



TARIMSAL UYGULAMALARDA GÜNEŞ ENERJİSİ KULLANIMI ARAŞTIRMA RAPORU / CEYLANPINAR

T.C.
Başbakanlık
Devlet Planlama Teşkilatı
Müsteşarlığı

T.C.
Karacadağ
Kalkınma Ajansı
Doğrudan Faaliyet Desteği Hibe Programı

T.C.
Ceylanpınar Kaymakamlığı
Köylere Hizmet Götürme Birliği

Ekim Teknik
Makine Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti.
İstanbul

Mayıs 2011

Bu proje, T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı'nın genel koordinasyonu altında Karacadağ Kalkınma Ajansı tarafından finanse edilen TRC2-10-DFD-01 referans numaralı Doğrudan Faaliyet Mali Destek Programı kapsamında yürütülmektedir.

1 Özet

Bu çalışma, Ceylanpınar Köylere Hizmet Götürme Birliği (CKHGB) için Ceylanpınar ilçesinde güneş enerjisinin tarımsal uygulamalarda nasıl kullanılabilceğinin belirlenebilmesi amacı ile T.C. Karacadağ Kalkınma Ajansı desteği ile Ekim Teknik Makine Sanayi Ticaret Ltd. Şti. tarafından hazırlanmıştır.

Söz konusu çalışma, Y. İlker SALAR (Ekonomist), Dr. Çınar ÖNCEL (Malzeme Mühendisi) ve Soner SALAR (Makine Mühendisi) ile oluşturulan ortak ekip ile tamamlanmıştır. Ekip öncelikli olarak Japonya’da gerçekleştirilen Güneş Enerjisi Fuarına katılım sağlamış, sonrasında Ceylanpınar ile ilgili verileri toplamış ve Antalya bölgesinde faaliyet gösteren tarımsal ürün üreticileri ve işleme paketleme tesislerini ziyaret ederek raporunu oluşturmuştur.

Çalışma öncelikle güneş enerjisinin elektrik üretiminde nasıl kullanıldığının araştırması çerçevesinde şekillenmiştir. Ceylanpınar’da hali hazırda var olan güneş enerjisi potansiyelinin tespiti ve bu enerjinin Ceylanpınar’daki tarımsal uygulamalara nasıl entegre edilebileceği üzerinde çalışmalar yapılmıştır.

Bu çerçevede, öncelikle Ceylanpınar’ın tarımsal yapısı Kaymakamlık ve İlçe Tarım Müdürlüğü desteği ile tespit edilmiş, enerji ihtiyacı olan alanlar belirlenmiştir. Söz konusu çalışmalar göstermiştir ki; tarımsal amaçlı sulamada çok büyük bir enerji ihtiyacı bulunmaktadır. Bu ihtiyaç ilçe genelinde gerek kamu idaresi bakımından gerekse iktisadi, sosyal ve toplumsal bakımdan önemli sorunlara neden olmaktadır.

Raporda bu sorunlara derinlemesine irdelenmiş ve çözüm önerisi olarak güneş elektriğinin ne şekilde kullanılabilceği üzerine teknik hesaplamaları da içerecek şekilde çıkarımlar yapılmıştır.

Güneş elektriğinin yeni gelişmekte olan bir sektör olduğu ancak zamanla tarım ve tarıma dayalı sanayi dallarında son derece yoğun şekilde kullanılabilcek bir enerji çeşidi olması nedeniyle, yapılan bu çalışmanın önemli bir boşluğu dolduracağı düşünülmektedir.

2 İçindekiler

1	Özet	1
2	İçindekiler.....	2
3	Şekiller	4
4	Tablolar	6
5	Güneş Enerjisi Nedir?	7
4.1.	Güneş Enerjisi Teknolojisi	8
4.2.	Güneş Enerjisinden Nasıl Elektrik Elde Edilir?	10
4.2.1.	Güneş Pilleri	10
4.2.2.	Güneş Pili Sistemleri	10
4.2.3.	Güneş Pilleri Nasıl Elektrik Üretirler?	11
4.2.4.	Güneş Panellerinin Üretim Süreci	14
4.2.5.	Güneş Hücre Çeşitleri	15
3.1.1.1.	Birinci Nesil	16
3.1.1.2.	İkinci Nesil	16
3.1.1.3.	Üçüncü Nesil	17
3.1.2.	Güneş Enerjisi Sistemleri Kurulumu.....	18
3.1.2.1.	Off-Grid Sistemler.....	18
3.1.2.2.	DC Yük İhtiyacı Duyulan Şebekeden Uzak Sistemler.....	19
3.1.2.3.	AC ve DC Yük İhtiyacı Duyulan Şebekeden Uzak Sistemler	19
3.1.2.4.	On-Grid Sistemler	20
3.1.2.5.	Şebeke İçi Kullanım Sistemleri.....	20
3.1.2.6.	Şebeke İçi Satışlı Sistemler	21
3.1.2.7.	Şebeke İçi Satışlı-Akülü Sistemler.....	22
3.2.	Dünyada Güneş Elektriği Kullanımı	23

3.3.	Güneş Elektrığının Geleceği	25
6	Ceylanpınar'da Güneş Enerjisi.....	29
5.1.	Ceylanpınar Güneş Enerjisi Verileri	29
5.2.	Ceylanpınar Güneş Elektrığı Potansiyeli	37
7	Ceylanpınar'ın İktisadi, Sosyal ve Coğrafi Yapısı.....	38
5.1.	Ceylanpınar'ın Coğrafi Durumu	38
5.2.	Ceylanpınar'ın Nüfus Yapısı ve Eğitim Durumu.....	38
5.3.	Ceylanpınar'ın İktisadi Yapısı	40
5.3.1.	Ceylanpınar'da Tarım	41
5.4.	Ceylanpınar'daki Ürün Deseni.....	44
5.5.	Ceylanpınar'ın Komşu İlçelerle Karşılaştırılması.....	47
5.6.	Ceylanpınar'da Tarımsal Amaçlı Enerji Kullanımı	47
5.6.1.	Ceylanpınar'da Tarımsal Amaçlı Sulama ve Enerji Tüketimi	48
5.6.2.	Ceylanpınar'da Tarıma Müdahil Olan Kamu Kurumları.....	49
8	Tarımsal Uygulamalarda Güneş Enerjisi Kullanımı	50
6.1.	Tarımsal Amaçlı Sulama Sistemlerinde Güneş Elektrığı Kullanımı	50
6.1.1.	Doğru Akımla Çalışan Su Pompaları	53
6.1.2.	Alternatif Akımla Çalışan Pompa Sistemleri.....	58
9	Ceylanpınar'da Sulama	59
7.1.	Alternatif Enerji Kullanan Sulama Sistemleri Önerileri	62
10	Diğer Tarımsal Uygulamalarda Güneş Elektrığı Kullanımı.....	63
8.1.	Seracılıkta Güneş Elektrığı Kullanımı	63
8.2.	Ambalaj ve Paketleme Tesislerinde Güneş Elektrığı Kullanımı.....	65
8.3.	Soğuk Hava Depolarında Güneş Elektrığı Kullanımı	66
11	Sonuç ve Öneriler.....	67

3 Şekiller

Şekil 1: Toplayıcı güneş enerji sistemleri a) parabolik-oluk, b) çanak-motor ve c) güç kulesi. 9	
Şekil 2: Örnek Güneş Pili Enerji Sistem Şeması.....	11
Şekil 3: Güneş Pillerinin Çalışma Mekanizması.....	12
Şekil 4: Yarı-iletkenlerin a) yük dağılım şeması ve b) enerji bant şeması.....	13
Şekil 5: Güneş Panellerinin Üretim Süreci [7].....	14
Şekil 6: Güneş Pillerinde kullanılan Silikon tabakalarına uygulanan işlemler [7].....	15
Şekil 7: Güneş Modülünün değişik kesitlerden şematik görünümü.....	15
Şekil 8: Sadece DC yük ihtiyacı duyulan şebekeden uzak sistemlerin şematik görüntüsü.....	19
Şekil 9: AC ve DC yük ihtiyacı duyulan şebekeden uzak sistemler şematik görüntüsü.....	20
Şekil 10: Şebeke içi kullanım sistemlerinin şematik görüntüsü.....	21
Şekil 11: Şebeke içi Satışlı sistemler şematik görüntüsü.....	22
Şekil 12: Şebeke içi Satışlı- akülü sistemler şematik görüntüsü.....	23
Şekil 13: Küresel PV Talep Oranları, 2010.....	25
Şekil 14: Geleceğin Güneş Enerjisi Teknolojilerinden Bir Örnek [12].....	27
Şekil 15: Türkiye'nin Güneş Haritası.....	29
Şekil 16: Ceylanpınar Aylık Güneşlenme Verileri.....	30
Şekil 17: Ceylanpınar Günlük Güneşlenme Miktarı.....	36
Şekil 18: Ceylanpınar'da Eğitim Durumu.....	40
Şekil 19: Tarımsal İşletme Sayısı (Adet).....	41
Şekil 20: Ceylanpınar'a Bağlı Köylere Ait Tarım Arazileri.....	42
Şekil 21: Tarım Arazilerinin İşletme Büyüklüklerine Göre Dağılımı.....	43
Şekil 22: Ceylanpınar Tarımsal Üretim Değerleri, Kg, 2010.....	43
Şekil 23: Ceylanpınar'da Ürünlere Göre Arazi Kullanımı, Da, 2010.....	44

Şekil 24: Ceylanpınar'daki Meyve Ağaçları Sayıları, 2009.....	45
Şekil 25: Ceylanpınar'daki Meyve Ağaçları (Antepfıstığı Hariç), 2009	46
Şekil 26: Ceylanpınar'daki Sebze Üretimi, Ton, 2009	47
Şekil 27: Güneş Panelleri İle Yürütülen Sulama Sistemi.....	51
Şekil 28 : Güneş Elektrikği ile Çalışan Su Pompalama Sistemi	52
Şekil 29: Güneş Panelleri, Su Kuyusu ve Pompa.....	53
Şekil 30: Doğru Akım Pompa Sistemi	54
Şekil 31: DC Dalgıç Pompa ve Kontrol Ünitesi	55
Şekil 32: DC Santrifüj Pompa.....	55
Şekil 33: Doğru Akım Dalgıç Pompa	56
Şekil 34: Örnek Bir Sulama Pompası Uygulaması	57
Şekil 35: Örnek AC Pompa Çeşitleri	58
Şekil 36: Ceylanpınar'da Sulama Örneği.....	59
Şekil 37: Ceylanpınar'da Kullanılan Bir Dalgıç Pompa Örneği	60
Şekil 38: Ceylanpınar'da Kullanılan Bir Trafo	61
Şekil 39: Seracılıkta Güneş Elektrikği	63
Şekil 40: Seracılıkta Güneş Panelleri Kullanımı.....	64
Şekil 41: Basit Bir Paketleme Makinesi.....	65
Şekil 42: Soğuk Hava Deposu.....	66

4 Tablolar

Tablo 1: Ceylanpınar Aylık Güneşlenme Verileri	30
Tablo 2: Ceylanpınar Günlük Güneşlenme Verileri	36
Tablo 3: Türkiye'nin Aylık Ortalama Güneş Enerjisi Potansiyeli.....	37
Tablo 4: Ceylanpınar'ın Komşu İlçelerle Karşılaştırması.....	47
Tablo 5: 24 Volt Panel Gerilimi İçin Verim Tablosu.....	56
Tablo 6: Örnek Su Pompa Sistemi Tablosu	57

5 Güneş Enerjisi Nedir?

Güneş enerjisi güneş ışığından enerji elde edilmesine dayalı teknolojidir. Güneşin yaydığı ve dünyamıza da ulaşan enerji, güneşin çekirdeğinde yer alan füzyon süreci ile açığa çıkan ışınım enerjisidir. Güneşteki hidrojen gazının helyuma dönüşmesi şeklindeki füzyon sürecinden kaynaklanır. Dünya atmosferinin dışında güneş ışınımının şiddeti, aşağı yukarı sabit ve 1370 W/m² değerindedir; ancak yeryüzünde 0-1100 W/m² değerleri arasında değişim gösterir. Bu enerjinin dünyaya gelen küçük bir bölümü dahi insanlığın mevcut enerji tüketiminden kat kat fazladır. [1] Güneş radyasyonu bu dünyanın atmosferine dik ise, bir düşme 1.370 W/m² (güneşi sabit kabul edersek, yoksa dünya döndüğü için bu açı devamlı olarak değişecektir) 1.370 W/m² olan bu değer yeryüzüne 1.000 W/m²'lik bir kısmı ulaşır. Yıllık bazda, Türkiye'de bu değer 1.100 kWh/m²*yıl ile 1.300 kWh/m²*yıl arasında değişmekle beraber, çöllerde 2.500 kWh/m²*yıl'ı bulmaktadır.

Güneş enerjisi bilinen en eski birincil enerji kaynağıdır. Temizdir, yenilenebilir ve dünyamızın her tarafında fazlasıyla mevcuttur. Hemen hemen bütün enerji kaynakları direkt veya endirekt olarak güneş enerjisinden türemişlerdir. Güneş enerjisi, rüzgâr ve dalga enerjisi, hidroelektrik enerji ve biokütle ile birlikte yenilenebilir enerji kaynaklarının büyük bölümünü oluşturur. Dünyamıza gelen bir dakikalık güneş enerjisi, dünyamızın bir yıllık enerji tüketimini karşılamaya yeterli olmasına karşın, günümüz teknolojileri bu enerjiyi verimli bir biçimde kullanma konusunda yetersiz kalmaktadırlar.

Güneş enerjisi kesikli ve değişkendir. Günlük ve mevsimlik değişimleri vardır. Bundan öte radyasyon atmosferik koşullarla belirlenir. Bütün bu özelliklerinden ötürü bazı güneş enerjisi uygulamaları enerji depolanmasını ve yedek enerji sistemlerini gerektirmektedir. Ancak belli sayıdaki uygulamalar için-örneğin su pompalanması-enerji depolamada önemli olamayabilmektedir.

Diğer alışılmış enerji kaynaklarıyla karşılaştırıldığında güneş enerjisinin yoğunluğu düşüktür. Fakat 60000C'lik bir kaynaktan çıktığından yüksek dereceler elde etmek için konsantrasyonu artırılabilir. Bu üstün niteliğinden ötürü, güneş enerjisini mekanik ve elektrik enerjilere uygun bir verimlilikle çevirmek önemlidir. Ayrıca güneş enerjisi fotosentetik ve fotokimyasal tepkimeleri başlatmak için gereken özelliklere sahiptir. Yarı iletkenlerde fotoelektrik ve termoelektrik etkileri kullanarak güneş enerjisini doğrudan elektrik enerjisine çevirmek mümkündür. Bu yüzden güneş enerjisi, ev kullanımı için sıcak su sağlanması, yer ısıtma ve

soğutma, endüstride işlem ısısının sağlanmasında, tarımda sulama, kurutma ve pişirmede kullanabilen bir enerji kaynağıdır. Aslında güneş enerjisi öyle çoktur ki şimdiye kadar geliştirilmiş teknolojiler kullanılarak güneş enerjisinden yararlanıldığında evrensel enerji talebine geçerli bir katkıda bulunabilecektir. Bunun yanı sıra güneş enerjisi çok az sayıdaki temiz ve elde edilmesi güvenli enerji kaynaklarından biridir.

Güneş enerjisinin diğer enerji türlerine göre çok sayıda avantajı mevcuttur. Her şeyden önce, bol ve tükenmeyen tek enerji kaynağıdır. Temiz enerji türüdür. Çevreyi kirletici duman, gaz, karbon monoksit, kükürt, radyasyon gibi artıkları yoktur. Enerjiye ihtiyaç duyulan çoğu yerde güneş enerjisinden yararlanılabileceğinden yerel uygulamalar için elverişlidir. Bir çakmağın, bir hesap makinesinin, bir saatin, bir deniz fenerinin veya bir orman gözetleme kulesinin enerji ihtiyacı yerinde karşılanabilir. Dışa bağlı olmadığından doğabilecek ekonomik bunalımdan bağımsızdır. Birçok uygulaması için karmaşık teknolojiye gerek duyulmadığından yerli teknoloji ile gerçekleştirilebilir. İşletme masrafları çok azdır. Güneş enerjisinin bu avantajlarına rağmen az uygulanmasının en büyük sebebi birim düzleme gelen güneş ısınımı miktarının az olması ve dolayısıyla büyük yüzeylere ihtiyaç duyulmasındandır. Güneş ısınımı sürekli olmadığından depolama gerekmektedir. Depolama imkânları ise sınırlıdır. Ayrıca, enerji ihtiyacının fazla olduğu kış aylarında güneş ısınımı az ve geceleri de hiç yoktur. Bunların dışında, güneş enerjisinden faydalanan sistemin güneş ışınımını sürekli alabilmesi için çevresinin açık olması, gölgelenmemesi gerekir. Bu nedenle de her yere uygulanamaz. Güneş enerjisinden elektrik üretimi teknolojisi yeni geliştiği için de ilk yatırım masrafları çok fazladır [2].

4.1. Güneş Enerjisi Teknolojisi

Güneş ışınlarından yararlanmak için pek çok teknoloji geliştirilmiştir. Bu teknolojilerin bir kısmı güneş enerjisini ışık ya da ısı enerjisi şeklinde direk olarak kullanırken, diğer teknolojiler güneş enerjisinden elektrik elde etmek şeklinde kullanılmaktadır. Günümüzde güneş enerjisini farklı amaçlar için kullanan çeşitli teknolojiler mevcuttur[1]. Bu teknolojiler:

- Fotovoltaik Sistemler: Doğrudan güneş ışınları ile elektrik üretirler
- Solar Sıcak Su Sistemleri: Güneş enerjisini su ısıtması için kullanırlar
- Solar Elektrik Sistemleri: Güneş ışınlarının açığa çıkardığı ısı yardımı ile elektrik üretirler

- Pasif Solar Isınma ve Aydınlatma: Güneş enerjisi ile doğrudan ısınma ve kapalı mekanlar için gündüz saatlerinde aydınlatma sağlarlar
- Solar Isıtma ve Soğutma Sistemleri: Güneş'in ısısının endüstriyel ve ticari uygulamalarda kullanılması

Günümüzde fosil yakıtlar ile çalışan güç santrallerinin çoğu, bu yakıtları suyu buharlaştırmak için bir ısı kaynağı olarak kullanmaktadır. Kaynayan suyun oluşturduğu buhar daha sonra büyük türbinleri çevirmekte kullanılmakta ve bunun sonucunda harekete geçen jeneratörler ile elektrik üretilmektedir. Yeni nesil güç santralleri ise fosil yakıtların yerine güneş enerjisini suyu buharlaştırmak ve böylece türbinleri döndürmek için kullanmaktadır. Bu çeşit güneş enerjisi sistemlerine toplayıcılı solar güç sistemleri denir. Bu sistemlerin Şekil 1'de görüldüğü gibi üç ana çeşidi vardır. [3]



Şekil 1: Toplayıcı güneş enerji sistemleri a) parabolik-oluk, b) çanak-motor ve c) güç kulesi

Parabolik-Oluk sistemleri güneş enerjisini uzun, U şeklinde eğimli aynalar yardımı ile bir noktada yoğunlaştırır. Güneş ışınlarının yoğunlaştırıldığı bu noktadan yani oluktan bir boru geçirilir. Böylece güneş ışınları yoğunlaştırılmış olarak bu borunun üzerine düşer ve içinde devridaim halinde bulunan yağ ısıtır. Isınan sıcak yağ daha sonra aynı eski tip güç santrallerinde olduğu gibi suyun buharlaştırılmasında kullanılır.

Çanak-Motor sistemleri ise büyük uydu antenlerine benzeyen aynalar ile kaplanmış bir çanak yardımı ile güneş ışınlarını bir alıcının üzerinde yoğunlaştırır. Bu alıcının görevi ısıyı emmek ve motorun içine bulunan sıvıya emdiği ısıyı iletmeştir. Isı, motorun içindeki sıvının patlamasına ve pistonları itmesine yol açar. Böylece elde edilen mekanik güç jeneratörün veya alternatörün elektrik üretmesi için kullanılır.

Güç Kulesi sistemi geniş bir alana yayılmış aynalar yardımı ile güneş ışığını aynaların ortasında bulunan bir kulenin tepesindeki alıcının üzerinde yoğunlaştırır. Bu ısı, alıcının

içinde devridaim yapan erimiş tuzun ısınmasını sağlar. Isınan sıvı tuz ise yine bilinen güç santrallerindeki gibi suyu buharlaştırmak ve türbinleri döndürüp jeneratör ile elektrik üretmek için kullanılır. Sıvı tuz sahip olduğu ısıyı iyi tuttuğu için, elektriğe çevrilme işleminde kullanılmadan önce günlerce saklanabilir. Başka bir deyişle, bulutlu bir günde veya güneş battıktan sonra da elektrik üretmek mümkündür.

4.2. Güneş Enerjisinden Nasıl Elektrik Elde Edilir?

4.2.1. Güneş Pilleri

Güneş pilleri ya da fotovoltaik piller diye anılan cihazlar, yarıiletkenlerin fotovoltaik etki özelliğini kullanarak, güneş ışığından elektrik enerjisi üretirler. Güneş pilleri, kurulan sisteme bağlı olarak bir kaç kW'dan birkaç MW'a hatta GW'a kadar elektrik üretebilir. Yüksek üretim maliyetleri nedeniyle, yakın zamana kadar oldukça az kullanılmıştır. 1956'lerden bu yana uzayda uydularda, 1970'li yıllarda, elektrik hattından uzak yerlerde, yol kenarlarındaki acil telefon cihazları ya da uzaktan algılama gibi uygulamaların enerji gereksiniminin karşılanmasında kullanılmıştır. Son yıllarda, evlerde elektrik şebekesi ile birlikte çalışan sistemler de yaygınlaşmıştır.[1]

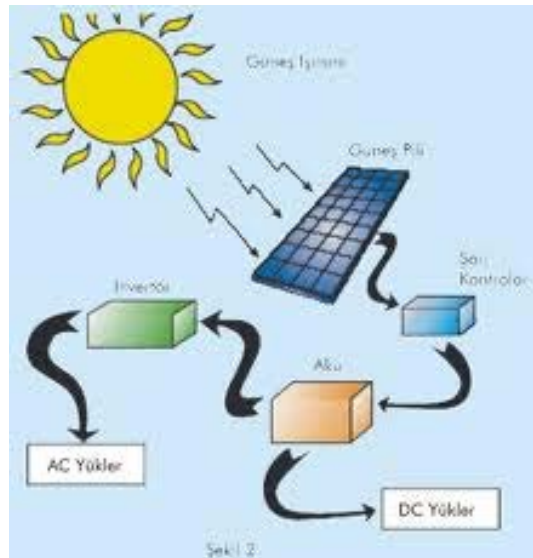
2005 sonu itibarı ile toplam 5,300 MW olduğu zannedilen kurulu güneş pili kapasitesinin, gelişmiş ülkelerin, güneş pillerinin evsel amaçlı kullanımına verdiği teşvikler nedeniyle, ilerleyen yıllarda ciddi artış göstermiştir. Gerek kullanımdaki artış, gerekse teknolojik gelişmeler nedeniyle güneş pillerinin üretim maliyetinde her yıl azalış görülmektedir. Örnek olarak bir güneş pili panelinin watt başına maliyeti 1990 yılında yaklaşık 7,5 USD iken, 2005 yılında bu rakam yaklaşık 4 USD seviyesine inmiştir. Gelişmiş ülkelerin sunmuş olduğu teşvikler, güneş pillerinin yatırım maliyetinin 5 ile 10 yıl arasında geri dönebilmesini sağlamaktadır. Evsel amaçlı kullanılan güneş pilleri bir inverter aracılığı ile DC akımdan AC akıma çevrilmekte ve elektrik şebekesine bağlanabilmekte, ayrıca üretilen elektriğin akülerde depolanması da mümkün olmaktadır. 2003 yılı içerisinde tüm dünyada gerçekleşen güneş pili üretiminde %32'lik bir artış gözlenmiştir.[4]

4.2.2. Güneş Pili Sistemleri

Güneş pilleri, elektrik enerjisinin gerekli olduğu her uygulamada kullanılabilir. Güneş pili modülleri uygulamaya bağlı olarak, akümülatörler, invertörler, akü şarj denetim aygıtları ve çeşitli elektronik destek devreleri ile birlikte kullanılarak bir güneş pili sistemi (fotovoltaik

sistem) oluştururlar. Bu sistemler, özellikle yerleşim yerlerinden uzak, elektrik şebekesi olmayan yörelerde, jeneratöre yakıt taşımının zor ve pahalı olduğu durumlarda kullanılırlar. Bunun dışında dizel jeneratörler ya da başka güç sistemleri ile birlikte karma olarak kullanılmaları da mümkündür. [5]

Bu sistemlerde yeterli sayıda güneş pili modülü, enerji kaynağı olarak kullanılır. Güneşin yetersiz olduğu zamanlarda ya da özellikle gece süresince kullanılmak üzere genellikle sistemde akümülatör bulundurulur. Güneş pili modülleri gün boyunca elektrik enerjisi üreterek bunu akümülatörde depolar, yüke gerekli olan enerji akümülatörden alınır. Akünün aşırı şarj ve deşarj olarak zarar görmesini engellemek için kullanılan denetim birimi ise akünün durumuna göre, ya güneş pillerinden gelen akımı ya da yükün çektiği akımı keser. Şebeke uyumlu alternatif akım elektriğinin gerekli olduğu uygulamalarda, sisteme bir invertör eklenerek akümülatördeki DC gerilim, 220 V, 50 Hz.'lik sinüs dalgasına dönüştürülür. Benzer şekilde, uygulamanın şekline göre çeşitli destek elektronik devreler sisteme katılabilir. Bazı sistemlerde, güneş pillerinin maksimum güç noktasında çalışmasını sağlayan maksimum güç noktası izleyici cihazı bulunur. Aşağıda Şekil 2'de şebekeden bağımsız bir güneş pili enerji sisteminin şeması verilmektedir.



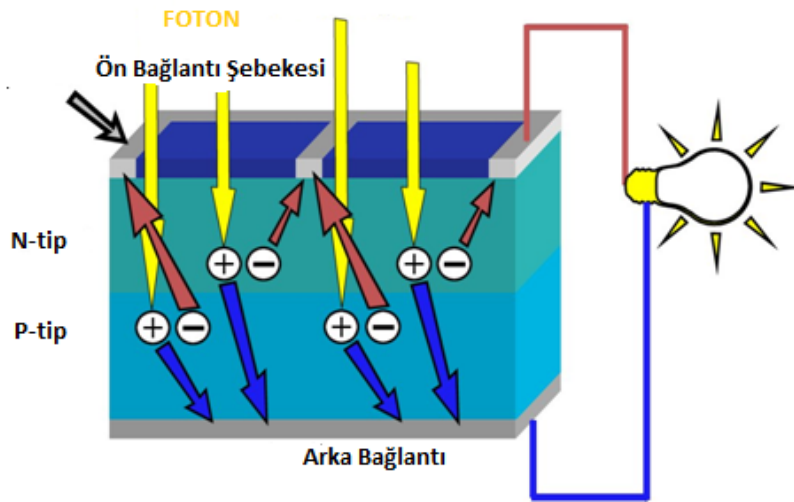
Şekil 2: Örnek Güneş Pili Enerji Sistem Şeması

4.2.3. Güneş Pilleri Nasıl Elektrik Üretirler?

Güneş pilleri yarı-iletken maddelerden yapılırlar. Yarı-iletken özellik gösteren birçok madde arasında güneş pili yapmak için en elverişli olanlar, silisyum, galyum arsenit, kadmiyum tellür

gibi maddelerdir. Yarı-iletken maddelerin güneş pili olarak kullanılabilmeleri için N ya da P tipi katkıları gereklidir. Katkılama, saf yarıiletken eriyik içerisine istenilen katkı maddelerinin kontrollü olarak eklenmesiyle yapılır. Elde edilen yarı-iletkenin N ya da P tipi olması katkı maddesine bağlıdır. En yaygın güneş pili maddesi olarak kullanılan silisyumdan N tipi silisyum elde etmek için silisyum eriyiğine periyodik cetvelin 5. grubundan bir element, örneğin fosfor eklenir. Silisyum'un dış yörüngesinde 4, fosforun dış yörüngesinde 5 elektron olduğu için, fosforun fazla olan tek elektronu kristal yapıya bir elektron verir. Bu nedenle V. grup elementlerine "verici" ya da "N tipi" katkı maddesi denir.[6]

P tipi silisyum elde etmek için ise, eriyiğe 3. gruptan bir element (alüminyum, indiyum, bor gibi) eklenir. Bu elementlerin son yörüngesinde 3 elektron olduğu için kristalde bir elektron eksikliği oluşur, bu elektron yokluğuna hol ya da boşluk denir ve pozitif yük taşıdığı varsayılır. Bu tür maddelere de "P tipi" ya da "alıcı" katkı maddeleri denir.

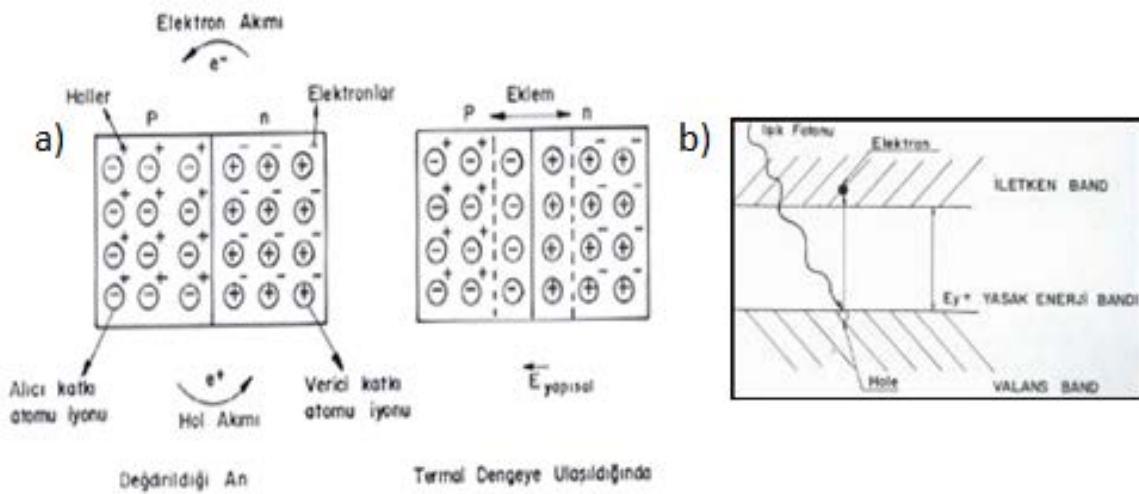


Şekil 3: Güneş Pillerinin Çalışma Mekanizması

P ve N tipi katkılandırılmış malzemeler bir araya getirildiğinde yarıiletken eklemler oluşturulur. n tipi yarıiletkende elektronlar, P tipi yarıiletkende holler çoğunluk taşıyıcısıdır. P ve N tipi yarıiletkenler biraraya gelmeden önce, her iki madde de elektriksel bakımdan nötrdür. Yani P tipinde negatif enerji seviyeleri ile hol sayıları eşit, n tipinde pozitif enerji seviyeleri ile elektron sayıları eşittir. PN eklem oluştuğunda, N tipindeki çoğunluk taşıyıcısı olan elektronlar, P tipine doğru akım oluştururlar. Bu olay her iki tarafta da yük dengesi oluşana kadar devam eder (Şekil 3). PN tipi maddenin ara yüzeyinde, yani eklem bölgesinde, P bölgesi tarafında negatif, N bölgesi tarafında pozitif yük birikir. Bu eklem bölgesine "geçiş

bölgesi" ya da "yükten arındırılmış bölge" denir. Bu bölgede oluşan elektrik alan "yapısal elektrik alan" olarak adlandırılır. Şekil 4a'da PN eklem oluşması şematize edilmiştir.

Yarıiletken eklem güneş pili olarak çalışması için eklem bölgesinde fotovoltaik dönüşümün sağlanması gerekir. Bu dönüşüm iki aşamada olur, ilk olarak, eklem bölgesine ışık düşürülerek elektron-hol çiftleri oluşturulur, ikinci olarak ise, bunlar bölgedeki elektrik alan yardımıyla birbirlerinden ayrılır.

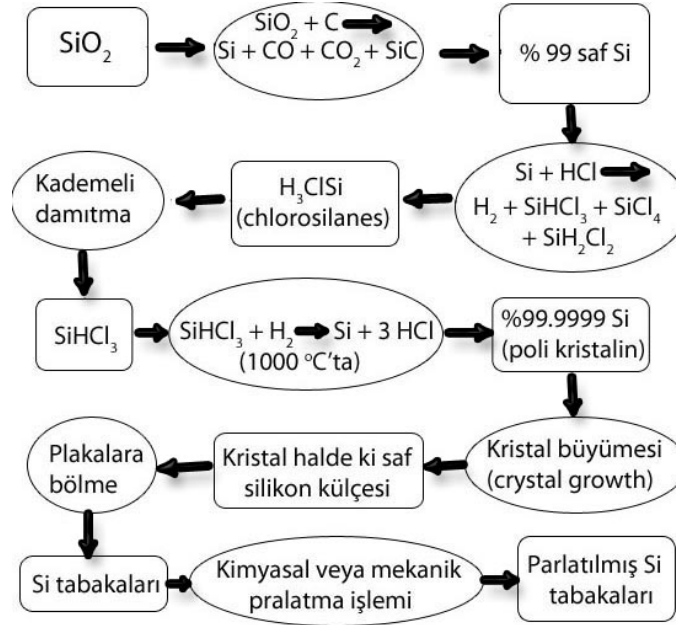


Şekil 4: Yarı-iletkenlerin a) yük dağılım şeması ve b) enerji bant şeması

Yarıiletkenler, bir yasak enerji aralığı tarafından ayrılan iki enerji bandından oluşur (Şekil 4b). Bu bandlar valans bandı ve iletkenlik bandı adını alırlar. Bu yasak enerji aralığına eşit veya daha büyük enerjili bir foton, yarıiletken tarafından soğurulduğu zaman, enerjisini valans banddaki bir elektrona vererek, elektronun iletkenlik bandına çıkmasını sağlar. Böylece, elektron-hol çifti oluşur. Bu olay, PN eklem güneş pilinin ara yüzeyinde meydana gelmiş ise elektron-hol çiftleri buradaki elektrik alan tarafından birbirlerinden ayrılır. Bu şekilde güneş pili, elektronları N bölgesine, holleri de P bölgesine iten bir pompa gibi çalışır. Birbirlerinden ayrılan elektron-hol çiftleri, güneş pilinin uçlarında yararlı bir güç çıkışı oluştururlar. Bu süreç yeniden bir fotonun pil yüzeyine çarpmasıyla aynı şekilde devam eder. Yarıiletkenin iç kısımlarında da, gelen fotonlar tarafından elektron-hol çiftleri oluşturulmaktadır. Fakat gerekli elektrik alan olmadığı için tekrar birleşerek kaybolmaktadırlar.

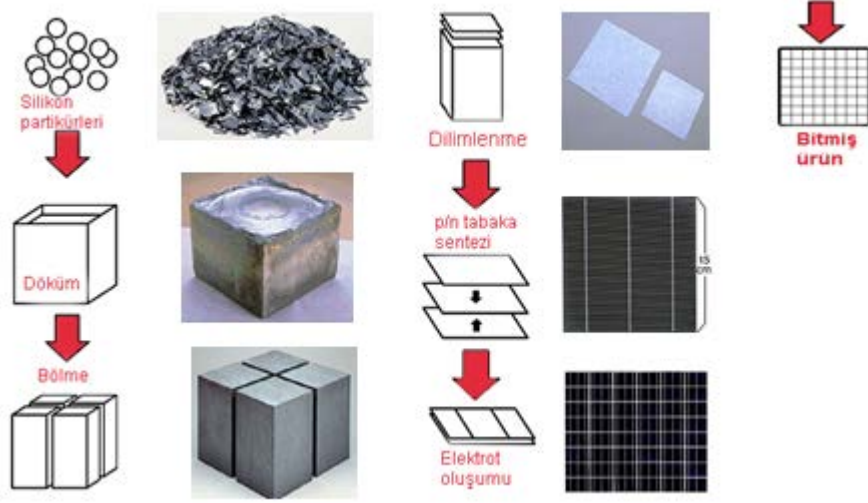
4.2.4. Güneş Panellerinin Üretim Süreci

Öncelikle saf halde (%99.9999 saflıkta) Si elde edilmesi gerekmektedir. Bunun için bol miktarda bulunan SiO₂'ı (kum, kuvars) saf hale getirilmelidir. Silisyumun saf hale getirilmesi aşağıdaki Şekil-5 te görüldüğü gibi oldukça işlem gerektirmekte, sonrasında tabakalara ayrılması, güneş pili için kullanılabilir hale getirilmesi sırasında da masraflar artarak 3.5 \$/watt civarında satılmaktadırlar.



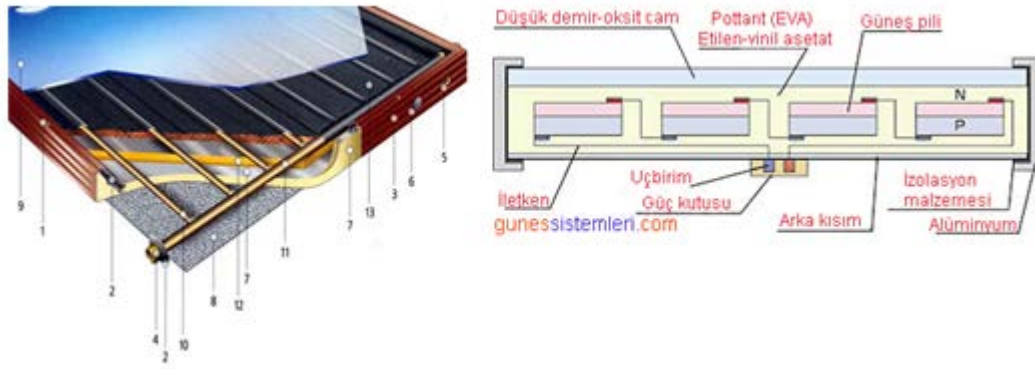
Şekil 5: Güneş Panellerinin Üretim Süreci [7]

Öncelikle ham halde ki silikon saf hale getirmek için eritilir. Eriyiğin üzerinde safsızlık tabakası oluştuğundan sonra temiz kısım ayrılır. Oluşan bu blok külçeler halinde kesilir. Külçe halinde ki bloklar daha sonra dilimlenir. Dilimlenmiş olan plakalardan, N-tipi ve P-tipi silikon yonga tabakası üretilir. Böylece elektrik üretimi olabilir.



Şekil 6: Güneş Pillerinde kullanılan Silikon tabakalarına uygulanan işlemler [7]

Elektronlar da elektrik akımı oluşturması için yonga tabakasına eklenmiştir, buna da "güneş pili" denir. Güneş pili elektrik üretimi için hazırdır fakat gerekli olan voltajı artırmak için plakalar seri bağlanmalıdır. Cam ve kapsül ile desteklenir ve "Güneş Modülü" üretilmiş olur (Şekil 12).



Şekil 7: Güneş Modülünün değişik kesitlerden şematik görünümü

4.2.5. Güneş Hücre Çeşitleri

Güneş hücreleri genelde üç katagoriye ayrılır [8]:

- 1) **Birinci Nesil:** Kristal silisyum güneş hücreleri (c-Si ve mc-Si)
- 2) **İkinci Nesil:** İnce film güneş hücreleri (a-Si, CdTe, CIS veya CIGS)

3) **Üçüncü Nesil:** Nano teknolojiye dayalı güneş hücreleri (Tandem, Supertandem, Intermediate Band Solar Cells vs.)

3.1.1.1. Birinci Nesil

Güneş ışınlarını yutma oranı düşük olmasına karşın verimlerinin %12-16 arasında olması üreticiler için caziptir. Üretici firmaların tercih ettiği seçenektir, pazar payının %93'nü oluştururlar, genel olarak 25 yıllık garanti ömrü sunulmaktadır, Wafer denen ince silikon dilimlerin kalınlıkları 0,17 mm'ye kadar düşürülmüştür. Monokristal (c-Si veya SIN) ve Polikristal (mc-Si) olarak ikiye ayrılabilirler.

Monokristal (c-Si, SIN)

- Verimleri %15-18 arasındadır, verimlerinin yüksek oluşundan dolayı uzun vadeli yatırımlar için idealdir.
- Laboratuvar ortamında %20'lik bir verime ulaşılmıştır.
- Maliyetini geri ödeme süresi 4-6 yıl arasındadır. 20 yıllık bir sürede %7 civarında verim kaybı meydana gelir.
- Saf kristal gereksinimi yüzünden pahalıdır.

Polikristal (poly-Si)

- Verimleri %12-15 arasındadır, kristal yapıları tam homojen olmadığından ucuzdurlar.
- Laboratuvar ortamında %16,2'lik bir verime ulaşılmıştır.
- İlk yatırım maliyetini geri ödeme süresi 2-4,5 yıl arasındadır. 20 yıllık bir sürede %14 verim kaybı meydana gelir.
- Üretim süreci monokristale göre daha ucuz olduğundan fiyatları monokristale göre biraz daha ucuzdur.

3.1.1.2. İkinci Nesil

Işık yutma oranı yüksek olan bu hücreler, düşük verimlilikleri nedeni ile pazar payının sadece %7'ni oluştururlar. Oldukça ince yapıda ki (1-4 µm arasında) bu paneller %7-14 arasında verimlilik sunmaktadırlar. Fiyatları düşüktür.



KARACADAĞ
KALKINMA AJANSI - DEVELOPMENT AGENCY

Amorf (a-Si)

- Verimleri %8–10 arasındadır, teorik olarak a-Si'nin %27'lik bir verimi vardır.
- Maliyetini geri ödeme süresi 1,5–3,5 yıl arasındadır.
- Zaman içerisinde %21'lere yakın verim kaybı oluşmaktadır.
- Üretim için yüksek maliyetli donanımlar gerektirmektedir fakat üretim süreci ucuz olduğu için firmalar bu hücre tipine de yönelmektedir.

Cadmium telluride (CdTe)

- 1 cm²'de %17'lik, 8390 cm²'de %11'lik bir verime ulaşılmıştır.
- Üretim maliyeti düşüktür.
- California'da elektroliz yardımı ile hidrojen üretimi için 25 kW'lık iki panel kurulmuştur.
- Sadece rijit cam ile kullanılabilir.

CIGS (Copper indium gallium (di)selenide, Bakır indiyum galyum diselenyum)

- Verimleri %11-14 arasındadır.
- Cam veya esnek yüzey ile kullanılabilir.
- Artmakta olan bir pazar payına sahiptir.
- Pahalı üretim süreci ile birlikte geniş alan gereksinimi bulunmaktadır.

3.1.1.3. Üçüncü Nesil

Araştırmaları devam eden bu teknolojiye henüz sonuca tam olarak ulaşılmış değildir. Sunacakları yüksek verimden dolayı üretime başlanması halinde enerji konusunda büyük bir atılım yapacaklardır. Öngörülen maliyetleri çok düşüktür (0,4 \$/W).

Supertandem Hücreler: Teorik olarak %86,8 verime sahip olan bu hücre tipi için 1 cm²'de ulaşılmış olan değer %35,4'tür.

Intermediate Band Solar Cells: Teoride %63,2'lik verimleri vardır ama ulaşılmış bir değer henüz yoktur.



Sıcak Taşıyıcılı Hücreler: Üretimi sorunları çözülememiş olan bu hücrede, üretilebildiği takdirde supertandem hücrelerine yakın bir verim elde edilecektir.

3.1.2. Güneş Enerjisi Sistemleri Kurulumu

Çevre dostu ve enerji bağımlılığını azaltmak için kurulan sistemlerdir. Fotovoltaik (güneş pilleri) paneller tarafından üretilen elektrik doğru akımdır (DC, 12-24-48 volt), eğer elektriği kullanacağımız aygıtlar da doğru akım ile çalışıyorsa fotovoltaik panelden üretmiş olduğumuz elektriği doğrudan cihazlarda kullanabiliriz. Fakat aygıtlarımız alternatif akım (AC, 220 volt) ile çalışıyorsa invertör denilen cihaz ile doğru akımı alternatif akıma çeviririz (DC --> AC). Güneş enerjisinden sadece gündüzleri faydalanmaktayız fakat geceleri de elektrik gereksinimlerimiz bulunmakta, bunun için de gündüz üretmiş olduğumuz elektrik ile aküler şarj edilir.

Fotovoltaik Panel (Güneş Hücreleri) : Güneş ışınlarını elektrik enerjisine çeviren ve sistemin ana elemanı olan ekipmandır. 1950'ler de %4 olan verimleri günümüzde %15 civarına gelmiştir. Verimleri güneşin 1000 W/m² enerji yaydığı bölgeye göre hesaplanmaktadır fakat Türkiye'de bu değer 1300 W/m² olduğundan verimleri daha iyi değerler almaktadır.

Solar Regülâtör: Fotovoltaik panelden gelen akımı düzenleyerek aküye iletilmesini sağlar. Akünün tam dolmasını ve aşırı kullanımlarda deşarj (boşalmasını) olmasını engeller.

Akü: Gelen elektrik enerjisini depolamaya yararlar, otomobillerde kullanılan akülerden farklı oldukları için dikkatli olmakta yarar vardır. En sık kullanılanları üç tiptir; Kuru (Flooded Lead Acid) , AGM (Absorbed Glass Mat Sealed Lead Acid) ve GEL (Gelled Electrolyte Sealed Lead Acid). Akülerin kapasiteleri amp saat (Ah) olarak ifade edilir, ömürleri 20 saat civarındadır. Kapasiteleri Watt = Amp saat * Volt olarak ifade edilir. Ömürlerini uzun tutmak için kapasitesi %50'nin altında iken şarj edilmelidir. Verimleri %90 civarındadır.

İnverter (DC-AC Çevirici): Güneş panelleri (fotovoltaik) doğru akım üretirler (DC) oysa evlerde kullandığımız cihazlar alternatif akım (AC) ile çalışırlar, inverterde tam bu işe yarar, doğru akımı alternatif akıma dönüştürür. 12-24 volt olan doğru akımı 220 volt 60 Hz şebeke elektriğine çevirir. Verimleri %93 civarındadır.

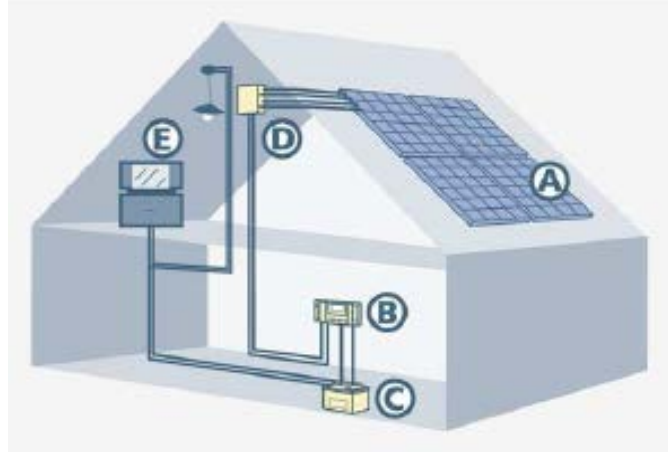
3.1.2.1. Off-Grid Sistemler

Bu sistemlerde üretilen enerji akü gruplarında depo edilmekte ve bu depo edilen enerji inverterlar vasıtasıyla şebeke gerilimine dönüştürülmekte ve kullanıma sunulmaktadır.[9]

3.1.2.2. DC Yük İhtiyacı Duyulan Şebekeden Uzak Sistemler

Bu tür sistemlerde genelde 12 V veya 24 V DC cihazlar çalıştırılır. Örneğin 12 V DC Lamba, 12 V DC televizyon veya buzdolabı kullanılan ve elektriğin olmadığı yayla evleri, kamp yerleri, karavanlar ve teknelerde kullanılan sistemlerdir.

- A. Panel
- B. Solar Sarj Kontrol
- C. Akü
- D. Bağlantı Kutusu
- E. Cihazlar

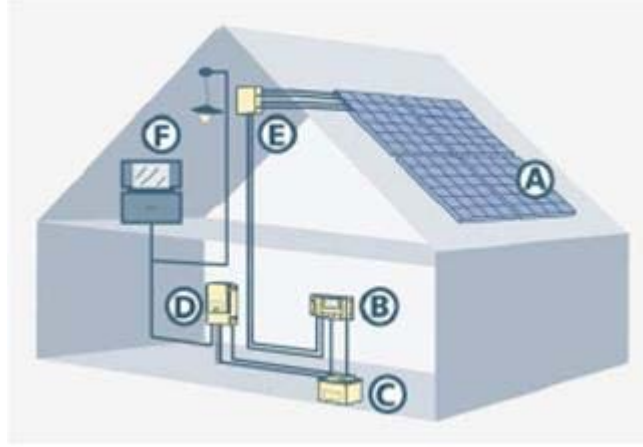


Şekil 8: Sadece DC yük ihtiyacı duyulan şebekeden uzak sistemlerin şematik görüntüsü

3.1.2.3. AC ve DC Yük İhtiyacı Duyulan Şebekeden Uzak Sistemler

Elektriğin bulunmadığı noktalarda 220 V veya 380 V AC cihazlar çalıştırılması gerekiyor ise bu tür sistemlere başvurulur. Bu sistemlerle ilgili genellikle bir sınırlama yoktur. İhtiyaç duyulan her tür kapasiteye uygun proje gerçekleştirilebilir.

- A. Panel
- B. Solar Sarj Kontrol
- C. Akü
- D. Sinus Dalga, İnverter
- E. Bağlantı Kutusu
- F. Cihazlar



Şekil 9: AC ve DC yük ihtiyacı duyulan şebekeden uzak sistemler şematik görüntüsü

Paneller aracılığıyla güneş enerjisinden elde edilen doğru akım elektrik enerjisi, öncelikle regülâtör aracılığıyla aküleri şarj etmek üzere kullanılır. Depolanan enerji evirici aracılığıyla şebeke elektriği ile aynı özellikte alternatif enerjiye çevrilir. Gündüz üretilen ve depolanan enerji 24 saat boyunca evin enerji ihtiyacını karşılar.

3.1.2.4. On-Grid Sistemler

Tüm dünyada ve Avrupa ülkelerinde yaygın uygulanan çift yönlü sayaç veya çift sayaç sistemi uygulanmaktadır. Bu sistemde üretilen elektriğin akülerde depolamaya gerek kalmadan şebeke ile karşılıklı alışveriş imkânı mevcuttur. Üretilen fazla elektrik şebekeye satılabilir, üretimden fazlasına ihtiyaç olduğunda ise fazla elektriği yine şebekeden satın alınabilir. Bu sayede akü ve şarj kontrol masrafı ortadan kalkmakta, çevre dostu temiz enerji sistemlerinin şebeke elektriği bulunan yerlerde de uygulanmasına olanak sağlanmaktadır.

3.1.2.5. Şebeke İçi Kullanım Sistemleri

Paneller aracılığıyla güneş enerjisinden elde edilen doğru akım elektrik enerjisi, evirici aracılığı şebeke elektriği ile aynı özellikte alternatif enerjiye çevrilir. Üretilen enerji depolanmaksızın anlık enerji ihtiyacını karşılamakta kullanılır. Bu sistem herhangi bir yasal düzenleme gerektirmeksizin şebekeden çekilen elektriğin miktarını azaltmak, çevreye saygılı bir enerji tüketimi gerçekleştirmek için kullanılır.

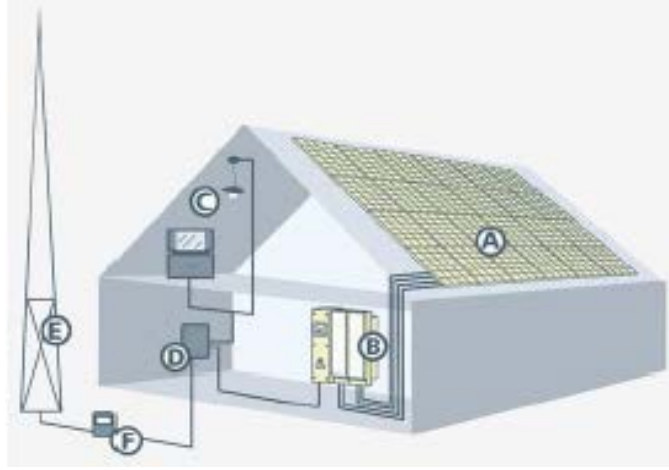
A. Panel

B. İnverter

D. Ev Panosu

E. Şebeke

F. Şebekeden eve alınan Elektrik Sayacı



Şekil 10: Şebeke içi kullanım sistemlerinin şematik görüntüsü

3.1.2.6. Şebeke İçi Satışlı Sistemler

A. Panel

B. İnverter

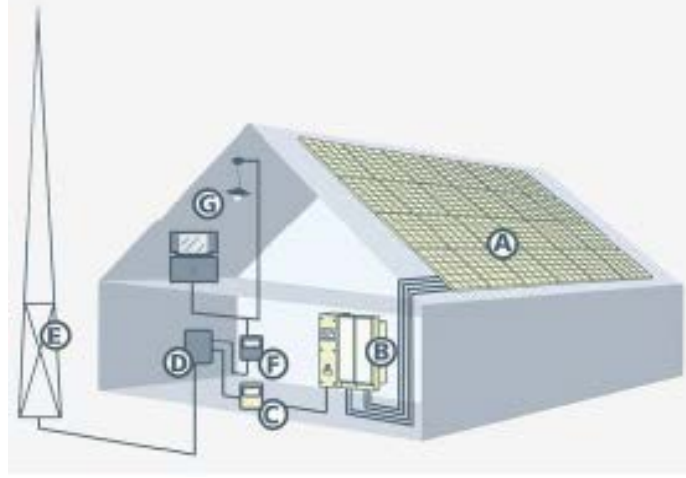
C. Şebekeye Satış Sayacı

D. Ev Panosu

E. Şebeke

F. Şebekeden eve alınan Elektrik Sayacı

G. Cihazlar

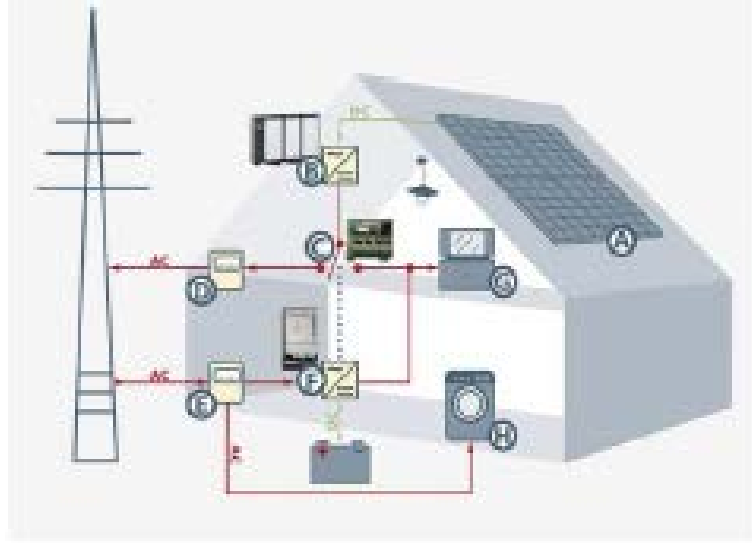


Şekil 11: Şebeke içi Satışlı sistemler şematik görüntüsü

Paneller aracılığıyla güneş enerjisinden elde edilen doğru akım elektrik enerjisi, evirici aracılığıyla şebeke elektriği ile aynı özellikte alternatif enerjiye çevrilir. Üretilen enerji direk sayaçtan geçirilerek şebekeye aktarılır. Evin kullanımı için gereken enerjinin tamamı mevcut sistemlerde olduğu gibi şebekeden alınmaya devam eder. Yasal düzenlemelerin gerektiği bu uygulamada, sistem sahibi üretilen enerji kadar gelir elde etmektedir.

3.1.2.7. Şebeke İçi Satışlı-Akülü Sistemler

- A. Panel
- B. Şebeke İnverteri
- C. Role
- D. Şebeke Satış Sayacı
- E. Şebekeden Alış Sayacı
- F. Sinus İnverter
- G. Kesintide Desteklenen Yükler
- H. Kesintide Desteklenmeyen yükler



Şekil 12: Şebeke içi Satışlı- akülü sistemler şematik görüntüsü

Paneller aracılığıyla güneş enerjisinden elde edilen doğru akım elektrik enerjisi öncelikle regülatör aracılığıyla aküleri şarj etmek üzere kullanılır, aküler dolduğunda ise evirici aracılığıyla şebeke elektriği ile aynı özellikte alternatif enerjiye çevrilir. Üretilen enerji sayaçtan geçirilerek şebekeye aktarılır. Ayrıca güneş olmasa dahi eğer akım seviyesi istenilen değerin altındaysa aküler şebeke elektriği ile de şarj edilebilir. Böylece üretilen enerji şebekeye aktarılarak sistem sahibi gelir elde ederken, şebeke elektriğinin kesildiği durumlarda; ev, ihtiyacı olan enerjiyi akülerden tedarik eder. Böylece bir yandan sistem sahibi üretilen enerji kadar gelir elde ederken, elektrik kesintilerinde de ihtiyacı kadar enerjiyi kullanmaya devam edebilir.

3.2. Dünyada Güneş Elektriği Kullanımı

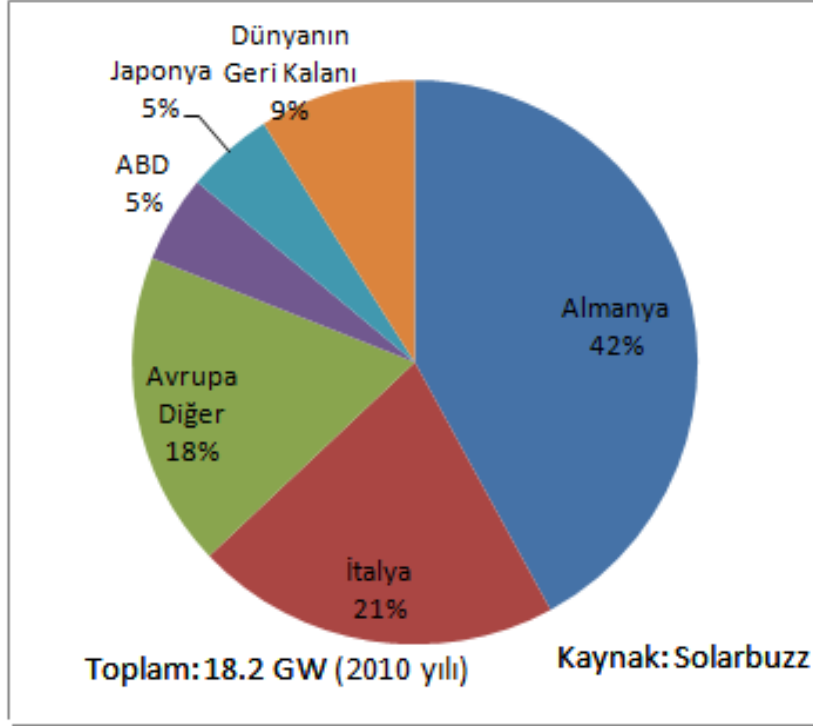
Yenilenebilir enerji sektörünün gelişme potansiyeli en yüksek alanı, güneş enerjisi sektörüdür. Güneş enerji pazarının önümüzdeki yıllar içinde hızlı bir şekilde büyüyecek olması tartışılmaz bir gerçektir. Şu anda bile bu sektör için en hızlı geliştirilen teknolojilerin en hızlı ilerleyenlerinden biri olduğunu söyleyebiliriz. Son dönem kriz etkilerini saymazsak dünyanın en büyük 28 güneş enerji şirketinin piyasa değeri 120 milyar ABD doları seviyesine erişmiş durumdadır. Sermayesini girişim ve yatırım işlerine kullanan şirketlerin vazgeçilmez yatırım alanlarından biri güneş enerji sektörüdür. On beş senelik süre zarfında solar enerji sektörünün mevcut kurulu elektrik üretim şebekelerinin önüne geçeceği tahmin ediliyor.

Dünya geneli sorunları olarak sayılan enerji talebi ve su yetersizliği konuları için çözüm arayışlarında güneş enerjisinin yeri çok önemlidir. Bir de mevcut fosil yakıt kaynaklarının şu anki tüketim değerler göz alındığında; 30-35 yıl içinde dünyadaki fosil yakıt rezervleri büyük ölçüde tükenecek sonucuna varmakta ve tek çözümün çevreci ve yenilenebilir kaynaklar olduğunu görmekteyiz. Doğal felaketler, ülkeler arası anlaşmazlıklar ve diğer olumsuz unsurları eklersek gelişen dünya ekonomisini taşıyabilecek enerji arzının olmadığını ve bunun Türkiye de dahil birçok ülkenin ekonomisini ve refahını etkilemesi kaçınılmazdır. Bir ülkenin ayakta kalması için güçlü ekonomi ve her konuda tam bağımsız olması gerekiyorsa gelecekte ülkeleri bekleyen en büyük tehlike enerjide dışa bağımlı olmaktır. İç pazara enerji arz ederek tüm talebi karşılamak hatta dış pazara satabilir konuma gelmek için çözüm güneş enerjisinden faydalanmak, bundan da öte halkı teşvik ederek mevcut ya da yapacak oldukları yapılara yenilenebilir enerji kaynaklarını entegre ederek lokal çözümler geliştirmesini sağlamaktır. Bu şekilde şebeke kurulum, bakım, onarım ve yenileme maliyetleri azalacak, ülkenin genel giderlerinde düşüş gözlenecektir.

Küresel güneş PV pazar farklı bölgelerde farklı eğilimler yaşanıyor. Avrupa'daki artan sayıdaki tesislere ABD'deki yeni teknolojik gelişmeler ve Asya'nın üretim üssü olarak yükselmesi eşlik ediyor. Asya bölgesi, düşük üretim maliyetleri nedeniyle, güneş PV üreticileri için önemli bir hedef bölge olarak ortaya çıkmaktadır. Düşük işçilik maliyetleri, cam ve alüminyum gibi hammaddelerin daha ucuz olması Çin'de güneş PV üretim maliyetlerinin azaltılmasında rol oynayan en büyük faktörler olarak ortaya çıkmaktadır. Projelerin finansmanı açısından bakıldığında da Avrupa ve Kuzey Amerika ülkeleri ile karşılaştırıldığında, Çin finansmanın çok daha ucuz ve kolay olması nedeniyle avantaj sağlamaktadır.

PV endüstrisi 2010 yılında 2009 yılına göre %105 büyüyerek \$ 82 milyar global geliri oluşturdu [10]. 2010 yılında PV pazar büyüklüğüne göre ilk beş ülke, küresel talebin% 80'inden fazlasını temsil eden, Almanya, İtalya, Japonya ve Amerika Birleşik Devletleri idi (Şekil 13). Avrupa ülkeleri, 2010 yılı itibarı ile 14,7 GW kurulu gücü ile dünya talebinin% 81'i temsil etmektedir. Buna karşılık, Asya Pasifik ve Kuzey Amerika sırasıyla küresel kapasitenin % 16 ve %7 sinden sorumluydu. Avrupa'da ilk üç ülke, Almanya, İtalya ve Çek Cumhuriyeti, toplamda 12,9 GW'ı buldu. 2010 yılında, Japon ve ABD piyasaları sırasıyla %

101 ve% 96 oranında büyümüştür. Toplamda 100'ü aşkın ülke, küresel geçen yıl PV talebin yükselmesine bazı katkılar yapmıştır.



Şekil 13: Küresel PV Talep Oranları, 2010

PV üretim zinciri içerisindeki şirketler de son 1 yıl içinde bütçeleri içerisinde gerek özkaynak gerekse borç olarak 10 milyar dolardan fazla büyüdüler. Özellikle Çin ve Tayvan üreticileri küresel hücre üretimindeki payını geçen yıl % 49'dan bu yıl % 59 oranına taşıyarak en önemli üretici konumuna geldiler.

3.3. Güneş Elektrikinin Geleceği

Birçok ülke, enerji problemlerini çözmek için ülkenin yapısına uygun çözümler aramış, ulusal enerji teknolojisinin geliştirilmesi için yenilenebilir enerji kaynaklarına önem vermiştir. Kuşkusuz, yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde de en çok araştırılan ve ümit vereni güneş enerjisidir. Halen güneş enerjisinin, toplam enerji üretimindeki yeri %1'in çok altında olmasına rağmen, gelişmiş ülkelerin ileriye yönelik enerji planlarında güneş enerjisine oldukça önem verilmiştir [11]. 2020 yılında toplam enerji üretiminin, A.B.D'de %25'i, Avustralya'da %35 inin güneş enerjisi ile karşılanması planlanmıştır. A.B.D. 'de ve Japonya'da yılda üretilen toplayıcı miktarı 2 milyonun üzerine çıkmış, Fransa, Japonya, İtalya,



İspanya ve A.B.D' de 1 MW ila 10 MW arasında gücü olan çok sayıda güneş enerjili elektrik santrali planlanmış ve birçoğu şimdiye kadar çalışır duruma getirilmiştir.

Ucuz ve kolay çıkarılabilen petrol yataklarının hemen hepsi keşfedilmiştir. Bu nedenle, enerji tüketimi artarken enerji maliyeti de artacaktır. Yapılan tahminlere göre, enflasyon dikkate alınmasa bile, on yıl içinde petrolün çıkarılma maliyeti üç kat artacaktır. Ülkemizin, petrol tüketimini azaltma yolunda, yapıcı enerji politikası geliştirip, kendi doğal kaynaklarından daha çok yararlanması için çözüm yolları bulması gerekmektedir. Güneş enerjisi bir tasarruf yöntemidir. Henüz, birincil enerji kaynağı olarak düşünülemez [11]. İlk yatırım masrafları konvansiyonel enerji kaynaklarına göre daha fazla, fakat diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına göre daha azdır. Güneş enerjisinin geleceği ile ilgili beklentiler, ülkeden ülkeye önemli ölçüde değişecek olan çeşitli ekonomik ve çevresel koşullara bağlıdır. Enerji talebine katkısı ancak uzun dönemde önem kazanabilir. Önemli olan, güneş enerjisinin kullanılabilir enerji şekline dönüştürülmesi için gerekli maliyetin azaltılmasıdır. Yasal faktörler maliyetleri etkileyeceğinden hükümetlerin faaliyetleri güneş enerjili sistemlerin büyümesinde önemli bir rol oynayacaktır. Gelişmekte olan güneş enerjisi endüstrisinin hükümetlerce desteklenmesi, bu tür sistemlerin kullanıcılara olan maliyetini azaltacak ve sistemler, yaygınlaşacaktır.

Çok geniş uygulama alanı bulunan güneş enerjisi, ülkemizde, şimdilik sıcak su temini sistemlerinde ekonomiktir. Sıcak su temini sistemlerin desteklenmesi halinde, diğer güneş enerjisi teknolojileri de gelişecek, yakın gelecekte enerji tasarrufundaki rolü artacaktır. Artan dünya nüfusu ve buna bağlı olarak artan enerji talebi, öte yandan bu talebi karşılamak için kullanılan fosil yakıtların neden olduğu çevre kirliliği, gelecekte yenilenebilir enerji kaynaklarının dünya enerji tablosuna yapacağı katkının artmasını zorunlu kılmaktadır. Güneş enerjisi potansiyel olarak tüm dünyanın enerji talebini karşılayacak kadar büyük olmakla birlikte, daha yaygın kullanılmasını engelleyen bir takım teknik, ekonomik ve kurumsal engeller bulunmaktadır. Bu engellerden en önemlileri, güneş enerjisi üretim ve ilk yatırım maliyetinin yüksek olması, güneş olmadığı zamanlarda üretimin kesintiye uğramasıdır. Kesintili üretime çözüm olarak güneş enerjisi fosil yakıtlarla karma olarak kullanılmakta ya da depolanmaktadır. Maliyetin ise, Ar-Ge çalışmalarına ve kitlesel üretime bağlı olarak azalması beklenmektedir. Bunun yanında ekonomik değerlendirmelerde fosil yakıtların neden olduğu emisyonlardan kaynaklanan çevre kirliliğinin ve diğer dış maliyetlerin hesaba katılması, çevresel açıdan temiz bir enerji kaynağı olan güneş enerjisinin yararına

olacaktır. İlk yatırım maliyetinin yüksek olmasına karşı ise geri ödeme dönemi uzun, düşük faizli kredi mekanizmaları oluşturulmakta, devletler maliyetin belli bir kısmına sübvansiyon uygulamaktadır. Genel olarak dünya ülkelerinin, gerek Ar-Ge çalışmalarını hızlandırarak, gerek üretici ve kullanıcıya ekonomik teşvikler uygulayarak güneş enerjisinin payını arttırmayı amaçladıkları görülmektedir.

Avrupa Fotovoltaik Sanayi Birliği (EPIA) tarafından yayınlanan 2020 öngörülleri, gerekli sınır şartları yerine getirildiği takdirde, Avrupa'daki kurulu solar PV kapasitesinin 2020 yılına kadar 390 GW'a ulaşacağını ortaya koymuştur. Bu da elektrik talebinin yüzde 12'sine denk gelmektedir. Akdeniz Güneş Enerjisi Planı'nın gelişmesi için temel unsur, Akdeniz ülkelerindeki sürdürülebilir yasal ve kurumsal çerçevelerin hayata geçmesi ve uygulanması; yani yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ve elektrik alışverişinin kolaylaştırılması olarak karşımızdadır.

Marketbuzz 2011 raporu, 2010 göstergeleri doğrultusunda önümüzdeki beş yıl içinde arz, talep ve fiyatlar için üç senaryo ortaya koyuyor. Solarbuzz 2015 yılına kadar Avrupa pazar payının %45-%54 arasına düşerken, Kuzey Amerika ve bazı Asya piyasalarının hızla büyüme gerçekleştireceğini tahmin etmektedir. ABD bu süre içinde en hızlı büyüyen büyük ülke pazarı olacaktır. Önümüzdeki beş yıl içinde, modül fabrika fiyatlarının da 2010 seviyelerinden % 37 ila % 50 oranında düşmesi beklenmektedir [10].

Güneş Enerjisi Teknolojisinin ve uygulamalarının günümüzdeki durumunu dikkate alarak vadeli nasıl bir noktaya ulaşacağına bakacak olursak aşağıda sıralanan sonuçlara ulaşabiliriz [12]:

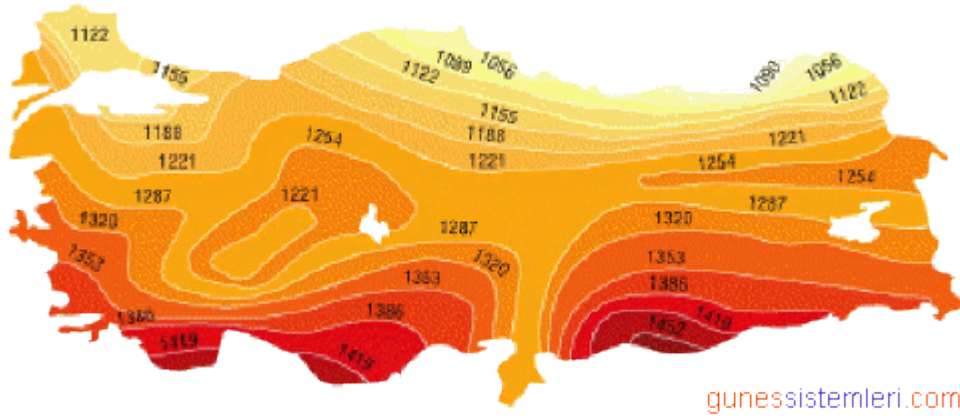


Şekil 14: Geleceğin Güneş Enerjisi Teknolojilerinden Bir Örnek [12]

1. Binalar enerji verimliliği sağlayacak şekilde tasarlamak. Yenilenebilir enerji sistemleri ve verimliliği arttıran malzemelerin kullanımı artacak.
2. Binalar kendi enerjilerini üretir hale gelecek ve üretilen enerjinin depolandığı piller yardımı ile enerjiyi tutar hale gelecek. Bu noktadan bir adım ilerisi ise yenilenemez enerji kaynaklarına ihtiyaç duymayan tamamen kendi başına şebekeden bağımsız binalar tasarlamak.
3. Fotovoltaik araştırmalarının hız kazanması ile yeni malzemeler üretilecek, solar hücre teknolojisi ve tasarımı yeni ürünlerin geliştirilmesini sağlayacak ve gelecekte ulaşımdan üzerimize girdimiz giysilerde kullanılan malzemelere kadar fotovoltaik teknoloji hayatımızın bir parçası olacak. Bu noktada güvenli elektrik enerjisi üretimi önem kazanacak.
4. Günümüz teknolojilerinden yola çıkarak ileride güneş enerjisini konsantre ederek yüksek verimle elektrik enerjisi üretmek büyük çapta projelerin veya yerleşim merkezlerinin enerji ihtiyacını karşılamaya yetecek hale gelecek. Bu hedefe ulaşmak için önümüzdeki 10 sene bir geçiş aşaması olarak kabul edilmeli ve geleneksel enerji üretme teknolojilerinin fotovoltaik teknolojiler ile uyumlu hale getirilmesi alanındaki gelişmeler dikkate alınmalıdır.
5. Ülkeler birbiri ardına yenilenebilir enerji kaynaklarını daha çok kullanmaya ve bu alandaki projelere daha çok önem vermeye başlayacak. Bunun dışında DESERTEC projesi benzeri uluslararası projeler ile güneş enerjisi açısından çok verimli olan çöl alanları enerji üretimi için kullanılacak.
6. Önümüzdeki 10 sene içerisinde fotovoltaik alanında gerçekleşecek olan teknolojik gelişmeler ve projeler ile, güneş enerjisi geleneksel enerji üretme metotları ile fiyat bazında yarışabilecek hale gelecek.
7. Güneş enerjisi elektroliz diye adlandırılan suda bulunan oksijen ve hidrojeni ayrıştırma işleminde kullanılmaya başlanacak. Bu yöntemle üretilecek hidrojen yakıt olarak binalarda ve ulaşım alanında kullanılacak. Yani bir yenilenebilir enerji kaynağı ile başka bir yenilenebilir enerji kaynağı yaratılacak.

6 Ceylanpınar'da Güneş Enerjisi

Ceylanpınar, konumu itibarıyla Türkiye'nin en çok güneş ışığı alan bölgelerinden birisidir. Şekil 15'te Türkiye'nin güneş haritası görülmektedir. Bu haritaya göre Ceylanpınar'ın güneş potansiyeli Türkiye'nin en yüksek ilçelerinden birisi olduğu, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden temin ettiğimiz güneşlenme süreleri ve radyasyon miktarı verileri ile doğrulanmaktadır.



Şekil 15: Türkiye'nin Güneş Haritası

5.1. Ceylanpınar Güneş Enerjisi Verileri

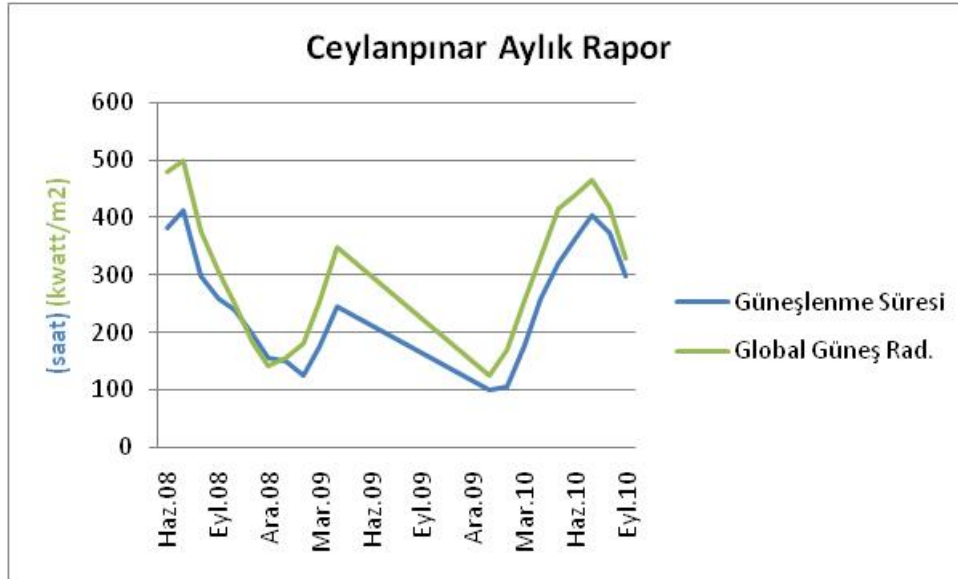
Tablo 2'de, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nün Şanlıurfa Fırat havzası ve Ceylanpınar-Tigem istasyonu güneş verileri aylık rapor halinde, Tablo 3'te ise günlük rapor halinde listelenmiştir.

Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Aylık Raporu				
İstasyon	İstasyon No	İndikatör	Bölge	İl
Ceylanpınar/Tigem	17968	CPTG	ŞANLIURFA	ŞANLIURFA
Havza	Yükseklik(m)	Enlem	Boylam	
FIRAT	360	36 ⁰ 84"	40 ⁰ 03"	
Tarih	Güneşlenme Süresi (saat)	Global Güneş Rad. (kwatt/m ²)		
Şub.08	165,8	N/A		
Mar.08	222,2	N/A		
Nis.08	249,4	N/A		
Haz.08	381,7	478,4		
Tem.08	413,2	499,6		
Ağu.08	299	374,7		

Eyl.08	257,6	307
Eki.08	238,8	249,8
Kas.08	198,7	182,8
Ara.08	156,2	141,6
Oca.09	150,9	154,7
Şub.09	124,8	181,2
Mar.09	174,8	253,2
Nis.09	245,9	347,7
Oca.10	100,3	125,7
Şub.10	105	168,6
Mar.10	178,2	255,6
Nis.10	258,3	331,3
May.10	319,9	414,1
Haz.10	365,3	441,4
Tem.10	403,2	465
Ağu.10	372	417,5
Eyl.10	298	329,7

Tablo 1: Ceylanpınar Aylık Güneşlenme Verileri

Tablo 1'deki verilerin grafik olarak gösterimi Şekil 21'de verilmiştir. Bu grafikte güneşlenme süresi mavi olarak, global güneşlenme radyasyonu da mavi renkte gösterilmiştir. Y-ekseninde gösterilen birimler de bu renklere göre ayrılmıştır. Grafikte görüldüğü gibi güneşlenme süresi ile global güneş radyasyonu paralel olarak yaz aylarında artmakta, kış aylarında azalmaktadır.



Şekil 16: Ceylanpınar Aylık Güneşlenme Verileri

Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Günlük Raporu				
İstasyon	İstasyon No	İndikatör	Bölge	İl
Ceylanpınar/Tigem	17968	CPTG	ŞANLIURFA	ŞANLIURFA
Havza	Yükseklik(m)	Enlem	Boylam	
FIRAT	360	36 ⁰ 84"	40 ⁰ 03"	
Tarih	Güneşlenme Süresi (saat)	Global Güneş Rad. (kwatt/m²)		
20.07.2010	13,5	480		
21.07.2010	13,3	475		
22.07.2010	13	458		
23.07.2010	13,3	463		
24.07.2010	13,2	460		
25.07.2010	12,9	457		
26.07.2010	12,9	467		
27.07.2010	12,9	475		
28.07.2010	13	477		
29.07.2010	12,8	461		
30.07.2010	11,3	422		
31.07.2010	12,4	439		
01.08.2010	12,5	444		
02.08.2010	12,4	453		
03.08.2010	12,4	442		
04.08.2010	12,3	442		
05.08.2010	12,8	455		
06.08.2010	12,7	459		
07.08.2010	12,7	452		
08.08.2010	12,5	443		
09.08.2010	10,6	402		
10.08.2010	11,8	435		
11.08.2010	12,2	427		
12.08.2010	11,6	415		
13.08.2010	12,1	437		
14.08.2010	12,7	449		
15.08.2010	12,6	441		
16.08.2010	12,4	429		
17.08.2010	11,9	414		
18.08.2010	11,6	423		
19.08.2010	12,1	425		
20.08.2010	12	430		
21.08.2010	12	426		

22.08.2010	11,9	434
23.08.2010	11,9	413
24.08.2010	12	432
25.08.2010	12,1	434
26.08.2010	11,9	417
27.08.2010	12,1	435
28.08.2010	12,2	435
29.08.2010	12	407
30.08.2010	11,9	398
31.08.2010	12	392
01.09.2010	11	367
02.09.2010	12,1	402
03.09.2010	12,2	393
04.09.2010	11,9	385
05.09.2010	12	382
06.09.2010	12	370
07.09.2010	11,4	359
08.09.2010	11,2	370
09.09.2010	11,6	379
10.09.2010	11,6	385
11.09.2010	11,4	386
12.09.2010	11,4	384
13.09.2010	10,8	360
14.09.2010	11	362
15.09.2010	11,4	368
16.09.2010	11,4	374
17.09.2010	11,3	367
18.09.2010	11,3	367
19.09.2010	11,3	369
20.09.2010	11,3	356
21.09.2010	11,2	381
22.09.2010	11,2	383
23.09.2010	11,2	355
24.09.2010	9,5	333
25.09.2010	10,8	340
26.09.2010	11	344,7
27.09.2010	10,9	335,5
28.09.2010	2,2	148
29.09.2010	7,9	284
30.09.2010	8,3	273
01.10.2010	0,1	92
02.10.2010	6,4	258

03.10.2010	8,1	282
04.10.2010	10,4	316
05.10.2010	10,4	315
06.10.2010	10,1	307,3
07.10.2010	7	265
08.10.2010	1,5	206
09.10.2010	6,8	240
10.10.2010	9,5	303
11.10.2010	10,6	306
12.10.2010	9	286
13.10.2010	6,6	241
14.10.2010	8,5	272
15.10.2010	8,8	284
16.10.2010	6,2	242
17.10.2010	3	206
18.10.2010	7	241
19.10.2010	6,7	228
20.10.2010	5,7	200
21.10.2010	7,6	236
22.10.2010	9,2	264
23.10.2010	9,6	266
24.10.2010	9,7	264
25.10.2010	9	248
26.10.2010	6,6	225
27.10.2010	9,6	270
28.10.2010	8,5	229
29.10.2010	9,3	247
30.10.2010	8,6	235
31.10.2010	8,4	233
01.11.2010	9,5	247
02.11.2010	4	173
03.11.2010	5,8	192
04.11.2010	9,6	256
05.11.2010	9,7	260
06.11.2010	9,8	263
07.11.2010	9,7	257
08.11.2010	9,3	246
09.11.2010	9,3	249
10.11.2010	9,3	248
11.11.2010	9	236
12.11.2010	8,7	233
13.11.2010	8,7	221

14.11.2010	8,6	217
15.11.2010	8,2	206
16.11.2010	8,6	210
17.11.2010	8,6	212
18.11.2010	8,3	197
19.11.2010	7,9	183
20.11.2010	7,9	195
21.11.2010	3,3	142
22.11.2010	7,3	176
23.11.2010	7,9	181
24.11.2010	8,1	192
25.11.2010	8,2	194
26.11.2010	8,1	189
27.11.2010	7,8	183
28.11.2010	7,4	172
29.11.2010	5,8	146
30.11.2010	5,9	155
01.12.2010	7,7	169
02.12.2010	7,7	158
03.12.2010	7,7	177
04.12.2010	7,6	167
05.12.2010	7,6	171
06.12.2010	7,5	166
07.12.2010	7,5	162
08.12.2010	7,6	165
09.12.2010	7,4	166
10.12.2010	7,4	164
11.12.2010	7,5	157
12.12.2010	7,4	158
13.12.2010	3,4	119
14.12.2010	0,1	39
15.12.2010	2,6	99
16.12.2010	0,9	72
17.12.2010	0	39
18.12.2010	5,1	135
19.12.2010	2,8	105
20.12.2010	4,1	126
21.12.2010	4,5	125
22.12.2010	2,7	122
23.12.2010	6,5	161
24.12.2010	7,4	169
25.12.2010	7,4	167

26.12.2010	7,4	172
27.12.2010	7,4	172
28.12.2010	7,4	176
29.12.2010	7	166
30.12.2010	7,4	164
31.12.2010	6,5	150
01.01.2011	7,1	162
02.01.2011	0,8	75
03.01.2011	0,1	104
04.01.2011	0	29
05.01.2011	7,4	172
06.01.2011	6,4	168
07.01.2011	5,2	163
08.01.2011	0	59
09.01.2011	7,4	180
10.01.2011	7,6	189
11.01.2011	7,6	191,6
12.01.2011	7,7	197
13.01.2011	7,7	205
14.01.2011	1,6	121
15.01.2011	5,2	152
16.01.2011	7,6	195
17.01.2011	4,6	156
18.01.2011	7,9	199
19.01.2011	7,9	205
20.01.2011	8	205
21.01.2011	8,2	202
22.01.2011	8,1	205
23.01.2011	6,2	195
24.01.2011	2	138
25.01.2011	6,6	181
26.01.2011	1,5	114
27.01.2011	0	47
28.01.2011	0,7	75,6
29.01.2011	0	48,8
30.01.2011	0,1	63
31.01.2011	4,2	182
01.02.2011	8,8	243
02.02.2011	5,9	200
03.02.2011	9,1	252
04.02.2011	0	73
05.02.2011	9,4	256

06.02.2011	9,6	256
07.02.2011	9,6	251
08.02.2011	9,7	259
09.02.2011	9,7	257
10.02.2011	9,7	261
11.02.2011	9,8	273
12.02.2011	9,7	273
13.02.2011	1,4	146
14.02.2011	0,7	114
15.02.2011	0,1	93,8
16.02.2011	0	78
17.02.2011	1,2	128
18.02.2011	9,7	251
19.02.2011	4,5	195
20.02.2011	3,9	161
21.02.2011	7	236
22.02.2011	1,6	160
23.02.2011	3,6	183

Tablo 2: Ceylanpınar Günlük Güneşlenme Verileri



Şekil 17: Ceylanpınar Günlük Güneşlenme Miktarı

Günlük verilerde görülen bilgiler, aylık verilerde belli olmayan bazı veriler bize ekstra bilgi vermektedir (Şekil 17). Bazı günlerde güneş radyasyonunun çok düşük olduğunu net olarak görebilmekteyiz. Bu düşük veriler, ölçüm alındığı günlerde havanın bulutlu, sisli, tozlu vs.

olduğunun göstergesidir. Bu düşük değerlerin genellikle kış aylarına denk gelmesi, çoğunlukla bulutlu havalardan kaynaklandığının bir göstergesidir.

5.2. Ceylanpınar Güneş Elektriği Potansiyeli

Bu verilerden bir ortalama değer yakalamak mümkündür. Aylık verilerden hesaplanan ortalama günlük güneşlenme süresi 8,23 saat, günlük verilerden hesaplanan ortalama günlük güneşlenme süresi 8,2 saattir ve bu iki değer birbiri ile uyumludur. Türkiye'nin ortalama güneşlenme süresinin Tablo 3'te gösterildiği gibi 7,2 saat olduğu düşünülürse [13], Ceylanpınar'da günlük 1 saat, başka bir deyişle %15 civarında daha fazla güneş ışığı altında kalmaktadır. Ayrıca Türkiye'nin ortalama yıllık güneşlenme miktarı 1311 kW/m²'dir. Bu rakamı Ceylanpınar için 1460 kW/m² olarak %11 de güneşlenme miktarından Türkiye ortalamasından fazla olduğunu görürüz. Bütün bu değerler bölgenin solar paneller için avantajlı bir bölge olduğunun somut göstergeleridir.

Türkiye'nin Aylık Ortalama Güneş Enerjisi Potansiyeli			
Aylar	Aylık Toplam Güneş Enerjisi		Güneşlenme Süresi (Saat/ay)
	(Kcal/cm ² -ay)	(kWh/m ² -ay)	
Ocak	4,45	51,75	103
Şubat	5,44	63,27	115
Mart	8,31	96,65	165
Nisan	10,51	122,23	197
Mayıs	13,23	153,86	273
Haziran	14,51	168,75	325
Temmuz	15,08	175,38	365
Ağustos	13,62	158,4	343
Eylül	10,6	123,28	280
Ekim	7,73	89,9	214
Kasım	5,23	60,82	157
Aralık	4,03	46,87	103
Toplam	112,74	1311	2640
Ortalama	308,0 cal/cm ² -gün	3,6 kWh/m ² -gün	7,2 saat/gün

Kaynak: EİE Genel Müdürlüğü

Tablo 3: Türkiye'nin Aylık Ortalama Güneş Enerjisi Potansiyeli

Kaynaklar

[1] http://tr.wikipedia.org/wiki/Güneş_enerjisi

[2] <http://www.gunessistemleri.com/artilariveeksileri.php>

[3] <http://www.limitsizenerji.com/component/content/article/512-solar-elektrik-sistemleri>

- [4] World Sales of Solar Cells Jump 32 Percent Viviana Jiménez, 2004 Earth Policy Institute, 4 Eylül 2006.
- [5] <http://www.eie.gov.tr/turkce/yek/gunes/gunespv.html>
- [6] <http://www.eie.gov.tr/turkce/yek/gunes/pvilke.html>
- [7] <http://www.gunessistemleri.com/uretimsureci.php>
- [8] Roger A. Messenger, Jerry Ventre, Photovoltaic systems engineering, CRC Press, 2004, ISBN: 9780849317934
- [9] <http://www.gensed.org/pdf/PV-ElektrikUretimi.pdf>
- [10] Solarbuzz, Marketbuzz 2011 report, <http://solarbuzz.com/facts-and-figures/market-facts/global-pv-market>
- [11] Simon, A.L.; Energy Resources, Pergamon press (1975).
- [12] <http://www.limitsizenerji.com/haberler/makaleler/366-gunes-enerjisi-teknolojisinin-gelecegi>
- [13] <http://www.gunessistemleri.com/potansiyel.php>

7 Ceylanpınar'ın İktisadi, Sosyal ve Coğrafi Yapısı

5.1. Ceylanpınar'ın Coğrafi Durumu

Ceylanpınar, Türkiye'nin Suriye sınırında yer alan, verimli ve geniş topraklara sahip önemli bir ilçe konumundadır. Ceylanpınar her ne kadar Şanlıurfa'nın bir ilçesi olsa da, konum olarak Mardin iline daha yakındır. Ceylanpınar Şanlıurfa arasındaki mesafe karayolu ile 144km, Ceylanpınar-Mardin 93,3km, Ceylanpınar Diyarbakır 193km uzaklıktadır.

Ceylanpınar, sınır ilçesi olması nedeniyle, gerek Suriye gerekse Irak'ta yer alan yerleşim birimlerine de yakın konumdadır. Yaklaşık 200km çapında bir alanda Suriye'nin ve Irak'ın önemli merkezlerine ulaşım sağlanabilmektedir.

Bölgenin iklimi Akdeniz iklimi ve çöl iklimi arasında seyretmektedir. Yaz ayları çok sıcak ve kurak kış ayları ise serindir. Kasım ayı ile başlayan ve düzensiz olarak gerçekleşen yağışlar kış ve bahar aylarında hakim iklim koşullarını oluşturmaktadır.

5.2. Ceylanpınar'ın Nüfus Yapısı ve Eğitim Durumu

Ceylanpınar'da, ilçe ve köyleri ile birlikte toplam 73.300 kişi yaşamaktadır. Bu nüfusun yaklaşık 44.726 kişisi ilçe merkezinde yaşamaktadır.

Ceylanpınar'daki eğitim kurumlarında 13.839 adet erkek 12.096 adet kız olmak üzere toplam 25.935 adet öğrenci öğrenim görmektedir. Öğrenim gören öğrencilerden 3302 adeti lise

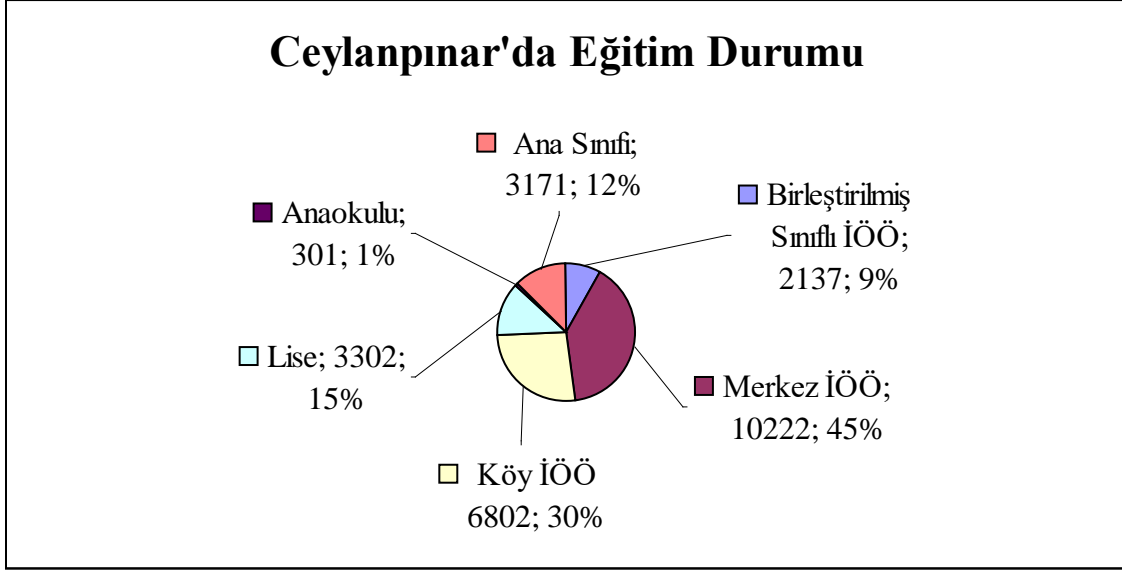


seviyesindedir ve önümüzdeki birkaç yıl içinde yüksek öğrenim programlarına giriş yapamayan öğrenciler iş yaşantısına girmek zorunda kalacaklardır. Bölgenin kendisine has yapısı nedeniyle kız öğrencilerin iş yaşantısındaki yerinin sınırlı olacağı düşünüldüğü takdirde, her yıl yaklaşık 800 civarında erkek öğrenci iş yaşantısına adım atmaktadır.

İlçede mevcut durumda iş olanakları son derece yetersiz seyretmektedir. İlçedeki en büyük istihdam merkezi TİGEM işletmesi, 83 memur, 1165 daimi ve 3 geçici işçi ve 26 sözleşmeli güvenlik görevlisi ile hizmet vermektedir. Özel sektöre ait işletmeler de sınırlı olanaklarla istihdama katkı yapmaktadır.

Devlet Planlama Teşkilatı (DPT) İlçelerin Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Sıralaması Araştırması'na göre, Ceylanpınar, %65,26'lık bir şehirleşme oranına sahiptir. Nüfus artış hızı %31,36 olarak tespit edilen Ceylanpınar, yüksek oranda bir nüfus artış oranına sahiptir. Ceylanpınar'da yaşayan hane halklarının ortalama büyüklüğü 7,4 olarak tespit edilen araştırmaya göre tarım sektöründe çalışan nüfusun toplam nüfusa oranı %69,87, hizmetler sektöründe çalışanların oranı %28,17 ve sanayi sektöründe çalışanların oranı %1,96 olarak tespit edilmiştir. Bu veriler ışığında elde edilen işsizlik oranı %16,25 olarak tespit edilmiştir. Tarım sektöründe çalışan nüfus oranının %68,87 olduğu düşünüldüğünde, işsizlik oranının çok daha yükseklerde olduğu ayrıca dikkate alınmalıdır. Ceylanpınar için bir başka ilginç istatistik ise bebek ölüm oranlarının %50,75 civarında çok yüksek bir şekilde seyrettiği gerçeğidir.

Ceylanpınar'da başta Kaymakamlık olmak üzere, birçok kamu kurumu ve sivil toplum örgütü çeşitli projeler yürütmektedir. Örnek vermek gerekirse KÖYDES ve Köylere Hizmet Götürme Birliği ile yürütülen okul inşaatları, Karacadağ Kalkınma Ajansı ile yürütülen tarım ve tarıma dayalı sanayi projeleri bu projelere örnek olarak sayılabilir.



Şekil 18: Ceylanpınar'da Eğitim Durumu

5.3. Ceylanpınar'ın İktisadi Yapısı

Ceylanpınar tarıma dayalı bir ekonomiye sahiptir. Yaklaşım 2 milyon dekar alanda tarımsal üretim yapılmaktadır ve bu alanın 173 bin dekarı özel mülkiyete konudur. Özel mülkiyetteki arazilerin tamamında sulu tarım yapılmaktadır ve yakında 1 milyon dekarlık alan, GAP-Mardin Sulama Kanalı ile birlikte sulanabilir hale gelecektir.

Ceylanpınar'da tarımsal üretim temel olarak buğday, mısır, pamuk, mercimek ve biber üretiminde yoğunlaşmıştır. Bunun yanı sıra çeşitli meyve ve sebzeler de ilçe sınırları içinde üretilmektedir. İlçe genelinde yaklaşık 800bin adet antep fıstığı 24bin dekar alanda yer almaktadır. Bununla beraber zeytin, dut, elma, badem, kayısı ve üzüm gibi meyvelere ilişkin üretim de yapılmaktadır.

Türkiye genelinde tarımsal işletmelerin kronik bir problemi olan küçük boy işletmeler, Ceylanpınar özelinde ortalamanın üzerinde arazi ve işletme büyüklükleri olarak karşımıza çıkmaktadır. Tarımsal işletmelerin yapısı incelendiğinde, ilçe genelinde 50 dekar ile 500 dekar arasında büyüklüğe sahip yaklaşık 600 işletme bulunmaktadır ve söz konusu işletmeler, yaklaşık 80bin dekar alanı işlemektedir.

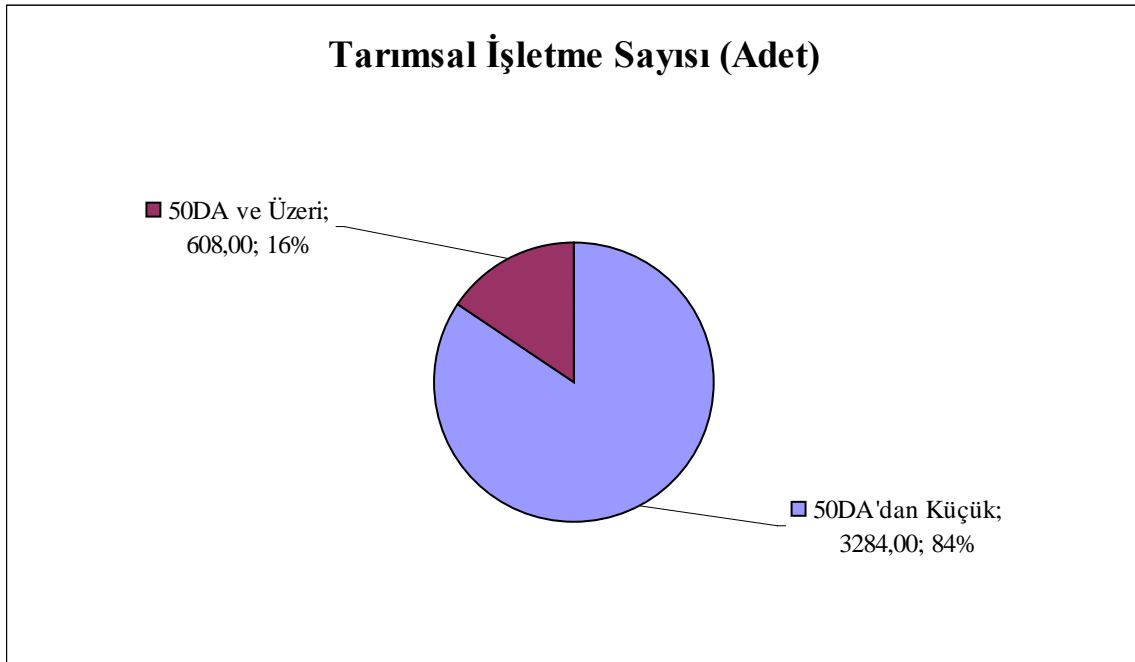
Ceylanpınar'ın bu yoğun tarımsal faaliyet altyapısı, sanayi kolları ile desteklenmemektedir. İlçenin sahip olduğu tarımsal altyapı, katma değer yaratacak işleme, paketlenme ve ambalaj

tesislerinden yoksun olması nedeniyle gerek işsizlik gerekse gelişmişlik bakımından problemler yaşanmaktadır.

5.3.1. Ceylanpınar'da Tarım

Ceylanpınar'da toplam 3896 adet tarımsal işletme bulunmaktadır. Bu işletmeler yoğunlukla küçük ve çok küçük işletmeler olarak sınıflandırılabilir. Ancak tarımsal arazilerin büyüklüğü göz önüne alındığında, ortalama işletme büyüklüklerinin Türkiye ortalamasının üzerinde olmasının bazı avantajları ve dez avantajları olduğu görülmektedir. Dez avantajlara ilişkin hususlar ileriki bölümlerde incelenecektir.

Yapılan bu çalışmalara Ceylanpınar TİGEM İşletmesi dahil edilmemiştir. İşletmenin kendine has yapısı ve ürün deseni, ilçe genelinde var olan tarımsal üretim ile herhangi bir bağlantısı olmayan niteliktedir ve İşletmenin kendisine has gündemi ve üretim hedefleri bulunmaktadır. Buna karşın özel teşebbüs işletmeleri de kendi dengeleri içinde enerji, hammadde ve işgücü kullanarak üretimleri sürdürme çabasıdadır.



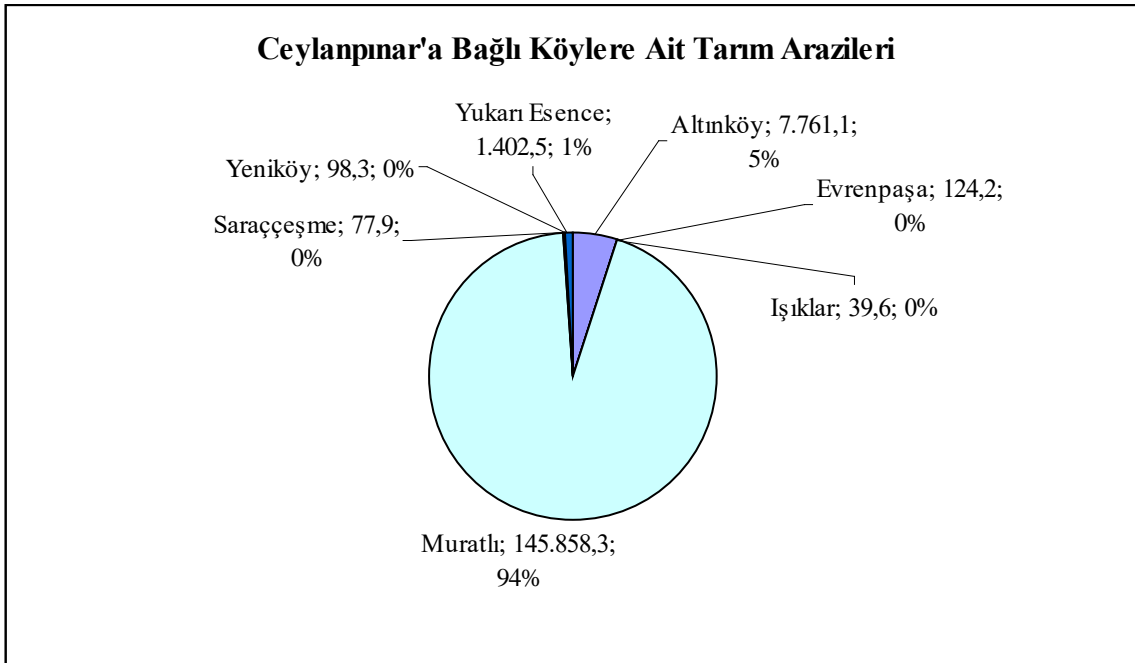
Şekil 19: Tarımsal İşletme Sayısı (Adet)

Grafiklerden de anlaşılacağı gibi, toplam işletmelerin %16'sını oluşturan 608 adet işletme, toplam arazilerin %45'ini işletmektedir. Buna göre, Ceylanpınar'da işletme büyüklükleri,

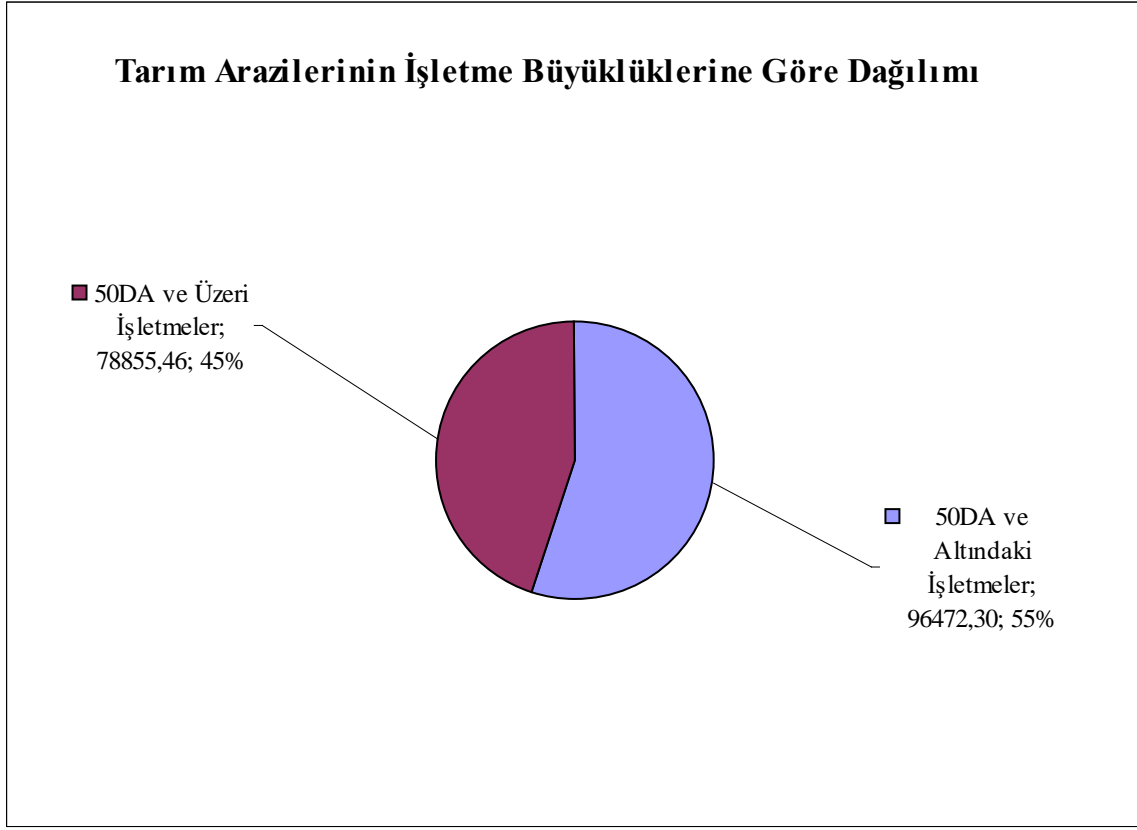
tarımsal arazi kullanımında verimlilik, Türkiye ortalamasına göre daha ileri düzeyde olduğu ve bu işletmelerin belirli bir ölçek ekonomisi düzeyini sağlayabildikleri söylenebilir.

Toplam istihdamın %68'inin tarım sektöründe çalıştığı önceki bölümlerde dile getirilmiştir. Söz konusu istihdamın büyük çoğunluğunun 50da ve altındaki işletmelerde çalıştığı söylenebilir. Düşük karlılıkla işletilen, emeğe dayalı üretimin yapıldığı bu işletmelerden kaynaklı işsizlik Ceylanpınar ekonomisini etkilemektedir.

Ceylanpınar'a bağlı köyler incelendiğinde Muratlı Köyünün 145bin dekar arazisi ile Ceylanpınar'daki toplam arazilerin %94'üne sahip olduğu görülmektedir. Bu haliyle kendisine has bir yapı arz etmekte olan Ceylanpınar, söz konusu işletmelerce işlenen arazilere ilişkin veriler de Türkiye genelinden farklılaşmayı göstermektedir (Şekil 20)

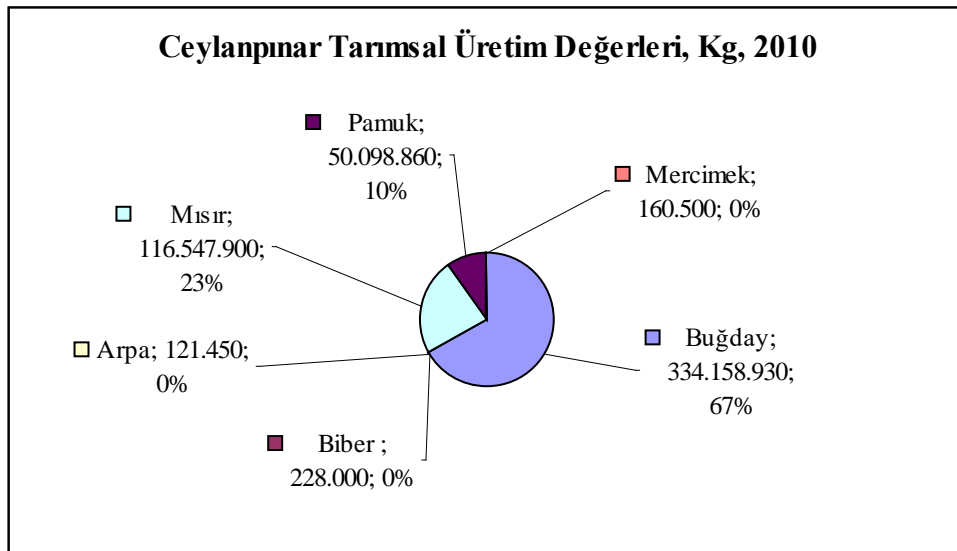


Şekil 20: Ceylanpınar'a Bağlı Köylere Ait Tarım Arazileri



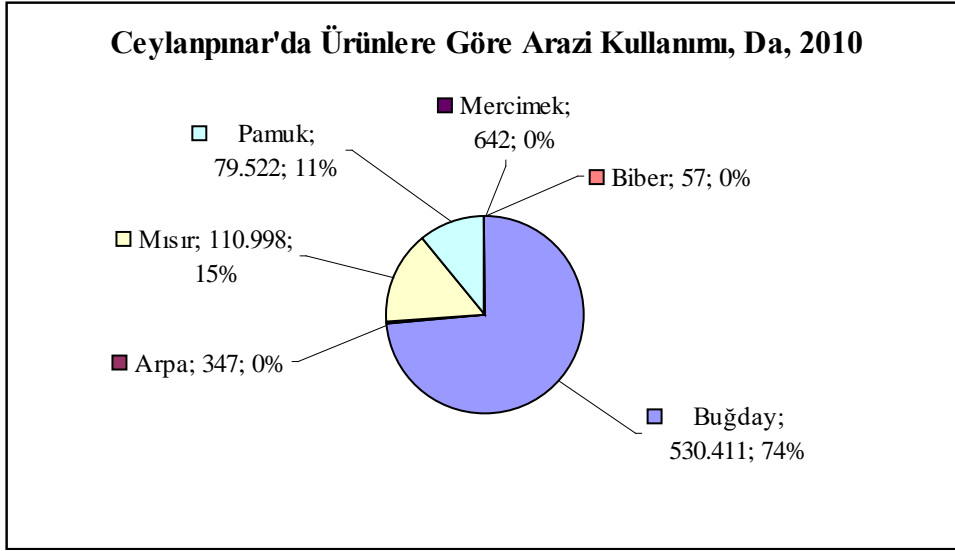
Şekil 21: Tarım Arazilerinin İşletme Büyüklüklerine Göre Dağılımı

Ceylanpınar'da üretilen ürünler; buğday, pamuk, mısır olarak 3 ana grupta toparlanabilir. Bu ürünlere ek olarak, mercimek, biber ve arpa üretimi de sistematik olarak gerçekleştirilmektedir.



Şekil 22: Ceylanpınar Tarımsal Üretim Değerleri, Kg, 2010

Ceylanpınar'ın tarımsal üretimine ilişkin arazi kullanımı ise, aşağıdaki grafikten görülebileceği gibi, toplam ekilebilir arazinin %74'ünde buğday, %15'inde mısır, %11'inde pamuk ve kalan kısımlarda da mercimek, biber ve arpa olarak sayılabilir.



Şekil 23: Ceylanpınar'da Ürünlere Göre Arazi Kullanımı, Da, 2010

Yukarıdaki grafiklere göre, Ceylanpınar, buğday, mısır ve pamuk üretiminde uzmanlaşmış, dönemsel olarak ekim, biçim faaliyetlerinin yürütüldüğü, ekonomik, sosyal ve kültürel yaşantının da bu ürünlerin üretimleri çerçevesinde şekillendiği bir ilçe olarak adlandırılabilir. Ancak aşağıdaki bölümlerde de bahsedileceği gibi, üretilen bu ürünlere ait herhangi bir katma değer üreten tesis, sanayi altyapısı gibi imkanlar ilçede bulunmamaktadır.

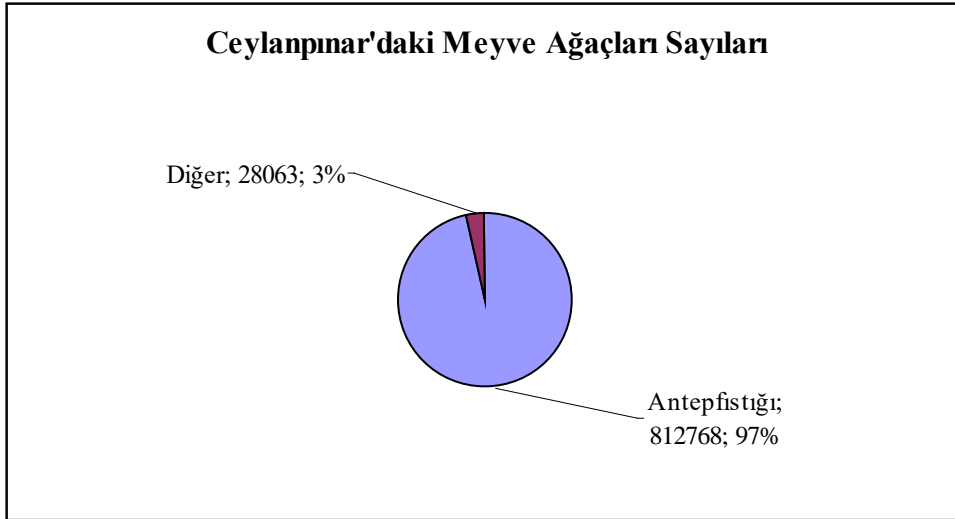
5.4. Ceylanpınar'daki Ürün Deseni

Ceylanpınar, sahip olduğu konum, yıl boyunca aldığı güneş miktarı, sulama altyapısı ve işgücü maliyetleri değerlendirildiğinde, son derece sınırlı bir ürün desenine sahiptir. İlçe genelinde hakim ürünler olan buğday, mısır ve pamuk, katma değer bakımından daha yüksek ürünlerle desteklenmesi gereken ürünlerdir. Bugün Türkiye'de sadece domatese ait yıllık ihracat rakamı yaklaşık 250 milyon dolar civarındadır ve bu ihracatın 150 milyon dolarlık kısmı Antalya ilinden yapılmaktadır. Gerek arazi varlığı gerekse dış pazarlara olan yakınlığı ile Ceylanpınar, gerekli altyapının sağlanması halinde tarımsal ürün ihracatını çok daha üst noktalara taşıyabilecek konumdadır.

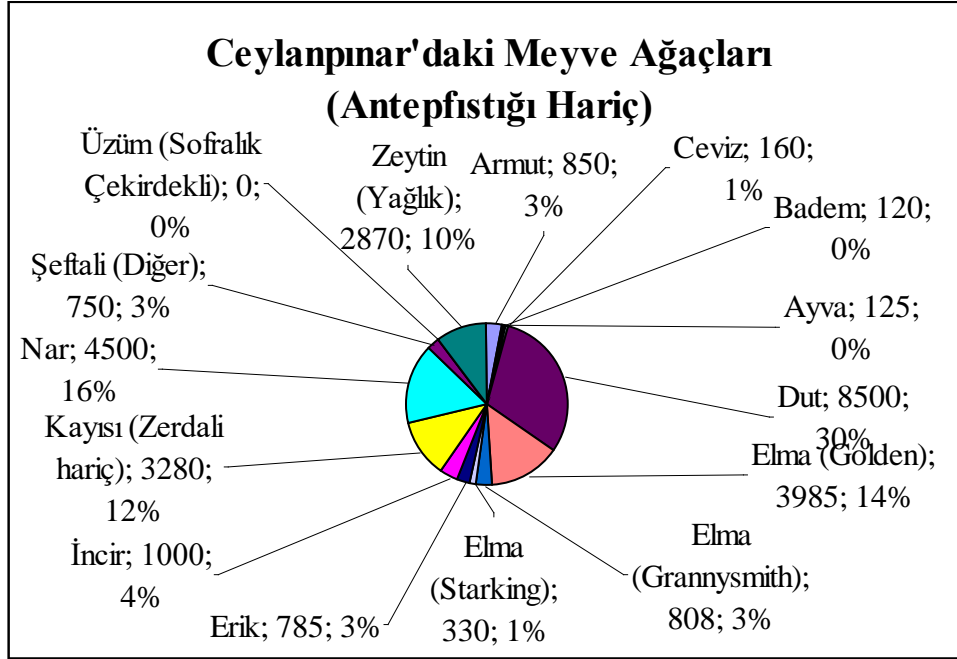
Tarımsal ürün deseni değişikliği kolay gerçekleştirilebilecek bir husus değildir. Geleneksel yöntemlerle yıllardır hatta yüzyıllardır yapılan tarımsal üretimin farklı ürünlere kaydırılması uzun vadeli planlar ve desteklerle mümkündür.

Tarım, ancak ve ancak herhangi bir sanayi mamulü gibi anlaşılır ve işlem görürse hak ettiği noktalara ulaşabilir. Bu konu da ancak organize sanayi bölgelerinde yapılabilecek seracılıkla, hayvancılıkla, işleme-paketleme ve ambalaj tesisleri ile birlikte alternatif enerji kaynakları kullanılarak mümkün olabilir. Bugün bu istek ve arzu Ceylanpınar'da mevcuttur.

Ceylanpınar'da var olan arazinin 24bin dekarında meyve ağaçları bulunmaktadır. Söz konusu meyveler başta antepfıstığı olmak üzere, armut, ayva, badem, ceviz, dut, elma, erik, incir, kayısı nar, şeftali, üzüm ve yağlık zeytin olarak sıralanmaktadır. Toplam ağaç sayısı 840bin adet olan Ceylanpınar'da, 812bin adet antepfıstığı ağacı bulunmaktadır.

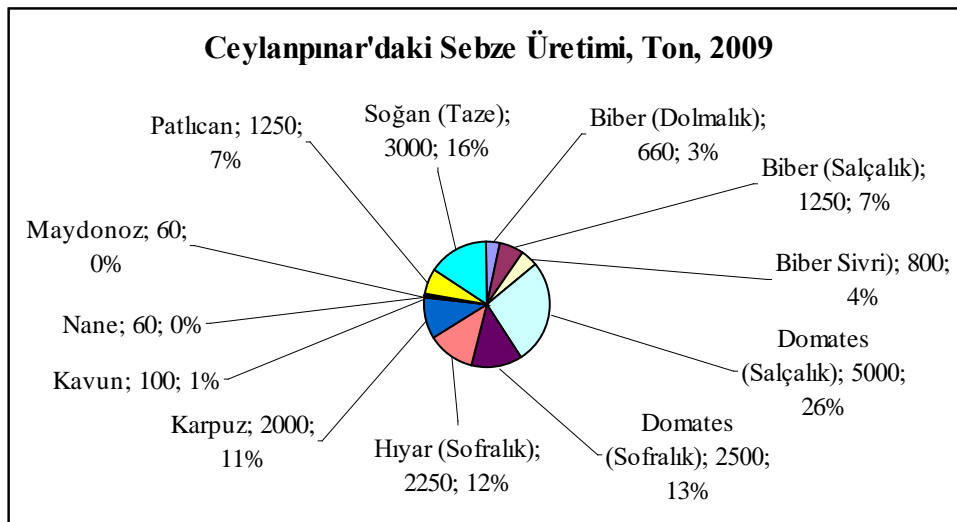


Şekil 24: Ceylanpınar'daki Meyve Ağaçları Sayıları, 2009



Şekil 25: Ceylanpınar'daki Meyve Ağaçları (Antepfıstığı Hariç), 2009

Ceylanpınar'daki sebze üretimi ise, biber, domates, salatalık, karpuz, kavun, maydanoz, nane, patlıcan ve soğan olarak sıralanmaktadır. Toplam 6100 dekar alanda yapılan sebze üretimi genel olarak, Ceylanpınar'da tüketilen, daha farklı pazarlara yönelik alımı ve satımı söz konusu olmayan şekilde devam etmektedir.



Şekil 26: Ceylanpınar'daki Sebze Üretimi, Ton, 2009

Yukarıdaki şekillerden ve verilerden görülebileceği üzere, Ceylanpınar'daki hakim ürünler, buğday, mısır, pamuk ve mercimek olarak yer almaktadır. Meyve ve sebze üretimi de yapılan Ceylanpınar'da sadece antepfıstığı ağırlıklı olarak üretimi yapılan bir konumda yer almaktadır.

Son derece verimli ve geniş arazilere sahip olan Ceylanpınar'ın ürün deseni, katma değeri yüksek, işleme, paketlenme ve ambalajlanmaya müsait ürünler bakımından yoksundur. Bu yoksunluğun birçok nedeni bulunmaktadır ancak bunlardan en önemlilerinden birisi olan enerji kullanımını ilerleyen bölümlerde incelenecektir.

5.5. Ceylanpınar'ın Komşu İlçelerle Karşılaştırılması

DPT İlçelerin Gelişmişlik Sırası, 2004					
İlçe Adı	Sıra	İlçe Adı	Sıra	İlçe Adı	Sıra
Kars Kağızman	716	Sivas Koyulhisar	692	Konya Kadınhanı	578
Bursa Büyükşehir	717	Erzincan Çayırlı	693	Kayseri Sarıoğlan	579
Şanlıurfa Ceylanpınar	718	Şanlıurfa Viranşehir	694	Mardin Kızıltepe	580
Kırıkkale Sulakyurt	719	Sinop Saraydüzü	695	Samsun Yakakent	581
Erzurum Olur	720	Kırşehir Çiçekdağı	696	Kastamonu Araç	582

Tablo 4: Ceylanpınar'ın Komşu İlçelerle Karşılaştırması

Ceylanpınar'a en yakın ilçeler olan Viranşehir ve Kızıltepe, Devlet Planlama Teşkilatı'nın hazırlamış olduğu ilçelerin sosyo-ekonomik gelişmişlik sıralaması araştırmasına göre sıralaması yukarıdaki tabloda verilmektedir.

Türkiye genelinde 872 ilçe bulunmaktadır ve bu ilçeler arasında Ceylanpınar 718. sıra ile hak etmediği bir konumdadır. Sıralamadaki diğer ilçelere bakıldığında, Ceylanpınar'ın gerek sahip olduğu arazi varlığı ve sınırdaki konumu, gerekse nüfus yapısı ve işgücü potansiyeli olarak çok daha ileri düzeyde olması gereken bir ilçe olması gerektiği düşünülmektedir. Ceylanpınar'a 68km uzaklıkta yer alan Kızıltepe, Türkiye genelindeki sıralamada 580. konumdadır ve iki ilçe arasındaki neredeyse 150 sıra farkı düşündürücüdür.

5.6. Ceylanpınar'da Tarımsal Amaçlı Enerji Kullanımı

Ceylanpınar'da faaliyet gösteren tarımsal işletmelerin temel ürünleri olan buğday mısır ve pamuk, enerji kullanımında da başı çekmektedir. Bu ürünlerin sulama sistemlerinde kullanılan

pompalar en büyük enerji talebini oluşturan unsurlar olarak göze çarpmaktadır. Ceylanpınar'da sulama harici olarak tarımsal amaçlı herhangi bir işleme, paketlenme, sera gibi unsurlar yok denecek kadar azdır ve bu unsurların Ceylanpınar içinde enerji tüketimlerine ilişkin araştırmanın derinleştirilmesine gerek duyulmamıştır. Ancak sonuç ve öneriler bölümünde Antalya bölgesinden alınan seracılık, soğuk hava deposu ve işleme paketlenme tesislerine yönelik enerji tüketimleri Ceylanpınar'da gelecekte kurulabilecek olan bu ve benzer tesislerdeki enerji yönetimine ilişkin bilgilere değinilmiştir.

5.6.1. Ceylanpınar'da Tarımsal Amaçlı Sulama ve Enerji Tüketimi

Ceylanpınar'da tarımsal amaçlı olarak yapılan sulama, arazilerde açılan kuyulardan 50-100m derinlikten çekilen suların herhangi bir depolama yapılmadan doğrudan araziye pompalanması şeklinde yürütülmektedir. Basıncı son derece yüksek olan ve herhangi bir plana ve programa göre hareket edilmeden yapılan bu sulama, ilçede kullanılan enerjinin en fazla harcandığı alandır. Bununla beraber ortam iklimlendirilmesinde kullanılan klimalar da bir diğer talep unsurudur ancak sulamada kullanılan pompalama sistemleri enerji talebinin ana kaynağını oluşturmaktadır.

Türkiye ortalamasının üzerinde olan arazi büyüklükleri her ne kadar ölçek ekonomilerinin varlığını, planlamayı ve sistemli hareket etmeyi kolaylaştırırsa da, esas itibarıyla sulama tamamen günlük oluşan enerji akım miktarına göre yapılarak en fazla alanı en kısa sürede en fazla su pompalanarak yapılmaya çalışıldığı gözlemlenmektedir.

Ceylanpınar ve çevre ilçelerinin en önemli sorunlarından birisi kaçak elektrik ve kaçak kuyu açılması olarak göze çarpmaktadır. Enerji maliyeti olmayacak şekilde kurgulanan sulama sistemleri de zaman içinde kendine has yapıların meydana gelmesine neden olmuştur şöyle ki:

➤ Kurgulanan sulama sistemleri enerji maliyeti olmadığı için;

⊖ Suyu en derinden

⊖ En kısa sürede

⊖ En uzağa

⊖ Tek seferde

Pompalayacak şekilde tasarlanmışlardır.

➤ Kurgulanan sistemin su maliyeti olmadığı için

- ⊖ En fazla suyu
- ⊖ En fazla miktarda ürüne
- ⊖ Tek seferde
 - Pompalayacak şekilde tasarlanmışlardır.

➤ Sonuç olarak;

- ⊖ Bireysel şekilde yürütülen bu çalışmalar
- ⊖ Toplu hale dönüşerek
 - Elektrik kesintilerine
 - Bilinçsiz sulama ile ürün veriminde düşüşlere
 - Can kayıplarına ve hürriyeti bağlayıcı cezalara
 - Sürekli arızalanan pompalara
 - Su miktarının azalmasına
 - Sürekli daha derinlere inilmesine

Neden olmaktadır.

5.6.2. Ceylanpınar'da Tarıma Müdahil Olan Kamu Kurumları

Ceylanpınar'da faaliyet gösteren işletmelerin yukarıda bahsedilen sorunlara yönelik olarak kamu kurumları çeşitli önlemler almaktadır. Ancak burada kamu, netice itibariyle kamu olmasının getirdiği sorumluluk nedeni ile bir tercih kullanmak zorunda bırakılmıştır, şöyle ki;

- Kaymakamlık ve kolluk kuvvetlerinin müdahalesi ile sorunun çözümü arasındaki bağ kopmuştur. Kaçak elektrik kullanan insanların ve kaçak kuyu açarak sulama yapan kişilerin yürüttüğü çalışmalar netice itibariyle tarımsal üretim amaçlı hususlardır ve ortaya bir mahsul çıkmaktadır.
- Cezai müeyyideler herhangi bir sonuç getirmemektedir çünkü ilçe TEDAŞ yetkililerinin yaptığı çalışmaya göre 100 dekar arazisi olan bir kimsenin oluşacak elektrik maliyetini karşılayabilmesi için her yıl tarlasının 10 dekarını satmak zorunda kalacağına yönelik çok çarpıcı bir çalışması bulunmaktadır.

- Bölgenin kendisine has yapısı nedeni ile oluşabilecek sair yan etkiler, örneğin terör gibi oluşumların maliyetleri çok daha ağırdır ve kamu burada elektrik giderlerine ilişkin zararını şu veya bu nedenden dolayı hazmetmiş görünmektedir.

Ancak kurulan bu sistem uzun vadede sürdürülebilir değildir. Gerek çiftçiler, gerekse kamu idarecileri konunun bilincindedir ve söz konusu zarar miktarı her geçen gün artmaktadır. Çiftçilerle yapılan görüşmelerde kaçak elektrik kullanımına ilişkin yürütülen çalışmaların huzursuzluğa neden olduğu, kimi zaman yapılan cezai uygulamaların insanlar üzerinde sürekli bir stres kaynağı oluşturduğu gözlemlenmiştir.

Türkiye'deki enerji maliyetlerinin yüksekliği insanları alternatif enerji kaynaklarının kullanımına yöneltmektedir. Bununla beraber, elektrik hatlarının istenilen her yere çekilmesinin de bir maliyeti olduğu ve bunun da bir sınırı olduğu bilinmektedir. Gerek enerji maliyetleri bakımından gerekse enerji götürülemeyen atıl arazilerin değerlendirilmesi bakımından alternatif enerji kaynaklarının kullanımına ilişkin yoğun bir ilgi Ceylanpınar'da mevcut durumdadır.

Birçok çiftçi, bu araştırmanın sonucunu merakla beklediğini, kurulacak olan herhangi bir sulama sisteminin maliyetlerini ve çalışma prensiplerini araştırma ekibine sormuşlardır. Sadece bu verilerin bile ortaya konması çalışmanın başarısı bakımından önemli görülmektedir.

8 Tarımsal Uygulamalarda Güneş Enerjisi Kullanımı

6.1. Tarımsal Amaçlı Sulama Sistemlerinde Güneş Elektrikliği Kullanımı

Tarımsal sulamada kullanılan güneş elektrikliği sistemleri kullanılan elektrik çeşidi (AC, DC), suyun çekileceği derinlik ve sulama yapılmak istenilen alanın büyüklüğü ile doğrudan ilgili olarak değişmektedir.

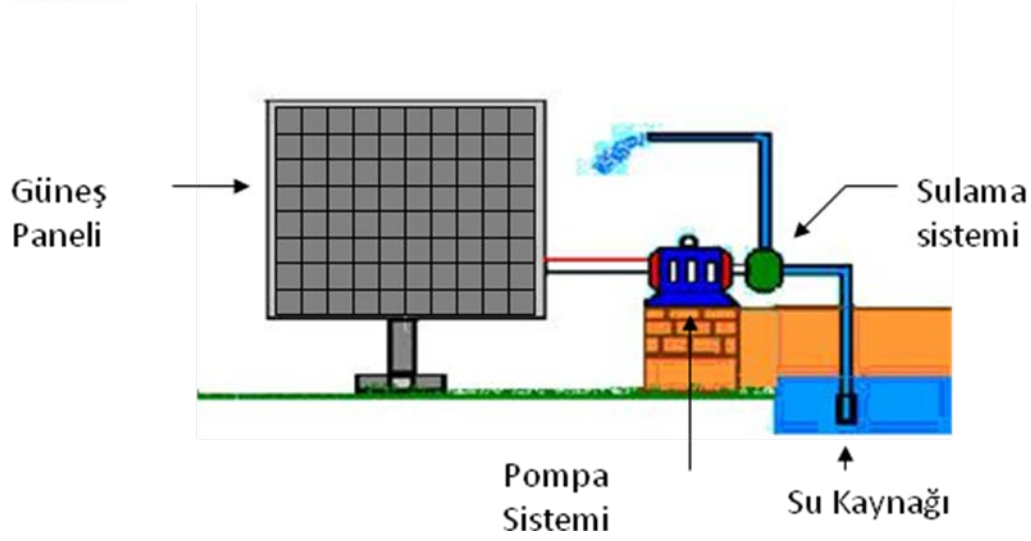
Güneş elektrikliği sistemlerinde önemli maliyet kalemlerinden birisi AC akımı DC'ye çeviren dönüştürücüler (inverter) olarak göze çarpmaktadır. Söz konusu dönüştürücüler genel olarak belli bir oranda elektriklinin kaybolmasına ve maliyetlerin artmasına neden olmaktadır.



Şekil 27: Güneş Panelleri İle Yürütülen Sulama Sistemi

- Güneş elektriği ile sulama yapılabilmesi için gerekli sistem araçları şunlardır:
- Güneş panelleri: elektrik üretimi için
- Pompa sistemi: suyun kuyudan yüzeye çekilmesi ve araziye pompalanması için
- Sulama sistemi: borular ve fiskiyeler ile suyun araziye iletilmesi için

Söz konusu sistem (Şekil 28) güneş enerjisinin Güneş panellerinden (Photovoltaic) elde edilen doğru akım elektrik ile pompa sisteminin çalıştırılıp kaynaktan alınan suyun tarım arazisine verilip sulama işleminin yapılmasıdır. Şemada gösterilen örnek sistem açık veya kapalı kuyudan küçük çaplı sulama ve ya içme suyu depolamaya örnektir. Bu sistem mono-blok santrifüj yüzey pompasının güneş paneli ile çalıştırılıp bir kaynaktan temiz su veya sulama suyunun sulama sistemine basılmasıdır.



Şekil 28 : Güneş Elektrikliği ile Çalışan Su Pompalama Sistemi

PV POMPA SİSTEMİNİN AVANTAJLARI

- Yakıt gideri yok
- Enerji nakil hattı gereksinimini ortadan kaldırıyor
- Kullanım ömrü uzundur.
- Dayanıklıdır
- Kullanımı kolaydır
- Ekonomiktir

Görüldüğü üzere uygulaması gayet basit ve maliyetleri son derece düşük olan bu sistem hali hazırda var olan arazilerde kullanılabileceği gibi, elektrik hatlarının ulaştırılmadığı ve atıl şekilde olan araziler için son derece ideal bir yapı arz etmektedir.

Söz konusu uygulamaların yapılabilmesi için ihtiyaç analizinin çok iyi tahlil edilmesi gerekmektedir. Arazi büyüklüğü, ürün çeşidi ve ürün için gereken günlük su miktarı ve suyun çekileceği kuyu derinliği gibi etkenler kurulacak olan güneş elektrikli sisteminin farklılaşmasına neden olmaktadır. Bu neden farklı pompa sistemleri ve bu sistemlerin çalışma prensipleri de aşağıdaki bölümlerde irdelenmiştir.

6.1.1. Doğru Akımla Çalışan Su Pompaları

Güneş panelleri (fotovoltaik) doğru akım üretirler (DC) oysa tarlalarda kullanılan cihazlar alternatif akım (AC) ile çalışırlar ve dönüştürücüler doğru akımı alternatif akıma dönüştürür. 12-24 volt olan doğru akımı 220 volt 60 Hz şebeke elektriğine çevirir. Verimleri %93 civarındadır.

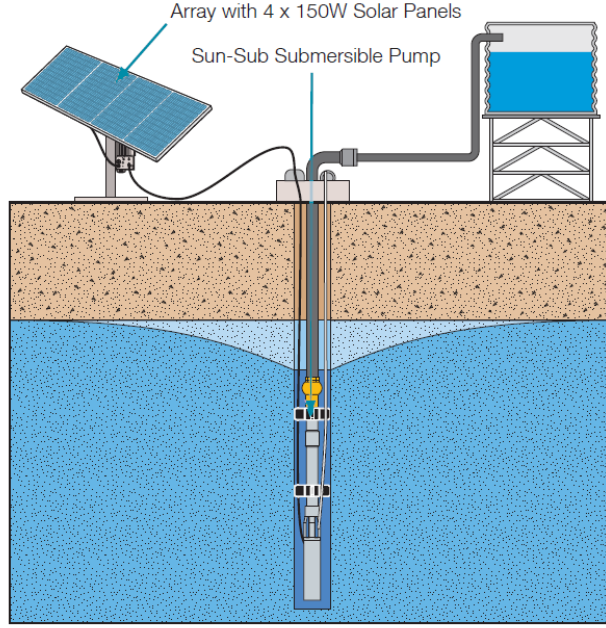
Öncelikle alternatif akım kullanan pompaların irdelenmesi gerekmektedir. Yapılan araştırmada, piyasada doğru akımla çalışan su pompalarının bulunduğu tespit edilmiştir. Söz konusu pompaların sulama sistemlerinde kullanılmasının, dönüştürücü (inverter) maliyeti bulunmaması nedeniyle ve ekstra sistem kurulumunun olmaması nedeniyle daha avantajlı olacağı düşünülmektedir.



Şekil 29: Güneş Panelleri, Su Kuyusu ve Pompa

Doğru akım üreten pompalarla kurulacak sulama sistemlerinde, su depolaması ayrıca bir maliyet avantajı sağlamaktadır. Suyun depolanarak daha sonra araziye verilmesi ile suyun kuyudan çekilerek doğrudan araziye pompalanması arasında büyük bir enerji tüketim farkı bulunmaktadır.

Ceylanpınar'da kullanılan su pompaları, piyasada dalgıç pompalar olarak adlandırılan ve suyun kuyudan çekilerek doğrudan araziye pompalamaya yarayan sistemlerdir. Bu tarz pompalar 100KW-120KW civarında elektrik gücü bulunan son derece büyük sistemlerdir. Yukarıdaki bölümlerde izah edildiği üzere bu sistemler, elektrik maliyetlerinin düşünülmediği oluşumlar için tasarlanmış, aşırı güçlü ve verimsiz nitelikte uygulamalar olarak tanımlanabilir.



Şekil 30: Doğru Akım Pompa Sistemi

Şekil 30’da da görülebileceği gibi, oluşturulan sistemde bir adet 4x150W güneş paneli, bir adet DC pompa ve bir su deposu sistem için en ideal tasarım olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu şekilde, şebeke elektriğine bağlı kalmadan günün her saati su deposu doldurularak daha sonra sair ihtiyaçlar için depodan su kullanımı yapılabilmektedir. Bu sistemin bir diğer avantajı da depolanan suyun traktörlerin arkasına bağlanabilecek seyyar depolar ile istenilen yere taşıma yapabilmeye olarak söylenebilir. Böylelikle susuz alanlarda oluşturulacak meyve bahçelerinin günlük su ihtiyacı bu şekilde karşılanarak atıl kalmış arazilerde çeşitli amaçlarla kullanım sağlanabilmektedir.

Kapalı sistem şeklinde tasarlanan uygulamaların bir diğer avantajı ise, insan sağlığı bakımından çeşitli yaralanmalara sebebiyet vermeyecek şekilde tasarlanmış olmalarıdır. Sistemin güvenilirliği, elektrik kaçakları ile oluşabilecek yaralanmalar minimuma indirilerek kullanıcının sadece su deposundan su alması şeklinde tasarlanması ile sağlanmaktadır.

Ceylanpınar’da yaşanan sıkıntıların başında gelen elektrik kesintileri ve voltaj düşüklükleri, ürünlerin sağlıklı şekilde kullanımını engellemesinin en önemli nedenlerinden birisi depolama yapılmamasıdır. Suyun kuyudan direk araziye pompalanması, elektrik kesintisi ile suyun tamamen kuyuda kalmasına neden olmaktadır ancak yapılacak olan su depolarının, arazilerin sürdürülebilir bir şekilde sulanmasına olanak sağlayacağı düşünülmektedir.



Şekil 31: DC Dalgıç Pompa ve Kontrol Ünitesi

Yukarıda, örnek bir DC dalgıç pompa ve kontrol ünitesi görülmektedir. Son derece basit bir yapıya sahip olan bu pompa, AC pompalara göre daha az enerji tüketen ve dönüştürücüye ihtiyaç duymadan güneş elektriği ile çalışabilecek niteliktedir.



Şekil 32: DC Santrifüj Pompa

Yukarıda, DC elektrikle çalışan bir yüzey pompası görülmektedir. Depodaki suyun araziye sevk edilmesinde kullanılabilecek bu tip pompalar güneş elektriği sistemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Görüldüğü gibi son derece basit şekilde bağlanabilecek şekilde tasarlanmış olan söz konusu pompaların gelişmekte olan ülkelerde yoğunlukla kullanıldığı tespit edilmiştir.



Şekil 33: Doğru Akım Dalgıç Pompa

Yukarıda piyasada şu anda faaliyet gösteren iki markadan birisi olan Shurflo marka bir doğru akım dalgıç pompa görülmektedir. Şekil itibariyle alternatif akım pompalardan herhangi bir farkı bulunmayan bu sistemle su kuyusundan rahatlıkla yüzeye su çekilebilmektedir.

24 Volt panel gerilimi için verim tablosu		
DERİNLİK (H) (Metre)	DEBİ (Lt/Saat)	GÜNEŞ PANELİ (Watt)
6	450	60
12	430	60
18	420	80
24	400	80
30	390	100
36	380	100
42	375	120
48	370	120
54	360	140
60	345	140
70	300	160

Tablo 5: 24 Volt Panel Gerilimi İçin Verim Tablosu

Güneş panelleri ve oluşturulacak sulama sistemi için yapılan yukarıdaki örnek tabloya göre, çeşitli derinliklerden suyun belli debilerde çekilebilmesi için gerekli panel büyüklükleri hesaplanmıştır. Buna göre 70 metreden saatte 300 litre su çekmesi istenilen bir sistem için toplam 160Watt'lık bir sistemin kurulması gerekmektedir.

Görüldüğü üzere son derece verimli ve az enerji tüketen bir sistem olan bu sistem, kullanıcılara kesintisiz, çevreye duyarlı ve düşük maliyetli bir çözüm sunmaktadır.



Şekil 34: Örnek Bir Sulama Pompası Uygulaması

Pompa Çapı: 5,5 cm

Pompa Uzunluğu: 36 cm

Ağırlık: 5,5 kg

Yukarıdaki uygulamada gösterilmekte olan pompa sisteminin verimine ilişkin tablo aşağıda yer almaktadır.

Örnek Su Pompa Sistemi Tablosu

Derinlik	Güneşli Gün	Bulutlu Gün	Kapalı Gün
5 metre	110 litre/saat	63 litre/saat	28 litre/saat
10 metre	77 litre/saat	49 litre/saat	23 litre/saat
15 metre	62 litre/saat	37 litre/saat	18 litre/saat
20 metre	44 litre/saat	28 litre/saat	12 litre/saat

Tablo 6: Örnek Su Pompa Sistemi Tablosu

Tablodan da görüleceği üzere söz konusu sistem 20metre derinlikten kapalı günlerde bile saatte 12 litre su çekilebilmektedir ve son derece kullanışlı, basit şekilde tasarlanmış bir model görünümündedir.

6.1.2. Alternatif Akımla Çalışan Pompa Sistemleri

Doğru akımda olduğu gibi alternatif akımda da gerek yüzeyde çalışan gerekse dalgıç şeklinde tasarlanmış pompalar bulunmaktadır. Bugün kullanılan pompa çeşitlerinin tamamına yakını bu tarz pompalar oluşturmaktadır. Şebeke elektriği ile çalışan sistemler olması nedeniyle yaygın olarak tercih edilmektedir ve Ceylanpınar'da da bu çeşitte pompalar kullanılmaktadır.



Şekil 35: Örnek AC Pompa Çeşitleri

Söz konusu pompalar mevcut durumda da kullanıldığı için, ayrıca dönüştürücü (inverter) gerektirmesi nedeniyle bu çalışmada detaylı olarak incelenmesine gerek duyulmamıştır. Ancak Ceylanpınar'da kullanılan dalgıç pompalar bir sonraki bölümde detaylı şekilde ele alınacaktır.

9 Ceylanpınar'da Sulama

Ceylanpınar ve çevre ilçelerinde yaygın olarak kullanılmakta olan sulama sistemleri yukarıdaki bölümlerde izah edildiği çerçevede, çok güçlü dalgıç pompalar vasıtasıyla en fazla suyu, en derinden ve en uzak mesafeye pompalamak amacı ile tasarlanmış, enerji tüketimi son derece yüksek ve maliyetli sistemler olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bu sistemin toplu şekilde kullanımı, ilçede elektrik voltajının bir anda düşmesinde, trafoların yanmasına gerek kamu binalarında gerekse hanelerde verimli bir şekilde elektrik kullanımının engellenmesine yol açmaktadır. Bununla beraber, sürekli elektrik kesintisi korkusu ile hareket eden çiftçiler, ürünlerini en hızlı şekilde sulamaya çalışarak, aşırı şekilde gereksiz suyun araziye salınımına ve böylelikle su kaynaklarının azalmasına neden olmaktadır. Yaşanan bu voltaj düşüklükleri aynı zamanda kullanılan dalgıç pompaların ortalama 2 yılda bir yanmasına ve çiftçilere ekstra maliyet oluşturmaya neden olmaktadır. Bütün bunların sonucu olarak yapılan bilinçsiz sulama ile ürün verimi düşük kalmakta, çiftçiler gereken mahsulü elde edememektedir.



Şekil 36: Ceylanpınar'da Sulama Örneği

Yukarıdaki resim, Ceylanpınar'da bir tarlada çekilen tipik bir sulama örneğidir. Resimden de görülebileceği üzere, tarlada göletler oluşmuş ve sulama bu şekilde devam etmektedir.



Şekil 37: Ceylanpınar'da Kullanılan Bir Dalgıç Pompa Örneği

Yukarıda görülen dalgıç pompa, Ceylanpınar'da üretilmiş ve kullanıma hazır şekilde bekletilen bir pompadır. Söz konusu pompa yaklaşık 100KW güce sahiptir ve böyle bir pompa ile 100 dekar alanda yapılan sulamanın yıllık maliyeti çiftçiye yaklaşık 80-90bin TL civarındadır ve bu nedenden dolayı kaçak elektrik kullanımı son derece yaygındır.

Ceylanpınar Kaymakamlığı'ndan alınan verilere göre, ana hatlara iletilen elektriğin yaklaşık %70'i kaçak şekilde kullanılmaktadır. Buna ek olarak kaçak kuyu açılması, kaçak trafo

çekilmesi ve bu çalışmalar esnasında yaşanan kazalar da ayrı bir çalışmanın konusu olabilecek niteliktedir.



Şekil 38: Ceylanpınar'da Kullanılan Bir Trafo

Ceylanpınar'daki her tarla bir enerji nakil hattı görünümündedir. Oluşum tamamen enerji maliyetinin sıfır olması çerçevesinde kurgulanmıştır ve uygulanmaktadır. Ancak bu durum uzun vadede sürdürülebilir değildir. Netice itibariyle oluşan kaçak ve kayıplar toplumun farklı kesimlerine yansıtılmaktadır ve aynı zamanda cezai müeyyideler, yaşanan can ve mal kayıpları da çok farklı sonuçlar doğurmaktadır.

Sulamada yaşanan bu plansızlığın esas faturası uzun dönemde çiftçilere yansımaktadır. Cezai müeyyideler ve yaralanmalarla beraber, ürünlerde yaşanan verim kayıpları, su miktarının gün geçtikçe azalması uzun vadede çiftçilerin gelir kayıplarının artmasına neden olmaktadır.

7.1. Alternatif Enerji Kullanan Sulama Sistemleri Önerileri

Fizibilite çalışması aşamalarından birisi de kurulması olası güneş elektriği sistemlerinin fiyat araştırmasıdır. Bu çalışma yapılırken Ceylanpınar'da hali hazırda kullanılan 100KW pompaların kullanıldığı sistemlerin güneş panelleri ile beslenerek elektrik ihtiyacının ortadan kalkması yönünde bazı hesaplamalar yapılmıştır. Ancak bu hesaplamalardan görülmüştür ki, 100KW gibi son derece güçlü verimsiz sistemler için güneş elektriği kullanmak da ayrı bir verimsizlik meydana getirmektedir, şöyle ki; bugünkü fiyatlarla 100KW bir sistem kurmanın maliyeti neredeyse 600-700bin TL civarında bir maliyet oluşturmaktadır ve bu tip bir maliyete katlanarak mevcut bilinçsiz sulamanın da devam ettirilmesinin hiçbir anlamı bulunmamaktadır.

Alternatif olarak, son derece iyi planlanmış ve hesaplanmış şekilde sulama ihtiyacının ortaya konulması ile gereken enerji miktarının hesaplanarak, depolu ve hareketli bir takım sistemlerin tasarlanmasının daha uygun olacağı anlaşılmaktadır. Çiftçinin traktörü ile tarlasına giderek traktör şaftından çalışan bir panel konumlandırma sistemi ile birlikte depodan doğrudan tarlaya su verilmesinin son derece verimli, daha az su ve elektrik tüketen ve aynı zamanda optimum girdi ile maksimum ürün miktarını yakalayan bir sistemin tasarlanmasına gerek bulunmaktadır.

Bu tarz sistemler şu anda Amerika'da kullanılmaktadır ancak büyük çapta ve taşınabilir halde bir güneş elektriği mekanığı henüz geliştirilmemiştir.

Bugün hali hazırda Tarım ve Köyişleri Bakanlığı her yıl yayınladığı Kırsal Kalkınma Yatırımlarını Destekleme Tebliği çerçevesinde tarıma yönelik uygulanan işleme, paketlenme, ambalaj ve sair tesisler için rüzgar, güneş, jeotermal vb. kaynakların kullanılmasına %50 destek vermektedir. Tarımsal sulama için bu tarz bir destek bulunmamaktadır ancak sektör geliştiği nispete TKB'nin gereken tebliğ değişikliklerini yapması beklenmektedir.

Bugünkü fiyatlarla bir güneş elektriği sistemi yaklaşık 8 yıl içinde kendisini amorti etmektedir. Ancak %50 devlet desteği ile yapılabilecek projeler bu süreyi yarı yarıya indirecektir ve yaşanan fiyat düşüşleri ile beraber ve ürün verim artışlarının da hesaba katılması ile beraber 2 yıl ve altında bir süre yakalanması kuvvetle muhtemeldir.

10 Diğer Tarımsal Uygulamalarda Güneş Elektrik Kullanımı

8.1. Seracılıkta Güneş Elektrik Kullanımı

Seracılığın en önemli sorunlarından biri seranın ısıtılmasıdır. Seraların ısıtılmasında kullanılan odun, kömür, sıvı ve gaz gibi yakıtların pahalılığı üreticiyi ısıtma yapmadan yetiştiriciliğe yönelmektedir. Seracılık işletmelerinde ısıtma giderleri, yetiştirme mevsimi ve konuma bağlı olarak toplam üretim giderlerinin % 40-80'i arasında değişim gösterebilmektedir. Ülkemiz seralarında düzenli bir ısıtma yapılmamakta, sadece bitkileri dondan korumak amacıyla ısıtma uygulanmaktadır. Düzenli ısıtma yapılmaması, verim düşüklüğü, üretim çeşidinde sınırlama, tarımsal savaş ilacı ve hormon kullanma zorunluluğu gibi problemleri beraberinde getirmektedir.

Seralarda uygulanabilecek doğal enerji kaynağı güneştir. Seraların doğal ısı kaynağı olan güneş enerjisinden daha fazla yararlanabilmesi için yer seçimi, planlama ve projelendirme aşamaları çok önem arz etmektedir. Isı kayıplarını minimum seviyelere çekilip güneşten en fazla fayda sağlanacak şekilde yapılmalıdır. Sera yapımında ısıtma için kablolama sistemi gündüz üretilen elektriği gece tüketerek (akü sistemi) gerekli olan sabit sıcaklığı sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır. Bu şekilde bir tasarım ile düşük elektrik tüketimiyle ısınma sağlanmış olur.



Şekil 39: Seracılıkta Güneş Elektrik

Güneş elektriği gündüz elektrik üreten bir sistemdir. Seralar ise hem gündüz hem de gece iklimlendirme yapılması gereken örtü altı üretim biçimi olarak faaliyet göstermektedir. Seracılıkta güneş elektriği kullanımı bu nedenden dolayı gece kullanımı için akülerle depolanarak elektrik kullanımı gerektiren sistemlerdir.

Akü teknolojisi günümüzde gelişimini sürdürmektedir. Hali hazırda yapılan uygulamalar biraz pahalı olmakla beraber, enerji maliyetlerinin sıfırlanması düşünüldüğünde son derece verimli oldukları belirtilmektedir.



Şekil 40: Seracılıkta Güneş Panelleri Kullanımı

Tarım sektörünün alternatif enerji kaynakları ile olan entegrasyon süreci devam etmektedir. Güneş elektriği teknolojisi son yıllarda büyük ivme kazanmıştır ancak gerek tarım gerekse diğer enerji tüketen sektörlerle olan ilişkisinde kat edilecek önemli bir yol bulunmaktadır.

8.2. Ambalaj ve Paketleme Tesislerinde Güneş Elektrikliği Kullanımı

Antalya’da yapılan incelemelerde, en basit şekilde tasarlanmış bir ambalaj paketleme tesisi için aylık 4-5bin TL civarında elektrik gideri olduğu gözlemlenmiştir. Bu tarz bir sistem için kurulabilecek 50KW bir sistemin maliyeti yaklaşık 300bin TL olduğu düşünüldüğünde ve TKB’nin alternatif enerji kullanımına ilişkin verdiği destekle beraber konu değerlendirildiğinde söz konusu tesislerin Ceylanpınar gibi güneş potansiyeli yüksek yerlerde kullanımının son derece uygun olduğu düşünülmektedir.



Şekil 41: Basit Bir Paketleme Makinesi

Ceylanpınar’da ambalaj ve paketleme sanayisi henüz bulunmamaktadır ancak zamanla ürün deseninin değişmesi ile birlikte bölgede bu tarz işletmelere de ihtiyaç duyulacağı öngörülmektedir.

Gelişen güneş elektrikli teknolojisinin söz konusu uygulamalara entegrasyonu, planlama aşamasında yatırımcılara büyük avantaj sağlayacaktır.

8.3. Soğuk Hava Depolarında Güneş Elektriği Kullanımı

Üretilen ürünlerin soğuk hava depolarında saklanması önemli bir avantajdır. Ürünlerin bozulmadan saklanabildiği alanlar, ürün sevkiyatında yaşanan aksamalarda ve dönemsel olarak meydana gelen fiyat dalgalanmalarında üreticiyi koruması nedeniyle yoğunlukla tercih edilen uygulamalardır.

Ceylanpınar'da yer alan ürün deseni henüz bir soğuk hava deposu kullanımını gerektirecek düzeyde değildir ancak gelişen sulama teknoloji ile kullanılacak alternatif enerji kaynakları çiftçileri daha yüksek katma değerli meyvelerin ve sebzelerin üretimine yönlendirmesi beklenmektedir.

Antalya'da yapılan inceleme gezisinde büyüklüklerine göre değişen soğuk hava depoları enerji tüketim miktarları ambalaj ve paketleme tesisleri ile aynı düzeyde seyretmektedir ve maliyetlere ilişkin ambalaj ve paketleme tesisleri çıkarımları soğuk hava depoları için de kullanılabilir. Netice itibarıyla güneş elektriği, sanayinin istenilen bölümlerinde çeşitli ihtiyaçlara göre kullanılabilir.



Şekil 42: Soğuk Hava Deposu

11 Sonuç ve Öneriler

Ceylanpınar özelinde güneş elektriği kullanımı ile ilgili olarak, yapılan bilinçsiz sulama ve bu çerçevede kaçak elektrik kullanımı nedeni ile son derece önemli bir ihtiyaç bulunmaktadır. Bu ihtiyacın bir an önce cevaplanabilmesi için çeşitli prototiplerin üretiminin gerek Kalkınma Ajansları gerekse diğer kamu kurumlarının desteği ile birlikte gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

Yapılacak olan bu çalışmalar, ürün verimliliğini artırmakla beraber bölgede meydana gelen sosyal ve iktisadi problemlerin de çözümüne katkıda bulunması beklenmektedir.

Bu çalışma ile yapılan araştırmada, sulama sistemlerinde güneş elektriğinin yaygın olarak kullanıldığı tespit edilmiş, çok çeşitli şekillerde kurulabilen birçok farklı sulama sisteminin olduğu görülmüştür.

Ceylanpınar'da düzenlenen proje konferansında, farklı kesimlerin güneş elektriği kullanımına son derece istekli olduğu, çiftçiler, okullar ve diğer özel ve kamu binalarının konuyu son derece hassasiyetle takip ettikleri görülmüştür.