

GÜNEŞ PİLLERİ İLE DAĞITILMIŞ ELEKTRİK ÜRETİM SİSTEMLERİNDEKİ GELİŞMELER

Engin ÖZDEMİR¹, Şule ÖZDEMİR²

**Kocaeli Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi,
41380 Umuttepe Kocaeli**

eooldemir@kocaeli.edu.tr ; sozaslan@kocaeli.edu.tr

Özet

Dünya çapında elektrik enerjisine artan ihtiyaç, dağıtılmış yenilenebilir enerji üretim sistemlerine olan ilgiyi arttırmış ve kullanımını hızla geliştirmiştir. Sürekli artan elektrik enerji tüketimi, hem elektrik dağıtım sistemlerini hem de güç santrallerini aşırı yükleyerek elektrik enerjisinin sürekliliğini, güvenilirliğini ve kalitesini etkilemektedir. Bu nedenle, sürdürülebilirlik koşulunu sağlayan ve teknik olarak da yapılabilir çözümlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada, rüzgar ve hidro elektrik gibi diğer yenilenebilir enerji kaynakları yanında yer alan güneş pilleri ile dağıtılmış elektrik üretim sistemlerinin bugünkü durumu tanıtılmakta ve geleceğe yönelik teknolojik gelişmeler tartışılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Güneş Pili, Dağıtılmış Elektrik Üretim Sistemleri, Fotovoltaik

Abstract

Around the world, increasing electrical energy demand amplified the interest and improved the utilization of distributed renewable energy generation systems. Continuously increasing electrical energy consumption overloads both electrical distribution systems and power stations which has serious consequences on power availability, security and quality. Consequently, solutions are needed which are technically feasible and match the conditions of sustainability. In this study, state of art and technological developments through future of solar cell based distributed energy generation systems are explained.

Keywords: Solar Cell, Distributed Electric Generation Systems, Photovoltaic

1. GİRİŞ

Dağıtılmış elektrik üretim sistemleri diğer bir ifade ile merkezi olmayan elektrik üretim sistemleri (Distributed Generation, DG) ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları (Renewable Energy Sources, RES) Avrupa'da önemle üzerinde durulan konuların başında gelmektedir. İthalata dayalı fosil yakıtlara olan bağımlılığın kontrol altına alınarak enerji güvenliğinin yükseltilmesi ve sera gazları emisyonunun azaltılması bakımından dikkatler bu iki konu üzerine odaklanmış durumdadır. Merkezi olmayan üretim, günümüzde bir kojenerasyon sistemi gibi yerel ve bölgesel ihtiyaçlara yönelik elektrik üretimi anlamında kullanılmaktadır.

Bazı ülkelerde güneş pilleri başta olmak üzere yenilenebilir enerji sistemleri devlet tarafından desteklenmektedir.

Merkezi olmayan enerji üretimi, elektrik arz güvenliğinin yükseltilmesi ve sera gazları emisyonunun azaltılması dahil çok sayıda yararlar sağlamaktadır. Bilinen bu yararlar rağmen bu yatırımlar her zaman ekonomik olmayabilir. Yatırımların ekonomik yapılabilirliği önemli ölçüde enerji fiyatlarına ve sağlanan desteklere bağlı bulunmaktadır. Dağıtılmış elektrik üretim kapasitesinin yükseltilmesine yönelik yatırımların cesaretlendirilmesi için tutarlı ve sürekli destekleyici politikalara ve araştırma geliştirme faaliyetlerine ihtiyaç vardır.

Yenilenebilir enerji kaynakları, merkezi olmayan yapısı nedeniyle dağıtılmış enerji üretimi stratejisine oldukça uygundur. Bölgesel şartlara bağlı olarak dağıtılmış enerji üretimi, güneş pili (PV: fotovoltaik) güç sistemini şebekenin uygun noktasından paralel bağlayarak veya tek başına güç sistemi olarak tesis ederek ya da şebeke desteği olmadan (off-grid) bir tüketici grubuna (ada mod) doğrudan bağlantısıyla gerçekleştirilmektedir. Kullanılan düzenlemeye göre güneş pili elektrik üretim sistemleri aşağıdaki gibi sınıflandırılmaktadır:

1. Şebeke destekli güneş pili sistemleri
 - a. Tek başına PV paneli
 - b. Batarya destekli PV paneli
2. Şebeke desteksiz güneş pili sistemleri
 - a. Batarya destekli sistemler
 - b. Hibrit sistemler

Güneş pili güç sisteminden tüketicilere elektrik gücü sağlamak için üretilen doğru gerilimin (DC) alternatif gerilime (AC) verimli bir şekilde dönüştürülmesi ve sistemin optimizasyonu gereklidir. Birçok uygulamada da bataryalar gibi enerji depolama sistemlerinin kullanımına ihtiyaç duyulmaktadır. Güneş pili ile elektrik üretim sistemlerinin en önemli bölümünü bu çalışmanın ana konusu olan güç dönüşüm sistemleri oluşturmaktadır. Bu çalışmada, güneş pili ile dağıtılmış elektrik üretim sistemlerinde kullanılan evirici tipleri açıklanarak son yıllarda geliştirilen yeni nesil yüksek verimli dönüşüm teknolojileri karşılaştırılmalı olarak anlatılmaktadır.

Günümüz dünyasında geleneksel enerji kaynaklarının azalması ve tüketimin hızlı bir şekilde artması nedeniyle güç kaynağı problemleri yaşanmaktadır. Böylece güç kalitesi,

güvenliği ve bulunabilirliğini etkileyen enerji santralleri ve güç dağıtım şebekelerinin aşırı yüklenmesi sorunları ortaya çıkmaktadır. Sonuç olarak sürdürülebilir ve teknik olarak yapılabilir çözümlerin üretilmesi şarttır. Bu çalışmada çözüm olarak ön görülen güneş pilleri (fotovoltaik) ile dağıtılmış elektrik üretim sistemi yapısı ve son yıllardaki gelişmeler açıklanmaktadır.

Ülkemizin coğrafi konumu ve ortalama güneşlenme süresinin yüksek olması nedeniyle oldukça yüksek bir güneş enerjisi potansiyeline sahiptir. EİE tarafından yapılan çalışmaya göre, 1966–1982 yılları arasında Devlet Meteoroloji İşleri (DMİ) genel müdürlüğünce ölçülen güneşlenme süresi ve ısınım şiddeti verileri ışığında Türkiye'nin ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2640 saat (günlük toplam 7,2 saat) ve ortalama toplam ısınım şiddeti 1311 kWh/m²-yıl (günlük toplam 3,6 kWh/m²) olarak tespit edilmiştir (EİE, 2007) [1].

2. FOTOVOLTAİK DAĞITILMIŞ GÜÇ ÜRETİM SİSTEMLERİ

Günümüze kadar tüketiciler, uzun iletim hatları ve dağıtım şebekesi yoluyla uzak noktalardaki merkezi güç santrallerinden üretilen elektrik enerjisini kullandılar. Kavramsal olarak da bu merkezi elektrik üretimi alt yapısı kombine ısı ve güç üretimi gibi dağıtılmış üretim sistemleriyle desteklendi. Bu güne kadar kullanılan bu tip geleneksel dağıtılmış güç üretim sistemleri, tüketicilere yakın mesafede ve küçük güç üretimi sağlamakla birlikte yerel enerji kaynaklarını da etkin biçimde kullandılar. Sonuç olarak, üretim ve tüketim bazı noktalarda yerel olarak sağlandı. Böylece, elektrik ve ısı enerjisinin kullanımı ve yerel enerji potansiyellerinin (özellikle güneş, rüzgar, hidro ve biokütle gibi yenilenebilir enerji kaynakları) kullanımı oldukça arttı. Bununla birlikte, gerilim değişimi ve uzun mesafeli iletim ve dağıtım hatlarında meydana gelen enerji kayıpları da azaltıldı ve tüm sistem verimi artırıldı.

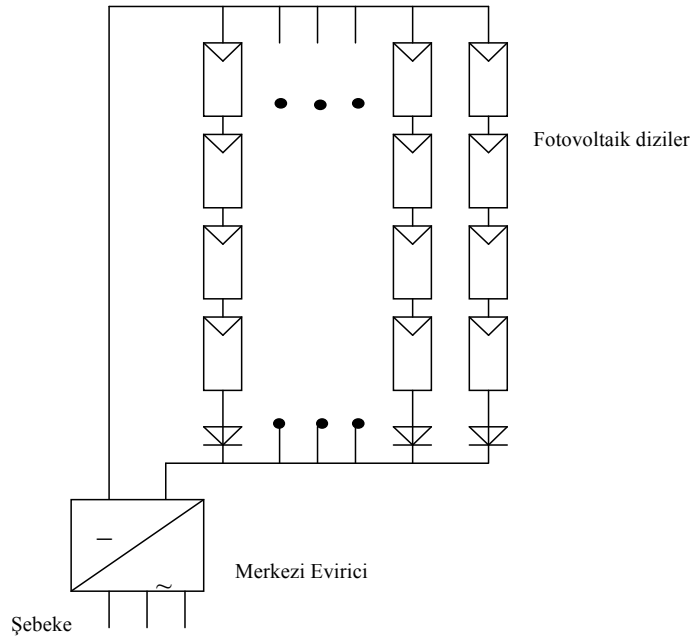
3. ŞEBEKE DESTEKLİ SİSTEMLERDE KULLANILAN EVİRİCİ TEKNOLOJİLERİ

Fotovoltaik sistemler güneş enerjisinin sürekli olmaması nedeniyle, çoğunlukla şebeke bağlantılı uygulamalarda kullanılmaktadır. Bu tip sistemlerde çok sayıda yaklaşım bulunmaktadır. Fotovoltaik güç sistemlerinin enerji verimliliği ve güvenilirliğinde, güç düzenleme ünitesinin (evirici) önemli bir rolü vardır. Bu nedenle, fotovoltaik güç üretim

sistemleri, işletim şartlarına bağlı olarak iletilen gücü optimize eden güç düzenleme üniteleri (Maksimum Güç Noktası İzleme, Maximum Power Point Tracker; MPPT) içermektedir. Fotovoltaik modül tarafından üretilen doğru gerilim, evirici devresiyle istenilen gerilim ve frekanstaki (220 Volt 50 Hz) alternatif gerilime dönüştürülmektedir. Bununla birlikte, evirici şebekeyi güvenli bir şekilde izlemeli ve herhangi bir kesinti durumunda şebekeyi desteklemelidir. Şebeke destekli olarak geliştirilen evirici teknolojileri, merkezi, dizi (string), çoklu dizi, ve modül tümleşik evirici olarak sıralanabilir [2].

a. Merkezi Evirici

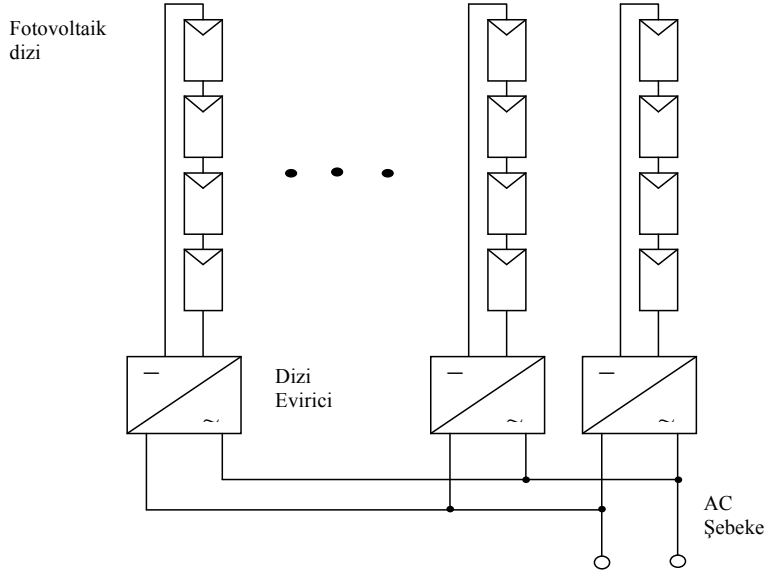
Büyük güçlü fotovoltaik güç sistemlerinde (>10 kW) çok sayıda fotovoltaik modül dizi halinde bağlanarak ve bu diziler diyotlar ile paralel bağlanarak kullanılmaktadır. Şekil 1'de merkezi evirici ile fotovoltaik güç üretim sistemi yapısı görülmektedir. Merkezi eviricide fotovoltaik paneller merkezi evirici girişine bağlanmaktadır. Merkezi evirici devresi yüksek verimlidir ve en düşük maliyete sahiptir. Bununla birlikte, modül uyumsuzluğu ve kısmi gölgelenme gibi durumlar nedeniyle fotovoltaik güç üretim sisteminin enerji kazancı düşmektedir. Ayrıca, güç üretiminin tek bir bileşene bağlı olması nedeniyle sistemin güvenilirliği sınırlıdır.



Şekil 1. Merkezi evirici yapısı.

b. Dizi (string) Evirici

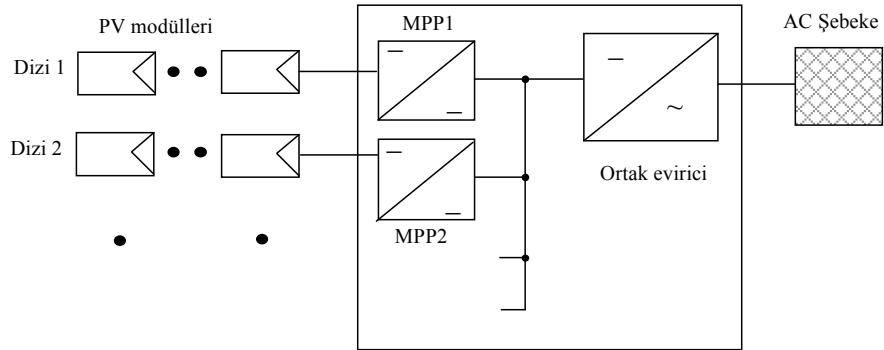
Dizi eviricide, merkezi evirici tipinde olduğu gibi fotovoltaik modüller dizilere bölünmektedir. Her bir fotovoltaik dizi Şekil 2'de görüldüğü gibi kendine ait bir eviriciye bağlanmaktadır. Her bir fotovoltaik dizi kendine ait Maksimum Güç İzleme sistemine sahiptir. Dizi evirici teknolojisi, yanlış eşleşmeyi azaltarak, gölgelenme sonucu kayıpları düşürmekte ve merkezi eviricideki dizi diyotları ve uzun kablolama sonucu kayıpları da azaltmaktadır. Bu özellikler sistem maliyetlerini düşürürken enerji kazanımı ve güvenilirliği artırmaktadır.



Şekil 2. Dizi evirici yapısı.

c. Çoklu Dizi Evirici

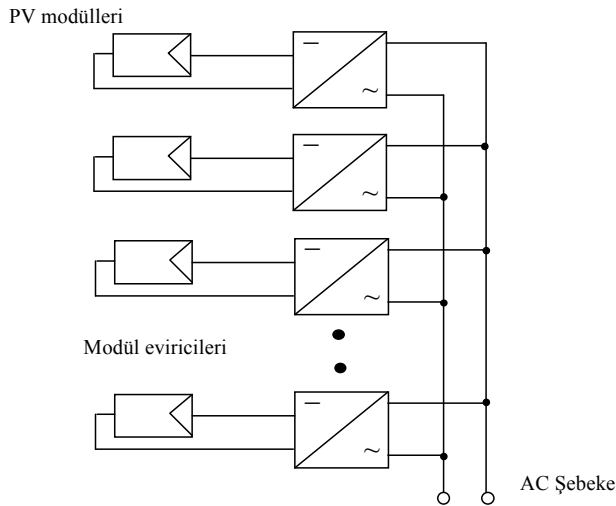
Şekil 3'de görülen çoklu dizi evirici teknolojisi, çok sayıda dizinin ayrı ayrı MPPT izleme sistemiyle (DC/DC dönüştürücü) tek bir DC/AC evirici yoluyla bağlanmasıyla daha kompakt ucuz çözüm sunmaktadır. Böylece merkezi ve dizi eviricinin tek parça ve düşük maliyetli çözüm avantajları sağlanmaktadır. Bu yapıda farklı dizi teknolojileri ve farklı yönlerde bulunan fotovoltaik sistemler birbirine entegre edilmektedir. Çoklu dizi eviriciler 3-10 kW arası güçlerde sıklıkla kullanılmaktadır.



Şekil 3. Çoklu dizi evirici yapısı.

d. Modül Tümüleşik Evirici

Şekil 4’de görülen modül tümleşik evirici devresinde her bir modül için bir evirici devresi kullanılmaktadır. Her bir modülün kendine ait MPPT izleyicisi olduğundan bu tipte eviricinin PV karakteristiğine uyumu optimize edilmektedir. Bu evirici yapısı enerji kazanımını optimize etmekle birlikte dizi eviriciye göre daha düşük verim sağlamakta ve bakım gereksinimi daha fazladır. Bu yapı daha çok 50 – 400 W tepe güçlerde uygulama alanı bulmuştur.

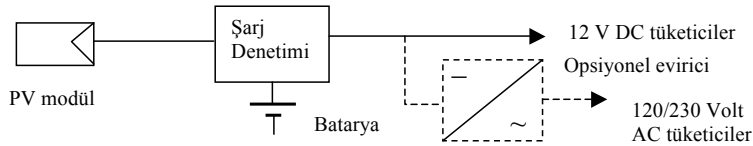


Şekil 4. Modül tümleşik evirici yapısı.

4. ŞEBEKE DESTEKSİZ TEK BAŞINA GÜÇ ÜRETİM UYGULAMALARI

a. Güneş Evi Sistemi

Şekil 5'de görüldüğü gibi güneş evi sisteminde tüm tüketiciler ve jeneratörler DC gerilim seviyesine bağlanmaktadır. Günümüzde Asya, Afrika ve Güney Amerika'nın kırsal kesimleri başta olmak üzere dünyanın çeşitli yerlerinde yüz binlerce güneş evi sistemi yaklaşık 200 W gücünde tesis edilmiş durumdadır. Ayrıca bu tip evlerde ilave küçük bir evirici desteği ile tüketiciler standart AC yükleri de DC bara üzerinden kullanabilmektedir.



Şekil 5. Güneş Evi Sistemi.

b. DC Bara Destekli Küçük AC Şebeke Sistemi

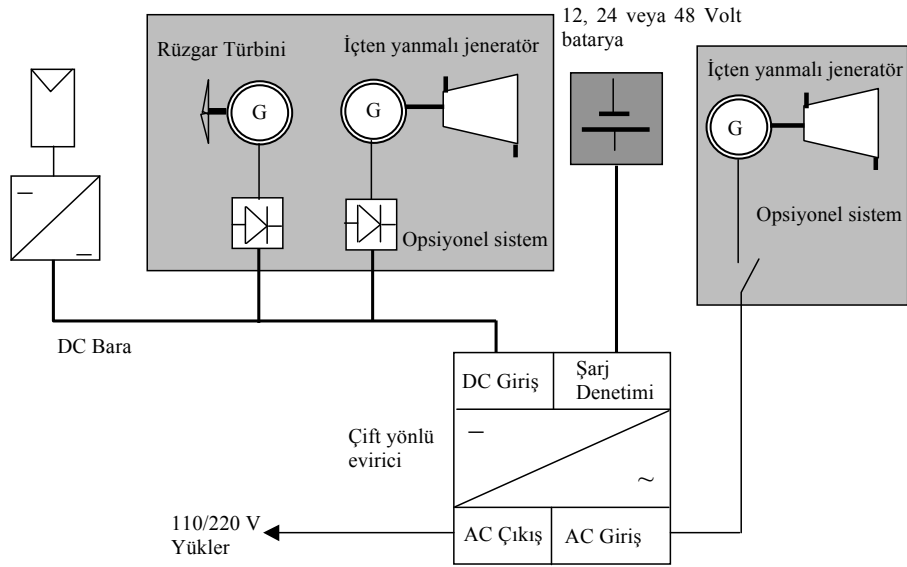
Şekil 6'da görüldüğü gibi bu tip sistemlerde, orta güçlerdeki AC yüklerin DC bara üzerinden beslenmesini sağlamaktadır. DC bara sistemi dizel jeneratör gibi bir enerji kaynağı ile batarya şarj sistemini içermektedir. Bu tip düzenlemeler güneş evi sisteminden daha çok güç gereksinimi bulunan uzak noktalardaki kırsal tüketicilere (küçük atölye, çiftlik vb.) hitap etmektedir. Genellikle güçler 1 ila 5 kW düzeyinde ve DC bara gerilimi de 12 ila 48 volt aralığındadır.

c. Modüler AC Destekli Hibrit Sistemler

Modüler AC destekli sistem yapısında tüm tüketici ve jeneratörler Şekil 7'de görüldüğü gibi AC tarafta birleştirilmektedir. Günümüzde bu teknoloji kW'lar düzeyinde daha fazla uygulama alanı bulmuştur. Uygulama tipine ve enerji kaynağı imkanlarına bağlı olarak, farklı tipte yenilenebilir enerji kaynakları ve geleneksel enerji dönüşüm teknolojileri bu uygulamada hibrit olarak bir arada kullanılabilir. Tüm dönüştürücüler, enerji depolama ve yedekleme üniteleri AC formda ve dağıtılmış yapıda olup, istenirse AC şebekeye de bağlanabilmektedir. Ayrıca, bu yapı artan enerji talebini karşılamak üzere ilave bileşen ve jeneratör eklenmesiyle kolayca genişletilebilmektedir. Bu yapı, özellikle elektrik, su pompalama ve su arıtma gibi bazı temel ihtiyaçları sınırda olan gelişmekte olan ülkelerin

kırsal kesimlerindeki elektrik tüketicileri için kullanılabilir. Bu tip sistemlerin güçleri 3-100 kW arasında değişmekte ve bir veya üç fazlı olarak yapılabilmektedir.

Ekonomik açıdan incelediğinde, kW ölçülerinde tek başına sistemler ve küçük şebeke desteksiz sistemler, tek başına dizel jeneratör sistemlerinden daha ucuz çözüm oluşturmaktadır. Uzun süreli batarya depolama sisteminden kaçınmak için dizel jeneratör setleri içeren fotovoltaik hibrit sistemler (5-30 kW) sadece dizel ile işletilen sistemlerden daha düşük maliyetlerle işletilebilmektedir. kWh ölçülerinde dizel jeneratör setlerinin (10-30 kW) maliyetleri 0,4-1,0 €/kWh dolayındadır.



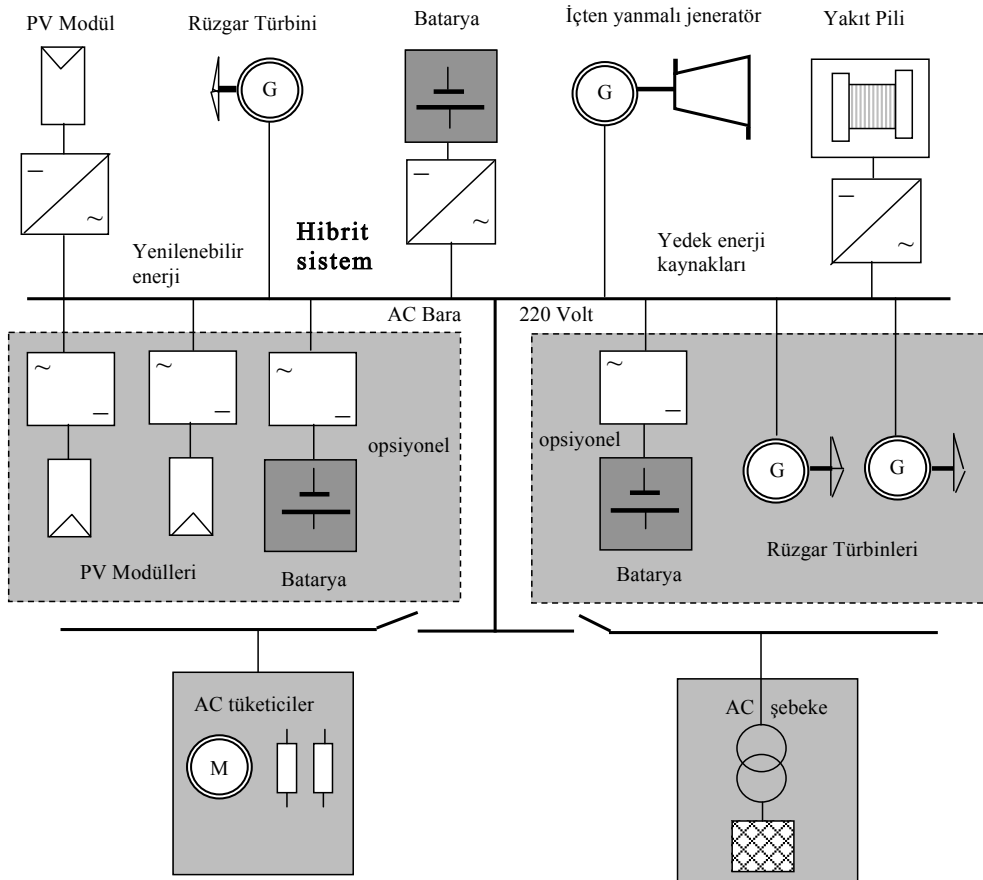
Şekil 6. DC Bara Destekli Küçük AC Şebeke Sistemi.

5. GELECEK KUŞAK FOTOVOLTAİK GÜÇ ÜRETİM SİSTEMLERİ

Geleceğin modern dağıtılmış güç üretim sistemi yapılarının, çok sayıda farklı tipte şebekenin birbiriyle paralel işletimi ve denetim amaçlı servis merkezleri ile iletişimi sağlaması beklenmektedir. Şekil 7'de yerel (tek başına güç üretim sistemi ile tek bir yükün beslenmesi), bölgesel (ada modu şebeke ile yük grupları) ve bölgeler arası kaynakları (şebeke ağlarının bağlanması) içeren dağıtılmış fotovoltaik güç sistem düzenlemesi görülmektedir. Elektriğe olan talep arttığında kaynak yapısı da adım adım genişletilebilen bu tip şebeke

Yapıları gelişmektedir. Dağıtılmış elektrik üretim sistemi yapısı, bölgesel veya bölgeler arası şebekeler oluşturmak üzere yerel şebekelerin otomatik olarak birbirine bağlanmasını sağlayacaktır. Bu tip dağıtılmış enerji üretim yapısında, güvenlik ve düşük maliyetli uzaktan izleme ve bakım için iletişim ve haberleşme en önemli konudur.

Dağıtılmış güç üretim yapısı, sürdürülebilir enerji üretimi için geleceğin eğilimi ve uzak ve kırsal kesim alanlarının elektriğe kavuşması için en ucuz çözümü oluşturmaktadır. Ayrıca dağıtılmış güç yapısına doğru eğilim endüstrileşmiş ülkelerde de yaygınlaşmaktadır.



Şekil 7. Modüler AC destekli sistem yapısı.

Bu çalışmada modüler fotovoltaik güç üretim sistemleri kullanılarak oluşturulan dağıtılmış elektrik üretim sistemi yapıları detaylı biçimde açıklanmaktadır. Ayrıca, fotovoltaik güç sistemlerinde kullanılmakta olan evirici yapılarında son teknolojik gelişmeler detaylı biçimde anlatılmaktadır. Açıklanan çok sayıda uygulama ve sistem düzenlemesi arasında modüler AC destekli hibrit güç sistemleri, genişletilebilir şebeke güç yapısı için optimal çözüm olarak değerlendirilmektedir. Gelecekte, fotovoltaik güç sistem bileşenlerinin artan seri üretiminin maliyetleri düşürmesi beklenmektedir. Bununla birlikte, ülkemiz şartlarında da fotovoltaik güç sistem bileşenleri ve sistem seviyesinde inovasyona dayalı geliştirme çalışmalarının sürdürülmesi gerekmektedir.

7. KAYNAKLAR

1. www.eie.gov.tr
2. M. Meinhardt, G. Cramer, B. Burger, P. Zacharias, (2000). "Multi-string converter with reduced specific costs and enhanced functionality" *Solar Energy* Vol. 69, pp.217-227.
3. J.M. Carrasco, L.G. Franquelo, J.T. Bialasiewicz, E. Galvan, R.C. PortilloGuisado, M.A.M. Prats, J.I. Leon, N. Moreno-Alfonso, (2006). "Power-Electronic Systems for the Grid Integration of Renewable Energy Sources: A Survey," *Trans. on Industrial Electronics*, vol. 53, no. 4, pp. 1002- 1016.
4. L. Quan, P. Wolfs, (2006). "Recent development in the topologies for photovoltaic module integrated converters," *IEEE Power Electronics Specialists Conference*, pp. 1–8.
5. G. Cramer, M. Ibrahim, W. Kleinfanf, (2004). "PV System Technologies – State of the Art and Trends in Decentralised Electrification" *REFOCUS*, pp.38-42.
6. S. B. Kjaer, J. K. Pedersen, F. Blaaberg, (2005). "A Review of Single-Phase Grid Connected Inverters for Photovoltaic Modules" *IEEE Transactions on Industry Applications*, Vol. 41, pp. 1292-1305.
7. F. A. Farret, M. G. Simoes, (2006). "Integration of Alternative Sources of Energy" John Willey and Sons Inc.