

# Güneş Enerjisi Sistemleri Temel Prensipler

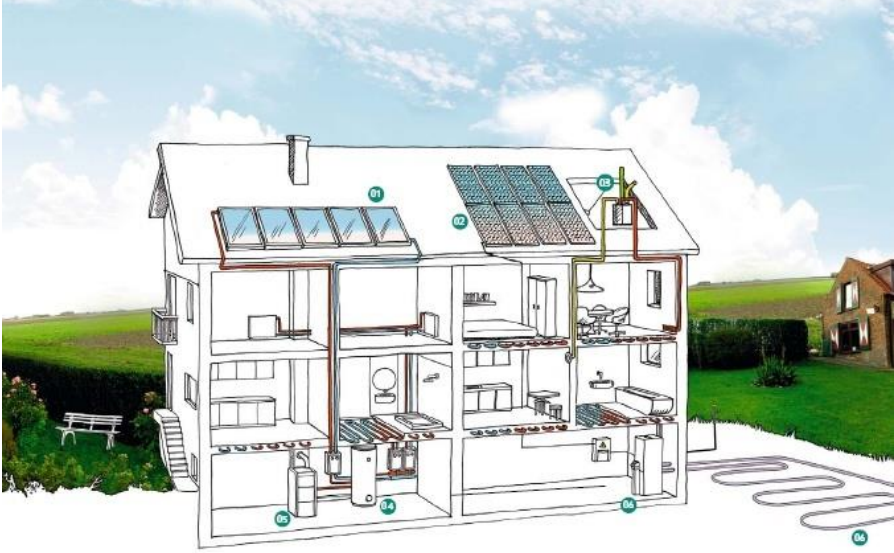
Serdar Öksüz  
Teknik ve Eğitim Bölümü Yöneticisi  
Ankara/Haziran 2014

## Güneş Enerjisi

**“Paramı güneşe ve güneş enerjisine yatırırdım. Ne büyük bir güç kaynağı! Umarım bunu ele almak için petrol ve kömürün bitmesini beklemeyiz.**

**1931 Thomas Edison**





## Yenilenebilir Enerji Kanuni Düzenlemeler

## BİNALARDA ENERJİ PERFORMANSI YÖNETMELİĞİ (Özet)

**5 Aralık 2008**

**Sayı: 27075**

- Yeni yapılacak olan ve kullanım alanı 1.000 m<sup>2</sup>'nin üzerindeki oteller, hastaneler, yurtlar ve benzeri konaklama amaçlı konut harici binalar ile spor merkezlerindeki merkezi ısıtma ve sıhhi sıcak su sistemlerinde güneş enerjisi toplayıcıları ile sistemin desteklenmesi zorunludur
- Yeni yapılacak binalarda yenilenebilir enerji sistemleri için tesbit edilen ilk yatırım maliyeti enerji ekonomisi gözönünde bulundurulmak suretiyle, inşaat alanı 20.000 m<sup>2</sup>'ye kadar olan binalarda 10 yıl, inşaat alanı 20.000 m<sup>2</sup> ve daha büyük binalarda 15 yılda geri kazanılması durumunda bu sistemlerin yapılması zorunludur
- Yeni yapılacak binalarda hava, toprak ve su kaynaklı ısı pompası sistemleri için tesbit edilen ilk yatırım maliyeti enerji ekonomisi gözönünde bulundurulmak suretiyle, inşaat alanı 20.000 m<sup>2</sup> ve üstündeki binalarda 15 yılda geri kazanılması durumunda, bu sistemlerin yapılması zorunludur

# YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ ELEKTRİK ENERJİSİ ÜRETİMİ AMAÇLI

## KULLANIMINA İLİŞKİN KANUNDA DEĞİŞİKLİK YAPILMASINA DAİR KANUN

Kanun No. 6094

29/12/2010

Bu madde kapsamında yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üreten gerçek ve tüzel kişiler; ihtiyaçlarının üzerinde ürettikleri elektrik enerjisini dağıtım sistemine vermeleri halinde, I sayılı Cetveldeki fiyatlardan on yıl süre ile faydalanabilir. Bu kapsamda dağıtım sistemine verilen elektrik enerjisinin perakende satış lisansını haiz ilgili dağıtım şirketi tarafından satın alınması zorunludur.

I Sayılı Cetvel	
Yenilenebilir Enerji Kaynağına Dayalı Üretim Tesis Tipi	Uygulanacak Fiyatlar (ABD Doları cent/kWh)
a. Hidroelektrik üretim tesisi	7,3
b. Rüzgar enerjisine dayalı üretim tesisi	7,3
c. Jeotermal enerjisine dayalı üretim tesisi	10,5
d. Biyokütleyle dayalı üretim tesisi (çöp gazı dahil)	13,3
e. Güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	13,3

## Solar Sistemlerin Avantajları

- Çevresel kaynakları az kullanmak ve karbondioksit salınımını azaltmaktadır.
- Binanın değerini arttırmaktadır.
- Güneş enerjisi kullanıcıyı daha da bireyselleştirmektedir.
- Diğer girdilerden bağımsız hale getirmektedir.
- Gelecekteki tüm enerji giderleri net olarak hesaplanabilmektedir.
- Çok az bakım giderleri olmaktadır.
- Enerji krizlerinden bağımsızdır.
- Devlet tarafından da desteklenmektedir.



## Güneş



Güneş, dünyadan ortalama  $1,469 \times 10^8$  km uzaklıkta,  $1,392 \times 10^6$  km çapında ve  $1,99 \times 10^{30}$  Kg kütlesinde sıcak gazlardan meydana gelen bir küredir. Yüzey sıcaklığı  $6000$  °C olup iç bölgelerindeki sıcaklığın **8.000.000 °C** ile **40.000.000 °C** arasında olduğu tahmin edilmektedir.

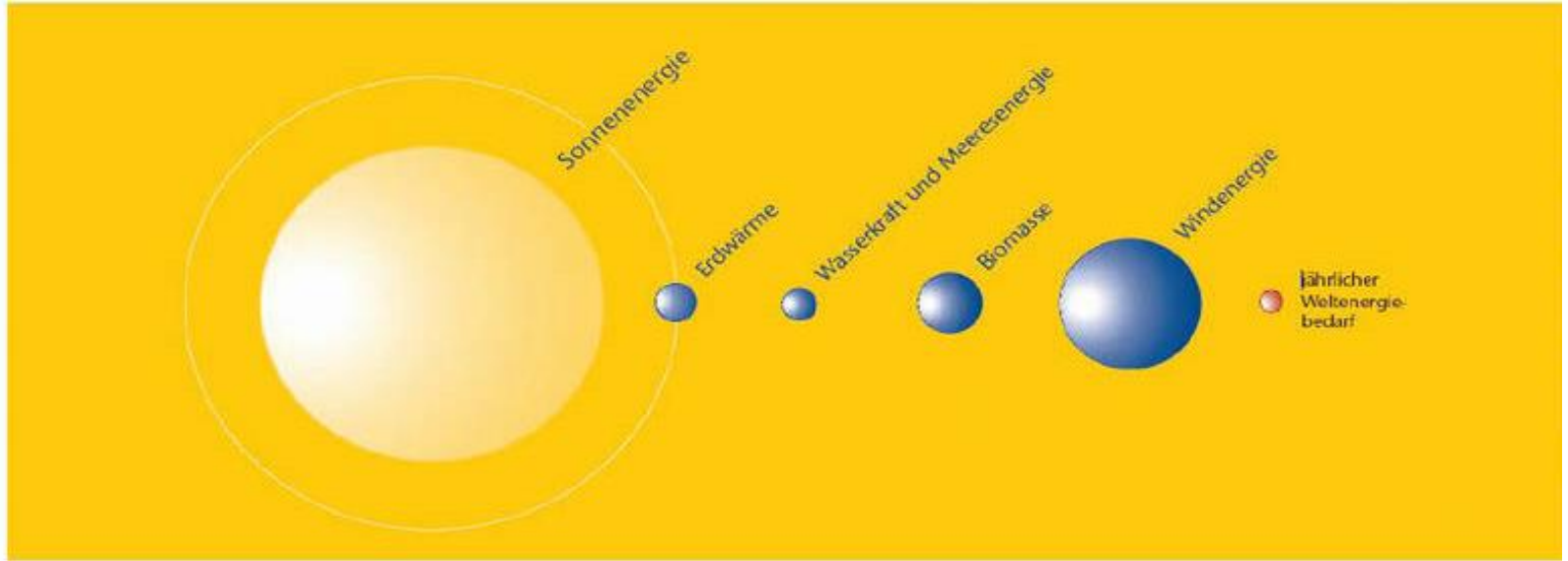
Güneşten saniyede 4 milyon ton kütle enerjiye dönüşmektedir. Güneş daha milyolarca yıl ışımalarını sürdüreceğinden, dünyamız için sonsuz bir enerji kaynağıdır.

Stefan Boltzmann kanununa göre termal radyasyon  $P = \delta \times A \times T^4$

$$A = 6 \times 10^{12} \text{ km}^2$$

$$\sigma = \frac{2\pi^5 k_B^4}{15h^3 c^2} = (5,670\,400 \pm 0,000\,040) \cdot 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}^4}$$

## Solar Radyasyondan elde edilebilecek enerji miktarı



Dünyanın primer enerji ihtiyacı yaklaşık **107,000 TWh/Yıl** dır.

Güneş bize bu miktarın 20 katını sunar.

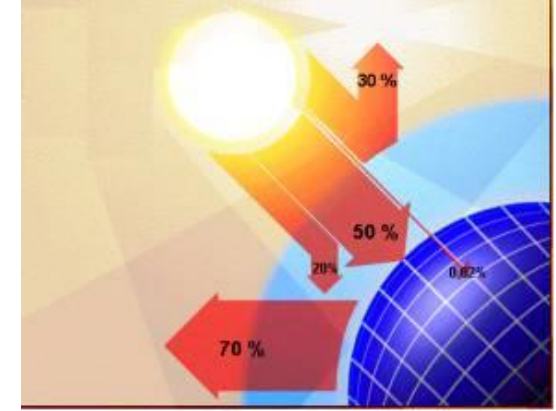
Güneşten gelen güç yaklaşık  $63 \text{ MW/m}^2$  dir.

Güneş yüzeyinden yayılan ışınım  **$3.8 \times 10^{20} \text{ MW}$**  gücündedir.

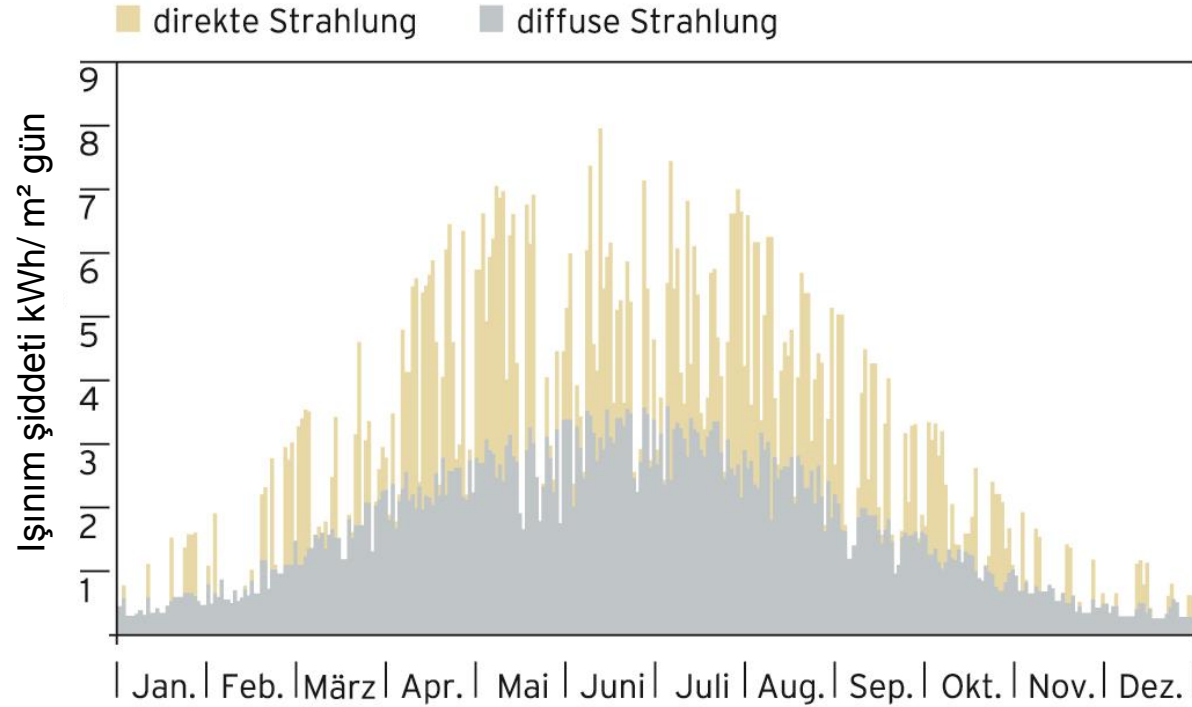
Yer yüzü her yıl bu miktarın **2,500,000 TWh** nı alır.



# Güneş Işınları

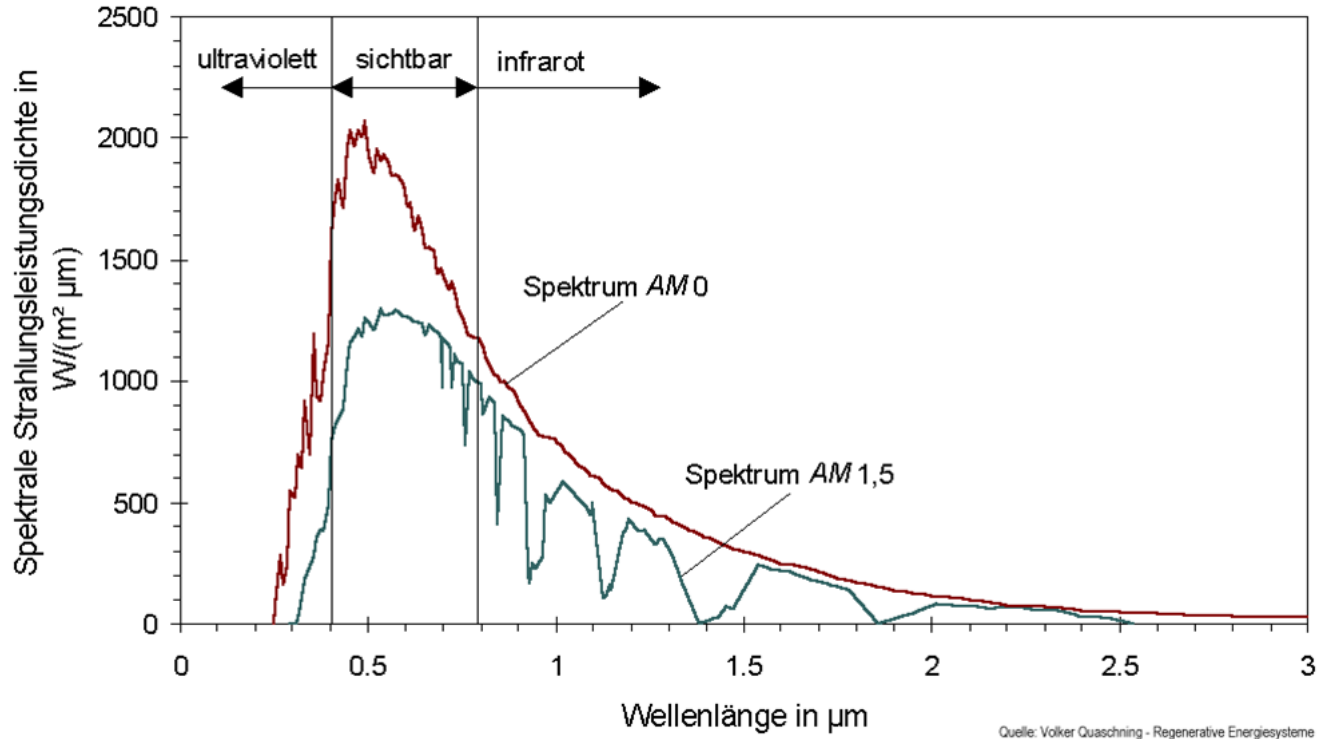


## Direkt ve yayılmış (difüze) ışınım



Güneşten direk gelen ışınlar ve yayılımla gelen ışınların toplamına tam ışınım denir. Güneş ışınları bulutlar ve hava içindeki partiküller tarafından dağıtılır, yansıtılır ve kırılır. Bu ışınım da solar teknoloji tarafından kullanılabilir. Direkt ışınım ile yayılım ışınımı mevsime ve hava şartlarına göre yüzdesel olarak değişmektedir. Bulutlu bir günde yayılım ışınlarının miktarı %80 olsa bile  $400 \text{ W/m}^2$  enerji verilmektedir.

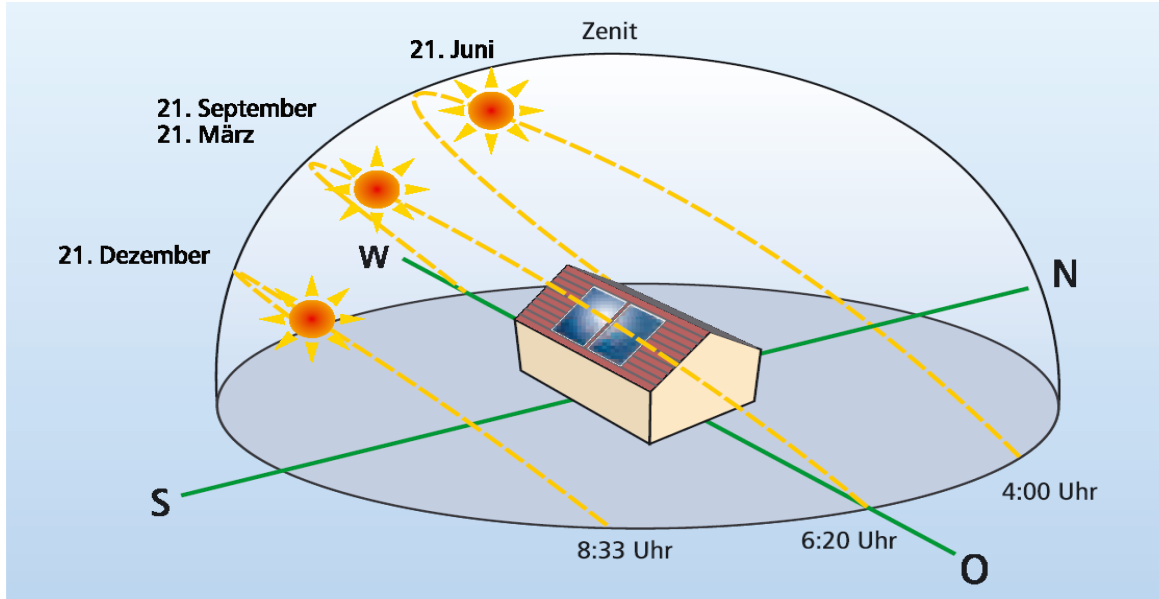
## Solar spectrum



Grafik güneş ışınımının dalgaboyu enerjisini göstermektedir

Güneş ışınımının büyük bir miktarı görünür ışık aralığındadır (0.38-0.78  $\mu m$  dalga boyu, maviden kırmızı ışığa) Bu aralık alınan toplam güneş ışınımının %47 sine karşılık gelmektedir.

## Güneş Açıları

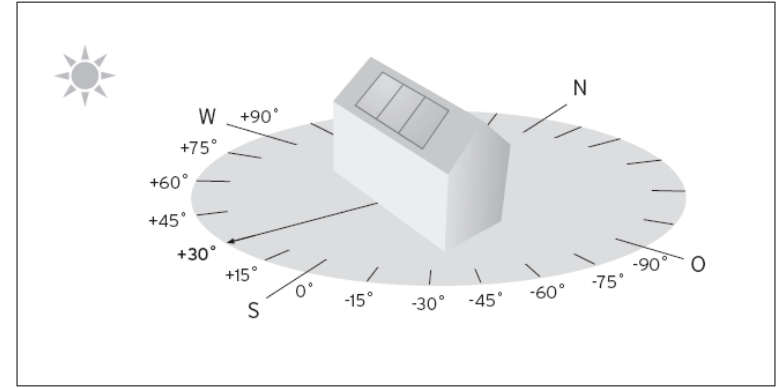


Güneş ışınları ile dünya üzerindeki yüzeyler arasında belirli açılar vardır.  
Bu açılar hakkında bilgi edinilerek güneş enerjisinden en verimli şekilde yararlanılabilir.

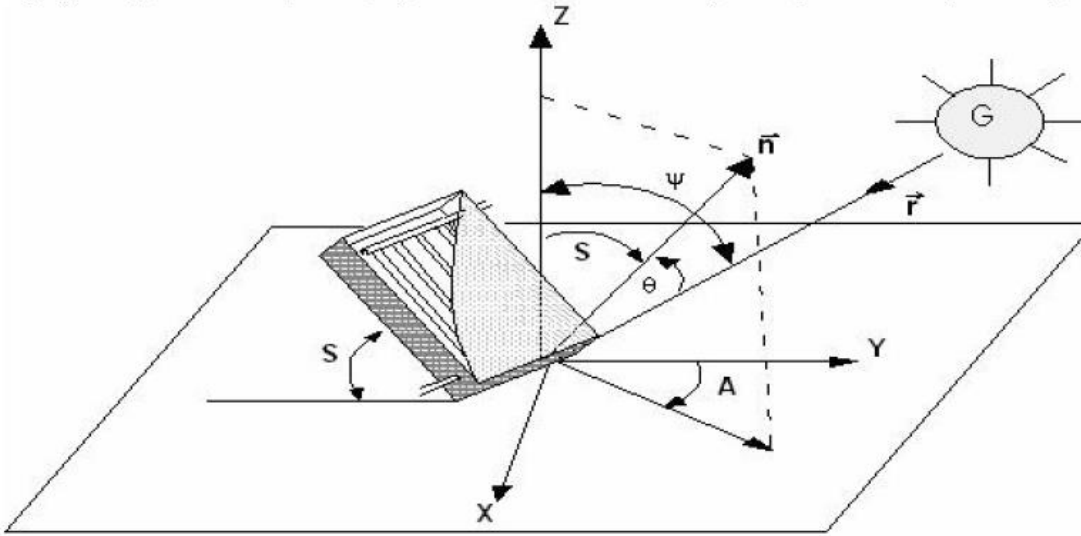
## Güneş açıları

Kolektörlerin optimum yönü güneşe göre  $0^{\circ}$  ve  $30^{\circ}$  eğimle olmalıdır. Güneş ışınının kolektöre vuruş yönüne **azimut** denir güney yönü  $0^{\circ}$  kabul edilir.

Güneş ışınlarından maksimum faydalanabilmek için kolektör açısı  $30-45^{\circ}$  olmalıdır. Kalorifer destekli solar sistemlerde, geçiş mevsimlerinde daha çok verim almak için kolektör açısının  $45-60^{\circ}$  arasında olması tavsiye edilmektedir.



**Azimut açısı sapması  
güneyden  $30^{\circ}$**



A: Kolektör düzleminin tam güneyden sapma açısı  
(Azimut açısı)

n: Kolektör düzleminin normal vektörü

r: Güneş ışını vektörü

S: Kolektör düzleminin yatayla yaptığı eğim açısı

X: Batı

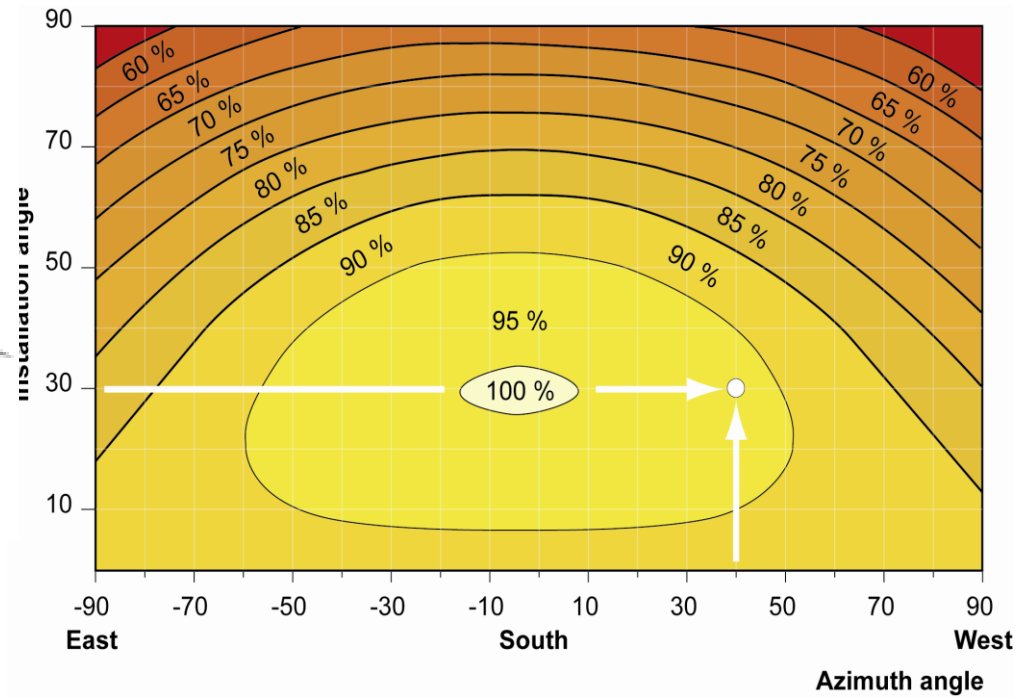
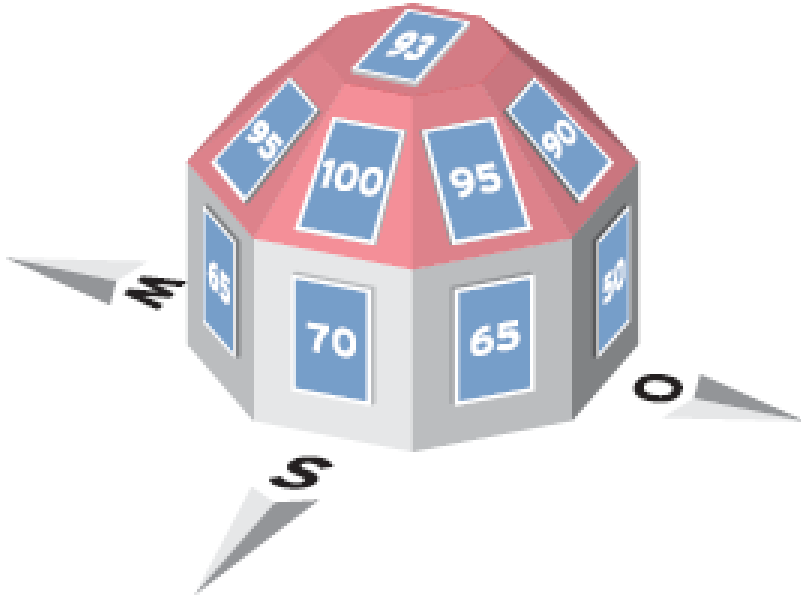
Y: Güney

Z: Başucu yüksekliği

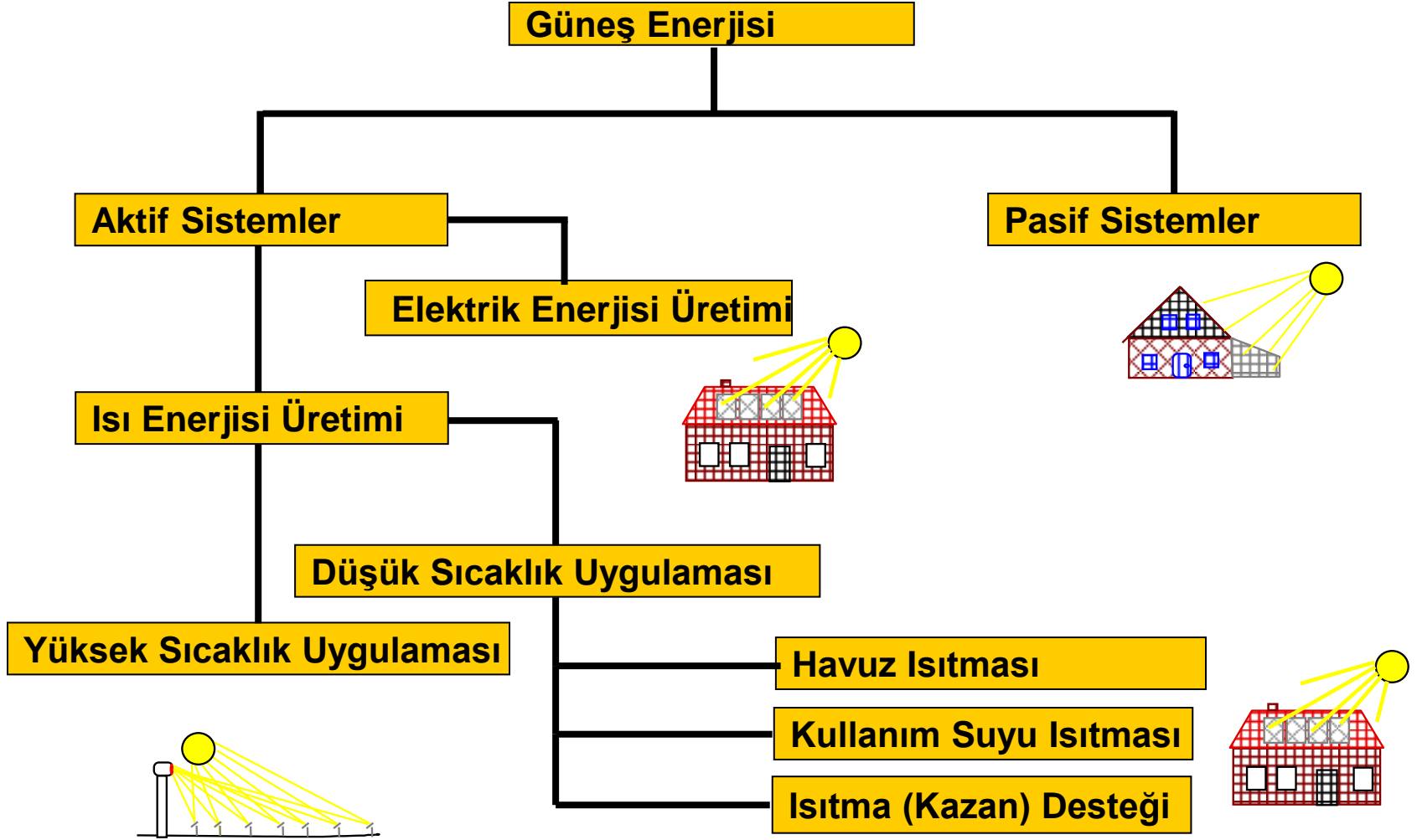
$\psi$  : Güneş zenit (başucu) açısı

$\theta$  : Güneş geliş açısı

## Kollektörün yön ve açısına göre solar verim



# Güneş Enerjisi Kullanımı





# Güneş Enerjisi Kullanımı



Shandong, China 75000m<sup>2</sup>



Gut Erlasee Solar Park Almanya 12 MW

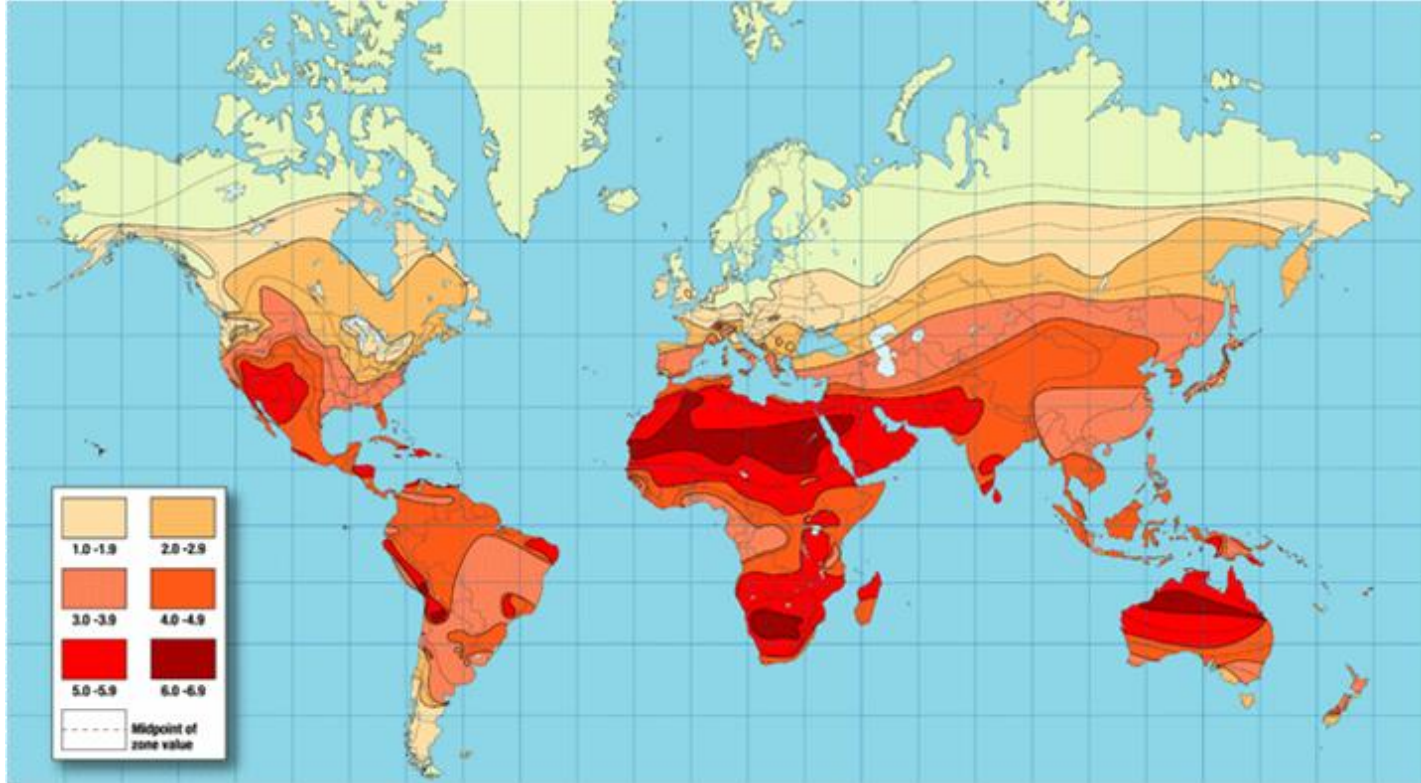




## Güneş Enerjisi Kullanımı



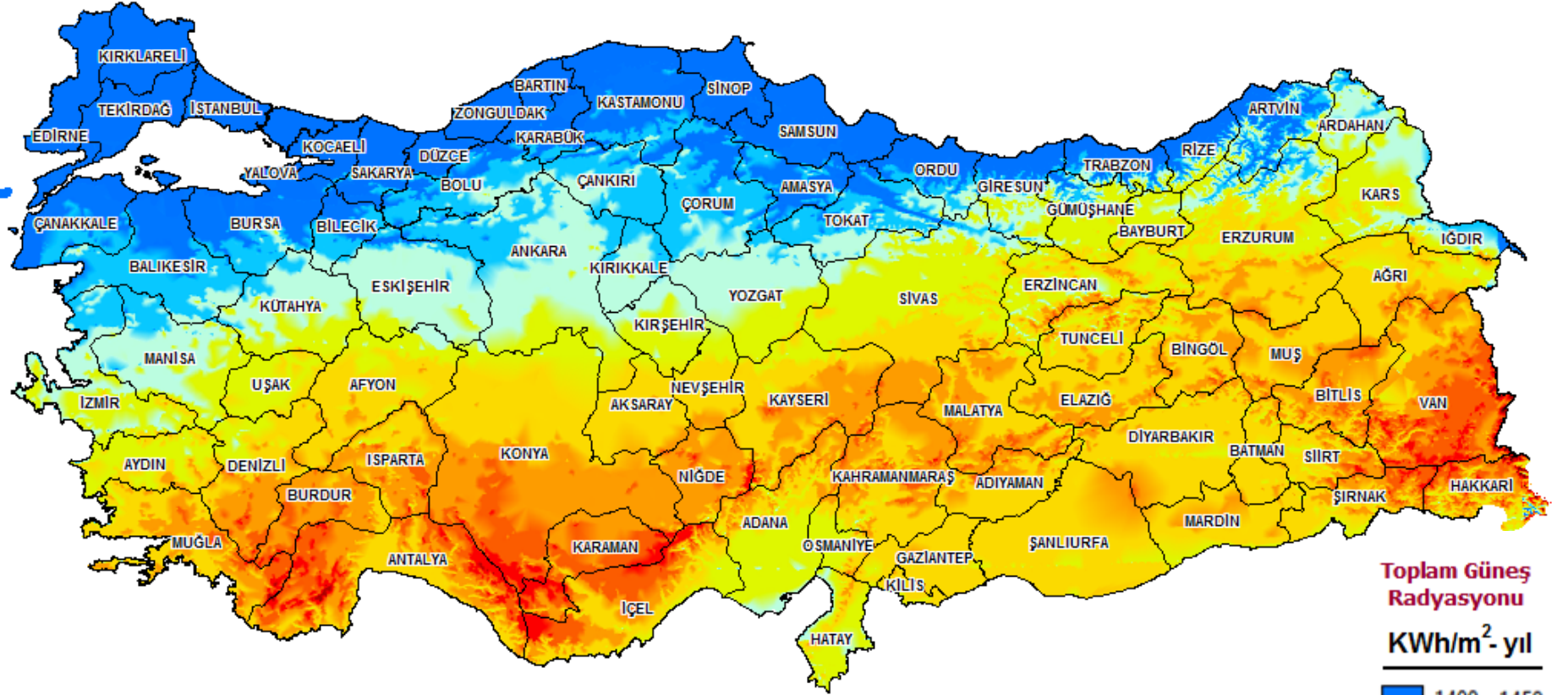
## Dünyada güneş ışınımı



Almanyada yıllık ortalama güneş ışınımı 950 kWh/m<sup>2</sup>\*Y ve 1,200 kWh/m<sup>2</sup>\*Y arasındadır. Dünyada ise İskandinavya da 800 kWh/m<sup>2</sup>\*Y ve Sahra çölünde 2500 kWh/m<sup>2</sup>\*Y dır. Toplam güneşlenme sürelerinde farklar vardır.

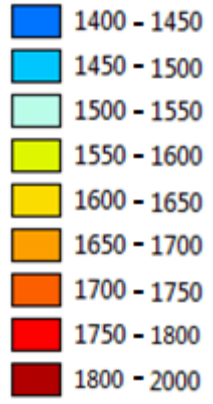


# Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası



**Toplam Güneş Radyasyonu**

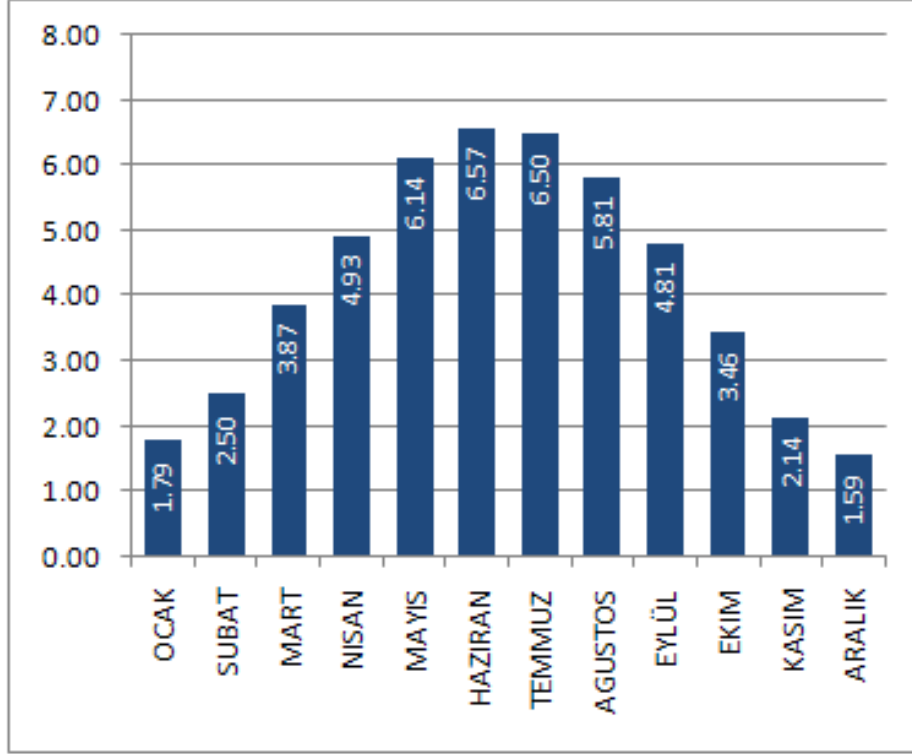
**KWh/m<sup>2</sup>- yıl**



# Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli

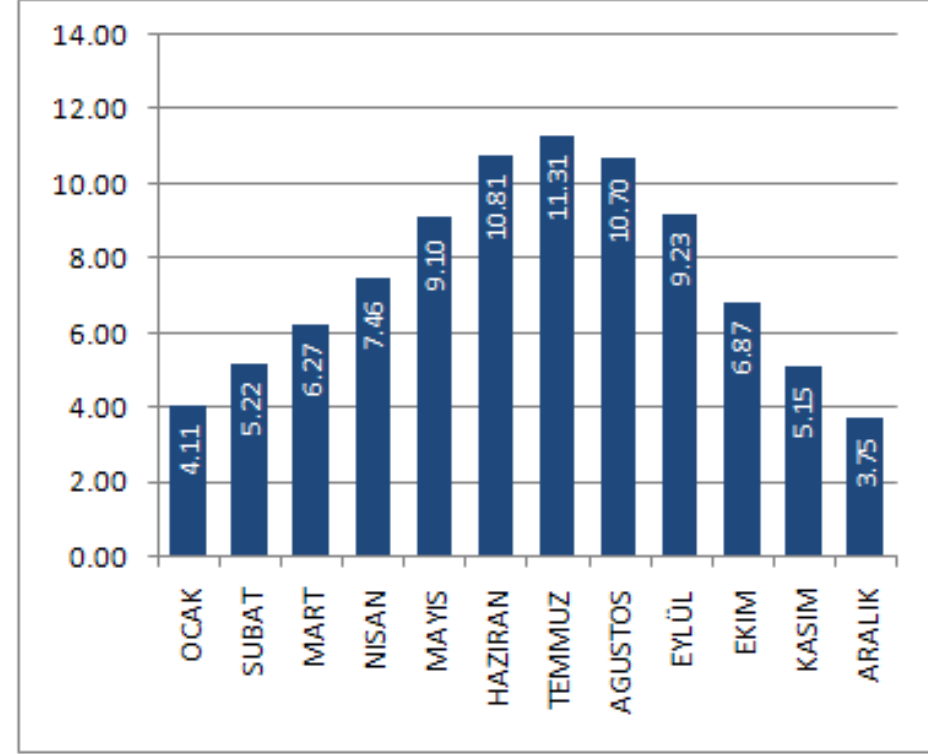
## TÜRKİYE Global Radyasyon Değerleri

(KWh/m<sup>2</sup>-gün)



**Ay İçerisindeki Bir Günlük  
Toplam Güneş Radyasyonu**

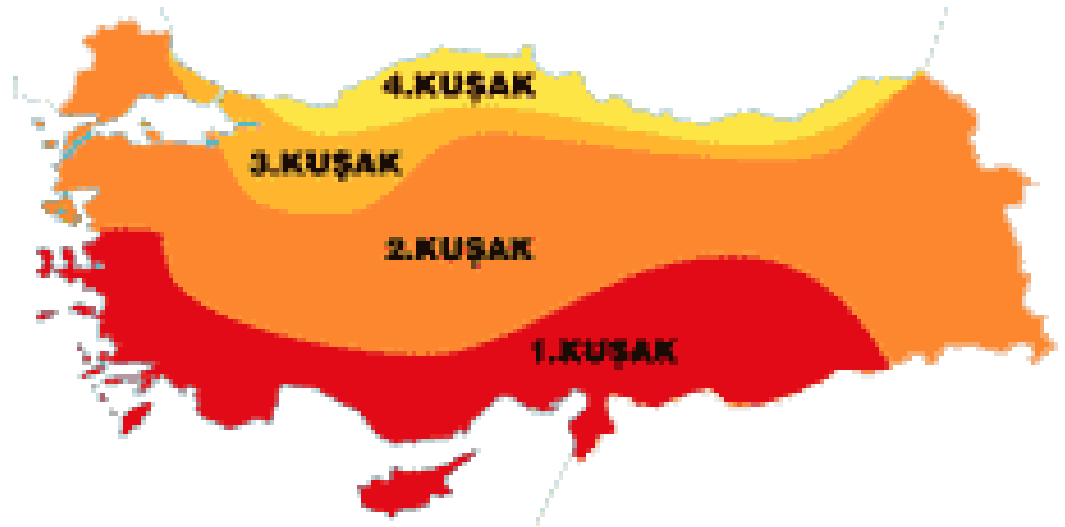
## TÜRKİYE Güneşlenme Süreleri (Saat)



**Ay İçerisindeki Bir Günlük  
Toplam Güneşlenme Süresi**

# Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli

BÖLGE	GÜNEŞLENME SÜRESİ (Saat/yıl)
G.DOĞU ANADOLU	2993
AKDENİZ	2956
DOĞU ANADOLU	2664
İÇ ANADOLU	2628
EGE	2738
MARMARA	2409
KARADENİZ	1971



## Güneş Enerjisi



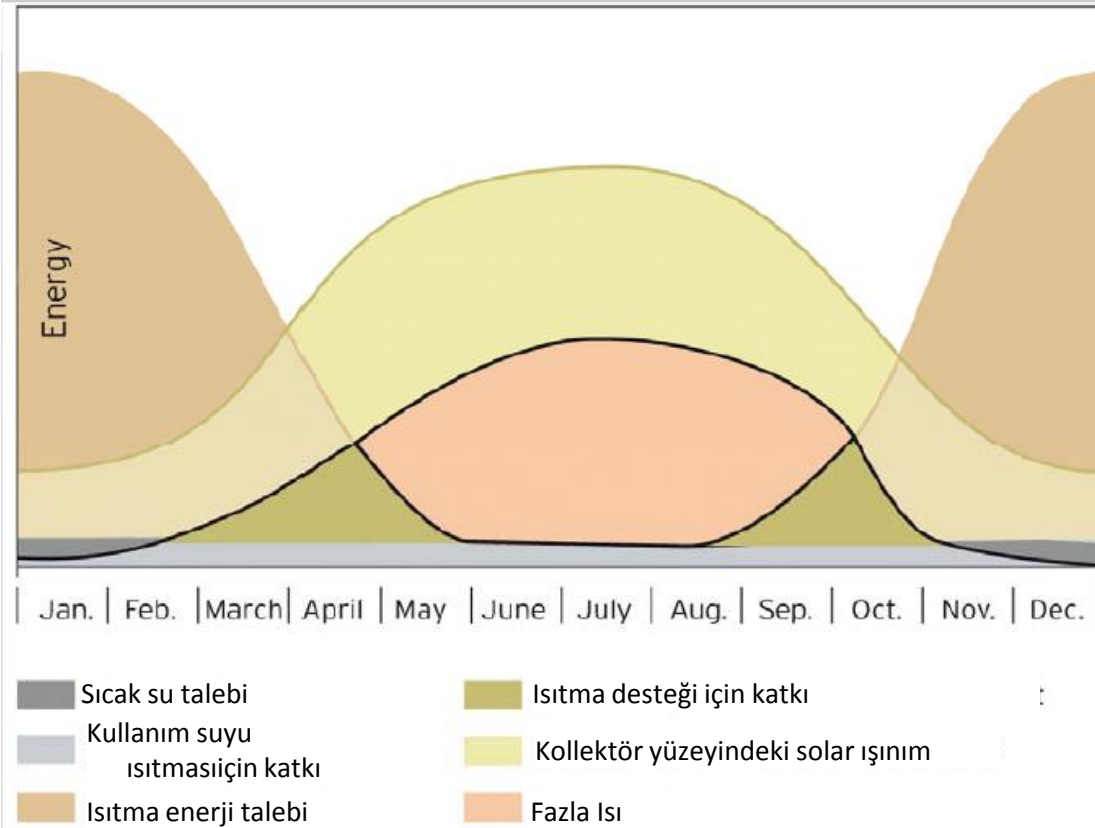
Türkiye’de yatay yüzeylere gelen güneş enerjisi miktarı 1400 kWh/m<sup>2</sup> ile 2000 kWh/m<sup>2</sup> arasında olmaktadır. Bir yılda ort. 1450 kWh/m<sup>2</sup> ye gelen güneş enerjisi yaklaşık 145 l fuel-oil’e denk gelmektedir.



## Güneş Enerjisinin, Toplam Enerjiyi Karşılama Oranı

- Güneş enerjisinin, ısıtma ve sıcak su sisteminin gereksinim duyduğu enerjiyi karşılama oranı, Kolektör alanını ve boyler büyüklüğünü belirlemektedir.
- Bu oran, sistem için gerekli enerjinin ne kadarının güneş tarafından karşılanacağını göstermektedir.
- Kış aylarında güneş etkisi az olacağından dolayı %100 karşılması mümkün değildir. Kolektör yüzeylerini artırarak kış aylarında karşılama oranını artırmak mümkündür. Fakat bu yaz aylarında sisteme fazla yüklenilmesine (aşırı genleşme ve kaynama) neden olmakta ve ilk yatırım maliyetlerini artırarak amortisman zamanını uzatmaktadır.
- Böyle bir sistemin kullanışlı olabilmesi için fazla olan enerji eğer mevcut ise havuzda harcanarak sistem çalıştırılabilir.
- Sistemin enerji ihtiyacının tamamının güneşten karşılanabilmesi için sistemde büyük enerji depolarının olması gerekir.

## Güneş Enerji Sistem Verimleri



Mevsimlere göre güneş enerjisinin, gerekli olan toplam enerjiyi karşılama oranı.

–Küçük Sistemlerde

~ % 60

–Orta Büyüklükteki Sistemlerde (Apartman, Spor salonu....)

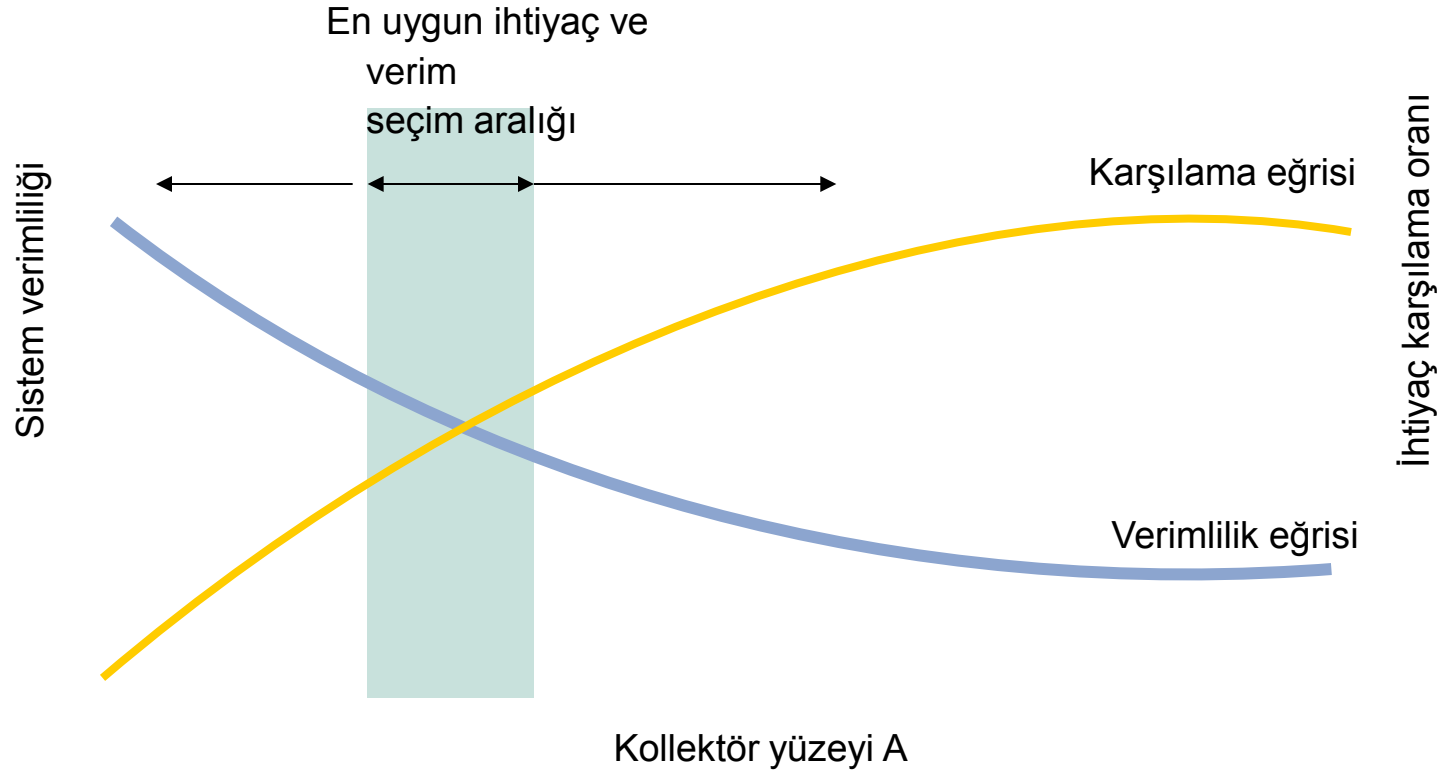
% 30 - % 45

–Büyük Sistemlerde (30m<sup>2</sup> ile 40m<sup>2</sup> üzeri kolektör yüzeyinde)

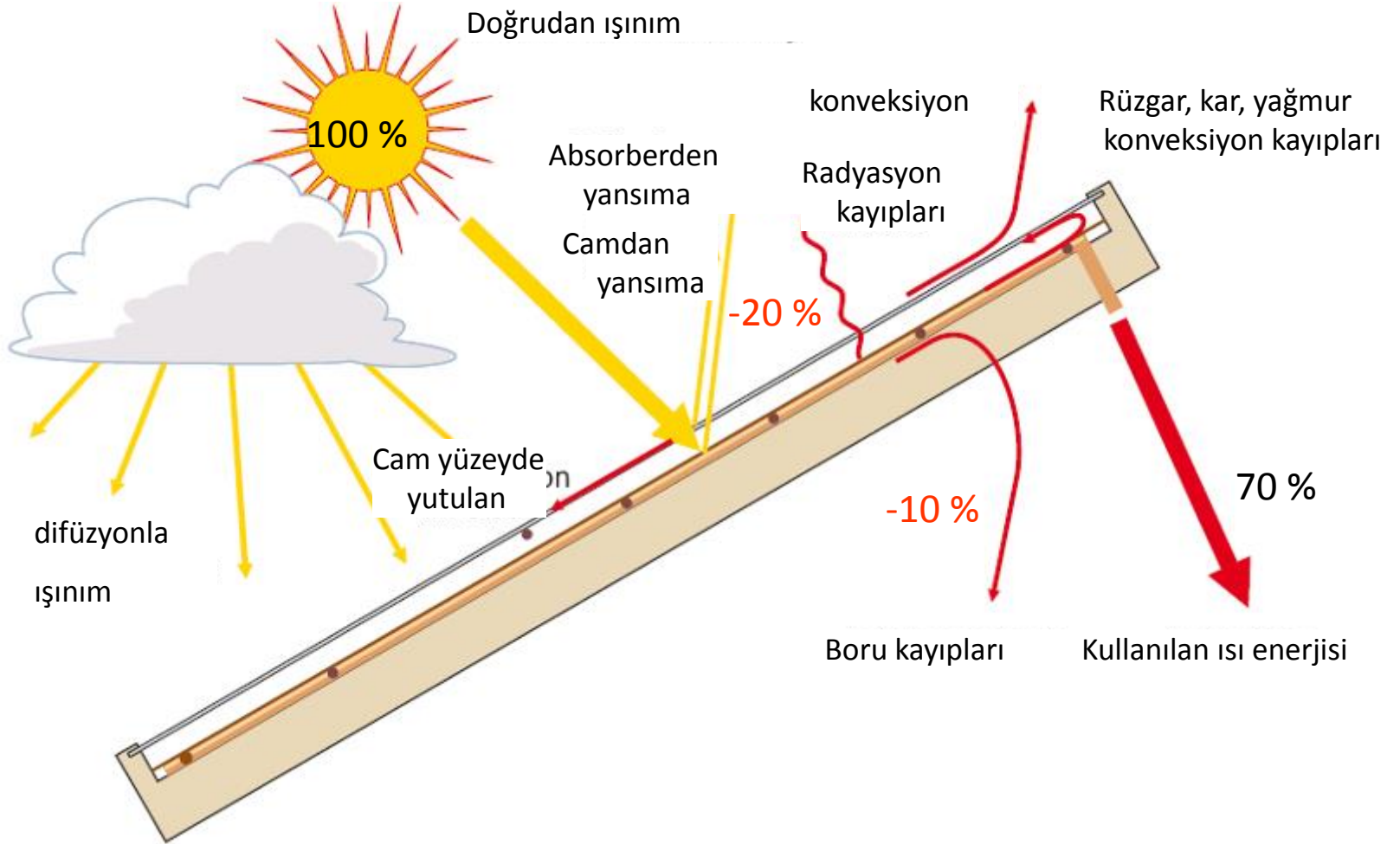
< % 20



# Güneş Enerji Sistem Verimleri



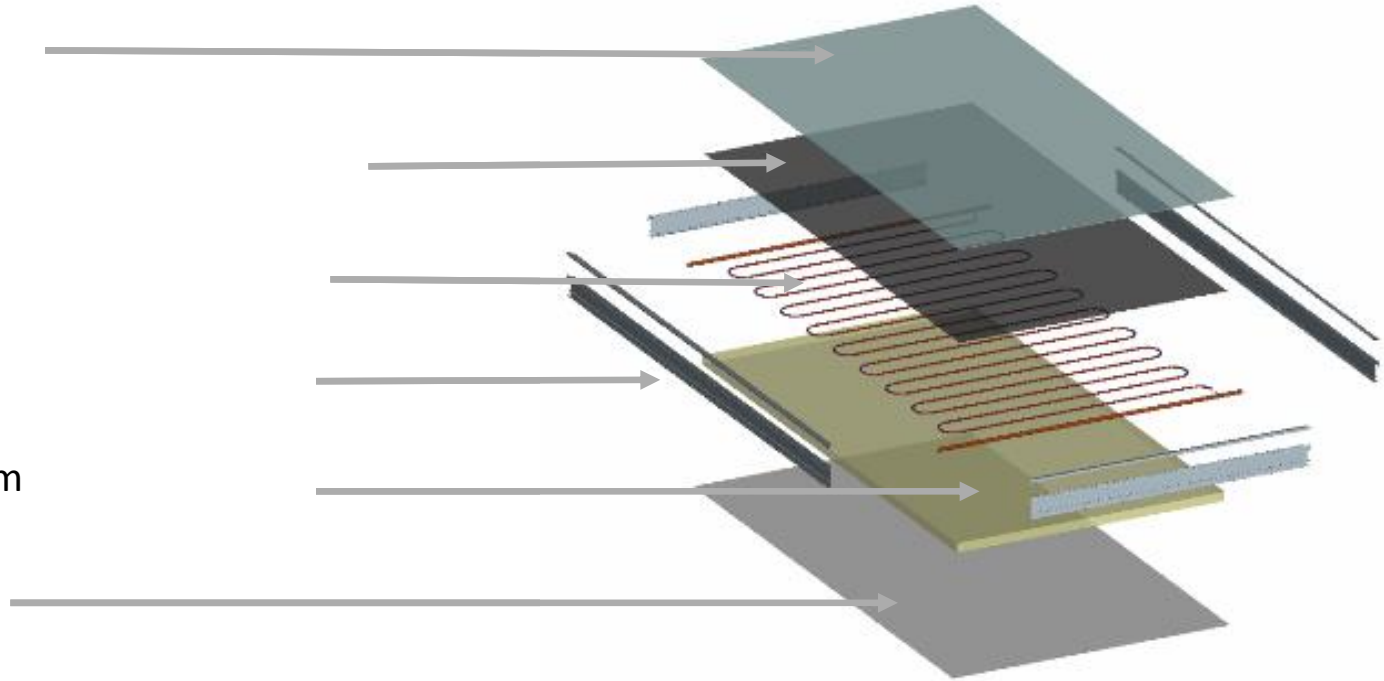
## Kolektördeki enerji akışı



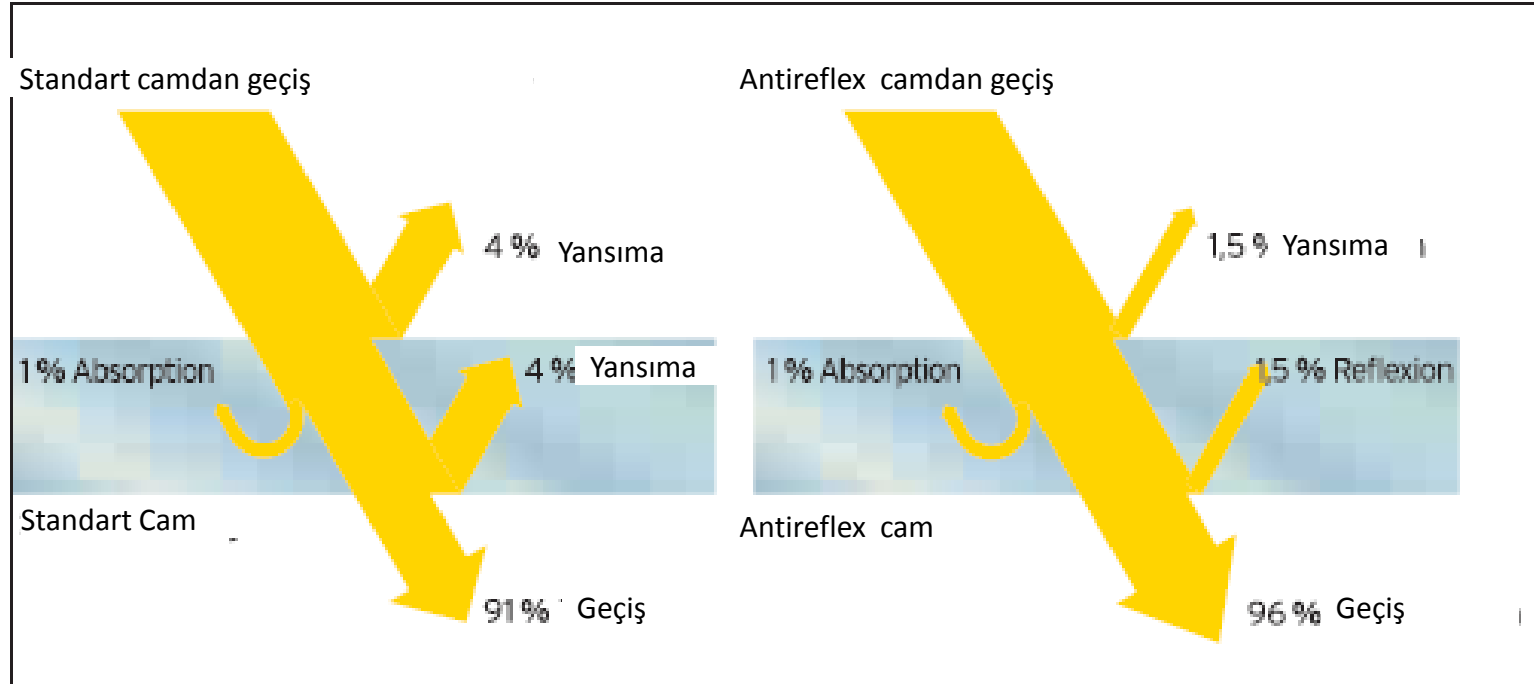
## Kollektör Yapısı



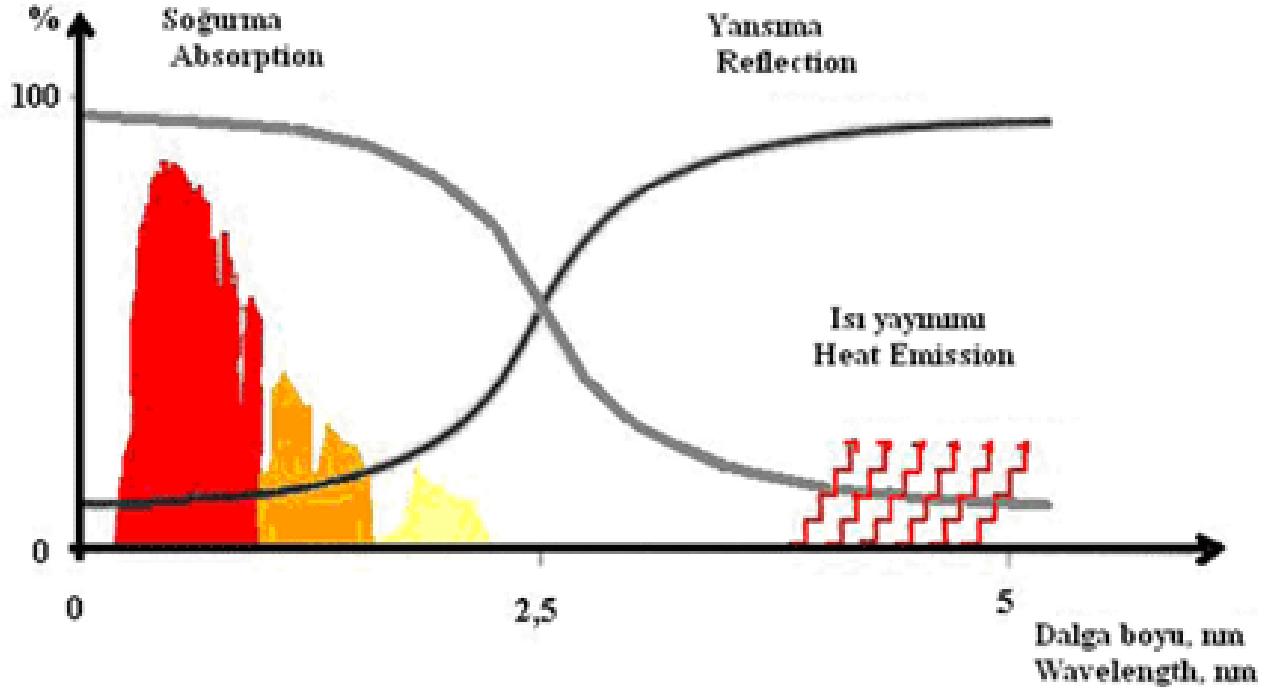
- Koruyucu Cam
- Selektif Yüzeyle Absorber
- Cu borulu kollektör
- Alüminyum Kasa
- Cam Yünü İzolasyon 40mm
- Alüminyum Taban Sacı



## Anti-reflective (Düşük yansıtıcı) cam

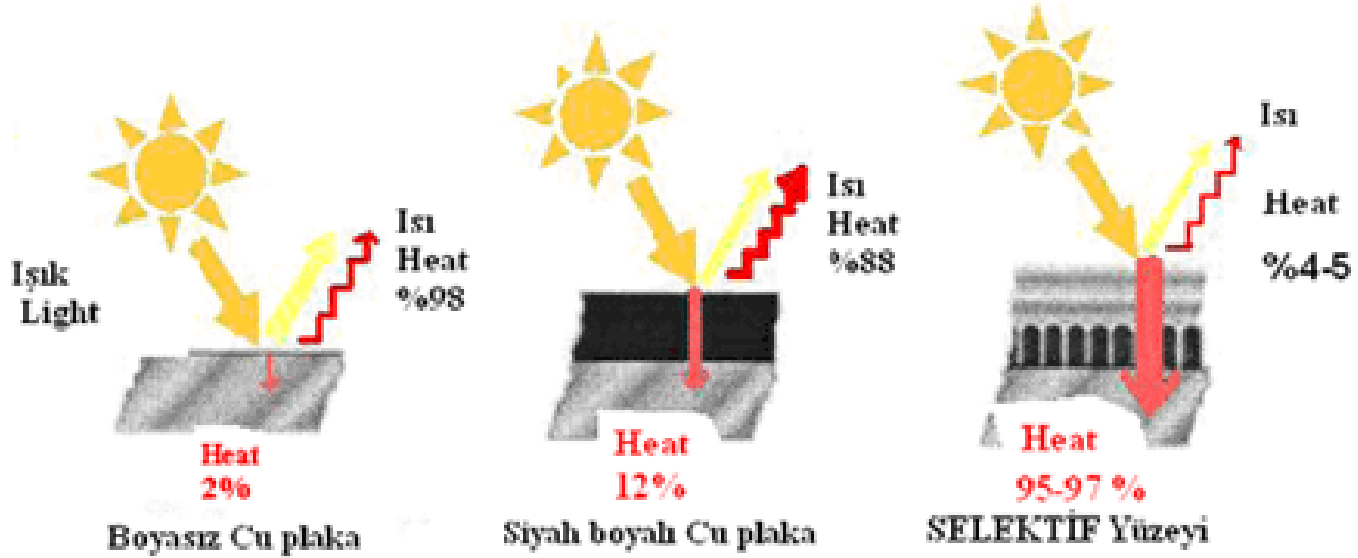


## Selective yüzey



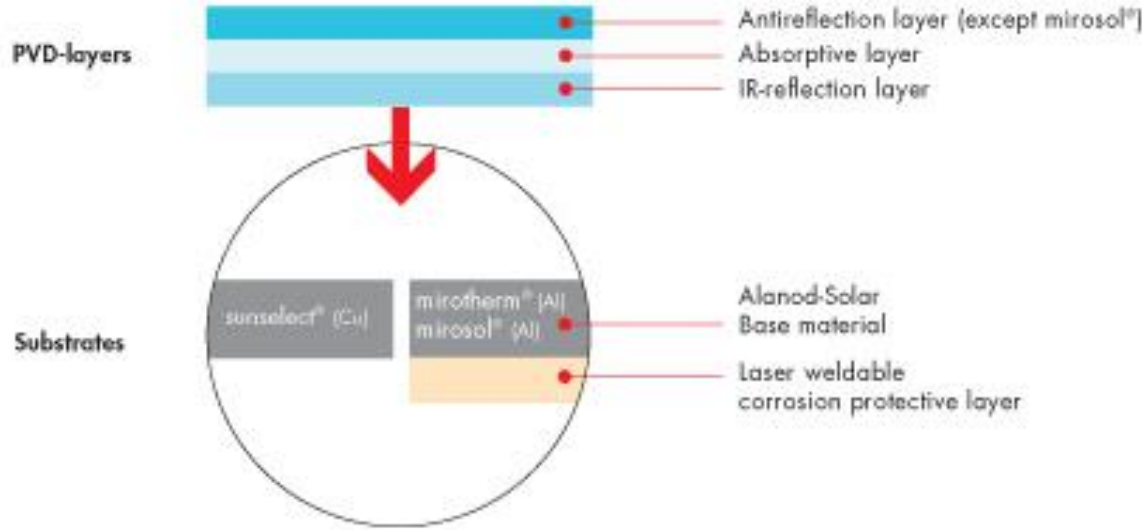
Seçici yüzey, kısa dalga boylu ( 0.2 – 2.5  $\mu\text{m}$  ) ışınımın tamamına yakınını tutan, uzun dalga boylu ( 2.5 – 50  $\mu\text{m}$  ) ışınımın geri yayılımını en aza indiren yüzeydir. Böylece, emici plakanın sıcaklığı daha fazla artırılarak, akışkana daha fazla ısı iletimi sağlanmış olur. Vaillant kolektörlerde absorbe değeri  $\alpha$ :% 95 ve yansıtma değeri  $\varepsilon$ :%5 dir.

## Selektif yüzeylerin karşılaştırılması



Selektif yüzeylerde istenen değerler yüksek ve yutma düşük yansıtma değerleridir..

# mirotherm® | mirosol® selektif yüzey kaplaması

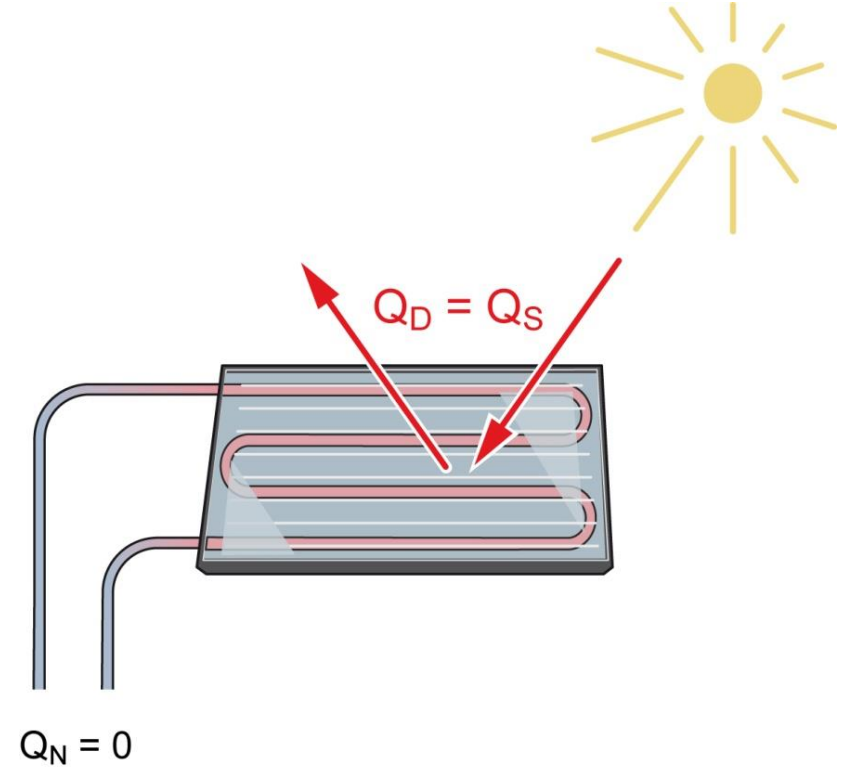


- Anodlaştırılan alüminyum baz üzerine Fiziksel Buhar Yatırma (PVD) tekniği kullanılarak,
- yüzeye çoklu katman seçici kaplama uygulanır. Yüksek kızılötesi (IR) yansımaya, düşük
- emisyona katsayısını mümkün kılmaktadır. Üst yüzeydeki oksit kaplama, son derece yüksek
- soğurma katsayısına ve dayanıklılık özelliğine sahiptir

## Stagnation (Durgunluk)

Stagnation sıcaklığı kollektörde ulaşılabilecek maksimum sıcaklığı tanımlar.

Eğer bir solar sistemde ısı kaybı olmazsa kollektördeki tüm enerji su sıcaklığını artırmak için kullanılacaktır. Enerji dış çevreye bir kayıp olarak atılana kadar sıcaklık artar.

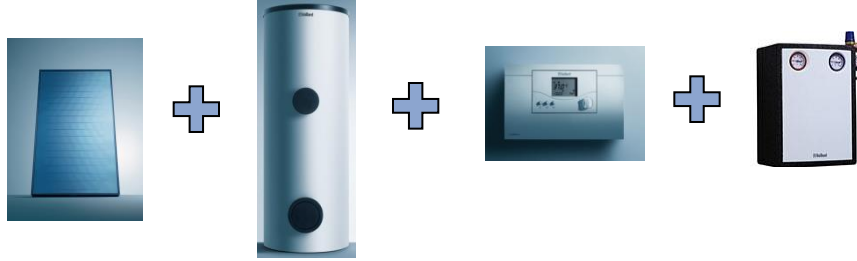


- |       |                          |
|-------|--------------------------|
| $Q_S$ | - Işınım Enerjisi        |
| $Q_D$ | - Stagnasyon enerjisi    |
| $Q_N$ | - Kullanılan faydalı ısı |

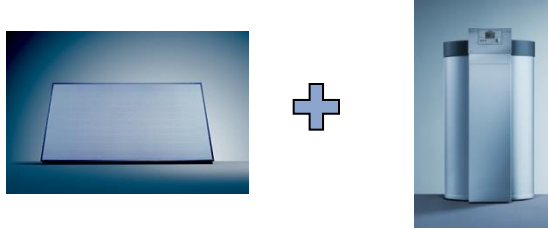


# Güneş Enerjisi Sistemleri

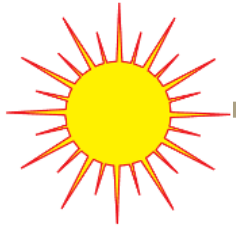
## Basıncılı Sistemler



## Drainback Sistemler

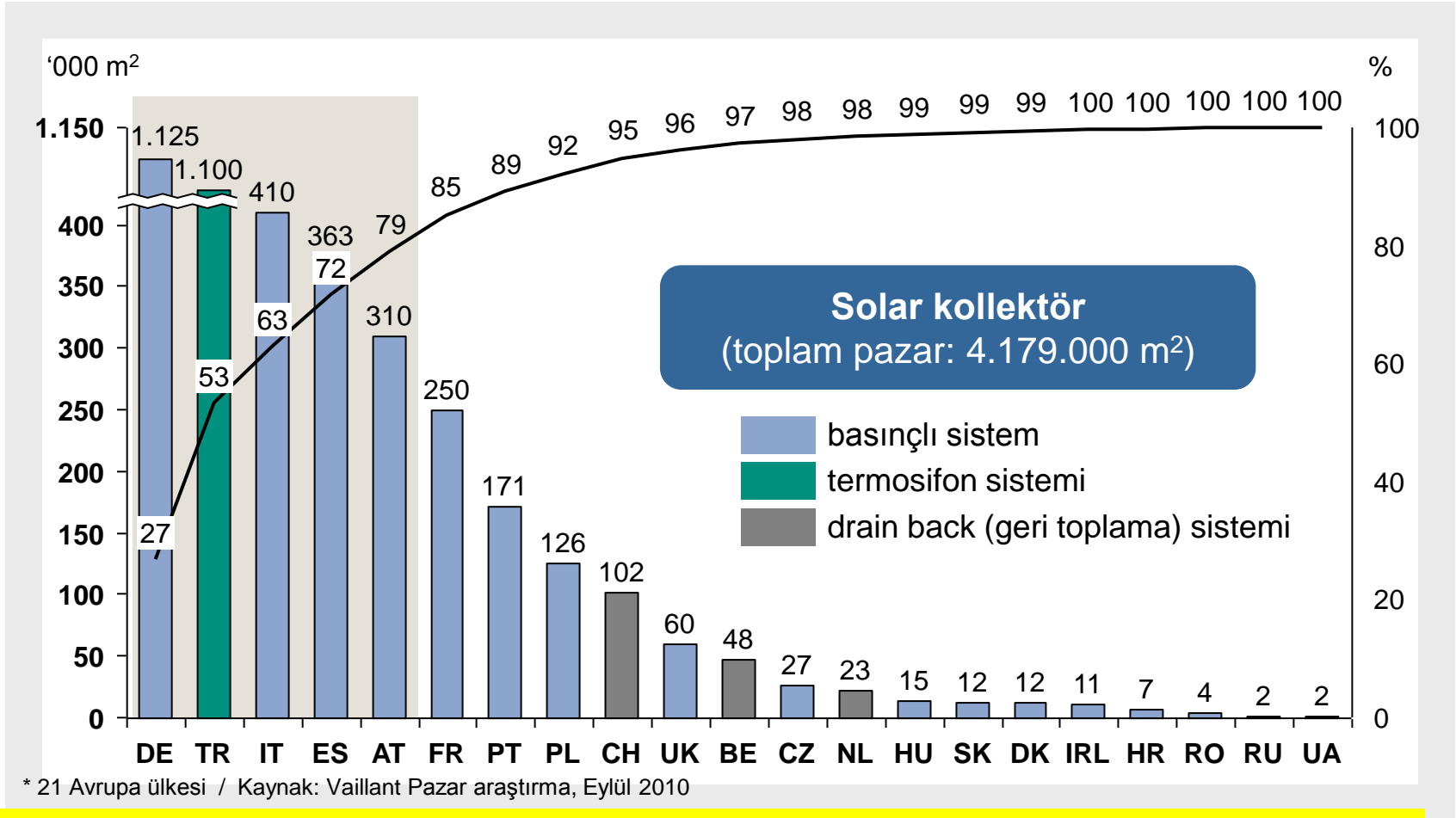


## Doğal sirkülasyonlu (Termosifon) sistemler



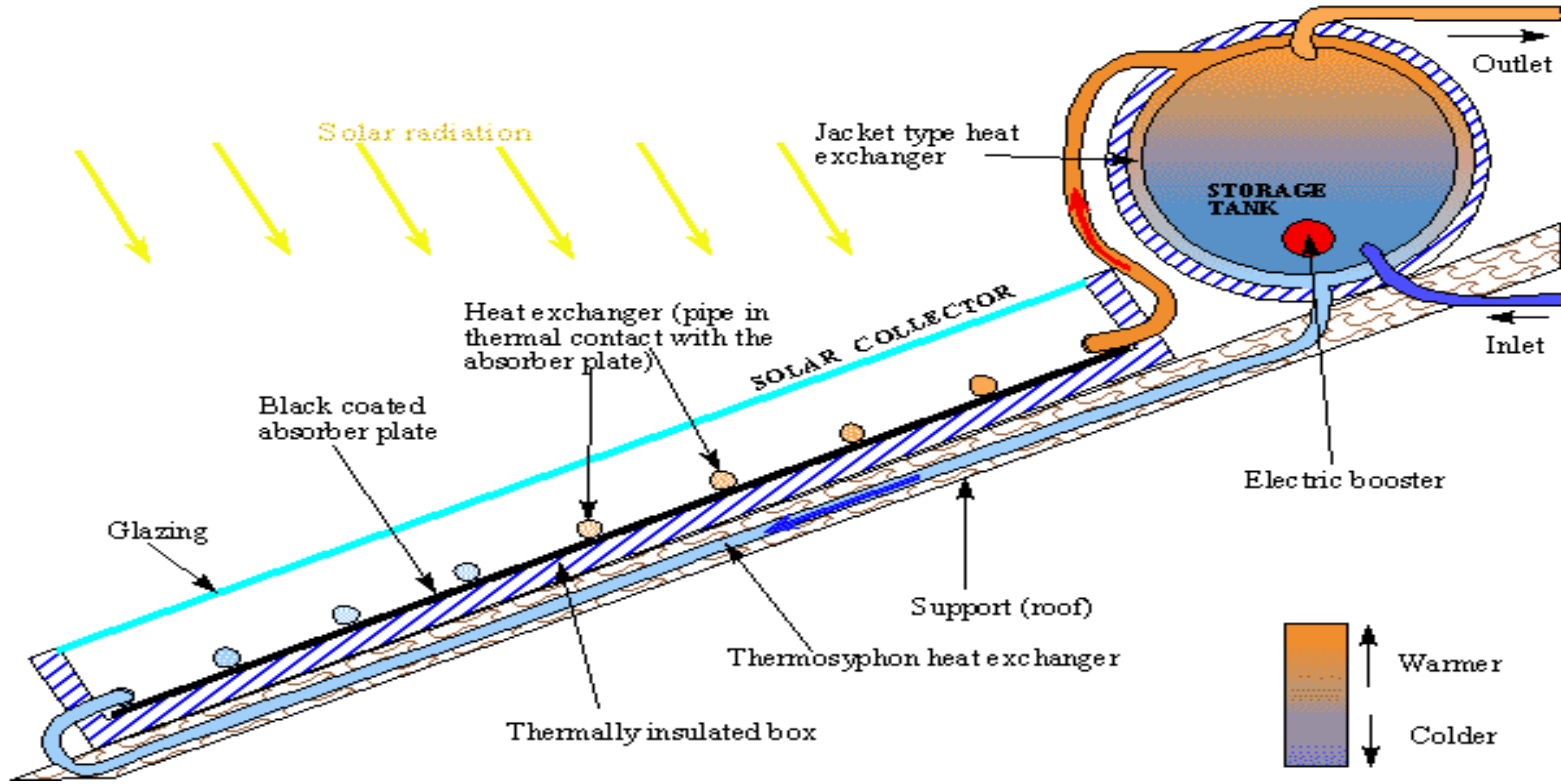
# Avrupa ülkelerinde solar kolektör kullanım oranlarının dağılımı

Ülke sıralaması pareto diyagramı 2009, '000 m<sup>2</sup> & %



**Avrupa'da düzlemsel solar kolektörlerin kullanım oranının %79'u 5 ülkeye dağılmış durumdadır.**

# Güneş Enerjisi Sistemleri



**Doğal Sirkülasyonlu Sistemler**, Akışkanın ilave bir pompa veya benzeri herhangi bir hareket mekanizması olmaksızın kolektör ile depo arasındaki sirkülasyonun kendiliğinden gerçekleşmesidir.

Isınan suyun yoğunluğu azalır ve sistemin üst kısmına doğru toplanmaya başlar. Soğuk, yani yoğunluğu yüksek olan su ise aşağıya doğru yönelerek sistemin alt kısmında toplanır. Doğal sirkülasyonun mantığında sıcaklık farklılığından kaynaklanan bu yoğunluk değişimi ile kendiliğinden oluşan harekettir. Bu hareket kolektör ile depo arasındaki ısı alışverişinin gerçekleşmesini sağlar.

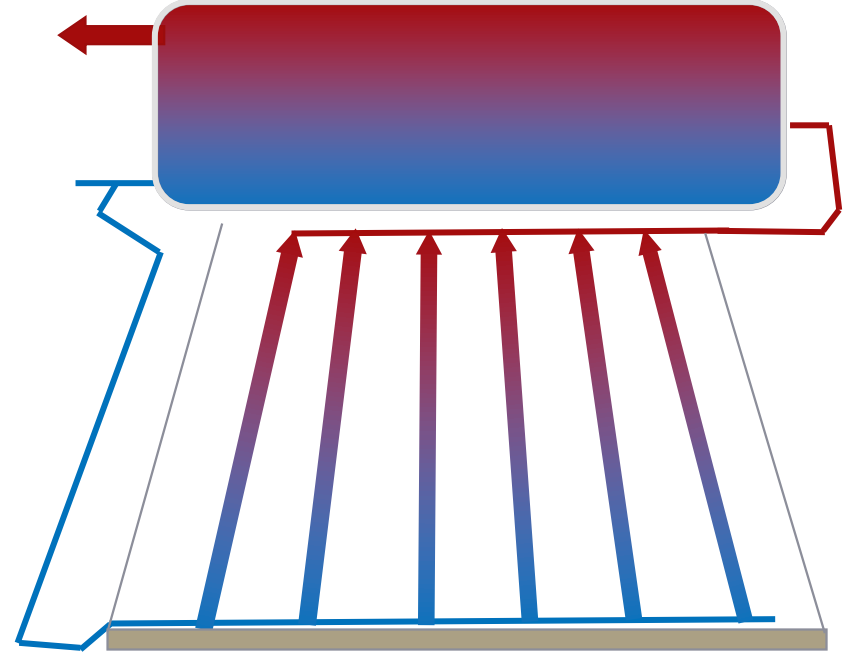
Doğal sirkülasyonlu sistemlerde ısı transfer akışkanı günde 8-10 defa depo ile kolektör arasında sirkülasyon eder.

## Açık Devre Doğal Sirkülasyonlu Sistemler

Açık devrede kullanım suyu kolektör içerisinde dolaşarak direkt olarak ısınır. Kapalı devrede olduğu gibi ilave bir ısı transfer akışkanına ihtiyaç yoktur.

Bu sistemler ilk kullanım günlerinde kapalı sistemlere nazaran daha yüksek sıcaklıklara ulaşırlar. Fakat zamanla güneş kolektörlerinin de oluşan kireçlenme verimi düşürerek ısınmayı engeller ve şebeke suyundaki kirece bağlı olarak belirli bir süre sonra delinmeler yaşanmaktadır.

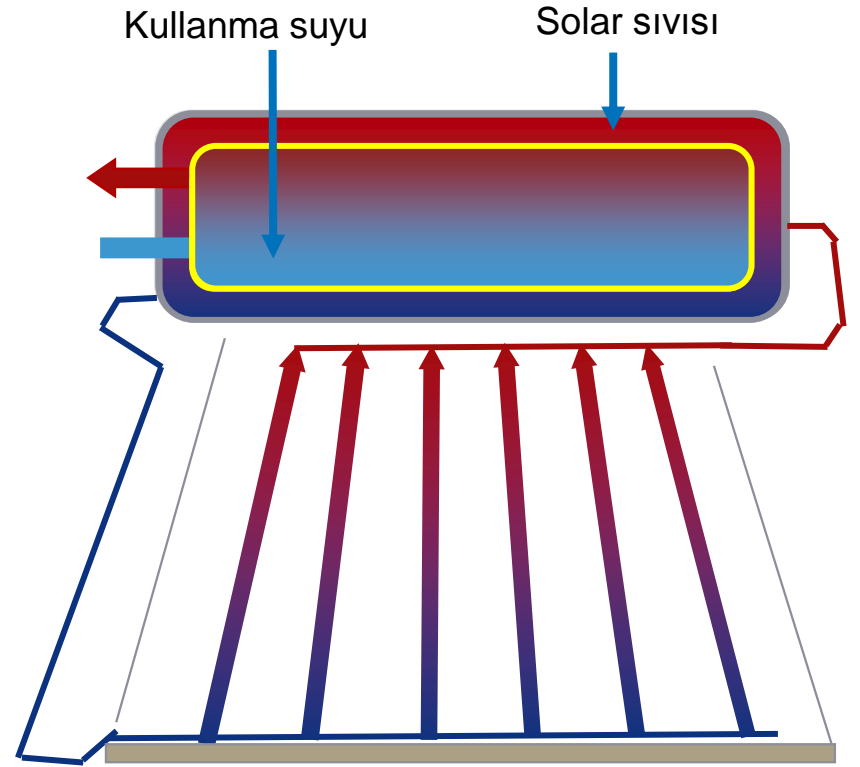
Bu sistemlerin dezavantajlarından biri dış ortam sıcaklığı  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'nin altına düşen bölgelerde dört mevsim kullanılamaz. Kış aylarında sistemdeki suyun mutlaka boşaltılması gerekir.



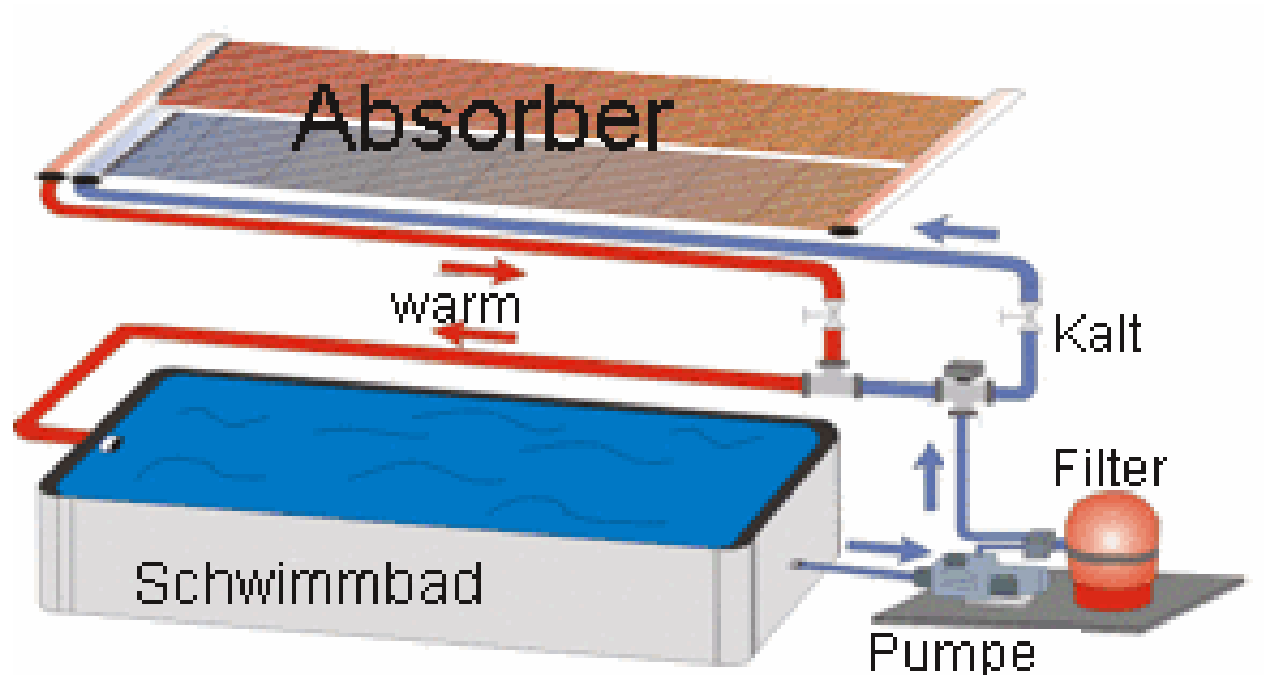
## Kapalı Devre Doğal Sirkülasyonlu Sistemler (antifrizli sistem)

Kapalı devre sistemlerde birbirinden bağımsız çalışan iki ayrı devre bulunmaktadır. Kolektör devresinde bulunan su (antifriz + su ) güneşten aldığı enerjiyi şehir şebekesinden gelen kullanım suyuna transfer eder.

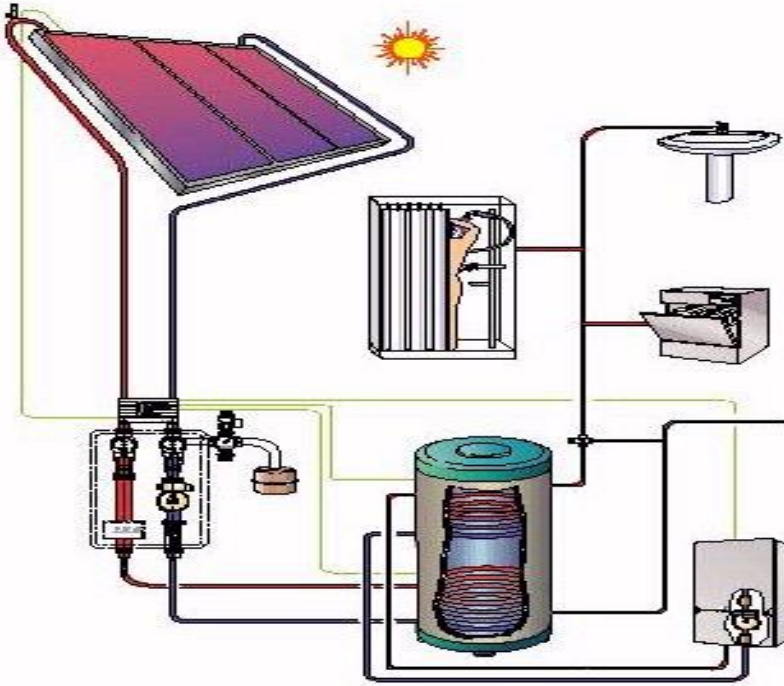
Kollektör devresindeki kapalı devrede bulunan akışkan, kış aylarında donma riskinin bulunduğu bölgelere bağlı uygun orandaki antifriz su karışımından oluşur.



## Havuz Isıtması



## Basıncı Sistemler

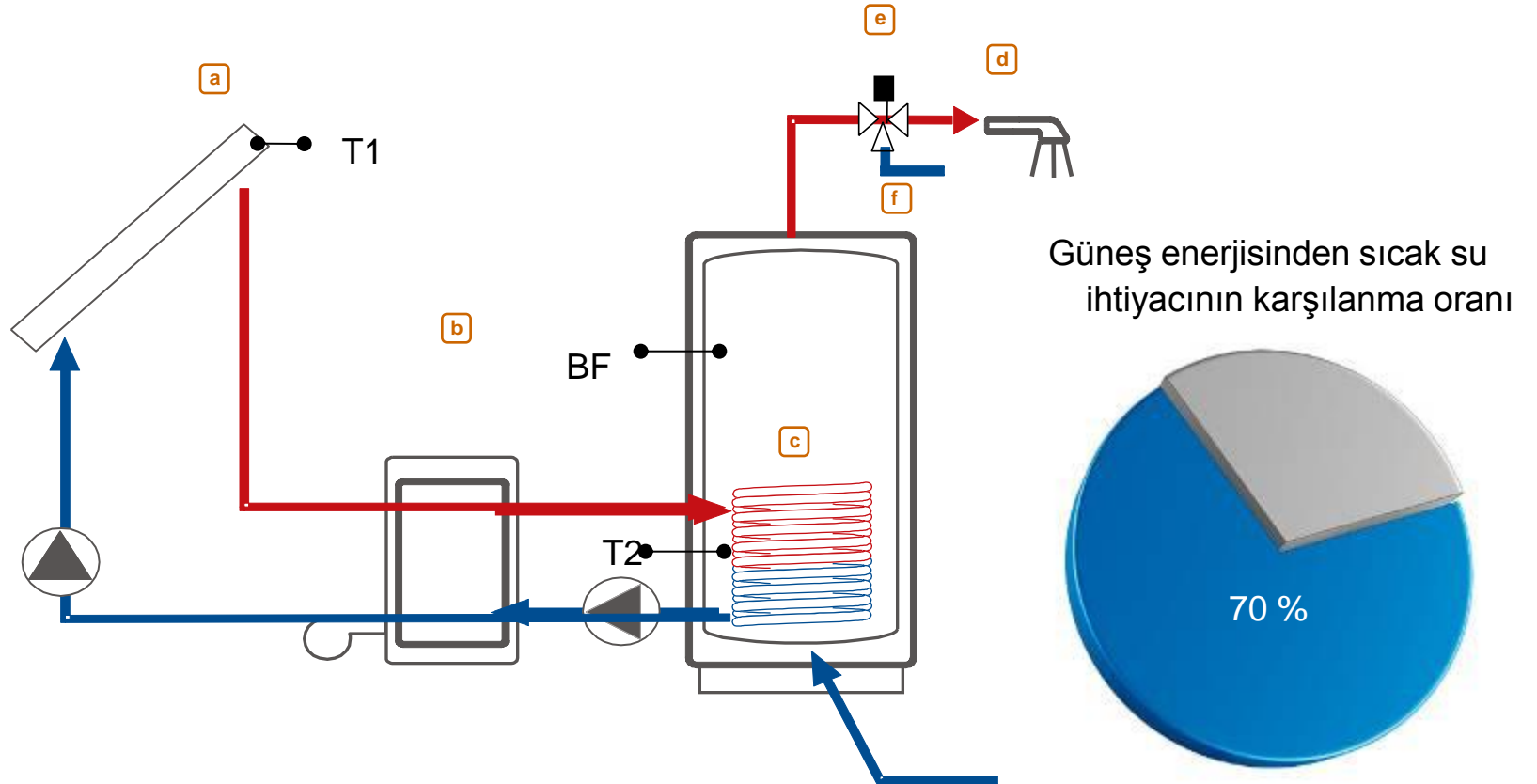


Bu tür sistemler ısı transferi akışkanının pompa ile dolaştırıldığı sistemlerdir.

Depo'nun yukarıda olma zorunluluğu yoktur.

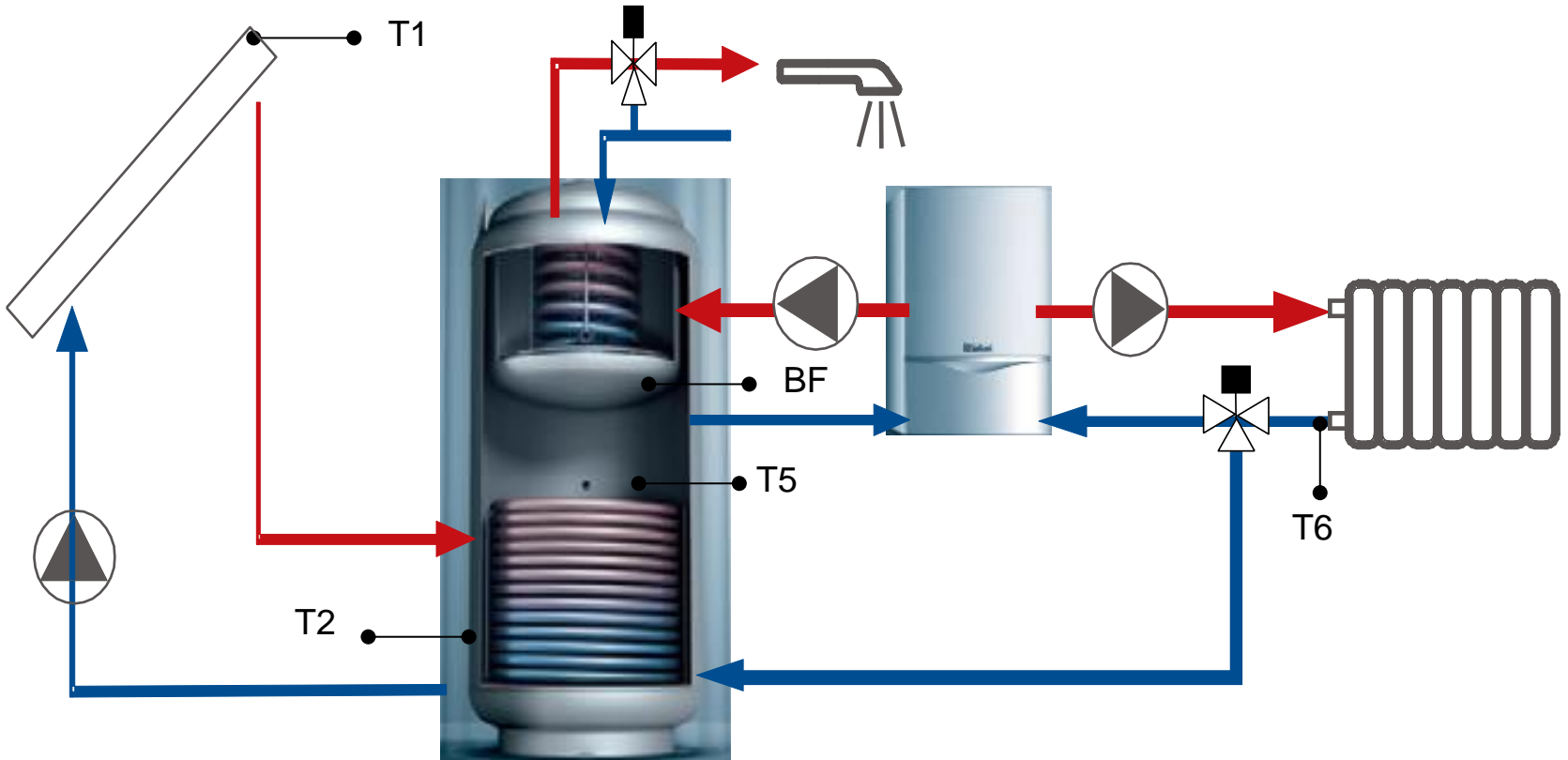
Depoda ve kollektör de bulunan sensörler arasındaki sıcaklık farkına göre çalışırlar.

## Basıncı Sistemler/Sıcak su hazırlama





## Basınçlı Sistemler/Sıcak su hazırlama ve ısıtmaya destek



## Drain- back paket sistemler



**Termosifon sistemler**

-Kolay montaj



**Solar destekli sıcak su hazırlama  
amaçlı standart sistemler**

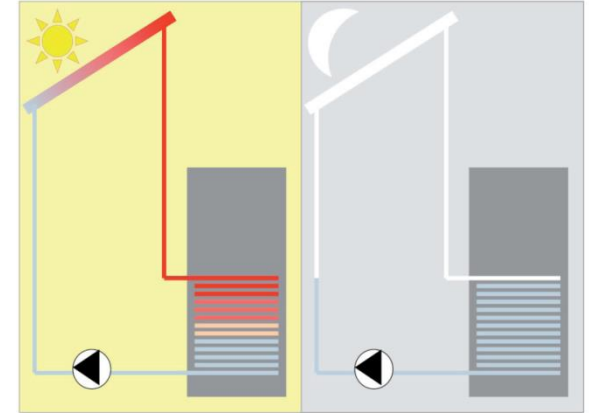
-Yüksek performans



**auroSTEP plus 1.150, 2.250 or 3.350**

## Kapalı devre bir drain – back sisteminin çalışması

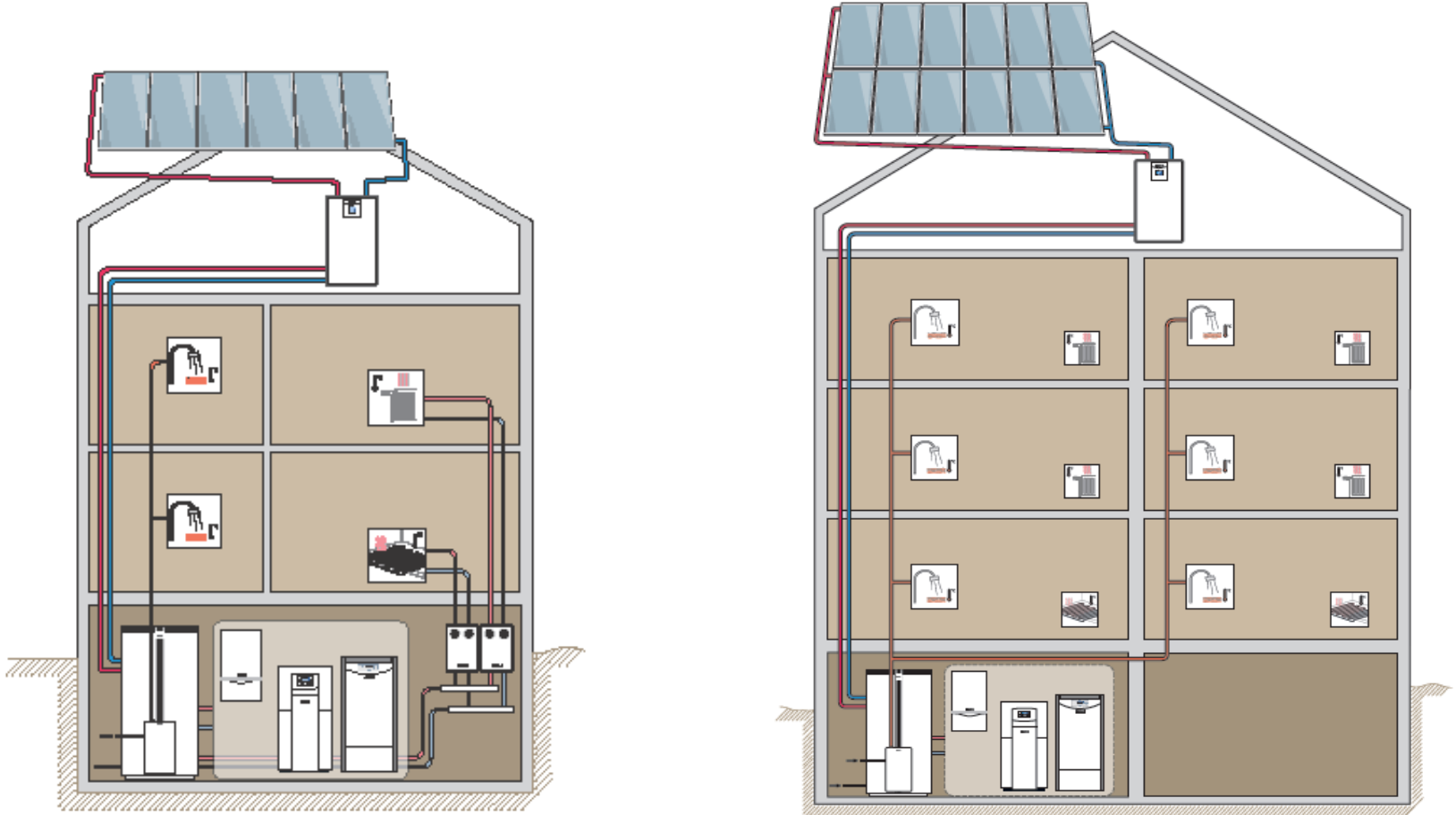
Solar devresinde, standart solar sistemlerden farklı olarak glykolün yanında hava da bulunmaktadır. Solar sıvısı saf su, propilenglykol ve koruyucu katkı maddelerinden oluşmaktadır. Solar devresinin içinde, sistem kapalı olduğunda sadece solar boyelerin içindeki eşanjörü dolduracak kadar solar sıvısı bulunmaktadır. Kolektör ve boru devrelerinin içinde hava bulunmaktadır. Solar devresi tamamen solar sıvısı ile dolu olmadığından devre üzerinden bir genişleme deposu kullanılmasına gerek yoktur. Devre içinde ısınan solar sıvısının hacim artışı karşılayabilecek yeterli hava bulunmaktadır



**Sistemin içinde havanın kalması zorunlu olduğundan solar devresi üzerine herhangi bir purjör takılmamalıdır**

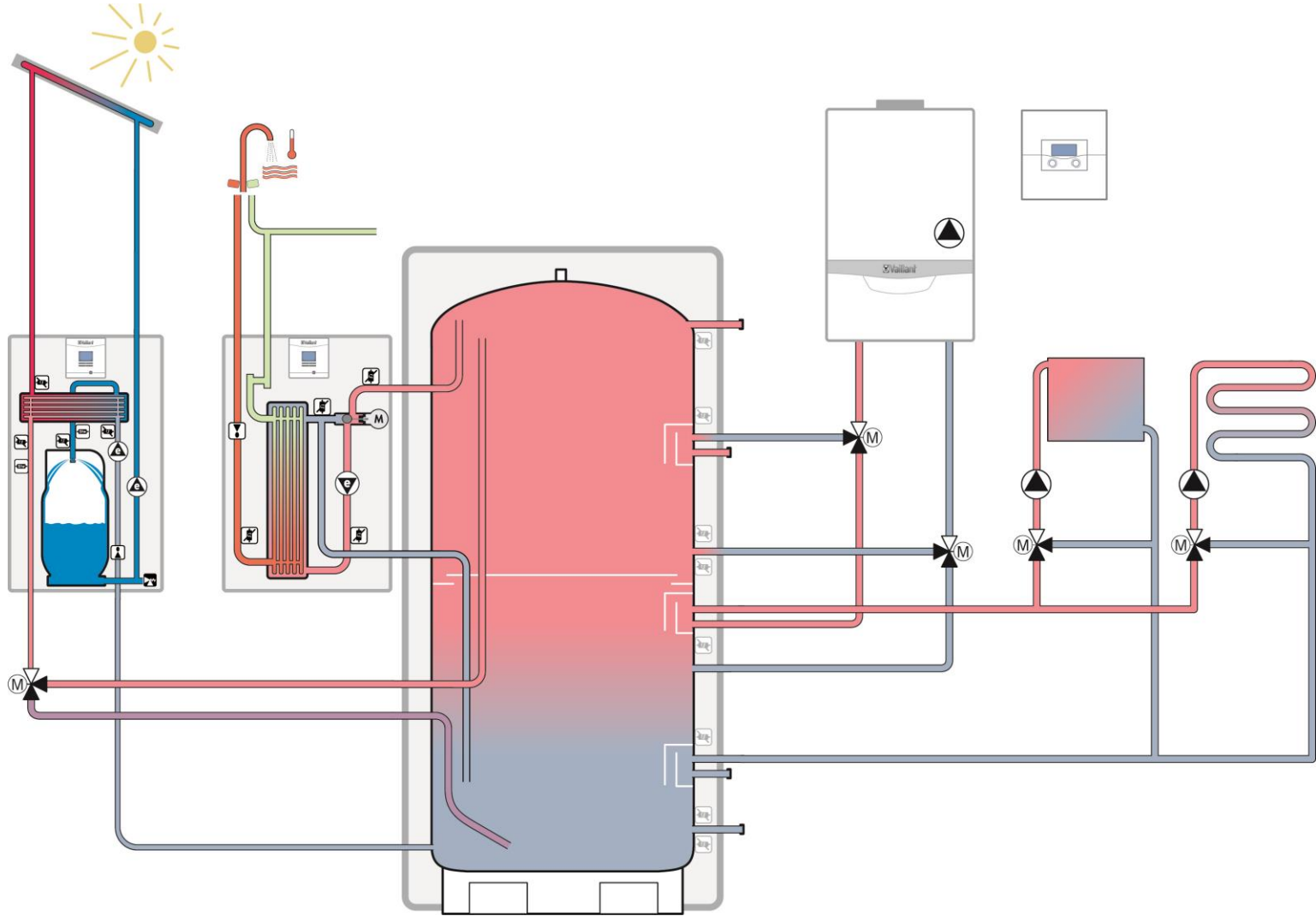


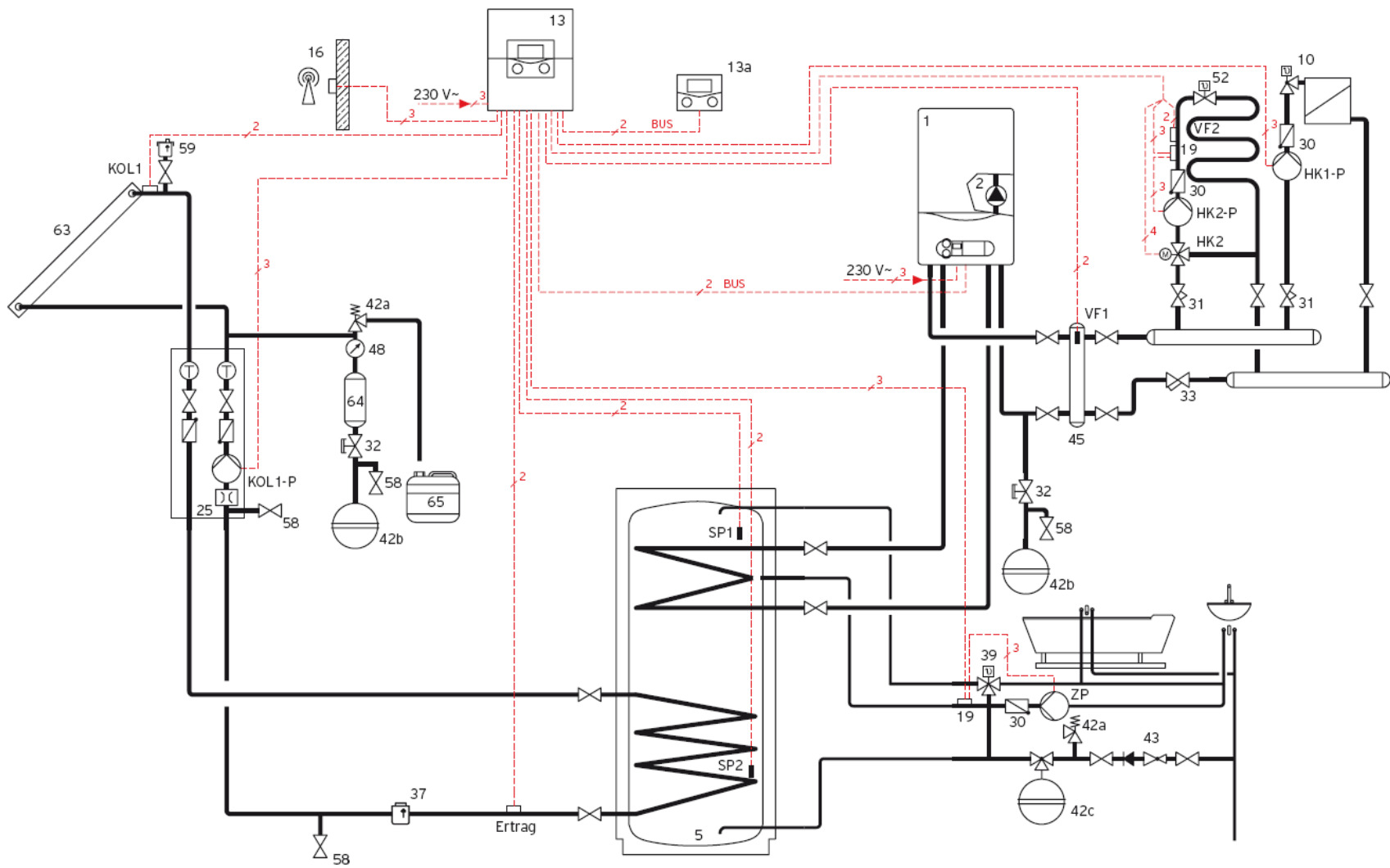
## Drain Back Sistemler

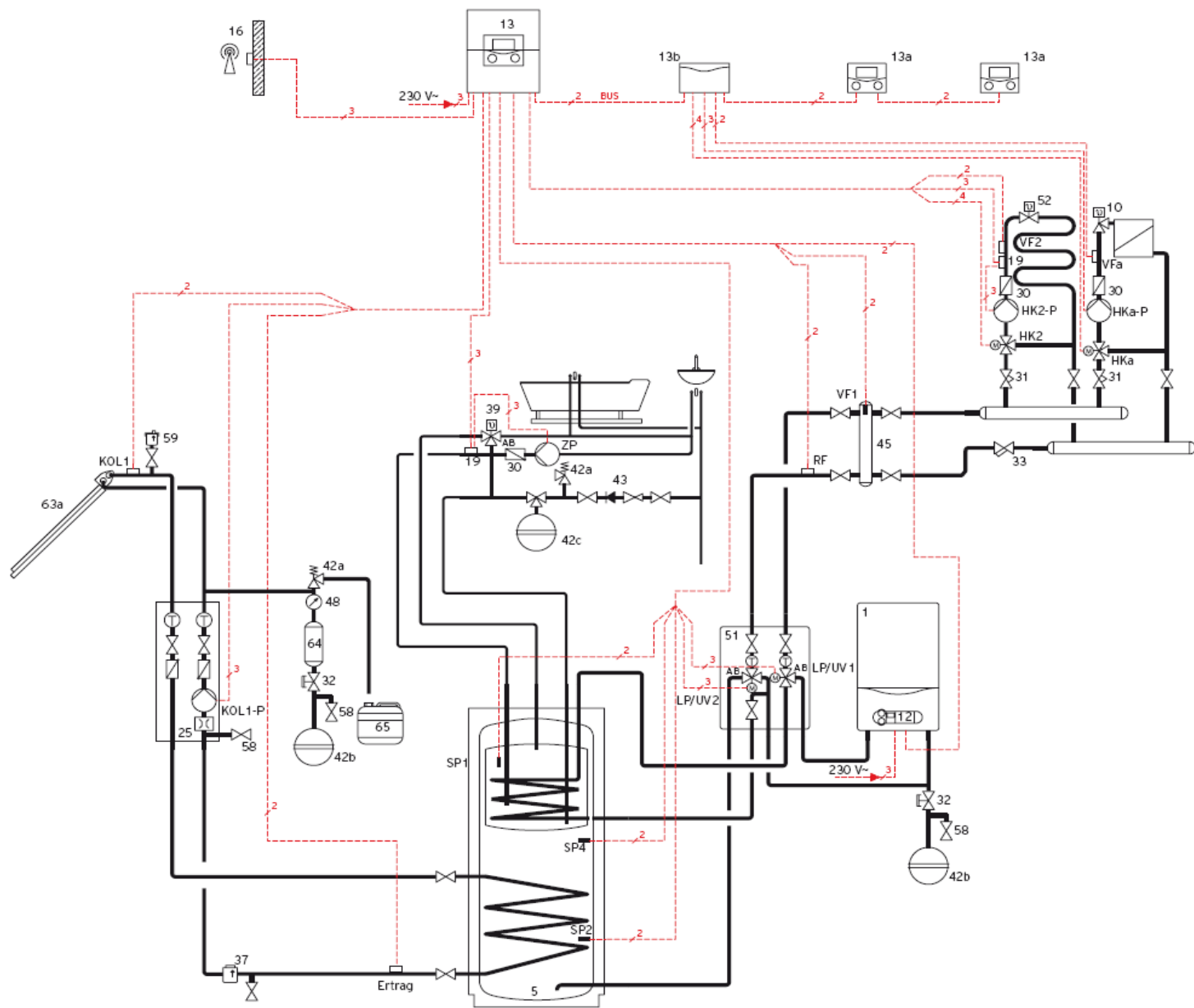


auroFLOW plus tek ve toplu yaşam yerleri uygulaması

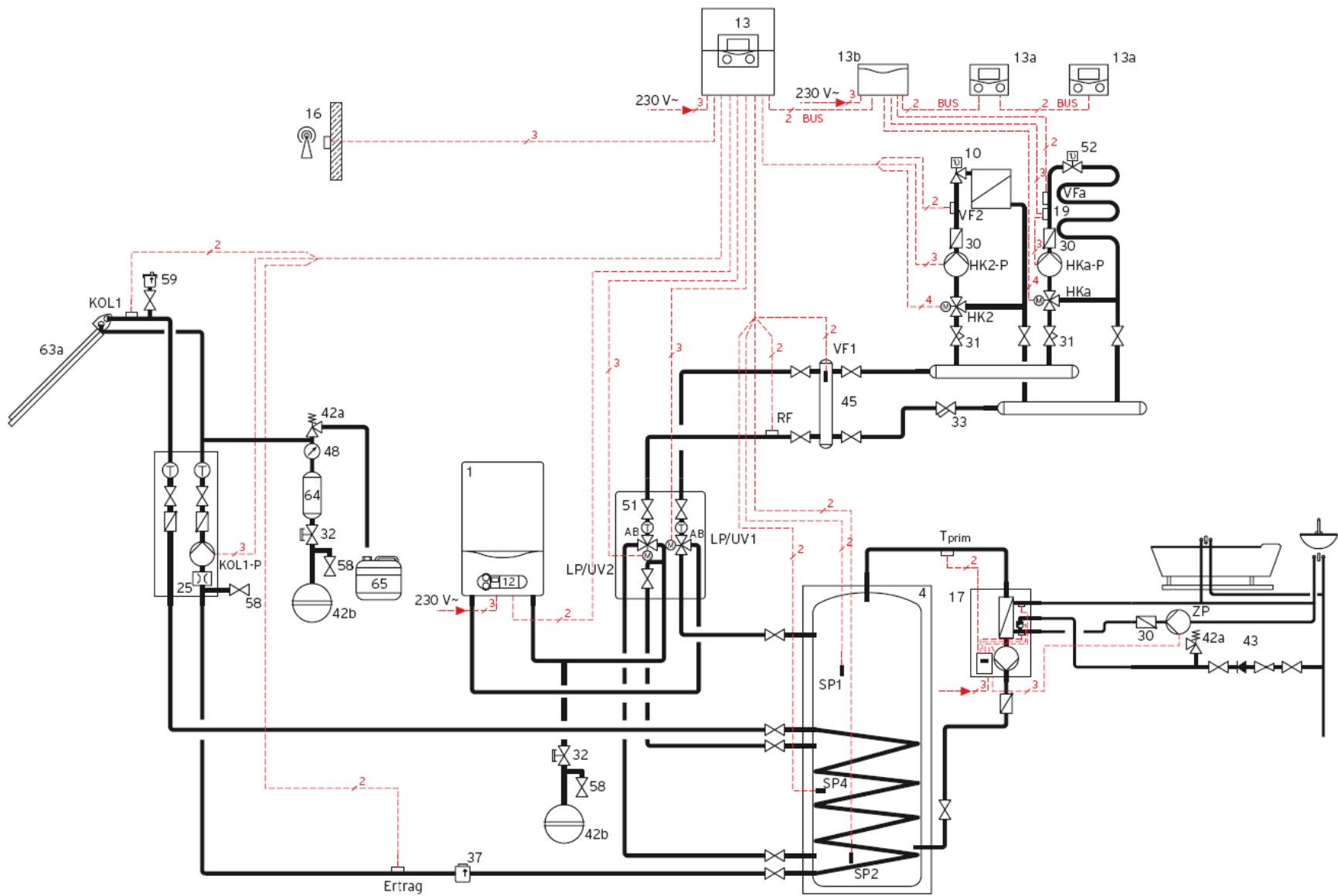
## Sıcak su bölgesi doldurma çalışma şeması



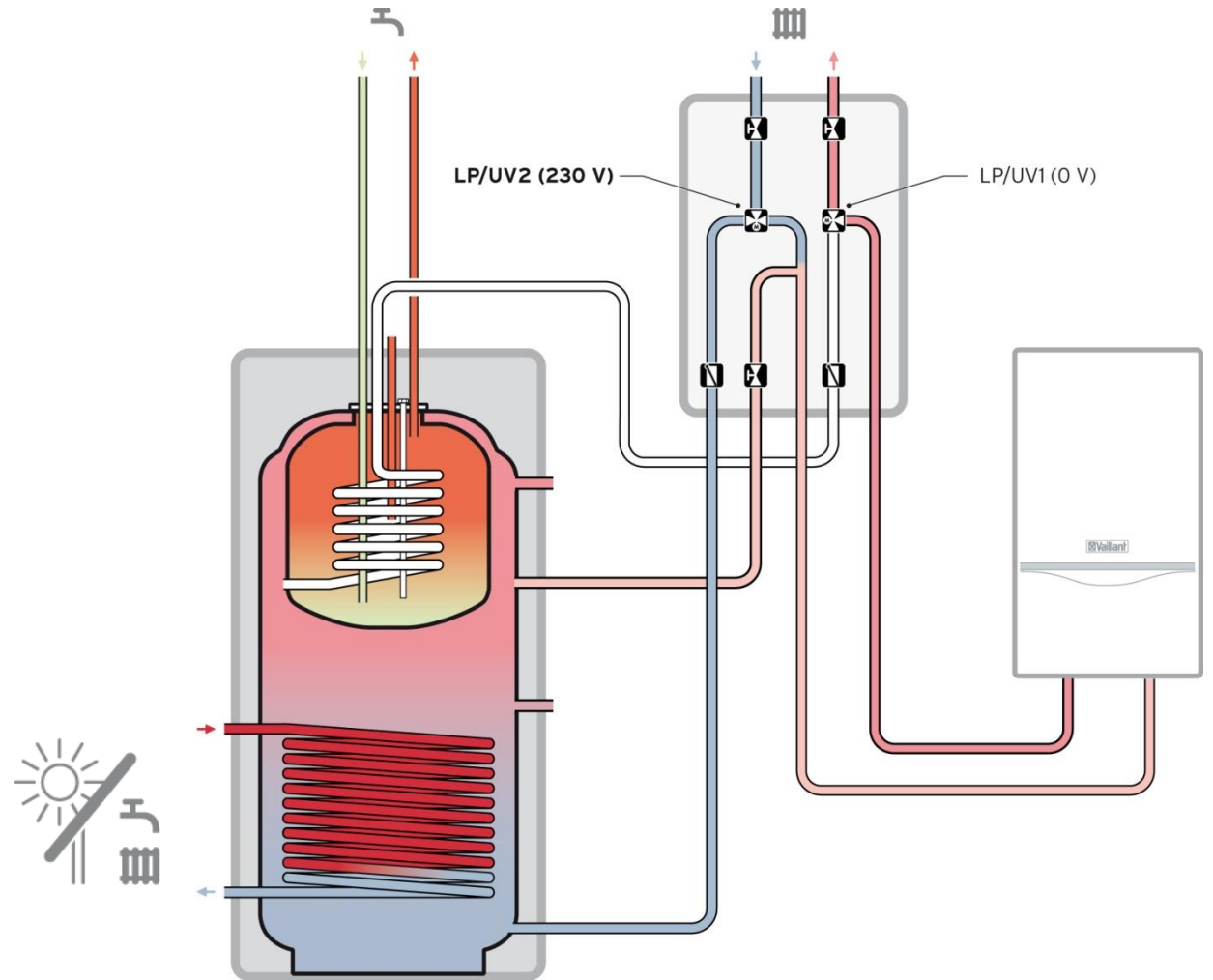




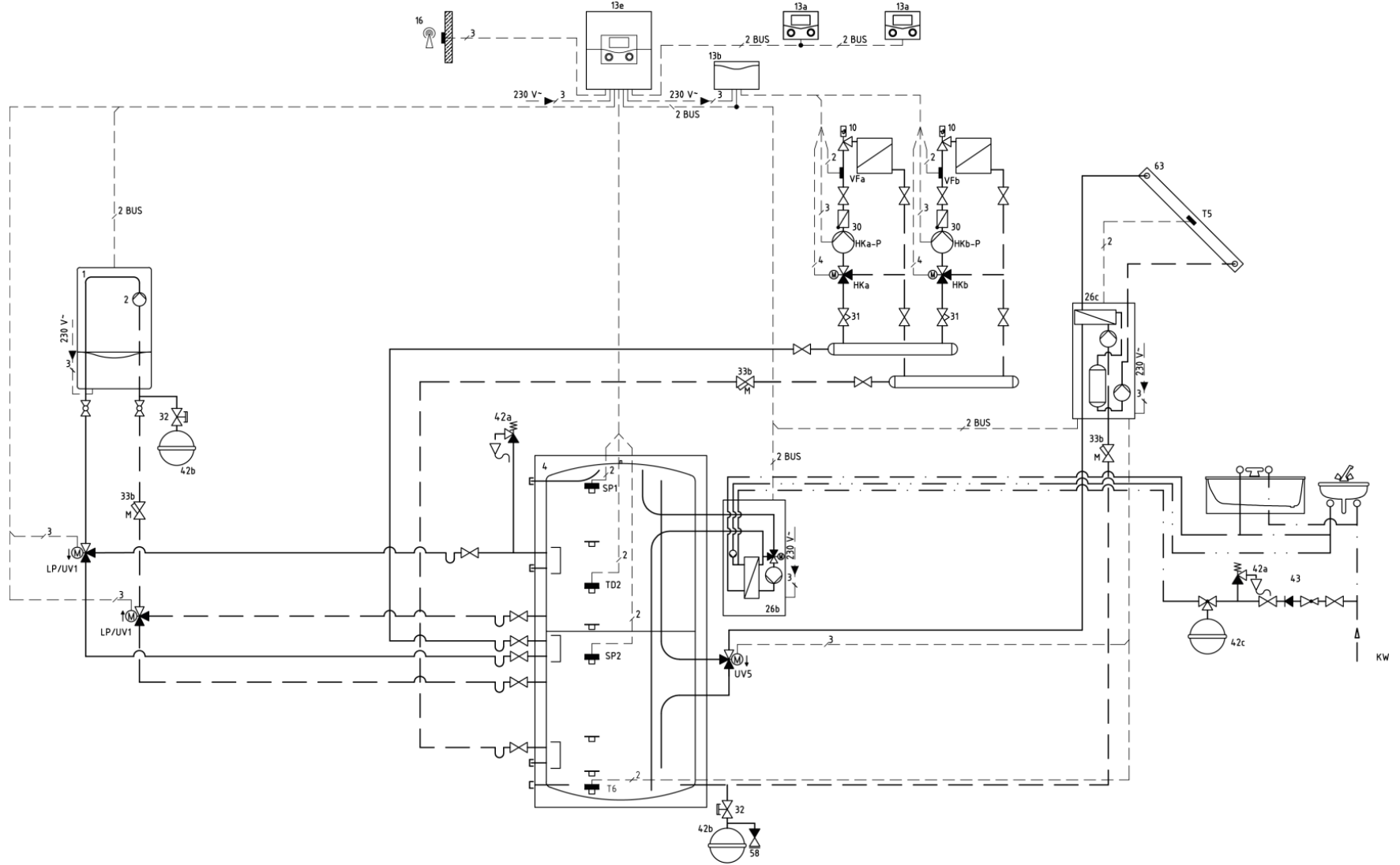




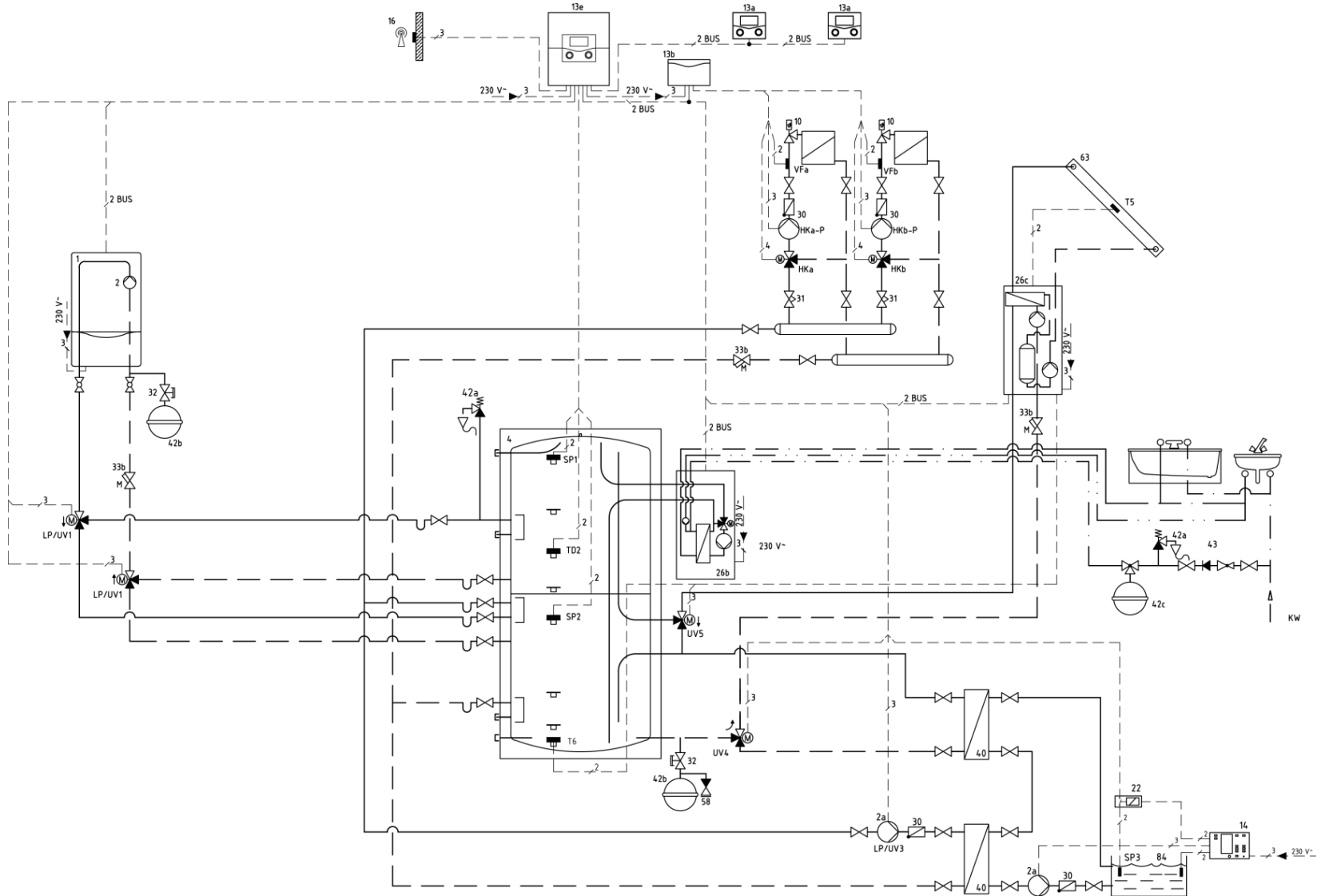
# Solar destekli mahal ısıtması sistemi



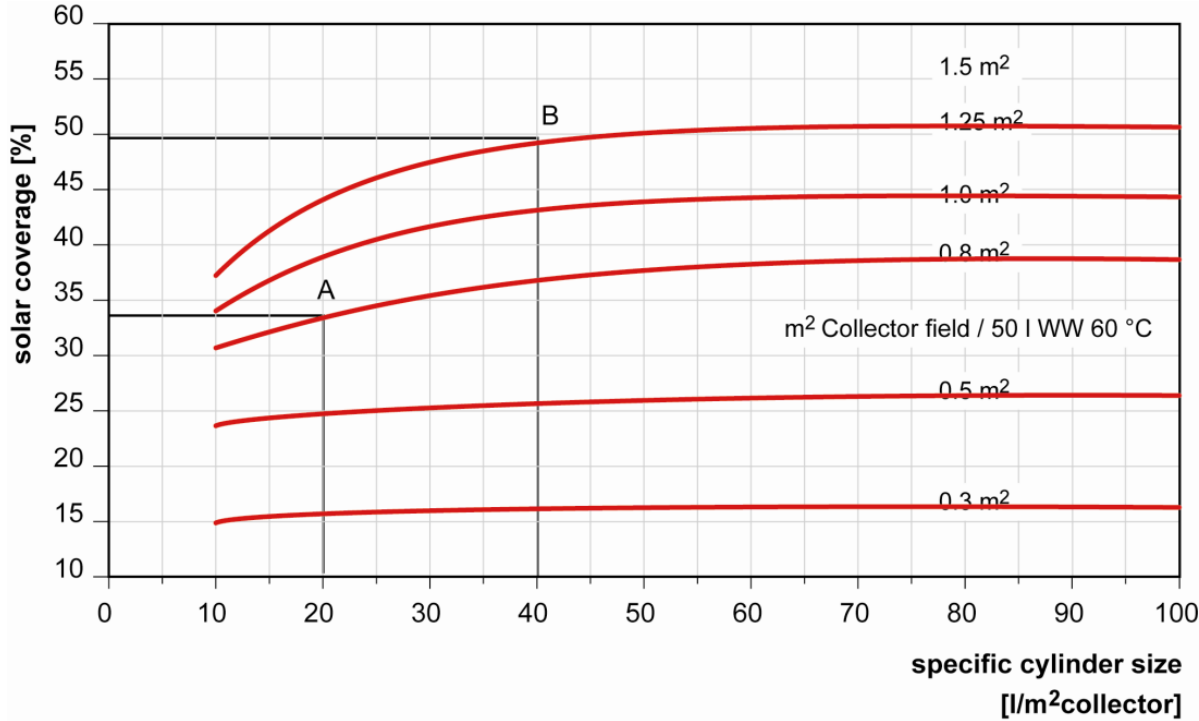
# Sistem Çizimi



# Sistem Çizimi



## Büyük sistemler de solar karşılama oranının boyler kapasitesine göre değişimi



Grafikte 50l /gün için değişik karşılama oranları verilmiştir

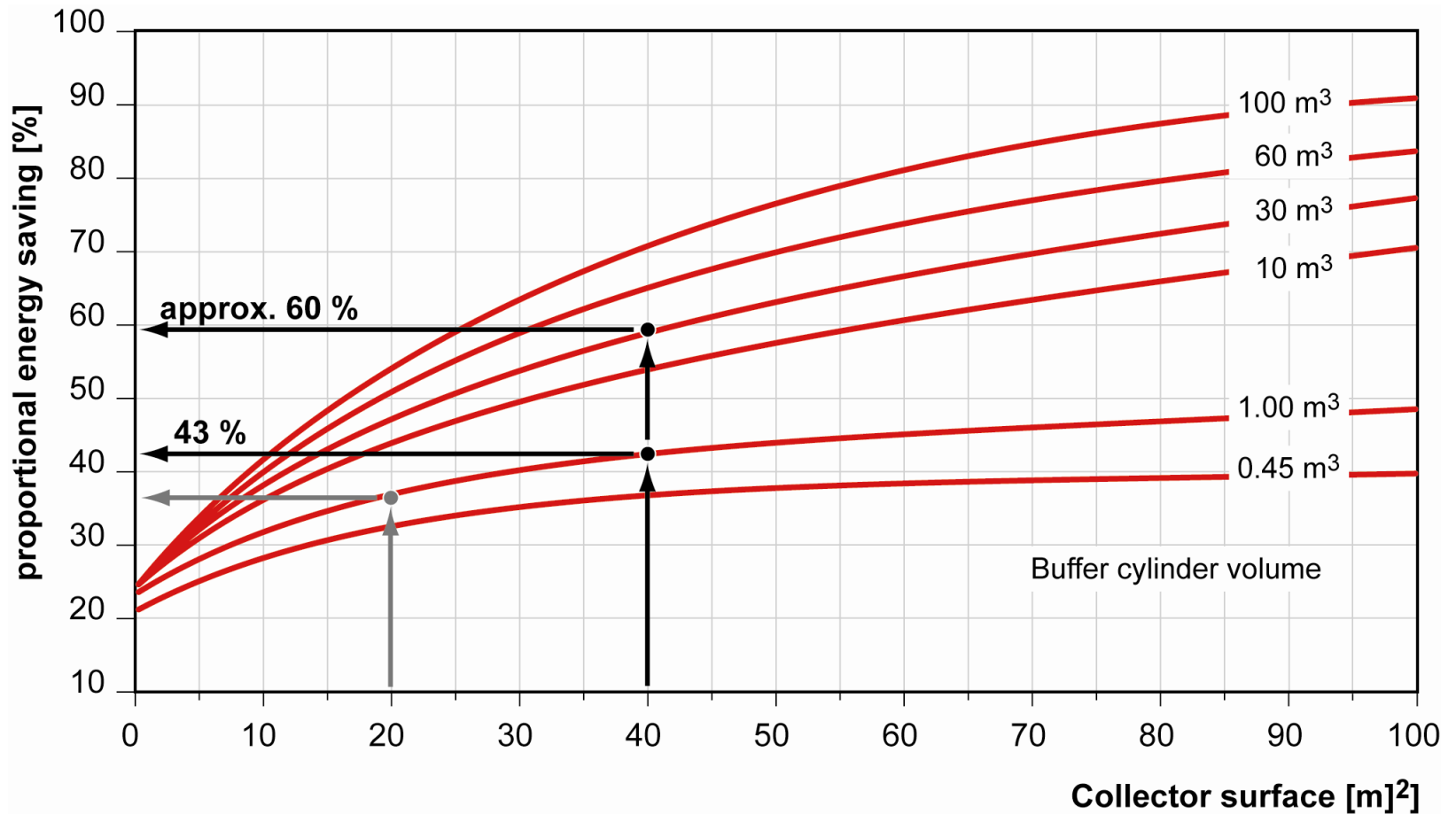
- A) Solar karşılama oranı %34 0.8m<sup>2</sup> kolektör yüzeyi /50l sıcak su  
Her 1m<sup>2</sup> kolektör yüzeyi için 20 l boyler hacmi
- B) Solar karşılama oranı %50 1.25m<sup>2</sup> kolektör yüzeyi /50l sıcak su  
Her 1m<sup>2</sup> kolektör yüzeyi için 40 l boyler hacmi

**Örnek :Sıcak su tüketimi 10.000l/gün**

Solar karşılama oranı %34 160m<sup>2</sup> kolektör yüzeyi 3200l boyler

Solar karşılama %50 250m<sup>2</sup> kolektör yüzeyi 10000l boyler

## Kolektör ölçüsüne ve boiler hacmine bağlı olarak enerji tasarrufu



## Sistem elemanları

### Güneş Kolektörleri



### Solar Boylerler



**Çift serpantinli Boylerler**  
300-400-500 lt



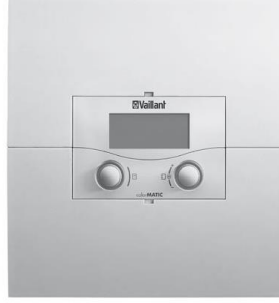
**Tank in Tank Boyler**  
700 -1000 lt



**Akümülayon Tankı**  
500-750 -1000 lt

## Sistem elemanları

### Solar Kontrol Panelleri



### Solar Sistem Elemanları



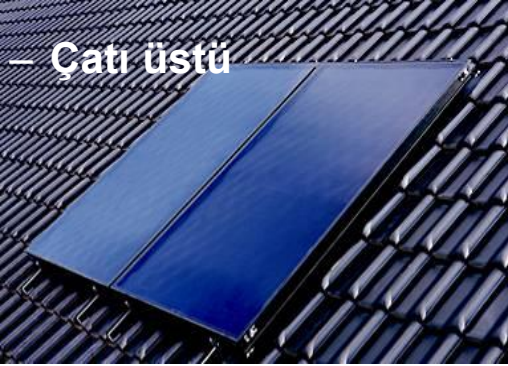
**Su İstasyonları**  
25l/dak.-40 lt/dak.

**Solar İstasyon**  
6l/dak.-22 lt/dak.

**Hidrolik Blok**



## Montaj Sistemleri

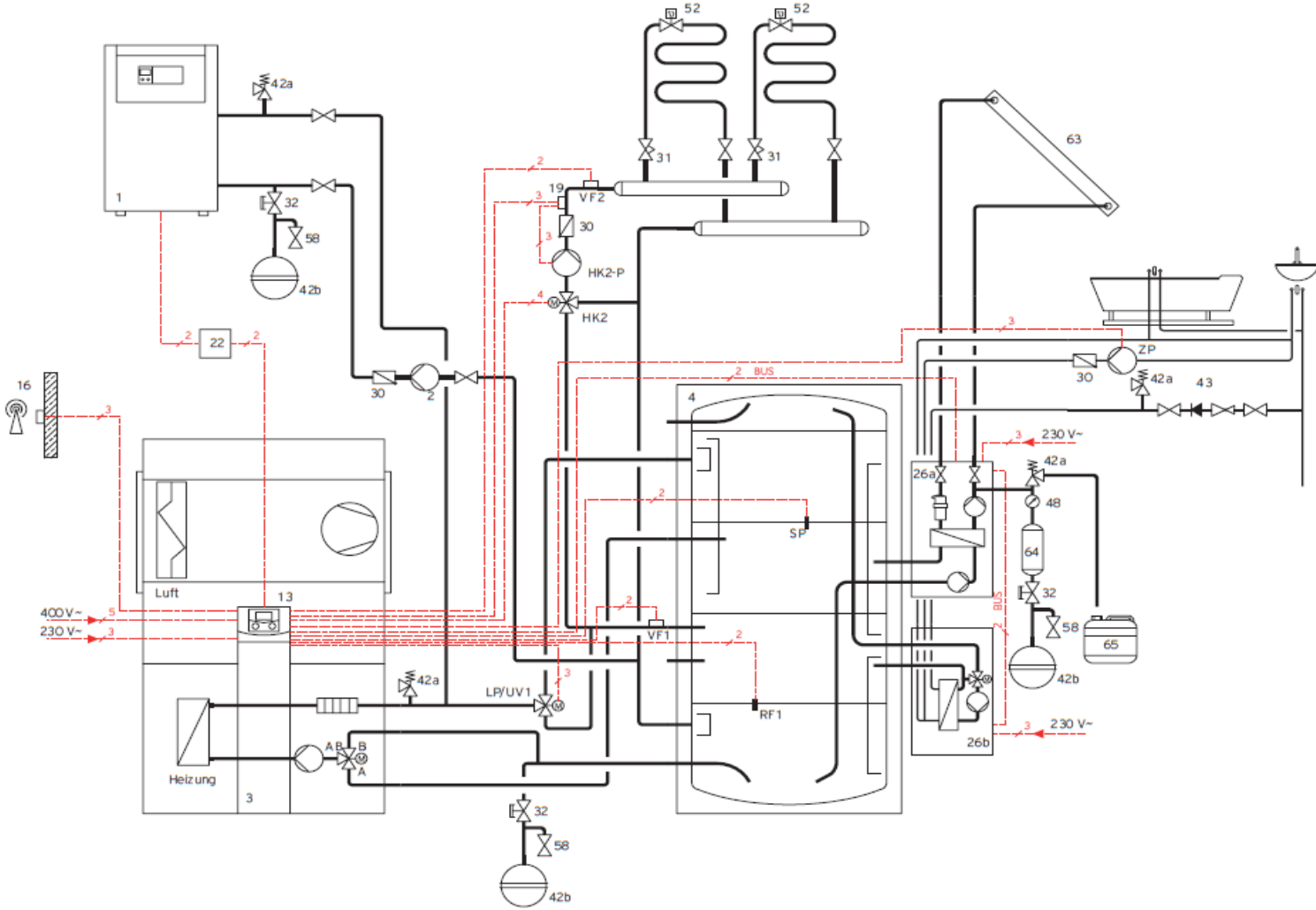


–Vaillant Kolektörler farklı montaj şekillerinde uygulanabilmektedir.

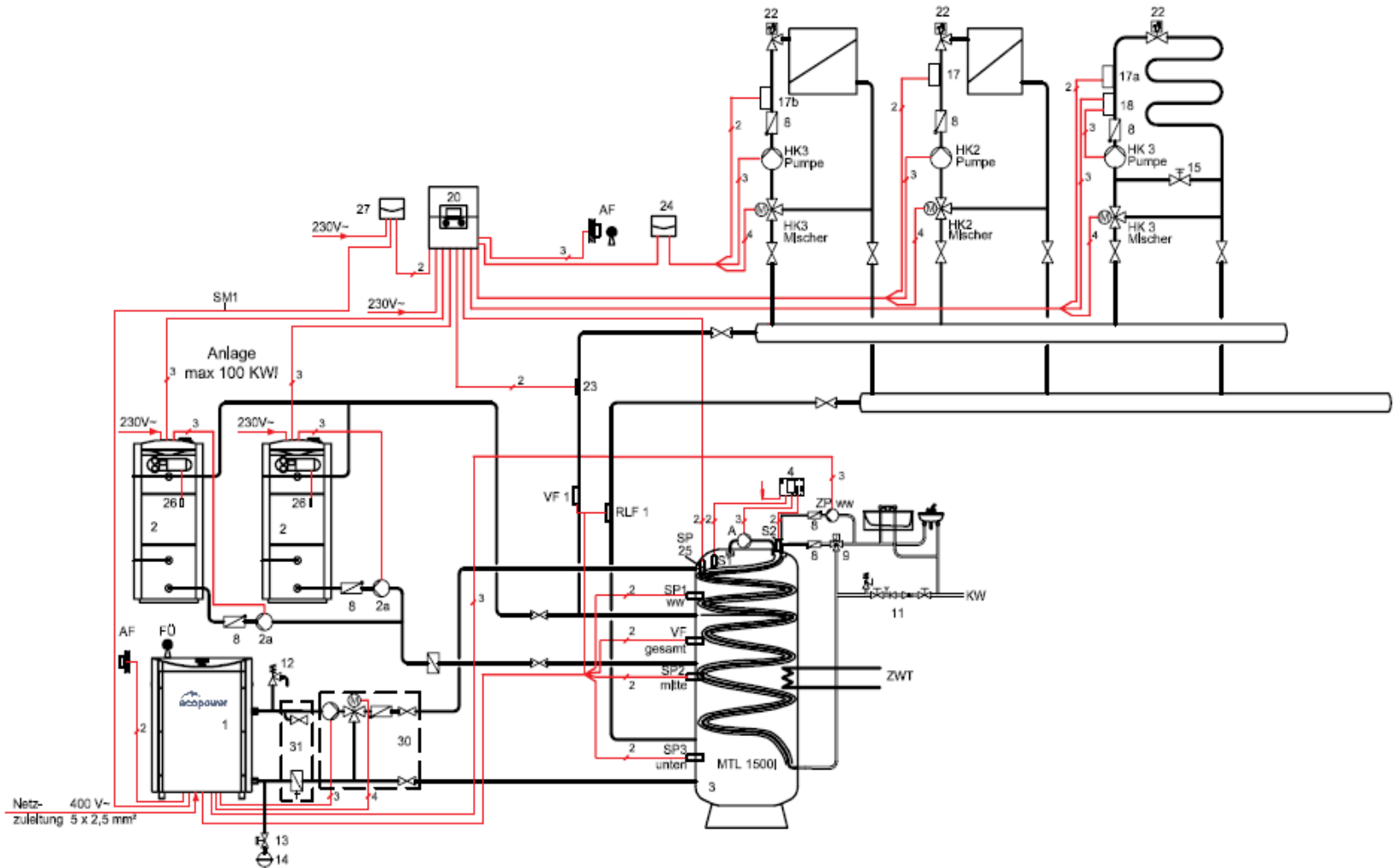


# Hibrit Sistemler

# Hibrit Sistemler : HP + Solar + Yoğuşmalı Kazan

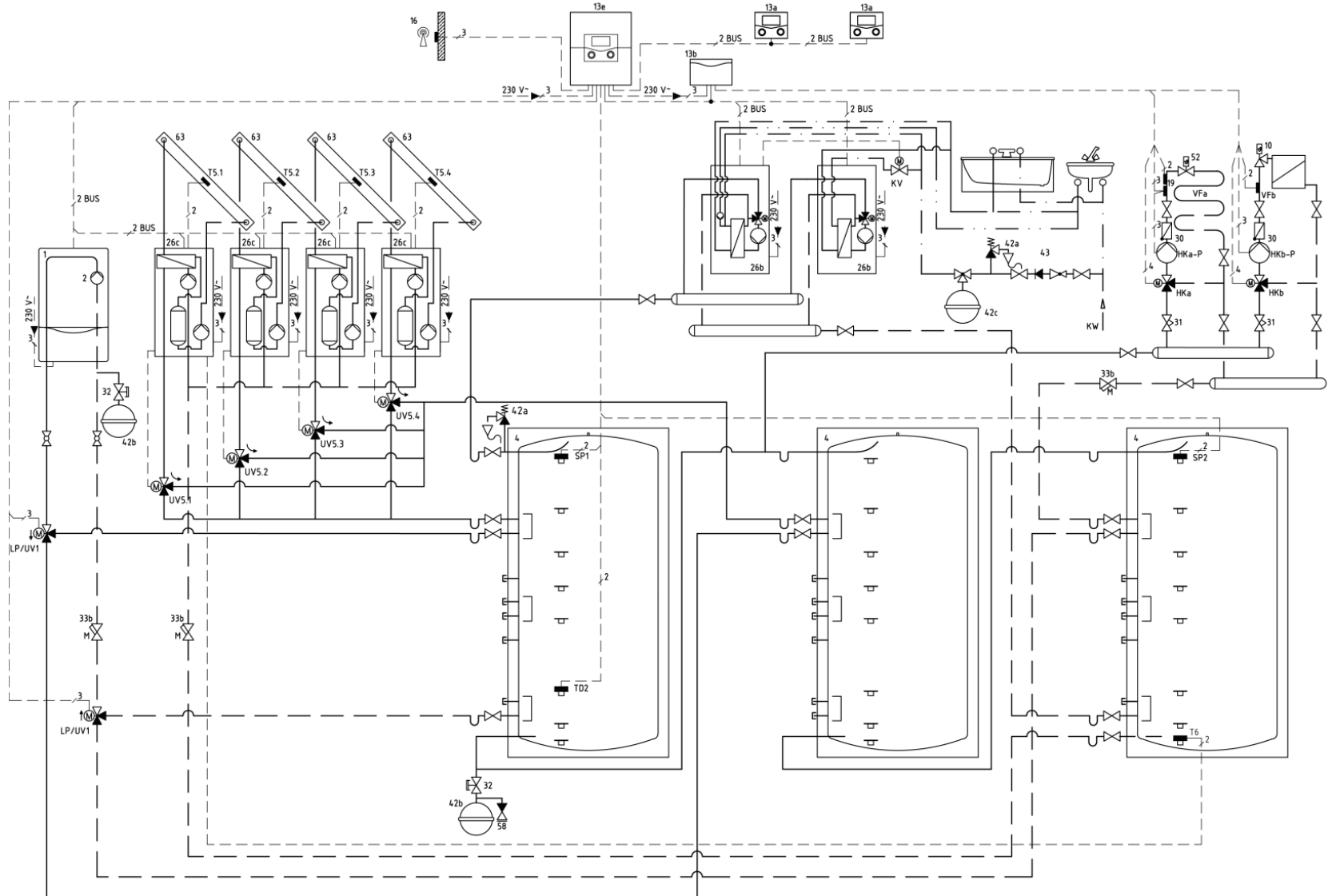


# Hibrit Sistemler : mCHP + Yoğuşmalı Kazan

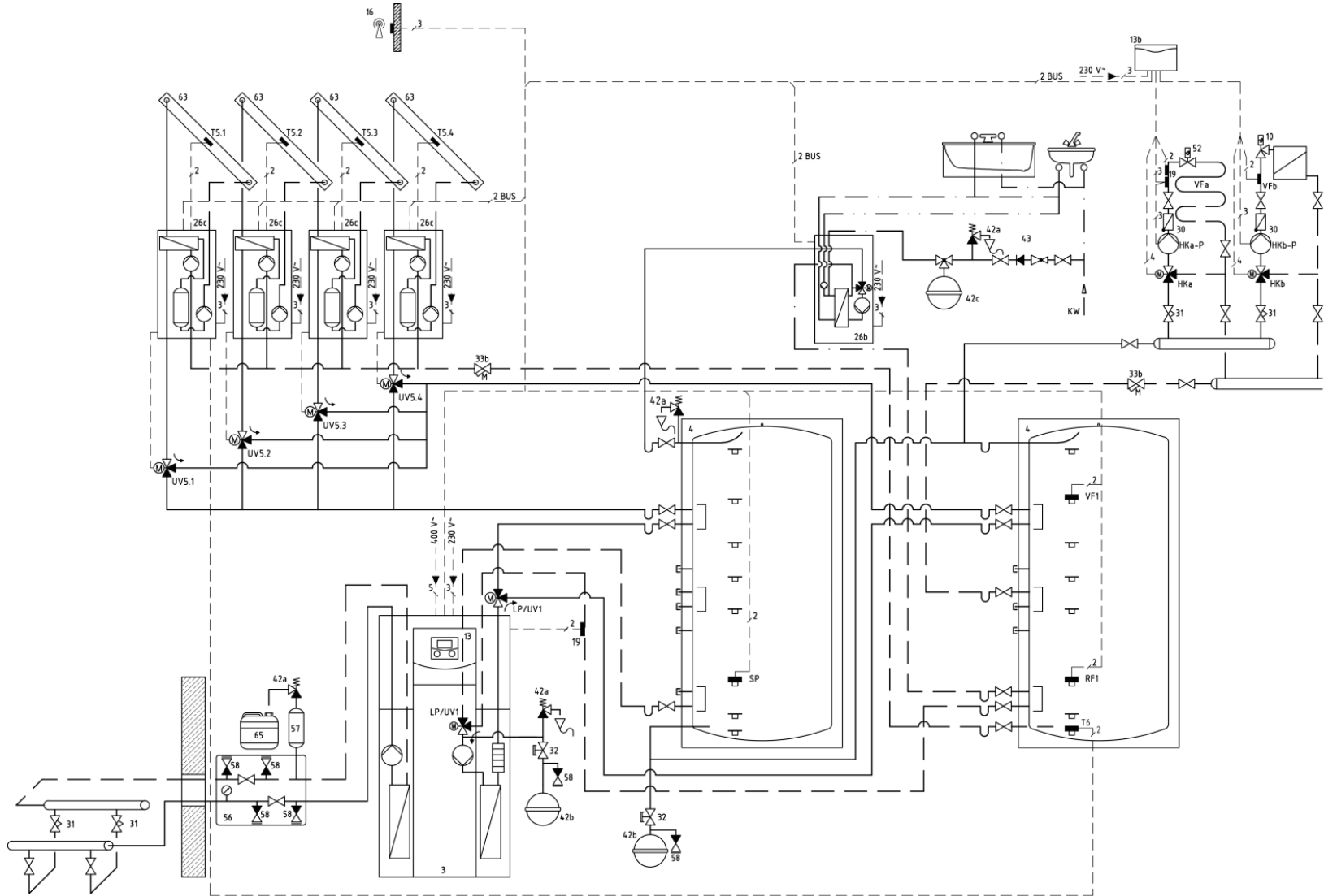




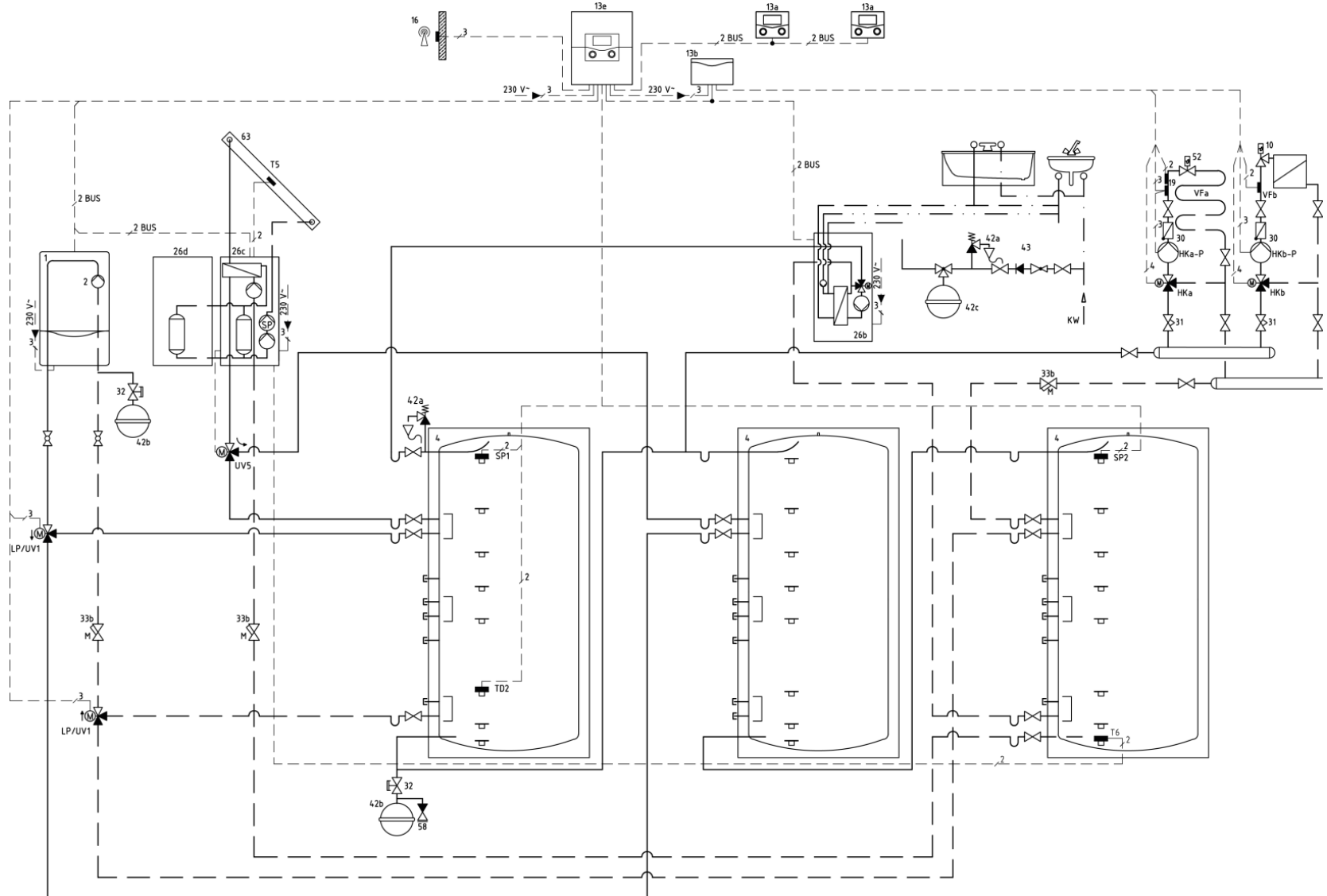
# Sistem Çizimi



# Sistem Çizimi



# Sistem Çizimi







## *İlginiz için teşekkür ederiz*

