

Konsantre Edici Parabol Sistemlerle Ekonomik Olarak Soğutma, Buhar ve Elektrik Üretimi

Dr. Ahmet LOKURLU, Christian GUNKEL, ve Deniz LOKURLU
SOLITEM Grupö Almanya, Türkiye

Özet

SOLITEM, güneş enerjisi ile soğutma ve proses buharı alanında dünyanın bir çok yerinde faaliyet göstermektedir. Kendi dalında dünyanın 10 ülkesinde 1999 yılından bugüne kadar kurduğu 17'den fazla sistemle bu konunun dünya lideri olan SOLITEM, yaptığı yenilikçi uygulamaları ile bugüne kadar dünyanın bir çok ülkesinden 30'nin üzerinde ödüle layık görülmüştür.

SOLITEM sistemleri MW boyutunda enerji ihtiyacı olan tesislere parabolik güneş kolektörleri kullanarak orta ve yüksek sıcaklık düzeyinde ve değişik ebatlarda ihtiyaca göre ve prosese uygun soğutma, buhar ve elektrik üretim sistemleri kurmaktadır. SOLITEM sistemlerinde yaklaşık 180 °C sıcaklıklarda yüksek verim ile çalışan iki kademeli absorpsiyonlu soğutma makineleri kullanılarak soğutma, buhar kazanları kullanılarak buhar üretimi ve Organic Rankine Cycle makineleri kullanılarak elektrik üretimi yapılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Parabolik Sistemler, Güneşle Soğutma, Yenilenebilir Enerjiler

Abstract

Solar cooling, steam generation and electricity production with Parabolic Trough Collectors allows an enormously efficient, economically attractive and competitive use of solar energy and results in a significant decrease of using limited fossil fuel resources. The PTC captures the direct solar irradiation with a specially developed, automated and computerized tracking system. The exceptionally high temperature level enables the supply of high efficient solar cooling or solar steam generation.

As Turkey has an excellent offer of solar irradiation and the demand for cooling or process steam and electricity is given also, the country offers very good possibilities for the extension of the usage of solar energy with high-temperature Parabolic Trough Collectors.

Keywords: Parabolic Through Collectors, Concentrated Solar Power, Solar Cooling

1. Giriş

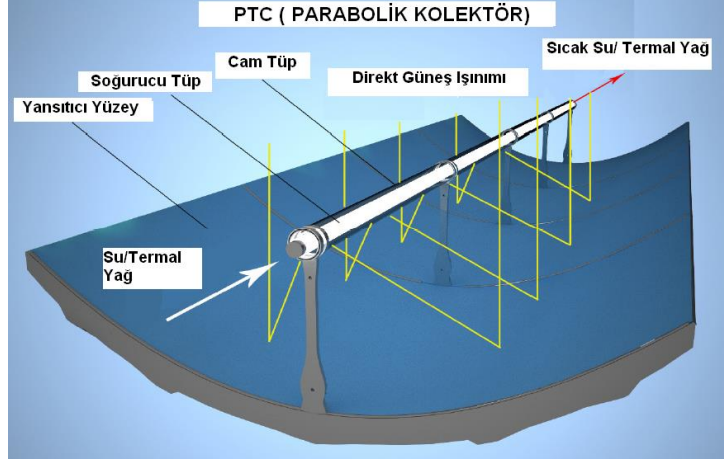
Geleceğimizin enerji kaynakları bir çok farklı gereksinimleri karşılamalıdır. Türkiye ithal edilen fosil enerji kaynaklarına %74 oranında bağımlılık göstermektedir. Asıl durum fosil yakıtların gün geçtikçe tükenmesi olarak tanımlansa da, artan enerji ihtiyacının karşılanması ve küresel ısınma, gaz salınımı gibi çevresel faktörlerde göz önünde bulundurulmalıdır. Geleceğimizin enerji kaynakları üzerindeki ortak düşünce enerji dönüşüm süreçlerindeki enerji verimliliğinin artırılması olmalıdır. Bütün bu gereksinimlere cevap verebilmek için sürdürülebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılması ve geleneksel sistemlere entegre edilmesi gerekmektedir. Su, rüzgar ve güneş gibi sürdürülebilir enerji kaynakları var olan hiç bir enerji kaynağını tüketmeden kullanılabilir. Hatta bu sayede fosil yakıtların kullanımı ile çevreye vermiş olduğumuz zararı da azaltabilmekteyiz. SOLITEM'in çözümü bütün yönleri ile tüm bu gereksinimleri karşılamakta ve geleneksel enerji sağlama sistemlerine olan bağımlılığı azaltmaktadır.

2. Yoğunlaştırılmış Güneş Enerjisi

Bir çok farklı yöntem kullanarak güneş ışınımından termal enerji elde etmek mümkündür. En çok kullanılan yöntem ise düz plaka ve CSP (Concentrating Solar Panel) tipi güneş kolektörleridir. Düz plaka ve CSP tipi güneş kolektörlerinde farklı metotlar kullanılarak termal kayıplar minimum seviyeye getirilmeye çalışılmaktadır. Verimlilik artırıcı ve termal kayıpları düşürücü yöntemler kullanılarak 80 ve 110 °C aralığında çalışma sıcaklığına ulaşılabilmektedir. Güneş enerji sistemlerinde daha yüksek sıcaklık seviyelerine ulaşılabilmesi için güneş ışınımının yoğunlaştırılması gerekmektedir. Güneş ışınımının yoğunlaştırma yöntemlerinden biri parabolik şekle sahip yansıtıcıların kullanılmasıdır, diğer yöntemler ise çanak yansıtıcılar ile noktasal yoğunlaştırma yapmak veya düz yansıtıcılar kullanarak güneş ışınımını merkezi kuleye yoğunlaştırmaktır.

Parabolik şekle sahip yansıtıcı yüzeyler güneş ışınımını yansıtıcı yüzeyin odak noktasında bulunan soğurucu tüplere yoğunlaştırmaktadırlar. 1.8 m yansıtıcı yüzey genişliğine ve 42 mm soğurucu tüp çapına sahip SOLITEM PTC (Parabolic Trough Collector) 1800 parabolik kolektörleri ile 43 yoğunlaştırma oranı yakalanmaktadır.

$$CR = 1800 / 42 = 43$$



Resim 1: Parabolik kolektör enerji dağılımı ve ekipmanları.

Yüksek yoğunlaştırma oranı ve düşük termal kayıplar sayesinde 180 °C – 250 °C aralığındaki çalışma sıcaklığı değerlerine ulaşılabilir. Düz plaka ve CSP tipi güneş kolektörlerinde ısı taşıma akışkanı için bir kaç tüp kullanılır iken, yoğunlaştırılmış parabolik kolektörlerde bir adet soğurucu tüpün kullanımı yeterli olmaktadır. Bu sayede termal kayıplar azaltılmış ve PTC'ler ile güneş ışınımının termal enerjiye dönüştürme sürecinin verimliliği artırılmıştır. PTC 1800 parabolik kolektörlerinin DLR (Almanya Uzay ve Havacılık Merkezi) tarafından yapılan verimlilik analizlerinin sonuçları Şekil 1' de gösterilmiştir. Verimlilik diyagramı kolektör verimliliğine karşılık azaltılmış sıcaklık farklığını göstermektedir. Azaltılmış sıcaklık farklığı ısı taşıma akışkanının çalışma sıcaklığı, ortam sıcaklığı ve direkt güneş ışınım değerleri göz önünde bulundurularak hesaplanmıştır.

Örnek:

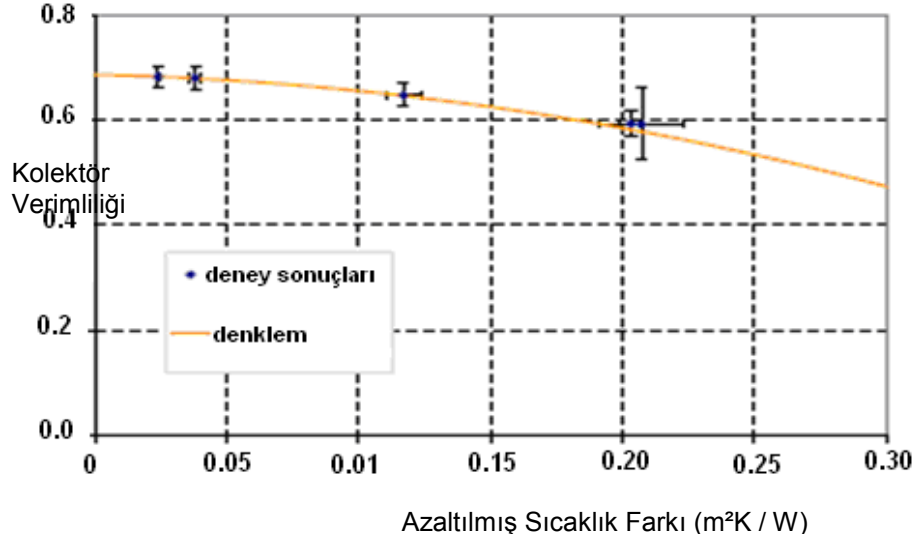
- 800 W/m² DNI (Direkt Güneş Işınımı)
- 180/160 °C sıcak su sıcaklığı, yaklaşık 170 °C ortalama
- 35 °C ortam sıcaklığı

Azaltılmış sıcaklık farkının hesaplanması,

$$T_m = (170 - 35) / 800 = 0,169 \text{ m}^2\text{K} / \text{W}$$

$$\eta_{th} = 0,6878 - 0,1601 \times T_m - 0,0022 \times 800 \times T_m^2 = 0,61$$

Hesaplanan azaltılmış sıcaklık farkı değeri için Şekil 1'den de görülebileceği üzere PTC kolektörler %61 verimlilik oranı sağlamaktadırlar. Parabolik kolektörler ile yoğunlaştırılmış güneş enerjisinin % 61'i ısı taşıma akışkanı ile beraber absorpsiyonlu soğutma makinesine aktarılabilir.



Şekil 1: PTC Kolektörlerin Verimliliği

3. SOLITEM Parabolik Kolektörleri

SOLITEM Parabolik Kolektörlerinin güneş enerjili soğutma, buhar ve elektrik üretimi uygulama alanlarında kullanılabilme özelliği bulunmaktadır. SOLITEM PTC 1800 tipi parabolik kolektörleri yıllardır 9'dan fazla enerji sağlama sisteminde kullanılmaktadır. PTC 1800'ün teknik özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1: SOLITEM PTC 1800 teknik özellikler

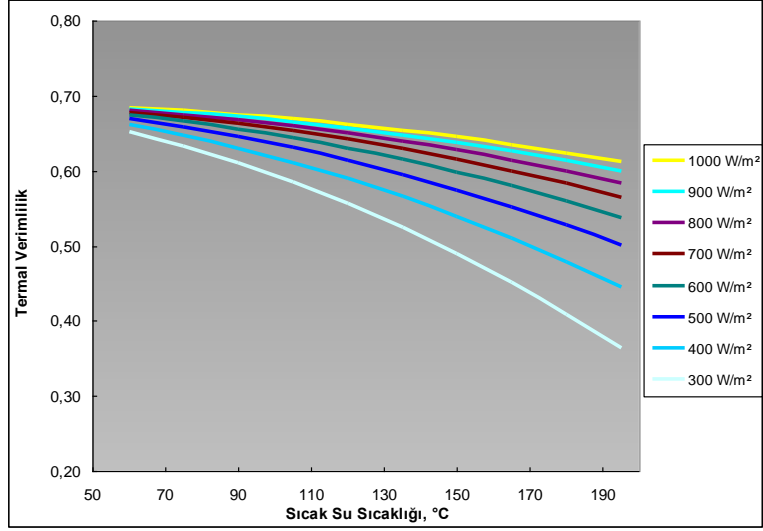
SOLITEM tarafından dünyada bir ilk olarak geliştirilmiş ve tesisimizde tam otomatik ve robotlarla uygulanmakta olan parabolik kolektör üretim sistemimizin günlük kapasitesi 150 kolektördür, yıllık kapasitesi yaklaşık 40.000 parabolik kolektör veya 250 MW termal kapasitedir. Tamamen otomatik olarak robotlar ile üretim sistemi kaynaklama, yansıtıcı yüzey üretimi, montaj, kalite kontrol aşamalarını adım adım yaparak parabolik kolektörleri paketleme aşamasına hazırlamaktadır. Parabolik kolektörlerin seri üretimi üretim maliyetlerini muazzam bir şekilde azaltmakta ve üretilen parabolik kolektörlerin kalitesini standartlaştırmaktadır. Parabolik kolektörlerin seri üretimi ile artan enerji ihtiyacına ve enerji maliyetlerine çözüm sunulmaktadır.

SOLITEM PTC 1800	
Kolektör Uzunluğu	5.020 mm
Yansıtıcı Yüzey Açıklığı	1.800 mm
Ağırlık	Yaklaşık 120 kg
Yoğunlaştırma Oranı	43
Termal Kapasite	4.0 - 5.5 kW (Kurulum yerine göre)
Isı Taşıma Akışkanı	Su, Buhar, Termal Yağ
Yansıtıcı Yüzey	Alüminyum
Güneş Takip Sistemi	Tek Eksen
Takip Hassasiyeti	<0,5°



Resim 2: Dünyanın ilk ve tek robotlarla parabolik kolektör seri üretim hattı.

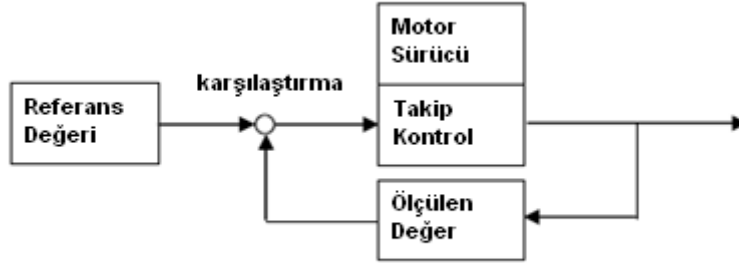
SOLITEM sadece düşük ağırlığa sahip PTC parabolik kolektörleri değil, kolektör sisteminin ihtiyaç duyduğu elektronik parçaları da geliştirmiştir ve geliştirmeye devam etmektedir. Mümkün olan en yüksek güneş ışınımının yansıtıcı yüzeyler tarafından yoğunlaştırılması için geliştirilmiş olan güneş takip sistemi gün içinde yansıtıcı yüzeyleri en uygun pozisyona göre ayarlamaktadırlar. Bunlara ek olarak enerji yönetim sistemi, PLC (Programmable Logic Control), Online Monitoring Sistemi ve otomatik operasyon için gerekli diğer parçalar SOLITEM tarafından geliştirilmiş ve üretimi yapılmaktadır.



Şekil 2: SOLITEM parabolik kolektörlerinin güneş ışınımı ve sıcak su sıcaklığına göre değişen verimlilik değerleri.

4. Güneş Takip Sistemi

Her kolektör sırasında bulunan güneş takip sistemi ile parabolik kolektörler 1° hassasiyetlik ile gün içinde güneşi takip etmektedirler. Şekil 3 güneş takip sisteminin algoritmasını göstermektedir.



Şekil 3: Güneş takip sisteminin algoritması.

Güneş takip sistemi kolektör sırasının pozisyonunu referans değerini, ölçülen değer, ve toleransları göz önünde bulundurarak ayarlamaktadır. Gün ışınımının olmadığı ve hava şartlarının kolektör alanının çalışması için elverişli olmadığı durumlarda kolektör sıralarını güneş takip sisteminde güvenlik pozisyonu olarak tanımlanmış güvenli konuma getirmektedir.

5. SOLITEM Güneş Enerji Sistemleri

SOLITEM kendi geliştirdiği PTC parabolik kolektörleri ile güneş enerjisi kullanılarak soğutma, buhar ve elektrik üretiminin kombine şekilde yapılmasına olanak sağlayan tesisler sunmaktadır. Güneş enerjisini termal enerjiye dönüştürmekte ve müşterinin farklı enerji ihtiyaçlarını aynı anda tek bir kombine sistemden sağlayabilmektedir. Bu yönü ile SOLITEM güneş enerji sistemleri dünya çapında bir ilki başarmaktadır.

SOLITEM güneş enerji sistemlerinin parabolik kolektörleri güneşi kendi geliştirmiş olduğu güneş takip sistemi ile takip etmekte, sistemin elektronik kontrolü PLC ile yapılmakta ve Online Monitoring Sistemi ile de bütün sistem uzaktan kontrol edilip denetlenebilmektedir.

Güneş enerjili soğutma sistemlerinde yüksek verimliliğe sahip olan iki kademeli absorpsiyonlu soğutma makinesi kullanılmaktadır. İki kademeli absorpsiyonlu soğutma makinelerinin COP-Performans Kat sayısı, makine tarafından üretilen soğutma gücünün makineye sağlanan termal enerjiye oranı 1.3 -1.6 değerlerini yakalamaktadır. Güneş enerjili buhar üretimi ve ısıtma ise doğrudan buhar üretim, veya sıcak su ile çalıştırılan indirekt buhar kazanlarından sağlanmaktadır. Güneş enerjili elektrik üretimi ORC- *Organic Rankine Cycle* – makineleri ile teklif edilmektedir. SOLITEM güneş enerjisi trijenerasyon (soğutma, buhar ve elektrik) sistemi müşterilerin mevcut enerji sistemlerine kolayca entegre edilebilir yapıya sahiptir. Normal zemin kurulumunun yanı sıra düşük ağırlığa sahip olan PTC parabolik kolektörler binaların çatılarına veya açık alanların üzerine çelik konstrüksiyon ile kurulum için uygundur.

Güneş enerji sistemlerinin planlaması kurulumun yapılacağı tesisler için ayrı ayrı ve detaylı şekilde Almanya’da ki Merkezimizde yapılmaktadır. Güneş enerji sistemleri tesislerin farklı enerji ihtiyaçları, kolektör alanı, gerekli bütün parçalar ve sistemin çok yönlü çalışma seçenekleri göz önünde bulundurularak mevcut sisteme en ekonomik şekilde entegre edilmektedir. Yıllık güneş enerjisi kullanımı mümkün olan en yüksek seviyeye çekebilmek için sezonluk enerji ihtiyacına göre kullanılabilir güneş enerjisinin enerji dağılımının yapılması gerekmektedir. Örnek olarak soğutma ve ısıtma ihtiyacı olan bir tesiste güneş enerji sisteminde sağlanan enerjinin yaz aylarında soğutma ve kış aylarında ısıtma sağlayacak şekilde enerji dağılımının yapılması en ekonomik yoludur.

6. Güneş Enerjili Soğutma

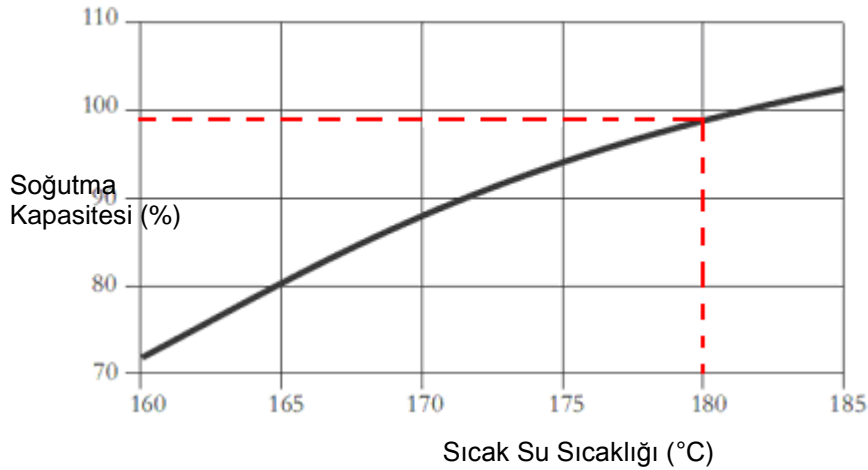
Tablo 2, 400 kW kapasiteli iki kademeli absorpsiyonlu soğutma makinesinin tasarım değerlerini göstermektedir. Performans kat sayısı (COP) yaklaşık olarak 1.4’dür.

Çalışma ilkesi üç fiziksel olguya dayanmaktadır:

- Sıvı buharlaştığı zaman ısı hapsetmekte ve yoğunlaştığı zaman da ısı kaybetmektedir.
- Sıvının buharlaşma sıcaklığı ortamın basınç değeri ile ilişkilidir.
- Bazı kimyasallar diğer kimyasallara göre daha çok soğurma özelliğine sahiptir.

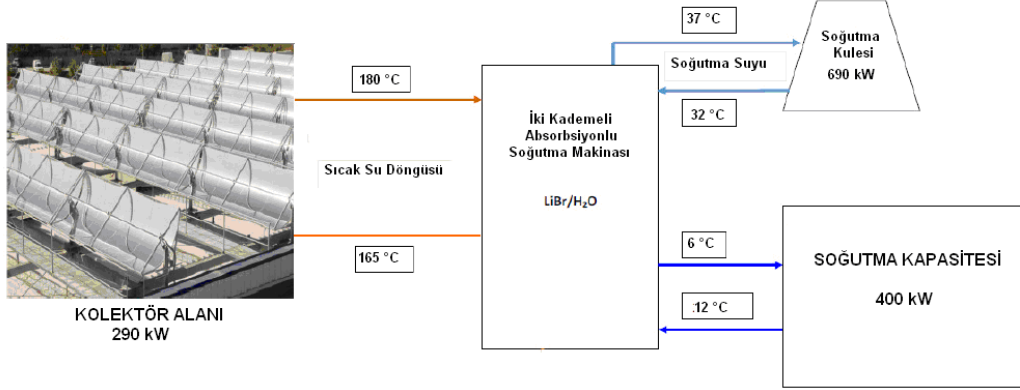
Başka bir değişle absorpsiyonlu soğutma prosesinin kompresyonlu soğutma prosesi ile aynı çalışma ilkesine sahip olduğu söylenebilir. Aralarındaki farklılık ise absorpsiyonlu soğutma prosesinde termal kompresör kullanılırken kompresyonlu soğutma prosesinde elektrikli kompresör kullanılmasıdır. 180/165 °C sıcak su döngüsüne sahip parabolik kolektör alanı ile iki kademeli absorpsiyonlu soğutma makinesini %100 kapasitede çalıştırarak soğutma yapabilmektedir. 1.4'lük COP değerine sahip iki kademeli absorpsiyonlu soğutma makinesi 1 kWh'lık yüksek sıcaklıktaki güneş termal enerjisinden yaklaşık 1.4 kWh'lık soğutma enerjisi üretilmektedir. İki kademeli absorpsiyonlu soğutma makineleri kısmi yüklerde de yüksek performans göstermekte ve iyi COP değerlerine sahiptirler. Bu tarzdaki yüksek verimliliğe sahip güneş enerjili soğutma sistemleri yoğunlaştırılmış güneş ışınımına gereksinim duymaktadır.

Güneş enerjili soğutmanın fosil yakıtlara olan bağımlılığın azaltılmasındaki potansiyelini görmek için yaklaşık bir hesaplama yapılabilir. 1 kWh'lık enerjiye sahip direkt güneş ışınımı %60 kolektör alanı verimliliği ile 0,6 kWh'lık termal enerjiye ve 1.4 COP değerine sahip soğutma makinesi ile 0,84 kWh'lık soğutma enerjisine dönüştürülebilmekte. 0,84 kWh'lık soğutma ihtiyacının soğutma sezonu boyunca ortalama olarak 2.5 COP değerine sahip kompresörlü soğutma makinesi yerine absorpsiyonlu soğutma makinesi ve güneş enerjisinden sağlanması ile 0,336 kWh'lık elektrik tasarrufu sağlanmaktadır.



Şekil 4: Giriş suyu sıcaklığına göre soğutma kapasitesinin değişimi.

Yüksek verimliliğe sahip olan güneş enerjisi ile çalıştırılan iki kademeli absorpsiyonlu soğutma makinesinin sağlanmış olduğu elektrik tasarruf seviyesi, fotovoltaik ve düşük sıcaklıklarda çalışan tek kademeli absorpsiyonlu soğutma makineleri tarafından yakalanamamaktadır.



Şekil 5: Güneş enerjili soğutma sistemi.

Güneş enerjili soğutma sistemi üç farklı döngüde gerçekleşmektedir. SOLITEM kolektör alanı sistemdeki sıcak su döngüsünü oluşturmaktadır ve bu döngü genellikle 180/165°C sıcaklık seviyelerindedir. Sıcak su sisteminde PN16 basınç değerine sahip ekipmanlar ve borular kullanılmakta. Diğer bir döngü olan soğutma suyu döngüsü 32/37°C sıcaklık seviyelerinde çalışmaktadır. Soğutma suyu döngüsünde suyun istenilen sıcaklık seviyesine soğutma amacı için soğutma kulesi kullanılmakta. Soğutma kulesinin performansı ortamın hava sıcaklığı ve ıslak hava sıcaklığı değerlerine göre farklılık göstermektedir. Soğuk su döngüsü ise iki kademeli absorpsiyonlu soğutma makinesinden elde edilen soğutma enerjisidir. Sistemden alınan soğutma enerjisinin miktarı bir çok faktöre göre değişiklik göstermektedir. Bu faktörlerden bir tanesi soğutma suyunun sıcaklık değerleri ve soğuk su döngüsünün iki kademeli absorpsiyonlu soğutma makinesine giriş çıkış değerleridir. Soğuk su döngüsü genellikle 12/6°C sıcaklık değerlerinde çalışmaktadır.

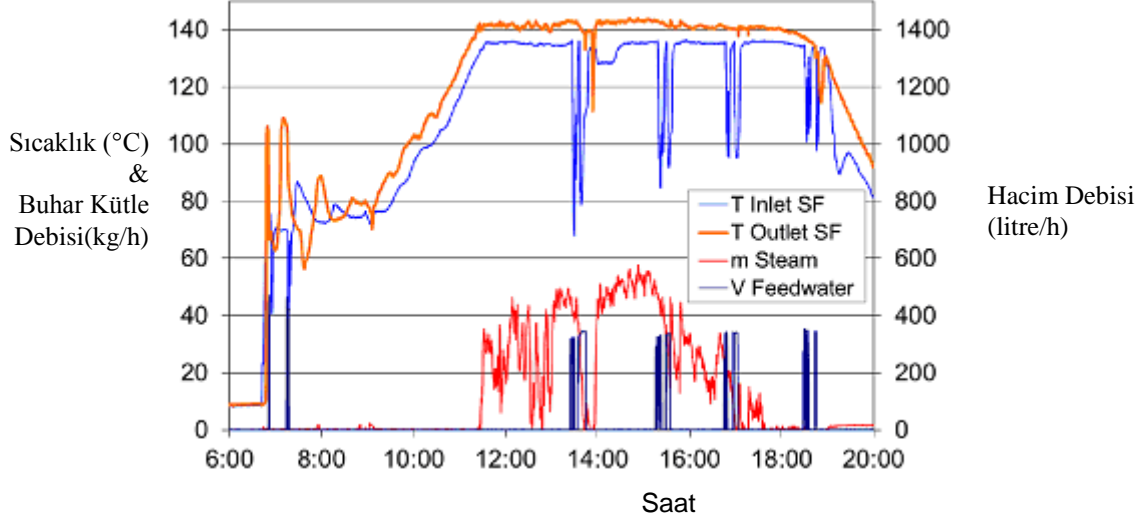
Tablo 2: İki kademeli absorpsiyonlu soğutma makinesi için teknik veriler.

Sıcak Su Döngüsü		
Giren Isı Miktarı	290	kW
Sıcaklı Seviyesi	180/165	°C
Soğuk Su Döngüsü		
Soğutma Kapasitesi	400	kW
Sıcaklı Seviyesi	12/6	°C
Soğutma Suyu Döngüsü		
Çıkan Isı Miktarı	690	kW
Sıcaklı Seviyesi	32/37	°C

7. Güneş Enerjili Buhar Üretimi

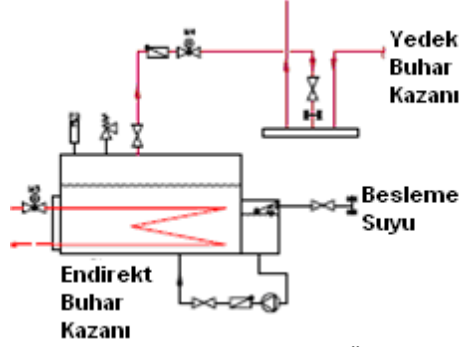
Güneş enerjisinden elde edilen termal enerji doğrudan buhar olarak kullanıldığı gibi indirekt buhar kazanlarında yakıt yerine kullanımı ile birlikte de buhar üretimi sağlanmaktadır. Şekil 6 Almanya'da bulunan bir fabrikada SOLITEM tarafından kurulmuş yapılmış olan doğrudan buhar üretim sisteminin bir günlük sıcaklık ve kütle akış

miktarlarını göstermektedir. SOLITEM tarafından kurulan sistemin kolektör alanı 6 sıradan oluşmakta ve her sırada 2 adet PTC 1800 kolektörü bulunmaktadır. SOLITEM kolektör alanı fabrikada alüminyum işleme sürecinde kullanılan buhar hattına 4 bar mutlak basınçta ve 143 °C sıcaklıkta doymuş buhar sağlamaktadır.



Şekil 6: Doğrudan buhar üretimi, 2 Temmuz, Köln/Almanya.

Endirekt buhar kazanından 5 ile 8 bar basınç değerinde elde edilen buhar proses buharı olarak çamaşırhanelerde veya endüstriyel tesislerde kullanılabilir. Daha yüksek sıcaklık ve basınç değerlerinde buhar üretimi için güneş enerji sistemlerinde sıcak su döngüsünde su yerine ısı taşıma sıvısı olarak termal yağlar kullanılmalıdır.



Şekil 7: Endirekt Buhar Üretimi.

Şekil 7'de gösterildiği gibi endirekt buhar kazanı parabolik kolektör alanından sağlanan sıcak su döngüsünün taşıdığı termal enerji ile doğrudan beslenmektedir. İkincil döngüdeki su güneşten sağlanan termal enerji ile ısıtılıp buharlaştırılmaktadır.

Özellikle buhar ihtiyacı olan ve fosil yakıtlara ulaşma konusunda sorunları olan endüstriyel tesisler için güneş enerjili buhar üretim sistemi büyük bir avantaj sağlamaktadır.

8. Güneş Enerjili Elektrik Üretimi

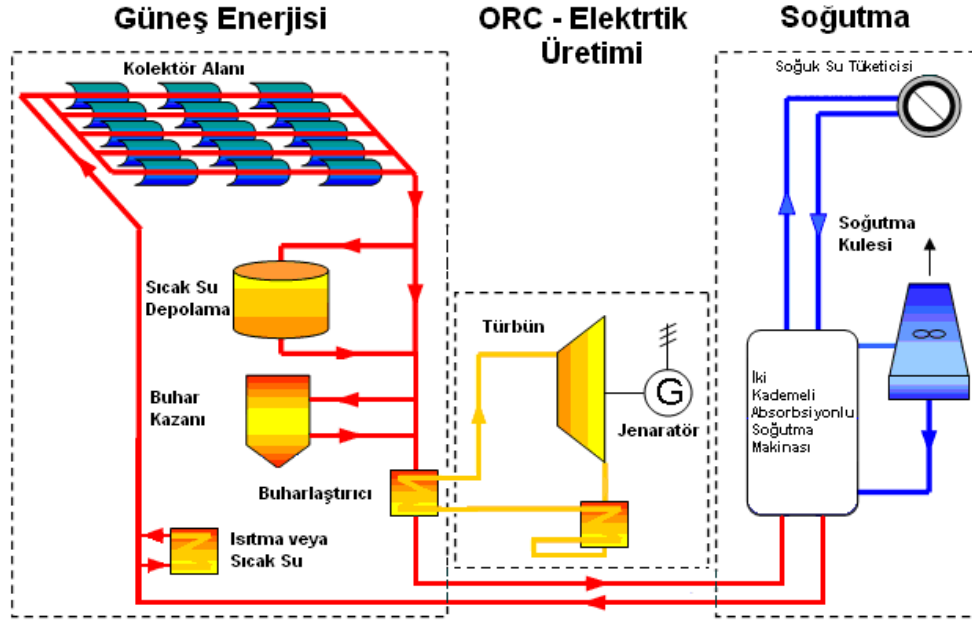
Geleneksel enerji kaynaklarının öncelikli olarak elektrik üretimi için kullanılması ve sonradan üretilen elektriğin kompresörlü soğutma sistemlerini çalıştırılmak için kullanılması ekonomiklik ve enerji verimliliği açısından bir çok dezavantajı bulunmaktadır. Yukarıda belirtildiği gibi güneşten elde edilen termal enerjinin kullanımı enerji dönüşüm proseslerinde daha yüksek toplam verimlilik sağlamaktadır. Bir tesiste elektrik enerjinin yanı sıra diğer enerji türlerine de ihtiyaç duyulmakta ise fotovoltaik gibi bilinen genel teknolojilerin tek bir tür enerji kaynağı sağlamalarından kaynaklanan dezavantajları bulunmaktadır.

Elektriğin depolanması, elektrik şebekelerinin genişletilmesi, akıllı tüketim şebekelerinin kurulması gibi sorunların çözümlenmesi güneş enerjisinin elektrik üretiminde kullanılması için önemli noktalardan biridir. Tabi ki bu sorunların çözümlenmesi zaman ve ekstradan yatırım yapılması demektir.

Güneş enerjili soğutma ve elektrik üretim sistemlerinin kombine edilmesi kullanıcılara anlık olarak ihtiyaç duydukları enerji türünü kullanma olanağı sağlamaktadır. Hangi enerji türünün o anda kullanılacağına kullanıcının enerji ihtiyacına veya o zaman dilimindeki en pahalı enerji kaynağına göre karar verilebilmektedir. Bu yönüyle güneş enerjili elektrik üretim sistemi ve kombine edilmiş güneş enerji sistemi güneş enerjisinden elektrik üretimi sağlayan diğer teknolojilerden ayrı tutulmalıdır.

Güneş enerjisinden elektrik üretim sistemlerinde küçük kapasitede bir kaç MW'a kadar ORC makinesi kullanılmaktadır. Makinede kullanılmakta olan organik ısı taşıma akışkanı makineye ismini vermektedir. Kullanılan organik akışkanlar yüksek moleküler kütleye ve su-buhar faz değişimine göre daha düşük sıcaklıklarda faz değişimine sahiptirler. ORC makinesi geleneksel elektrik santrallerinin ana ekipmanları olan buharlaştırıcı, yoğunlaştırıcı, türbün ve pompadan oluşmaktadır. ORC makinesi farklı sıcaklık değerleri için farklı değerlerde elektrik üretimi sağlamaktadır. Tanımlanmış uygulama için 180°C'lik sıcaklık değeri ORC makinesinden elektrik üretimi için uygun bir sıcaklık değeridir.

SOLITEM tarafından Kuzey Kıbrıs'da kurulmuş olan SOLTRIGEN tesisi 50 kW'lık elektrik enerjisi kapasitesine sahiptir.



Şekil 8: SOLTRIGEN – Soğutma, ısıtma ve elektrik üretimi.

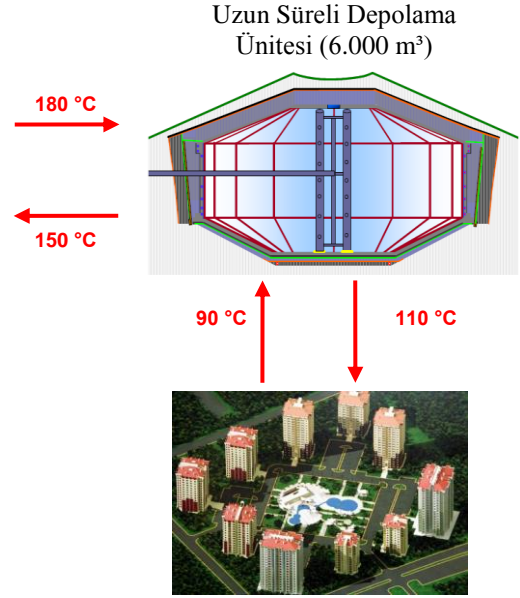
9. Sıcak Su Depolama

SOLITEM güneş enerji sistemlerinin sıcak su döngüsüne entegre edilmiş olan sıcak su depolama tanklarının ana görevi sistem tarafından kullanılmayan termal enerjinin belli süreler için depolanmasını sağlamaktır. Buna ek olarak depolama sistemi ile enerji ihtiyacındaki ve güneş enerji sisteminden edilen enerji arasındaki düzensizlikler dengelenebilmektedir. Eğer enerji ihtiyacı zamana göre değişiklik gösteriyor ise, depolama ve depolanan enerjinin kullanımında oluşturulan algoritma da sadece sıcaklık ve enerji değerlerinin değil zaman ayarlarının da önemi olmaktadır. Hedef her zaman en ekonomik çalışma biçiminin seçmek olduğundan, enerji ihtiyacının detaylı analizleri bilinmelidir ve bu doğrultuda depolama üniteleri en doğru şekilde çalıştırılmalıdır.

SOLITEM tarafından yeni geliştirilen bir projeye de güneş enerjisinin uzun süreli depolanması planlanmaktadır. Bu proje kapsamında SOLITEM PTC parabolik kolektörler tarafından üretilen termal enerjinin enerji ihtiyacından fazla olduğu zamanlarda uzun süreli depolanmasını ve enerji ihtiyacının fazla olduğu zamanlarda da depolanan enerjinin kullanılmasını sağlayacak sistemin tasarımı ve kurulumu planlanmaktadır. Uzun süreli termal enerjisi depolamalarında en önemli husus sistemdeki termal kayıplardır. Termal kayıpların istenmeyen seviyede olması depolamanın uzun süreli yapılamamasına veya uzun süreli yapılan depolamanın ardından kullanılacak enerjinin yeterli seviyede olmamasına neden olabilir.



SOLITEM Parabolik Kolektör Alanı



Şekil 9: Uzun süreli depolama sisteminin genel görünümü.

Şekil 9 planlanmakta olan uzun süreli depolama sisteminin genel görünümünü göstermektedir. Depolama ünitesi 6.000 m³lük hacme sahip olacaktır, kolektör alanından sağlanan 180 °C sıcaklık seviyesindeki sıcak su ile beslenecek olan sistemin 3 ila 4 ay süre ve %6 ila %12 termal kayıp ile depolama yapması öngörülmektedir. Uzun süreli depolamanın ardından tüketiciye 110 °C sıcaklık seviyesinde su sağlayacaktır. Bu sayede güneş ışınımının enerji ihtiyacını karşılayacak yeterlilikte olmadığı zamanlarda, uzun süreli depolanmış olan termal enerjinin kullanımını sağlayarak güneş enerjisinin kullanım yüzdesini, enerji tasarrufunu arttıracak ve mevcut sistemi çevre için daha faydalı hale getirecektir.

10. Tasarruf

Tablo 3 tanımlanmış olan teknoloji hakkında gerekli olan değerleri göstermektedir.

Tablo 3: Sistem hakkında temel teknik veriler.

Parametreler	Değer	Birim
Sıcak Su Sıcaklığı	180	°C
Isı Taşıma Akışkanı	Su	-
Maks. Çalışma Basıncı	16	bar
PTC Termal Verimliliği	60	%
COP - Absorbsiyonlu	1.4	-
COP - Kompresyonlu	2.5	-
Elektrik Birim Fiyatı	0.12	€/kWh
Doğal gaz Birim Fiyatı	0.03	€/kWh

Kazan Verimliliği	80	%
ORC Verimliliği	18	%

Tasarruf değerlerinin karşılaştırılması sonucunda çıkan sonuçlar Tablo 4’de gösterilmektedir. Bu ekonomik karşılaştırma fosil yakıtlara büyük bağımlılık gösteren ve ihrac eden Türkiye baz alınarak yapılmıştır. Akdenizde bulunan diğer ülkelerin ekonomik karşılaştırmaları farklılıklar gösterebilir. Avrupanın güneyinde bulunan İspanya, İtalya ve Kuzey Kıbrıs gibi ülkelerde belli aralıklarda elektrik tüketimi ve enerji ihtiyacı artmakta ve yüksek enerji birim fiyatları uygulanmaktadır, bu nedenden ötürü güneş enerji sistemleri bu ülkeler için en uygun ekonomik çözüm olarak görülmektedir.

Tablo 4: Tasarruf Miktarları.

	Güneş Enerjisi	Termal Enerji	Tasarruf Edilen Enerji Miktarı	Tasarruf Edilen Enerji Türü	Tasarruf Miktarı
Soğutma	1.0 kWh	0.6 kWh	0.336 kWh	Elektrik	0.040 €
Buhar Üretimi	1.0 kWh	0.6 kWh	0.75 kWh	Doğal gaz	0.0225 €
Elektrik Üretimi	1.0 kWh	0.6 kWh	0.108 kWh	Elektrik	0.013 €

11. Sonuç

Tanımlanan bu yenilik bir güneş enerji tesisi ile soğutma, ısıtma ve elektrik üretimi sağlamakta ve Akdeniz ülkelerine bir çok avantaj sunmaktadır:

- Yenilenebilir enerjinin her tür yapıya kolay entegrasyonu.
- Güneş enerjisinin kullanım potansiyelinin artırılması.
- Tek bir tesisten bütün enerji ihtiyacının (soğutma, ısıtma, buhar ve elektrik üretimi) karşılanması.
- Sürdürülebilir ve emisyonuz enerji kaynağı.
- SOLITEM’in yıllardır geliştirdiği sistemler sayesinde güneş enerjisinin ekonomik kullanımı.

Kaynaklar

- [1] N. Janotte, S. Meiser, D. Krüger, R. Pitz-Paal, S. Fischer, H. Müller-Steinhagen, M. Walder; Bestimmung der thermischen Leistungsfähigkeit des Parabolrinnenkollektors PTC 1800; Gutachten vom deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt
- [2] A. Lokurlu, Y. Lokurlu, H. Adrian, and C. Gunkel; Power System Automation for Solar Energy Plants based on Parabolic Trough Collectors, SOLITEM GmbH
- [3] SOLITEM SOLTRIGEN System at METU NCC, TRNC
- [4] D. Krüger, N. Lichtenthäler, J. Dersch, H. Schenk, K. Hennecke, A. Anthrakidis, M. Rusack, A. Lokurlu, K. Saidi, M. Walder, S. Fischer, H. Peter Wirth; Solar Steam Supply: Initial Operation of a Plant; Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Solar-Institut Jülich der Fachhochschule, Solitem GmbH, ALANOD GmbH & Co. KG, Universität Stuttgart, Institut für Thermodynamik und Wärmetechnik, ZfS-Rationelle Energietechnik GmbH