyo yastıklar cama göre daha hafif olup daha iyi ısı yalıtımı sağladığından ısıtma ve soğutma sistemlerine olumlu etki sağlamaktadır (Ulusoy, 2012).

	Kullanım Yeri	  (URL 42) (URL43)
FDM Katkılı Yapı Malzemeleri ve Elemanları	Özellikleri	Faz değiştiren malzeme(FDM) olarak tanımlanmakta olup belli bir sıcaklık aralığında, ısıyı depolarken sıvı hale geçip depoladığı ısıyı yayarken ise katı hale dönebilen özellikteki malzemelerdir. FDM yapıda duvar yüzeyinde, alçıpanlarda ya da sıva gibi yapı malzemelerin içinde kullanılabilmekte olup bu malzemeler ısıyı depolayıp yayarak yapının ısıtma yükünü azaltmaktadır (Haydaraslan ve dgr., 2020).
	Kullanım Yeri	  (URL 44) (URL 45)
Bitkilendirilmiş Cephe Uygulamaları	Özellikleri	Bitkilendirilmiş cepheler hava kalitesini ve hava nemini arttırmakta olup güneşten gelen radyasyonu ve rüzgarın olumsuz etkilerini azaltarak ısıtma sistemine katkı sağlamaktadır. Bu sistemler cepheden ayrı bir strüktür olarak ya da cephe elemanlarında doğrudan kullanılabilmektedir (Çerçi, 2018). Aşağıdaki MFO Park-ve Barcelona kültür merkezi yeşil cephe örneği verilmiştir.
	Kullanım Yeri	  (URL 46)
Duvar Isıtıcısı	Özellikleri	Geleneksel bir şömineye benzeyen duvar ısıtıcıları ısıyı kıvrımlı baca bölmelerinin içine hapsederek 18 ila 24 saate kadar ısı sağlayabilmektedir (URL 47, URL 48). Bu sistemde kaynak olarak odun kullanılsa da duvar ısıtıcıları, geleneksel odun sobalarına göre daha yavaş yanmakta ve az malzeme ile daha fazla ısı ortaya çıkarmaktadır. Ayrıca odun sobalarına göre daha az kirlilik oluşturmaktadır(URL 47, URL 48).
	Kullanım Yeri	   (URL 47, URL 48)
Peç Isıtma Sistemi	Özellikleri	İki katmandan oluşan duvarların arasından peç sobasına bağlı boru kanallarının geçirilmesiyle oluşmaktadır. Sistemde sobadan ısınan hava dumanının duvarlardaki kanallardan geçerek bacadan atılmasıyla ısıtma gerçekleştirilmektedir (Türkan & Durak,2016).

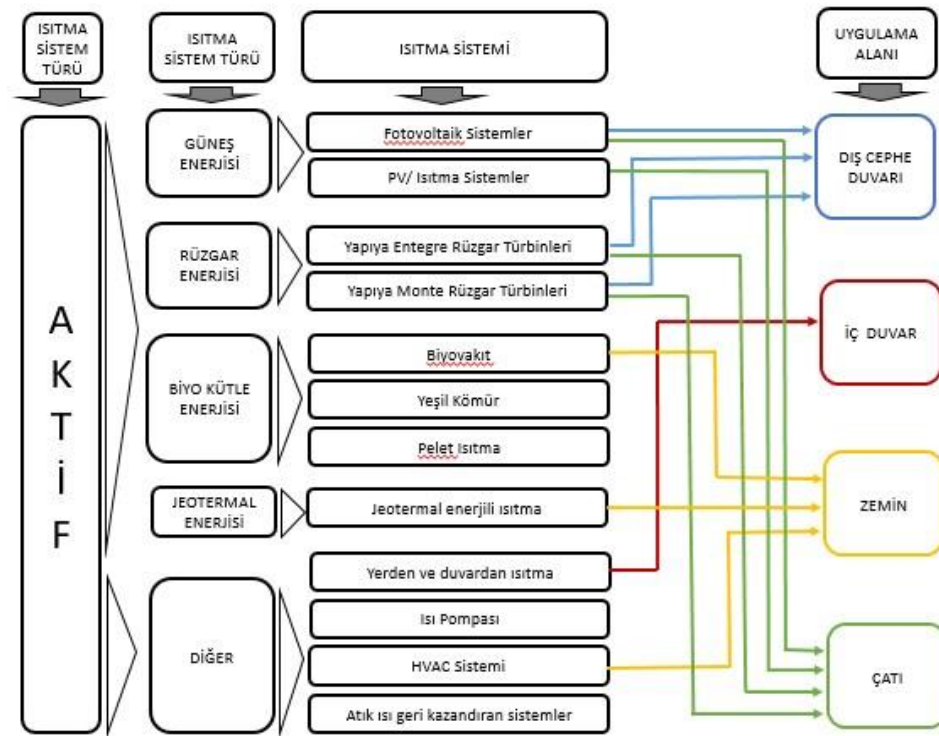
			
	Kullanım Yeri		(Türkan & Durak,2016)

4. DEĞERLENDİRME

Sürdürülebilir ısıtma sistemlerini ele alan bu çalışmada ısıtma sistemleri aktif ve pasif olarak ele alınmıştır. (Tablo 1-6)

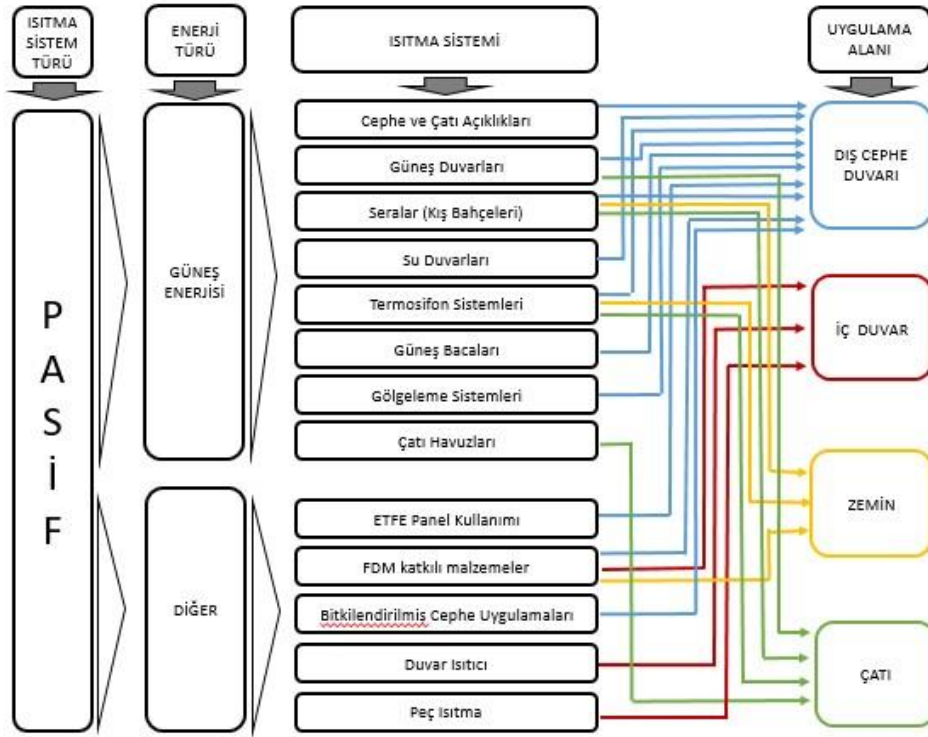
Aktif ve pasif ısıtma sistemlerinde enerji kaynağı olarak güneş , rüzgar, biyokütle ve jeotermal enerji kullanılabilir. Yenilenebilir enerjiler, enerjinin türüne uygun bir sistemle yapının ceph, duvar, çatı ve ya zemininde ısıtma sağlayabilmektedir (Şekil 6), (Şekil 7).

Çalışmada sürdürülebilir aktif ısıtma sistemleri enerji türlerine göre ve diğer başlığı adı altında gruplandırılmıştır. Yenilenebilir kaynaklar olarak güneş enerjisi ve rüzgar enerjisini kullanan ısıtma sistemleri yapının dış cephesine ya da çatıya uygulanmaktadır. Biyokütle ve jeotermal enerjili ısıtma sistemleri ise zemine uygulanırken diğer başlığı altındaki yerden ve duvardan ısıtma sistemleri ve ısı pompaları da zemine uygulanmaktadır. HVAC sistemi ise iç duvara uygulanmaktadır (Şekil 6).



Şekil 6. Aktif Isıtma Sistemlerinde Kullanılan Enerjiye Bağlı Uygulama Alanları

Pasif ısıtma sistemleri yenilenebilir enerji kaynağı olarak güneş enerjisi ile sağlanmakta olup yapının ceph, duvar, zemin ve ya çatısına uygulanan ısı toplayan sistemleri içermektedir. Diğer başlığı altındaki ETFE panel ve bitkilendirilmiş ceph uygulamaları yapıda dış cephede, FDM katkılı yapı malzemeleri ise yapının genelinde kullanılmaktadır. Duvar ısıtıcı ve peç ısıtma sistemi ise yapının iç duvarında uygulanan pasif sistemlerdir (Şekil 7).



Şekil 7. Pasif Isıtma Sistemlerinde Kullanılan Enerjiye Bağlı Uygulama Alanları

Aktif ısıtma sistemlerinde güneş enerjili ısıtma sistemlerinin kullanılması enerji tasarrufu sağlarken güneş olmadığında bu sistemlerin verimi düşüktür. Rüzgar enerjili ısıtma sistemleri, yenilenebilir kaynak olarak kullanılmakta olup türbinlerin oluşturduğu ses bu sistemin olumsuz özelliğidir. Biyokütle enerjisinin kullanımı ısıtma sistemlerinde oldukça verim sağlamakta ve çevreye olumsuz etkisi bulunmamaktadır. Jeotermal enerjili ısıtma sistemleri ile hem ısıtma hem soğutma sağlamakta iken yapının bulunduğu arazi koşullarının sisteme uygun olması gerekmektedir.

Yenilenebilir enerjinin kullanımı dışında ısıtma sisteminde yerden ve duvardan ısıtma kullanılması, ısı pompalı sistemlerin ya da HVAC sistemlerinin kullanılması geleneksel ısıtma sistemlerinden daha fazla verim ve tasarruf sağlamaktadır. Yerden ve duvardan ısıtma sistemleri, uzun ömürlü ve alandan tasarruf sağlamakta olup uygulama esnasında dikkat gerektirmektedir. Isı pompaları ise yapının hem ısıtma hem soğutma yükünü karşılamakta iken yapıda alana ihtiyaç duymaktadır. HVAC sistemleri de yapının hem iklimlendirme özelliklerini karşılamakta hem de otomasyon sistemleriyle kontrol edilebilmektedir. Ancak HVAC sistemleri için yapıda uygun alana ihtiyaç duyulmaktadır. Atık ısı geri kazandıran sistemlerde ise tesislerde enerji geri dönüşümü gerçekleştirilerek ısıtma sağlanmaktadır. Bu dönüşümle enerji tasarrufu sağlanırken atık ısının oluşturacağı hava kirliliği de önlemektedir, ancak atık ısı geri kazanım sistemi yüksek yatırım maliyetine sahiptir (Tablo7).

Tablo 7. Aktif Isıtma Sistemlerinin Artı ve Eksi Yönleri

Isıtma Sistemi Türü		Isıtma Sistemin Adı	Enerji	Artı Yönleri	Eksi Yönleri
Aktif	Aktif Güneş Enerjisi Sistemleri	Fotovoltaik Sistemler	Güneş	Düşük bakım maliyeti	Güneş olmadığı günler verim düşüklüğü
		PV/ Isıtma Sistemler		Sürdürülebilir kaynak kullanımı	Güneş olmadığı günler verim düşüklüğü
	Aktif Rüzgar Enerjisi Sistemleri	Yapıya Entegre Rüzgar türbinleri	Rüzgar	Sürdürülebilir kaynak kullanımı	Türbinlerin ses çıkarması
		Yapıya Monte Rüzgar Türbinleri		Sürdürülebilir kaynak kullanımı	Türbinlerin ses çıkarması
	Biyokütle Enerjisi Sistemi	Biyoyakıt	Organik madde	Gübre olarak kullanılabilme	Bir alana ihtiyaç duyulması
		Yeşil Kömür		Külün doğal gübre olarak kullanılabilmesi	Üretim maliyeti
		Pelet Isıtma		Külün doğal gübre olarak kullanılabilmesi	Üretim maliyeti
	Jeotermal Enerji Sistemi	Jeotermal enerjili ısıtma	Yeraltı ısısı	Isıtma ve soğutma yapılabilmesi	Arazi koşullarının uygun olması
	Diğer	Yerden ve duvardan	Yakıt	Uzun ömürlü ve radyatör	Dikkatli uygulanmadığı durumda

	Isıtma	veya elektrik	ihtiyacını kaldırdığından estetik kullanım sağlar	oluşabilecek sorunlar
	Isı pompaları	Elektrik enerjisi	Bakım maliyeti düşük – ısıtma ve soğutma sağlar	Bir alana ihtiyaç duyulması
	HVAC Sistemi	Elektrik enerjisi	Diğer sistemlere göre daha verimli ve otomasyon özelliklere sahip	Bir alana ihtiyaç duyulması
	Atık ısı geri kazandıran sistemler	Yakıt veya elektrik	Hava kirliliğini ve termal kirliliği azaltır	Maliyeti yüksek

Sürdürülebilir ısıtma sistemlerinde uygulanan pasif sistemler çoğunlukla güneş enerjisi kullanılarak oluşturulduğu için bu sistemler yapının hem ısıtma hem de soğutma yükünü azaltmaktadır. Buna karşılık güneşin olmadığı durumlarda ise bu sistemlerde verim düşüklüğü yaşanmaktadır. Yenilenebilir kaynağın dışında yapının cephe tasarımında ETFE panel , FDM katkılı cephe malzemeleri ya da bitkilendirilmiş cephe uygulamalarının yapılması yapının ısıtma yükünü azaltan sürdürülebilir uygulamalardır. Duvar ısıtıcı ve peç ısıtma sistemleri ise geleneksel sobalı ısıtma sistemlerine göre daha verimli ve tasarruflu enerji kullanımı sağlamaktadır. (Tablo 8)

Tablo 8. Pasif Isıtma Sistemlerinin Artı ve Eksi Yönleri

Isıtma Sistemi Türü	Isıtma Sisteminin Adı	Enerji	Artı Yönleri	Eksi Yönleri
Pasif	Güneş Enerjili Isıtma Sistemleri	Güneş	Cephe ve Çatı Açıklıkları	Sürdürülebilir kaynak kullanımı
			Seralar (Kış Bahçeleri)	Yenilenebilir kaynak kullanılarak ısıtma yükünü azaltması
			Güneş Duvarları (Trombe Duvarları)	Hem ısıtma hem de soğutma sağlamakta
			Güneş Bacaları	Hem ısıtma hem de soğutma sağlamakta
			Çatı Havuzları	Hem ısıtma hem de soğutma sağlamakta
			Su Duvarları	Yenilenebilir enerji kaynağı kullanarak ısıtma yükünü azaltma
			Termosifon Sistemleri	Yenilenebilir enerji kaynağı kullanarak ısıtma yükünü azaltma
			Gölgeleme Sistemleri	Sürdürülebilir kaynak kullanımı
	Diğer Pasif Sistemler	Güneş	ETFE Panel Kullanımı	Yenilenebilir enerji kaynağı kullanarak ısıtma yükünü azaltma
			FDM katkılı malzemeler	Enerjiyi depolayabilme
			Bitkilendirilmiş Cephe Uygulamaları	Sürdürülebilir kaynak kullanımı
		Yakıt (Odun , kömür)	Duvar Isıtıcı	Normal ısıtıcılara göre daha az yakıt ile uzun süre ısı sağlamakta
			Peç Isıtma	Daha verimli ısıtma sağlamakta

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Günümüzde çevresel sorunların artışı ve tüketimin artarak devam etmesi enerji kaynaklarının yok olma tehlikesini ortaya koymuştur. Bu durum sürdürülebilirliği ortaya çıkarmış olup birtakım sürdürülebilirlik ilkelerininin yapılarda uygulanmasını gerekli kılmıştır. İlkelerin barındırdığı hem enerjinin etkin kullanılması hem de çevreye atılan atıkların azaltılması konuları yapıdaki ısıtma sistemlerini büyük oranda etkilemektedir. Yapıda ısıtma sistemlerinde yenilenebilir kaynakların kullanımı ve teknolojik gelişmeler ile farklı sistemlerin uygulanması yapının enerji yükünü oldukça azaltmaktadır. Buradan hareketle ısıtma sistemleri ile ilgili mevcut uygulamaları ve yeni uygulamaları ele alan çalışmada, belge tarama yöntemiyle ısıtma sistemleri araştırılarak yapılan uygulamalar, yeni sistemler ve bu sistemlerin artı- eksi yönleri hakkında veriler elde edilmiştir. Veriler incelendiğinde yapılardaki ısıtma sistemlerinde yenilenebilir kaynakların kullanımı ile aktif ve pasif sistemler olarak çeşitli alternatiflerin bulunduğu teknolojinin gelişmesiyle bu sistemlerin

yapıya entegrelerinin sağlanabildiği ve estetik tasarımların ortaya konulduğu tespit edilmiştir. Türkiye 'de sürdürülebilir ısıtma sistemlerindeki yeniliklerin, artan çeşitliliğin farkında olunmadığı ve bu sistemlerin yaygın olarak kullanılmadığı bilinmektedir. Yapılan araştırma doğrultusunda, yapılar tasarlanırken yapının konumu ve özellikleri ile ilgili pasif sistemlerin düşünülmesi, pasif sistemlere ek olarak sürdürülebilir aktif sistemlerin kullanılması ve ısıtma sistemlerde kaynak olarak yenilenebilir enerjinin kullanılması yapıların ısıtma yükünü azaltarak sürdürülebilirliğe büyük ölçüde katkı sağlayacaktır. Ayrıca yapıya uygulanacak ısıtma sistemi seçilirken bu sistemlerin artı ve eksi yönleri dikkate alınarak uygun seçenek belirlendiğinde enerji daha etkin kullanılabilecektir. Bu nedenle çalışmada ısıtma sistemleri hakkında mevcut uygulamalar ortaya koyularak konu hakkında bir farkındalık oluşturulmuştur.

KAYNAKÇA

Çerçi , S. (2018), Bitkilendirilmiş Cephelerin Çevresel ve Ekolojik Etkileri, 9. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu, 2 - 13 Nisan 2018, İstanbul Kültür Üniversitesi,241-249, İstanbul.

Doğan V. & Çalışır O.(2009). Döşemeden (Yerden) Isıtma Sistemlerinde Hesap Yöntemi, Tesisat Dergisi Sayı:163.

Engin, N. (2012). "Enerji Etkin Tasarımda Pasif İklimlendirme: Doğal Havalandırma", Tesisat Mühendisliği, Sayı: 129, 62-70.

Gevorkian, P.(2006) . Sustainable Energy Systems İn Architectural Design. U.S.A ,S31.

Haydaraslan, E.; Çuhadaroglu, B.;Yaşar, Y. (2020). Kat Isıtmasında Yüzer Döşeme ve Faz Değiştiren Malzeme Kullanımının Enerji Verimliliğine ve Konforuna Etkisi, Mühendis ve Makina, 61 (700), 180-197.

Herzog, A.; Lipman,T.; Kammen, D.(2001). Renewable Energy Sources, Encyclopedia Of Life Support Systems (Eolss) Forerunner Volume "Perspectives And Overview Of Life Support Systems And Sustainable Development".

İlkılıç, Z . (2016). Türkiye’de Rüzgar Enerjisi ve Rüzgar Enerji Sistemlerinin Gelişimi, Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi , 6 (2/2) , 1-13.

Karaca , Ö.(2011), “İstanbul’da Mevcut Bir Büro Yapısının Enerji Etkin Yenilemesi”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi , Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Karayılmazlar, S.; Saraçoğlu, N.; Çabuk, Y.; Kurt, R . (2011). Biyokütlenin Türkiye’de Enerji Üretiminde Değerlendirilmesi, Bartın Orman Fakültesi Dergisi , 13 (19) , 63-75.

Kılıç Demircan, R & Gültekin, A . (2015). Binalarda Pasif ve Aktif Güneş Sistemlerinin İncelenmesi, 2. Uluslararası Sürdürülebilir Yapılar Sempozyumu.

Özbek, N. S. & Eker, İ., (2015). Bir Isıtma Havalandırma ve İklimlendirme HVAC Sisteminin Modellenmesi ve Modele Dayalı Öngörülü Kontrol Yöntemi İle Denetimi, Otomatik Kontrol Ulusal Toplantısı, Tok2015, Türkiye.

Özcan, U . (2019). Yapıda Hvac Sistem Seçimi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi , 23 (1) , 212-217.

Özdemir, B. B.(2005), “Sürdürülebilir Çevre İçin Binaların Enerji Etkin Pasif Sistemler Olarak Tasarlanması”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Özmehmet, Ö . (2007). Avrupa ve Türkiye’deki Sürdürülebilir Mimarlık Anlayışına Eleştirel Bir Bakış , Journal Of Yaşar University , 2 (7) , 809-826.

Sharma P. & Gupta S.(2016). IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering, Passive Solar Technique Using Trombe Wall - A Sustainable Approach, 13, 77-82.

Kılıç Demircan, R. & Gültekin, A. B. (2017). Binalarda Pasif ve Aktif Güneş Sistemlerinin İncelenmesi, Tübbas Bilim Dergisi , 10 (1) , 36-51.

Saygan, E & Aydemir, S . (2016). Harran Ovası Kireçli Killi Toprak Özellikleri Üzerine Antepfıstığı Dış Kabuğu Biyokömür Uygulamasının Etkisi , Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi , 20 (4) , 301-312.

Sayın, S.(2006).”Yenilenebilir Enerjinin Ülkemiz Yapı Sektöründe Kullanımının Önemi ve Yapılarda Güneş Enerjisinden Yararlanma Olanakları”,Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Şen, H. ; Kaya A. ; Alpaslan, B.(2018). Sürdürülebilirlik Üzerine Tarihsel ve Güncel Bir Perspektif, Ekonomik Yaklaşım Derneği, 29 (107), 1-47.

Konstantinou, T., & Prieto Hoces, A. (2018). Environmental Design Principles for the Building Envelope and More: Passive and Active Measures. In T. Konstantinou, N. Cukovic, & M. Zbasnik (Eds.), Energy Resources and Building Performance , pp. 147-180.

Türkan, S. & Durak, S. (2016). Kars'taki Rus Dönemi (1878-1918) Yapılarının Çatı ve Cephe Özellikleri, 8. Ulusal Çatı ve Cephe Sempozyumu, 2 - 3 Haziran 2016, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fındıklı – İstanbul.

Ulusoy , S. (2012), “Yenilenebilir Enerji Kaynakları Kullanan Enerji Etkin Binaların Yapı Bileşeni Açısından İrdelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

URL 1- https://tr.wikipedia.org/wiki/Yenilenebilir_enerji

URL 2-https://www.powerenerji.com/kiremit-gunes-paneli-solar-tiles-ozellikleri-ve-fiyati.html#Monokristal_Panel

URL 3- <https://www.aydinlatma.org/monokristal-ve-polikristal-gunes-panelleri-arasindaki-fark-nedir.html>

URL 4- <https://www.solarfirsat.com/ozel-uretim-esnek-gunes-paneli-pmu418>

URL 5-<https://www.tunayachting.com.tr/pv-modulu-135w-esnek-gunes-paneli-pmu45265>

URL 6- <https://www.enerjiportali.com/ince-film-gunes-paneli-nedir/>

URL 7-<https://scottamx.com/2019/05/21/second-generation-thin-film-solar-cells/>

URL 8- <https://www.enerjiportali.com/seffaf-hafif-sekil-verilebilen-gunes-panelleri-geliyor/>

URL 9- <https://msutoday.msu.edu/news/2017/transparent-solar-technology-represents-wave-of-the-future>

URL 10- <https://www.techexplorist.com/transparent-solar-cells-flexibility-high-efficiency/29277/>

URL 11- <https://www.solar.ist/teslanin-ilk-solar-cati-kurulumlari-devreye-girdi/>

URL 12- <https://www.diana-solar.gr/en/solar-heater/>

URL 13- https://www.ecplaza.net/products/wind-powered-water-heater_1132441

URL 14- <http://mimdap.org/2007/01/cor/>

URL 15- <https://www.quora.com/Why-are-wind-turbines-not-installed-on-the-tops-of-buildings-hills-and-cliffs-to-take-advantage-of-the-thin-accelerated-layer-of-air-close-to-the-surface>

URL 16- <https://www.treco.co.uk/news/article/what-is-biomass-heating>

URL 17- <https://www.hmi.com.tr/19-biyokutle-enerji-uretim-santral-otomasyonu--blog-detay>

URL 18-https://en.wikipedia.org/wiki/Pellet_fuel

URL 19- <https://www.enerjiportali.com/pelet-yakit-nedir-nerelerde-kullanilir/>

URL 20- http://www.unido.or.jp/en/technology_db/4994/

URL 21- <http://blog.sandium.com/2012/10/geothermal-heating-systems-cost.html?m=0>

URL 22- <https://earthriversegeothermal.com/advantages-geothermal-heating-cooling-systems/>

URL 23- <https://www.imo.org.tr/resimler/ekutuphane/pdf/4037.pdf>

URL 24- http://www.dosemedenisitma.com/kenar_yalitim_banti.asp

URL 25- <https://flexiro.de/en/installation-guides/installing-wall-heating-drywall/>

URL 26- <https://webdosya.csb.gov.tr/db/yfk/icerikler/taslak-uk-isi-pompalari-31.12.2018-20190610154121.pdf>

URL 27- <https://3denerji.com/hizmetlerimiz/isi-pompasi-sistemleri/>

URL 28- <http://blog.yalova.edu.tr/umitunver/wp-content/uploads/sites/19/2018/03/Is%C4%B1-Pompas%C4%B1-ve-So%C4%9Futma-%C3%87evrimi.pdf>

- URL 29- <https://www.elektrikport.com/haber-roportaj/hvac-sistemlerinde-otomasyon-ve-enerji-verimliliği/17087#ad-image-0>
- URL 30- <https://www.link-labs.com/blog/smart-hvac>
- URL 31- <https://www.elektrikport.com/teknik-kutuphane/atik-isi-geri-kazanımı/8796#ad-image-0>
- URL 32- http://www.enervis.com.tr/atik-isi-geri-kazanımı_1_9228
- URL 33- <https://www.viraisi.com/vch-atik-isi-geri-kazanım>
- URL 34- <http://www.barismuhendislik.com.tr/atik-isi-geri-kazanım.html>
- URL 35- <http://surdurulebilir-mimari.blogspot.com/2012/09/surdurulebilir-mimaride-kullanlan-pasif.html>
- URL 36- https://www.researchgate.net/figure/Principle-of-Trombe-wall-and-attached-sunspaces_fig4_326626129
- URL 37- <https://tr.pinterest.com/pin/826269862854385486/>
- URL 38- https://en.wikipedia.org/wiki/Trombe_wall
- URL 39- <http://www.builditsolarblog.com/2010/05/diy-thermosyphon-water-heating-system.html>
- URL 40- <https://www.solimpeks.com/thermosyphon-system>
- URL 41- <https://en.wikipedia.org/wiki/ETFE>
- URL 42- <http://www.perpor.net/viaggi/cin11/cin11-pag4.htm>
- URL 43- <http://etfe-mfm.eu/>
- URL 44- <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032110003461>
- URL 45- <http://www.fivexfour.com/the-build/wall-systems/phase-change/>
- URL 46- http://www.cativecephe.com/yayin/676/dusey-yesil-sistemlerin-enerji-etkinliklerinin-degerlendirilmesi_20187.html#.YBFwhOgzbIU
- URL 47- <https://www.mymove.com/heating-cooling/guides/how-to-heat-your-home-while-staying-green/>
- URL 48- <https://insteadin.com/blog/masonry-heater/>
- Varınca, K. & Varank, G., (2005).Güneş Kaynaklı Farklı Enerji Üretim Sistemlerinde Çevresel Etkilerin Kıyaslanması ve Çözüm Önerileri , Güneş Enerjisi Sistemleri Sempozyumu ve Sergisi, İçel, 24–25 Haziran 2005.
- Yetkin, E . (2019). Sürdürülebilir Mimarlık Kapsamında Yapılarda Su Korunumu Stratejileri, Sürdürülebilir Mühendislik Uygulamaları ve Teknolojik Gelişmeler Dergisi , 2 (2) , 70-78.
- Yüksek, İ. & Esin, T.(2009),Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Yapılarda Kullanım Olanakları, 5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu, Karabük, Türkiye.
- Yüksek, İ.(2011). Yapılarda Enerji Etkinliği Bağlamında Doğal Havalandırma Yöntemlerinin Önemi, Tesisat Mühendisliği, 125, 63.
- Yüre, T. (2007), “Güneş Enerjisinden Edilgen Sistem Yararlanmada Güneş Odası Ekleme Yönteminin İç Ortam Sıcaklığına Etkisinin İncelenmesi İstanbul Örneği”, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.