

ENERJİ DEPOLAMA YAZI DİZİSİ-1

Gözde DEMİRSOY - *Elektrik Elektronik Mühendisi & Enerji Sistemleri Yüksek Mühendisi*

gozde.demirsoy@gmail.com

1.GİRİŞ

Gelişen teknoloji, artan nüfus, refah düzeyi ve sanayileşme neticesinde dünyada ve Türkiye’de enerjiye duyulan ihtiyaç ve enerji tüketimi artmıştır. Enerji kaynaklarının hızla azalması, fosil yakıt rezervlerinin sınırlı ve yakın gelecekte de tükenecek olması artan enerji ihtiyacının kıt kaynaklarla karşılanmasını mümkün kılmamakta ve enerji arzı ile talep arasındaki farkı giderek büyötmektedir. Dolayısıyla, enerji ihtiyacının karşılanması için mevcut enerji kaynaklarının daha etkili bir şekilde kullanılması, ayrıca enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi ve yenilenebilir enerji kaynaklarının sisteme daha çok entegrasyonunun sağlanarak ilgili kaynaklardan daha fazla istifade edilmesi gerekliliği doğmuştur.

Bu noktada, söz konusu zaruriyet farklı arayışlara da neden olmuş ve beraberinde enerji dönüşümünü getirmiştir. Dönüşüm kapsamında geleneksel merkezi elektrik şebekesinin yerini yerinden üretim (dağıtık üretim) yaklaşımı almaya başlamıştır. Yeni şebeke anlayışında geleneksel olarak büyük enerji santrallerindeki üretimin küçük tüketicilere dağıtımının yerini, küçük çaplı yenilenebilir enerji üretimi, enerji depolama ve esnek talep yönetimi sayesinde tüketim noktasındaki artan üretim almaktadır. Yeni nesil enerji üretim yaklaşımında ise akıllı şebekeler, bölgesel yenilenebilir enerji santralleri, hem üreten hem tüketenler (prosumer), yüksek verimli sanayi süreçleri, veri yönetimi ve kontrolü ile enerji depolama öne çıkmaktadır.

Enerji depolama, son zamanlarda üretim, tüketim ve günlük hayatın her aşamasında hızla yaygınlaşan bir uygulama haline gelmiştir. Depolama sistemleri, enerji sektöründe şebekele- rin daha etkin, verimli, kararlı ve güvenilir çalışmasını sağlarken aynı zamanda düşük karbon emisyonu ve maliyet avantajları sunmaktadır. Bununla birlikte, şebeke frekans kararlılığını sağlamak, ani güç değişimleri ve gerilim dalgalanmalarını dengelemek gibi yan hizmetlerde de kullanılmaktadır [1,6].

Bu yazı dizisinde, yakın bir zamanda anahtar teknoloji konumuna gelecek enerji depolama hususu panoramik bir bakış ile ele alınmıştır. Enerji depolama teknolojilerinin geçirdiği dönüşüm, makro çerçevede güncel ve güvenilir ulusal ve uluslararası yayınlar ile kurum verileriyle ortaya konmuştur.

2.TANIM VE AMAÇ

Enerji depolama, değişken kaynaklar ile yükler arasındaki bir mekanizma olup herhangi bir zamanda üretilen enerjinin daha sonra yeniden kullanılmak üzere çeşitli formlarda depolanması veya saklanmasıdır [1].

Enerji depolama; bir yandan enerjinin kullanıldığı yerlerde oluşan atık enerjiyi (sanayi ve endüstrideki atık ısının depolanması gibi) öte yandan yalnızca belirli zamanlarda enerji üretebilen yenilenebilir enerji kaynaklarının enerjisini depolayarak enerji arzı ile talebi arasındaki olası farkı azaltmayı amaçlamaktadır [2].

3.TARİHÇE

Enerjinin depolanması fikri, uzun yıllar önce- sine dayanmaktadır. Nitekim elektrik depolama konusunun temelleri 18. yüzyılın başlarında atılmıştır. 1780’lerde İtalyan fizikçi Luigi Galvani, “hayvan elektriği” alanında araştırmalar yapmış ve hayvan bedenindeki kas ve sinir hücrelerinin elektrik ürettiğini keşfetmiştir. İtalyan fizikçi ve kimyager Alessandro Volta ise 1799’da elektriğin kimyasal olarak üretilebileceğini kanıtlayarak ilk pili icat etmiştir. 1836’da piller telgraf ağlarında kullanılmaya başlanmış ve 1800’lerin sonuna gelindiğinde alkali pilin icadıyla birlikte nikel-demir hücreleri kullanılarak ilk elektrikli araçların temeli atılmıştır [1].

Yüksek teknoloji görünümüne rağmen yakıt hücreleri bilim adamları tarafından 150 seneyi aşkın bir süredir bilinmektedir. Nitekim, yakıt pili teknolojisinin ilk olarak Sir William R.Grove tarafından 1838 yılında tarafından keşfedildiği kabul edilmektedir [3]. William Grove, elektroliz sürecini ters çevirerek elektrik ve su üretilabileceğini

öne sürmüş olup geliştirdiği yakıt pili sisteminde elektrolit olarak seyreltik sülfürik asit, oksitleyici etken olarak oksijen ve yakıt olarak hidrojen kullanılmakta idi [4]. 1800'lerde gelip geçici bir heves olarak düşünülmesine rağmen yakıt hücreleri özellikle 2. Dünya Savaşı'ndan sonra yoğun bir araştırma ve geliştirme faaliyetlerinin konusu olmuştur [3].

Enerji depolama olarak volan ise ilk olarak 1883 yılında askeri uygulama için John Howell tarafından geliştirilmiştir [5].

Bununla birlikte, pompajlı hidro enerji depolama (pompaj depolamalı hidroelektrik santral (PDHES)) 1907 yılında İsviçre'de ilk olarak Eawagewither pompajlı hidro depolama tesisinde kullanılmıştır [5]. Amerika Birleşik Devletlerinde pompalı hidro enerji depolamayla ilgili yapılan uygulamalar ise 1930'lu yıllara kadar uzanmaktadır [1].

4.ENERJİ DEPOLAMA TEKNOLOJİLERİNİN KULLANIM AMAÇLARI VE KULLANILDIĞI ALANLAR

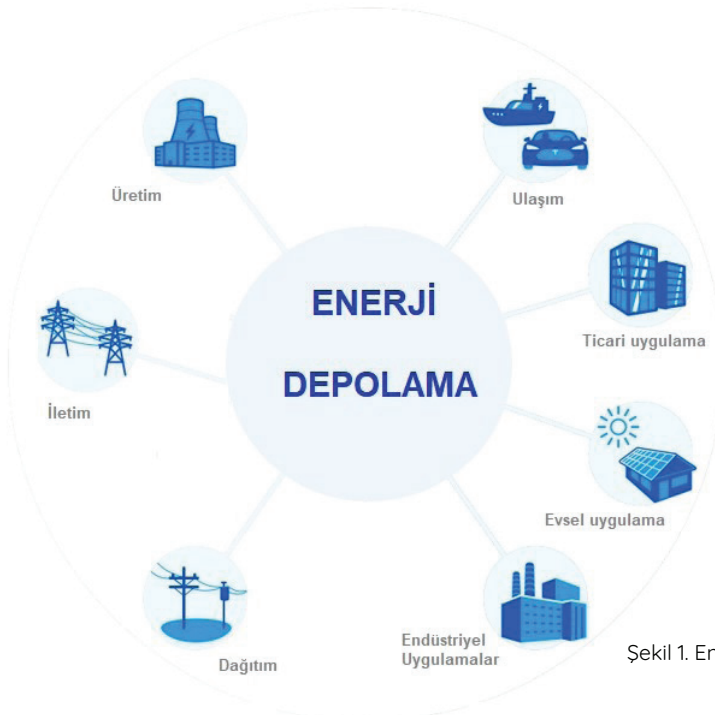
Enerji depolama, kesintili ve değişken nitelikli yenilenebilir enerji kaynaklarının sürekliliğini sağlayarak söz konusu kaynakların kullanımını artırmaktadır. Bununla birlikte, mevcut enerji sistemlerinin verimli ve etkili kullanımına katkıda bulunarak etkinliklerini artırmaktadır. Dolaylı olarak da enerji tasarrufu sağlamakta, maliyetlerin ve çevreye verilen zararın azaltılmasına

yardımcı olmaktadır [2,6-7].

Enerji depolamanın genel kullanım amaçları ise aşağıda sıralanmıştır [8].

1. Enerji kalitesinin sürekliliğini sağlamak (saniye veya daha kısa süre mertebesinde)
2. Farklı enerji üretim merkezlerinin kesme ve/veya devreye almalarında enerjinin sürekliliğini devam ettirmek (saniyelerden dakikalar mertebesine kadar)
3. Enerji yönetimi gerçekleştirmek (Elektrik enerjisi temin zamanı ile talebi arasında doğabilecek farkı gidermeye yönelik yapılmaktadır. Şöyle ki, enerjinin üretim fazlası olduğu (ucuz olduğu) zamanlarda depolanarak ihtiyaç zamanlarında kullanılmasıdır. Söz konusu durum, belli bir süre için şebekeden bağımsız enerji kullanımına imkan vererek enerji üretimi ve tüketiminin etkin bir şekilde kontrolünü sağlamaktadır.)

Enerji depolama teknolojilerinden çeşitli sektörlerde değişik uygulamalarda yararlanılmaktadır. Şekil 1'de görülmektedir. Depolama sistemleri; güç üretim sistemlerinde, endüstriyel uygulamalarda, mobil elektronik cihazlarda, otomotiv sektöründe, bağımsız elektrik sistemleri veya şehir şebekesi uygulamalarında, küçük güçlü acil durum sistemlerinin beslemesinde, kara, deniz, hava ve uzay araçlarının güç tahrik sistemlerinde ve güç kalitesinin kontrol edilmesine yönelik uygulamalarda kullanılmaktadır [6-7].

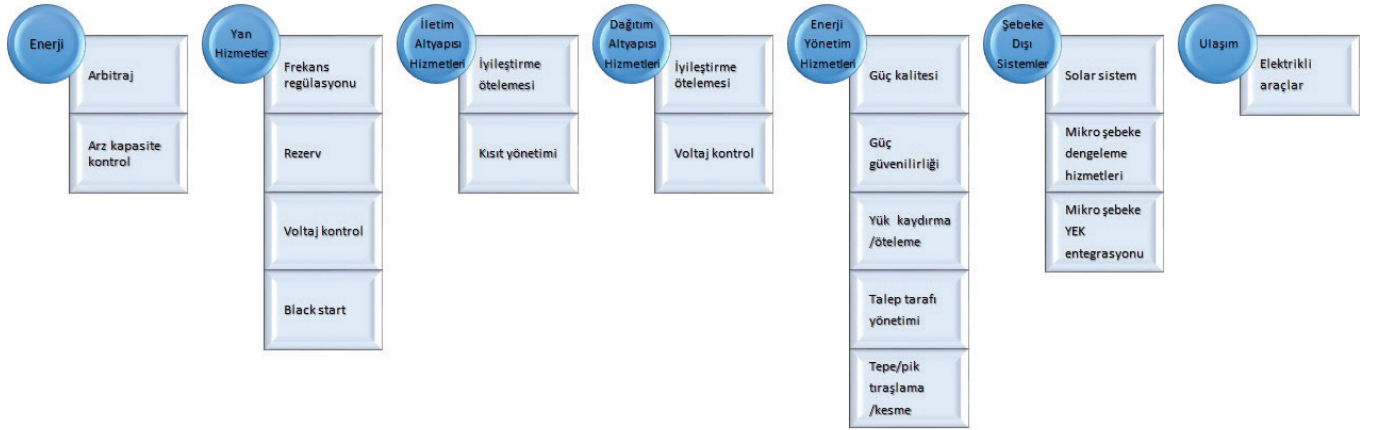


Şekil 1. Enerji depolama teknolojilerinin kullanım alanları

4.1. Enerji Depolama Sistemlerinin Şebeke Üzerindeki Uygulamaları

Enerji depolama teknolojileri birçok alanda önemli faydalar sağlamakta olup söz konusu teknolojilere ihtiyaç duyulan alanlar Tablo1’de özetlenmiştir [8].

• Enerji talebinin yüksek olduğu zamanlarda iletim hatlarında yaşanan yoğunluğu önlemek için tüketicilere yakın bölgelerde üretilen enerjinin depolanarak talebin söz konusu depolama sistemlerinden karşılanması, verimliliğin yanı sıra iletim hatlarının kapasitesinin efektif olarak kullanılmasını sağlamaktadır. Böylece enerji depolama sistemleri enerji iletim yönetimine katkıda bulunmaktadır.



Tablo 1. Enerji depolama teknolojilerine ihtiyaç duyulan alanlar [8]

Enerji depolamanın şebeke üzerindeki etkileri aşağıda kısaca açıklanmıştır [8].

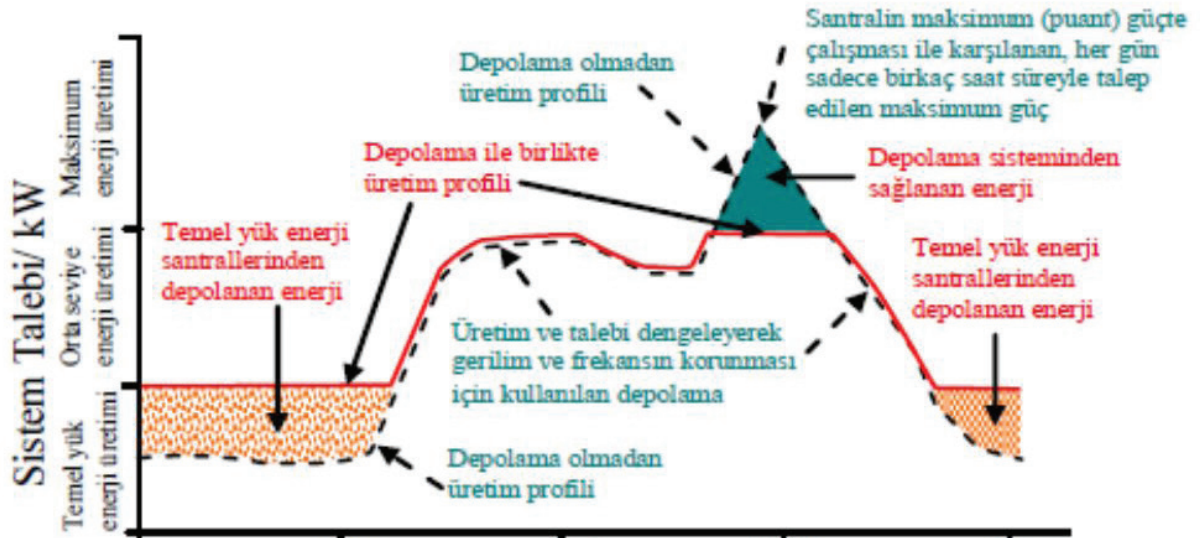
- Depolama, puant yükü karşılamak ve sıklıkla görülmeyen ani güç ihtiyaçlarını karşılamak için kullanıma hazır rezerv kapasite olması sebebiyle önemli bir esnek kapasite yöntemidir.
- Enerji arbitrajında depolama sistemleri kullanılmaktadır. (fiyat düşükken enerjiyi depolama ve fiyat yüksekken verme)
- Güç sistemi dengelemede depolamadan yararlanılmaktadır. Örneğin, regülasyon için ani devreye girip çıkabilen ve tepki süresi saniyenin altında depolama sistemleri kullanılmaktadır.
- Depolama, arıza durumunda devreye girerek sistemin kararlı çalışmaya devam etmesini sağlayabilmektedir. (arıza yedeği)
- Çeşitli enerji depolama yöntemleri sisteme reaktif güç desteği sağlayabilmekte ve gerilim kontrolüne yardımcı olabilmektedir.
- Enerji depolama sistemleri pek çok jeneratörün çalışabilmek için ihtiyaç duyduğu başlangıç gücünü karşılayarak jeneratörlerin yeniden devreye girebilmesine olanak sağlamaktadır.

• Enerji depolama sistemleri, gerilimin ve güç kalitesini arttırarak da sistemin daha kararlı olmasına yardımcı olabilmektedir.

• İşletmelerde düşük talep dönemlerinde elektrik enerjisinin depolanması, yüksek talep zamanlarında pahalı elektrik enerjisi üretilmesinin önüne geçebilmektedir.

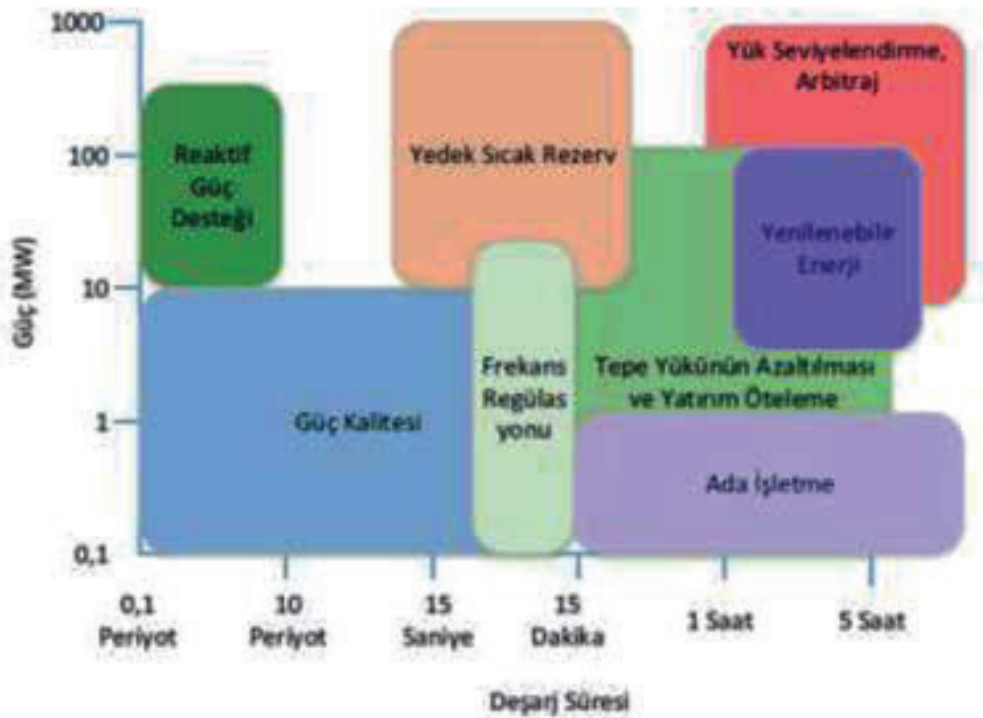
• Üretim ve yük arasındaki oluşabilecek dengesizliğin giderilmesi için kısa süreli güç desteği ve frekans regülasyonu gerekmektedir. Bu noktada enerji depolama yöntemleri sistem güvenilirliğini arttırmak için şebeke frekans desteği sağlayarak ön plana çıkmaktadır.

Üretimde enerji depolama sistemlerinin kullanımı ve bunun şebeke üzerine etkisi aşağıdaki şekilde gösterilmiştir. Şekil2’de de görüleceği üzere depolama ile sürekli ve dengeli bir şebeke oluşturmak mümkün olabilmektedir [8].



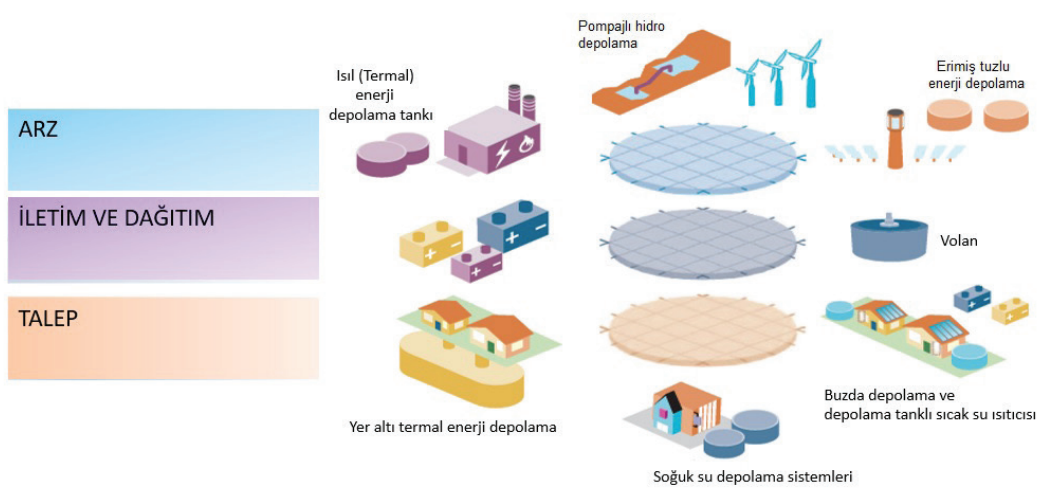
Şekil 2. Üretim tarafında enerji depolama sistemi kullanımı [8, 10]

Şebekede depolamaya duyulan ihtiyaç ve söz konusu ihtiyacın zaman ile kapasiteleri Şekil3’de verilmiştir. Elektrik enerjisinin üretim, iletim ve dağıtımında depolamaya ihtiyaç duyulmaktadır [8].



Şekil 3. Kurulu güç ve deşarj süresine bağlı enerji depolama gereksinimi [8]

Şekil4’de ise örnek bir elektrik güç sisteminde depolama teknolojilerinin varsayımsal dağıtımı görülmektedir.



Şekil 4. Bir elektrik güç sisteminde depolama teknolojilerinin varsayımsal dağıtımı [9]

5. ENERJİ DEPOLAMANIN AVANTAJLARI VE DEZAVANTAJLARI

Enerji depolama sistemleri önemli avantajlar sağlamakta olup öne çıkan avantajlar aşağıda sunulmuştur [7]:

- Enerji üreten sistemlerin dayanıklılığını ve esnekliğini artırarak sistemlerin güvenilirliğini ve sürekliliğini sağlar. Dolayısıyla sistemin ve enerjinin sürdürülebilirliğini artırır.
- Enerji arz talep dengesinde oluşan farkı azaltır.
- Şebeke gerilim ve frekans regülasyonu sağlar.
- Güneş ve rüzgar gibi kesikli yenilenebilir enerji kaynaklarından sürekli enerji üretememe sorununu azaltabilir. Böylece, söz konusu kaynakların enerji üretimindeki payı artar, fosil yakıtların kullanımı azalır, sera gazı emisyonları düşer ve dolayısıyla iklim değişikliğinin olumsuz etkileri hafifler.
- Enerji maliyetini düşürür.
- Enerji üretim santrallerinin ilk yatırım ile işletme ve bakım maliyetlerini azaltır.
- Güç kalitesinin iyileştirilmesine yardımcı olur.
- Bazı durumlarda atık enerjiyi sisteme geri kazandırdığından dolayı sistemin verimini artırarak yakıt kullanımını azaltabilir.

Enerji depolama sistemlerinin avantajlarının yanında bazı dezavantajları da bulunmaktadır [7].

- Elektrik şebekesine entegresinde ilk yatırım maliyeti yüksektir.
- Elektrik enerjisinin depolanabilmesi için bahsi geçen enerjinin farklı formlara dönüştürülmesi gerektiğinden söz konusu husus verim kaybına

neden olabilmektedir.

- Büyük ölçekli güç yönetiminde kullanılan ve uzun süreli depolama amaçlanan pompaj depolamalı hidroelektrik enerji sistemleri (PDHES) ve sıkıştırılmış hava gibi enerji depolama teknolojileri her yere kurulamamaktadır. Kurulduğu takdirde ise yüksek bir maliyet ortaya çıkmaktadır.

KAYNAKLAR

- [1]. İnternet: Elektrikli Araçlar ve Depolama Teknolojileri Bilgilendirme Notu. Web: <https://www.tskb.com.tr/uploads/file/elektrikli-aracilar-ve-depolama-teknolojileri-bilgilendirme-notu-120721.pdf> adresinden 6 Nisan 2023'te alınmıştır.
- [2]. Kozak, M., Kozak, S., 'Enerji Depolama Yöntemleri', Uluslararası Teknolojik Bilimler Dergisi, 4(2): 17-29, (2012)
- [3]. Bıyıkoglu, A., 'Yakıt Hücrelerinin Tarihsel Gelişimi, Çalışma Prensipleri Ve Bugünkü Durumu', G.Ü. Fen Bilimleri Dergisi, 16(3):523-542, (2003)
- [4]. Çavuşoğlu A., "Yakıt Pilleri Ve Kullanım Alanları", Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (2006)
- [5]. Mitali J., Dhinakaran S. and Mohomad A.A., "Energy storage systems: a review", Energy Storage and Saving, 1:166-216, (2022)
- [6]. İnternet: TÜBA-Enerji Depolama Teknolojileri Raporu. Web: <https://www.tuba.gov.tr/files/yayinlar/raporlar/T%C3%9CBA-Enerji%20Depolama%20Teknolojileri%20Raporu.pdf> adresinden 6 Nisan 2023'te alınmıştır.
- [7]. Kocaman, B. (2021). ENERJİ DEPOLAMA TEKNOLOJİLERİ. Ankara: İksad Yayınevi.
- [8]. İnternet: Enerji Depolama Çözümleri ve Genel Eğilimler. Web: https://www.emo.org.tr/ekler/da7b5bd048a3e14_ek.pdf?dergi=1210 adresinden 6 Nisan 2023'te alınmıştır.
- [9]. İnternet: Hypothetical deployment of storage assets across an electric power system. Web: <https://twitter.com/IEA/status/583086440566784000> adresinden 6 Nisan 2023'te alınmıştır.
- [10]. İnternet: Şebeke arz güvenliğinde elektrik depolama sistemlerinin şebeke entegrasyonu ve gelecek vizyonu. Web: <https://enerji.mmo.org.tr/wp-content/uploads/2019/02/Dr.-Faz%C4%B1l-KAYTEZ-ODTU-MD-sunumu.pdf> adresinden 6 Nisan 2023'te alınmıştır.