



Akıllı Şebekeler ve Mikro Şebekelerde Enerji Depolama Teknolojileri

Öğr. Gör. Behçet KOCAMAN
Bitlis Eren Üniversitesi

SUNUM İÇERİĞİ

1. GİRİŞ
2. AKILLI ŞEBEKE NEDİR?
3. ENERJİ DEPOLAMAYI ZORUNLU KILAN NEDENLER
4. ENERJİ DEPOLAMA TEKNOLOJİLERİ(EDT)
 - 4.1. ELEKTRİKSEL EDT
 - 4.2. MEKANİKSEL EDT
 - 4.3. KİMYASAL EDT
 - 4.4. ISIL(TERMİK) EDT
5. SONUÇLAR

1. GİRİŞ

Avrupa Birliği Komisyonunun belirlemiş olduğu 20-20-20 hedefinde, 2020 yılında ;

1. Toplam enerji üretiminin % 20'sini yenilenebilir kaynaklardan elde etmek,
2. Sera gazı emisyonunu %20 azaltmak ,
3. Enerji verimliliğini %20 artırmaktır (enerji tüketimi %20 azaltmak).

Bu hedefler doğrultusunda, Avrupa Birliği ülkeleri ve aday ülkeler, geleceğin şebekesi olan akıllı şebekeler için alt yapı çalışmalarına başlamışlardır.

2. AKILLI ŞEBEKE NEDİR?

Akıllı şebekeler; son yıllarda önem kazanan konulardan olup, elektrik şebekesine çift yönlü etkin bir iletişim altyapısı ekleyen şebeke güncellemesidir.

Akıllı şebekeler, doğayla dost bir teknoloji olmasının yanında, sabit ve gezgin enerji depolamasında ve dağıtık yenilenebilir enerji kaynaklarında aktif rol alır.

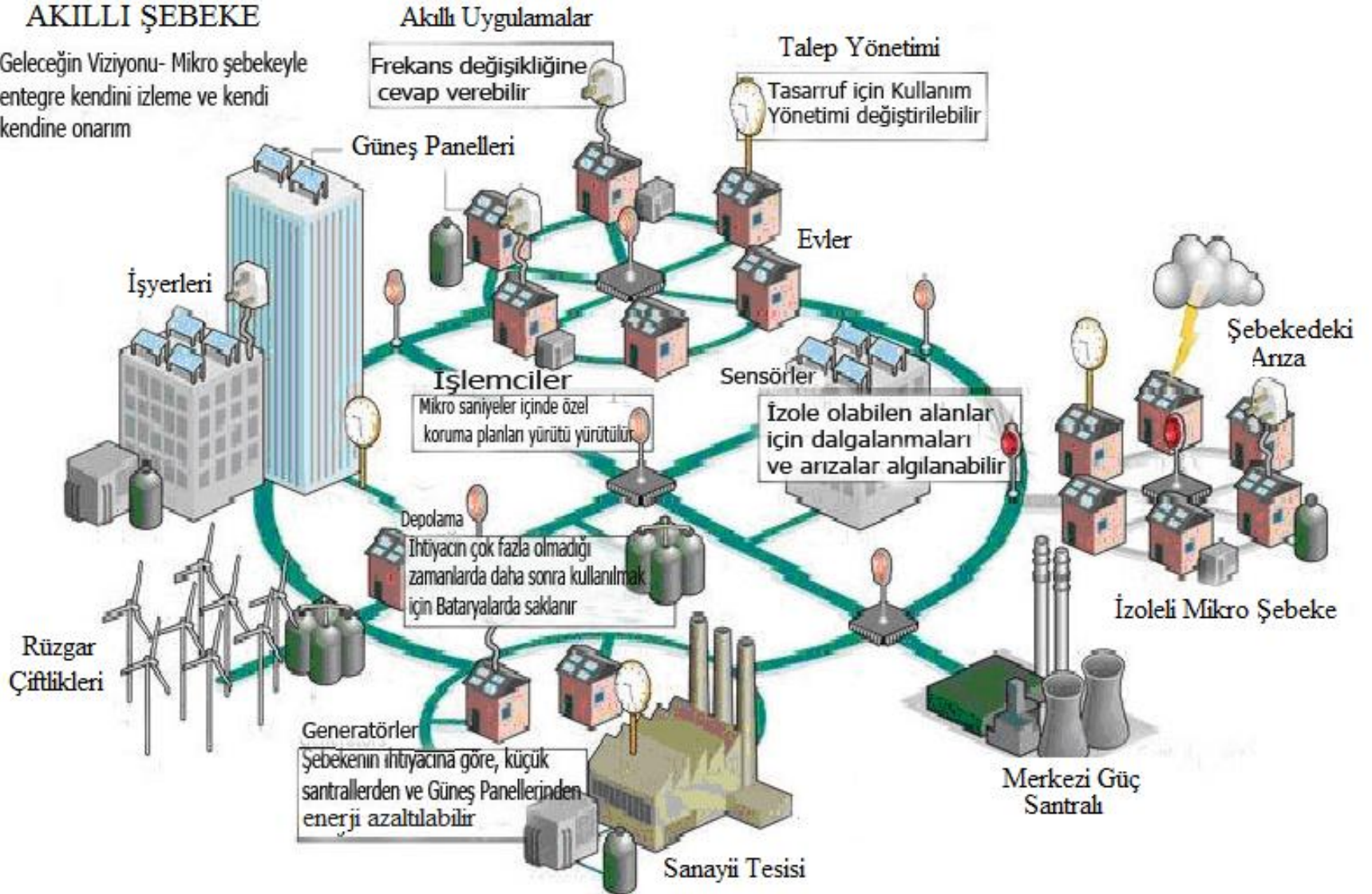
Yenilenebilir enerji kaynaklarının tüketim merkezlerine uzak olması, düzenli olmaması ve hava tahminin yeteri kadar doğru yapılamaması nedeniyle, enerji depolama sistemlerinin de önemi giderek artmıştır.

Akıllı şebekelerin üç temel hedefi şunlardır:

1. Şebeke kapasitesini optimize etmek için elektrik enerjisinin arz ve talep tarafını daha iyi dengelemek, yük eğrisinde günlük dalgalanmaları önleyerek, “yük faktörünü” maksimize etmek.
2. Üretim ve iletim kısıtlamalarından dolayı oluşan enerji maliyetlerindeki oynamaları düzenlemek.
3. Son kullanıcı tarafında daha fazla dağıtılmış üretim (yenilenebilir veya konvansiyonel) ve enerji depolamaya olanak tanıyan mikro şebekelerin kurulması.

AKILLI ŞEBEKE

Geleceğin Vizyonu- Mikro şebekeyle entegre kendini izleme ve kendi kendine onarım



Mikro şebeke uygulamaları ve yenilenebilir enerji kaynaklarından güç üretiminin yaygınlaşmasıyla birlikte, artan güç talebini karşılamak için enerji verimliliğinin yanında gerekli enerji tamponu olarak görev yapacak sistemler ve enerji depolama teknolojileri oldukça önem kazanmıştır.

3. ENERJİ DEPOLAMAYI ZORUNLU KILAN NEDENLER

1. Modern enerji sistemleri arz güvenilirliği,
2. Sistem stabilitesinin sağlanması,
3. Enerji kaynaklarının daha verimli kullanılması,
4. İletim / dağıtım problemlerinin azaltılması,
5. Maliyetlerin minimize edilmesi.

Enerji depolama, pik yük talebinin olduğu anlarda depolanan elektrik enerjisini kullanan acil sistem teknolojileri olup, elektrik güç sistemlerini iyileştirmede, yenilenebilir elektrik üretimini artırmak ve ulaştırma sektöründe petrol türevi yakıtlara alternatifler sunmak için büyük bir potansiyele sahiptir.

Bu teknolojiler; elektrik şebekelerinin üretim, iletim ve dağıtım aşamalarında farklı uygulamaları olup, akıllı şebekelerin önemli bir bileşenidir.

Akıllı ve mikro şebekelerde kullanılan enerji depolama teknolojileri; elektrik üretim ve dağıtım şirketleri, tesis işletmecileri ve elektrikli araç üreticileri için oldukça önemli bir ilgi alanıdır.

Büyük miktarlarda enerjinin depo edilebilmesi, elektrik şirketlerinin operasyonları için büyük bir esneklik sağlayabilir. Çünkü bu sayede, talep edilen enerjinin aynı anda üretilmesine gerek kalmaz.

4. ENERJİ DEPOLAMA TEKNOLOJİLERİ

Elektrik enerjisinin ucuz olarak direkt depolanması kolay olmamasına rağmen, ihtiyaç olduğunda elektrik enerjisine dönüştürüp kullanılmak üzere farklı formlarda depolanabilir. Enerjinin depolanması için geliştirilen başlıca teknolojiler şunlardır.

1. Elektriksel enerji depolama,
2. Mekaniksel enerji depolama,
3. Kimyasal enerji depolama,
4. Isıl enerji depolama.

Tüm enerji depolama teknolojilerinde; depolama kapasitesi, enerji kullanabilirliği, deşarj süresi, verimliliği, dayanıklılığı ve bağımsızlığı gibi parametreler gereklidir.

ENERJİ DEPOLAMA TEKNOLOJİLERİNİN FAYDALARI

1. Gerilim düşmesi ve kesintiler gibi güç kalitesi problemlerinin hem sistem hem de ekipman düzeyinde ele alınan çözümlerinde büyük önem taşımaktadır.
2. Sistem verimliliğini artırmaktadır.
3. Yenilenebilir enerji kaynaklarının entegrasyonuna olanak vermektedir.
4. Şebeke kararlılığını ve enerji güvenliğini artırmaktadır.
5. Sera gazı emisyonu azaltmaktadır.

Enerji depolama teknolojileri (EDT); talep ve fiyattaki saatlik değişimler gibi bazı kritik özellikleri ile başa çıkmak için mükemmel yetenek göstermektedir. EDT, aşağıda belirtilen farklı kullanımları destekleyebilir.

- a. Dizüstü bilgisayarlar ve cep telefonları gibi küçük veya mobil elektronik cihazlar için dahili güç olarak kullanılabilir.
- b. Ulusal elektrik şebekesi veya askeri tesisler için, bağımsız sistemler gibi, sabit elektrik üretim ve dağıtım sistemleri için enerji depolamada kullanılabilir.
- c. Kara, hava, deniz ve uzaydaki araçların güç tahriklerinde kullanılabilir.
- d. Silahların hedef ve rehberlik cihazları gibi işlemler için gerekli olan güç temininde kullanılabilir.

4.1. Elektriksel Enerji Depolama Teknolojileri

Elektriksel EDT; güç kalitesinin iyileştirilmesinde, elektrikli araçlarda ve akıllı şebekelerde uygulama alanı bulmaktadırlar. Bunlar; kapasitörler, ultra kapasitörler ve süperiletken manyetik enerji depolama teknolojileridir.

4.1.1. *Kapasitörler*

Elektrostatik formda depolanan enerjiyi, elektrik enerjisi olarak açığa çıkaran enerji depolama teknolojisidir. Bu cihazlar, olduğunu bozmadan yüz binlerce defa şarj deşarj döngüsü yapabilmektedirler. Kapasitörler, öncelikle tüketicilerin küçük elektronik cihazları için kullanılmış, ancak giderek silah ve ticari elektrikli araçların güç temini için geliştirilmektedir. Şu anda, enerji yoğunluğunu artırmak araştırma hedefleri arasındadır.

4.1.2. *Ultra Kapasitörler/Süper Kapasitörler*

Ultra kapasitör veya süper kapasitör olarak adlandırılan büyük kapasite değerine sahip kondansatörler günümüzde yeni bir enerji depolama elemanı olarak kullanılmaya başlanmıştır. Ultra kapasitör ile oluşturulan enerji depolama sistemi, enerji tamponu görevi dışında aynı zamanda şebekenin güç kalitesinin iyileştirilmesini de sağlamaktadır. Birkaç milisaniyeden birkaç dakikaya kadar yüksek güç deşarjı gerektiren tüm uygulamalar için, ultra kapasitör kullanımı uygun olmaktadır. Ultra kapasitörler, kimyasal bir reaksiyon olmadan doğrudan elektriği depolayabildiklerinden çok kısa sürede şarj ve deşarj olabilmektedir.



58 F kapasitesi ile 15 V
ultra-kapasitör paketi



Ultra-kapasitör paketleri

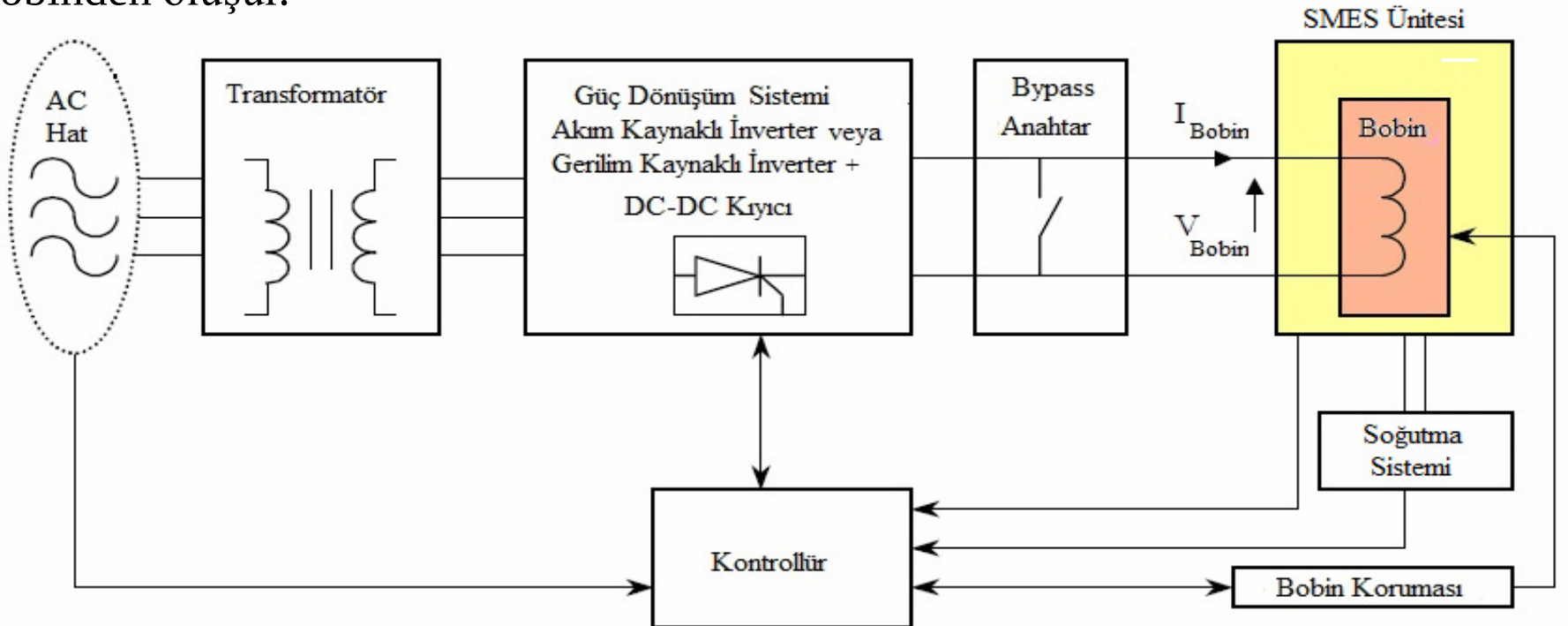
Ultra kapasitörlerin en önemli üstünlükleri, uzun işletim ömürleri, esnek gerilim düzeyi, yüksek akım gücü olarak sayılabilir.

Ultra kapasitörler, çok yüksek güçleri çok hızlı depolayıp geri verebildikleri için özellikle güç sistemlerinde meydana gelen gerilim çökmesi veya kısa süreli kesintiler gibi geçici durumların giderilmesinde önemli görevler alabilmektedir.

Ayrıca kesintiler sırasında yaşanan geçişlerde gerilim kararlılığını sağlayabilmektedir.

4.1.3. Süperiletken Manyetik Enerji Depolama (SMES, Superconduction Magnetic Energy Storage)

Süperiletken manyetik EDT; en önemli enerji depolama tekniklerinden biridir. Bu teknolojilerde enerji, halka şeklinde sarılmış süperiletken tellerden oluşan bir bobinden oluşur.

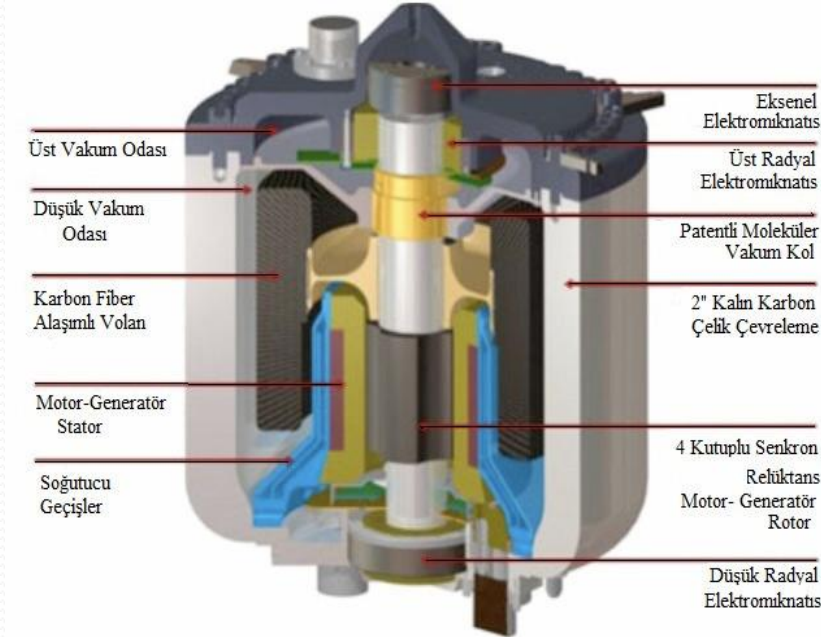


4.2. Mekaniksel Enerji Depolama Teknolojileri

Mekaniksel EDT, potansiyel ve kinetik enerji olarak depolama yapmaktadırlar. Bunlar; volan enerji depolama, pompalı hidroelektrik depolama ve sıkıştırılmış hava ile enerji depolama teknolojileridir.

4.2.1. Volanlar(Flywheels):

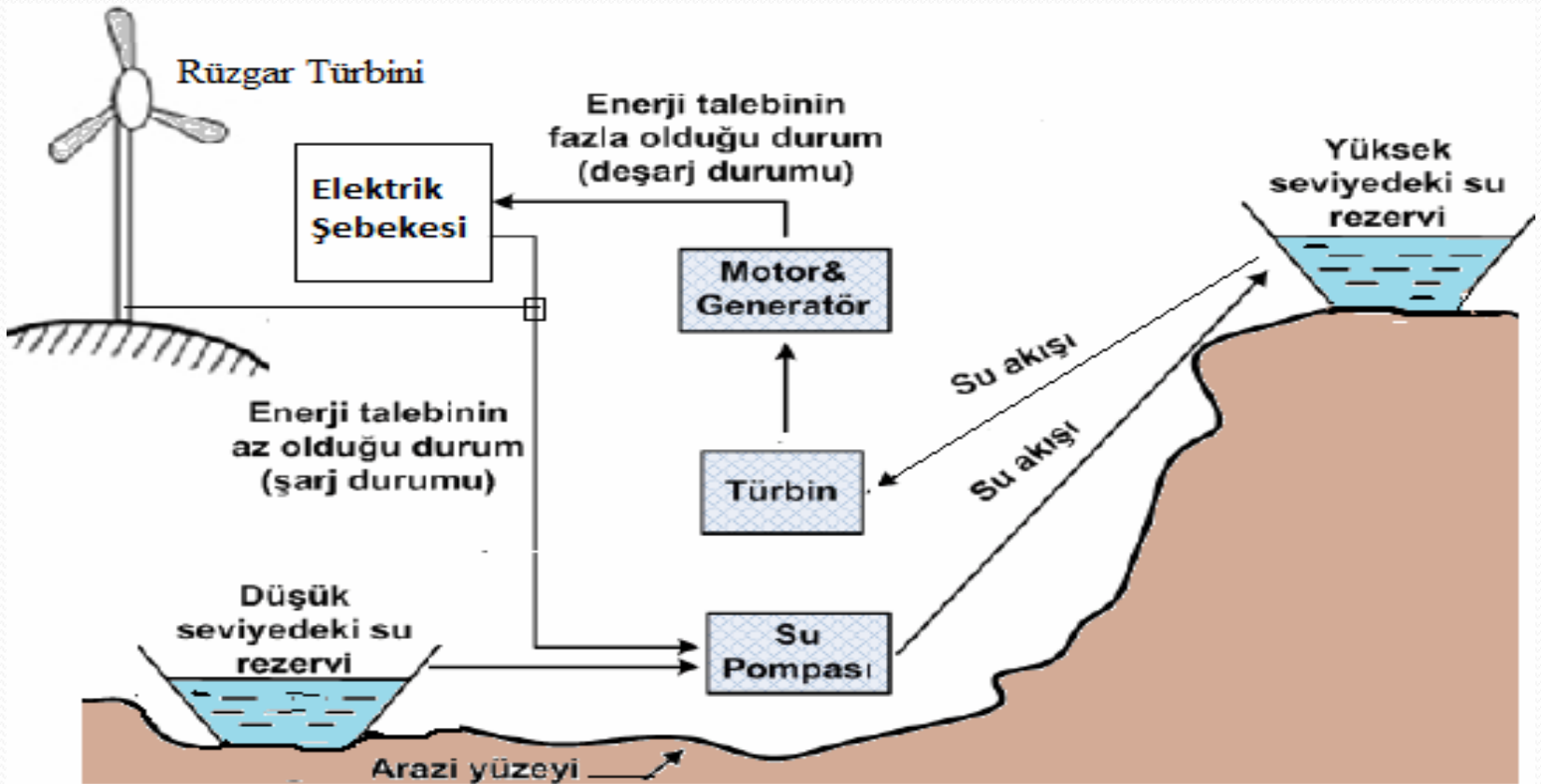
Volanlar; en eski enerji depolama teknolojilerinden biridir. Sistem enerjisini, yüksek devir sayısı ile dönen bir rotorun sağladığı atalet ile depolar.



Volan enerji depolama ünitesinin kesit şeması

4.2.2. Pompalı Hidroelektrik Depolama:

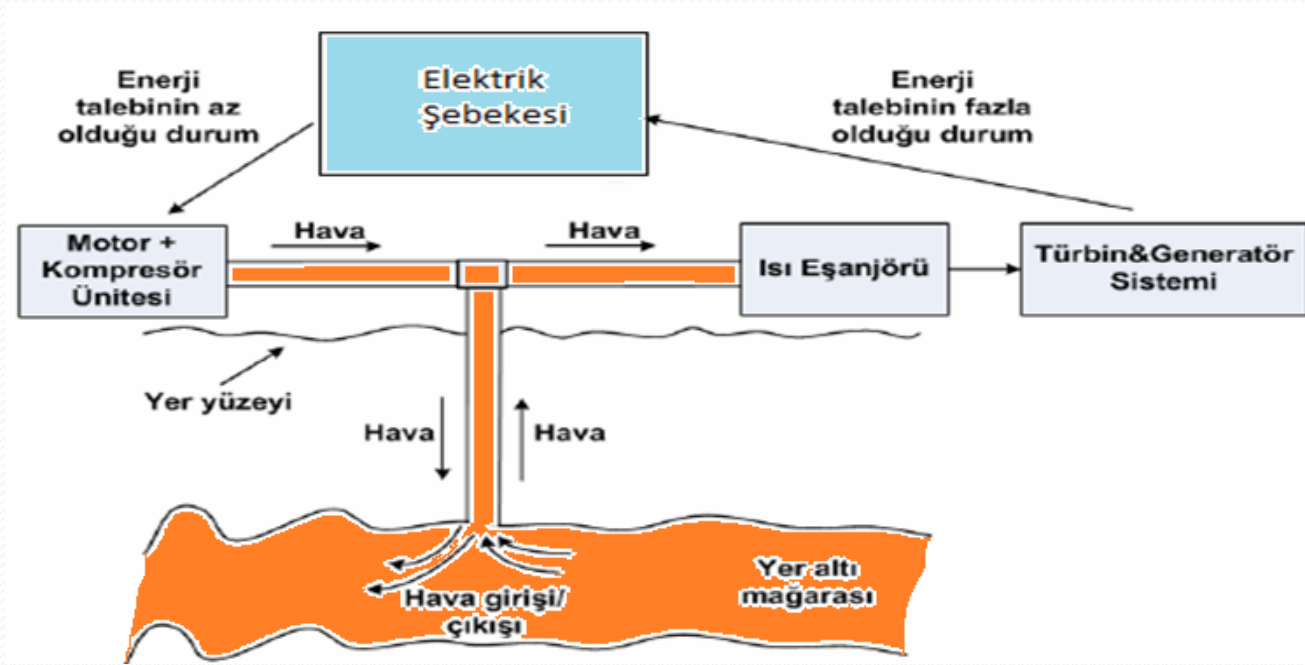
Pompalı hidroelektrik depolama yönteminde, suyun düşük seviyedeki bir rezervuardan daha yüksek seviyedeki rezervuara pompalanarak potansiyel enerjinin depolanmasıdır.



Pompalı hidroelektrik enerji depolama akış diyagramı

4.2.3. Sıkıştırılmış Hava ile Enerji Depolama (CAES, Compressed Air Energy Storage)

Elektriğin fazla ve ucuz olduğu saatlerde, kompresör çalıştırılarak ortamdaki hava yeraltındaki geçirimsiz mağaralarda sıkıştırılarak depolanmakta, ihtiyacın olduğu saatlerde ise basınçlı hava ile türbinler çalıştırılarak elektrik üretilmektedir.



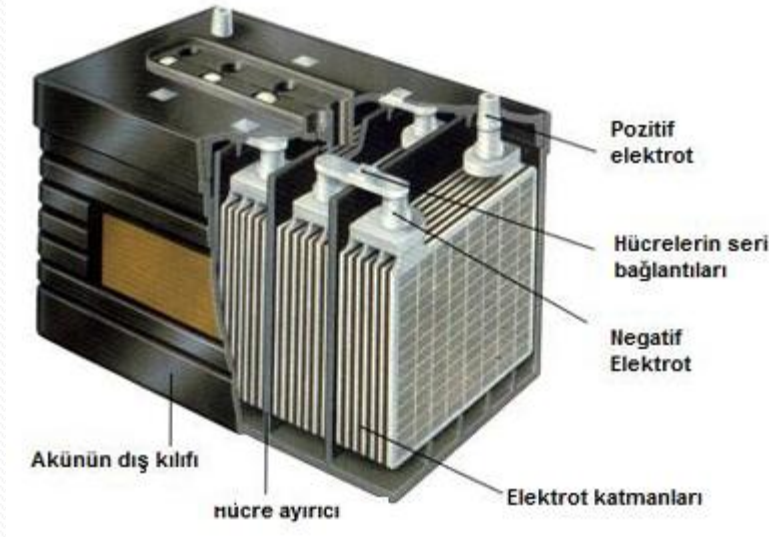
Sıkıştırılmış hava enerji depolama akış diyagramı

4.3. Kimyasal Enerji Depolama Teknolojileri

4.3.1. Şarj Edilebilir Piller

4.3.1.1 Gelişmiş Kurşun-Asit Piller

Bu piller, araç motorlarını çalıştırmada güç sağlamak için kullanılan 100 yıllık pillerin gelişmiş versiyonlarıdır. Bu pillerde, anot olarak kurşun, katot olarak kurşun dioksit ve elektrolit olarak sülfürik asit kullanılır. Bunlar, sabit depolama kullanımlar için uygun olup ticari olarak mevcuttur. Ancak, diğer hedefler arasında faydalı deşarj ve şarj edilebilir şeklinde araştırılmaktadır.



Kurşun-Asit Pil

4.3.1.2 Akış Piller

Bunlar, sabit depolama sistemlerinde kullanılmaya aday olup, ticari olarak mevcuttur, çoğu türü de araştırılmaktadır.

4.3.1.3. Lityum-yon Piller

Bu piller, sarj ve desarj sırasında katottan anoda hareket ederler. Bunlar, kişisel elektronik cihazlarında, elektrik araçları ve sabit depolama sistemleri için en popüler şarj edilebilir pillerdir. Dağıtılmış enerji kaynaklarında kullanılıp, enerji kapasitesini ile güvenliği artırmak ve maliyeti düşürmek için araştırmalar devam etmektedir.



Lityum-iyon Piller

4.3.1.4. Metal –Hava Piller

Bu pillerde; katot olarak oksijen, anot olarak ise magnezyum, demir veya lityum gibi metaller kullanılmaktadır. Bunlar, lityum-iyon pillerinden daha yüksek enerji yoğunluğu ve daha düşük maliyete sahip olup şu anda elektrik araçları ve sabit depolama için araştırılmaktadır.

4.3.1.5. Lityum-Metal Piller

Anot olarak Lityum kullanılan pillerdir. Bunlar, lityum-iyon pillerine göre, birim ağırlık başına daha büyük enerji depolama potansiyeline sahiptirler. Bu pillerin diğer potansiyel kullanımları olmasına rağmen, öncelikle elektrikli araçlar için araştırılmaktadır.



Metal –Hava Piller



Lityum-Metal Piller

4.3.1.6. Sodyum Piller

Bu pillerde, elektrod olarak sodyum veya sodyum bileşikleri kullanılmaktadır. Öncelikle sabit depolama sistemleri için uygun kabul edilir. Bazı sodyum pilleri ticari olarak mevcut olmasının yanında diğerleri araştırılmaktadır.

4.3.1.7. Nikel Kadmiyum Piller

Bu piller, sulu potasyum hidroksit elektrolit içinde bir nikel ve bir kadmiyum elektroda sahiptir. Nikel kadmiyum pilleri, kullanım olarak çok yaygın değildir ve yaklaşık olarak verimlilikleri %75'tir. Bu piller, acil aydınlatmalar, telekomünikasyon sistemi, güneş enerji istasyonlar, uzay araçları gibi çok geniş bir kullanım alanına sahiptir. Kursun asit pillerinden daha yüksek enerji yoğunluğuna ve kullanım ömrüne sahiptir. Ancak, kursun-asit pillerinden daha pahalıdırlar.



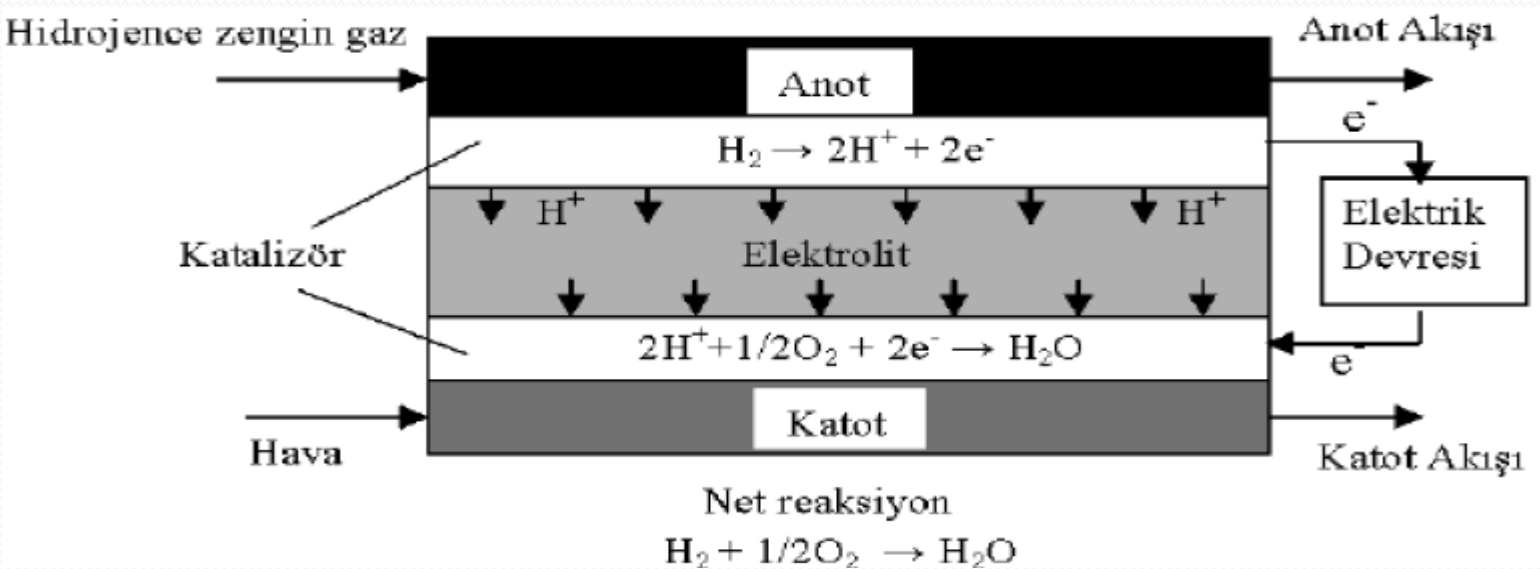
Sodyum Pil



Nikel Kadmiyum Pil

4.3.2. Yakıt Hücreleri

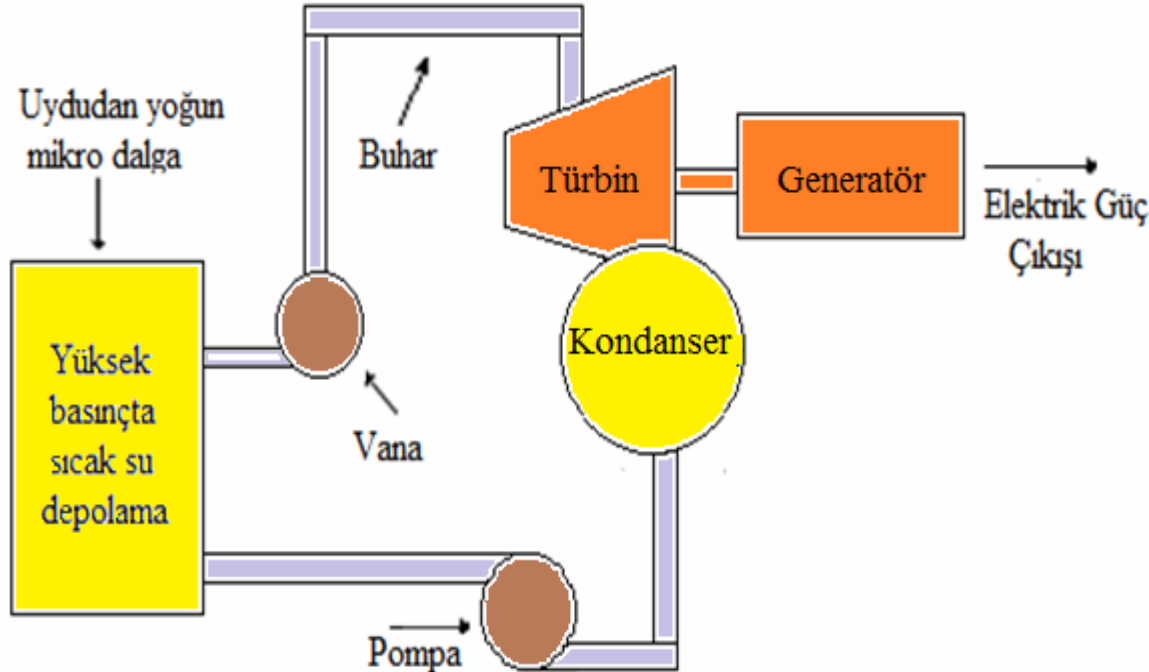
Yakıt hücresi, yakıtın enerjisini elektrokimyasal reaksiyon ile doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren bir sistemdir. Bunlar, piller gibi yakıt ve yakıcılarını bünyelerinde barındırmazlar. Bunun yerine bu iki kimyasalı depo edildikleri harici bir kaynaktan sürekli olarak alırlar. Özgül enerji değeri açısından pillerden daha yüksek bir değeri sağlayabilirken, özgül güç bakımından daha kötü bir değere sahiptir. Bunun da ötesinde, yakıt hücreleri oldukça pahalıdırlar ve yük değişimlerine hızla adapte olamamaktadırlar.



Yakıt hücresi yapısı

4.4. Isıl (Termal) Enerji Depolama Teknolojileri

Isıl enerji depolaması, enerjinin elde edilmesiyle, talep arasındaki fark ve yer-zaman arasındaki uyumsuzluğu gideren, hem ısıtma hem de soğutma için çözümler veren bir sistemdir.



ENERJİ DEPOLAMA TEKNOLOJİLERİ (EDT)	UYGULAMALAR
Elektriksel (Süper kapasitör/Ultra kapasitör) Kimyasal (Yakıt hücreleri, kurşun - asit pilleri, Lityum-iyon pilleri, Metal hava pilleri, Nikel kadminyum pilleri)	Elektrikli Araçlar
Elektriksel (Süper kapasitör/Ultra kapasitör, Mikro Süperiletken manyetik enerji depolama-SMES, Geniş SMES) Mekaniksel (Yüksek güç volanlar, pompalı hidroelektrik, Sıkıştırılmış hava enerji depolama(CAES) Isıl enerji depolama Kimyasal (Sodyum Sülfür-NaS pilleri, Kurşun-asit pilleri, Lityum-iyon pilleri, Metal hava pilleri, Nikel kadminyum-NiCd pilleri, Yakıt hücreleri, Akış Çinko bromür-ZnBr)	Akıllı Şebekeler
Kimyasal (Kurşun-asit pilleri, Lityum-iyon pilleri, Metal hava pilleri, Yakıt hücresi Isıl enerji depolama	Bina ve Evler

5. SONUÇLAR

Güneş ve rüzgar gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının değişken elektrik çıkışlarından dolayı, çoğu zaman enerji taleplerine direkt cevap vermemektedir. Bu da yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji üretimine sınırlı katkıda bulunduğunu göstermektedir. EDT, farklı yenilenebilir enerji kaynaklarıyla güç **sisteminin verimliliği içinde güvenilirlik ve kaliteyi sağlamada** elektrik şebekesine entegre edilmiş olmasından dolayı bu problemler için bir çözümdür. Elektrik, EDT ile enerji fiyatlarının düşük olduğu zamanlarda depolanıp, enerji fiyatlarının yüksek olduğu zamanlarında kullanılarak **enerji maliyetlerini azaltır**. Doğal afetlerden dolayı, elektrik şebekelerinde meydana gelen arızalarda, güç kaynağının güvenilirliğini artırmak için **kullanıcılara destek sağlar**. Ayrıca şebekelerin frekans ve gerilimlerini koruyarak güç kalitesini geliştirmektedir. Bunlardan dolayıdır ki; elektrik enerjisi depolama teknolojileri, **akıllı şebekelerin geliştirilmesinde en önemli unsurlardan biridir**. Geleceğin şebekesinin çift yönlü akışlı ve akıllı şebekelere dönüşeceği göz önüne alınırsa, enerji depolama teknolojilerinin akıllı ve mikro şebekelerdeki yeri daha iyi anlaşılabacaktır.

İLGİNİZ İÇİN TEŞEKKÜRLER...

Behçet KOCAMAN
bkocaman1@gmail.com