

GÜNEŞ - ISIL ELEKTRİK ÜRETİM TEKNOLOJİLERİ

Dr. Tanay Sıdkı UYAR *

** Yazar, bu sayıdaki bir başka yazısında tanıtılmıştır.*

Termodinamik bir çevrim kullanarak, elektrik üretmek üzere, güneş kaynağını yakalayan ısı toplayıcılardan oluşan sistemlere güneş-ısı-elektrik sistemleri adı verilmektedir. Bu sistemlerde, düşük sıcaklık toplayıcılarının kullanımı mümkün olsa bile, bugün için yüksek sıcaklık doğrusal veya dairesel yoğunlaştırıcı toplayıcılar kullanılmaktadır.

Termodinamik bir çevrimin düşük-sıcaklık güneş toplayıcısı tarafından işe koşulması için düşük kaynama noktasına sahip bir organik akışkan gerekmektedir. Düşük sıcaklık termodinamik çevriminin doğasında var olan düşük verim, düz toplayıcıların ve hatta düşük yoğunlaştırıcı toplayıcıların ticari kullanımını engellemiştir.

Elektrik üretimi için düşük-sıcaklık güneş enerjisi sadece düz toplayıcı ve depolama tankı ile kombine davranış gösteren, güneş göletleri ile ümit verici görünmektedir. Güneş göletlerinin, tuz yoğunlukları derinliğe bağlı olarak artan tipinde, ısıtılmış suyun doğal yüzme etkisi bastırılarak, göletin dibinde yüksek sıcaklıkların oluşmasına olanak sağlanmaktadır.

Bu sistemlerin, bir doğal göletin bulunduğu, arazinin, suyun ve tuzun bol ve ucuz olduğu, yüksek güneş potansiyelli bölgelerde kullanımı anlamlı olmaktadır. Güneş göleti gösterim tesisleri İsrail ve bir kaç diğer ülkede kurulmuştur. Rüzgar kaynaklı dalgalar ile rüzgarla taşınan kirleticilerin var olduğu koşullarda, arzu edilen gölet özelliklerinin korunması ile ilgili, ARGE çalışmaları sürmektedir.

Parabolik oluk, doğrusal yoğunlaştırma sisteminin temel tipidir. Oluklar, kesidi parabolik, uzun yoğunlaştırıcı sıralarından oluşmaktadır. Oluk üzerindeki yansıtıcı bir iç kaplama, parabolanın odağında yer alan siyah bir boru üzerine, güneş enerjisini odaklamaktadır.

Oluklar, genel olarak, güneşin yükseklik veya azimut (güney açısı) hareketini takip eden, tek-eksenli bir izleme sistemi üzerine monte edilmektedir. Odak borusu içinden, bir akışkan (ısı transfer yağı gibi) geçirilerek, çekilen enerji bir proses ısı uygulamasına veya güç üreten türbin çevrimine aktarılmaktadır. Bu sistemleri ticari olarak üreten şirketlerin en büyüğü ve en çok tanınanı Luz International şirkettir.

Daha önce tartışılan düşük sıcaklık sistemleriyle karşılaştırıldığında, bu sistemlerin yüksek yoğunlaştırma oranları yüksek sıcaklıklara ve daha yüksek verime yol açmaktadır. Ancak, bu sistemlerin güneşi izlemesi gerekmekte ve güneşin sadece direkt ışınımı kullanılabilir. Düşük maliyetli yansıtıcı malzemeler ve sistem güvenilirliği yanı sıra daha yüksek üretim hacmi üzerine yapılan ARGE çalışmalarının, bu sistemlerin enerji maliyetlerini azaltması beklenmektedir.

Luz şirketi, kurulduğu 1979 yılından başlayarak, bu teknolojiyi 1 milyar doların üzerinde özel sermaye ve güneş vergi kredisi kullanarak geliştirmiş ve Güney Kaliforniya 'da bugün 350 MWe, işletmede olan, elektrik santral kapasitesine ulaşmıştır. Bu süre içinde pek çok tasarım aşamasından geçilmiş ve yeni sistemlerde, vakum-izoleli cam tüp ile çevrilmiş odak borusu içindeki, ısı transferi akışkanı, 440°C'a ısıtılmaktadır. Parabola şeklindeki cam aynalar güneşi izlemek üzere bilgisayarla denetlenmektedir. Petrolle ısıtılan buhar üreticisi ve yüksek performans konvansiyonel Rankine buhar çevrimi doğal gazlı bir süper ısıtıcı ile kullanılmakta ve bir yedek ısı arz sistemi bulunmaktadır.

Luz, 1991 yılında iflas masasına düşmeden önce, doğrudan buharla soğutulan bir toplayıcı geliştirmekte ve bir dizi diğer ülkede tesis kurmayı planlamaktaydı.

Bir yerine iki boyutta yoğunlaştırma ile parabolik oluk sistemleri, doğrusal sistemlere göre, daha yüksek yoğunlaştırma ve sıcaklıklara ulaşabilmektedir. Parabolik Oluk Sistemlerinin tepe enerji yoğunlukları konvansiyonel yanma sistemleri ile karşılaştırılabilir olup, benzer uygulamaların çoğuna hizmet verebilmektedir.

Parabolik çanak adı verilen modüler tip ise, bir tam devir parabolası olup, tek odak noktasına sahiptir. Parabolik Çanak Sisteminin verimli olabilmesi için sürekli güneşe dönük ve iki eksenli bir izleme mekanizmasına sahip olması gerekmektedir. Odak noktasındaki ısı enerjisi uygun bir iş akışkanı ile alınmakta ve ayrı bir termodinamik çevrime gönderilmekte veya odak noktasının arkasına monte edilmiş ufak bir makinada (yaklaşık 25 kWe) kullanılmaktadır. Bu uygulama için Stirling makinaları geliştirilmekte ve ayrıca Brayton ve Rankine makinaları değerlendirilmektedir.

Çanak-elektrik sistemlerinin tam ölçekli prototipleri tesis edilip denenmiştir. Çanak-Stirling kombinasyonunun verimi, gerçek arazi koşullarında, gün ışığından elektrik enerjisine çevrim için, %30'a ulaşmıştır. Stirling makinaları odak noktası ısı değiştiricileri ve düşük maliyetli yansıtıcı yüzeyler üzerindeki ARGE çalışmalarına, sistemin uzun dönemli verimi ve maliyet etkinliğinin iyileştirilmesi için gerek duyulmaktadır.

Merkezi alıcı çok büyük bir parabolik çanağın eşdeğeri. Helyostat adı verilen tek tek odaklanmış aynalar güneş enerjisini yansıtıp alıcı adı verilen, bir kule üstüne monte edilmiş, ısı değiştiricisi üzerine yoğunlaştırmaktadır. Güneş ile alıcı arasındaki açıyı sürekli olarak iki eşit parçaya bölecek şekilde, bir bilgisayar her helyostati denetlemektedir. Bu sistemlerin büyüklük ve sıcaklıkları, endüstriyel ve güç tesisi kazanlarıyla (%50 yıllık kapasite faktörü ile yaklaşık 200 MWe eşdeğer) kolaylıkla karşılaştırılabilmekte ve konvansiyonel güç üretim teçhizatı kullanılabilir.

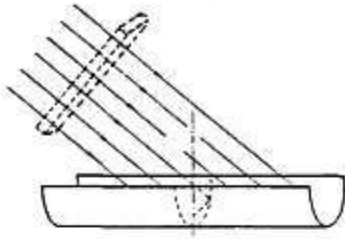
İşletme akışkanı olarak su/buhar kullanan 10 MWe bir pilot tesis kurulup, test edilmiştir ve bir dizi diğer, daha ufak tesis kurulmuştur. Isı akışkanı olarak erimiş sodyum/potasyum-nitrat kullanan ikinci nesil-üretim sistemleri için prototip komponentler imal edilip test edilmiştir.

Yansıtıcı yüzeyler yanı sıra ileri alıcılar ve depolama malzemeleri üzerine ARGE çalışmaları sürmektedir. 10 MWe pilot tesise ikinci-nesil (tuz) teknolojisini eklemek üzere yapılan plan uygulanma safhasındadır.

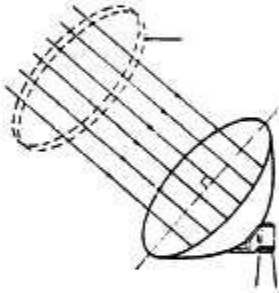
Daha basit ve aynı zamanda daha düşük verimli bir diğer sistem ise güneş bacasıdır. Dairesel helyostat alanı şeffaf tabaka ile kaplı daireSEL bir alan, merkezi alıcı kulesi ise içinde bir rüzgar türbini bulunan bir baca ile değiştirilmiştir. Güneş ile ısıtılan hava bacadan yukarıya çekilmekte ve elektrik üreten türbini harekete geçirmektedir. İspanya' da bu teknik ile çalışan 100 kWe bir prototip imal edilmiştir Günümüz güneş sistem özelliklerinin özeti Tablo: 1'de verilmektedir. Tablo: 2'de ise güneş teknolojisinin son durumu özetlenmiştir.

Yararlanılan Kaynak:

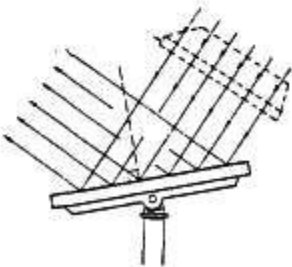
Renewable Energy Sources, Opportunities and Constraints, 1990-2020, Temmuz 1993, Dünya Enerji Konseyi



PARABOLİK OLUK



PARABOLİK ÇANAK



HELYOSTAT

(Bkz: 9)

TABLO 1 GÜNÜMÜZ GÜNEŞ SİSTEM ÖZELLİKLERİNİN ÖZETİ

Güneş Teknolojisi Kategorisi	Özgü Teknoloji Tipi	Tipik Modüler Ünitelerin Anahtar Fiziksel Özellikleri	Temel Yapı Malzemeleri	Gelişme Statüsü	Dünya Yıllık İmalat Kapasitesi	Yıllık Endüstri Büyümesi %/yl	Dünyadaki ve İşletilen Miktarı
Düşük Sıcaklık Isıl	Metal Düz Plaka	1-3 m ² absorplayıcı/ tüpler, kaplama.	Alüminyum/Bakır	Ticari	1 Milyon m ²	(% 10)	>10Milyon
	Plastik Düz Plaka	1-3 m ² entegre absorplayıcı/kaplama	Polimer/Kompozit	Ticari	1 Milyon m ²	(%15)	>10Milyon
	Düşük Yoğunlaştırma	İçi boşaltılmış tüp içinde boru	Cam/Bakır	Gösterim	Düşük talep	-	Bilinmiyor
	Güneş Göleti	10m derinlikte/plastik yayılmış/toprak alınmış	Toprak /Plastik	Gösterim	Düşük talep	-	>5MWe
	Sera/Tahıl Kurutma	Şeffaf kaplama/Kafes	Odun/Metal/Cam	Ticari	Öngörülmedi	Bilinmiyor	Bilinmiyor
Güneş Mimarisi	Şeffaf Kaplama/ Kütleli depolama	Bina tasarımı ile entegre	Cam/duvar malzemesi	Ticari	Öngörülmedi	Bilinmiyor	Bilinmiyor
Isıl-Elektrik	Parabolik Oluk	80 Yoğunlaştırıcı yansıtıcı/vakum tüp	Metal/Cam	Ticari	100 MWe	-	>350MWe
	Çanak/Stirling Makinası	10m çaplı yansıtıcı/ odak noktası makinası	Metal/Cam	Prototip	-	-	>100kWe
	Merkezi alıcı	>50 m ² helyostats/ merkezi kule	Metal/Cam	Pilot Tesis	-	-	>15MWe
Yoğunlaştırılmı PV	Fresnel mercekler	Tek kristal	Silisyum/diğer	Gösterim	<1MWe	-	>10MWe
Yoğunlaştırılmı P.V.	İkinci nesil-Külçe İkinci nesil-Blok İkinci nesil-Şerit Üçüncü nesil-İnce Film	Tek kristal Çoklu veya Tek Kristal Çoklu veya Tek Kristal Amorf veya mikro kristal	Silisyum Silisyum Silisyum Silisyum/diğer	Ticari Ticari Ticari Ticari	20MWe 15MWe <1MWe 15MWe	% 12 % 25 % 20 % 12	120MWe 80MWe 2MWe 80MWe

(Bkz: 10)

TABLO : 2 GÜNEŞ TEKNOLOJİ STATÜSÜNDE DURUM ÖZETİ

Güneş Teknolojisi Kategorisi	Özgül Teknoloji Tipi	Tipik Sistem Büyüklüğü	Sistem Verimi : Güneş Işığından		Arazi Kullanımı 1000 m ² / Sistem	Isıl Çıktı Sıcaklığı °C	Tipik Yararlı Ömür (yıl)	Kurulu-Sistem Yatırım Maliyeti (1990 Us \$)	Yıllık Bakım Onarım Maliyeti (1990 Us \$)	Enerji Maliyeti (Depolamasız)	
			Isıl AA	AA Elektrik						Isıl (1) \$/kWh	AA Elektrik \$/kWh
Düşük Sıcaklık Isıl	Metal Düz Plaka	<100 m ²	50-70%	-	0.1-0.4	50-70	15	300-1000/m ²	(2)	0.013-0.04	-
	Plastik Düz Plaka	<100 m ²	55-70%	-	0.1-0.4	30-35	10	75-250/m ²	(2)	0.005-0.03	-
	Düşük Yoğunlaştırma Sera/Tahıl Kurutma	<100 m ²	35-45%	-	0.1-0.4	100-170	15	1000-2000/m ²	(2)	0.4-0.10	-
		<100 m ²	20-45%	-	<0.2	30-45	10-20	Çeşitli	(2)	-	-
Güneş Mimarisi	Şeffaf Kaplama/ Kütleli depolama	<1000 m ²	-	-	-	-	30-50	Çeşitli	Çeşitli	-	-
Isıl-Elektrik	Güneş Göleti	<100.000 m ²	10-15%	2-4%	<100	70-90	20-30	4500/kWe	(2)	0.012	0.25
	Parabolik Oluk	80 MWe	46%	14%	1700	380	20	2800/kWe	45/kWe	0.053	0.15
	Çanak/Stirling Maki	5 MWe	79%	24%	80	700	20	5000/kWe	160/kWe	-	0.28
	Merkezi Alıcı	>60 MWe	46%	15%	1300	600-700	20	3000/kWe	45/kWe	0.04	0.16
Yoğunlaştırıcı PV	Fresnel mercekler	< 5 MWe	-	14%	170	-	20	9000/kWe	15/kWe	-	0.45
Yoğunlaştırmasız P.V.	İkinci nesil-Külçe	<5 MWe	-	11%	85	-	20	8000/tWe	10/kWe	-	0.28
	İkinci nesil-Blok	<6 MWe	-	9%	100	-	20	9000/tWe	12/kWe	-	0.29
	İkinci nesil-Şerit	<5 MWe	-	10%	250	-	20	7500/tWe	11/kWe	-	0.32
	Üçüncü nesil-InceFilm	<5 MWe	-	4%	140	-	20	5000/tWe	30/kWe	-	0.37

1. Sıcaklık sistemin tipine bağlı olarak değişir.
2. Yıllık maliyetler çeşitlidir ancak genelde düşüktür.