

Giriş

- ▶ Akıllı enerji şebekeleri, bilgi ve haberleşme teknolojileri ile enerji üretim/iletim/dağıtım teknolojilerinin bir arada kullanıldığı altyapılardır.
- ▶ Akıllı şebeke uygulamalarının yaygınlaştırılması ile daha fazla temiz enerji elde edilebileceği gibi, çevre kirliliğinin de önemli ölçüde önüne geçilecektir.



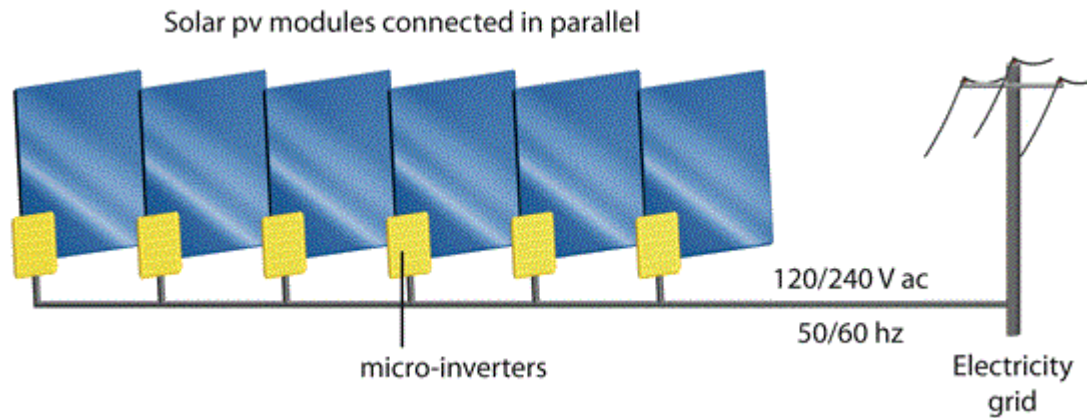
Giriş

- ▶ Güneş enerjisi ile elektrik enerjisi üretim sistemlerinde, fotovoltaiik panelden oldukça düşük bir verimle elde edilen enerjiyi mümkün olan en az kayıpla AA'a dönüştürmek esastır.
- ▶ Bu sebeple maksimum güç noktası takibi yapılarak, seçilen konvertör ve evirici topolojilerinde en az kayıpla enerji dönüşümü sağlanmalıdır.



Giriş

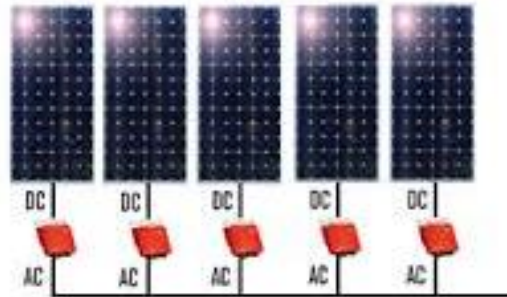
- ▶ Mikro eviriciler, dizi ve merkezi tip evirici modellerine göre, modüller arası uyumsuzluk kayıpları, seri diyot kullanılmaması ve kısmi gölgelenme kayıpları açısından oldukça verimlidir.
- ▶ Zira her bir modülün maksimum güç noktası ayrı ayrı hesaplanarak sistemin toplam verimliliği artırılmaktadır.



Giriş

Mikro Eviricilerde;

- ▶ Her bir modül birbirinden bağımsız çalışabilir.
- ▶ Enerji sürekliliğine sahiptir.
- ▶ Yüksek verimliliğe sahiptir.
- ▶ Tek bir panel ile bile elektrik enerjisi üretilebilmektedir.
- ▶ Modül bazında herhangi bir sınırlama içermez.
- ▶ Enerji verimliliğini de artırarak ülke ekonomisine fayda sağlar.



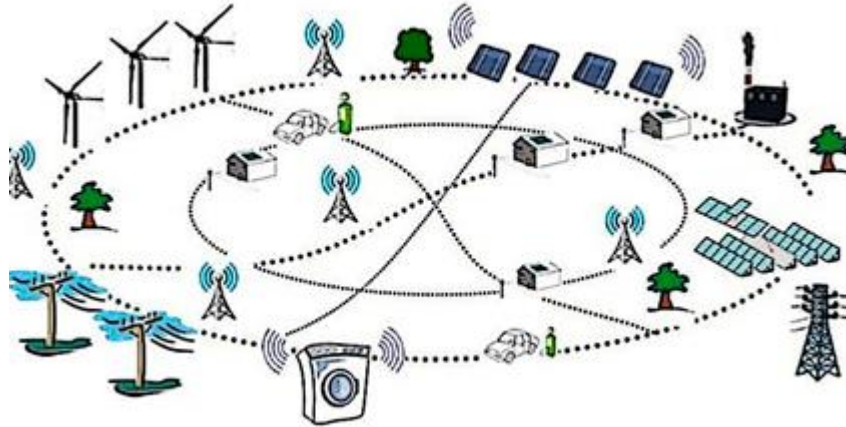
Giriş

- Bu çalışmada düşük maliyetli, yüksek verimli ve şebeke etkileşimli bir mikro evirici tasarımı ve uygulaması gerçekleştirilerek, tasarlanan mikro eviricinin, bağlı bulunduğu mikro şebekeye ait diğer birimlerle haberleşmesi sağlanıp, pratikte sadece “tüketen” konumunda olan tüketicilerin “üretken tüketici” konumuna geçmesi sağlanacaktır.



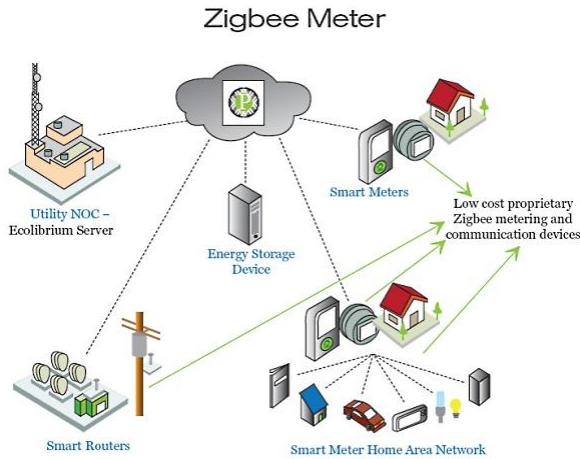
Giriş

- Böylelikle akıllı şebekelerde dağıtık üretim yapısına geçişin temel bir modeli oluşturularak, düşük maliyetli, verimli, temiz, devamlı ve güvenilir enerji üretimi ile yenilenebilir enerji kaynaklarının pratik ve etkin bir şekilde kullanımının yaygınlaştırılmasına katkı sağlanacaktır.



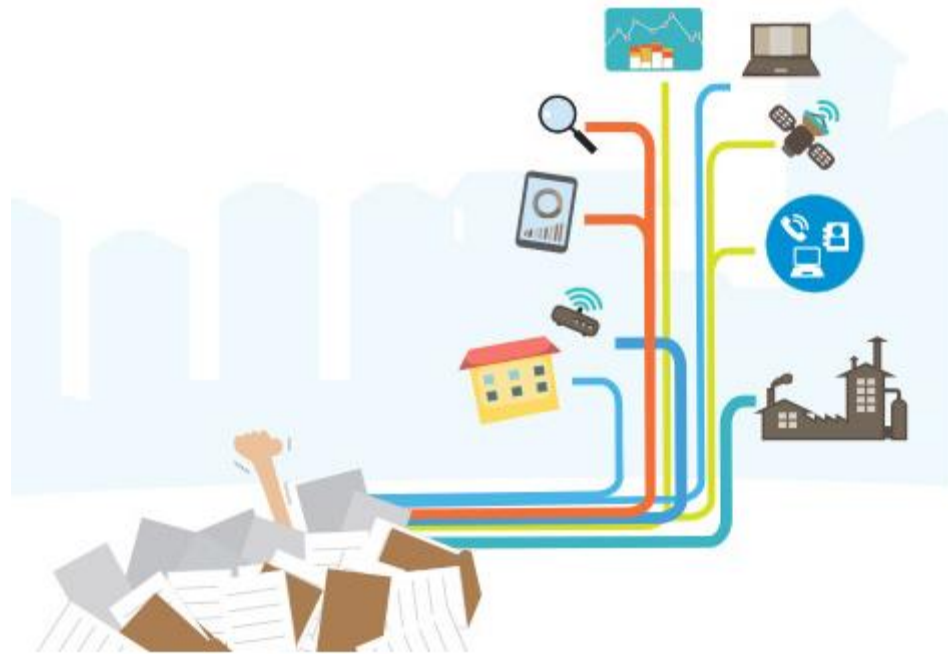
Giriş

- Tasarlanacak haberleşme altyapısı ile enerjinin üretiminden tüketimine kadar, sistemin her aşamasının izlenip kontrol edilebilmesi ve yönetilebilmesi için kullanıcı etkileşimli bir bilgisayar programı tasarlanacaktır.



Giriş

- Tasarlanacak veri tabanı üzerinde depolanacak büyük miktarda verinin yönetimi ve siber saldırılara karşı güvenliği için gerek haberleşme katında gerekse program üzerinde gerekli önlemler alınacaktır.



Enerji ve Önemi

- ▶ Sanayi devriminden sonra artan enerji ihtiyacı ve tüketimi beraberinde birçok yeniliği getirmiştir.
- ▶ Dünyadaki artan nüfus ve refah seviyesi, enerji tüketimini yoğun olarak arttırmıştır.
- ▶ Sadece 1950'den bu yana iki kattan daha fazla artan Dünya nüfusunun 2050'ye kadar %40 yükselmesi beklenmektedir.
- ▶ Bu veriler enerji sorununa bir çözüm bulunmasını kaçınılmaz kılmaktadır.

Enerji ve Önemi

- ▶ Artan enerji ihtiyacı talebini karşılamak; bunu yaparken de sera gazı salınımı ile mücadeleyi de kapsayan ekonomik, çevresel ve sosyal yönden duyarlı yöntemler kullanabilmektir.
- ▶ İklim değişiminin olumsuz etkilerinin ortadan kaldırabilmek için sera gazlarının etkisini azaltmak dünyada global bir hedef haline gelmiştir.



Enerji ve Önemi

- ▶ 1997 'de imzalanan Kyoto Sonuç Bildirgesi'nde birçok ülke enerji verimliliklerini artıracığını beyan etmiş ve 2009 yılında imzalanan Kopenhag Sonuç Bildirgesi'nde de üye ülkeler kendilerine bu konuda büyük hedefler koymuşlardır.



Enerji ve Önemi

- ▶ Bu protokoller ile hedeflenen ana tema 2030 yılında enerji ihtiyacının tam iki katına çıkacağı hesaplanırken, karbondioksit emisyonunu yarı yarıya düşürmektir.
- ▶ Elektrik üretimi, enerji denkleminde iklim değişikliği konusunda önemli bir rol oynamaktadır
- ▶ İnsanlar enerji kaynaklarını daha duyarlı bir şekilde kullanmalı, bu doğrultuda arge ve inovasyon çalışmalarına ağırlık vermelidir.

Enerji ve Önemi

- ▶ Enerji, ekonominin tüm sektörleriyle ciddi anlamda yapısal bağlar içerdiğinden ekonomik büyüme üzerinde etkin bir rol oynamaktadır. Özellikle elektrik enerjisi, üretilen ve tüketilen tüm mal ve hizmetlerin önemli girdilerinden birini oluşturmaktadır.
- ▶ Nüfus oranı ve ekonomik gelişmelere paralel olarak artan enerji gereksiniminin; sürekli, güvenilir, verimli ve düşük maliyetlere sahip kaynaklarla sağlanması gerekmektedir.
- ▶ Elektrik enerjisi üretiminin çok önemli bir kısmında kullanılan konvansiyonel yani fosil tabanlı yakıt kaynaklarının çok kısa bir zaman sonra tükeneyeceği bilinmektedir.

Enerji Sürekliliği

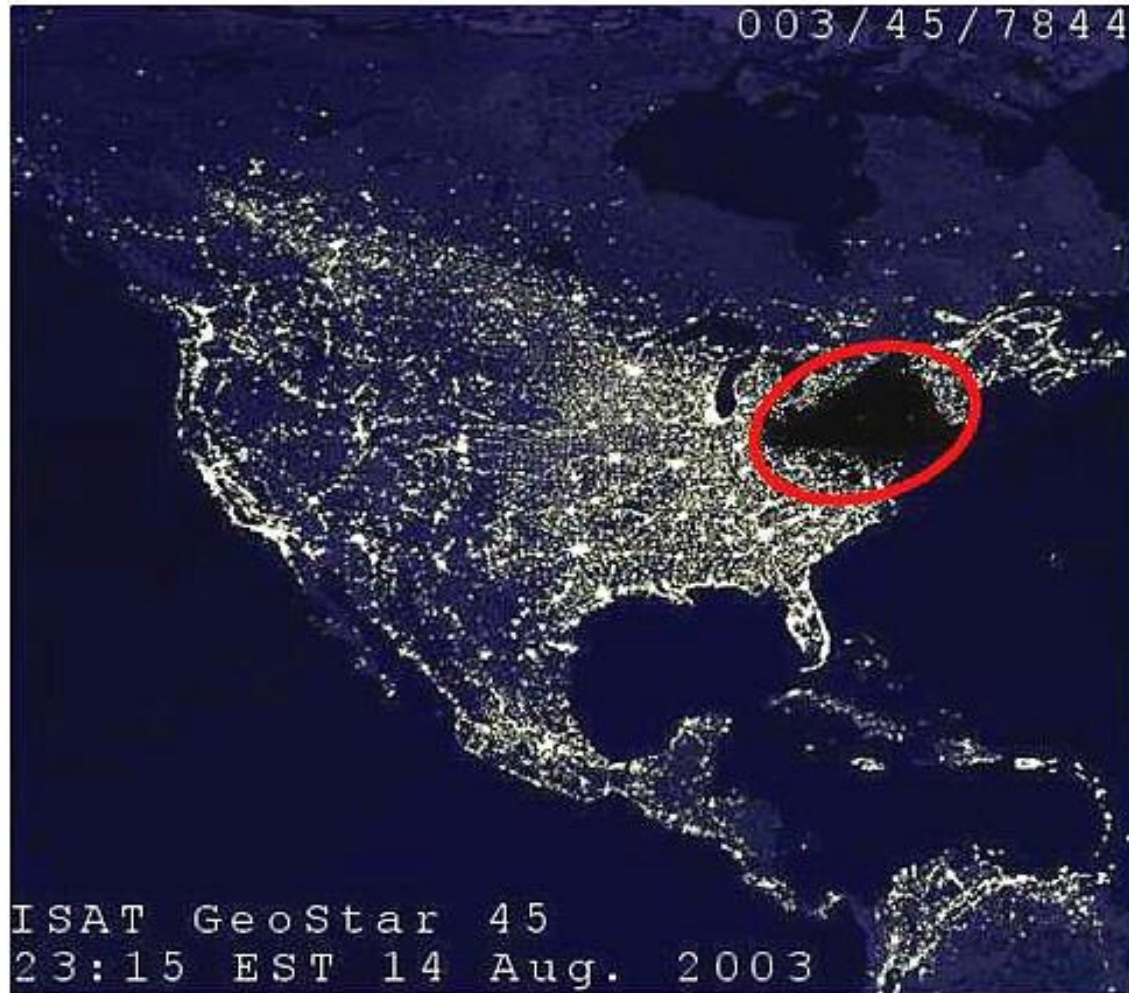


1973- Petrol Krizi

1979- 2. Petrol Krizi

2003- NYC Metro hattı

Enerji Sürekliliği



Enerji Sürekliliği

- Kentlerde yaşayan insanların bugün elektrikle olan ilişkisi, adeta bir bağımlılık haline gelmiştir. İnsanlar birkaç gün sürecek bir elektrik kesintisinde, televizyon olmadan veya sosyal medyaya uğramadan nasıl zaman geçireceklerini unutmuş bir haldedirler.

Yiyeceklerini nasıl koruyacaklar?

Evlerini nasıl ısıtacaklar?

Trafiđi nasıl yönetecekler?



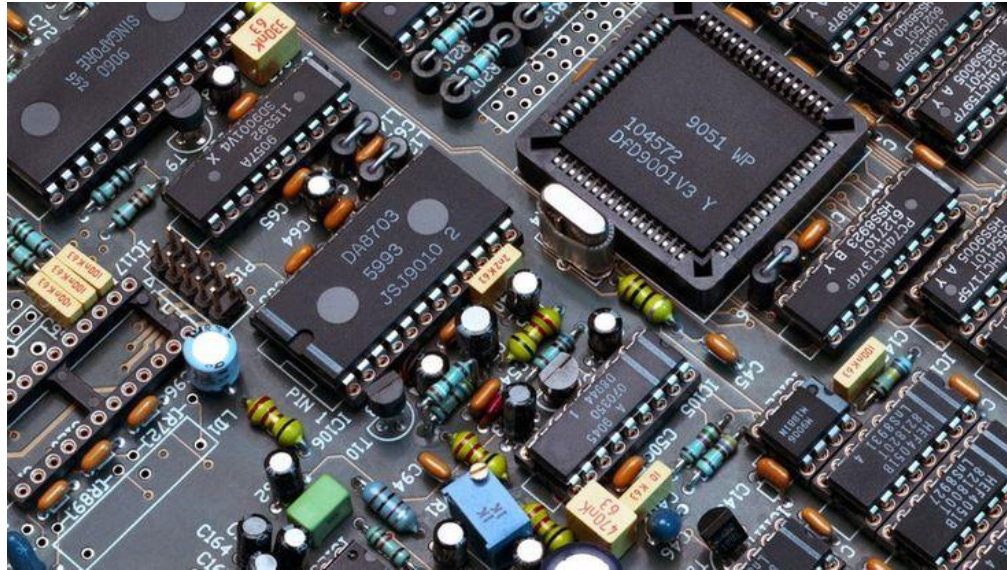
Elektrik Şebekeleri ve Teknolojik Gelişim Süreci

- Elektrik enerjisinin iletiminde 18.yy dan günümüze kullanılan yöntemler ve malzemeler incelendiğinde yeniliklerin yalıtım sistemleri, transformatörler, direk yapıları ve enerji nakil iletkenleri üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir.



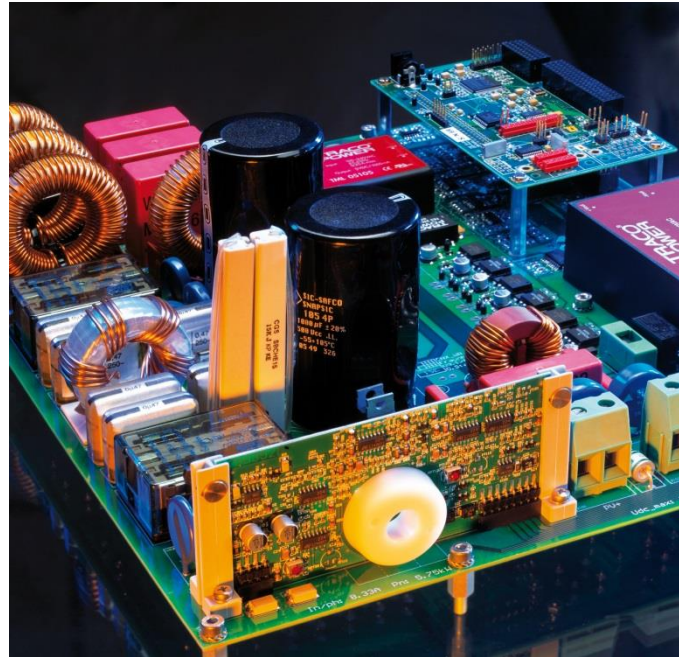
Elektrik Şebekeleri ve Teknolojik Gelişim Süreci

- İletim sisteminin izlenmesini ve kontrolünü sağlayacak olan ölçme, değerlendirme ve koruma sistemlerine dair teknolojik gelişimin ise son 25 yılda analog sistemlerden dijital sistemlere geçiş ile birlikte hız kazandığı bilinmektedir.



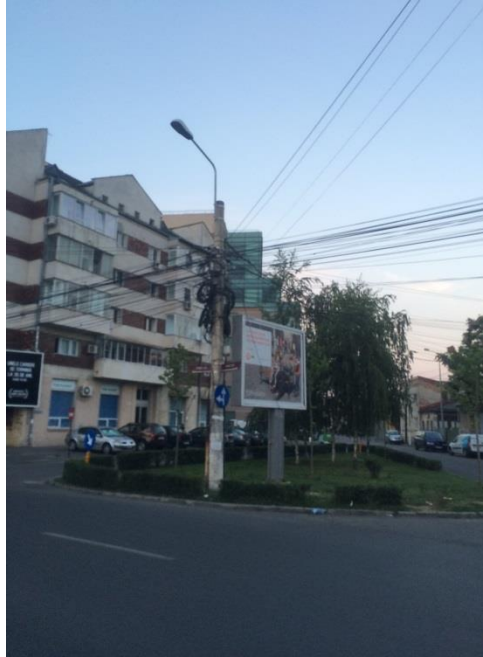
Elektrik Şebekeleri ve Teknolojik Gelişim Süreci

- Ölçme, izleme, değerlendirme ve koruma işlemlerinin yapılabilmesi için geliştirilen algoritmalar ile bu sistemlerin tasarımında kullanılan yarıiletken malzemelerin gelişen hassasiyet ve çeşitlilikleri, şebekelerde kalite ve güvenilirlik açısından önemli ilerlemelere yol açmıştır.



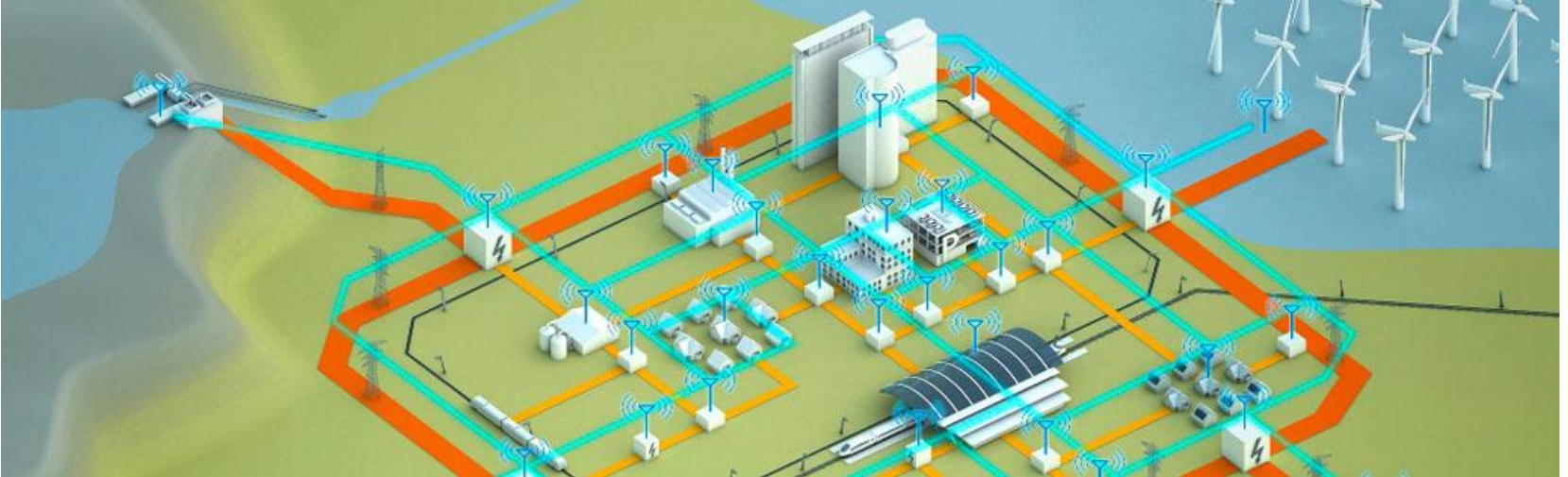
Elektrik Şebekeleri ve Teknolojik Gelişim Süreci

- Yoğun sanayileşmenin ve verimsiz enerji tüketiminin çevresel etkilerinin görülmeye başlanmış olması gibi etmenler, enerji üretim, iletim ve dağıtım süreçlerinin daha etkin bir sistemle yönetimini gündeme getirmiştir.



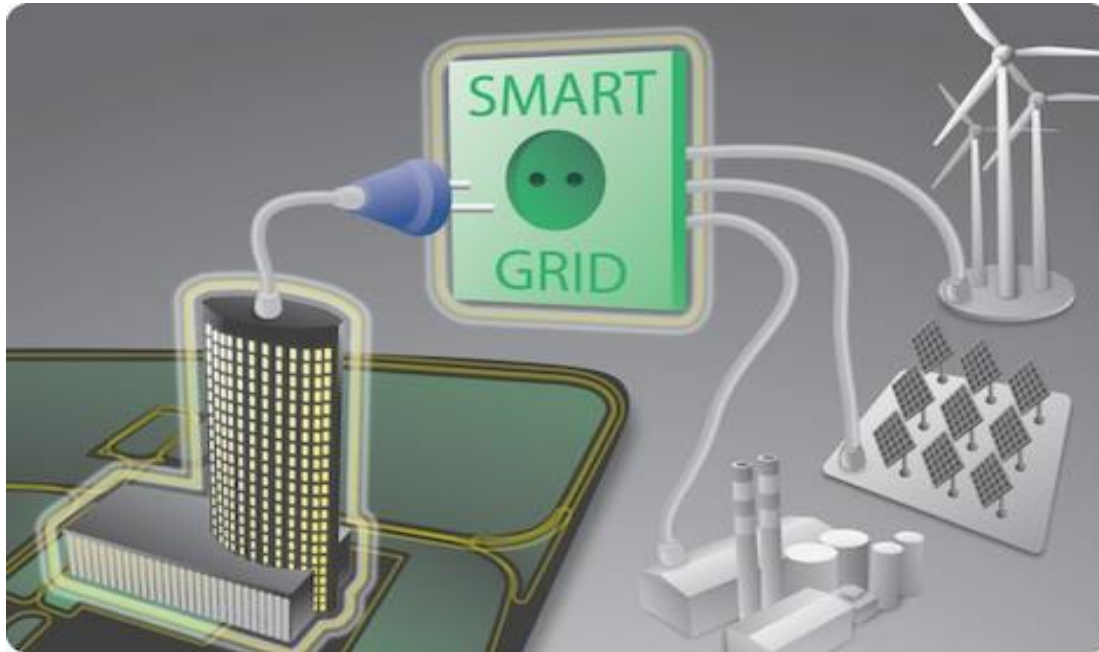
Elektrik Şebekeleri ve Teknolojik Gelişim Süreci

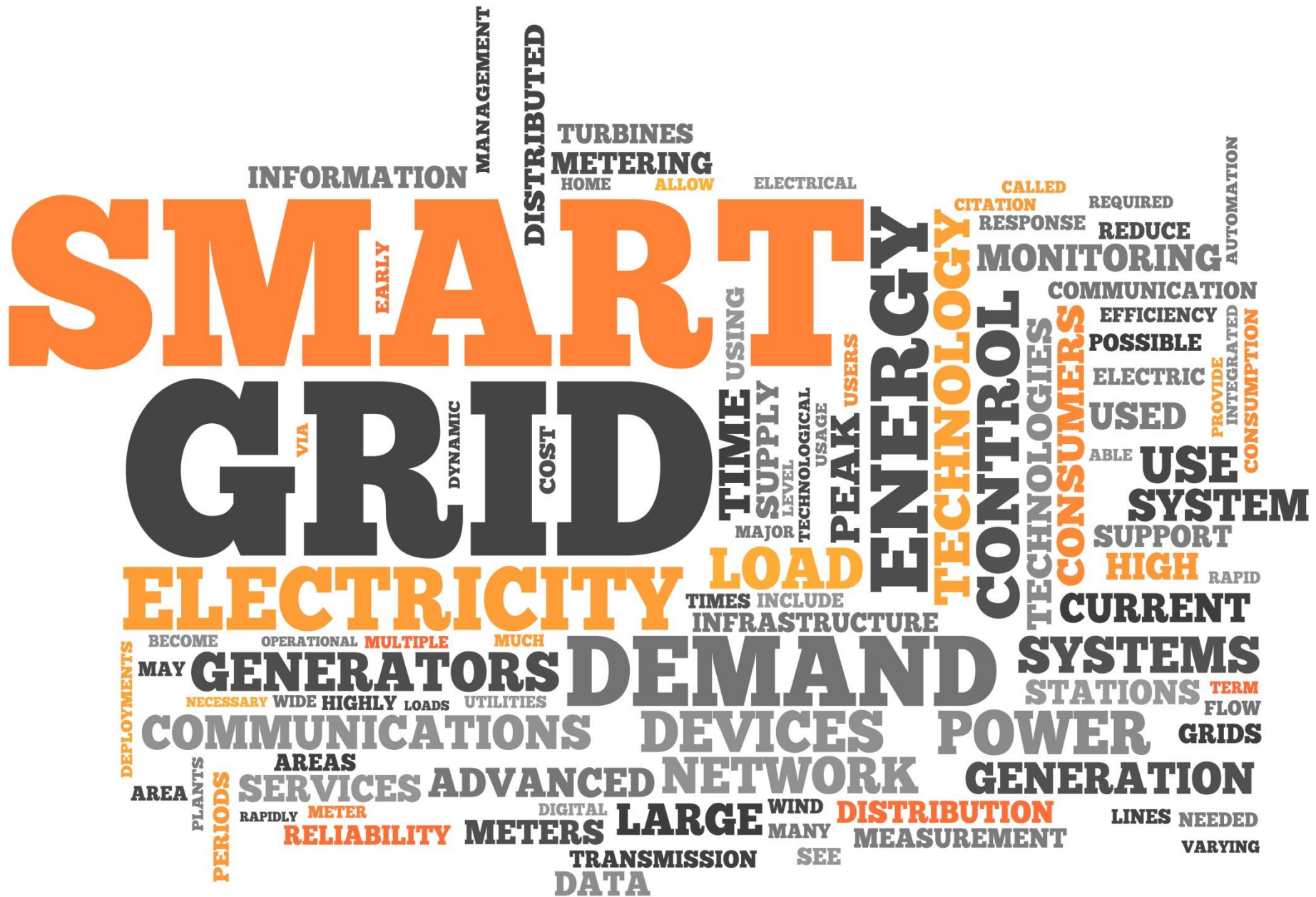
- Geleneksel elektrik şebekelerinin, bugünün ihtiyaçlarına ve beklentilerine cevap vermede yetersiz kalmaya başlaması nedeni ile gündeme gelen “akıllı şebeke” kavramı, günümüzde elektrik şebekelerinin tam otomasyonu ve yüksek verimliliğini hedeflemektedir.



Elektrik Şebekeleri ve Teknolojik Gelişim Süreci

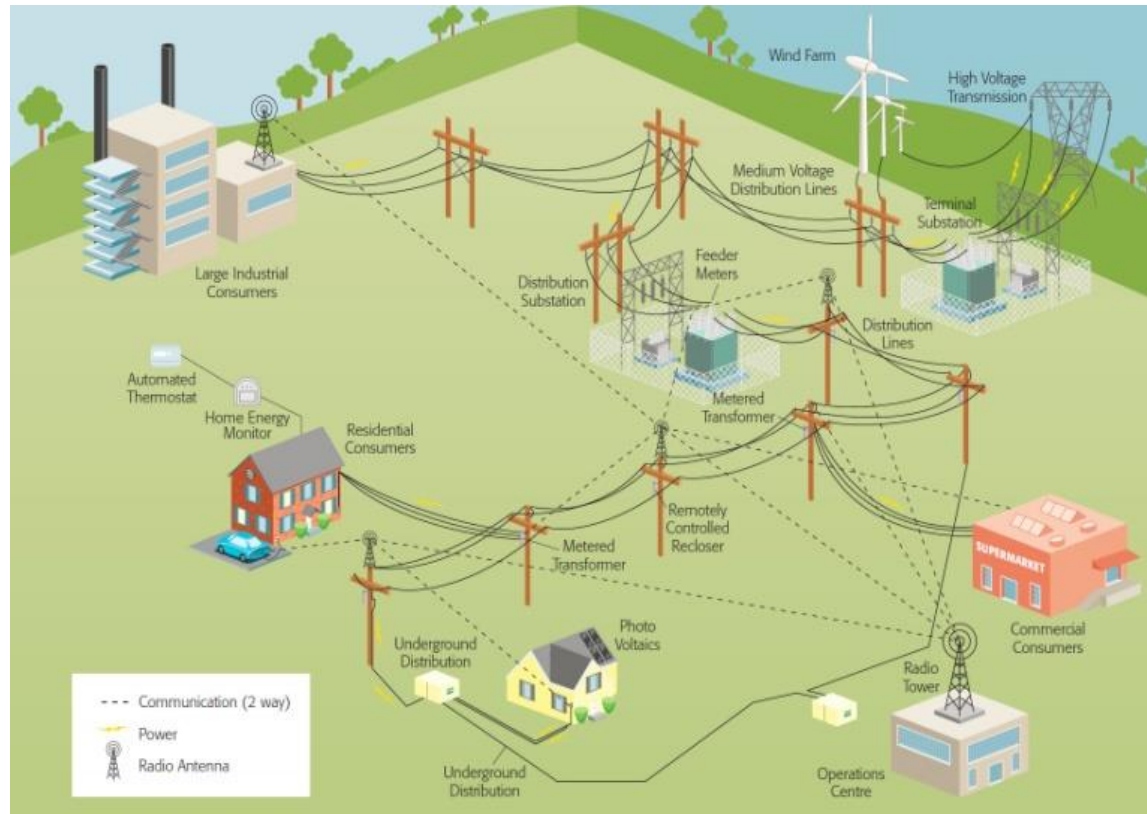
- Akıllı şebekeler haberleşmeden bilgi teknolojilerine, kontrol sistemlerinden yarı iletken teknolojilerine kadar birçok teknolojiyi bir araya getiren disiplinler arası bir çalışma alanıdır.





Akıllı Elektrik Şebekeleri

- Elektrik şebekeleri ile bilgisayar ve ağ teknolojisinin entegre edildiği şebeke sistemine “Akıllı Şebeke” denilmektedir.

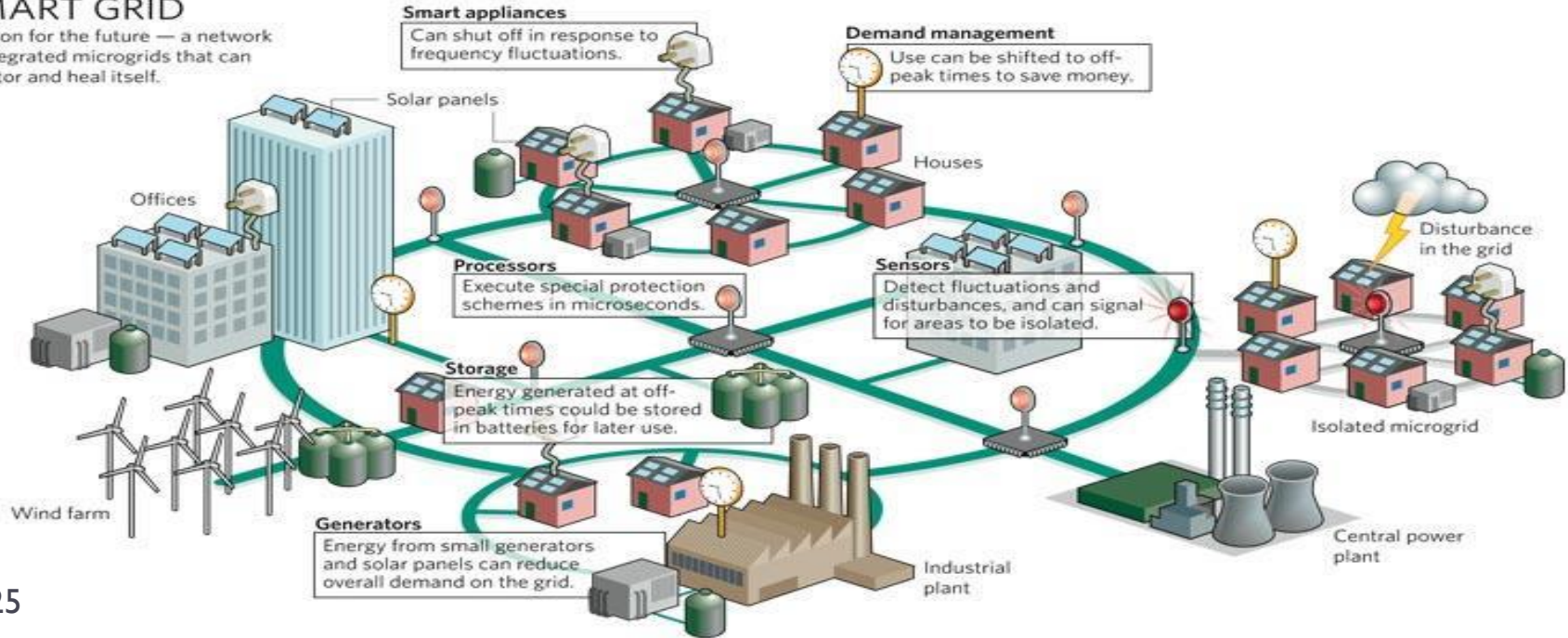


Akıllı Elektrik Şebekeleri

- Akıllı şebeke, kendisine bağlanan bütün kullanıcıların işlevlerini, ileri düzey bilgi, kontrol ve haberleşme teknolojileri kullanarak entegre eden ve enerji tedarikini verimli, ucuz, güvenilir ve şeffaf (erişilebilir) kılmak için kullanan zeki bir elektrik ağıdır. (IEEE)

SMART GRID

A vision for the future — a network of integrated microgrids that can monitor and heal itself.



Akıllı Elektrik Şebekeleri

- ▶ Akıllı şebeke çalışmalarını hızlandıran faktör elektrik üretim, iletim, dağıtım ve tüketim süreçlerinin daha verimli, yönetilebilir, güvenilir ve çevre dostu kılınması yönündeki ihtiyacın artmış olmasıdır.
- ▶ Belirlenen bu hedefe ulaşmak için, yarı iletken teknolojilerinde, haberleşme ve kontrol sahalarında son dönemlerde elde edilen gelişmeler, mevcut elektrik şebekelerinin akıllı, izlenebilir ve kontrol edilebilir sistemlere dönüştürülmesi için kullanılmaya başlanmıştır.

Akıllı Elektrik Şebekeleri

- ▶ Akıllı şebekeler, elektrik üretimi ve elektrik ihtiyacı arasındaki dengeyi sağlamaya yardımcı olarak, ihtiyaç duyulan altyapıyı optimize edebileceği gibi daha fazla temiz enerji üretimini de sağlayabilecektir.
- ▶ Mevcut elektrik şebekelerinin akıllı, izlenebilir ve kontrol edilebilir sistemlere dönüştürülmesini sağlayacağı için verimliliği artıracaktır.



Akıllı Elektrik Şebekelerinden Beklenenler

- ▶ Akıllı şebekeler bilgisayar ve veri iletişim ağları teknolojilerinin sağladığı imkanları kullanarak uzaktan ölçme, uzaktan okuma, uzaktan izleme, kontrol ve koruma görevlerini eksiksiz olarak yapabilmelidir.
- ▶ Çalışma koşullarında almış olduğu veriler ile kendi kendini güncelleyebilmeli ve yeni durumları öğrenerek algoritmalarını iyileştirebilmelidir.
- ▶ Güç şebekeleri açısından düşünüldüğünde sistemdeki tüm noktaların uyanık, tepkili, adaptif, çevre ile dost, eşzamanlı, maliyet açısından uygun, esnek, kuvvetli ve sistemlere kolaylıkla bağlanabilen bir yapıda olmalıdır.

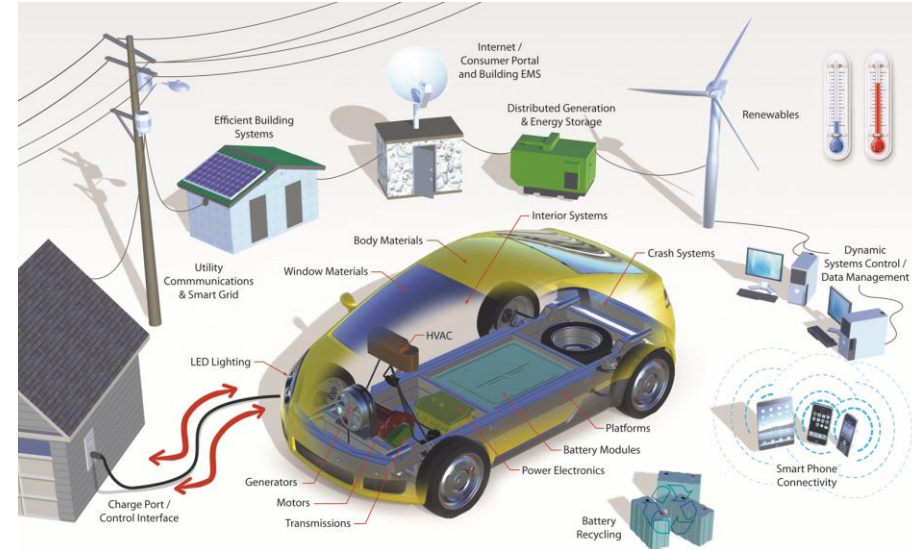
Akıllı Elektrik Şebekelerinden Beklenenler

- ▶ Tüketicilerin kullanım alışkanlıklarını değerlendirerek faydalanabileceği esnek tarifelerin uygulanmasına olanak sağlamalıdır.
- ▶ Dışarıdan ve içeriden sisteme yapılabilecek müdahaleleri önleyebilmeli, fiziksel ve siber saldırılara karşı oldukça dayanıklı olmalıdır.
- ▶ Elektrik enerjisi üretiminin ve tüketiminin çevreye en az zarar verecek şekilde olabilmesi için akılcı ve çevreci bir enerji politikası işletilmesine olanak sağlamalıdır.

Akıllı Şebekelerin Temel Bileşenleri

Akıllı şebekelerin bileşenlerini 6 temel sınıfta incelemek mümkündür.

- ▶ Akıllı Üretim
- ▶ Akıllı İstasyonlar
- ▶ Akıllı Dağıtım
- ▶ Akıllı Sayaçlar
- ▶ Bütünleştirilmiş Haberleşme
- ▶ İleri Kontrol Metotları



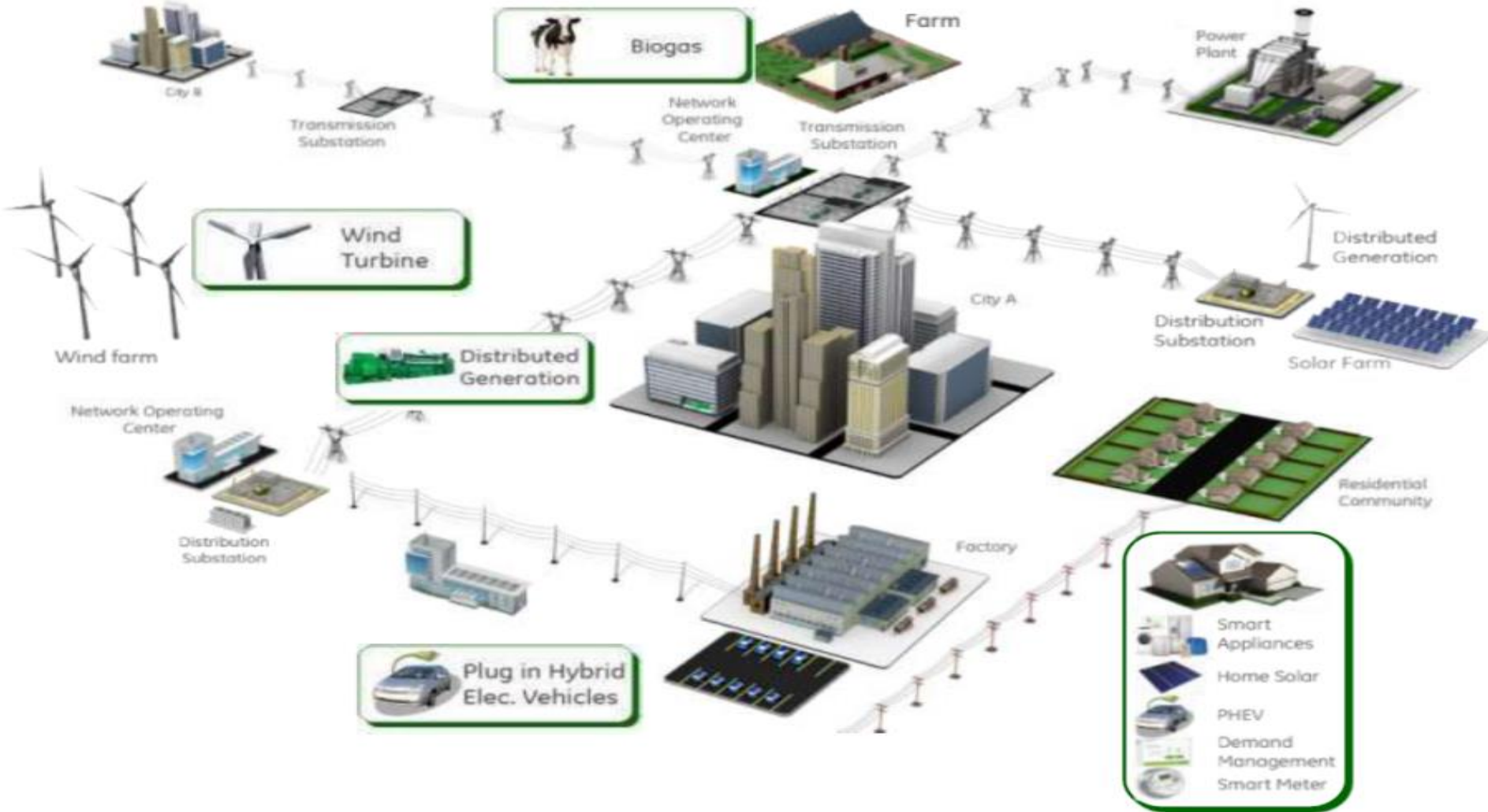
Akıllı Şebekelerin Teknolojik Katmanları

Akıllı şebekelerin teknolojik katmanlarını 5 temel sınıfta incelemek mümkündür.

- ▶ Güç Katmanı
- ▶ Kontrol Katmanı
- ▶ Veri İletişim Katmanı
- ▶ Güvenlik Katmanı
- ▶ Uygulama Katmanı



Akıllı Şebeke Uygulama Yapıları



Akıllı Şebeke Uygulama Yapıları

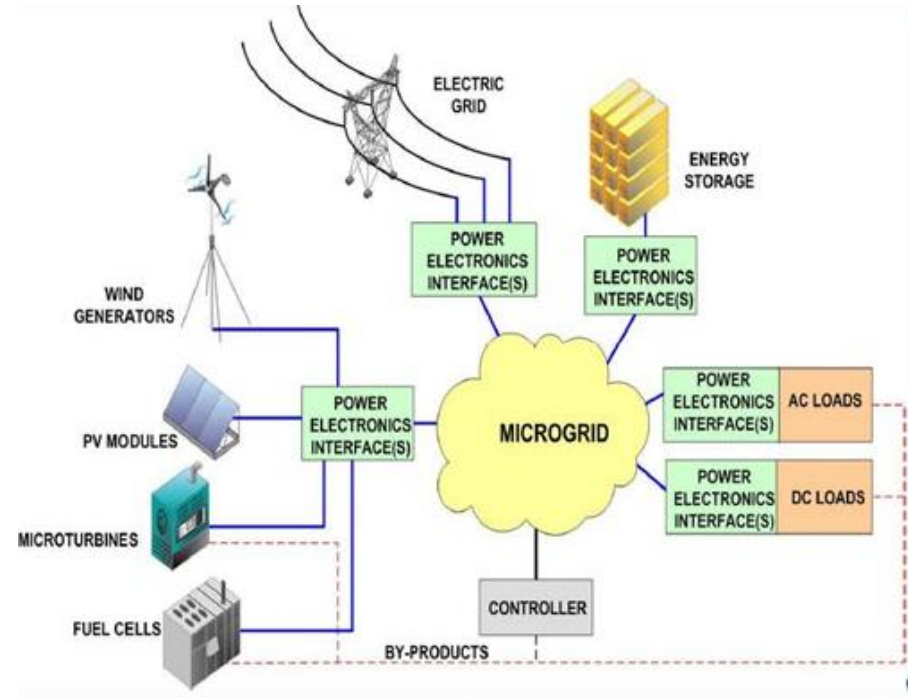
- ▶ Akıllı şebeke uygulama çalışmalarının yaygınlaşması ile sağlanan gelişmeler, küçük ölçekli yerel enerji üretim noktalarından yüksek güçlü enerji santrallerine kadar çok geniş bir alana yayılan enerji kaynaklarının aynı şebeke üstünde entegrasyonunu ve kontrolünü mümkün kılmaktadır.

Akıllı Şebeke Uygulama Yapıları

- ▶ Günümüzde akıllı şebekelere ait uygulamalar temel olarak 3 ana yapı altında incelenebilir.
- ▶ Dağıtık üretim yapıları,
- ▶ Dağıtık depolama yapıları
- ▶ Talep taraflı yük yönetim yapıları

Dağıtık Üretim Yapıları

- ▶ Dağıtık üretim (distributed generation) yapılarında merkezi üretim stratejisinin aksine enerji üretiminin şebeke içerisinde dağıtılması esas alınmıştır.
- ▶ Dağıtık üretim yapıları, enerji verimliliği, devamlılığı ve güvenilirliğinin sağlanmasının yanı sıra yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygınlaştırılması açısından da büyük öneme sahiptir.



Dağıtık Üretim Yapıları

- ▶ Dağıtık üretim yapıları elektrik şebekesi üzerinde yerinde üretim ve yerinde tüketim imkanı sağlar. Böylelikle enerji nakil hatlarında meydana gelen kayıpların önemli ölçüde düşürülmesine katkı sağlayarak enerji verimliliğini artırır.
- ▶ Yenilenebilir enerji kaynakları ile enerji üretimini ev düzeyine kadar indiren dağıtık üretim yapıları, aynı zamanda yenilenebilir enerji kaynakları kullanımının yaygınlaşmasına da destek olur. Böylelikle evlerde yenilenebilir kaynaklar ile üretilen elektrik enerjisinin, enerji üretim sürecine doğrudan katılmasını ve talebi karşılamada yenilenebilir enerjilerin payının artmasını sağlar.

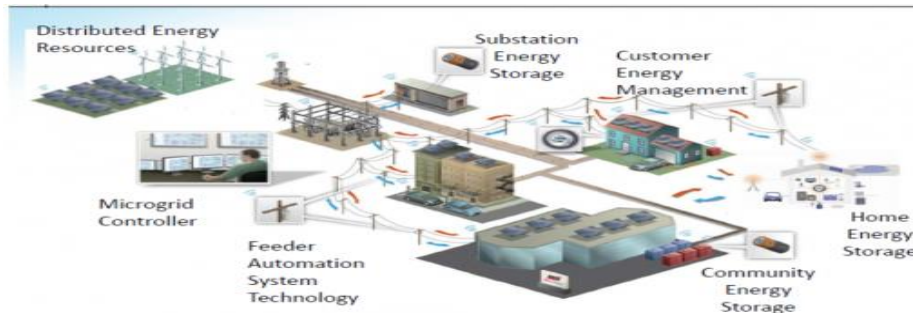
Dağıtık Üretim Yapıları

- ▶ Dağıtık üretim yapıları bu özellikleri ile enerji üretim ve tüketim süreçlerinin olumsuz çevresel etkilerini azaltır.
- ▶ Geleneksel şebeke yapısında sadece tüketici olan aboneler, dağıtık üretim uygulamalarında hem üreten hem de tüketen abone haline gelmektedir.



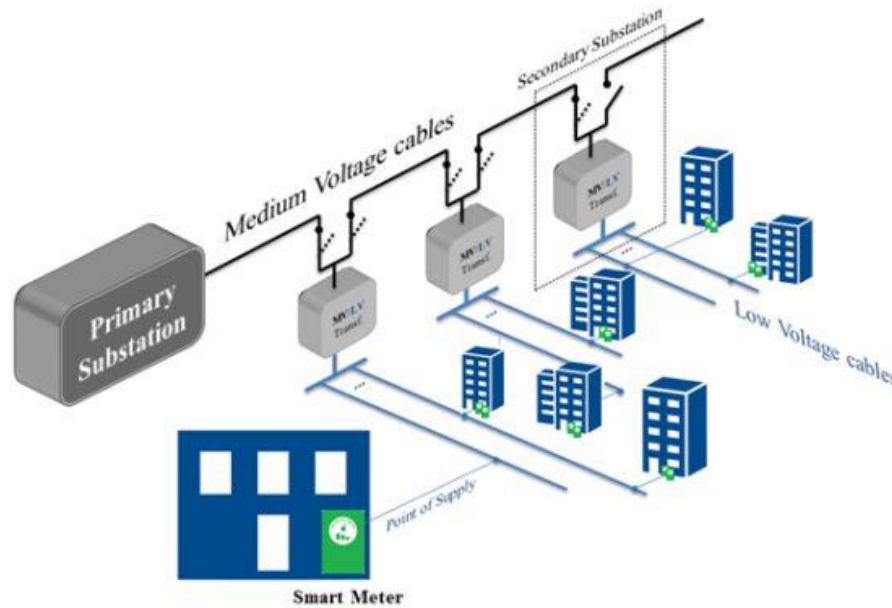
Dağıtık Üretim Yapıları

- ▶ Abonelerin hem üretici hem de tüketici konumuna geçmesi ile şebekenin her bir kısmının, şebekenin geri kalan kısmına olan bağımlılığını önemli ölçüde azaltır. Böylelikle şebeke kendi kendine yetebilen bir mikro şebeke yapısına dönüşmüş olur.
- ▶ Şebeke üzerine dağıtılmış yenilenebilir enerji üretim ağı olası arıza ve kesinti durumlarında mikro şebekenin beslenmesini sağlayabilir. Bu durumda enerji sisteminin güvenilirliği artar.



Dağıtık Depolama Yapıları

- Dağıtık depolama (distributed storage) yapılarında ise ihtiyaç fazlası elektrik enerjisinin depolanması ve talebin arttığı zaman dilimlerinde depolanan bu enerjinin kullanılması esas alınmıştır.



Dağıtık Depolama Yapıları

- Bu yapı enerji yönetilebilirliği ve sürekliliği açısından oldukça önemlidir. Çünkü dağıtık depolama yapıları üretim sürekliliği gösteremeyen yenilenebilir enerji kaynaklarının daha etkin ve yaygın kullanımını sağlayarak, üretimin olmadığı zaman dilimlerinde de şebekenin beslenmesine imkan sağlar.



Dağıtık Depolama Yapıları

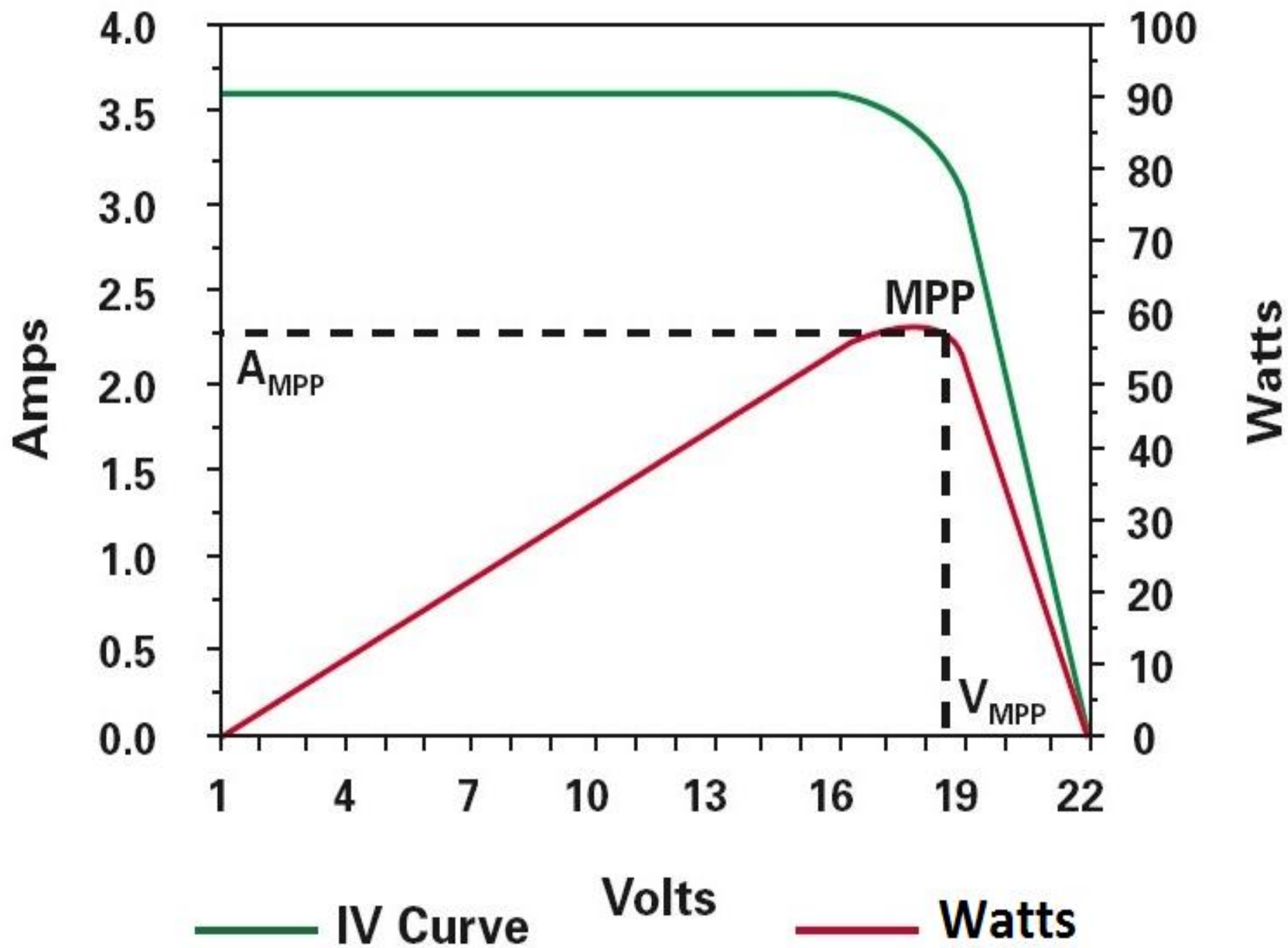
- ▶ Yüksek kapasiteye sahip enerji depolama ünitelerinin kurulum ve işletme maliyetleri oldukça pahalıdır. Bu nedenle küçük kapasiteli dağıtık depolama hem maliyet hem de verimlilik açısından daha avantajlıdır.
- ▶ Ayrıca dağıtık depolama yapıları kısa süreli anlık talep artışlarının hızlı bir şekilde dengelenmesi için yedek enerji üniteleri olarak kullanılabilir.

Talep Taraflı Yük Yönetimi Yapıları

- ▶ Talep taraflı yük yönetimi (demand side load management) yapıları, talebin anlık olarak değişen şebeke koşullarına göre ayarlanmasını sağlar.
- ▶ Bu uygulama yapıları şebekenin esnek bir yapıya kavuşmasını ve tüketicilerden gelen taleplerin sistemi etkileyen bir parametre olarak yönetilebilmesini sağlar. Böylelikle tüketicilerin enerji taleplerinin, yenilenebilir enerji kaynaklarının verimli olduğu saatlere kaydırılması sağlanabilir.
- ▶ Değişken enerji fiyatlandırma tarifeleri talep taraflı yük yönetimi yapıları ile uygulanabilmektedir.

Akıllı Şebekelerde Enerji Denge Durumu

- ▶ Geleneksel şebekelerde, merkezden tüketiciye doğru olan tek yönlü, planlı ve kestirilebilir enerji akışının yerini, akıllı şebekelerde anlık ihtiyaca ve değişen koşullara göre iki yönde serbest enerji akışı alacaktır.
- ▶ Bu nedenle sistem klasik anlamda planlanması zor bir şebekeye doğru evirilecektir. Çünkü, enerji talepleri ile enerji üretim kapasitesi anlık değişkenlik ve belirsizlik gösterecektir.
- ▶ Akıllı şebekelerin böylesine anlık değişen şebeke koşullarına uyumlu cevaplar verebilmesi ve şebeke durumlarını optimal çalışma bölgelerinde tutabilmesi gerekmektedir.

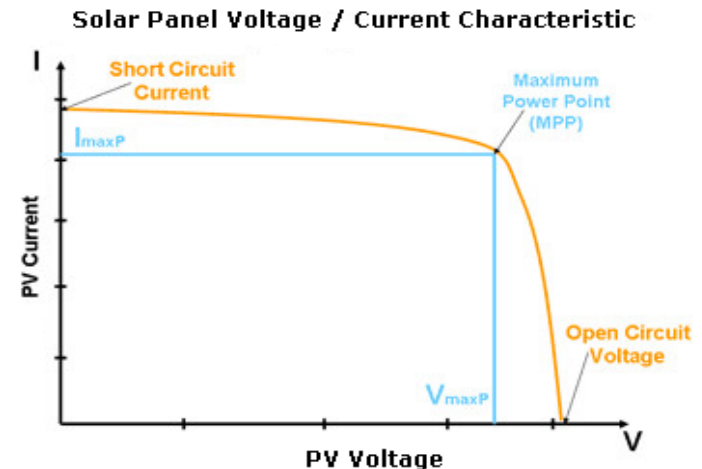
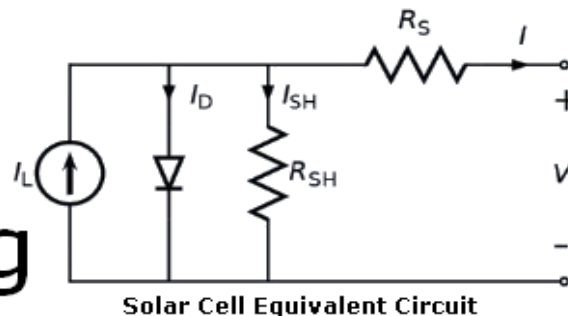


Maksimum Güç Noktası Takibi (MPPT)

- Güneş ışınlamı ve sıcaklığın sürekli değişim göstermesi nedeni ile fotovoltaik panellerden elde edilecek verim daha da düşmektedir. Bu durumun önüne geçerek fotovoltaik panellerden mümkün olabilecek en yüksek gücü elde edebilmek için maksimum güç noktası izleme (MPPT) algoritmaları geliştirilmiştir.

Maximum

Power Point Tracking



Maksimum Güç Noktası Takibi (MPPT)

- ▶ Bu algoritmaların temel görevi modülün maksimum güç noktasını belirli sınırlar çerçevesinde seri direnç, ısıtım ve sıcaklık değişimi parametrelerinden bağımsız hale getirmektir.
- ▶ Literatürde karşılaşılan algoritmaların büyük bir çoğunluğunda fotovoltaik modülün karakteristik eğrilerine ve parametrelerine bağlı olmadan çalışma esas alınmıştır.
- ▶ Böylelikle modüllere ısıtım ve sıcaklık sensörü eklenmesine gerek kalmaz.

Maksimum Güç Noktası Takibi (MPPT)

- ▶ Literatürde karşılaşılan üç adet maksimum güç noktası takibi algoritması bulunmaktadır.
- ▶ Bu algoritmalar sabit gerilim metodu, artan iletkenlik metodu ve değiştir-gözle metodu olarak adlandırılmaktadır.
- ▶ Her algoritmanın uygulama yöntemi birbirinden farklılık göstermektedir. Bu nedenle algoritmalarından bazıları maksimum güç noktasına daha hızlı ulaşırken, bazıları yavaş ama daha az dalgalanma ile yakalamaktadır.

Sabit Gerilim Metodu ile MPPT

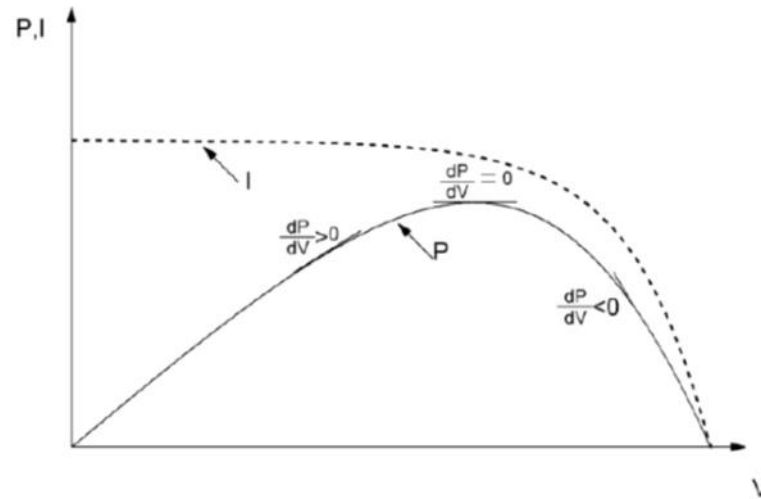
- ▶ Sabit gerilim metodu, fotovoltaiik modülün açık devre gerilimi (V_{oc}) referans alınarak maksimum güç noktası hesabı yapan bir algoritmadır.
- ▶ Yapılan araştırmalar maksimum güç noktası gerilimi ile açık devre gerilimi arasında doğrusal bir fonksiyonel bağıntı olduğunu ortaya koymaktadır.
- ▶ Söz konusu bu değer panelin üretim tekniği ve çevresel faktörler gibi parametrelerle değişim gösterse de genellikle %76 olarak alınmaktadır.

Sabit Gerilim Metodu ile MPPT

- ▶ Sabit gerilim metodu ile maksimum güç noktası takibi yöntemi oldukça basit, karmaşık devreler gerektirmeyen ve ucuz bir yöntemdir.
- ▶ Ancak panelin açık devre gerilim değerini elde edebilmek için yükün sistem üzerinden ayrılması gerekliliği ve bu esnada güneş enerjisinden faydalanmada kesintiler meydana getirmesi olumsuz yanlarıdır.

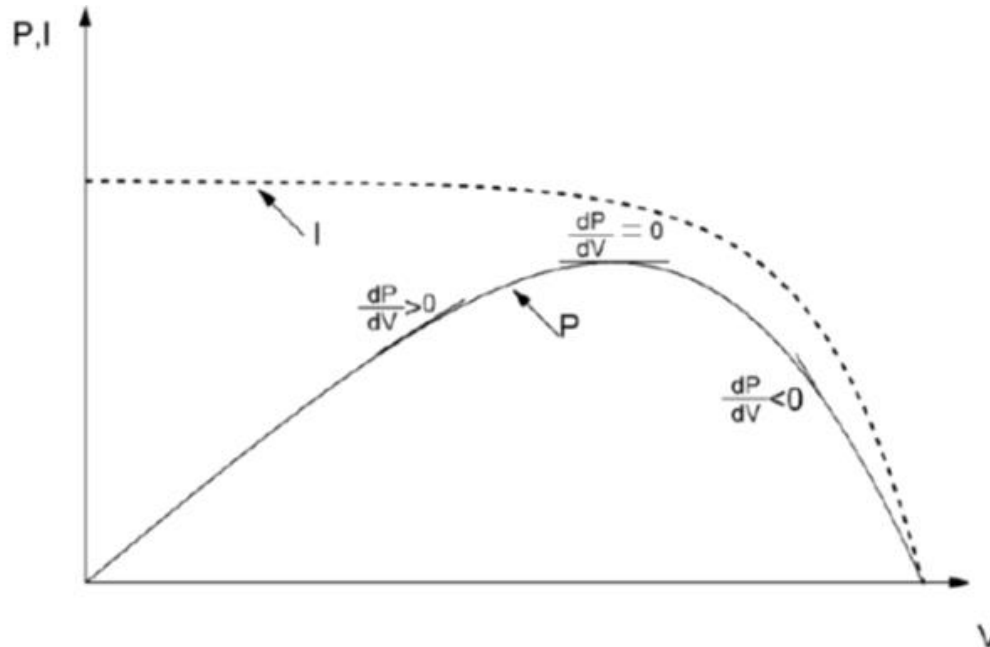
Artan İletkenlik Metodu ile MPPT

- ▶ Artan iletkenlik metodu ile MPPT algoritmasının temeli fotovoltaiik modül çıkış gücü eğiminin sıfır olduğu yeri maksimum güç noktası, pozitif olduğu yeri maksimum güç noktasının solu, negatif olduğu yeri maksimum güç noktasının sağı olarak belirlemesine dayanır.



Artan İletkenlik Metodu ile MPPT

- ▶ $\frac{dP}{dV} = 0$ durumunda sistem maksimum güç noktasındadır.
- ▶ $\frac{dP}{dV} > 0$ durumunda sistem maksimum güç noktasının solundadır.
- ▶ $\frac{dP}{dV} < 0$ durumunda sistem maksimum güç noktasının sağındadır.

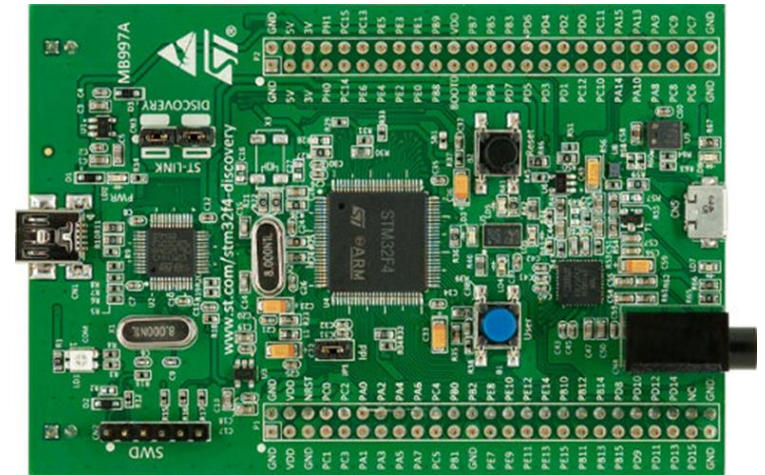


Artan İletkenlik Metodu ile MPPT

- ▶ Artan iletkenlik ile maksimum güç noktası takibi algoritmasının en önemli avantajı hızlı bir şekilde değişim gösteren çevresel faktörlere kolaylıkla uyum sağlamasıdır.
- ▶ Bu algoritma ile gerçekleştirilen çalışmalarda maksimum güç noktasında meydana gelen dalgalanmanın diğer metotlara göre daha az olduğu belirtilmektedir.
- ▶ Bu sebeple maksimum güç noktasını daha yüksek bir verimle yakalamaktadır.

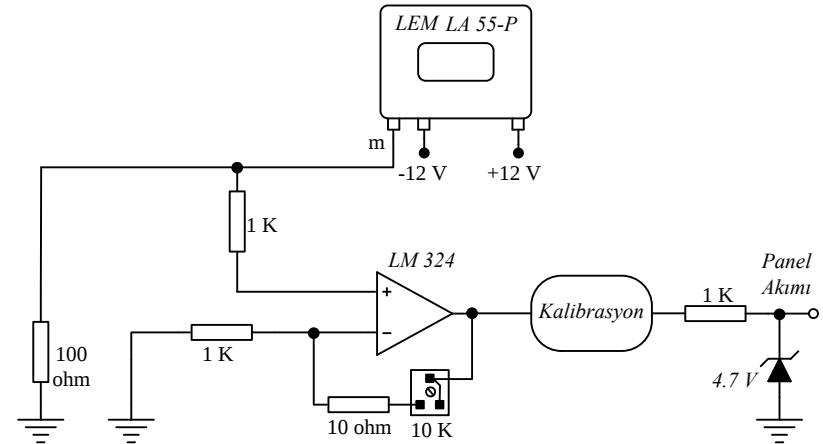
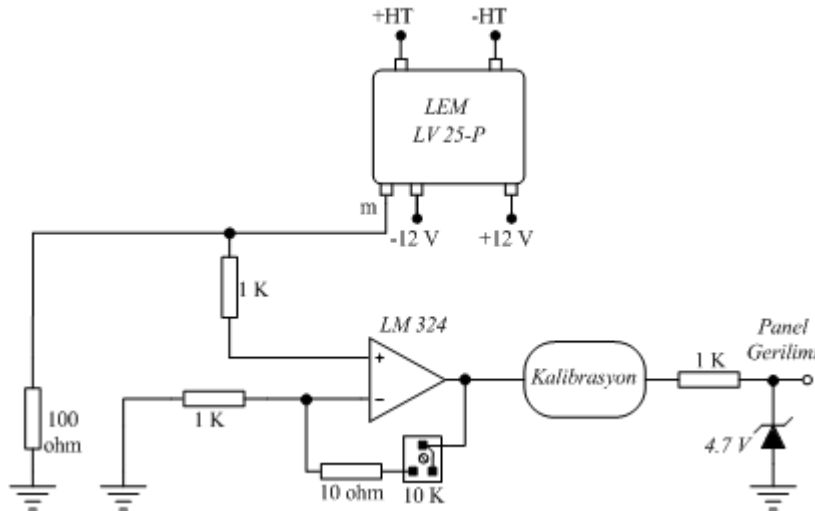
Artan İletkenlik Metodu ile MPPT

- Bu algoritmanın en önemli dezavantajı kontrol yöntemindeki matematiksel ve mantıksal işlem hacminin yoğun olması sebebi ile tepki hızında meydana gelebilecek görece yavaşlamadır.
- Söz konusu tepki yavaşlaması günümüzde oldukça yaygın bir şekilde kullanılan hızlı mikro denetleyicilerle aşılabilmektedir.



Değiştir-Gözle Metodu ile MPPT

- Değiştir-Gözle metodu ile MPPT yönteminde fotovoltaiik panelin çıkış gücü sürekli olarak izlenmektedir. Bu nedenle panelin sadece akım ve gerilim değerlerinin anlık olarak okunması yeterlidir.

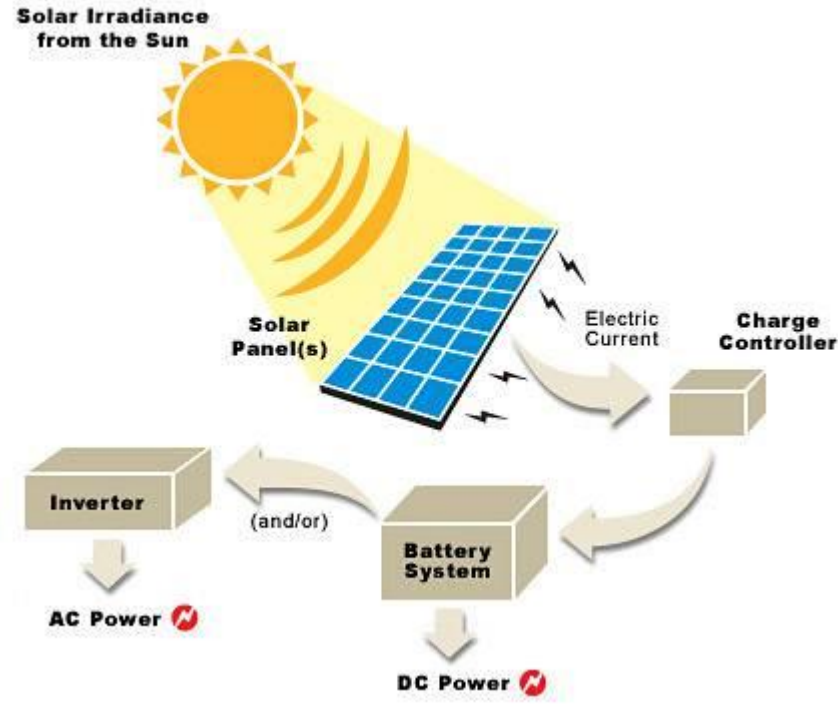


Değiştir-Gözle Metodu ile MPPT

- ▶ Panelin çıkış gücünün değişimi ile kontrol değişkeninin değişimi arasında bir bağıntı kurularak referans değerinin artırılmasına ya da azaltılmasına karar verilir.
- ▶ Böylelikle dönüştürücünün darbe genişlik oranının, gücü maksimum noktada tutacak şekilde ayarlanması sağlanır.
- ▶ Bu yöntemin en önemli dezavantajı çevresel faktörlerin ani değişimlerine yavaş tepki vermesi ve maksimum güç noktasını yanlış yerde arayabilmesidir.
- ▶ Ancak işlem hacminin az olması ve kontrolünün kolay olması sebebi ile sıklıkla tercih edilen algoritmalar arasındadır.

Evirici Yapısı

- Günümüzde endüstride kullanılan cihazların enerji ihtiyacını en verimli ve kaliteli şekilde sağlayabilmek için çalışmalar yapılmaktadır.



Evirici Yapısı

- ▶ Özellikle yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerji üretimine olan katkısı düşünüldüğünde, bu cihazların enerji ihtiyacını karşılamak için geliştirilen sistemler sürekli olarak güncellenmektedir.
- ▶ Bu sistemlerden beklenen düşük Toplam Harmonik Bozulma (THD) oranı, düşük EMI gürültüsü ve düşük ortak mod gürültüsüne sahip olmalarıdır.

Evirici Yapısı

- ▶ Statik güç eviricilerinin temel görevi, bir DA güç kaynağı kullanarak çıkışta AA dalga şekli üretmektir.
- ▶ AA çıkış dalga şekli için; genlik, frekans ve faz gibi parametreler kontrol edilebilir olmalıdır.
- ▶ Çıkış dalga şekline göre eviriciler, gerilim kaynaklı eviriciler (VSI) ve akım kaynaklı eviriciler (CSI) olarak sınıflandırılırlar.
- ▶ Birçok endüstriyel uygulamada, gerilim kaynaklı eviriciler (VSI) yaygın olarak kullanılmaktadır.

Evirici Yapısı

- ▶ Bir evirici oluşturmak için kullanılan en temel yöntem, güç köprüsünün herhangi bir modülasyon tekniği ile kontrol edildiği köprü tipi eviricidir.
- ▶ Düşük güç gerektiren uygulamalarda tek fazlı eviriciler yeterli olurken, orta ve yüksek güç uygulamalarında üç fazlı eviriciler kullanılmaktadır.

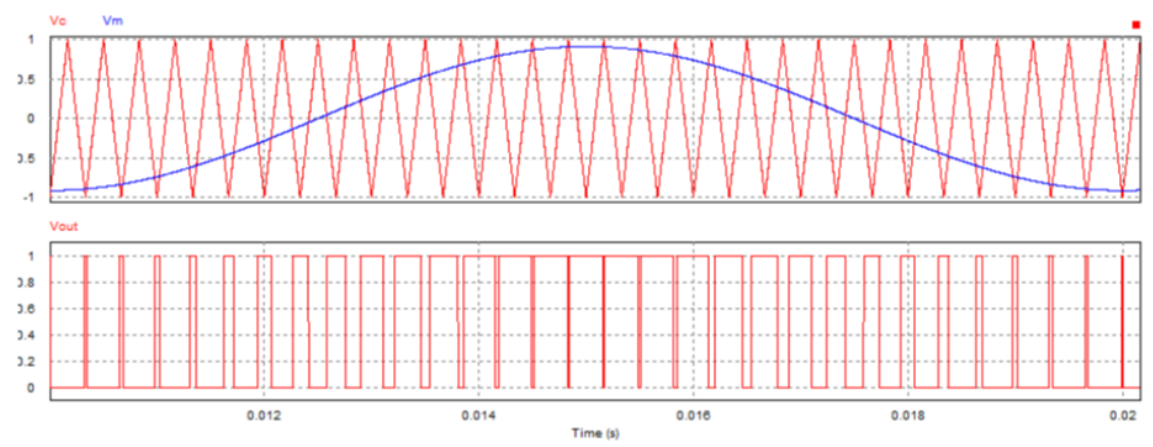
Sinüsoidal Darbe Genişlik Modülasyonu (SDGM) ve H köprüsü

- ▶ Darbe genişlik modülasyonu tekniği kare dalgalardan oluşan ve çalışma oranı doluluk oranı ‘D’ ye bağlı olarak darbe genişliği değişen bir sinyal çeşididir.
- ▶ Darbe genişliğinin periyodik olarak sinüzoidal bir sinyal baz alınarak sürekli olarak değiştirilmesi sonucu elde edilen darbe genişlik modülasyonu sinyali ise sinüzoidal darbe genişlikli modülasyon (SDGM) sinyali olarak adlandırılır.
- ▶ SDGM sinyalinin elde edilmesinde ki amaç; DA-DA çeviricisinden elde edilen doğru akım gerilimini bir “H” köprüsünden geçirip, köprü çıkışında sinüzoidal formda bir sinyal elde edilmesidir. Bu aşama da “H” köprüsünde ki anahtarlar elde edilen SDGM sinyali tarafından tetiklenirler.

Sinüsoidal Darbe Genişlik Modülasyonu (SDGM) ve H köprüsü

- V_m sinyali modülasyon sinyali olup sürekli olarak bir karşılaştırıcı tarafından V_c taşıyıcı sinyali ile karşılaştırılır. $V_m > V_c$ durumları için karşılaştırıcı çıkış verirken $V_c > V_m$ durumları için karşılaştırıcı çıkışı sıfırdır. Çıkış SDGM sinyalinin frekansı taşıyıcı frekansıya aynıdır. Modülasyon sinyal genliğinin, taşıyıcı sinyal genliğine oranı modülasyon indeksi olarak adlandırılır.

$$m = \frac{V_m}{V_c}$$

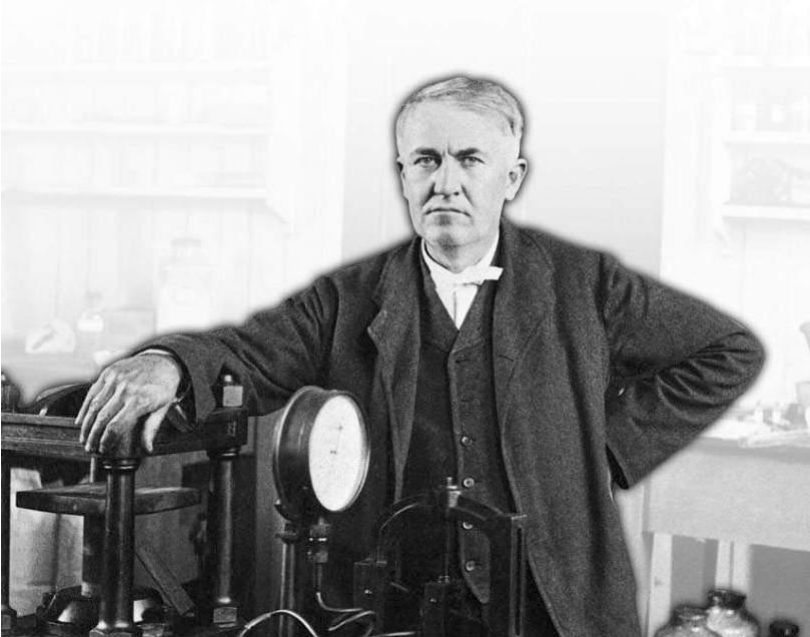


Sinüsoidal Darbe Genişlik Modülasyonu (SDGM) ve H köprüsü

- ▶ Modülasyon indeksi (m) teorik olarak 1'den büyük olabilir (over modulation) fakat bu durum çıkış sinyalinin darbe genişliğini maksimum yapıp ($D=100\%$) $m>1$ durumları için darbe genişliği üzerinde artık bir etki oluşturmaz.
- ▶ Bu nedenle modülasyon indeksi $0 < m < 1$ olacak şekilde ayarlanır. Ayrıca çıkış sinyali bir H köprüsü ile evirici oluşturacak şekilde organize edilirse modülasyon indeksinin $m>1$ olduğu durumlarda evirici çıkışı ile kontrol sinyali çıkışı arasında ki lineer ilişki kaybedilir.

"Ben, bütün paramı güneşe ve güneş enerjisine yatırmalıydım. Muazzam bir güç kaynağı! Umarım değerini anlamamız için kömür ve petrol kaynaklarımızın tükenmesini beklemeyiz."

Thomas Edison

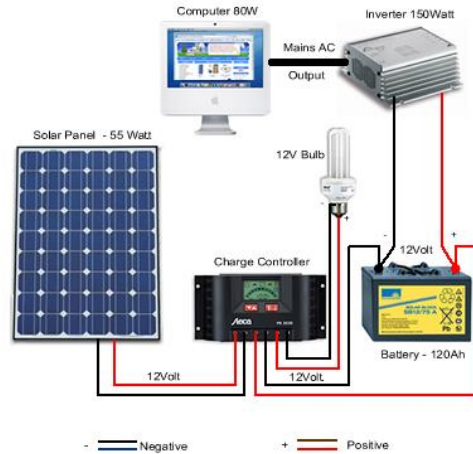


Evirici Yapıları

- ▶ Güneş panelleri ile elektrik enerjisi üreten sistemlerde, şebekeden bağımsız yani şebekenin bulunmadığı ve şebekeye doğrudan bağlı olmak üzere temelde iki farklı yapı kullanılmaktadır.
- ▶ Güneş enerjisi sonsuz bir enerji kaynağı olarak adlandırılrsa da günlük periyotlar içerisinde panellerden enerji elde edebilme süresi sınırlıdır.
- ▶ Güneş enerjisinin gün içerisinde sergilemiş olduğu kesintili zaman dilimlerinde şebekeden bağımsız sistemlerde enerjinin sürekliliğini sağlayabilmek için sisteme bir enerji depolama birimi yani batarya eklenmesi gerekmektedir.

Evirici Yapıları

- ▶ Bataryalar sistem maliyetinin yaklaşık %30'unu oluşturmaktadır.
- ▶ Bataryalar, sistemin montajının yapıldığı yerin ışıınım ortalamaları, sıcaklık ve yıl içerisindeki kapalı gün sayıları dikkate alınarak kesintisiz bir enerji imkanı sunabilmek için ortalama 3 günlük bir enerji ihtiyacını karşılayacak güçte seçilir.



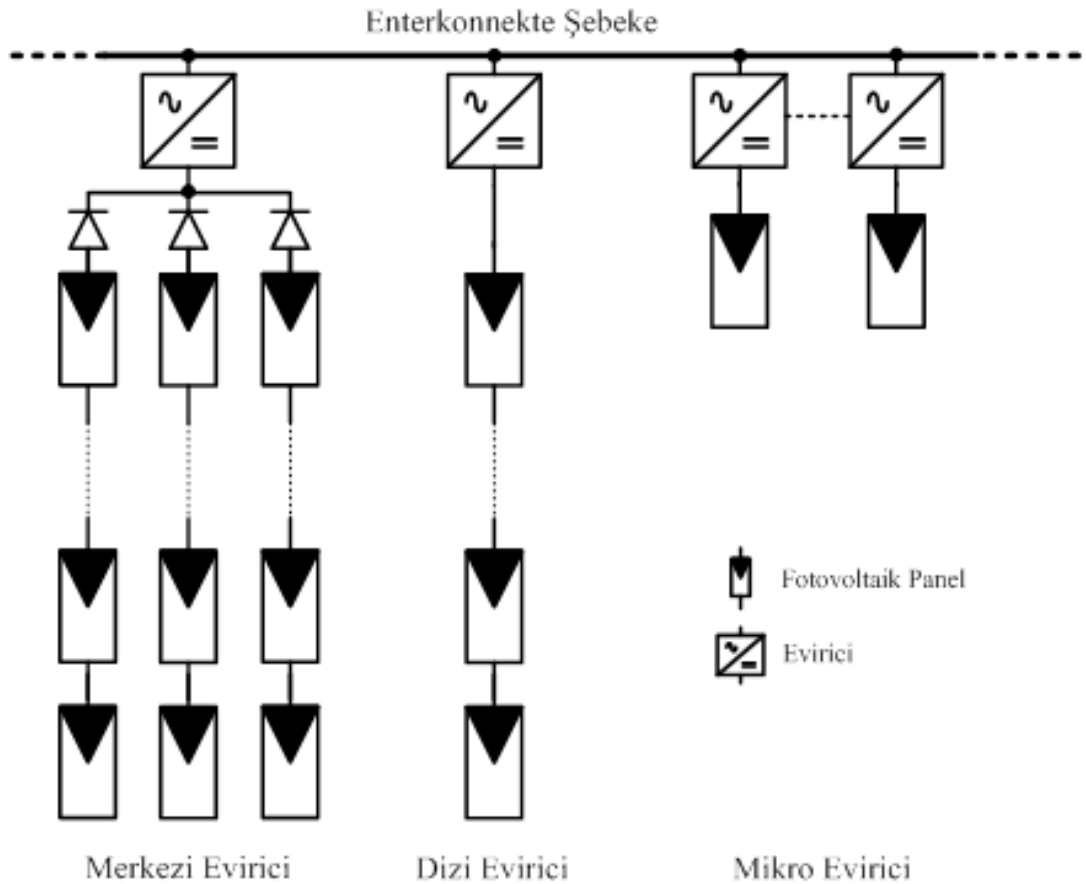
Evirici Yapıları

- ▶ Şebekeye doğrudan bağlanabilen sistemlerde batarya kullanımına ihtiyaç duyulmaksızın invertör çıkışı enterkonnekte şebekeye bağlanabilmektedir.
- ▶ Batarya kullanılmama durumu maliyet açısından yararlı olduğu kadar şarj ünitelerinde meydana gelen kayıpların ortadan kalkması sebebi ile verim üzerinde de olumlu bir etki yapmaktadır.
- ▶ Şebekeye doğrudan bağlı sistemler, şebekeye DC/AC evirici üzerinden bağlanırlar.

Evirici Yapıları

► Bu sistemlerde kullanılan eviriciler temel olarak 3 gruba ayrılır.

- Merkezi Evirici
- Dizi Evirici
- Mikro eviriciler



Evirici Yapıları

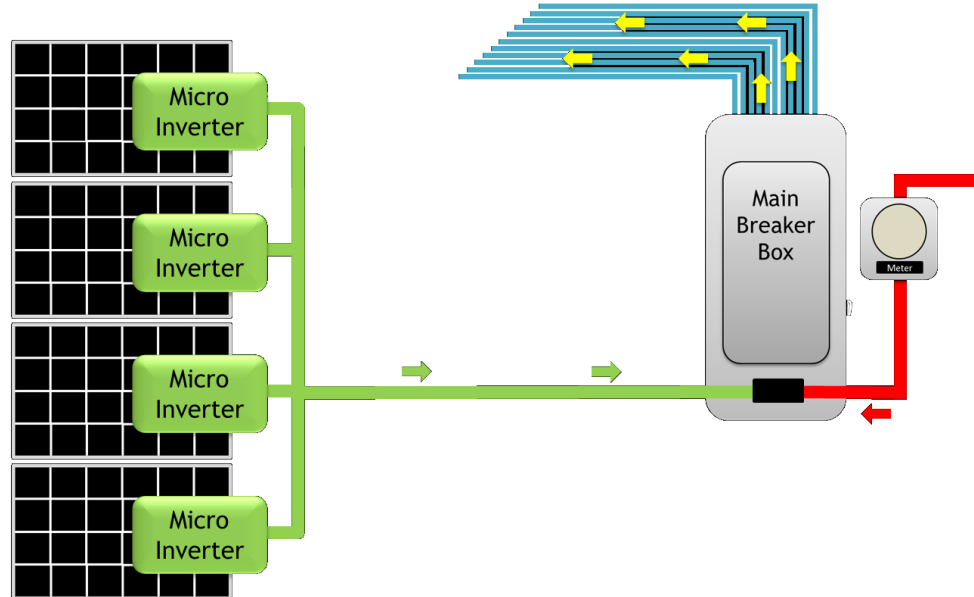
- ▶ Merkezi eviriciler, en az iki adet paralel güneş panelinden oluşan dizi içerir.
- ▶ Merkezi eviricilerde kullanılan modüller arası uyumsuzluk kayıplarının yanı sıra kısmi gölgelenme kayıpları ve seri diyot kullanımından kaynaklanan kayıplar diğer tiplere oranla nispeten büyüktür.
- ▶ Bu nedenle büyük güçlerdeki uygulamalarda dizi evirici yöntemi daha çok tercih edilir.

Evirici Yapıları

- ▶ Bu yöntemde istenen güç değerine uygun sayıda güneş paneli seri bağlanarak dizi eviricinin girişine uygulanır.
- ▶ Merkezi eviricilere göre daha verimli ve performanslı olmasına rağmen uyumsuzluk ve kısmi gölgelenme kayıpları devam etmektedir.
- ▶ Merkezi ve dizi tip eviriciler genellikle 3 fazlı ve büyük güçlü sistemlerin tasarımında kullanılmaktadır. Yüksek güçlü devrelerde kullanılan anahtarlama elemanları ve elektronik malzemelerin fiyatları yüksek olmakla birlikte zaman zaman temin noktasında da sıkıntılar yaşanmaktadır.

Evirici Yapıları

- ▶ Ayrıca merkezi ve dizi tip eviricilerde meydana gelebilecek herhangi bir arıza durumunda eviriciye bağılı olan tüm paneller devre dışı kalacağından enerji sürekliliğı sağlanamamaktadır.
- ▶ Maliyet, ürünlere erişim ve enerji sürekliliğı noktasında yaşanan sıkıntılar mikro evirici teknolojisine yönelimi artırmıştır.



Mikro Evirici Yapıları

- ▶ Mikro evirici yönteminde her güneş panelinin kendine ait bir eviricisi bulunmaktadır.
- ▶ Bu evirici yapısı içerisinde ayrıca panelin maksimum güç noktasını takip eden bir MPPT ve DC/DC konvertör bulunmaktadır.
- ▶ Mikro eviriciler tek bir panelin gücü esas alınarak tasarlandıkları için küçük güçlüdürler.
- ▶ Bu sebeple mikro eviricilerin tasarım maliyeti, yüksek güçlü eviricilerin tasarım maliyetine göre oldukça düşüktür.

Mikro Evirici Yapıları

- ▶ Ayrıca meydana gelebilecek herhangi bir arıza durumunda sadece arızalı modülün bağlı bulunduğu panel devre dışı kalarak diğer modüllerin çalışmasına engel olmayacaktır.
- ▶ Mikro evirici tasarımı DC tarafta herhangi bir kablolama ve bağlantı gerektirmediği gibi tek bir modülle bile enerji üretilmesini mümkün kılan bir esnekliğe sahiptir.
- ▶ Ayrıca her modül kendi içerisinde kontrol edildiğinden uyumsuzluk ve kısmi gölgelenme kayıpları oldukça düşüktür.

Sonuç ve Öneriler

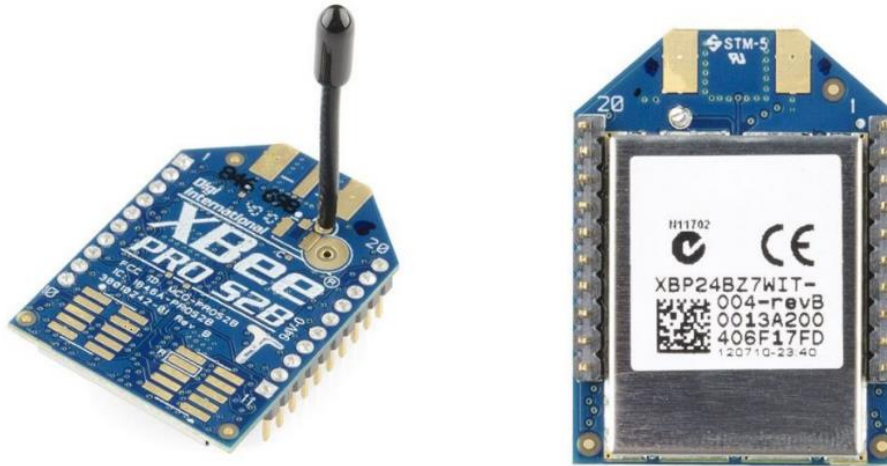
- ▶ Tasarımı ve uygulaması gerçekleştirilecek sistem ile fotovoltaik modüllerin birbirleri ile ve yönetim kartı vasıtasıyla bilgisayar ile haberleşmesi sağlanarak akıllı şebekelerde kullanılabilecek yüksek verimli, şebeke etkileşimli mikro evirici tasarımı gerçekleştirilecektir.
- ▶ Modül bazında herhangi bir sınırlama içermeyen bu yaklaşım temiz enerji kullanımını artıracığı gibi enerji verimliliğini de artırarak ülke ekonomisine fayda sağlayacaktır.

Sonuç ve Öneriler

- ▶ Sistemin arıza ve rutin çalışma durumları da dahil olmak üzere tüm parametrelerinin anlık olarak kaydedilmesi, yönetilmesi ve izlenebilmesi için bir bilgisayar programı tasarlanacaktır.
- ▶ Elde edilecek büyük miktarda verinin işlenmesi, kaydedilmesi, depolanması ve güvenliğinin sağlanması için çeşitli veri yönetim algoritmaları kullanılacaktır.

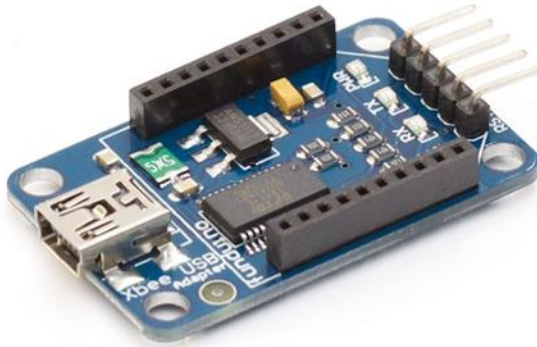
Sonuç ve Öneriler

- Sistemin haberleşmesi için Zigbee modülleri kullanılacaktır. XBee Pro Digi firması tarafından yeni kullanıma sunulan XBP24-BZ7WIT-004 modülü ile çalışılması düşünülmektedir.



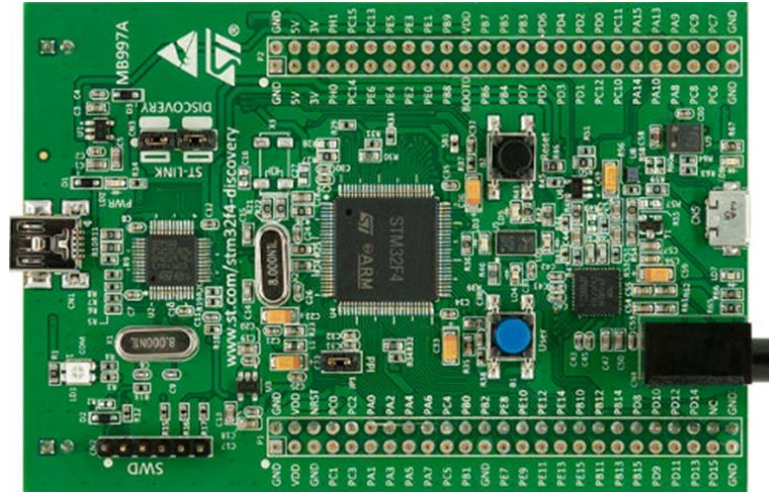
Sonuç ve Öneriler

- Zigbee modüller düşük enerji tüketimine ve uygun fiyata sahiptirler. Zigbee modülün bilgisayar ve mikrokontrolör ile bağlantısı sağlamak için XBee Explorer Dongle kartı kullanılması gerekmektedir. XBee Explorer Dongle, FT232RL USB-Seri TTL dönüştürücü mantığı ile çalışmaktadır.



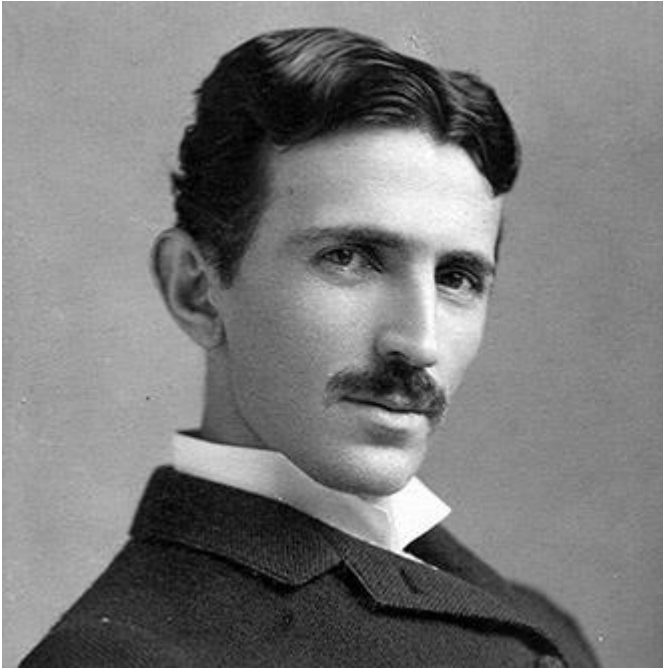
Sonuç ve Öneriler

- Sistem genelinde STM32F4 Discovery mikrokontrolör kullanılacaktır. Bu mikrokontrolör LQFP100 paket yapısında 32-bit ARM Cortex®-M4 FPU çekirdeğe sahip olup 1 Mbyte Flash Bellek ve 192 Kbyte RAM özelliklerindedir. Matlab Simulink ortamından doğrudan programlanabilen STM32F4 Discovery mikrokontrolör oldukça esnek ve hızlı çalışma yapısı nedeniyle tercih edilmiştir.



*«İnsan imkansızı başarabilir sözü yetersizdir.
Çünkü insan imkansızın da ötesine ulaşabilir.»*

Nikola TESLA



Teşekkürler