

Güneş Enerjisi Su Sistemlerinin Endüstriyel Sistemler ile Entegrasyonu



BUSİAD

Mak.Müh.

BURSA SANAYİCİLERİ VE İŞİNSANLARI DERNEĞİ

Sercan Kurtuluş

Sistem Çözümü, Proje Tasarım ve Teklif Sorumlusu



BUSİAD

Enerji Uzmanlık
Grubu

: Public



BOSCH

Yaşam için teknoloji

Güneş Enerjisi Sistemleri

Neden Güneş Enerjisi ?

CO2 Emisyonu

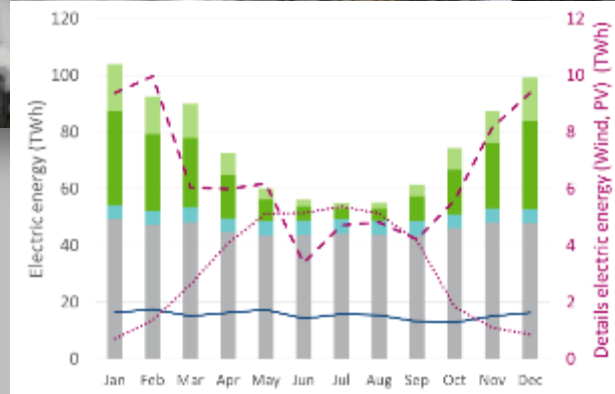
İklim Değişimi

Atmosferik partiküller

Hava Kirliliği



Radyoaktif atık



Consumption electric 2016
Consumption 20 Mio EV
Consumption electric heating residential
Consumption electric heating commercial

Elektrik gücüne
olan talebin artışı



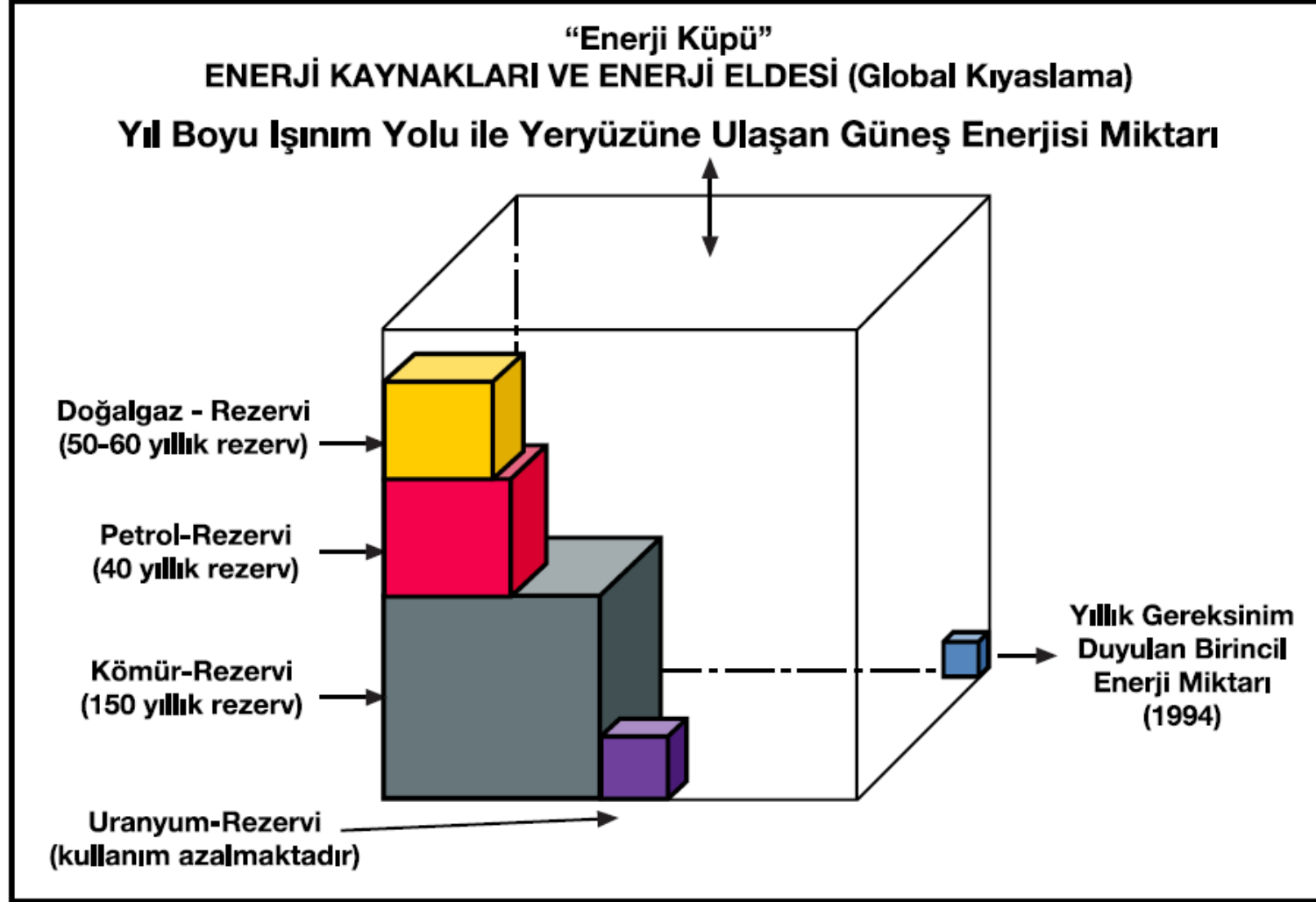
BUSIAD
Enerji Uzmanlık
Grubu

: Public



Güneş Enerjisi Sistemleri

Neden Güneş Enerjisi ?



Şekil 1. Yılboyu Işınım Yolu ile Yeryüzüne Ulaşan Güneş Enerjisi Miktarı



BUSİAD

Enerji Uzmanlık
Grubu

: Public

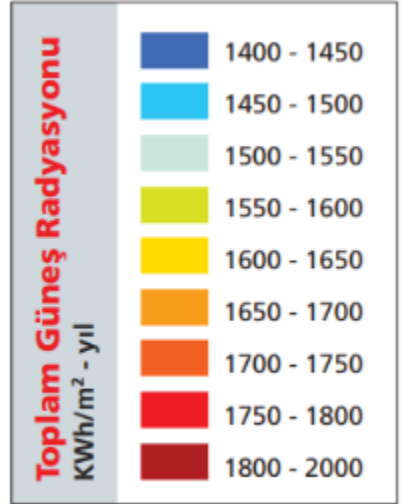


BOSCH

Yaşam için teknoloji

Güneş Enerjisi Sistemleri

Neden Güneş Enerjisi ?



BUSIAD

Enerji Uzmanlık
Grubu

: Public

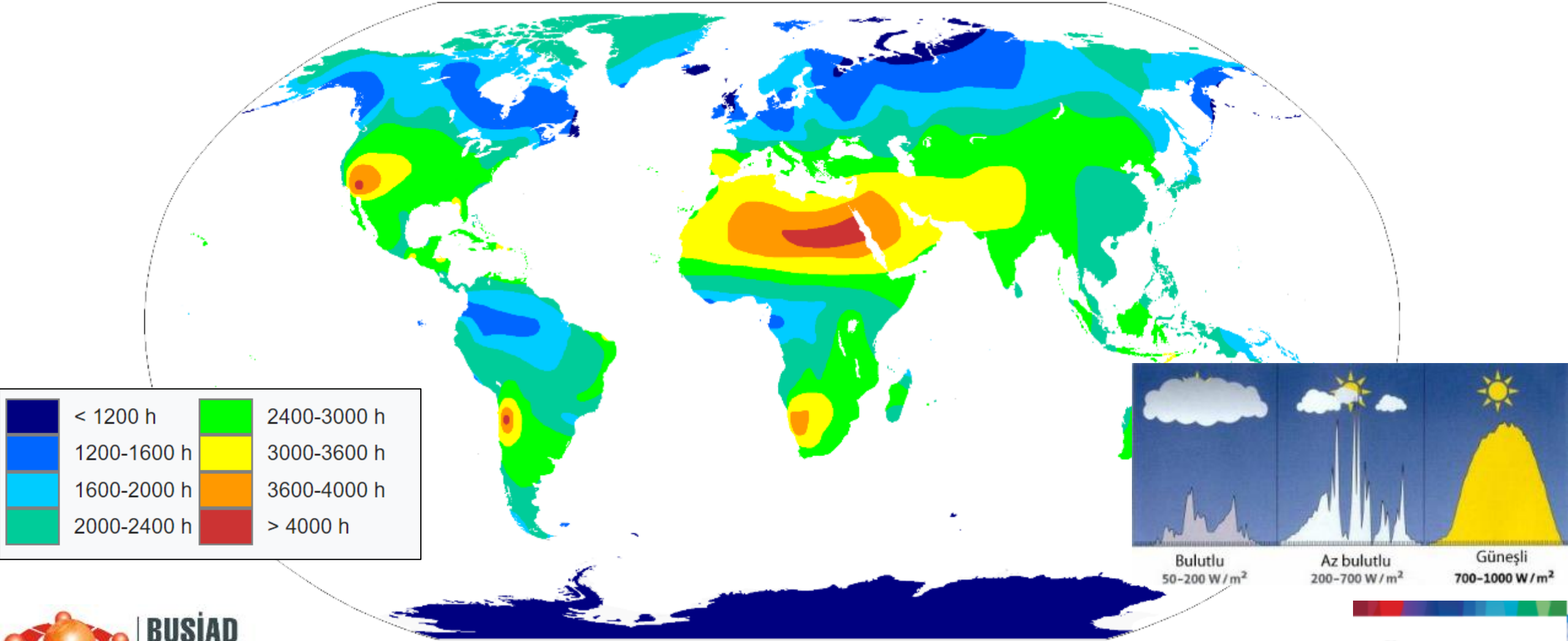


BOSCH

Yaşam için teknoloji

Güneş Enerjisi Sistemleri

Neden Güneş Enerjisi ?



BUSİAD

Enerji Uzmanlık
Grubu

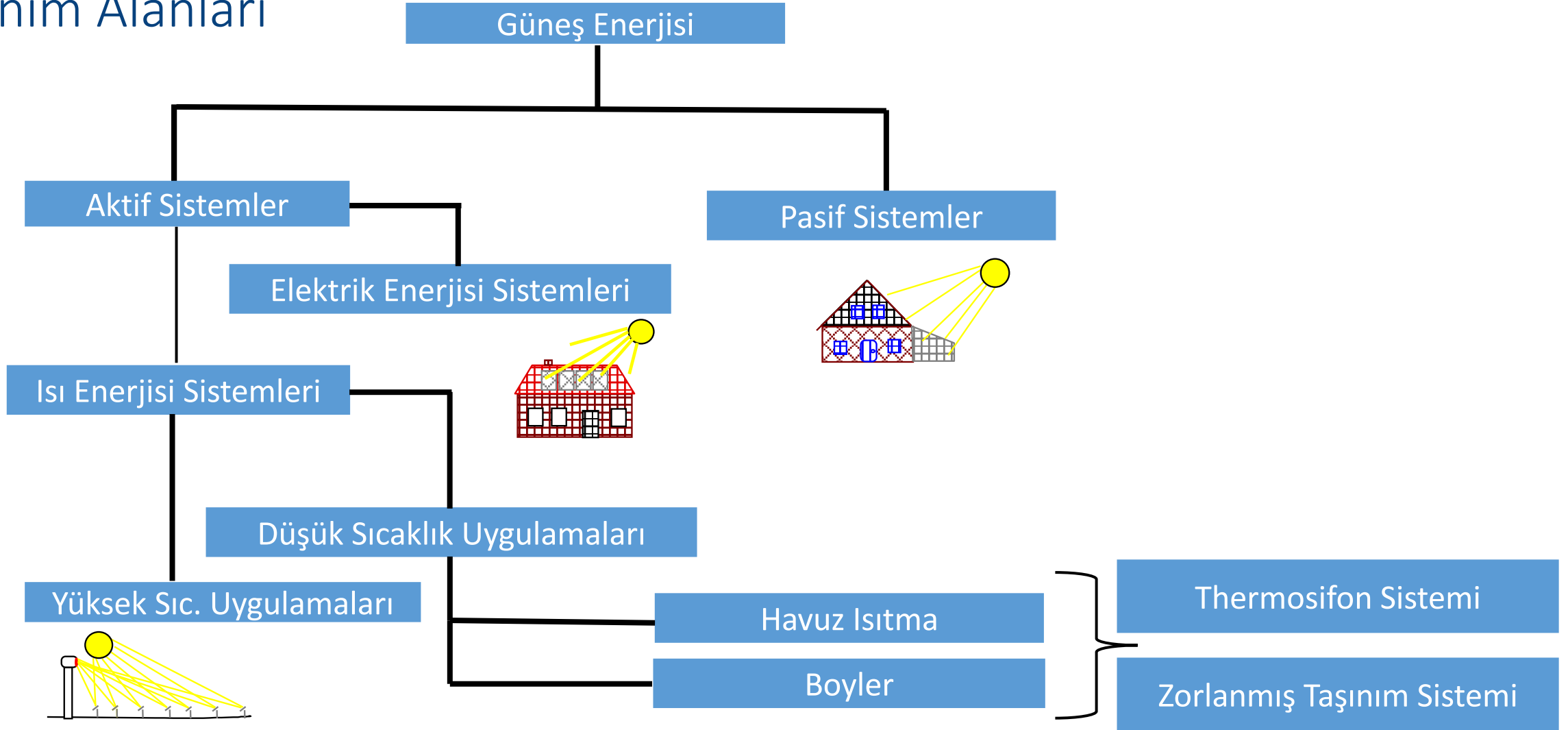
: Public



BOSCH

Yaşam için teknoloji

Güneş Enerjisi Sistemleri Kullanım Alanları



Güneş Enerjisi Sistemleri

100% Yenilenebilir

Bağımsız



Rekabetçi

Karşılabilir

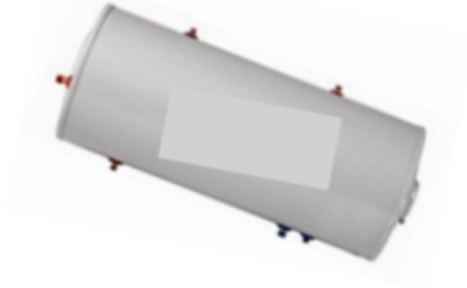


Sürdürülebilir



Sıfır Emisyon

Sıcak Su



Isıtma Desteği



BUSİAD
Enerji Uzmanlık
Grubu

: Public



BOSCH
Yaşam için teknoloji

Basınçlı sistem...
... nedir?
... termosifon sistemi
...nedir ?



BUSİAD
Enerji Uzmanlık
Grubu

: Public

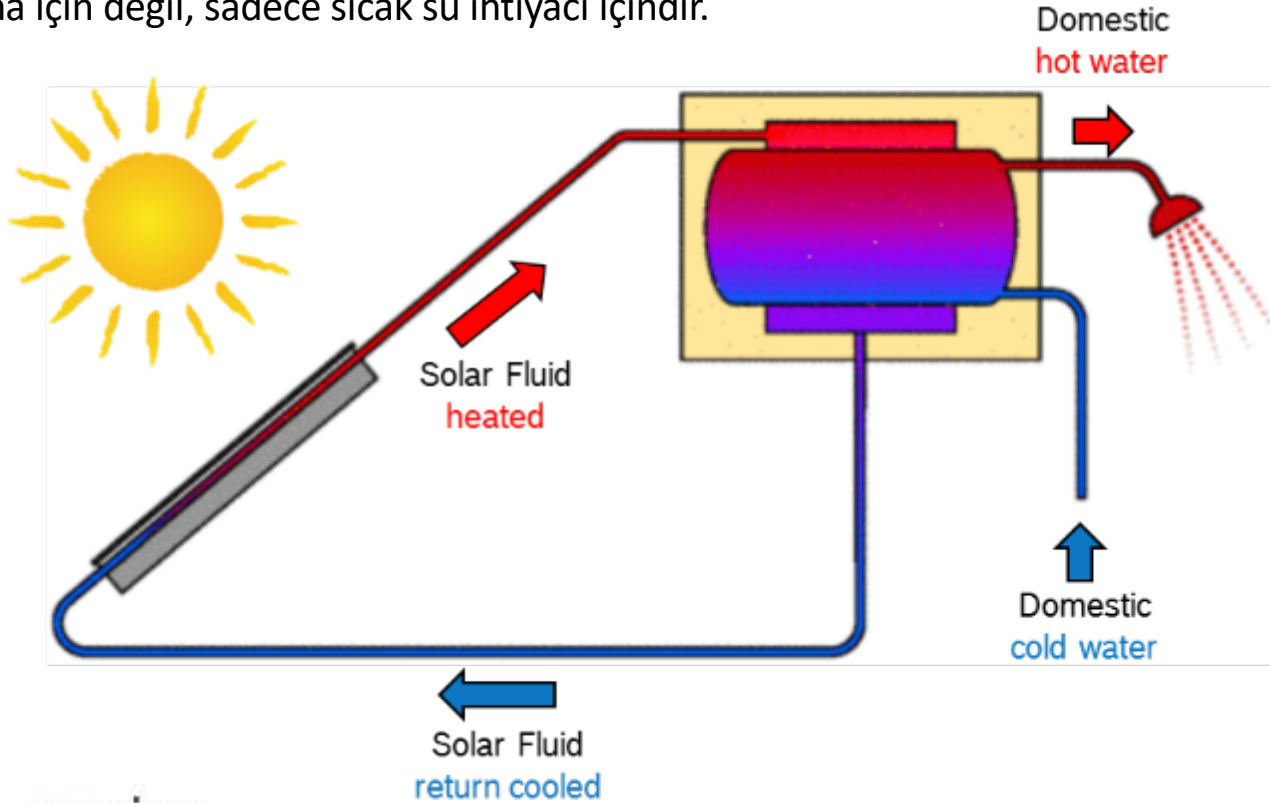


BOSCH
Yaşam için teknoloji

Güneş Enerjisi Sistemleri

Termosifon Sistemi (TSS)

- TSS sistemleri, pompa istasyonları ya da herhangi bir elektrik olmadan çalışır.
- Sirkülasyon sadece kollektördeki ısı tarafından sağlanır. (Termosifon etkisi)
- Isıtma için değil, sadece sıcak su ihtiyacı içindir.



1. Solar Sıvı güneş sayesinde ısınır ve sirkülasyona başlar (pompasız)
2. Isı, plakalı eşanjör aracılığıyla kullanım suyuna aktarılır (Çift katlı tank)
3. Tankın içindeki sıcak su tüketilir
4. Tank soğuk su ile dolar
5. Soğuk solar sıvı, daha fazla ısı toplamak için kollektörlere döner



BUSİAD

Enerji Uzmanlık
Grubu

: Public



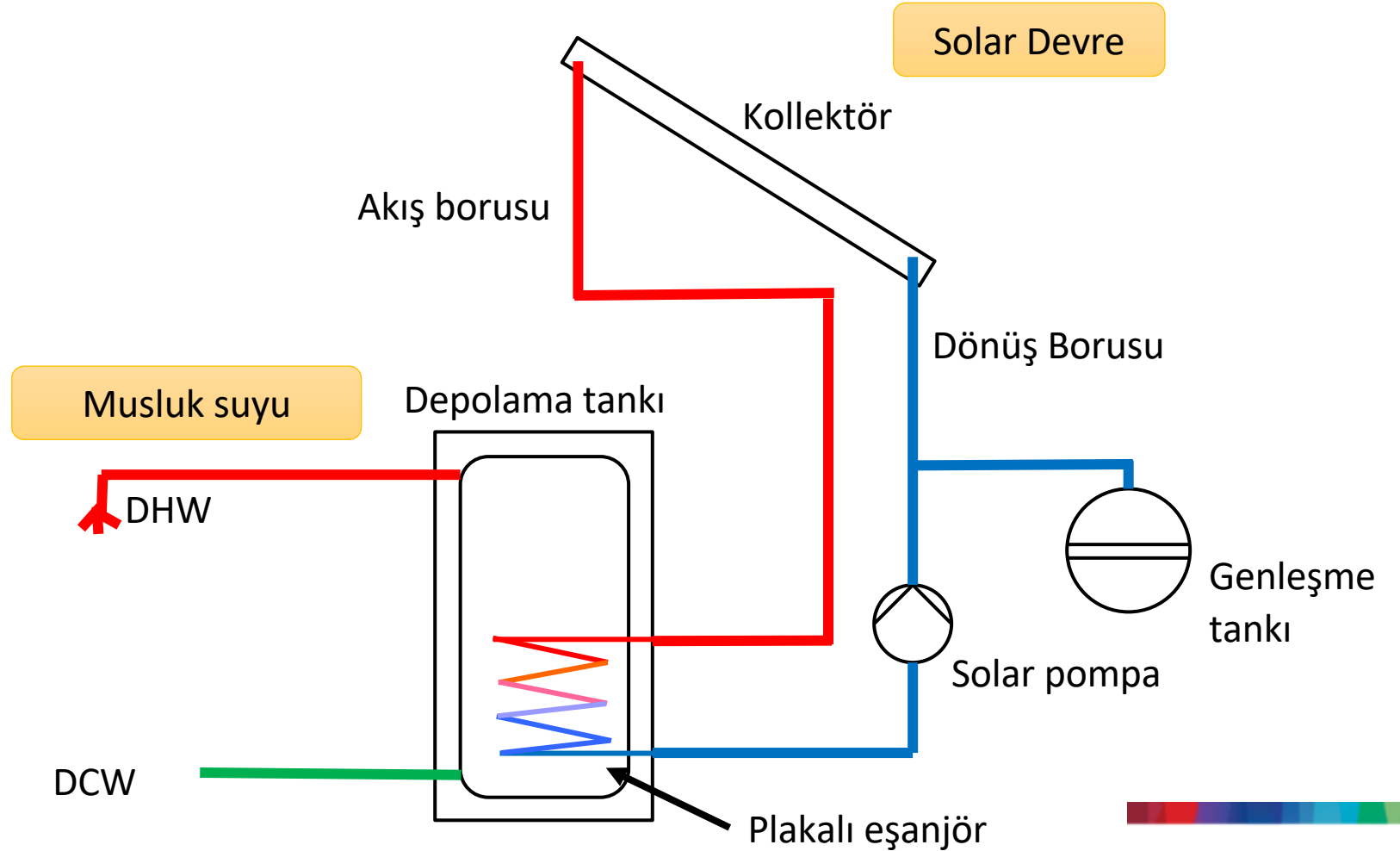
BOSCH

Yaşam için teknoloji

Güneş Enerjisi Sistemleri

Basınçlı sistem (Boylar)

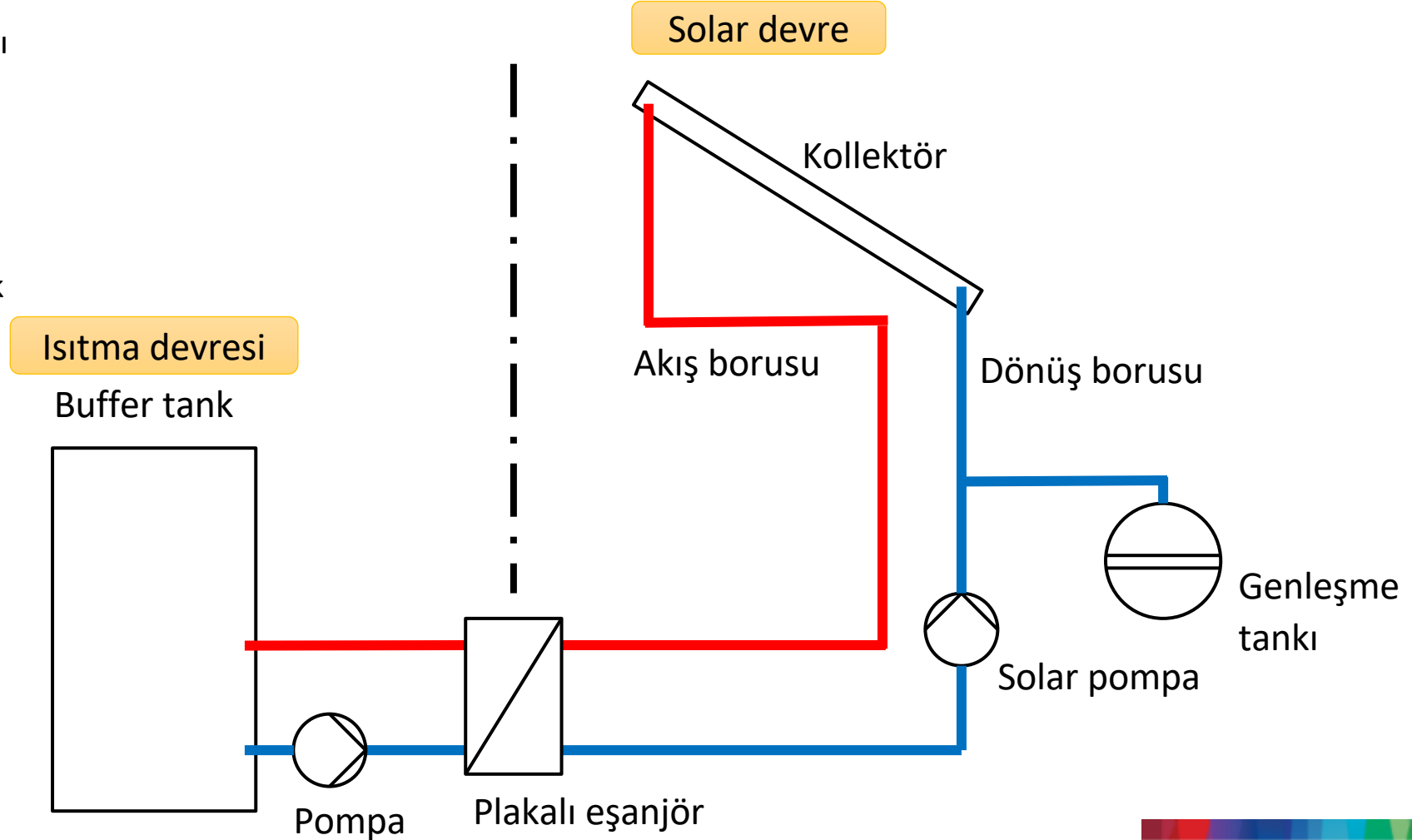
- Solar sıvısız solar devre (musluk suyuyla solar sıvı bağlantısı yok)
- Eğer kollektör sıcaklığı, depolama tankı sıcaklığından büyükse: solar pompa açılır
- Kollektör sıcaklığı tankla aynı sıcaklığa ulaştığında, solar pompa durur



Güneş Enerjisi Sistemleri

Basınçlı sistem (Harici Plakalı Eşanjör)

- Solar sıvılı solar devre (Isıtma devresiyle sıvı bağlantısı yok)
- Eğer kollektör sıcaklığı, depolama tankı sıcaklığından büyükse:
solar pompa açılır
- Eğer plakalı eşanjördeki sıcaklık Buffer Tank sıcaklığından büyükse:
pompa açılır
- Kollektör sıcaklığı tankla aynı sıcaklığa ulaştığında, solar pompa ve pompa durur



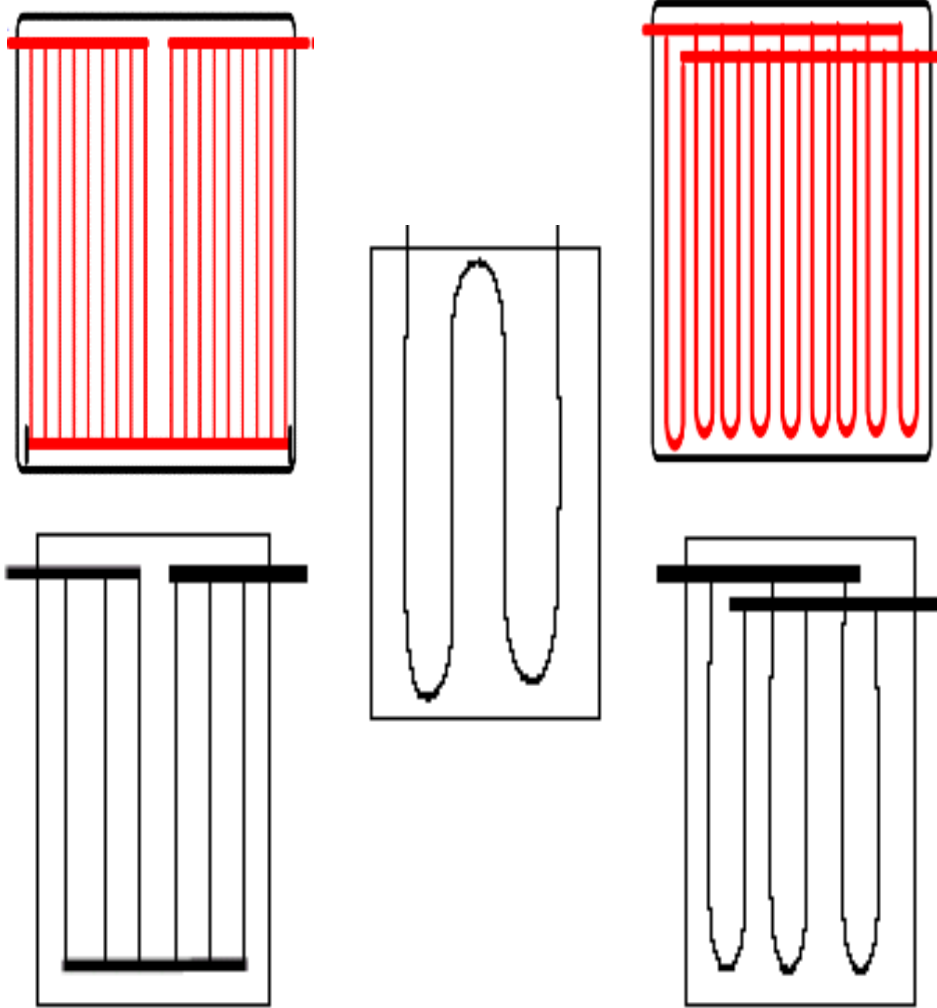
Güneş Enerjisi Sistemleri

Sistemde Kullanılan Ekipmanlar



Güneş Enerjisi Sistemleri

Kollektör Dizaynı

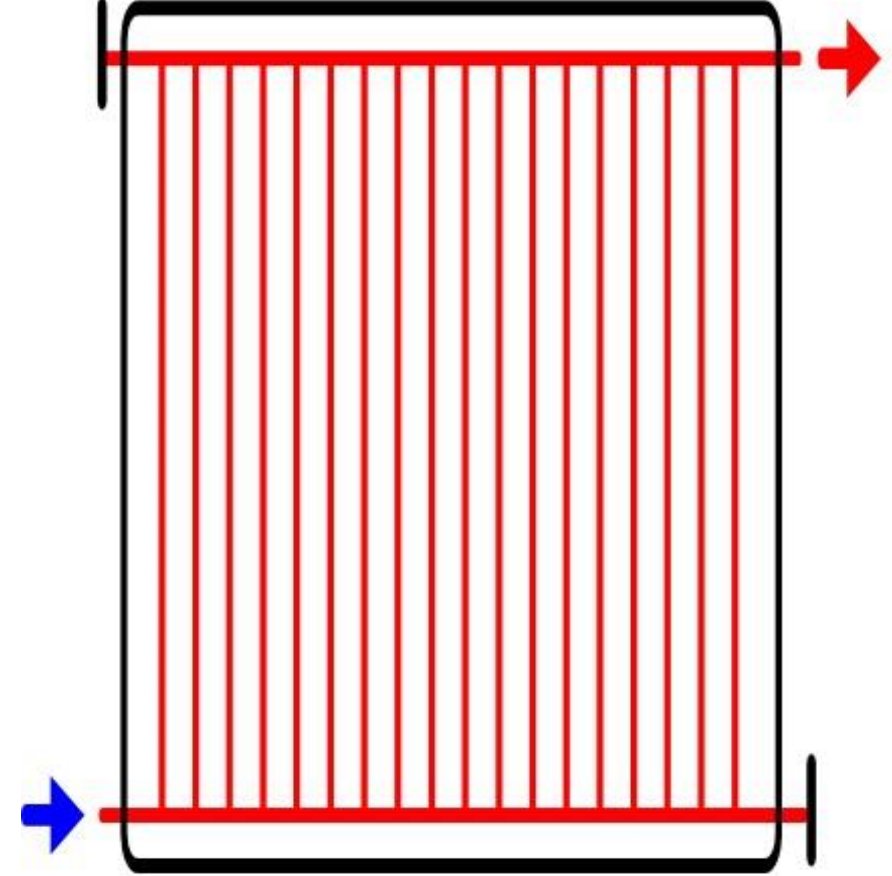


- Farklı kollektör dizaynlarında;
 - Durgunluk durumlarında buhar tahliye kapasitesi sınırlı
 - Yüksek miktarda akışkan buhar fazına geçmekte
- Antifirizin yüksek sıcaklıklarda özelliğini kaybetme eğilimi
 - Kollektör su akış kesitinin daralması
 - Kollektörlerde verim kaybı, hasar oluşması

Güneş Enerjisi Sistemleri

Kollektör Dizaynı

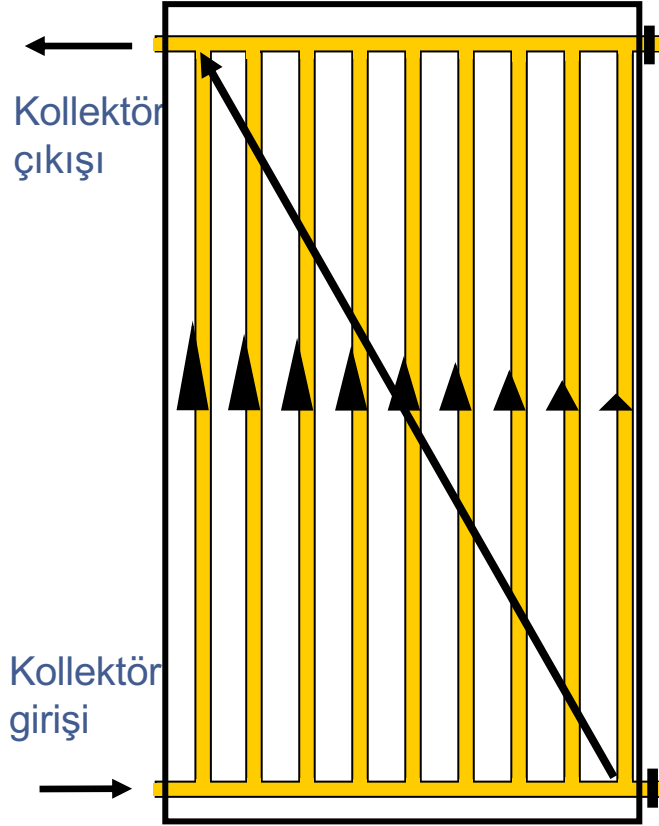
- ARP tasarım
- Yüksek buhar tahliye özelliği
- Genleşme sonucunda kalan akışkan miktarı çok düşük
- Uzun süreli kullanımlarda maksimum verim
- Düşük kollektör su hacmi
- Eş basınçlandırma tasarımı
- Yüzeyde eş sıcaklık iletimi ve dağılımı



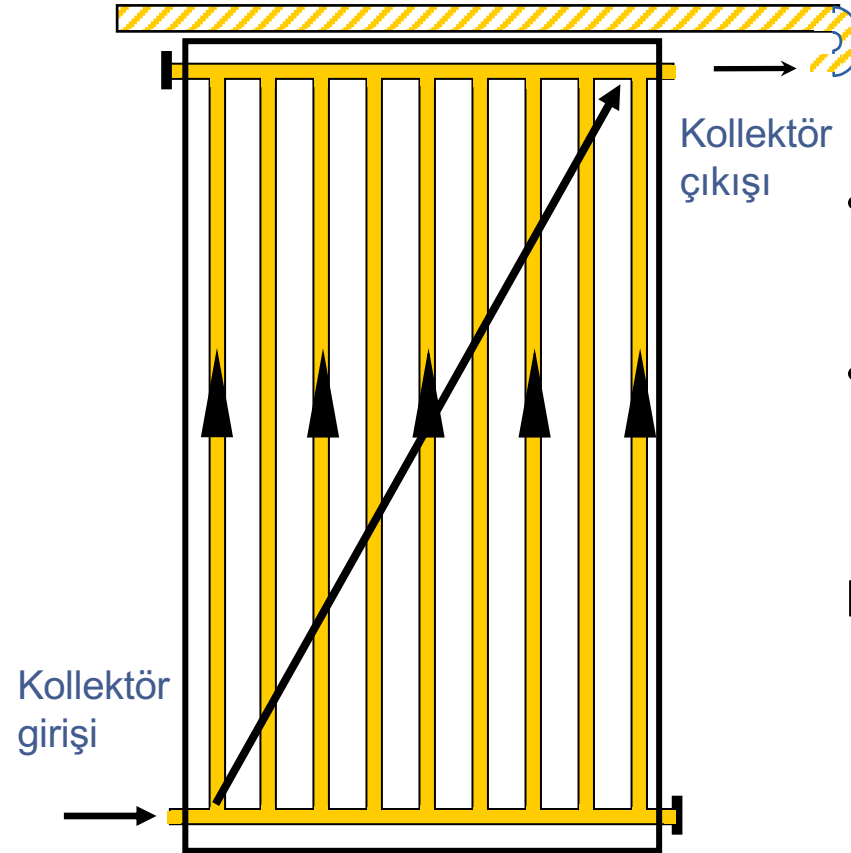
Güneş Enerjisi Sistemleri

Kollektör Dizaynı

Homojen olmayan kollektör akışı



Homojen kollektör akışı



- Dikey ve çift dolaşimli akış prensibi
- Durgunluk durumlarında;
 - Yüksek buhar tahliye özelliği
 - Tüm kenarlardan giriş ve çıkış bağlantıları ile esnek uygulama



BUSİAD

Enerji Uzmanlık
Grubu

: Public



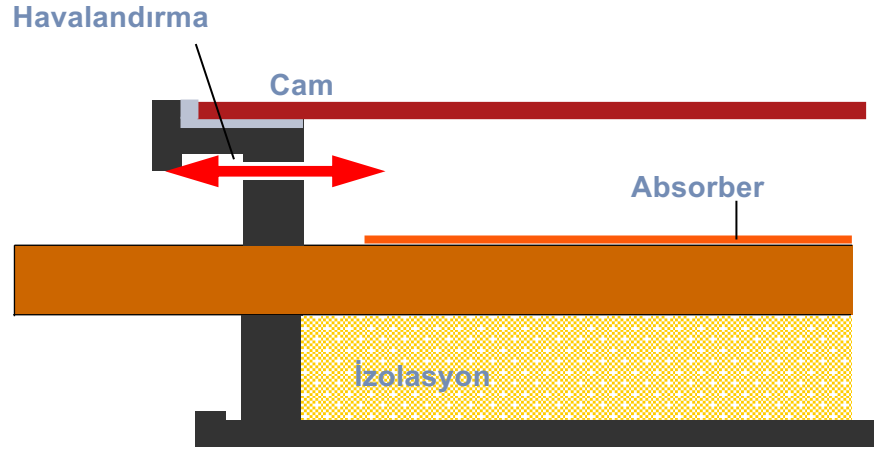
BOSCH

Yaşam için teknoloji

Güneş Enerjisi Sistemleri

Kollektör Yapıları

Havalandırılmalı Düzlemsel Kollektör



Hermetik Düzlemsel Kollektör

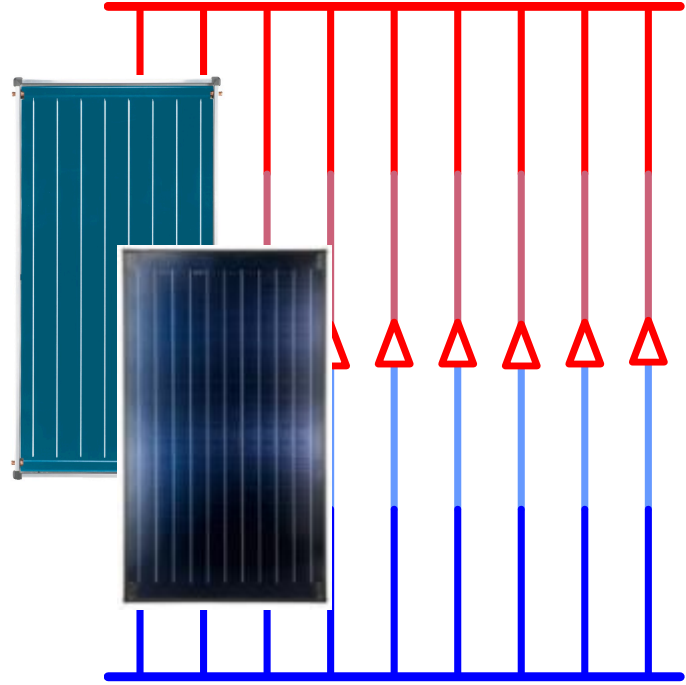


Güneş Enerjisi Sistemleri

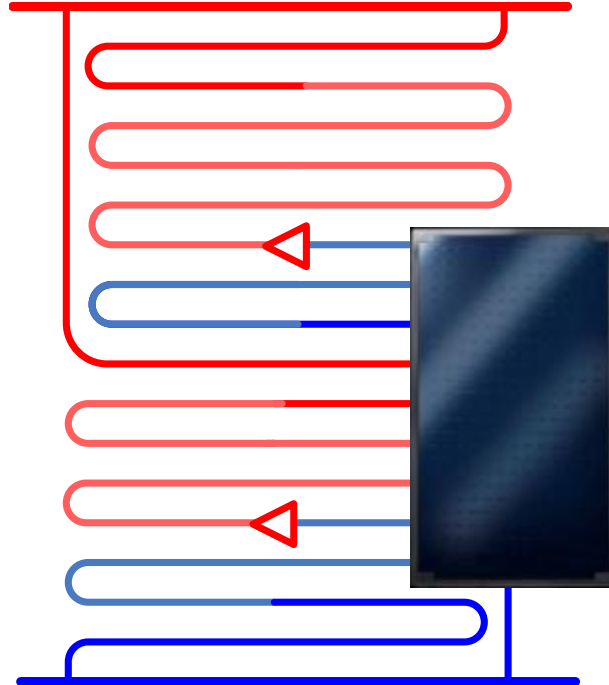
Kollektörlerin iç yapısı

Düzlemsel «Arp tasarım» kollektör

Önerilen debi: kollektör başına 50 l/sa

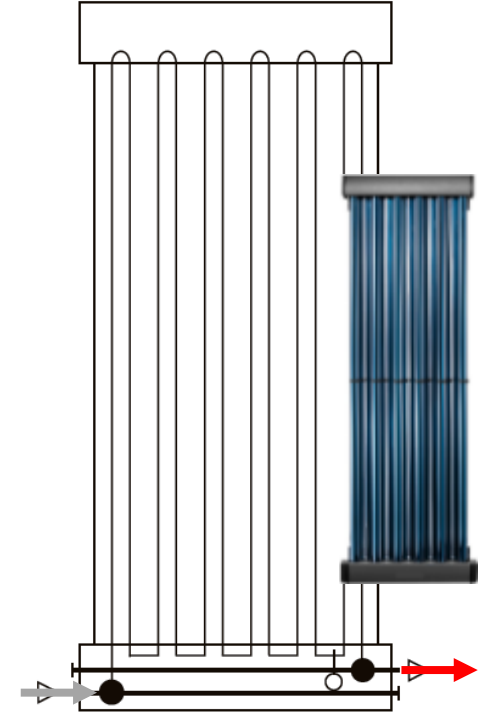


Düzlemsel «çift dolaşimli» kollektör



Vakum Tüplü – «dolaşimli» kollektör

Önerilen debi: kollektör başına 30 l/sa



BUSİAD
Enerji Uzmanlık
Grubu

: Public



BOSCH
Yaşam için teknoloji

Güneş Enerjisi Sistemleri

Termosifon kolektörler

- Pratik ve tak-kullan sistemlerde tercih edilir
- İlave kontrol ve pompa sistemi gerekmez
- Sınırlı kapasite seçimi (evsel kullanım)
- Sıcaklık kontrolü olmadığı için haşlanma tehlikesi
- Termostatik 3 yollu vana kullanımı
- Düz veya çatı üstü uygulama esnekliği
- Elektrik ısıtıcı bağlanabilme
- Rüzgar ve kar yükü kontrolü
- Şebeke basıncı ve sıcaklık difüzyonu ile çalışma



BUSİAD

Enerji Uzmanlık
Grubu

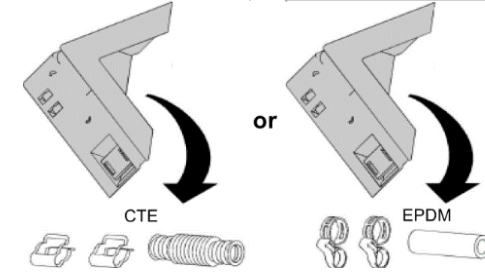
: Public



Güneş Enerjisi Sistemleri

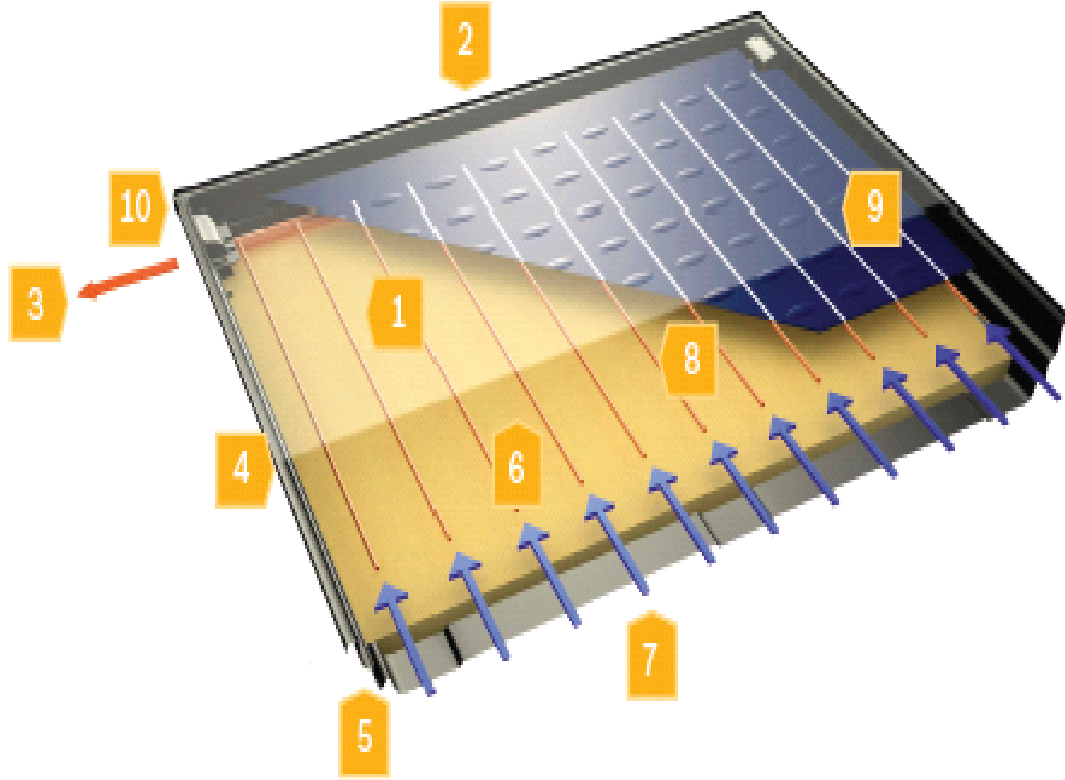
Düzlemsel Kollektörler (ARP tasarım)

- Yatay ve Dikey kullanım seçenekleri mevcuttur
- Kollektör ortalama alanı : 2,1 – 2,5 m²
- Kollektör ortalama ağırlığı : 40 – 60 kg
- Ortalama verim : %70~%80
- Sensör girişi veya yüzeyinde sıcaklık ölçme imkanı
- Tek sıradaki kollektör sayısı sınırlandırılmalı (8-10)
- Çatı üstü, duvar ve düz çatılara montaj imkanları (15°-60°)
- Kar ve rüzgar dayanımı kontrolü
- Saha kurulumu ve kontrol ekipmanları (montaj setleri ve hidrolik)
- Basınç 6 - 10 bar seçenekleri (çoğunlukla 6 bar)



Güneş Enerjisi Sistemleri

Örnek bir Düzlemsel Kollektör Kesit Görünümü (ARP tasarımı)



1. Solar güvenlik camı
2. Sensör cebi
3. Akış
4. Çift komponentli yapışkan
5. SMC kanalı (levha kalıplama bileşeni)
6. İzolasyon
7. Solar sıvı (borularda)
8. Arp şeklinde bakır boru
9. Alüminyum absorber levha
10. Havalandırma boşlukları ile Absorber iletken elemanı



BUSİAD

Enerji Uzmanlık
Grubu

: Public



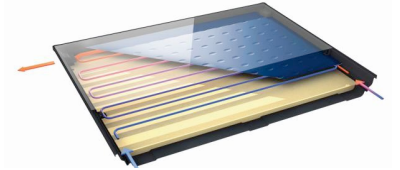
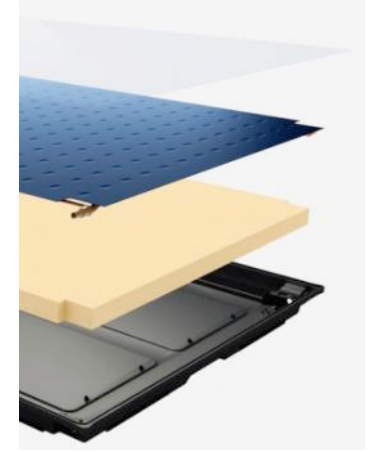
BOSCH

Yaşam için teknoloji

Güneş Enerjisi Sistemleri

Düzlemsel Kollektörler (Çift dolaşımli)

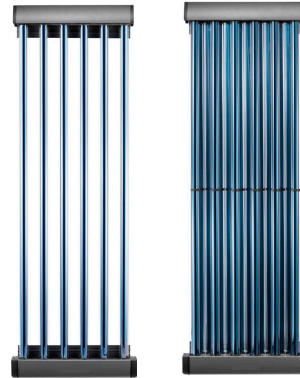
- Yatay ve Dikey kullanım seçenekleri mevcuttur
- Kollektör ortalama alanı : 2,1 – 2,5 m²
- Kollektör ortalama ağırlığı : 40 – 60 kg
- Ortalama verim : %75~%85
- Sensör girişi veya yüzeyinde sıcaklık ölçme imkanı
- Tek sıradaki kollektör sayısı sınırlandırılmalı (8-10)
- Çatı üstü, duvar ve düz çatılara montaj imkanları (15°-60°)
- Kar ve rüzgar dayanımı kontrolü
- Saha kurulumu ve kontrol ekipmanları (montaj setleri ve hidrolik)
- Basınç 6 - 10 bar seçenekleri (çoğunlukla 10 bar)



Güneş Enerjisi Sistemleri

Vakum Tüplü Kollektörler

- Dikey kullanım
- Kollektör ortalama alanı : 1 – 1,5 m² (Küçük ebat)
- Kollektör ortalama ağırlığı : 15 – 25 kg
- Ortalama verim : %80~%85
- Sensör girişi – optimum kontrol için
- Tek sıradaki kollektör sayısı sınırlandırılmalı (10-15)
- Çatı üstü, duvar ve düz çatılara montaj imkanları (30°-60°)
- Yüksek su sıcaklıkları ve buhar oluşum riski !
- Durgunluk durumları için müdahale veya kontrol kapakları
- Kar ve rüzgar dayanımı kontrolü
- Saha kurulumu ve kontrol ekipmanları (montaj setleri ve hidrolik)
- Basınç : 10 bar



Güneş Enerjisi Sistemleri Montaj Setleri



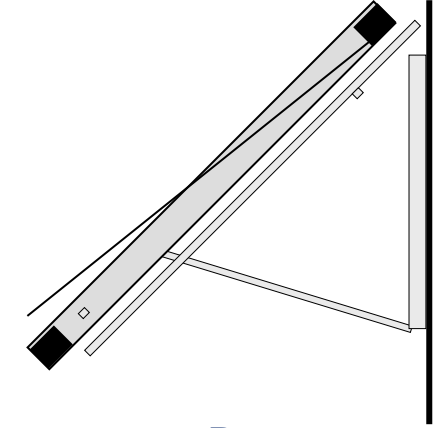
Çatı Üstü



Çatı İçi



Düz Çatı-Teras



Duvar



BUSİAD

Enerji Uzmanlık
Grubu

: Public



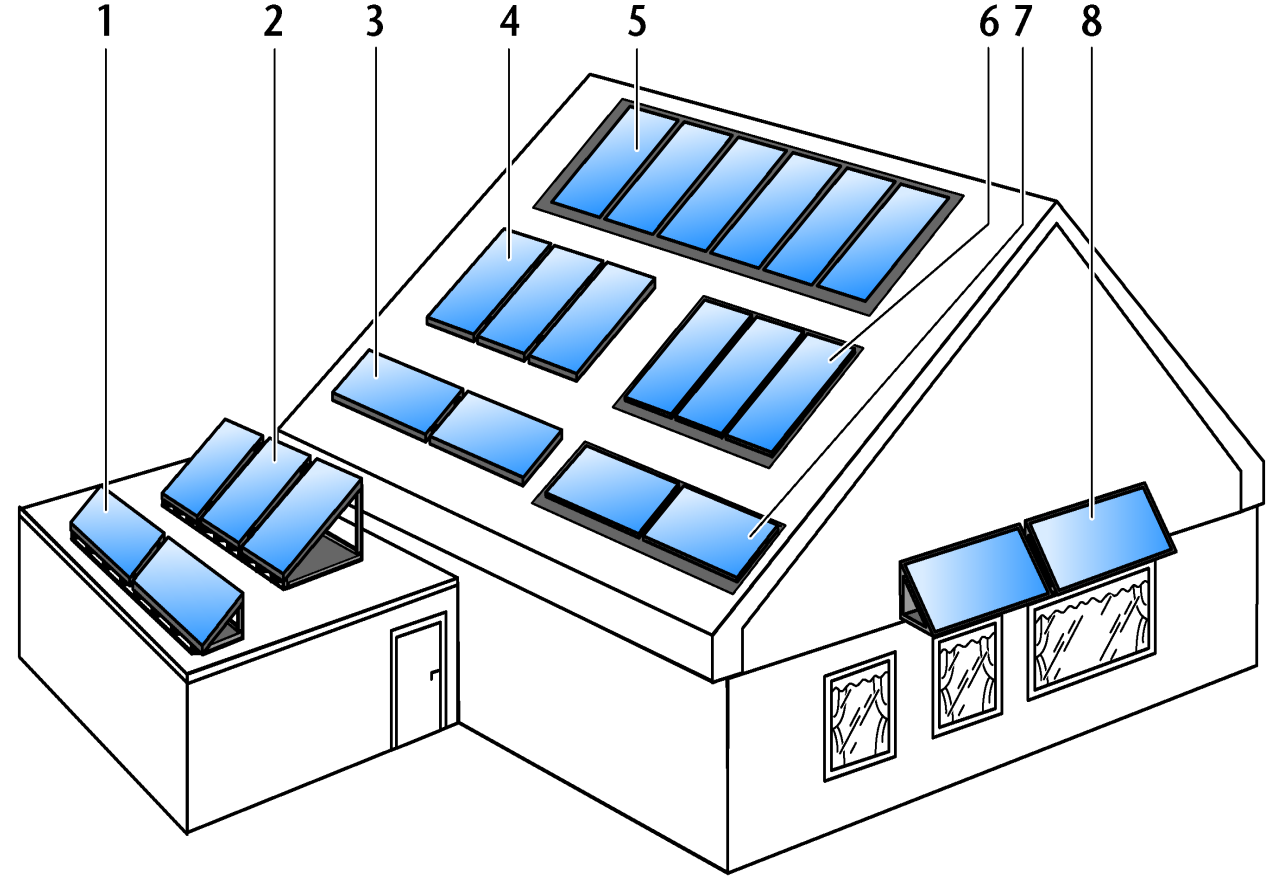
BOSCH

Yaşam için teknoloji

Güneş Enerjisi Sistemleri Montaj Setleri

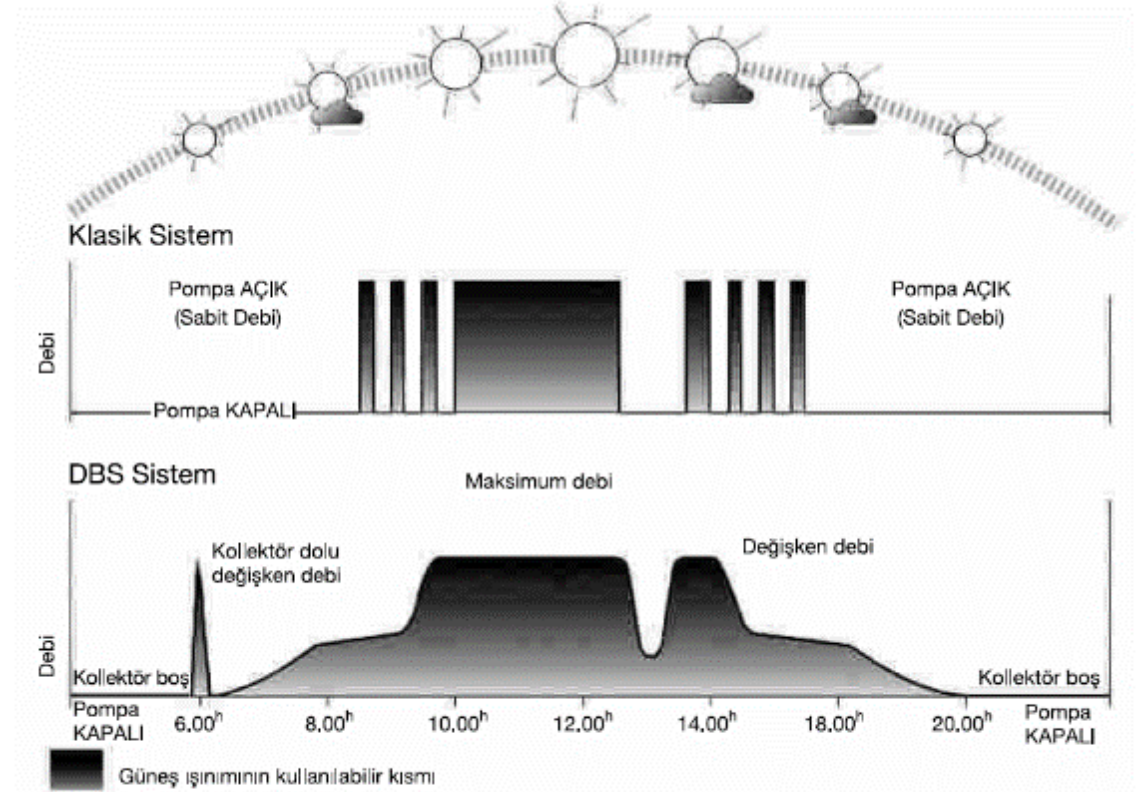
Kollektör Çatı Yerleşim Örnekleri

1. Yatak düz çatı montajı
2. Dikey düz çatı montajı
3. Yatay eğimli çatı üstü montajı
4. Dikey eğimli çatı üstü montajı
5. Çatı içi montajı
6. Dikey çatı içi montajı
7. Yatay çatı içi montajı
8. Yatay cephe montajı



Güneş Enerjisi Sistemleri Kumanda Grubu

- Güneş kollektör sıcaklığını ölçüp buna göre sistemi yönetebilmeli
- Boyler veya diğer sıcak su tanklarının sıcaklık ölçümlerini yapabilmeli
- Havuz ısıtma ve ısıtma desteği kontrolü
- Isıtma sistemi ile birlikte çalışma
- Olası farklı solar sistem senaryoları kurulabilmeli ve kontrol edilebilmeli
 - Buffer tank
 - Akümülyasyon tankı
 - Plakalı eşanjör
- Pompa gruplarını kontrol edebilmeli
 - Re-sirkülyasyon pompası
 - Solar sistem devre pompası



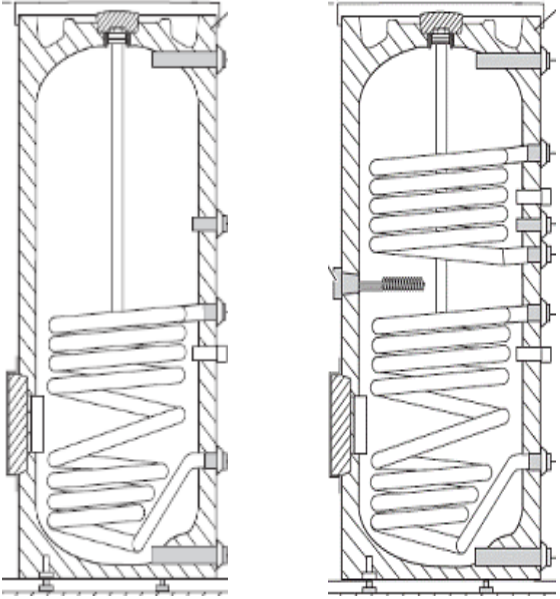
Şekil 9. Modülasyon ve Aç-Kapa Mantığı İle Çalışan İki Sistem Karşılaştırması



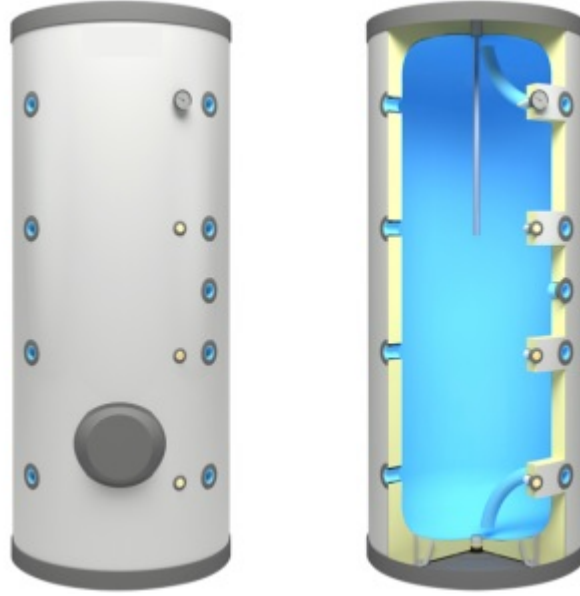
Güneş Enerjisi Sistemleri

Sıcak Su Hazırlama Ekipmanları

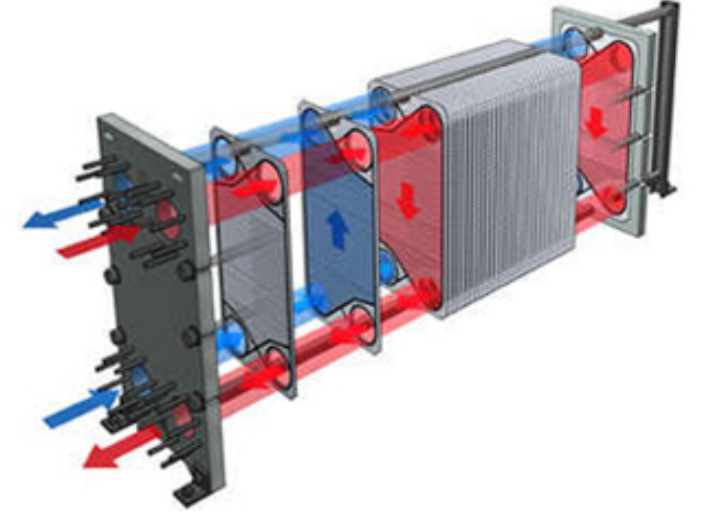
Boyer



Akümülayasyon tankı



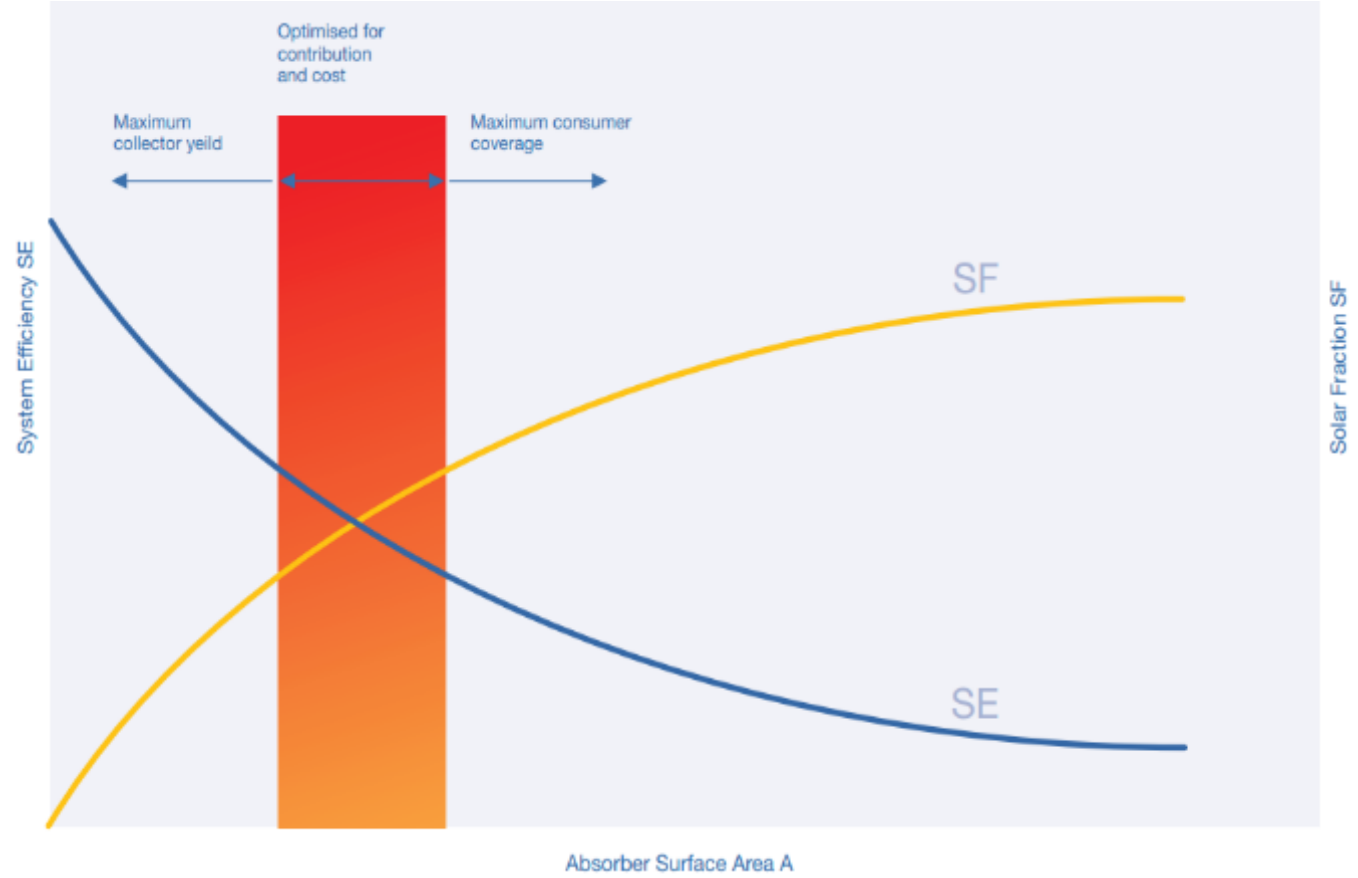
Plakalı Eşanjör



Güneş Enerjisi Sistemleri Tasarım ipuçları

Sistemin güneşten yararlanma oranı ve ısı enerji dönüşüm verimliliği

Sistem verimliliği yüksek ölçüde güneşten yararlanma oranına bağlıdır. Düşük oranlarda verimlilik yüksektir.(sıcak su ihtiyacına kıyasla su ısıtıcısı küçük olduğunda). Eğer kollektör alanı arttırılarak güneşten yararlanma oranı artarsa, sistem verimliliği düşer, ve saatbaşı kazanılacak olan her kilowatt daha pahalı olur. Bu iki değişkenin ters etkisi yandaki tabloda da görülebilir.



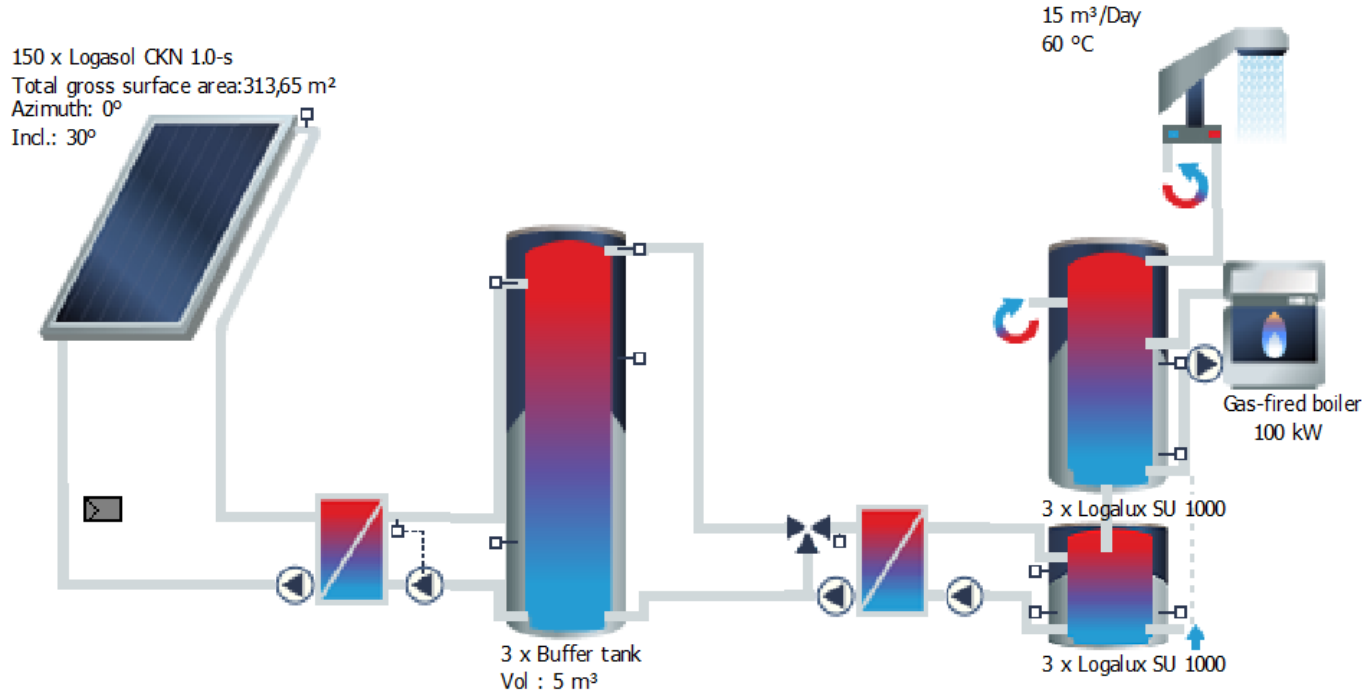
Güneş Enerjisi Sistemleri

Tasarım ipuçları

- Kişi başına sıcak su kullanım miktarını günlük olarak hesaplayın
- Güneş enerjisinin seçimini en sıcak günün en sıcak saatindeki kullanımı göze alarak yapın
- Tatil günlerini ve kullanılmayan zamanları göz önünde bulundurun
- Kullanım profilini kontrol edin
 - Ev, otel, ofis, fabrika vb
- Simülasyon programlarını kullanın
- Gölgeleme yapılabilecek olasılıkları kontrol edin
- Kollektörleri güney yönlü konumlandırın
- İhtiyaçları projenin başında tespit edin (Havuz, ısıtma desteği, proses)
- Depolama buhar kontrolünde etkilidir.
 - Depolama ve buhar riski ters orantılıdır
 - Depolama arttıkça buhar riski düşer

Güneş Enerjisi Sistemleri

Sistem Çözümü Örnek Çalışma -1



Örnek 1:

- 3 Vardiya Fabrika
- 200 çalışan
- Mutfak ve Duşlar için sıcak su
- Sıcak su hazırlama
- Kazan destekli
- Fabrika Merkezi sistem

Güneş Enerjisi Sistemleri

Sistem Çözümü Örnek Çalışma -1

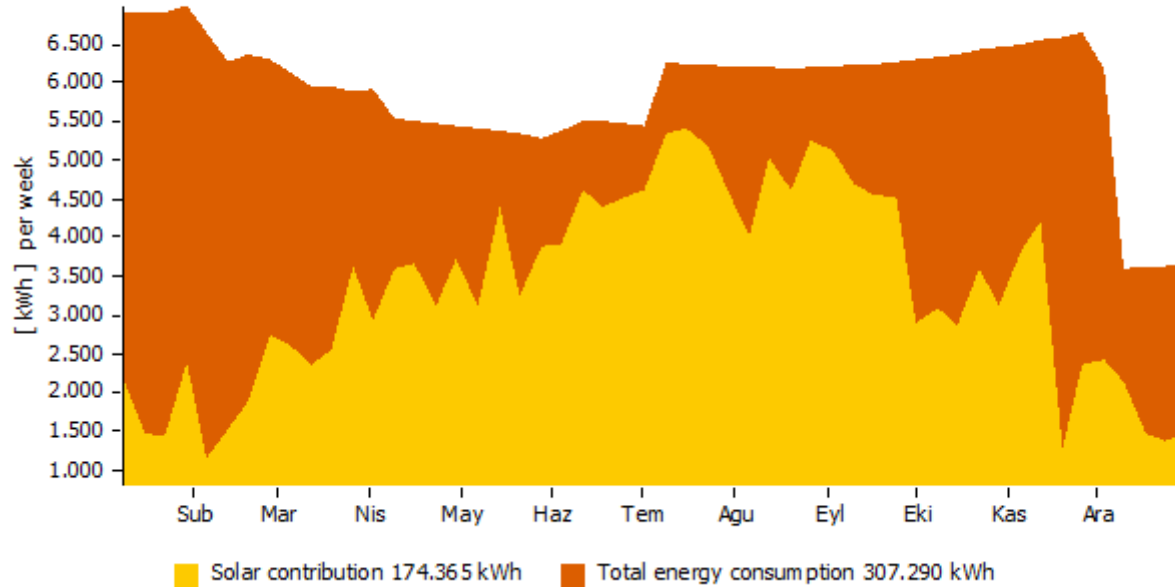
Results of annual simulation

Installed collector power:		219,56 kW
Installed solar surface area (gross):		313,65 m ²
Irradiation on collector surface (active):	502.257,29 kWh	1.484,21 kWh/m ²
Energy delivered by collectors:	188.322,60 kWh	556,51 kWh/m ²
Energy delivered by collector loop:	187.007,14 kWh	552,62 kWh/m ²
DHW heating energy supply:		281.506,81 kWh
Solar energy contribution to DHW:		174.365,03 kWh
Energy from auxiliary heating:		132.925,3 kWh
Natural gas (H) savings:		21.453,5 m³
CO2 emissions avoided:		45.366,35 kg
DHW solar fraction:		56,7 %
Relative savings of supplementary energy (DIN EN 12977):		56,8 %
System efficiency:		34,7 %

Güneş Enerjisi Sistemleri

Sistem Çözümü Örnek Çalışma -1

Solar energy consumption as percentage of total consumption



Large-scale DHW system with solar and standby tanks

System efficiency in %

34,7	36,0	33,0	35,9	31,8	31,8	32,4	36,0	35,5	38,1	39,2	38,4	28,5
-------------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

DHW solar fraction in %

56,7	25,4	31,0	49,2	63,2	71,4	81,2	79,5	80,0	65,9	50,4	42,1	44,8
-------------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Solar energy contribution to DHW in kWh

174.365	7.641	7.818	13.067	14.989	16.631	19.235	22.206	21.612	17.818	14.088	11.981	7.278
----------------	-------	-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	-------

Energy: Aux. heating in kWh

132.925	22.499	17.378	13.478	8.735	6.673	4.444	5.723	5.421	9.217	13.894	16.487	8.976
----------------	--------	--------	--------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------	--------	-------



BUSIAD

Enerji Uzmanlık
Grubu

: Public



BOSCH

Yaşam için teknoloji

Güneş Enerjisi Sistemleri

Sistem Çözümü Örnek Çalışma -1

Financial analysis

System

Active solar surface:	338,4 m ²
System yield:	174.365,03 kWh
Annual fuel savings:	21.453,5 m ³ Natural gas (H)

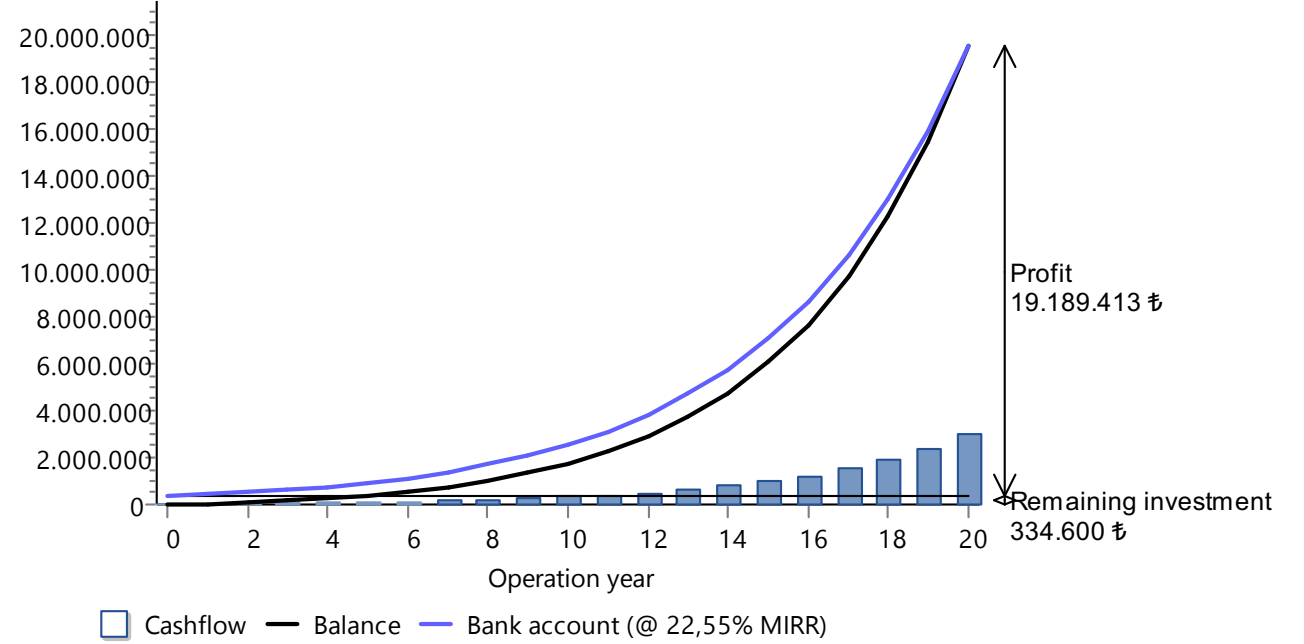
Financial analysis parameters

Life span:	20 Years
Interest on capital:	9,8 %
Reinvestment return:	6,8 %
Energy cost escalation rate:	25,0 %
Running cost escalation rate:	15,0 %

Financing

Total investments:	334.600 ₺
--------------------	-----------

Cost of solar energy:	0,222 t/kWh
Capital return time:	4,8 Years
Amortization period:	6,0 Years



Profitability

Return on assets:	4.397,7 %
Return on equity:	4.397,7 %
Internal rate of return rate, IRR:	35,12 %
Net present value:	3.180.399 ₺



BUSİAD
Enerji Uzmanlık
Grubu

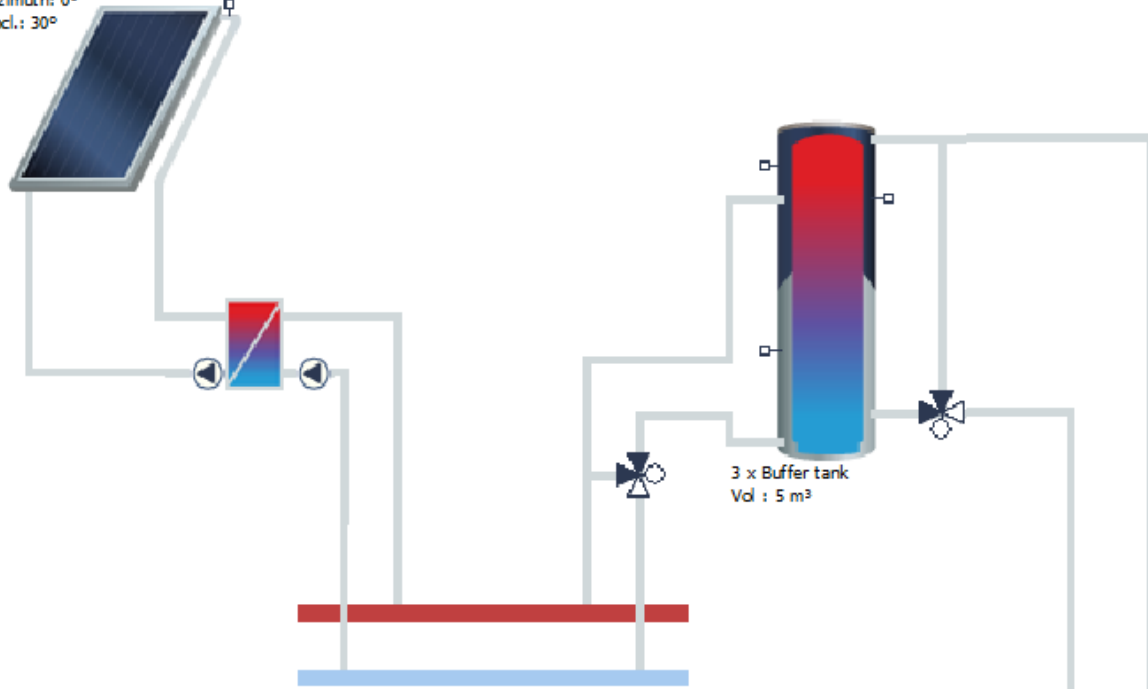
: Public



Güneş Enerjisi Sistemleri

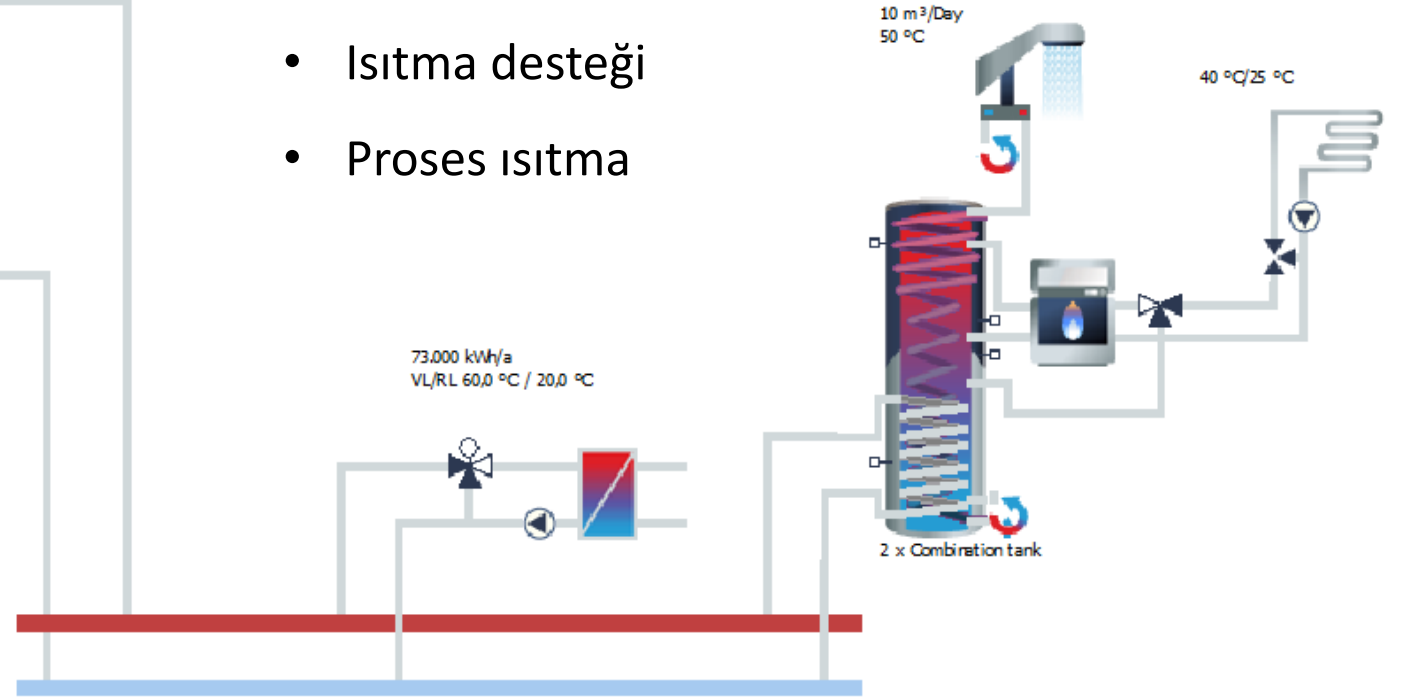
Sistem Çözümü Örnek Çalışma -2

150 x Logasol CKN 1.0-s
Total gross surface area: 313,65 m²
Azimuth: 0°
Incl.: 30°



Örnek 2:

- 3 Vardiya Fabrika / 200 çalışan
- Mutfak ve Duşlar için sıcak su
- Sıcak Su
- Isıtma desteği
- Proses ısıtma



BUSİAD
Enerji Uzmanlık
Grubu

: Public



BOSCH
Yaşam için teknoloji

Güneş Enerjisi Sistemleri

Sistem Çözümü Örnek Çalışma -2

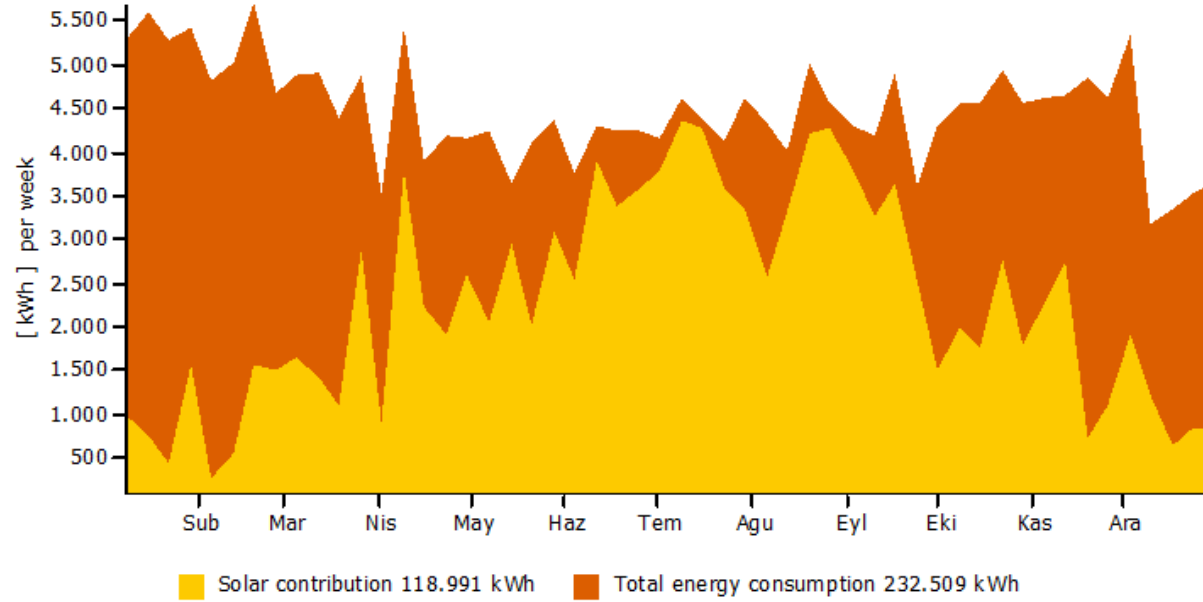
Results of annual simulation

Installed collector power:		219,56 kW
Installed solar surface area (gross):		313,65 m ²
Irradiation on collector surface (active):	502.257,29 kWh	1.484,21 kWh/m ²
Energy delivered by collectors:	157.466,23 kWh	465,33 kWh/m ²
Energy delivered by collector loop:	153.917,24 kWh	454,84 kWh/m ²
DHW heating energy supply:		145.611,90 kWh
Process heating energy requirement:		73.000,00 kWh
Process heating energy supply:		38.138,92 kWh
Solar contribution:		118.990,98 kWh
Space-heating energy supply:		7.663,43 kWh
Energy from auxiliary heating:		113.518,4 kWh
Total solar fraction:		51,2 %
System efficiency:		23,7 %

Güneş Enerjisi Sistemleri

Sistem Çözümü Örnek Çalışma -2

Solar energy consumption as percentage of total consumption



Total solar fraction in %

51,2	15,6	21,7	37,1	57,4	66,6	84,1	83,4	85,7	64,3	44,5	34,8	28,0
-------------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

System efficiency in %

23,7	16,9	18,6	20,3	22,6	23,0	25,5	26,0	27,7	25,9	25,0	23,4	17,1
-------------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Energy supply to solar system in kWh

118.991	3.584	4.402	7.386	10.683	12.049	15.158	16.062	16.900	12.119	8.966	7.306	4.376
----------------	-------	-------	-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	-------	-------	-------

Energy: Aux. heating in kWh

113.518	19.427	15.862	12.541	7.936	6.051	2.863	3.191	2.818	6.717	11.192	13.661	11.259
----------------	--------	--------	--------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------	--------	--------

Energy from solar loop in kWh

153.917	5.344	6.176	10.101	13.894	15.581	19.046	20.066	20.881	15.178	11.463	9.515	6.672
----------------	-------	-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	-------	-------



BUSIAD

Enerji Uzmanlık
Grubu

: Public



BOSCH

Yaşam için teknoloji

Güneş Enerjisi Sistemleri

Sistem Çözümü Örnek Çalışma -2

Financial analysis

System

Active solar surface:	338,4 m ²
System yield:	118.990,98 kWh
Annual fuel savings:	

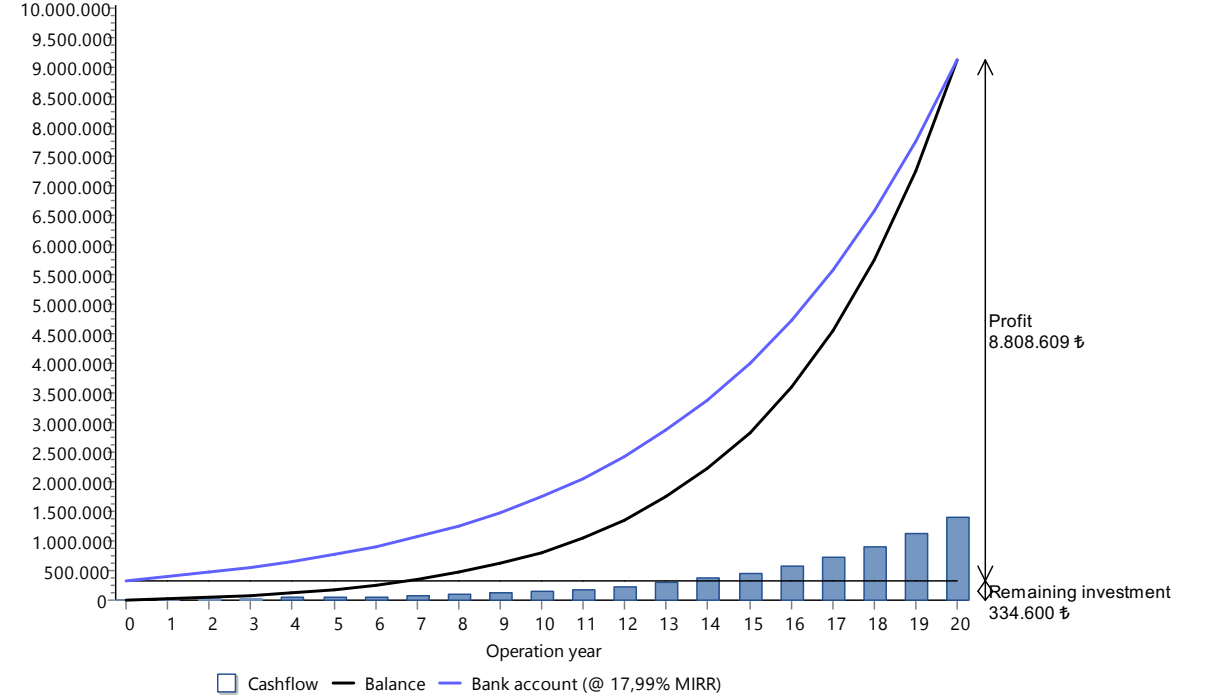
Financial analysis parameters

Life span:	20 Years
Interest on capital:	9,8 %
Reinvestment return:	6,8 %
Energy cost escalation rate:	25,0 %
Running cost escalation rate:	15,0 %

Financing

Total investments:	334.600 ₺
--------------------	-----------

Cost of solar energy:	0,329 ₺/kWh
Capital return time:	7,3 Years
Amortization period:	9,7 Years



Profitability

Return on assets:	2.060,1 %
Return on equity:	2.060,1 %
Internal rate of return rate, IRR:	24,51 %
Net present value:	1.311.232 ₺



BUSİAD
Enerji Uzmanlık
Grubu

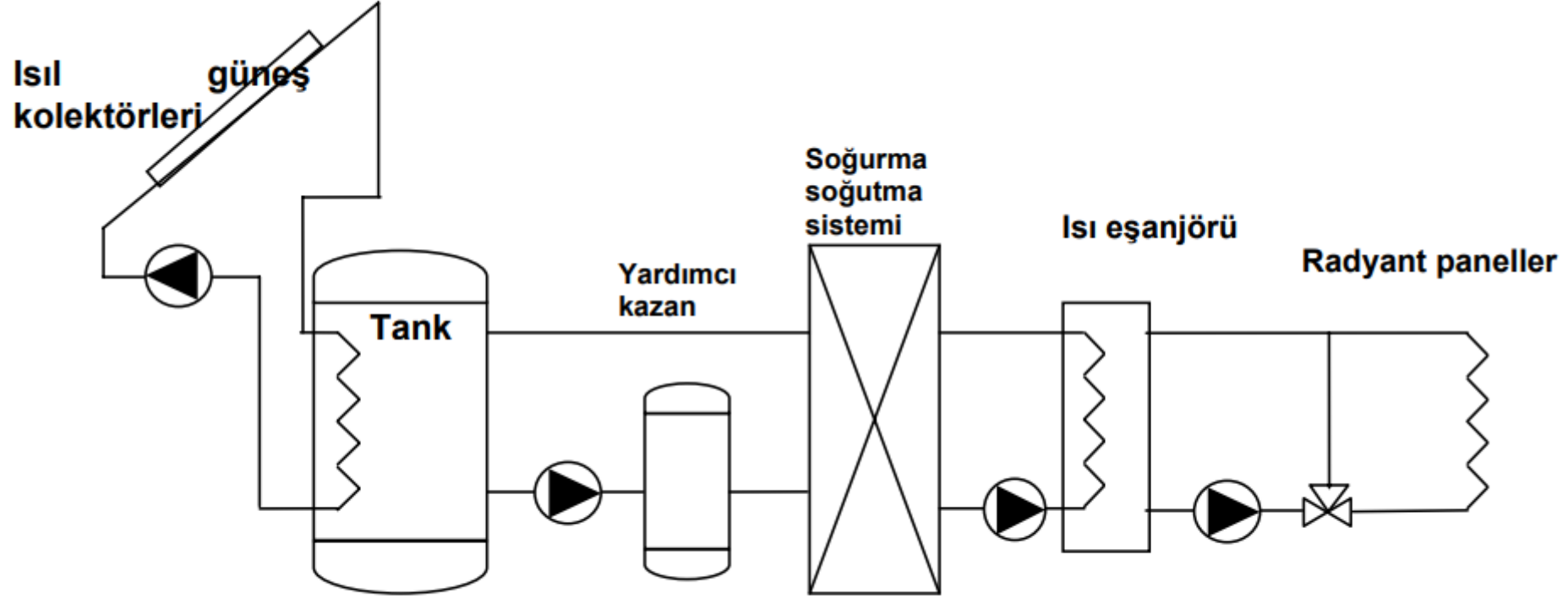
: Public



BOSCH
Yaşam için teknoloji

Güneş Enerjisi Sistemleri

Sistem Çözümü – Güneş ile soğutma

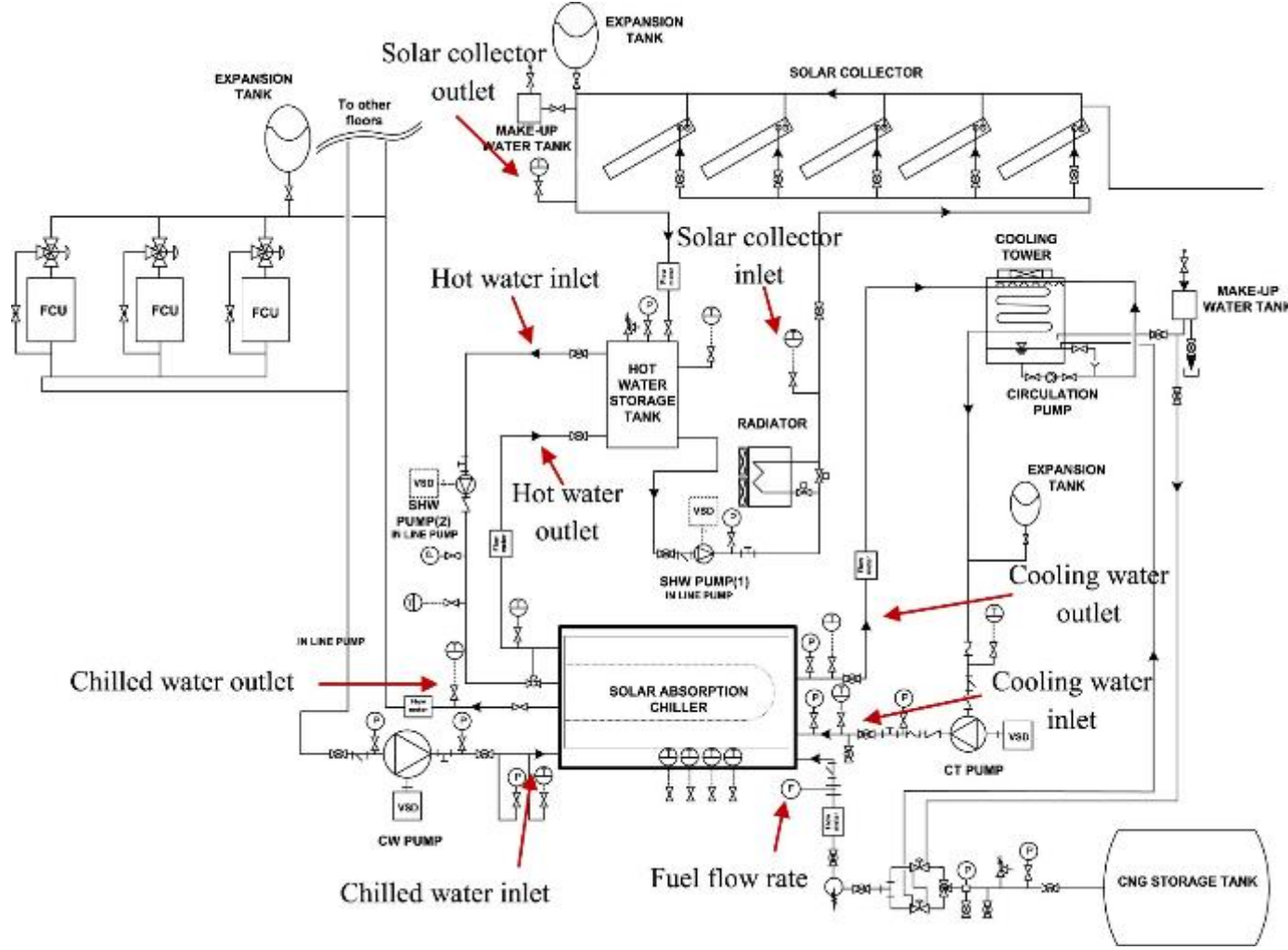


Şekil 1. Güneş Soğutma Santrali Şeması



Güneş Enerjisi Sistemleri

Sistem Çözümü – Güneş ile soğutma

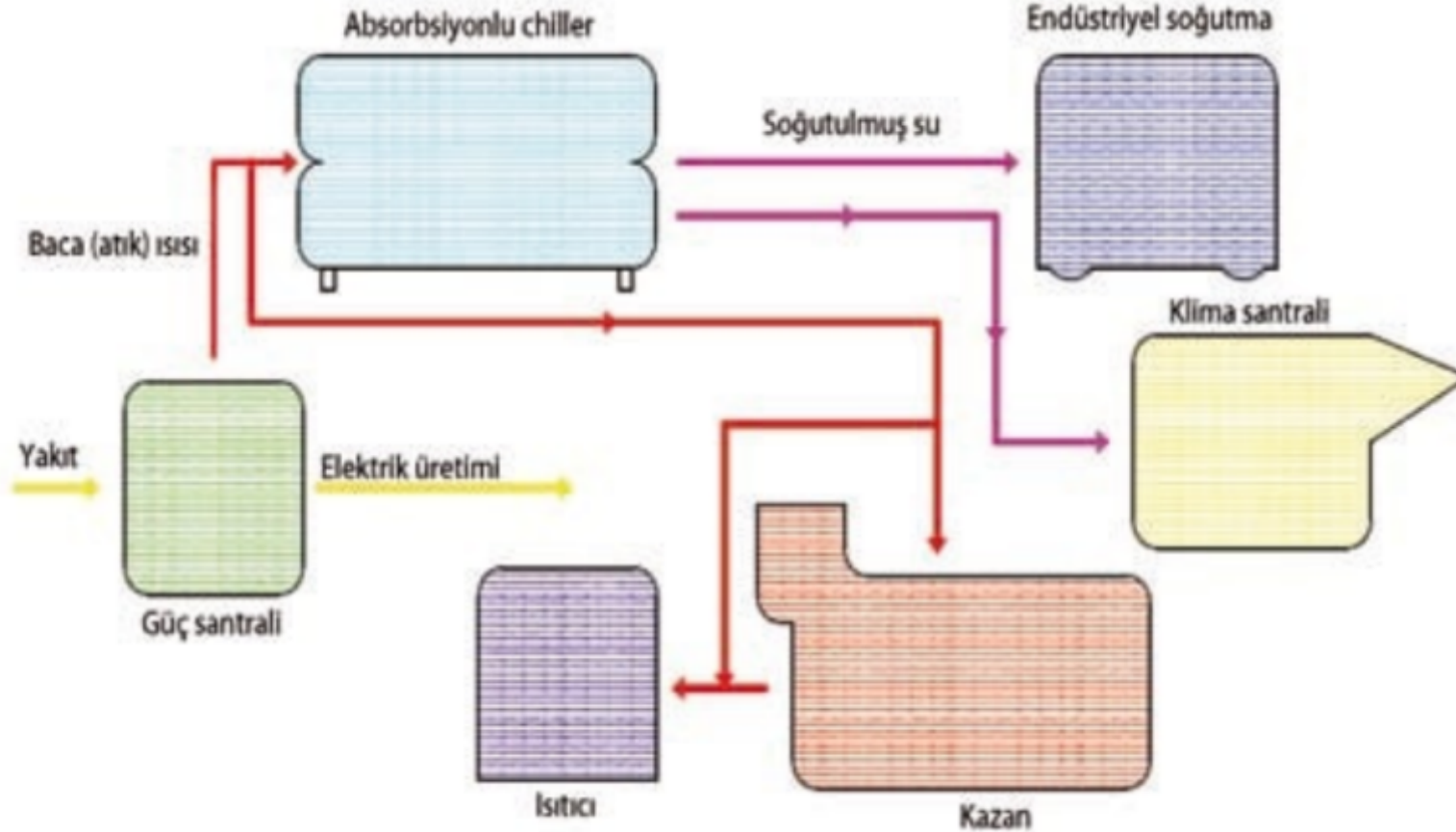


Parameters	Range value	Average value
Chilled water inlet temperature, °C	9–13	11
Chilled outlet temperature, °C	6–9	7
Hot water inlet temperature, °C	58–73	66
Hot water outlet temperature, °C	55–65	60
Cooling water inlet temperature, °C	25–31	28
Cooling water outlet temperature, °C	28–34	31
Solar collector inlet temperature, °C	60–70	65
Solar collector outlet temperature, °C	60–77	70
Gas volumetric flow rate, m ³ /h	3.2–10.6	5.5
Ambient temperature, °C	31–37	34



Güneş Enerjisi Sistemleri

Sistem Çözümü – Sıcak su veya buhar ile soğutma



BUSİAD

Enerji Uzmanlık
Grubu

: Public



BOSCH

Yaşam için teknoloji

Teşekkürler

Soru - Cevap

BUSİAD
BURSA SANAYİCİLERİ VE İŞİNSANLARI DERNEĞİ

İletişim : Sercan.Kurtulus@tr.Bosch.com



BUSİAD
Enerji Uzmanlık
Grubu

: Public



BOSCH
Yaşam için teknoloji