

**KURUTMADA KULLANILAN HAVA ISITMA KOLLEKTÖRLERİNİN
DENEYSEL KARŞILAŞTIRILMASI**

Hikmet DOĞAN*

*Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitimi Bölümü, 06500 ANKARA

ÖZET

Bu çalışmada, tarafımızdan tasarlanıp, yapılan dört ayrı tip hava ısıtma kollektörü (tabii dolaşimli düz kollektör, tabii dolaşimli boru ısıtmalı oval kollektör, kapalı sistem ısı borulu düz kollektör ve hava ön kurutmalı cebri sistem düz kollektör) aynı şartlarda denenererek verimleri ve kurumaya olan etkileri karşılaştırılmıştır. Kollektörlerin ısıtma yüzeyleri 1.0 m² olarak tasarlanmış ve hava debileri deney sırasında hava akış miktarına göre debi ölçerle (anamometre) tespit edilmiştir. Sözü edilen 45° kollektörlerin güneşten aldıkları ısıyı havaya aktarma miktarları, kollektör çıkış havası sıcaklığı ölçülerek bulunmuştur. Yapılan deneyler neticesinde ön kurutmalı kollektörün havasının daha çabuk ısındığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Hava ısıtmalı kolektör, düz kollektör

ABSTRACT

In this study, four different type of heating collectors have been designed and constructed. These have been tested and compared with each other for their efficiency and effects on drying capability. The heating surfaces of collectors have been designed as 1.0 m², and the flow rates of the air have been measured by a flowmeter. The heat transferred from these 45° angled collectors have been calculated by measuring outlet temperature of the collector. The results showed that the air of drying collector is heated quicker.

Key words: Heating collectors, plane collectors

1. GİRİŞ

Kainattaki en önemli ve en büyük enerji kaynağı şüphesiz güneştir. Özellikle son yıllarda fosil kökenli yakıtların çevreyi alabildiğine kirlettiklerinden, insanlık alemi en ucuz ve temiz olan güneş enerjisinden daha iyi ve daha fazla faydalanmanın yollarını aramaktadırlar. Pratik hayatta güneş enerjisinden en yaygın olarak faydalanmanın yolu; güneş kollektörleri aracılığıyla olmaktadır. Kollektörlerle toplanan güneş enerjisinin miktarı; kollektörün konulduğu yere, yönüne, eğim açısına, günün ve yılın zamanlarına bağlıdır. Uygun şartlarda kollektör tarafından emilen güneş ışınımı en çok yaklaşık 1000 W/m² kadardır. Bunun yaklaşık 750 W/m² 'si kullanılır ısı enerjisine dönüştürülebilmektedir (1,2). Bunun için, değişik amaçlar için değişik güneş kollektörleri uygulama alanları bulmaktadır. Bu kollektörlerin başlıcalarını düzlem yüzeyli kollektörler (1,2,3,4), parabolik (4,5), parabolik odaklamalı (4,6) kollektörler, parabolik ya da düzlem olup, güneş ışınımı takip edecek şekilde tasarlanan kollektörler (6) ve kışın donmaya karşı uygulamaya konulan ısı borulu (7) ya da donmaya dayanıklı akışkanlı kollektörler oluşturmaktadır.

Ayrıca; yoğunlaştırıcı güneş kollektörleri soğurucu ve yoğunlaştırıcı yüzey elemanları deneysel olarak incelenmiş, soğurucu yüzey için siyah nikel soğuruculuğunun 0.9 ve yayıcılığının da 0.3 olduğu deneysel olarak belirlenmiştir (8). Başka bir çalışmada da parabolik güneş yoğunlaştırıcısının etkinliğini belirlemek

için, pompalı ve doğrudan akışkanı ısıtan sistemle çalışan bir parabolik güneş kolektörünün tasarımı ve uygulaması yapılmıştır (9). Parabolik kolektörlerin denenmesinden sonra bir de güneş ışınlarını takip eden odaklamalı kolektörler denenerek verimin artırılması düşünülmüş ve bunda başarılı da olunmuştur (10).

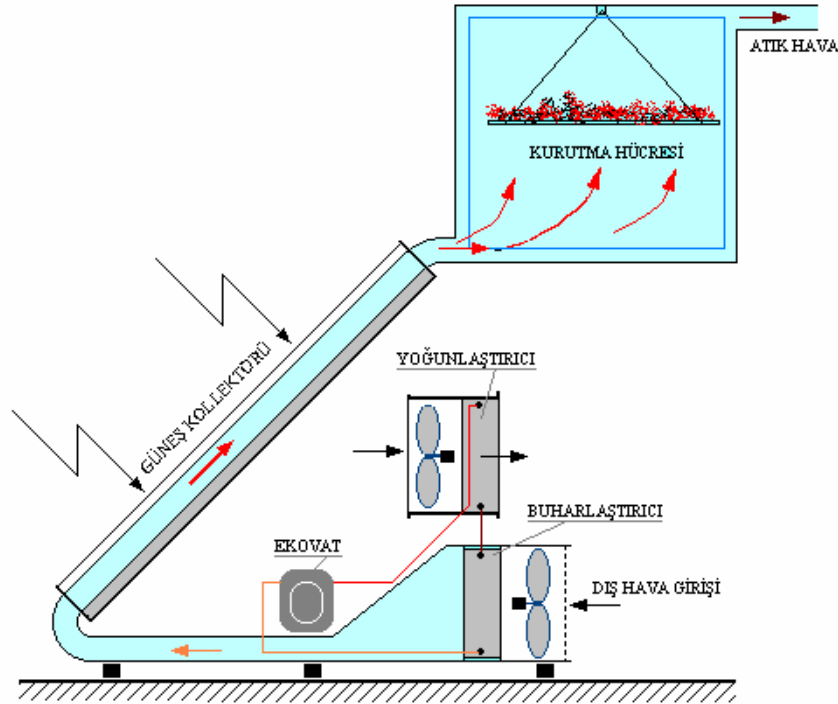
Bu çalışmada dört ayrı tip ve özellikle güneş kolektörü ile havanın ısıtılması ve ısınan havanın da kurutmada kullanılması deneysel olarak karşılaştırılmıştır. Çalışmaya başlamadan önce, bu amaçla yapılmış tabii dolaşimli kurutma sistemleri incelenmiş (11,12) ve bu bilgiler ışığında bir tabii dolaşimli düz saç kanal kolektör, bir oval borulu kolektör, bir cebri akımlı kapalı sistem düz ısı borulu kolektör ve bir de cebri akımlı hava ön kurutmalı kolektör tasarlanarak yapılmış, aynı şartlarda karşılıklı denenerek farkları gözlemlenmiştir.

2. KOLLEKTÖRLERİN TASARIM VE UYGULAMASI

Değişik özelliklere sahip, 1m^2 yüzey alanlı dört ayrı kolektör eğimleri 45° olmak üzere aşağıda özellikleri belirtildiği gibi tasarlanıp, imal edilerek, kurutma havası üzerindeki sıcaklık tespitleri yapılmıştır.

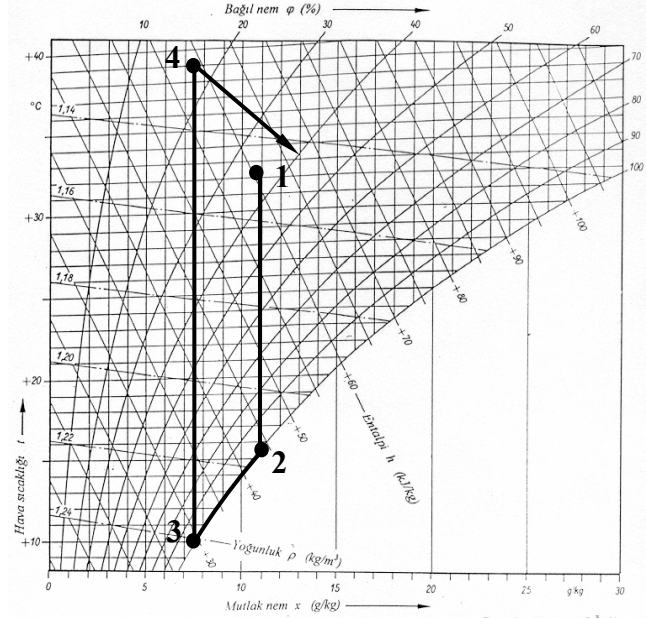
2.1. Ön Hava Kurutmalı Sistem

Nem yönünden fakir (kuru) havanın daha çabuk ısınacağı düşünülerek Şekil 1. 'de görüldüğü gibi bir sistem düşünülmüştür. Dış havanın nemini çekebilmek için, hava kolektöre girmeden bir soğutma makinası düşünülerek, sistem havası önce soğutma makinasının buharlaştırıcısından (evaporatör) geçecek şekilde tasarlanmıştır. Buharlaştırıcıdan geçerken soğuyacak olan havanın güneş enerjisi ile tekrar ısınabilmesi için de, şekilde görüldüğü gibi 45° eğimli bir düz kanal kolektör tasarlanmıştır. Kollektörden geçerek ısınan havanın kullanılabilmesi için de kanal çıkışına 50×50 cm ölçülerinde bir kurutma hücresi yapılmıştır.



Şekil 1. Ön hava kurutmalı sistem

Ön hava kurutmalı olarak düzenlenen sistemde hava, h,x-diyagramında aşağıda verilen şekildeki gibi bir yol takip etmektedir.

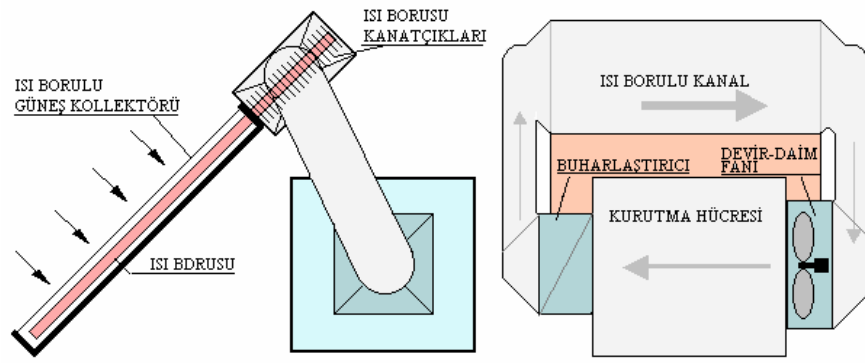


- 1- Sisteme giriş (buharlaştırıcı girişi)
- 2- Buharlaştırıcı yüzeyi
- 3- Buharlaştırıcı çıkışı – Kollektör girişi
- 4- Hücre girişi

Şekil 2. Ön hava kurutmalı sistemde havanın h,x-diyagramında takip ettiği yol

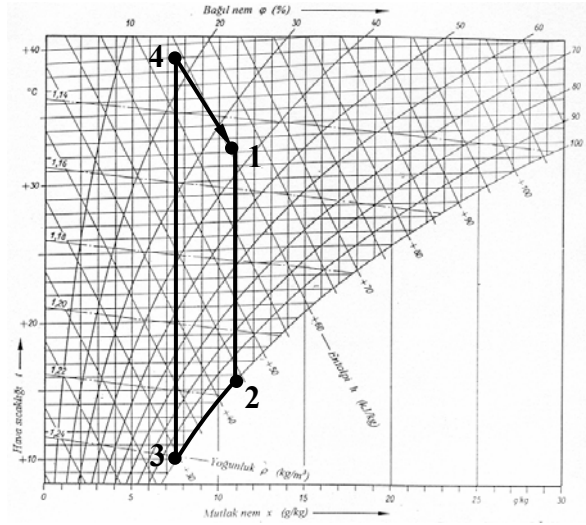
2.2. Kapalı Sistem Isı Borulu Güneş Kollektörü

Bu çalışmada sistem yine kurutma amaçlı kollektör, soğutma makinası ile birlikte düşünülmüştür (Şekil 3.). Sistem dış havaya tamamen kapalıdır. Güneş kollektörü ısı borulu olarak tasarlanıp, ısı borularının yoğunlaştırıcı kısmı havanın aktarıldığı kanal içine yerleştirilerek, kollektörden alınan ısının kanaldan geçen havaya aktarılması sağlanmıştır. Soğutma makinasının buharlaştırıcısı, kanal içine yerleştirilmiştir. Kollektörden aldığı ısı ile sıcaklığı yükselen hava, kurutulacak malden buhar çekerek nem miktarı arttıktan sonra, buharlaştırıcıdan geçerken sıcaklığı düşüp, doymuluk sınırı altındaki nemi bırakması sağlanmıştır. Böylece her seferinde kollektörde ısınırken bağıl nemi ve yoğunluğu düşen devir-daim havası, kurutulan malzemeden nem çekerek bağıl neminin ve yoğunluğunun artması sağlanmıştır.



Şekil 3. Isı borulu güneş kollektörlü kapalı sistem

Şekil 4. 'deki h,x-diyagramında görüldüğü gibi, bu sistemde 4 noktasında kurutma hücresine giren hava kurutulacak materyalin nemini çekerek, 1 noktasında görüldüğü gibi, 4 noktasına göre daha fazla nem yüklenerek, buharlaştırıcıya girmektedir. 2 noktasında buharlaştırıcıdan çıkan hava, doyma sınırının altında soğuduğundan, taşıdığı nemin bir bölümünü soğutucu yüzeyde bırakmaktadır.

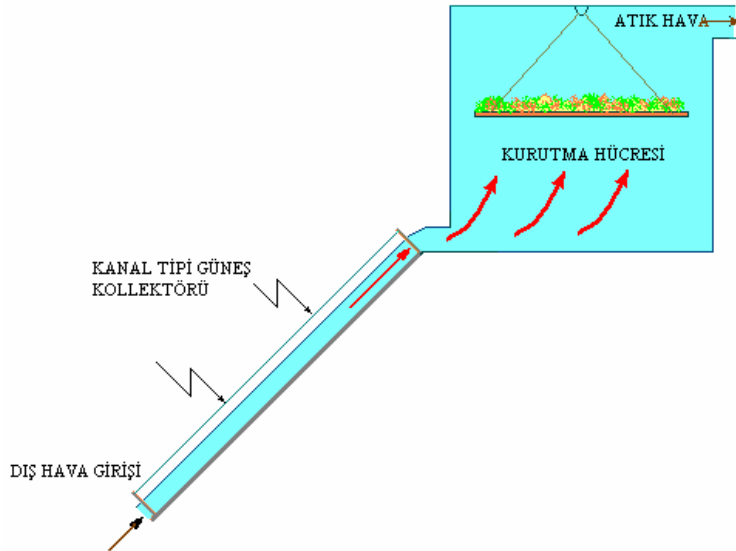


- 1 Kurutma hücresi çıkışı -- Buharlaştırıcı girişi
- 2 Buharlaştırıcı yüzeyi
- 3 Buharlaştırıcı çıkışı - Kollektör girişi
- 4 Kurutma hücrene girişi

Şekil 4. Kapalı kurutma sistemindeki havanın h,x-diyagramındaki takip ettiği yol

2.3. Serbest Dolaşimli Düz Güneş Kollektörü

Şekil 5. 'de görüldüğü gibi, yine hava ısıtmak için, atmosfere açık, tabii dolaşimli düz güneş kollektörü düşünülmüştür. Bu kollektör 0,5 m x 1,0 m x 0,05 m ölçülerinde tasarlanmış ve çıkışına da 0,5 m x 0,5 m x 0,5 m ölçülerinde bur kurutma hücresi bağlanmıştır. Isınan havanın yükseleceği gerçeğinden hareketle, hava tamamen tabii dolaşımıdır. Isınan havanın yoğunluğu azalır, yükseldikçe, yerini kollektörün altından giren, sıcaklığı daha düşük olan havanın alacağı düşünülmüş ve ısınan hava da kurutma hücresine verilerek, kurutma amaçlı olarak kullanılmıştır.



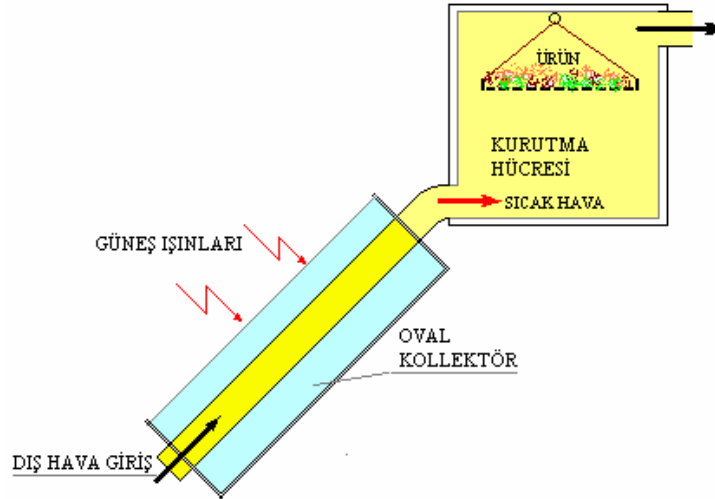
Şekil 5. Serbest dolaşimli düz kanal tipi güneş kollektörü

2.4. Serbest Dolaşimli Kanal Hava Isıtma Oval Kollektör

Oval bir kollektör içinden kurutma havasının tabii olarak akacağı 22 cm çapında bir kanal düşünülmüş ve bu kanalın dış hava giriş ağzı Şekil 6. 'de görüldüğü gibi, kollektörün alt kısmından dışarıya çıkarılmıştır. Kollektörün üstü koruyucu camla ve kanalın geçtiği alt ve üst duvarlar da başka malzemelerle izole edilerek, içeride ısınan havanın dışarıya akması engellenmiştir. İç yan duvarlar parlak alüminyum yansıtıcı kağıtla

kaplanarak, üzerine düşen ışınımın kanala yansıtılması sağlanmıştır. Böylece kanal içinden geçen boru içindeki hava çevreden ısı alarak yükselirken, sıcaklığı daha düşük olan havanın alttan sisteme girmesi sağlanmıştır.

Bu sistemde ısınan hava kurutma amaçlı olarak düşünüldüğü için, önceki sistemlerde olduğu gibi bir kurutma hücresi düşünülmüş ve ısınan hava bu hücrede kurutmada kullanılmıştır. Sistem tamamen tabii dolaşımıdır.



Şekil 6. Kanal hava ısıtmalı oval kollektör

3. DENEYLER VE SONUÇLARI

Deneyler temmuz ayı şartlarında yapılmıştır. Sistemler ayrı ayrı gölgeleme olmayacak şekilde güney yönünde 45° eğim yapacak şekilde yerleştirilmiştir. Deneylere yerel saatle 9⁰⁰ 'da başlanarak 18⁰⁰ 'e kadar devam edilmiştir. Deney esnasında sisteme giren havanın (dış havanın) sıcaklığı, kollektörden çıkıp hücreye giren havanın sıcaklığı, sistemi terk eden havanın sıcaklığı ve kuruma hücresine kurutulmak üzere konulan malzemedeki ağırlık kayıpları, belirtilen saatler arasında, her yarım saatte bir ölçülmüştür. Elde edilen veriler Çizelge 1. 'de görülmektedir.

Çizelge 1. ve Şekil 5. 'den de anlaşılacağı gibi, Ön Hava Kurutmalı Kollektörde havanın sıcaklığının diğer kollektörlere göre daha fazla yükseldiği görülmüştür.

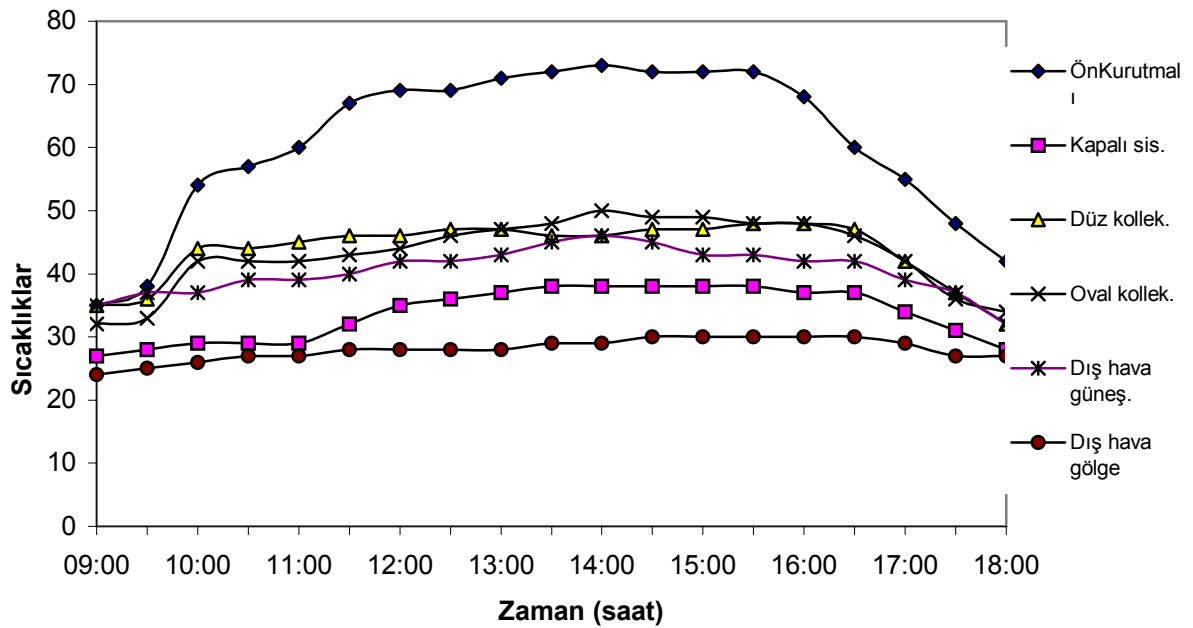
Aşağıdaki veriler ışığında ön hava kurutmalı kollektörün performans katsayısı enerji denkliğinden hareketle aşağıdaki gibi düşünülmüştür:

$$Q = \dot{V} \cdot c \cdot \rho \cdot \Delta t$$

Q	: Sistem havasının taşıdığı enerji (kJ/h)
\dot{V}	: Sistem havasının hacimsal debisi (m ³ /h)
C	: Sistem havasının özgül ısı kapasitesi (kJ/kgK)
ρ	: Sistem havasının yoğunluğu (kg/m ³)
Δt	: Havanın kollektöre giriş ve çıkış sıcaklık farkı (K)

Çizelge 1. Deneysel Sonuçlarının Haftalık Ortalaması

Zaman	Ön Kurutmalı cebri dolaşım		Kapalı sistem soğutmalı cebri dolaşım			Düz kolektör tabii dolaşım		Oval kolektör tabii dolaşım		Dış hava sıcaklığı (°C)	
	Kollektör çıkış Sıcaklığı (°C)	Ürün Ağırlık (g)	Kollektör giriş Sıcaklığı (°C)	Kollektör çıkış Sıcaklığı (°C)	Ağırlık (g)	Kollektör çıkış Sıcaklığı (°C)	Ürün Ağırlık (g)	Kollektör çıkış Sıcaklığı (°C)	Ürün Ağırlık (g)	Güneşte	Ürün Ağırlık (g)
9 ⁰⁰	35	100	27	27	100	35	100	32	100	35	100
9 ³⁰	38	100	28	27	100	36	100	33	100	37	100
10 ⁰⁰	54	98	29	27	100	44	100	42	100	37	100
10 ³⁰	57	97	29	29	97	44	98	42	98	39	100
11 ⁰⁰	60	86	29	33	95	45	97	42	96	39	98
11 ³⁰	67	81	32	32	91	46	94	43	93	40	96
12 ⁰⁰	69	74	35	32	86	47	89	44	87	42	92
12 ³⁰	69	63	36	32	84	49	83	46	84	42	88
13 ⁰⁰	71	57	37	32	81	47	78	46	79	43	84
13 ³⁰	72	50	40	33	76	46	73	48	74	45	78
14 ⁰⁰	73	47	40	33	69	43	67	50	68	47	74
14 ³⁰	72	45	38	32	66	43	62	43	65	40	67
15 ⁰⁰	72	43	38	32	63	43	59	42	62	41	64
15 ³⁰	72	41	38	32	59	43	57	43	59	42	57
16 ⁰⁰	68	39	37	34	55	38	51	48	54	42	53
16 ³⁰	60	38	37	34	50	37	45	47	51	42	50
17 ⁰⁰	55	36	34	30	47	37	40	38	47	39	47
17 ³⁰	48	34	32	29	45	37	37	37	45	37	45
18 ⁰⁰	42	32	28	29	43	32	35	32	45	32	45



Şekil 5. Deneysel sonuçlarının karşılaştırılması

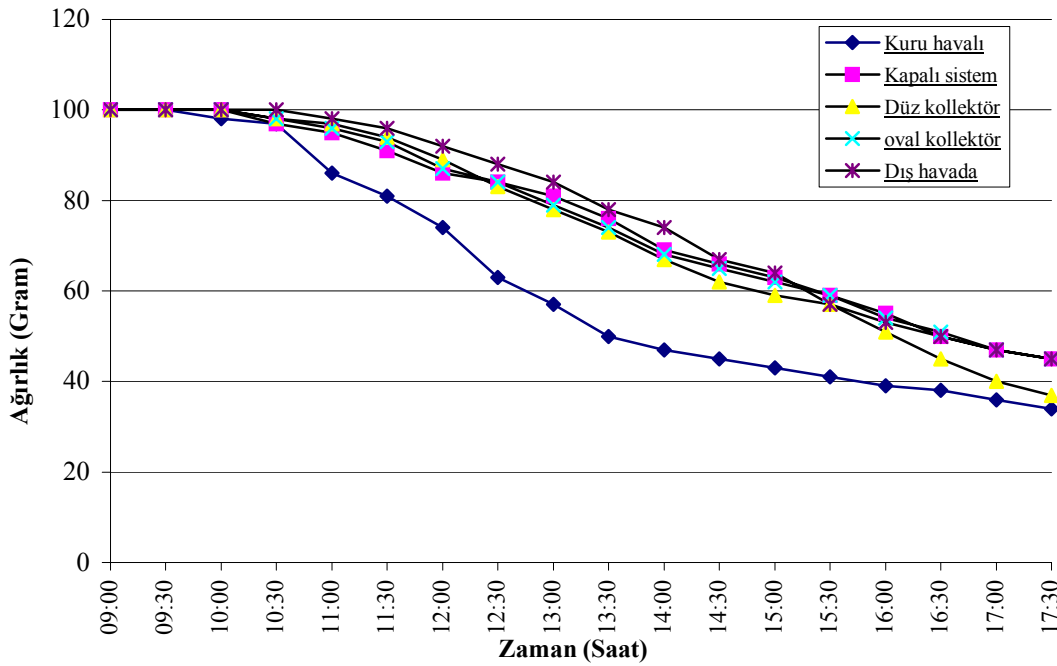
Bu eşitlik yardımı ile performans sayısı:

$$\eta = \frac{\dot{V} \cdot c \cdot \rho \cdot \Delta t}{I}$$

I : Güneşten kolektör yüzeyine gelen güneş enerjisi miktarı (kJ/m²h)

eşitliği ile bulunabilir.

Sistemler tamamen kurutma amaçlı yapılmıştır. Bu bakımdan kurutma etkinliği de dikkate alındığında Şekil 6. 'daki gibi bir durum ortaya çıkmaktadır. Kuruma eğrilerinden de anlaşılacağı üzere, "Ön Hava Kurutmalı Sistem" 'de diğerlerine göre; daha hızlı bir kurutma süreci elde edilmiştir.



Şekil 6. Deney sistemlerinin kuruma eğrilerinin karşılaştırılması

4. SONUÇ

Yapılan hava ısıtma kolektörleri kurutma amaçlı yapıldıkları için, Ön Hava Kurutmalı olarak tasarlanan kolektörde hava kolektör girişinde soğuk yüzeyden (evaporatörden) geçirilerek nemi alındığından, sistem havasının diğer kolektörlere göre daha çabuk ısındığı görülmüştür. Dolayısıyla, nem yönünden fakir ve sıcaklığı da yüksek olan hava kurutma hücresine ürünün nemini hızlı bir şekilde emerek (absorbe ederek), Şekil 6. 'dan da anlaşılacağı üzere daha hızlı kurumasını sağlamıştır.

Kapalı sistem çalışan kolektörde hava sıcaklığının daha fazla yükselmeyişi ve kuruma işleminin de yavaş seyrediyi dışardan olabilecek hava kaçaklarına bağlanmıştır.

KAYNAKLAR

1. ZIERHUT, H., "Gas-, Wasser und Sanit ä rtechnik" s. 284. **Ernst Klett Verlag**, Stuttgart, 1982.
2. ZIERHUT, H., "Heizungs- und Lüftungstechnik" s. 212. **Ernst Klett, Stuttgart**, 1976
3. SPRENGER, E., W. Hönmann "Heizunngs Und Klimatechnik", s. 463. R. **Oldenbuourg Verlag** , **München**, Wien, 1982.
4. KILIÇ, A., A. Öztürk. "Güneş Enerjisi" Kipaş Dağıtımçılık, İstanbul, 1983.

5. UYAREL, A., R. Yılmaz, H. Doğan, “Parabolik Kollektörlerin Deneysel İncelenmesi“, **G.Ü. Tek. Eğt. Fak. Dergisi**, C.1. S. 4. ANKARA, 1988.
6. USTA, H., “Güneş Enerjisi İle Çalışan Soğurmalı Soğutma Sistemlerinin Tasarımlarının Geliştirilmesi ve İmalı“ (**Doktora Tezi**), G.Ü. Fen Bil. Enstitüsü, ANKARA, 1995.
7. DOĞAN, H., “Isı Borulu Güneş Kollektörü İli Meyve Ve Sebze Kurutulmasında Önemli Parametrelerin Belirlenmesi“,), **G.Ü. Fen Bil. Enstitüsü**, ANKARA, 1995.
8. ECEVİT, A., “Güneş Enerjisinde Yoğunlaştırıcı ve Toplaç“ Türkiye Bilimsel Araştırma ve Teknik Araştırma Kurumu. **TBAG**. 586, ANKARA, 1985.
9. KARADUMAN, A., “Parabolik Güneş Kollektörü Sisteminin Tasarımı ve Yapımı“ (**Yüksek Lisans Tezi**) ODTÜ, ANKARA, 1989.
10. PRAPAS, D. E., B. Norton, S. D. Probert, “Parabolic-Trough, Solar Energy Collectors, Possesing Small Concentration Ratios”, **Solar Energy, Technology Bedford MKL 3OAL** England.
11. AKYURT, M., E. Sevilir, E. Söylemez, M. K. Selçuk, “ **Güneş Enerjisi ve Bazı Yakıtlarla Meyve ve Sebze Kurutulması**” Ankara, 1976.
12. AKYURT, M., İ. Özdağlar, “Köy Tipi Güneşli Kurutucu” **Müh. Ve Makina**, C. 6, s. 188, Ankara, 1982.