

# GÜNEŞ ENERJİSİ VE ÜLKEMİZDE KULLANILMA OLANAKLARI

M.T.A. Enstitüsü  
Güneş Enerjisi Servisi

## I. GÜNEŞ ENERJİSİNİN TANIMI, ÜLKEMİZ VE DÜNYADAKİ POTANSİYELİ VE YURDUMUZDA BÖLGELERE GÖRE DAĞILIMI

### A. GÜNEŞ ENERJİSİNİN TANIMI

Güneş  $1.39 \times 10^6$  km çapında ve dünyamızdan yaklaşık  $13 \times 10^8$  km uzaklıkta sıcak gazlardan oluşmuş bir küttedir. Yüzey sıcaklığının  $5762^{\circ}\text{K}$  civarında olduğu bilin-

mekte ve hidrojen gazının helyuma dönüşmesi nedeni ile sürekli bir füzyon reaktörü olarak düşünülmektedir. Bu reaksiyonda ortaya çıkan enerji radyasyon yolu ile uzaya yayılmakta, bir kısmı da dünya yüzeyine ulaşmaktadır. Bu basit görünümü dışında; fiziki yapısı, sıcaklık ve yoğunluk gradientri gibi özellikleri nedeniyle, güneşi sabit sıcaklıkta bir siyah cisim olarak düşünmek doğru değildir. Güneş enerjisi çeşitli dalga boylarında yayma ve yutma yapabilen birden fazla tabakadan kaynaklanan karmaşık bir enerji türüdür. Ancak hemen hemen bütün termal uygulamalar için sabit sıcaklıkta bir siyah cisim varsayımı yeterlidir. Fotokimyasal ve fotovoltaik gibi uygulamalar için ise, güneş enerjisinin spektral dağılımında gözönünde tutmak gerekmektedir. (Şekil - 1)

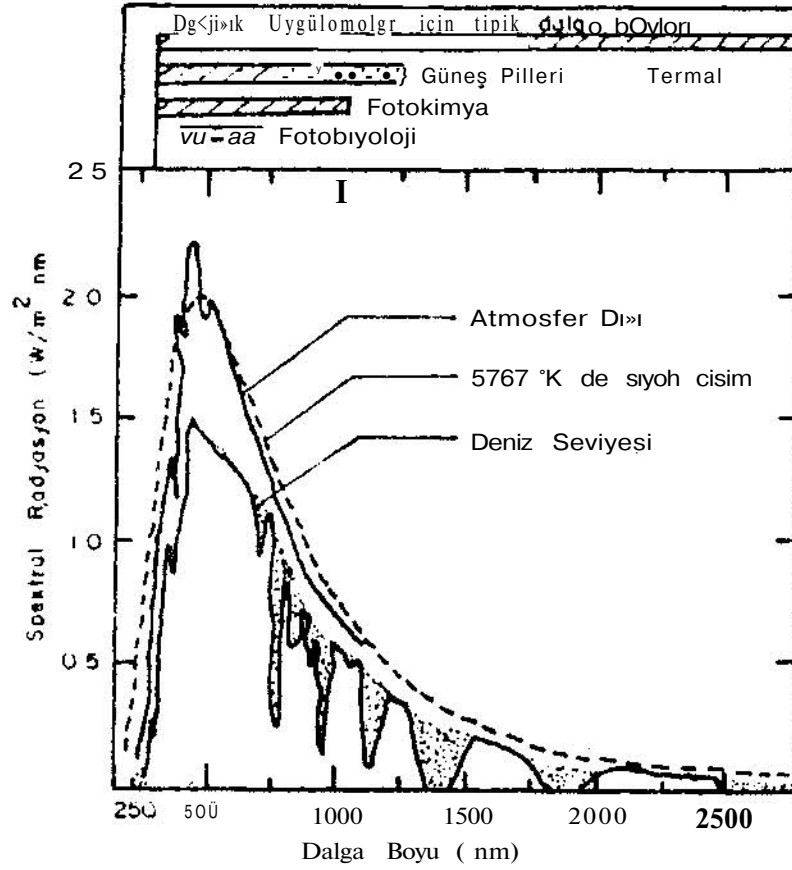
Şekil - 2 de şematik olarak güneş ile yerküresi arasındaki geometrik ilişkiler gösterilmiştir. Görüldüğü gibi, güneşten yayılan enerji, dünya üzerindeki herhangi bir noktaya 32 dakikalık bir katı açı ile ulaşmaktadır. Bu miktar güneşin özellikleri, dünyanın kendi ve güneş etrafında dönmesi gibi nedenlerden dolayı, atmosfer dışında hemen hemen sabittir. "Güneş Sabiti" diye adlandırılan bu değer, güneşten birim zamanda güneş ışınlarına dik birim yüzey alanına gelen güneş enerjisi olarak tanımlanmakta ve

$$\begin{aligned} I_{g_s} &= 1.940 \text{ cal/cm}^2 \cdot \text{dak} \\ &= 1353 \text{ W/m}^2 \\ &= 428 \text{ Btu/ft}^2 \cdot \text{sa} \\ &= 4871 \text{ kJ/m}^2 \cdot \text{sa} \end{aligned}$$

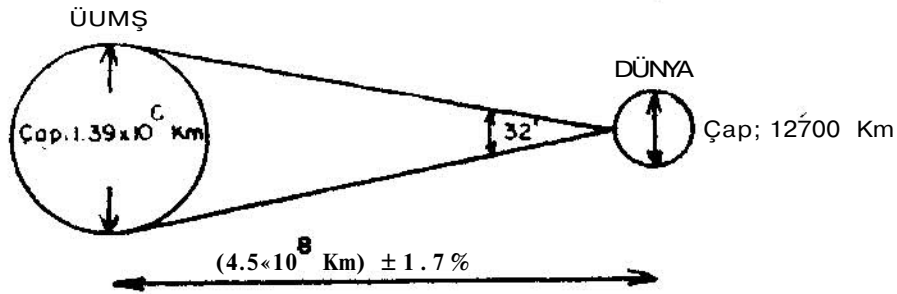
olarak ölçülmüş bulunmaktadır.

## B. GÜNEŞ ENERJİSİNİN DÜNYA VE ÜLKEMİZDEKİ POTANSİYELİ VE YURDUMUZDAKİ DAĞILIMI

Ancak atmosfer dışındaki güneş enerjisinin tümünü kullanmak olanaksızdır. Zira güneş enerjisinin % 34'ü daha dünya atmosferine girerken yansımalar nedeni ile geri çevrilir. % 47'si atmosfer ve toprakça soğutulularak ısıya dönüşür, rüzgârlara, buharlaşmaya ve yağmurlara neden olur. % 1'i fotosentez yolu ile biomas'a yani organik maddeye dönüşür. Ancak onaltıda biri kadarı yer seviyesinde kullanılabilir durumda bulunur. Bütün bunlara rağmen, Amerikan Enerji Araştırma ve Geliştirme Kuruluşu (ERDA) tarafından hazırlanan bir rapora göre günlük güneş enerjisi toplamının  $5 \text{ kW}\cdot\text{sa/m}^2$  olduğu varsayılan dünyanın güneşi bol yörelerinden birinde, 2.5 milyon  $\text{km}^2$  lik bir yüzey alanı kullanarak, toplam sistem verimi % 10 olan bir toplayıcı alanı yardımı ile dünyanın 1010 yılındaki toplam enerji ihtiyacının dörtte birini güneşten sağ-



ŞEKİL - 1



ŞEKİL-2

lamak mümkündür. Bu hızla tükenen klasik enerji kaynakları sorununa karşı üzerinde durulması gereken bir çözümdür.

Türkiye'nin tüm yüzeyine yılda yaklaşık ortalama  $1,2 \cdot 10^{12}$  TET\* güneş enerjisi düştüğü düşünülmektedir. Bu enerjinin 0,001'inin doğal amaçların dışında kullanılması halinde ekolojik dengenin (doğa dengesinin) bozulmayaca-

(\* ) TET (Ton Eşdeğer Taşkömürü) =  $7 \cdot 10^6$  kilokalori

ğı varsayılır. Ayrıca teshin gibi düşük sıcaklıklı termik uygulamalarda düz toplayıcı tipi basit dönüştürücüler kullanıldığında, dönüşüm veriminin yıllık ortalamasının % 30 civarında olabileceği kabul edilir. Bu varsayımlara göre, Türkiye'de, güneşten bir yılda 36 Milyon TET değerinde düşük sıcaklıkta ısı enerjisi üretmek mümkündür. Oysa Türkiye'nin enerji bütçesinin yaklaşık 1/3'ü (10 Milyon TET civarı) teshinde kullanılmaktadır.

Tablo -1 : Türkiye'de Güneş Enerjisi Potansiyelinin Bölgelere Göre Dağılışı

Bölgeler	Güneşlenme İstüüreleri		
	Yıllık Ortalama (Saat)	Temmuz Ayı (Saat)	Aralık Ayı (Saat)
Güneydoğu Anadolu	3015.8	407.2	126.1
Akdeniz	2923.2	360.4	130.9
Ege	2726.1	371.3	96.4
iç Anadolu	2711.3	381.3	87.6
Doğu Anadolu	2692.5	372.5	105.2
Marmara	2525.7	351.3	86.6
Karadeniz	1965.5	272.5	82.4

Bölgeler	Güneş Işınları Şiddeti		
	Yıllık Ortalama (Kal/dak x Gün)	Temmuz Ayı (Kal/dak x Gün)	Aralık Ayı (Kal/dak x Gün)
Güneydoğu Anadolu	34123	549.27	202.21
Akdeniz	332.15	518.39	131.89
Ege	321.30	516.87	11955
iç Anadolu	327.42	514.46	114.20
Doğu Anadolu	319.61	477.83	116.46
Marmara	259.92	424.19	95.61
Karadeniz	24655	364.70	113.36

Türkiye'de 1 yılda ortalama olarak gelen güneş enerjisinin faydalı enerjiye dönüşebilecek kısmı,  $292.68 \times 10^6$  Kilowatt-Saat'tır.

Türkiye'de güneş enerjisinin bölgelere göre dağılımı ise Tablo -1 de verilmiştir.

## II. GÜNEŞ ENERJİSİNDEN YARARLANMA YÖNTEMLERİ

Güneşten enerji sağlama yöntemlerini Şekil - 3'de de görülebileceği gibi tabii, veya teknolojik toplama metotları olarak iki ayrı bölümde sınıflandırmak mümkündür. Günümüzde, termal çevrimler yardımı ile enerji üretme yöntemi, bunlardan en gelişmiş olanıdır.

### A. TABİİ TOPLAMA YÖNTEMLERİ

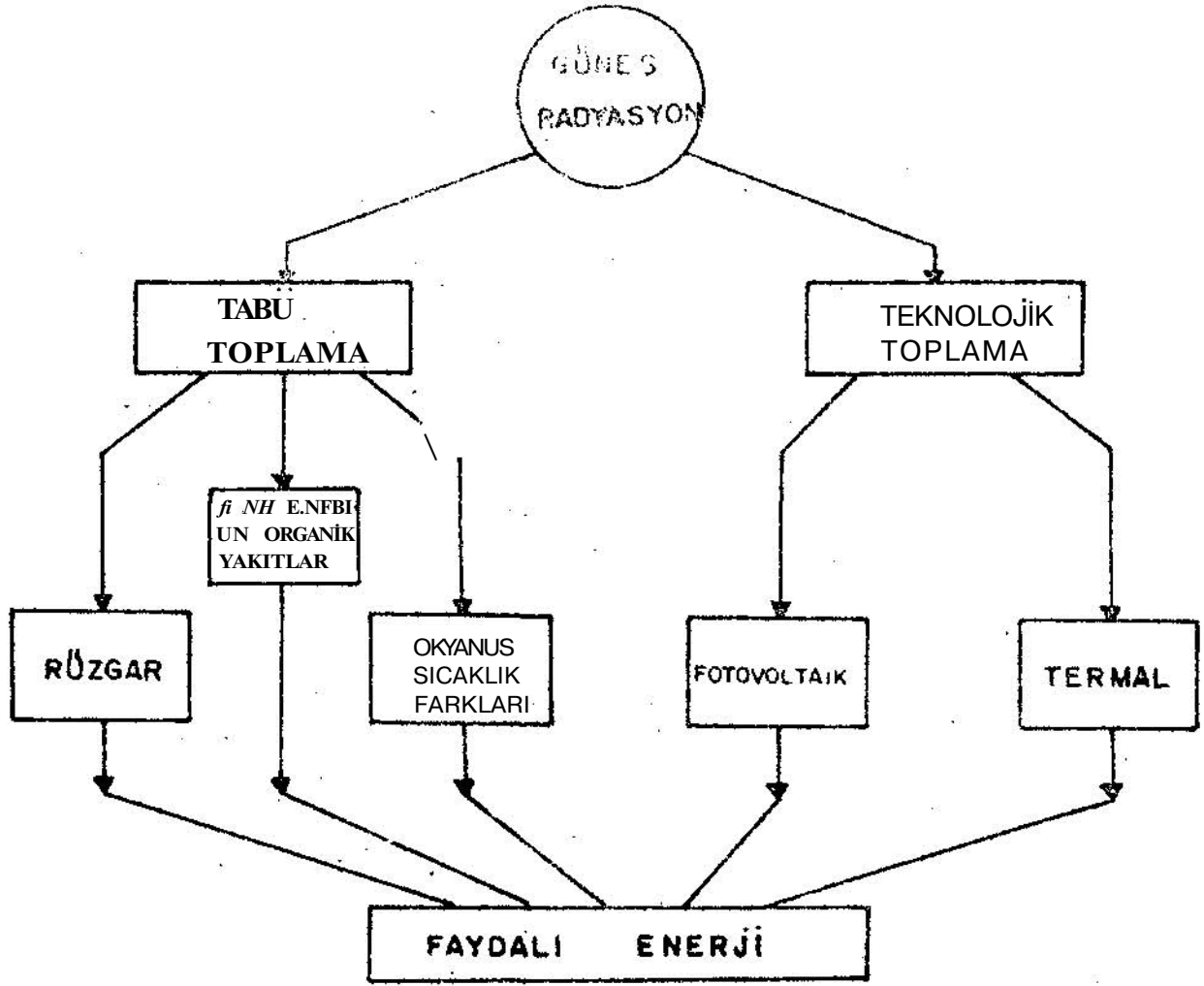
#### a) Rüzgar Enerjisi

Güneş enerjisinin bir türevi kabul edilen rüzgâr enerjisi, ilk kullanılan enerji kaynaklarından biridir. Amerika, Fransa, Kanada ve Hollanda gibi birçok ülkede gücü

1 MW'a varan erojeneratörler, uzun yıllardan beri başarı ile elektrik üretmektedir. Her ülkede rüzgâr enerjisinden yararlanmak mümkündür. Fakat bilhassa alizeler gibi düzenli periodlu rüzgârların yolu üzerinde bulunan ülkelerde, en az termal çevrimler kadar önemli potansiyeller sağlamak olasıdır. Dünyamız için öne sürülen yıllık rüzgâr enerjisi potansiyeli 10 milyar Gigavatt-saattır. Buna göre elektrik üretiminde bugün için sağlanan verimlerin çok düşük (% 1) olmasına rağmen yinede muazzam bir enerji üretilebilecek demektir. Rüzgâr enerjisinin depolama, gürültü, çirkin görüntü gibi sakıncalarına rağmen termal çevrimlerle birlikte ve güneşin tamamlayıcısı olarak kullanılabilme şansının mevcut olması ilginçliğini artırmaktadır. Gerçekten güneşsiz bir günün genellikle rüzgârlı geçme olasılığı yüksektir.

#### b) Yenilenebilir Organik Yakıtlar (Biyomas)

Bitki dediğimiz canlılar, 1 milyar yıldan beri atmosferden CO<sub>2</sub>, topraktan H<sub>2</sub>O ve mineral tuzlarını ve güneşten enerji alarak, molekül yapısı çok karmaşık birçok



ŞEKİL- 3' Güneş Enerjisinden yararlanma yöntemleri

"organik madde" veya başka bir deyimle biomas oluşturmaktadırlar. Fotosentez (özümleme) adını verdiğimiz bu oluşmada başlıca rolü klorofilin oynadığı anlaşılmıştır. Fotosentez aşlında yaşamın en önemli olayıdır. Zira bitkisel ve hayvansal besinler, nükleer dahil tüm enerji türleri ve en önemlisi atmosferimizdeki mevcut O<sub>2</sub>'nin nedeni fotosentezdir. Doğal koşullarda, fotosentez olayında dönüşüm verimi, ortalama % 0.15 tir. Sera altında tarımla bu verimin % 8-10'a çıkartabildiği «örülmiştir. Buna rağmen olay o denli büyük çapta meydana gelmektedirki, her yıl 70 milyar ton karbon fotosentez yolu ile biomas'a veya başka bir deyişle enerji ilk maddesine dönüşmektedir. Bu ise 70 milyar ton petrole eşdeğerli enerji demektir. Ancak olaya biraz daha yakından bakıldığında, bu rakamın ortalama bir değer olup, birçok bitki tür-

lerinde kolayca % 55 lik bir verime ulaşılabileceği görülmektedir. (Mesela şeker kamışı veya pancarda verim doğal koşullarda bile % 4.3 tür). Oysa sera altında tarım ve kimyasal gübrelerle, en basit yoldan verimi arttırmak mümkün olmaktadır.

Biyomas adını verdiğimiz "Bitkisel Ürünlerin neler olduğu ve olanakları kısaca şöyle özetlenebilir.

i) Odun :

Karaların takriben 1/4'ü yani 3800 milyon hektarı ormandır. Her Km<sup>2</sup> ormandan 6000 ton odun sağlanabildiğine göre, bu toplam 230 milyar ton odun veya 100 milyar TEP enerji demektir. Dünyadaki orman varlığı her yıl 50 milyar ton artmaktadır. O halde akılcı bir kullanımla, her yıl sadece bu kadar kullanılacak olursa, doğaya zarar

vermeden sonsuz olarak bu kaynaktan yararlanma olanağı vardır.

Ülkemiz orman kapasitesi ise 918.588.000 m<sup>3</sup> tür. Yılda ortalama 5.000.000 tonunun yapacak ve yakacak odun olarak kullanılması düşünülmekte ancak kaçak kesimler yangınlar gibi nedenlerle tüketim rakamları öngörülen miktarın çoğu zaman 3 katını aşmaktadır. Bu nedenle odun üretiminin gitgide düşürülerek, mesela 1992 yılında 19.416.000 ton olarak hesaplanan odun gereksiniminin sadece 4.167.000 tonluk bölümünün ormanlardan sağlanması, geride kalan gereksiniminin ise başka kaynaklarla karşılanması öngörülmüştür.

#### ii) Bitkisel Artıklar :

Ormanlar, odun adını verdiğimiz ağaç gövdesi ile birlikte, kök, dal, yaprak gibi başka biomas kaynakları da üretirler. Örneğin ılıman iklimlerde 1 hektar ormandan yılda 8 ton odun ile birlikte, 3 ton yaprak ve 1 ton da meyve ve kök sağlanır. Ayrıca tarım artıklarında bir diğer biomas kaynağıdır. Örneğin 1 ton tahılla birlikte 900 kiloda sap üretilmektedir.

Bugün ağaç sanayiinde kullanılan yapacak odunun % 50 si ziyan edilmektedir. Bu artıkların da değerlendirilmesi söz konusudur.

Ülkemizde ise bitkisel artıklar ile birlikte hayvansal artıklarda bulunmaktadır. 1979 yılı üretimi için ikisinin toplam olarak verilen rakam 11.345.000 tondur. Bunun 9.891.000 tonu tezektir. Hayvansal gübrenin tarım kesiminde kullanılması planlandığından, bu rakamın 1992 yılında 5.768.000 tona düşürülmesi arzu edilmektedir.

#### iii) Yağlı Tohumlar:

Yağlı tohumların içerdiği yağlı asitler çok eskiden beri

beslenme, aydınlanma ve el sanatlarında kullanılmıştır. Bugün içinde bu yağlar kimya sanayiinin belli başlı ilk maddelerinden biridir. Yüksek kalorili alanlarının yakıt olarak kullanılabilmesi için ise araştırmalar sürdürülmektedir. Özellikle Coprah tipi bitkilerin tropikal bölgelerde yetiştirilmesi düşünülmektedir. Gerçekten, bu bitkilerden hektar başına yılda 4 ton yetiştirmek ve tohumlarının 2.8 ton yağ, yani 2.5 TEP enerji elde etmek müir Min olmaktadır.

#### iv) Tahıl ve besin Bitkileri :

İnsanlığın evriminde tarımın başlaması ile, özellikle bitkisel besinlerden bazıları verimlilikleri nedeni ile tercih edilir olmuşlardır. Böylece zamanla tarım yolu ile sadece 5 sınıf bitki üretilir olmuştur. Bunlar tahıllar, şekerli bitkiler, yumrulular, taneliler ve meyve ağaçlarıdır, bugün bu bitkilerden elde edilen ürün aslında tüm insanlığı beslemeğe yeterlidir. Oysa ihmal edilen türler arasında bazı iklim koşulları için daha elverişli olanları şüphesiz vardır. Bitkilerin yenmeden atılan bölümlerinden örneğin yapraklarından yararlanmak mümkündür. Okyanus diplerinde oluşan placton ve yosunların beslenmeye büyük katkıları olabilecektir. Gerçekten her yıl okyanuslarda 45 milyar ton organik madde oluşmaktadır.

#### v) Tek Hücreli Yosunlar :

Özellikle Japonya'da, Chlorella ve Spirulin tipi mikro organizmaların; yapay koşullarda, mesela pis veya tuzlu sularda, belli basınç ve sıcaklık altında yoğun olarak yetiştirilmesine çalışılmaktadır. Bu yosunların protein olarak kullanılması olanağı yanında, katı, sıvı veya gaz yakıt olarak ta kullanılması olasılığı vardır.

Böylece kısaca özetlenebilen biomas türlerinin belli başlı kullanılabilme alanları Tablo - II de gösterilmiştir. Söz-

Tablo - II : Birincil Enerji Üretim ve Tüketim Dengesi

Yıllar	Toplam Enerji Tüketimi	Yılda Ortalama Yüzde Artış	Toplam Enerji Üretimi	Yılda Ortalama Yüzde Artış	Miktar: Bin Ton (Petrol eşdeğeri olarak)
					Üretimin Tüketimi Karşılama Yüzdesi
1962	12 490	6.0	7 956	9.2	63.6 )
1967	16 692	6.9	12 387	3.1	74.2
1972	23 174	7.7	14 438	3.1	62.3
1977	33 641	-	16 836	-	50.0
1978	35 084	9.4	16 794	11.6	47.3
1983	55 102	-	29 130	-	52.9

Tablo : III - Birincil Enerji Üretimi ve Kaynakların Oranları

Ana Mallar	1962		1967		1972		1977		1978		1983	
	Miktar	%	Miktar	%	Miktar	%	Miktar	%	Miktar	%	Miktar	%
Taş kömürü	2.375	29.8	3.068	24.8	2.837	19.6	2.687	16.0	2.745	16.3	3.663	12.6
Linyit (1)	947	11.9	1.429	11.5	2.253	15.6	4.150	24.7	4.500	26.8	11.476	39.4
Ham Petrol	625	7.9	2.890	23.3	3.557	24.6	2.848	16.9	2.819	16.8	6.300	21.6
Hidrolik	281	3.5	596	4.8	802	5.6	2.148	12.8	2.310	13.8	3.435	11.8
Toplam Ticari Enerji	4.228	53.1	7.983	64.4	9.449	65.4	11.833	70.3	12.374	73.7	24.871	85.4
Ođun	1.700	21.4	2.045	16.5	2.512	17.4	2.616	15.5	2.040	12.1	1.959	6.7
Hayvan ve bitki artıkları	2.028	25.5	2.359	19.0	2.477	17.2	2.387	14.1	2.380	14.2	2.300	7.9
Toplam Ticari Olmayan Enerji	3.728	46.9	4.404	35.6	4.989	34.6	5.003	28.7	4.420	26.3	4.259	14.6
<b>GENEL TOPLAM</b>	<b>7.956</b>	<b>100.0</b>	<b>12.387</b>	<b>100.0</b>	<b>14.438</b>	<b>100.0</b>	<b>16.836</b>	<b>100.0</b>	<b>16.794</b>	<b>100.0</b>	<b>29.130</b>	<b>100.0</b>

(1) Asfaltlı üretim linyit üretimine içine dahil edilmiştir.

konusu yararlanma yollarından en gelişmiş olanı şüphesiz bitkisel yakıt üretimidir. Bitkilerin güneş enerjisini, fotosentez yolu ile karbondhidrat (belli başlı selüloz (% 50), sakkaroz ve nişasta) şeklinde depoladığı ve böylece besinlerimizi, k'ımya sanayii için gerekli ilk maddeleri ve enerji gereksinmelerimizin bir bölümünü sağladıkları bilinmektedir. Şimdi ana konumuz enerji olduğuna göre biomasın bu amaçla nasıl kullanıldığını daha yakından görmekte yarar vardır. Bitkisel yakıtların üretim çeşitleri Tablo - III de özetlenmiştir. Buna göre, bitkisel maddelerden yakıt olarak, değişik 5 yılla yararlanmak mümkündür.

#### i) Yakma :

Bitkisel maddelerin, bilhassa odun adını verdiğimiz ağaç gövdelerinin yakılarak, depo ettikleri enerjinin geriye alınması şüphesiz ateşin keşfi ile başlamıştır. 1 kg. odunun yanması ile ortalama 4500 KCal. lik ısı enerjisi elde edilir. Bu yöntem özellikle az gelişmiş ülkelerde halen geçerliliğini korumaktadır. Ülkemizde de odun, bitki ve hayvan artıkları "ticari olmayan enerji kaynakları" adı altında oüyük oranda halen kullanılmaktadır. (1979 yılı enerji üretimimizin yaklaşık % 20'sinin ticari olmayan kaynaklarca sağlanması öngörülmüştür.)

Sanayileşmiş ülkelerde ise odunun yakıt olarak tüketilmesine son verilmiştir. Ancak çeşitli bitki ve yakacak odun artıkları, örfemantasyon ve sıkıştırma yolu ile 1 cm çaplı briketler haline getirilmekte ve bu briketler özel brülörlü ocaklarda yakılmaktadır. Böylece 1 Kg briketten 9000 KCal. sağlamak mümkün olmaktadır.

#### ii) Termik Parçalama (Cracking)

Bazı bitki özsularının moleköl yapısının ham petrol moleküllerininkine benzemesi uzun süredir araştırmacıların dikkatini çekmektedir. Gerçekten, doğal kauçuk üretilen hevea ağacı latex'i, petrolü andıran bir hidrokarbondur. Ancak molekülleri çok uzun ve karmaşık zincirler oluşturduğundan çabucak pıhtılaşmaktadır, özsuları aynı yapıya sahip olduğu halde daha küçük zincirler oluşturan bazı sütleğen cinsi bitkilerin (tirükalli, latinis, merkürial ve kene otu gibi) özsuları, klâsik petrol damıtma yolları ile termik parçalanmaya uğratıldığında, benzin benzeri bir sıvı elde edilmekte olup bu sıvıya "bitkisel benzin" adı verilmiş. Konu halen araştırma safhasındadır.

#### iii) Damıtma :

Bitkisel maddelerin kapalı kazanlarda ısıtılmasına damıtma adı verilir. Bu şekilde damıtılan organik maddeler bazı yanıcı gazlar ve sıvılar çıkarırlar:

- 100° - 120° C arasında subuharı verirler.
- 270°C'ta asetik asit (sirke) ve metanol (Odun alkolü) verirler.

- 300°C civarında asetik asit ve metanol ile birlikte CO, H, N ve CO2 te çıkar. Bu karışım oldukça iyi yanıcıdır.

- 350°C'ta odun kömürü hasıl olur.

Damıtma sonucunda organik maddeler, ağırlıkça olmak üzere % 24 oranında su, % 22 oranında gaz, % 2-4 oranında asetik asit ve metanol, % 36 oranında kömür ve diğer katı maddeler ve nihayet % 12 oranında katran verirler. O halde damıtma yakıt üretimi için oldukça ilginç bir yol olmaktadır.

#### iv) Piroliz :

Damıtma aslında alçak sıcaklıklarda su katılmadan yapılmış bir pirolizdir. Organik maddeler, % 45 organik madde, % 55 su buharı şeklinde karıştırılarak düşük basınç altında en az 500°C'a kadar ısıtırsa piroliz meydana gelir. Bu sıcaklıkta kısmen yanıcı olan bir CO2 ve H karışımı elde edilir. Sıcaklık 700°C'a çıkarılırsa tamamen yanıcı ve yanma ısısı ilk maddelerinkinden çok yüksek olan bir CO, H karışımı elde edilir. Aradaki enerji farkını şüphesiz ısıtmada kullanılan kaynak karşılamaktadır. Bu kaynak güneş olabildiği takdirde çok ilginç bir yöntem elde edilmiş olacaktır. Böyle bir güneşli piroliz projesi, A.B.D.'de Princeton Üniversitesi'nden Michael Antal tarafından 1976 yılında önerilmiştir. Bu projeye göre, tarımsal ve kentsel artıklar (yani bitki artıkları ve çöpler) 59.000 m<sup>2</sup> alanlı güneşi izleyen bir fırında pirolize uğrar. Sonuçta, 30 kilo ton petrole eşdeğer H gazı elde edilir. Proje teklif edildiği tarihte yapılan hesaba göre bu yöntemle elde edilen petrole eşdeğerli enerjinin maliyeti, o günkü petrol fiyatının ancak 2 misli kadar pahalı olmaktadır.

#### v) Fermantasyon :

Selüloz, sakaroz nişasta gibi karbondhidratların, maya, küf, basil gibi bakteriler aracılığı ile bölünmesine fermantasyon denir. Fermantasyon pirolizin tersine çevre sıcaklığında oluşur, iki tip fermantasyon vardır.

#### 1- Havada fermantasyon (çürüme)

Bitkisel veya hayvansal organik maddeler, baktirelerin etkisi ile, çevre sıcaklığında, kendilerini meydana getiren su, CO2, mineral artığı ve ısıya dönüşür. Buna halk ağzında çürüme denmektedir. Benzer şekilde, sakaroz gibi karmaşık bitkisel şekerler, saccharomyces cinsi mayaların etkisi ile hidrolize uğrar, önce glikoza ve daha sonra etil alkole dönüşürler. Bu alkollü içkilerin üretilmesi için izlenen yoldur. Elde edilen alkolün motorlu taşıtlarda kullanılması mümkündür. Gerçekten, petrolün bulunmasından önce ısıtma ve aydınlatmada kullanılmış olan alkolün, benzinle belli bir oranda karıştırılarak motor yakıtı gibi kullanılabilceği çok eskiden beri bilinmektedir. İyi bir yanıcı olan alkol sıcak alevli olup, çevre kirlenme-

si yapmaz, yanma ısısında oldukça yüksektir. (Etil alkol için 7000 KCal/Kg, Metanol için 5000 KCal/Kg) Bu nedenle bitkisel kaynaklı alkole geleceğin akaryakıtı gözü ile bakılmaktadır.

## 2- Havasız fermantasyon (Biogaz üretimi)

Kapalı ve havasız bir ortamda bitki, hayvan artıkları ve çöpler su ile karıştırılarak, 35° - 50° C sıcaklıkta bir süre tutulur. Bu süre zarfında reaksiyonu hızlandırmak için zaman zaman çalkalanır. Sonuçta bakterilerin etkisi ile ayrışan organik maddeler CO2 ve metan gazları oluştururlar. CO2 ten ayrılan metan gaz yakıt olarak kullanılabilir. Karışımından % 40 - 70 metan üretilir. Geri kalan artıklar ise gübre olarak kullanılır. Oldukça yüksek bir yanma ısısına sahip bulunan bu biogaz (6000 KCal/Kg) halen dünyanın birçok ülkesinde kullanılmaktadır. Amerika, Fransa, İsrail gibi sanayileşmiş ülkelerde ilgisini toplayan biogaz asıl Çin, Hindistan, Tibet gibi ülkelerde yaygındır. Bugün Çin'de 4 milyon, Hindistan'da ise 40.000 adet biogaz aygıtı çalıştırılmaktadır.

## c) Okyanuslardaki Sıcaklık Farkları

Özellikle tropik denizlerde yüzey suları güneş ışınlarını soğutarak devamlı 20-25°C sıcaklıkta bulunurken 700 m den daha derinlerde bulunan dip suları, suyun yoğunluğunun sıcaklıkla değişmesi özelliği sonucu devamlı olarak 4-5° C sıcaklıkta kalırlar. Böylece yüzey ve dip suları arasında devamlı olarak 15°-20°C lık bir termik gradient kendiliğinden oluşur. Bu gradientin bir termik makineyi çalıştırması mümkündür, özellikle 1973 yılından sonra A.B.D.'nin konuya ilgi göstermesi ve Off-Shore teknolojisinde sağlanan gelişmeler sonucunda ERDA'ya 100 MW lık bir santral projesi sunulmuştur. Bu yöntemde teorik Carnot verimi gradientin küçüklüğü nedeni ile oldukça düşük, % 8 civarındadır. Bu ise yapılacak santralin, klasik bir santralin en az 10 misli olmasını gerektirmektedir. Yine de herşeye rağmen bugün Hawayi ve Japon denizi, okyanusların termik gradienti teknolojisinin hızla gelişmesine sahne olmaktadır.

Denizlerden enerji elde etme yöntemleri arasında gel-git ve dalga veya akıntı enerjilerinden söz etmemek mümkün değildir. Dünyadaki toplam gel-git potansiyelinin 65.000 MW olduğu hesap edilmiştir. Ucuza enerji sağlıyan bu sistemlerin ancak belirli yerlerde kurulabilmesi, ekolojik dengeli etkilemesi ve deniz ulaşımını etkilemesi gibi sakıncaları vardır. Buna rağmen halen Rusya'da Mousmansk'ta 400 KW luk, Kanada'da Fundy körfezinde 32.000 MW lık yine Rusya'da Beyaz Denizde 15.000 MW lık ve İngiltere'de Severn ağzında küçük bir santral çalışmaktadır, önemli bir potansiyeli olduğu bilinen, ancak toplamı için rakam verilemeyen dalga ve belli başlı akıntıların kinetik enerjisinden yararlanma,

yıllardan beri üzerinde durulan bir konudur ve bugüne kadar değişik çalışma prensiplerine sahip pek çok prototip gerçekleştirilmiştir. Bununla beraber henüz devamlı enerji üreten bir santral yapılamamıştır.

## B. TEKNOLOJİK TOPLAMA YÖNTEMLERİ

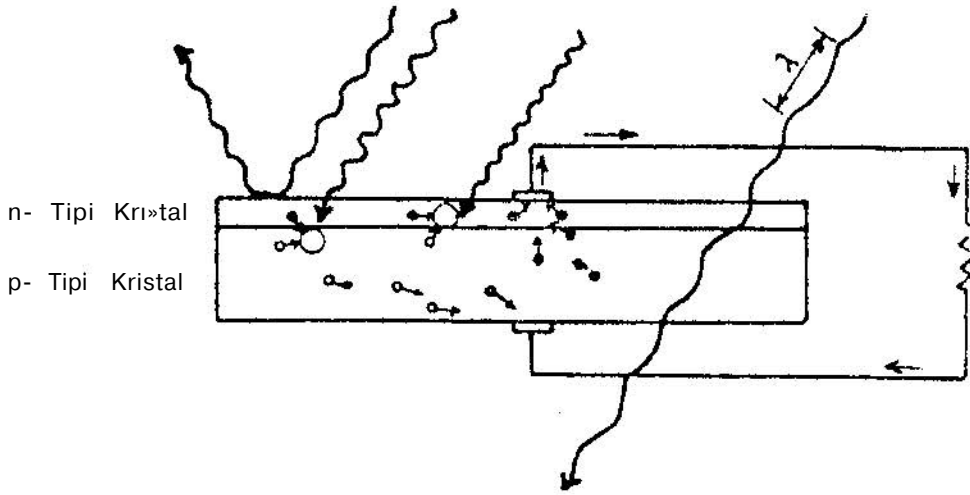
Bugün dünyada ve ülkemizde "güneş enerjisi" denilince ilk akla gelen aslında güneşten teknolojik çevrimler kullanılarak enerji üretme yöntemleridir. Ancak rüzgâr enerjisi ve potansiyeli, geleceğin akaryakıtı diye adlandırılan bitkisel kaynaklı metanol üretimi ve her bakımdan son derece yararlı ve basit bir teknolojiye sahip biogaz üretimi yöntemleri, üzerinde önemle durulması ve teknolojik çevrimler ile birlikte bir bütün olarak ele alınması gereken son derece önemli ve vazgeçilemez konulardır. Ancak ülkemizde ve dünyada artık ticari olabilmis güneş enerjisini toplama yöntemleri teknolojik çevrimlerdir.

Teknolojik toplama yöntemlerini fotovoltaik ve termal çevrimler adı altında iki grupta toplamak mümkündür:

### a) Fotovoltaik uygulamalar (güneş pilleri)

Güneş pilleri tamamen yarı iletken teknolojisine dayalı, üzerine düşen güneş enerjisini % 3-30 oranında faydalı DC elektrik akımına dönüştüren ince film tabakalarıdır. Verimleri maruz kaldıkları güneş enerjisi miktarına, bu enerjinin spektral dağılımına, yapım teknolojisi ve maddesine ve de sıcaklığa bağlıdır. Güneş pilleri aslında güneş enerjisi ile devamlı şarj olan düşük voltaj (= 0.5 volt) bataryalardır. Seri - Paralel, çeşitli bağlantılar ile birkaç kilovolt mertebesinde elektrik üretebilmek mümkündür. Enerji depolama ve güç trafoları ile birlikte kullanıldığında güneş pilleri komple bir enerji üretme sisteminin entegre bir bölümünü teşkil ederler. 1955 senesinde ilk defa kullanılmaya başlanılmış ve o tarihten bu yana, özellikle, uzay yolculuklarının vazgeçilemez güç üreticileri olmuşlardır. Buna neden, atmosfer dışı radyasyonun yeryüzü seviyesindekinden daha fazla oluşu ve devamlı güneş görmesi nedeniyle gece - gündüz etkisinde uzak bir uygulama olmasıdır. Ayrıca sistemde hareketli parçaların bulunmaması, sessiz bir uygulama oluşu, ömürlerin çok uzun olması ve birkaç watt'dan birkaç yüz kilowatt'a her türlü sistemin kolayca ve modüler bir şekilde yapılabilmesi, güneş pillerini cazip kılan belli başlı avantajlarından sadece birkaçıdır. Buna karşılık verimlerinin düşük olması ve maliyetlerinin yüksekliği başlıca dezavantajlarıdır. Bugün ticari olabilmis silikon güneş pillerinin verimi % 15 - 18 arasında olmakta ve maliyetleri 1976 fiyatları ile \$ 1000/KW civarında bulunmaktadır. Ancak bu konuda sanayileşmiş ve gelişmekte olan ülkeler büyük bir yatırım ve araştırma uğraşı içindedirler. Elektronik ve yarı iletken teknolojisinin gittikçe ucuzladığı noktası göz önüne alınırsa, 1985 yılına doğru güneş pilleri maliyeti-nin \$ 500/KW'e düşmesi beklenmektedir.





ŞEKİL- 4

Fotovoltaik cihazlarda en fazla kullanılan madde silikon- dur. Silikon aslında bildiğimiz kumun ana maddesi olduğuna göre, silikonlu güneş pillerinin hammaddesinin ne kadar bol olduğu kendiliğinden ortaya çıkmaktadır. Bu cihazların çalışma prensibi, "fotovoltaik etki" diye bilinen bir yarı iletken prensibine dayanmaktadır. Buna göre silikon, "doping" adı verilen bir yöntemle "fosfor" ve "boron" gibi maddelerin ilavesi ile "n-tipi" ve "p-tipi" diye adlandırılan yarı iletken maddeler haline dönüştürülmektedir, "n-tipi" bir yarı iletken (fosfor ilave edilmiş) fazla elektronlar bulunmakta "p-tipi" bir yarı iletken ise (boron ilave edilmiş) fazla "boşluklar", yani elektron eksilmesi meydana gelmektedir. Güneş pilleri, aslında, sözünü ettiğimiz bir "n-tipi" ve "p-tipi" yarı iletkenin yanyana gelerek tek bir kristal getirilmesinden başka bir şey değildir. İşte böyle bir kristalin üzerine güneş enerjisi düştüğü zaman; Şekil-4'de de görülebileceği gibi, "n-tipi" yarı iletkendeki fazla elektronlar ve "p-tipi" madaedeki fazla "boşluklar" harekete geçmekte ve eğer bu iki ayrı türden madde dışardan bir kablo ile bağlanmış ise, bir akım meydana gelmektedir.

Güneş pilleri yapımında kullanılan yegane malzeme silikon değildir. Ancak günümüzde ticari olabilmemiş güneş pilleri teknolojisinde en önde gelen ülkeler arasındadır. Silikon pillerinin yanısıra CdS piller ABD ve Fransa'da, GaAs piller ise Sovyetler Birliği'ndeki uzay çalışmalarında oldukça yaygın bir kullanma alanı bulmuşlardır. Tablo-IV de, güneş pilleri yapımında kullanılan maddeler ve teknolojilerinin bugünkü durumları özetlenmiştir. Elektronik teknolojisini yeni kurmakta olan ülkemizde ise güneş pillerinin kısa bir süre içinde ticari olabileceğini ve günlük hayatımıza girebileceğini düşünmek sanırım biraz iyimser-

lik olmaktadır. Oysa, fotovoltaik yöntemle elektrik elde edilmesi teknolojisine, sanayileşmiş ülkelerde geleceğin teknolojisi gözü ile bakılmakta ve çok fazla ümit bağlanmaktadır.

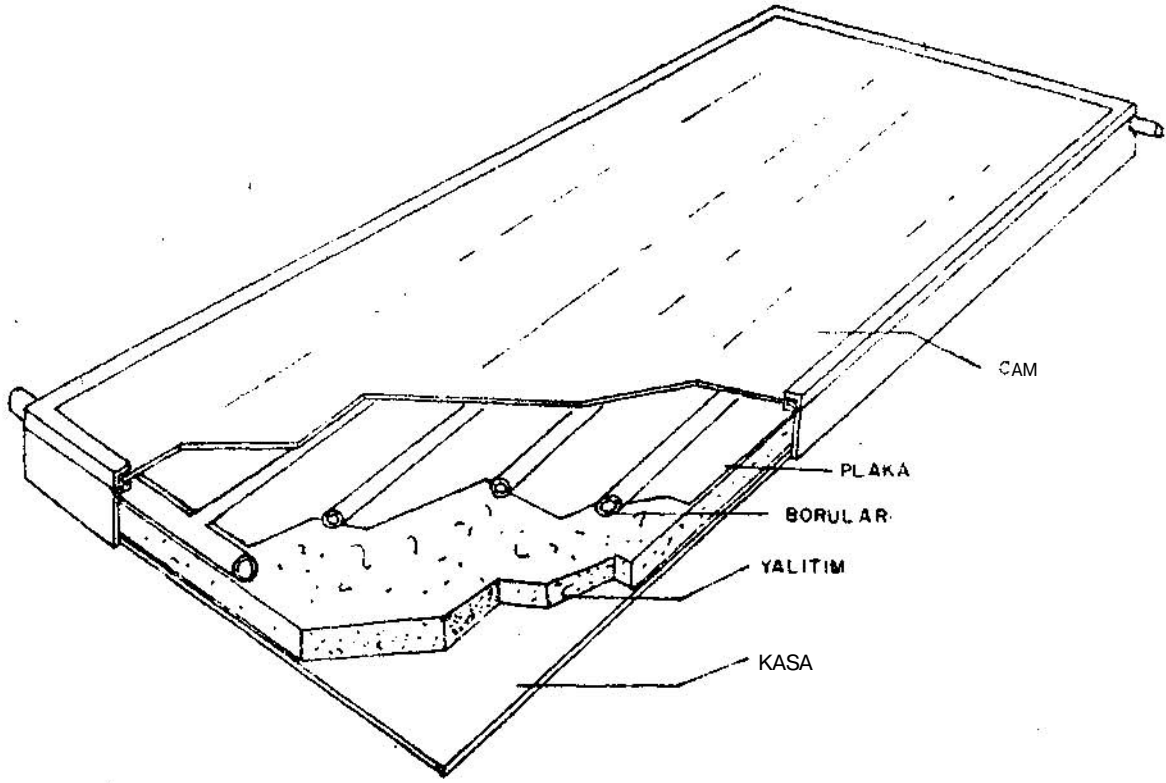
#### b) Termal Çevrimler

Termal toplama yöntemleri ile güneş enerjisinden yararlanma, günümüzde, dünyada en fazla uygulama alanı bulabilmiş ve dolayısı ile de gelişmiş, oldukça uzun bir geçmişe sahip bir güneş enerjisi teknolojisidir. Ülkemizde de ticari olabilmemiş yegane güneş enerjisini toplama yöntemi, "güneş enerjisi" deyince aklımıza ilk gelen, alçak sıcaklıklarda güneş enerjisinin ısısal özelliğinden yararlanma yöntemidir. Termal çevrimleri ulaşılabilen sıcaklık limitleri ve aynı zamanda kullanılan toplama aygıtları bakımından 3 grupta toplamak mümkündür:

- 1- Alçak sıcaklık uygulamaları (düzlem kollektörler): 100°C den az
- 2- Orta sıcaklık uygulamaları (odaklı kollektörler): 100°C- 350°C arası
- 3- Yüksek sıcaklık uygulamaları (güneş fırınları): 350°C den yukarı

#### 1- Alçak sıcaklık uygulamaları :

Güneş enerjisinden en basit yararlanma yöntemi, düzlem kollektörler adını verdiğimiz toplayıcılar yardımı ile, toplanabilen güneş enerjisini hava, su gibi herhangi bir akışkana iletme yöntemidir. Basit bir düzlem kollektör şeması Şekil-5'de gösterilmiştir. İyi bir düzlem kaplayıcıdan elde edilebilecek en yüksek sıcaklık 80-100°C civarındadır. Görülebileceği gibi bir düzlem toplayıcı şu bileşenlerden meydana gelmektedir:



SEKIL-5

- Yutucu plaka
- Bağlantı boruları
- Alt yalıtım
- Saydam örtü
- Kasa

Bu bileşenleri bir araya getirmek oldukça basit bir teknoloji gerektirmektedir. Bu nedenle de bu tür toplayıcılar ülkemizde de tamamen ticari olabilmiş ve düzlem kolektör imalatı ve pazarlaması ile uğraşan pek çok firma günlük hayatımıza girmiştir.

Düzlem toplayıcılar ile yapılabilecek uygulamalar ise şöyle sıralanabilir :

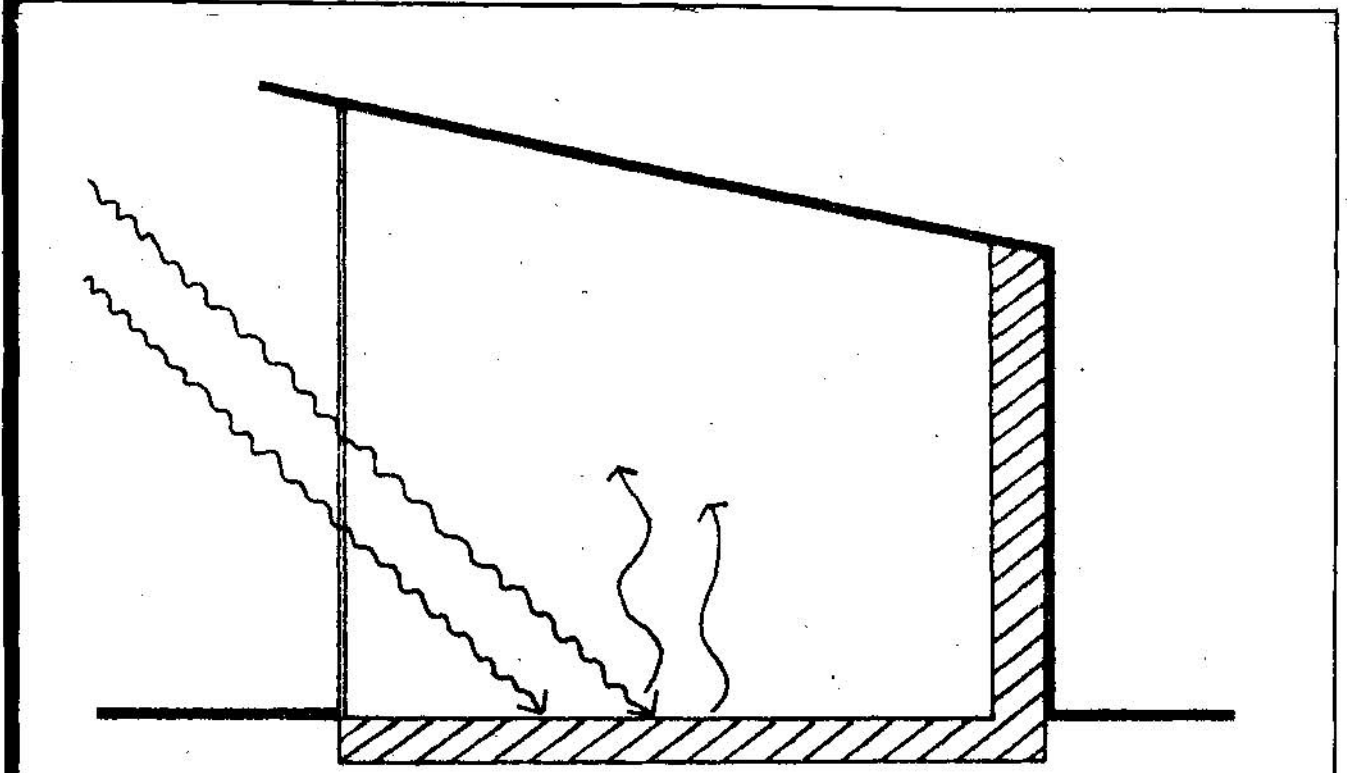
- Kullanım sıcak suyu ısıtması
- Konut ısıtması
- Sera ısıtması
- Tarımsal ürünlerin kurutulması
- Büyük hacimlerin ısıtılması ve soğutulması

Ancak ülkemizde sadece güneş enerjisi ile kullanım suyu ısıtılması ticari olarak yapılmaktadır. Bazı üniversitelerde sera ısıtılması ve tarımsal ürün kurutulması da prototip düzeyinde ele alınmakta ancak daha ileriye gidilememektedir. Oysa, özellikle ABD ve Fransa gibi ülkelerde, büyük hacimlerin ısıtılması ve soğutulması rahatlıkla yapılabilmekte, üstelik hızla artan konvansiyonel yakıt maliyetle-

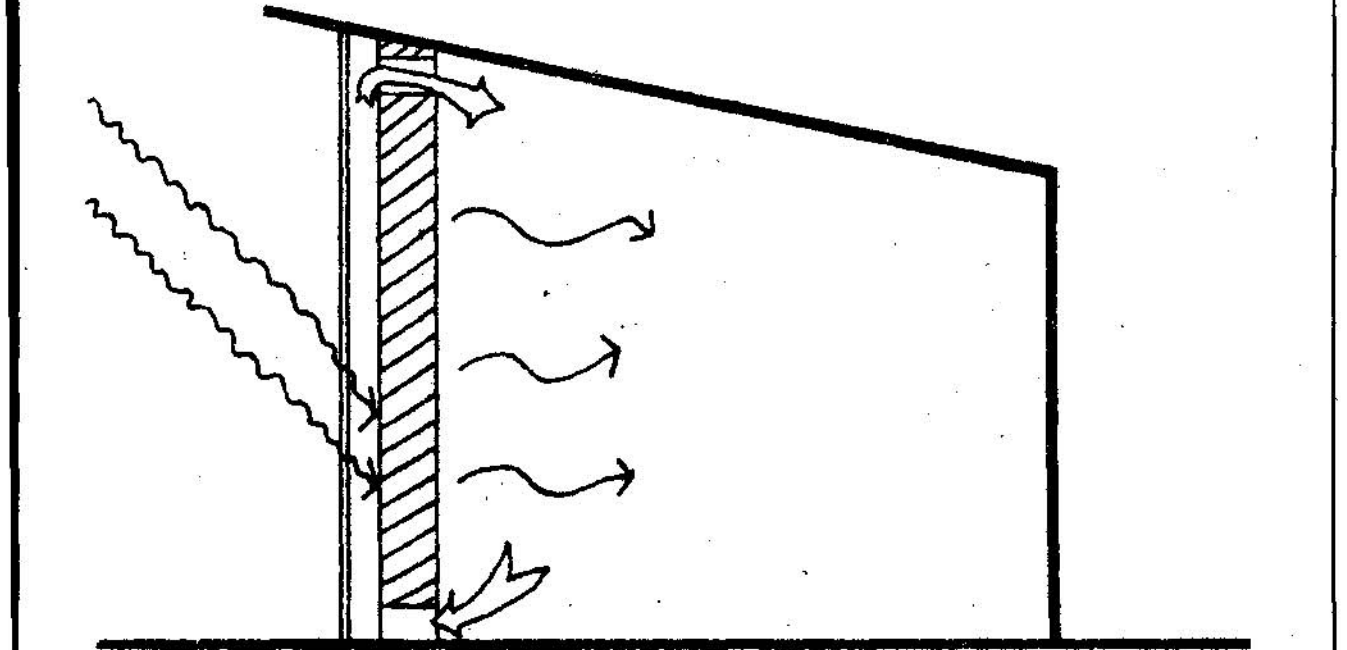
ri karşısında ekonomik bile olabilmektedir. Bu teknolojinin Türkiye'de de uygulama sahası bulamaması için hiçbir neden yoktur. Yıllık enerji tüketimimizin yaklaşık % 30'unu teshinde kullandığımız noktasını da göz önünde tutarak, güneş enerjisi ile konut ısıtma sistemleri hakkında biraz daha fazla bilgi edinmekte yarar vardır.

#### A. GÜNEŞ ENERJİSİ İLE KONUT ISITMA SİSTEMLERİNİN TANIMI

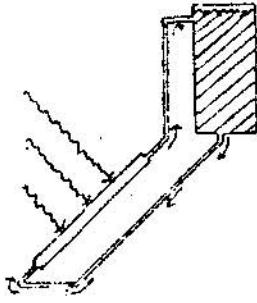
Güneşli ısıtma ve soğutma sistemleri, birden-fazla bileşenin bir araya geldiği, oldukça karmaşık sistemlerdir. Diziler halinde yerleştirilmiş toplayıcılar, ısı deposu, depo ile toplayıcılar ve depo ile ısıtılacak hacim arasındaki bağlantıyı sağlayanlar ve depo ile ısıtılacak hacim arasındaki bağlantıyı sağlayan iki ayrı ısı iletim sistemi, bunların pompaları ve üföcükleri, kontrol devreleri söz konusu bileşenler arasında sayılabilir. Ayrıca bu birimler, binanın mimari yapısını değiştirmeden binaya yerleştirilirler. Güneşli ısıtma sistemlerinde bilinen yaklaşım toplayıcılar ve ısı deposunu ayırmaktır. Enerji toplayıcılardan ısı deposuna, oradan da ısıtılacak yere herhangi bir sıvı veya hava yolu ile tamamen kontrollü olarak aktarılır. Üföcükler ve pompaların hareketli parçalarından ötürü bu sistemler "aktif sistem" olarak sınıflandırılır.



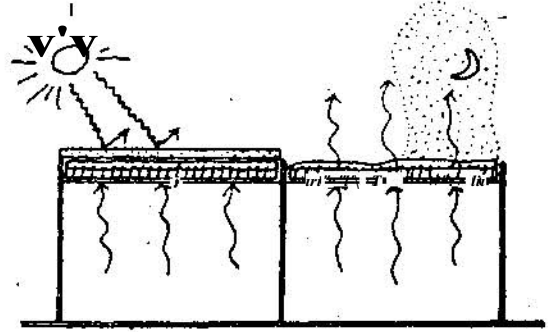
ŞEKİL-6 Direkt kuzonç



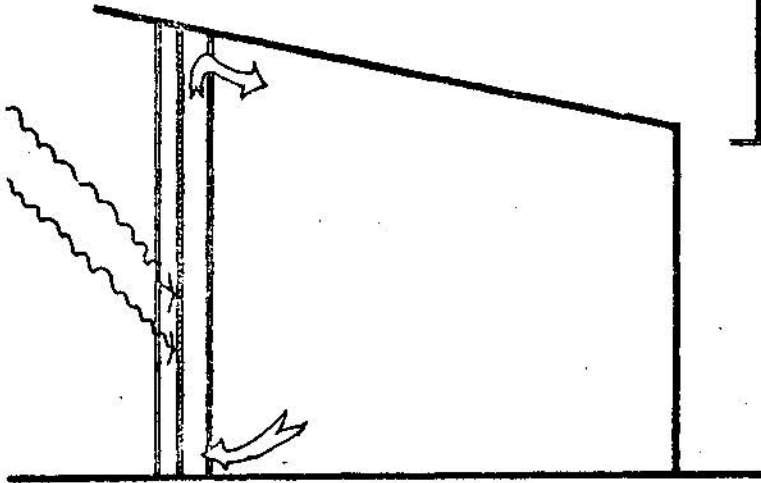
ŞEKİL -7 Termol Depo Duvarlor



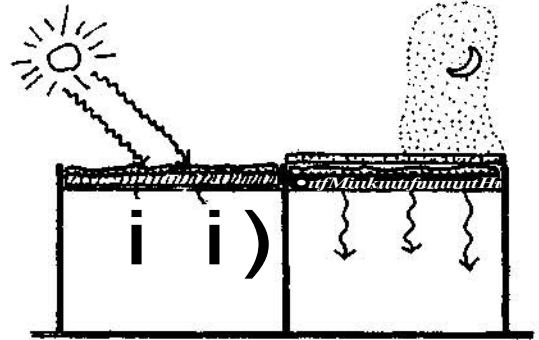
SU ISITMA



YAZIN SÖĞÜTMA



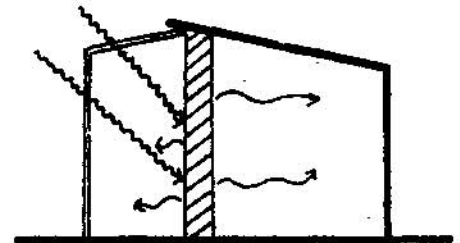
HAVA ISITMA



KIŞIN ISITMA

ŞEKİL -9 Termal Depo Çatılar

ŞEKİL-8 Konv«ksiyon Haikoları



ŞEKİL-10 Birbştirilmi» gün«» alanları

Öte yandan, binalarda enerji tasarrufu deyince aklımıza kullanılan enerji yenilenebilir (güneş enerjisi gibi) olsun veya olmasın, harcanan enerji miktarında yapılabilecek her türlü azaltma gelmektedir. Bu nedenle, güneş enerjisi kullanarak fosil yakıt giderini azaltmak mümkün olduğu halde, genelde güneş enerjisi bina için gerekli enerji toplamını azaltıcı bir unsur değildir. Binaların yönlendirilmesi, güneşe bakan camlar ile termal kütlelerin kaynaştırılması gibi birçok basit uygulama aslında enerji tasarruf yöntemi olmaktan ziyade birer alternatif ısı kaynağı olarak düşünülmektedir.

Binaların enerji giderlerini azaltmak için uygulanabilecek yeni yaklaşımları zorluk derecelerine göre şöyle sıralayabiliriz.

1. Enerji tasarrufu teknikleri
2. Doğal enerji akımı özellikleri
3. Pasif sistem tasarımları
4. "Hybrid" sistemler
5. Aktif güneş sistemleri

Bu sıralama maliyet açısından da geçerlidir. Örneğin çift camlı pencereler kullanılması, izoleli yapı malzemelerinin seçimi gibi enerji tasarrufu yöntemleri, bina için gerekli enerji miktarını azaltmak için uygulanabilecek en ucuz çözümlerdir. Pasif ısıtma sistemlerinin çok çeşitli oluşu aslında iklim, yerleşim ve bina kullanım tipine en uygun ısıtma sistemini seçebilme açısından bir avantajdır. Tasarım aşamasında seçeneklerin çok olması yanında pasif sistemleri incelemek, termal ve ekonomik verimini saptamak aslında çok karmaşık bir işlemdir. Bu karmaşıklığı bir ölçüde azaltıcı bir faktör ise pasif sistem performanslarının genelde tasarım değişkenlerine fazla duyarlı olmayışıdır. Ayrıca pasif sistemler basit ve uygulaması kolay sistemlerdir.

Pasif güneşli konut ısıtma sistemlerinin başlıcaları şunlardır:

- Direkt kazanç (Şekil-6)
- Termal depo duvarlar (Şekil-7)
- Konveksiyon halkaları (Şekil-8)
- Termal depo çatılar (Şekil-9)
- Birleştirilmiş güneş alanları (Şekil-10)

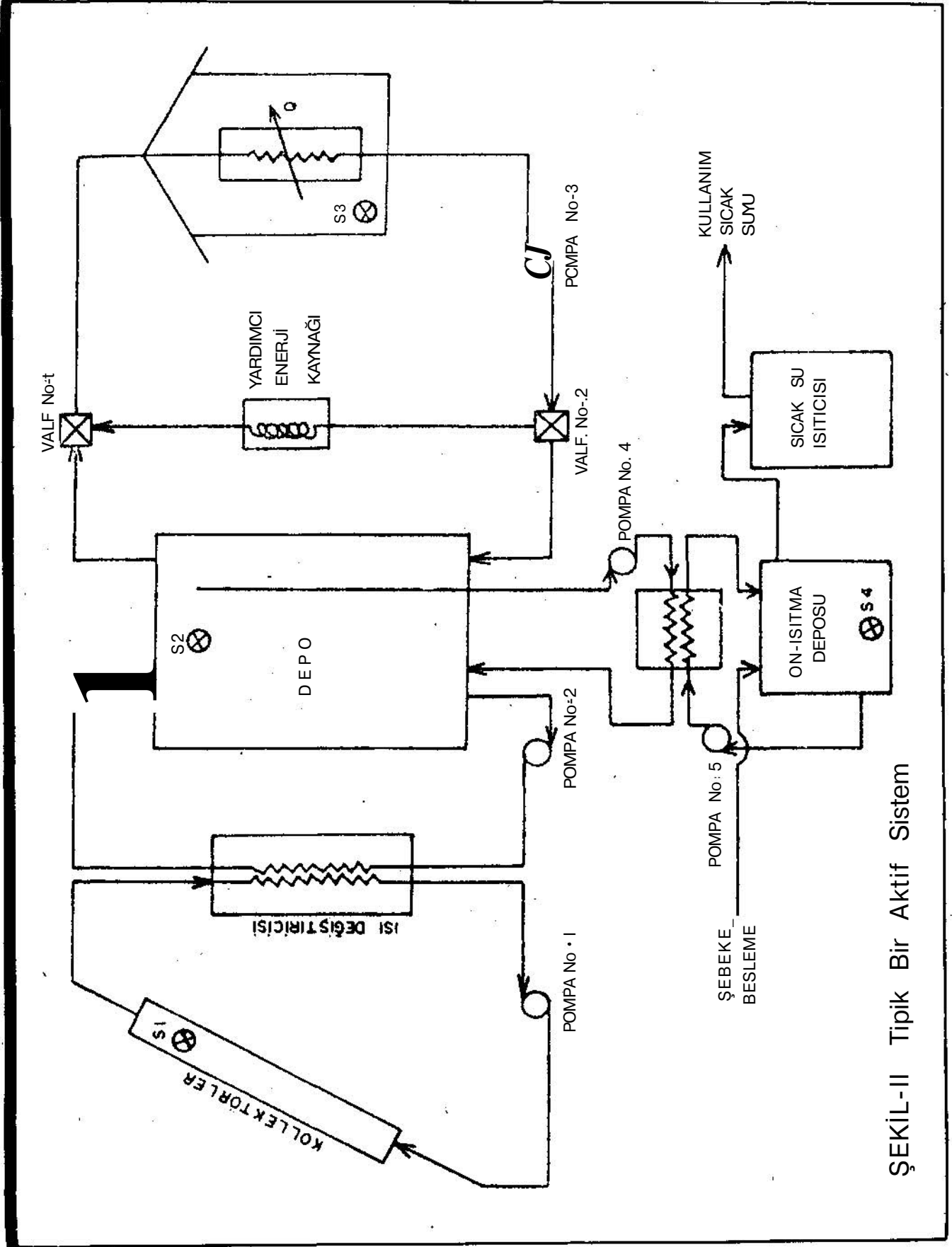
Aktif güneşli konut ısıtma sistemleri bilinen geleneksel ısıtma sistemlerinden pek farklı değildirler. Hatta çoğu halinde mevcut eski sistemlere bir iki ufak değişiklik ile ilâve edilirler. Söz konusu ilâveler güneş toplayıcıları (kollektörler), ısı deposu, gerekli boru bağlantıları ve kontrol sistemidir. Şekil-M'de de görüldüğü gibi, böyle hallerde, eski sistemin mevcut ısıtıcısı, güneş enerjisinin yeterli toplanamaması durumunda, ilâve ısıtıcı görevini yüklenir ve bina için gerekli sabit sıcaklık koşulu sağlar.

Teknik olarak bir binanın toplam ısı yükünün tamamını karşılayabilecek bir sistem kurmak mümkündür. Ancak böyle bir sistem senenin ancak en soğuk günlerinde bir anlam ifade edecek, diğer günlerinde ise atıl olarak bekleyecektir. Böylece sistemin kendini amorti etme süresi uzayacak, belki de geri ödeme süresi bitmeden sistem çürüyüp kullanılmaz hale gelecektir. Bu nedenle bütün güneşli aktif ısıtma sistemleri, binanın toplam ısı yükünün ancak belirli bir oranını karşılayabilecek büyüklükte tasarımılandırılırlar. Bunun yanında odun sobası, şömine, geleneksel kaloriferli ısıtma sistemleri gibi çeşitli yardımcı enerji kaynakları takviye amacı ile mutlaka sisteme ilâve edilirler. Güneşli ısıtma sistemleri ekonomisinin gerisinde işte bu kritik nokta yatar, zira aktif güneş sistemlerinin bilinen en büyük dezavantajı, ilk yatırım maliyetinin çok yüksek oluşudur. Oysa geleneksel kalorifer sistemlerinde bile sistemi gereğinden büyük tutmak çok büyük problemleri beraberinde getirmez.

Güneşli ısıtma sistemleri "eksilen geri ödemeler kuralı" (law of diminishing returns) diye bilinen bir teknoloji kuralının çok iyi birer örnekleridir. Örneğin bir sistemde 20 m<sup>2</sup> kollektör alanı bulunduğunu, bunda toplam ısı yükünün % 40'ını karşıladığını düşünelim. Bu sisteme ikinci bir 20 m<sup>2</sup> toplayıcı ilâve edersek, bu ilâve gerideki ısı yükünün belki ancak % 30'unu, üçüncü 20 m<sup>2</sup> ise, belki halâ ihtiyaç duyulan enerjinin ancak % 15'ini sağlayabilecektir. Yani küçük bir sistemden birim kollektör alanı başına daha fazla enerji elde etmek mümkün olacaktır. Güneş toplayıcıları genelde pahalı cihazlardır. O halde problem, yardımcı kaynak ile birlikte binanın toplam ısı yükünü en ucuz bir şekilde temin edecek kollektör alanını ve tipini seçmektir.

Aktif ısıtma sistemleri genellikle ısı transfer akışkanı olarak hava veya su kullanılırlar. Her iki sistemin de birbirine göre üstün yanları ve eksiklikleri bulunmaktadır. Sulu sistemlerin kullanım rahatlıkları ve depolama açısından getirdikleri kolaylıklar yanında sızdırmazlık sorunları, korozyona müsait oluşları ve en önemlisi donarak genişmeleri en büyük dezavantajlardır. Bu nedenle, genellikle toplayıcılar ile depo arasındaki devreye bir ısı değiştiricisi ilâve edilerek toplayıcılardan antifrizli su dolaştırılır. Tabii bu da sistemin maliyetini arttırıcı bir faktördür.

Havalı sistemlerin ise donma, oksitlenme gibi problemleri yoktur. Sistem kaçakları da ihmal edilebilecek düzeydedir. Ancak depolama genellikle ısınan havayı çakıl taşları arasından dolaştırarak saklama, gerektiğinde de geri alma şeklinde olmaktadır. Taşların ısı kapasitesi (Cp değeri), genellikle suya nazaran çok küçük olduğundan sulu sistemlere nazaran çok daha büyük bir termal kütleyle ve o ölçüde büyük bir depolama hacmine gerek duyulmaktadır. Bu da havalı sistemlerin en büyük problemi.



ŞEKİL-II Tipik Bir Aktif Sistem

Güneş enerjisi ile ısıtılan bir konutta yaşayanların bizzat yapmaları gereken yegane kontrol oda içinde arzu ettikleri sıcaklık miktarını ayarlayan termostatı değiştirmekten ileri gitmemelidir. Bunun dışındaki bütün kontrol operasyonlarını sistem kendi kendine yapar. Pompalar ve üfürücüler, vanalar ve damperler ve yardımcı enerji kaynağı tamamen otomatik olarak, ısıyı gerektiği yere doğru yönlendirirler. İyi bir oto - kontrol ile sistemin toplam verimini büyük ölçüde etkilemek mümkündür.

## 2- Orta Sıcaklık Uygulamaları :

Güneş ışınlarını yansıtarak veya kırarak belli bir yerde toplayabilen düzeneklere yoğun toplayıcı adı verilmektedir. Yani bunlar, odak düzleminde, ısı iletim akışkanını içeren bir yutucu bulunan ayna veya mercekle sistemleridir. Aynalardan oluşan odaklı toplayıcılar, güneş ışınlarını tek bir kez veya ardarda iki kez yansıtarak yoğunlaştırır. Gerçekten, güneş enerjisinin en belirgin özelliklerinin başında az yoğun olması gelir. Bu durumda, güneş enerjisini çok amaçlı olarak kullanabilmek için, yoğunlaştırmak şart olmaktadır.

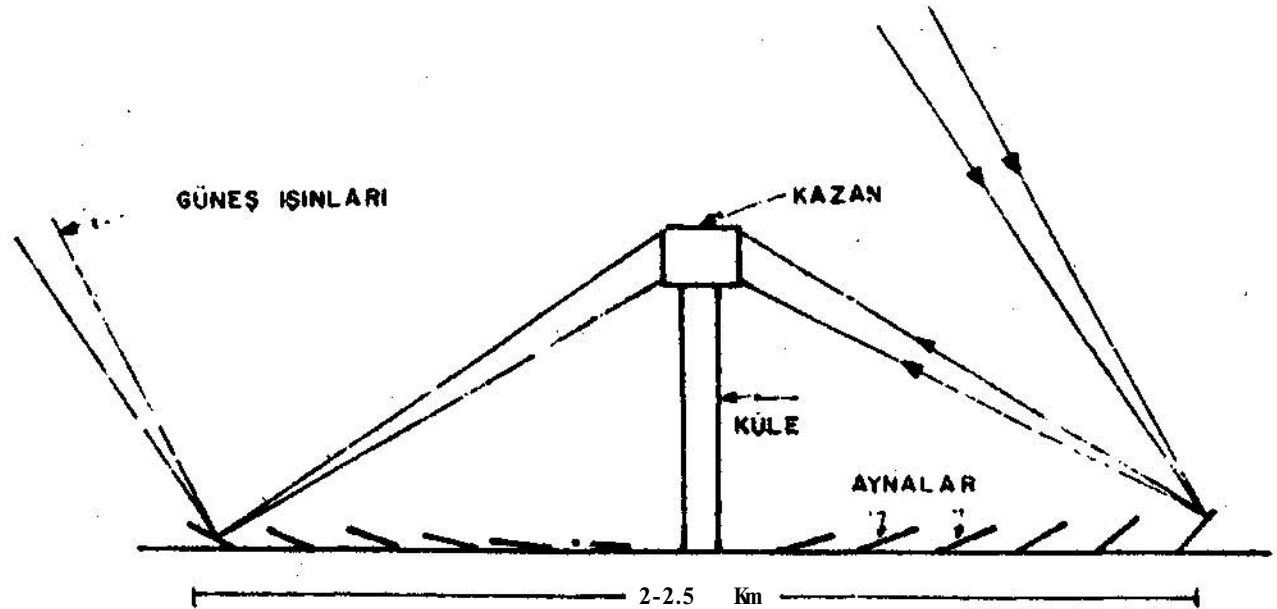
Aynalar, düz, silindirik, silindiroparabolik, konik, küresel veya parabolik olabilir, yoğun toplayıcı tek bir ayna veya mercekten ibaret olabileceği gibi birçok ayna veya mercekte de oluşabilir. Her ayna birçok parçadan oluşabileceği gibi «yekpare de olabilir.

Güneş enerjisinden  $100^{\circ}\text{C}$ 'ı aşan ısılarda yararlanmayı gerektiren uygulamalar biraz daha masraflı olmaktadır. Bunun nedenleri, bu ısıyı elde edebilmek için kollektör-

rün, güneş hareketini takip edebilmek üzere uygun bir mekanizmayla teçhiz edilmek mecburiyetinde oluşu ve ayrıca yansıtıcı yüzeylerin düzlemsel ile birlikte genellikle parabolik olma gerekliliğidir. Böylece yemek pişirmek için kullanılacak fırınlardan,  $75\text{ KW}$ 'lık güçte ve  $350^{\circ}\text{C}$ 'a kadar erişebilen metalürjik fırınlara kadar geniş bir uygulama alanı bulmak mümkün olmaktadır.

## 3- Yüksek Sıcaklık Uygulamaları :

Güneş enerjisinden  $350^{\circ}\text{C}$  ve daha yüksek sıcaklıklar elde edilmesi düşünüldüğünde başvurulan uygulama güneş fırınları yani merkezi toplayıcı güneş kuleleridir. Ancak bu tür uygulamalar dünyada pek fazla yaygın değildir. Şekil-12'de böyle bir güneş kulesi şeması görülmektedir. Şekilden de anlaşılacağı gibi tek tek yönlendirilmiş "heliostat" adı verilen aynalar güneş enerjisini bir kule üstündeki sabit noktaya toplamaktadır. Bu noktada çok yüksek sıcaklıklara ulaşmak mümkün olmakta, güneşin gün boyunca izlediği eğriyi takip edebilmek ve odağın kaymasına mani olmak için aynalar bir elektronik beyin kumandasında hareket etmektedirler. Böylece sistemin maliyeti ve gerektirdiği karmaşık teknoloji kendiliğinden ortaya çıkmaktadır. Bu yüzden de ilk defa Fransa'da, Pirene Dağları üzerindeki Fort-Romey'de  $1000\text{ KW}$  gücünde bir güneş fırını inşa edilmiş şunu A.B.D.'deki iki uygulama takip etmiştir. Ayrıca İtalya'da, Genova Üniversitesinde 1967 yılından beri bir prototip çalışmakta son olarak da İspanya'da AET koordinatörlüğünde büyük bir güneş kulesi işletmeye açılmış bulunmaktadır.



ŞEKİL-12 Güneş Kulesi

Yüksek sıcaklık uygulamalarının ülkemiz koşullarında önümüzdeki senelerde gerçekleşmesi kanımızca mümkün değildir. Aslında güneş kulelerin sorunları da tam anlamıyla çözülmemiştir. Örneğin Fransa'daki güneş fırınının madenleri ergitmede ve kalıplamada yararlanılmaktadır. Odaktaki yüksek ısıyı, türbün döndürebilecek basınçta buhar üretmek üzere akışkana iletebilecek ısı değiştiricisinin henüz problemleri bulunmaktadır. A.B.D.'de yapılmış uygulamalarında üzerinde eleştiri yapılan pek çok noktası mevcuttur. Ayrıca teknoloji her şeyi ile çok karmaşıktır.

Bu nedenler ile ülkemizde aykırı gelecekte düzlem kollektörlerin dışında, odaklı ve tüp tipi toplayıcıların imalatına başlanabileceği, konutların aktif ve pasif yöntemler ile ısıtılmasının yanı sıra, sanayinin ihtiyaç duyduğu sıcak sularında güneşten ısıtılabilmesi tahmini sanırız en gerçekçi bir tahmin olacaktır.

### III. GÜNEŞ ENERJİSİNİN ÜLKEMİZDE KULLANILMA OLANAKLARI VE ÇALIŞMALAR YÖNLENDİRMEK İÇİN YAPILMASI GEREKLİ HIZIRLIKLAR VE TEŞVİK TEDBİRLERİ

Güneş enerjisinin, diğer enerji türleri ile karşılaştırdığımızda :

1. Kesikli ve değişken olması,
2. Dağınık ve az yoğun olması,
3. Kullanılabilir enerjileri dönüştürme teknolojisinin henüz doruk noktasına ulaşmamış bulunması,

gibi dezavantajlarının yanı sıra

1. Yenilenebilir yani tükenmez olması,
2. Temiz olması yani çevre kirliliğine neden olmaması,
3. Ülkemizde hemen hemen her bölgede bol miktarda bulunması,

gibi avantajlara sahip olduğunu görmekteyiz.

Bugün için güneş enerjisinden, kolay, basit ve oldukça ucuz bir biçimde, sadece günlük ihtiyacımız olan sıcak su ve uygun bir yönlendirme ile de evlerimizde ısı gereksiniminin bir bölümü sağlanabilmektedir. Bu gereksinimlerin tam ve devamlı sağlanması öngörüldüğü takdirde, bir klasik enerji kaynağının da birlikte kullanılması kaçınılmazdır. Kısacası şu anda güneş enerjisi, sadece fosil enerji kaynaklarından belirli bir oranda tasarruf etmemeze yardımcı olmaktadır.

Ancak, bugün, büyük bir önemle üzerinde çalışılmakta olan depolama sorunları bir çözüme kavuşur ve dönüştürme teknolojisi doruk noktasına ulaşarak birim enerji maliyeti makul sınırlara indirgenirse, yukarıda saydığımız dezavantajlar bir ölçüde yok edilmiş olacaktır. O zaman güneşin otonom bir enerji kaynağı olarak kullanılması için hiçbir engel kalmıyacaktır. Bu nedenle, kötümser bile olsak, herşeye rağmen, halen çocukluk çağını yaşa-

makta olan bu enerji türü konusunda, son sözü söylemenin henüz çok erken olduğu inancındayız.

Devletin bu konuda ne düşündüğünü anlamak için IV. Beş Yıllık Kalkınma Planına bakmak yeterlidir. Planın enerji ile ilgili üçüncü bölümünde şöyle denilmektedir: "... Planlı dönemler boyunca yeterince geliştirilemeyen ulusal enerji kaynaklarından yapılan enerji üretimi artış hızı giderek azalırken, tüketim hızı artmıştır. 1977 yılı sonunda, artan enerji talebinin ancak yarısı ulusal kaynaklardan üretilen enerji ürünleri ile karşılanabilmiştir." Gerçekten de birincil enerji üretim ve tüketim dengesi şöyledir :

Tablo - 11 'deki değerlere göre, 1983 yılında birincil enerji kaynaklarından üretilen toplam enerji, gereksinmemizin ancak % 52.9'unu karşılayabilecektir. O halde, % 47.1 lik enerji açığımızın alternatif kaynaklar adını verdiğimiz güneş ve benzeri enerji kaynaklarından karşılanması ve buna ilaveten enerji tüketimimizi azaltıcı bir takım tasarruf tedbirlerine derhal başvurulması, en akılcı çözüm olarak karşımıza çıkmaktadır.

Tablo - 111 'de ise birincil enerji üretimi ve bunda kaynakların oranları gösterilmiştir.

Görüldüğü gibi toplam enerji üretimimize, yakacak odun ile bitki ve hayvan artıkları başlığında sınıflandırılmış ticari olmayan enerji türleri dışında hiçbir alternatif enerji kaynağından katkı olmamaktadır. Böyle bir katkının en azından 1983 senesi içinde de gerçekleşmeyeceği belirtilmektedir. Oysa raporumuzda bugün ülkemizde düzlem kollektör yapan pek çok ticari firmanın var olduğunu bunlardan bazılarının en azından 1975 senesinden beri faaliyette bulduklarını vurgulamaya çalışmış idik. O halde bu firmaların üretilen pazarladığı binlerce metrekare düzlem toplayıcı hiç mi enerji üretmemektedir?

Bu soruyu yanıtlamak için Enstitümüzce 24-31 Temmuz 1978 tarihleri arasında yapılan bir araştırmaya biraz daha yakından bakmakta yarar vardır. Bu araştırmada ülkemizde o tarihlerde çalışmalarını sürdüren ve güneşli su ısıtıcısı imal eden 17 firma ile temas kurularak üretmeyi planladıkları toplam metrekare kollektör alanı saptanmaya çalışılmıştır. Söz konusu 17 firmanın 5 tanesi Ankara'da, 2'si Adana'da, 2'si Mersin'de, 2'si Antalya'da, 3'ü İzmir'de ve 4'ü İstanbul'dadır. Buna göre firmalar 1977'de 980 m<sup>2</sup> 1978'de 2058 m<sup>2</sup> üretmişler, 1980'de ise toplam 20 000 m<sup>2</sup> yi açacaklarını tahmin etmişlerdir. Oysa aradan geçen kısa sürede gerek akaryakıt fiyatlarındaki aşırı artış, gerek diğer yakacakların üretim ve dağıtımındaki aksaklık tüketici kesiminde çok aşırı bir talebin doğmasına neden olmuş ve bu aşırı talep sanayi kesimi için bu konuyu cazip hale getirmiştir. Ancak bu alanda problemler ve istekler fazladır. Piyasada gerekli önlemler alınır ve destek sağlanırsa çok daha büyük bir üretim hede-



fine ulaşmak mümkündür. Çok küçük çapta ve ancak sipariş üzerine iş yapan imalatçıların varlığını da göz önüne alarak 1980 yılında güneş enerjisinden bu yöntemle elde edilen enerjinin toplam enerji üretimimize katkısı % 0.00006 civarındadır.

Bunun nedeni ise firmaların içinde buldukları uygulama türünün bir alçak sıcaklık uygulaması olması ve pazarladıkları sistemin genelde pahalı ve geri ödeme süresi uzun bir sistem olması nedeniyle ekonomik açıdan tüketiciye cazip gelmemesidir. Gerçekten de ülkemizde pek çok kimse, paranın bu denli yüksek bir faiz getirdiği bir dönemde, bu tür sabit yatırımlara yönelmek istememektedir. O halde kanımızca yapılacak en akılcı iş, devletimizin bu konuya eğilerek en azından birtakım vergi indirimleri benzeri uygulamalar ile güneş enerjisi kullanımını teşvik etmesidir. Bu takdirde firmalar da kendilerine yeni bir düzeye getirecek üretimlerini artırarak yüksek sıcaklık uygulamalarına geçeceklerdir. Böylelikle enerji bilançomuza yaptıkları katkı sıfırlı rakamlardan kurtulabileceklerdir.

Bugün ülkemizin hâlâ bir enerji politikasına kavuşmamış olması üzüntü vericidir. Bu durum IV. Beş Yıllık Kalkınma Planında da yer almakta ve aynen şöyle denilmektedir: "... öz kaynaklara dayalı milli enerji planının bugüne kadar hazırlanamamış olması, ülke enerji kaynakları potansiyelinin varlığı bilinen bölgelerde dahi tümüyle belirlenememesi, sektör hedeflerinin tesbitinde ve uygulamada kaçınılmaz belirsizliklere sebep olmaktadır." O halde sözkonusu palana bir an önce kavuşmak için çalışmalar hızlandırılmalıdır.

Alternatif kaynakların devreye sokulmasına kırsal kesimden başlanmalıdır. Köy ve kasabalarımız enerji bakımından kende enerjilerini kendileri üretir duruma getirilmeli böylelikle büyük hidrolik santrallerden elde edilen enerji ve kömür potansiyelimiz, sanayi ve büyük kentlerimizin ihtiyacı için kullanılmalıdır. Teknolojik bakımdan bu mümkündür ve dünyada enerji bakımından otonom kırsal yerleşim birimleri sayısı hızla artmaktadır. Böyle yerlerde ısıtma için pasif konut ısıtma sistemleri, yakacak olarak biogaz, haberleşme ve radyo, TV gibi cihazların elektrik gereksinimi için ise fotovoltaik çevrimler (güneş pilleri) düşünülmektedir. Ayrıca bu yörelerin rüzgâr potansiyelinden ve eğer mevcut ise çevrelerindeki küçük akarsuların hidrolik enerjilerinden yararlanılmaktadır. Ayrıca sera ısıtılması, tarımsal ürünlerin kurutulması ve saklanması için yapılacak soğuk hava depolarının ihtiyacı olan enerjiyi güneşten sağlamak mümkündür.

Bununla birlikte, büyük yerleşim alanlarımızda öncelikle tasarruf tedbirlerinden başlayarak güneş enerjisinin konut ısıtmasında kullanılması yaygınlaştırılmalıdır. Bir örnek vermek gerekirse, bugün elimizde bulunan verilere göre yenilenebilir enerji kaynaklarımızdan sadece güneş

enerjisinin kullanılması yönüne gidilirse, ülkemizin petrol ithalatının % 30'undan fazlasını götüren düşük kaliteli ısı (100°C'in altında) ihtiyacını karşılamak mümkündür. Dış ödemeler açığının kapanmasının ekonomik büyümeye katkısı üzerinde fazla bir şey söylemeye gerek yoktur. Ancak, çok kıymetli dövizlerin, çok alçak sıcaklıklarda su ve hava ısıtılmak yerine, hayati ve stratejik önemi olan alanlara kaydırılması, hem ülke ekonomisini, hem de milli savunmamızı olumlu yolda etkileyecektir. Bu da ancak 100°C'in altında sıcaklık üreten düzlem kollektör yapım-cısı firmalara, devletin yardım elini uzatması, bir takım teşvik tedbirleri ile üreticileri koruması tüketicileri ise heveslendirmesi ile mümkün olacaktır.

Bütün çalışmaların amacı, Türkiye'nin enerji açığını kapatmak ve enerji ithalini azaltmak olduğuna göre, yenilenebilir kaynakların katkısı üzerinde ısrarla durulmalıdır.

M.T.A. Enstitüsü güneş enerjisi çalışmalarına 1975 yılında başlamıştır. 1976 yılında B.M.'in Araştırma-Geliştirme programı çerçevesindeki bir müşterek proje ile Datça Yarımadası'nın Kesili mevkiinde (Marmaris kazasına 32 km uzaklıkta) uygulamalı çalışmalar için bir araştırma merkezi kurmuştur.

Araştırma merkezi 3 laboratuvar, 3 atelye, 1 idari bina ve 6 sosyal binadan oluşmaktadır.

M.T.A. Enstitüsü'nün güneş enerjisi biriminde bugün (12) teknik, (3) yardımcı teknik, (7) vasıflı işçi, (30) vasıfsız işçi görev yapmaktadır.

Çalışma yaptığı belli başlı alanlar şunlardır:

- Meteorolojik ve heliometrik rasatlar
- Havalı ve sulu toplayıcılar testi
- Seçici yüzey çalışmaları
- Seçici yüzey laboratuvarının havalı toplayıcılar ile ısıtılması
- Güneşli sera ısıtması çalışmaları
- Çeşitli güneşli kurutma çalışmaları
- TARIŞ için Alaşehir'de üzüm kurutma projesinin hazırlanması
- Denizli Acıgöl'de damıtma çalışmaları
- Ankara'da bir okul ısıtma projesi

Ayrıca Enstitümüzün çeşitli binalarında sıcak su ihtiyacının güneş enerjisi ile sağlanması gerçekleştirilmiştir.

Yapılan çalışmaların amacı özellikle havalı ve sulu düz toplayıcıların kullanıldığı düşük sıcaklıklı termik uygulamalarda bilgi birikimi oluşturmak, bu bilgi birikimini kullanarak konuyu, kamuya ve özel kesime tanıtmak üzere yayınlar ve demonstrasyonlar yapmak ve sonuçta bu konuda bir teknoloji transferini gerçekleştirmektir.

Bugün M.T.A. Enstitüsü uğraş edindiği konularda bilgi birikimini tamamlamış ve ülkemizdeki her türlü uygulamalarda kendisinden istenecek her türlü katkıyı ortaya koyabilecek hale gelmiştir.