

YAPAY SİNİR AĞI KONTROLLÜ ŞÖNT AKTİF FİLTRE UYGULAMASI: ELEKTRİKLİ ARAÇ BATARYA ŞARJ SİSTEMİ

Yusuf ERTAŞ^{1*}, Dr. Ömer Ali KARAMAN²

¹Elektrik-Elektronik Mühendisliği A.B.D. / Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Batman Üniversitesi, Türkiye

² Elektronik ve Otomasyon Bölümü / Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Batman Üniversitesi, Türkiye

*¹(ertas.yusuf096@gmail.com)

(Geliş Tarihi: 08 Temmuz 2023, Kabul Tarihi: 24 Temmuz 2023)

(5th International Conference on Applied Engineering and Natural Sciences ICAENS 2023, July 10 - 12, 2023)

ATIF/REFERENCE: Ertaş, Y. & Karaman, Ö. A. (2023). YAPAY SİNİR AĞI KONTROLLÜ ŞÖNT AKTİF FİLTRE UYGULAMASI: ELEKTRİKLİ ARAÇ BATARYA ŞARJ SİSTEMİ. *International Journal of Advanced Natural Sciences and Engineering Researches*, 7(6), 224-228.

Özet – Dünyada artan enerji talebinden dolayı karbon temelli yakıtlar günden güne hızla azalmaktadır. Karbon temelli yakıt tedarik zincirinde yaşanan zorluk nedeniyle devletler, araç üreticilerini elektrikli araçlar (EA) noktasında teşvik etmektedir. EA'ların yapısında güç elektroniği devre elemanları ve bileşenleri kullanılmaktadır. Güç elektroniği devreleri doğrusal olmayan elemanlar içerir. Bu doğrusal olmayan elemanlar harmonik üretirler. Harmonikler tüm güç sistemini etkileyerek olumsuz etki oluştururlar. Bazı durumlarda harmonikler, güç sistem elemanlarının zarar görmesine veya devre dışı kalmasına neden olabilirler. Harmoniklerin sınırlandırılması için pasif ve aktif filtreler öne çıkmaktadır. Pasif filtrelerin özellikle harmonik bileşenlere özel tasarımı ve rezonans riski gibi dezavantajları nedeniyle aktif güç filtreleri tercih edilmektedir. Bu çalışma kapsamında EA şarj sisteminin yapısında bulunan doğrusal olmayan güç anahtarlarının neden olduğu harmoniklerin bastırılmasında yapay sinir ağı (YSA) tabanlı şönt aktif güç filtresi (SAGF) önerilmektedir. Çalışma kapsamında kurulan tüm sistem MATLAB/Simulink ortamında modellenmiştir. Öncelikle sabit akımlı batarya şarj devresi kurulmuştur. Daha sonra devredeki toplam harmonik bozulma (THB) tespit edilmiştir. SAGF devrede değilken THB değeri % 19.13'tür. SAGF'nin sisteme alınmasıyla birlikte THB değeri % 4.66 seviyesine düşmüştür. SAGF'de en önemli kısım referans akım çıkartma kısmıdır. Bu çalışmada klasik referans akım çıkartma yöntemleri yerine YSA tabanlı referans akım çıkartma yöntemi kullanılmıştır. Sonuç olarak; çalışma kapsamında YSA kontrollü SAGF uygulaması ile EA elektrikli şarj sistemlerinin neden olduğu THB değeri % 4.66 seviyesine düşürülmüştür.

Anahtar Kelimeler – Şönt Aktif Filtre, Şarj İstasyonu, Harmonik, Yapay Sinir Ağları

I. GİRİŞ

Ülkemizde ve dünyada iklim değişikliğinin en önemli nedeni sera gazı etkisidir. Sera gazı içerisinde en büyük pay CO₂'ye aittir. CO₂ emisyonunun artmasının nedenlerinden biri de araçlarda yakıt kullanımınıdır. 2000-2013 döneminde

Avrupa Birliği (AB) ülkelerinde tüm yakıt türlerinden kaynaklanan emisyonlarda azalma olurken, Türkiye'de fosil yakıtlardan kaynaklanan emisyonlarda %41'lik bir artış olmuştur. Stratejik hedefler doğrultusunda önümüzdeki dönemlerde artarak devam edecektir [1]. Türkiye'de 2013 yılına

kadar CO₂ emisyonu Avrupa ülkelerine göre daha düşüktü, günümüzde emisyon seviyeleri aşağı yukarı aynı durumdadır. Ancak Türkiye'de önümüzdeki dönemde CO₂ emisyonunun azaltılmasına yönelik yasal bir düzenleme bulunmamaktadır. AB ülkeleri, CO₂ emisyonlarını azaltmak için elektrikli araç kullanımını yaygınlaştırmaya çalışmaktadır. Türkiye de aynı hedefle CO₂ emisyonunu önemli ölçüde azaltabilir. 2017 yılında dünya genelinde elektrikli araç sayısı 2 milyonu geçerken, daha fazla şarj altyapısının devreye girmesi ve pil maliyetlerinin düşmesi ile ülke, bölge ve şehir seviyelerinde artış gözleniyor. Sürdürülebilir kalkınma senaryoları (SDS) raporuna göre 2040 yılında araç filosunun yaklaşık %40'ı elektrikli araçlardan oluşacak [2]. Şarj istasyonu doğrusal olmayan dinamik bir yüküdür ve akım harmoniklerini şebekeye enjekte eder. Elektrikli araçlarda enerji akülerde depolandığı için şarj sırasında doğru akıma (DA) ihtiyaç vardır. Bu nedenle güç elektroniği devreleri araç veya şarj seti içerisinde yer almaktadır. Bu güç elektroniği devreleri (AA/DA ve DA/DA dönüştürücü), alternatif voltajı doğrultarak istenilen gerilim değerine getirir. Bu işlemlerin her adımını, şarj sırasında harmoniklerin üretildiği anlamına gelir [3].

Ana güç kalitesi problemleri olan harmonikler, genellikle temel frekansın tamsayı katları olan bir güç sistemindeki akımlar veya gerilimlerdir. Sistemdeki harmonikler, trafolarla ısı artışına, düşük güç faktörüne, motorlarda momentum dalgalanmasına, rezonansa bağlı aşırı gerilime, şebeke genelinde harmonik gerilime neden olur ve ortak noktaya bağlı tüm yükler olumsuz etkilenir. Ayrıca enerji nakil hatlarında ekstra kayıpları da beraberinde getirirler [4]. Literatürde dönüştürücülerin neden olduğu olumsuz etkileri azaltmak için SAGF uygulanması önerilir [5,6].

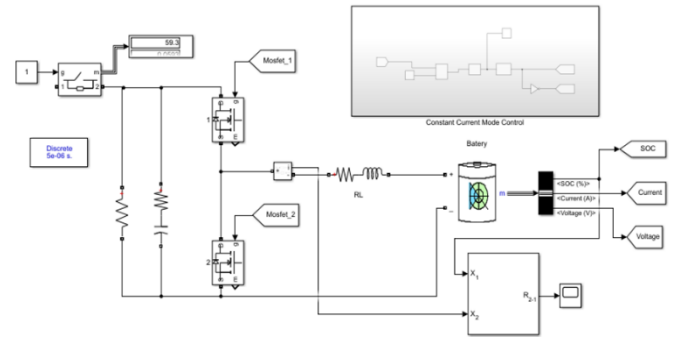
SAGF'nin en önemli kısmı etkin bir harmonik kompanzasyon için doğru bir referans akım çıkartma metodu seçmektir. Literatürde çok fazla referans akım çıkartma yöntemi mevcuttur. Bu çalışmada YSA tabanlı referans akım çıkartma metodu kullanılmıştır. YSA tabanlı referans akım çıkartma metodunun tek dezavantajı iyi bir sonuç alınabilmesi için eğitim esnasında çok fazla data gerektirmesidir [7].

II. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma elektrikli araç şarj istasyonu ve elektrikli cihazların ürettiği harmoniklerin YSA tabanlı SAGF ile minimize edilmesini amaçlamaktadır.

A. Batarya Şarj Sistemi:

Literatürde Lityum-İyon bataryaların şarjı için öngörülen sabit akım, sabit gerilim veya her iki yöntemin birlikte kullanıldığı şarj profil yöntemleri bulunmaktadır. Bu çalışmada asıl amaç elektrikli aracın bataryasını en güvenli ve en hızlı şekilde şarj etmektir [8]. Bu bağlamda kontrol yöntemlerinin içeriğinde batarya için şarj profilinin önemi ortaya çıkmaktadır. Sabit akım ile aracın bataryasına maksimum akım enjekte edilerek PID denetleyici ile belirli bir voltaj seviyesine getirilir. Daha sonra tam şarj için sabit gerilime geçilir ve şarj işlemi tamamlanır. Sabit akım şarj profilinde batarya şarj devresi Matlab/Simulink ortamında benzetim çalışması yapılarak Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Sabit akım şarj profilinde batarya şarj devresi

B. Yapay Sinir Ağları

Yapay zekâ alanı, makinelerin muhakeme, muhakeme, duygusal deneyim, dili anlama ve problem çözme gibi insana benzer yetenekler sergilemesini sağlayan yöntemlerin araştırılmasına ve geliştirilmesine adanmıştır. Yapay zekada öne çıkan yaklaşımlardan biri, insan beyninin yapısından sonra modellenen YSA'dır. Bununla birlikte, bir YSA'daki nöron sayısı, insan beyninde bulunan yaklaşık 15 milyar nöronun aksine, belirli bir problemin spesifik gereksinimlerine göre belirlenir [9,10]. YSA'lar, verilerden öğrenme ve edinilen bilgileri uygulama yeteneğine sahiptir; bu, tahmin, sınıflandırma, tanımlama ve kontrol dahil ancak bunlarla sınırlı olmamak üzere çeşitli alanlarda yaygın kullanımına yol açar. Bu çalışmada, referans akım tahmini için ileri beslemeli çok katmanlı bir sinir ağının genel yapısı

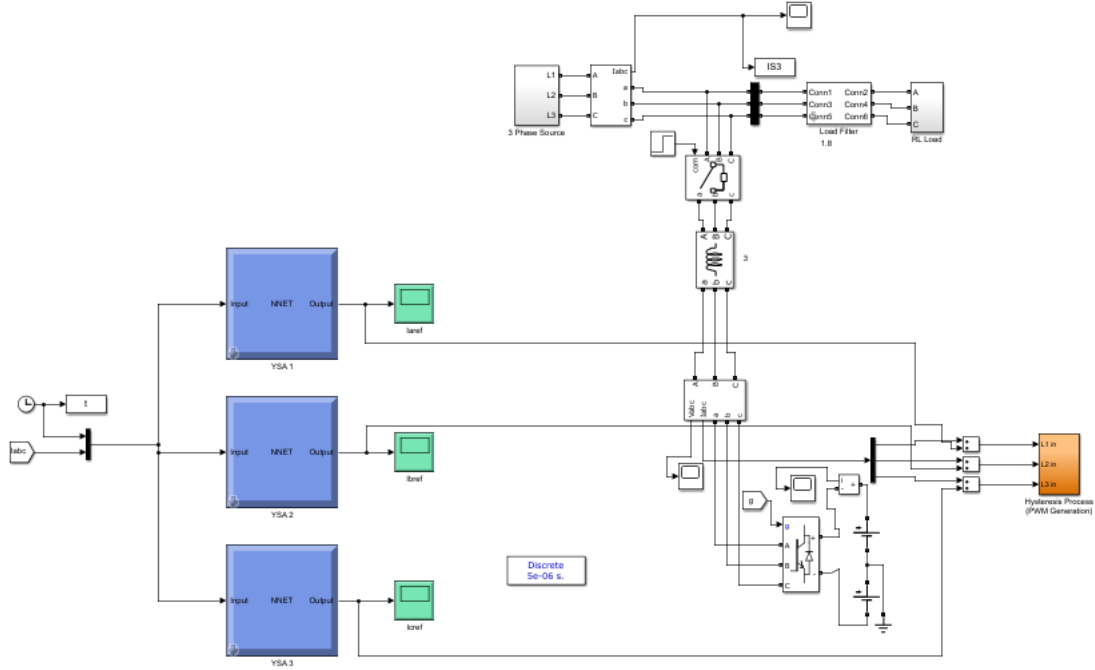
kullanılarak bir ileri beslemeli sinir ağı oluşturulmuştur.

Çok katmanlı bir ileri beslemeli ağı, özellikle bir giriş katmanı, bir çıkış katmanı ve bunların arasına yerleştirilmiş bir veya daha fazla gizli katman dahil olmak üzere çeşitli katmanlardan oluşur. Giriş katmanı, daha sonra gizli katmanlar aracılığıyla işlenen ve sonuçta çıkış katmanı tarafından nihai çıktının üretilmesiyle sonuçlanan girdi verilerini almaktan sorumludur. Gizli katmanlar, bir dizi ağırlıklı bağlantı ve aktivasyon fonksiyonu

aracılığıyla girdi verilerinin dönüşümünü etkilemede temel bir rol oynar. Son olarak, çıktı katmanı, gizli katmanlardan elde edilen dönüştürülmüş bilgilere dayalı olarak nihai tahmini üretir [11].

C. Amaçlanan Sistem

Matlab/Simulink ortamında benzetim çalışması yapılmış olup Şekil 2’de gösterilmiştir.



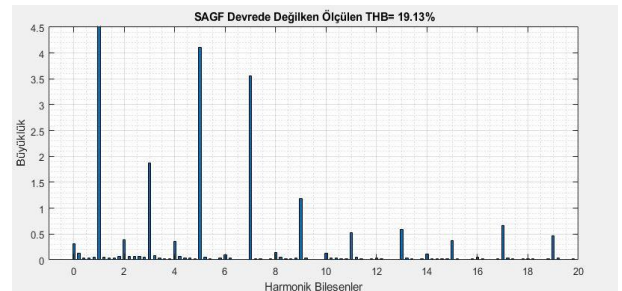
Şekil 2. YSA Algoritması temelli SAGF'nin Blok Diyagramı

Şekil 2'den de görülebileceği gibi SAGF, üç fazlı şebekeye bağlı bir evirici, doğrusal olmayan yükler (Batarya Şarj Ünitesi) ve her bir faz için YSA algoritması kontrol bloğundan oluşmaktadır. Burada YSA blokları daha önce verilen datalarla eğitilmiş olup halihazır gelişen durumlarda anlık referans akım üretmektedirler. Yükü göre üretilen referans akımlar baz alınarak invertörün anahtarları tetiklenerek ters fazda ve eşit genlikteki akımlar şebekeye enjekte edilerek harmonikten arındırılmış sinüsoidal akımlar elde edilmektedir.

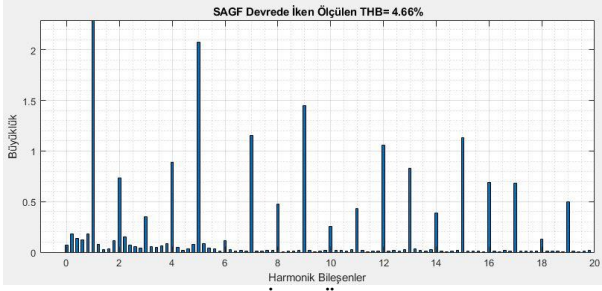
III. BULGULAR

Elektrikli araç batarya şarj sistemleri doğrusal olmayan bileşenler olan güç elektroniği devrelerini içermektedir. Bu elemanlar güç kalite problemlerinden olan harmonikleri oluşturan

bileşenlerin başında gelmektedir. Çalışma kapsamında sabit akım profiline sahip şarj sistemi kurulmuş olup Şekil-1' gösterilmiştir. SAGF devreye alınmadan önce devre sisteminde THB Şekil-3'te görüldüğü üzere, % 19.13 seviyesinde iken YSA tabanlı SAGF'nin devreye girmesi ile birlikte Şekil-4'te görüleceği üzere ölçülen THB değeri % 4.66 seviyesine düşmüştür.



Şekil-3: SAGF Devrede Değişken Ölçülen THB



Şekil-4: SAGF Devrede İken Ölçülen THB

IV. TARTIŞMA

Karbon temelli yakıtların giderek azalmasından dolayı birçok ülke otomobil sektöründe artık elektrikli tahrik sistemleri üzerinde yoğunlaşmaktadır. Elektrik tahrikli bu araçların yapısında doğrusal olmayan elemanlar bulunmaktadır. Ayrıca bu araçların bataryalarının doldurulması için hem AC hem de DC şarj sistemleri de giderek artış göstermektedir. Hem elektrikli araçların hem de şarj istasyonlarının yapısında doğrusal olmayan elemanlar bulunduğu için bağlı bulunduğu enerji sistemlerinde harmonik oluşturması kaçınılmazdır. Çalışmamız kapsamında yukarı bahsedildiği üzere bir şarj sistemi kurulmuş ve toplam harmonik bozunum seviyesi ölçülmüştür. Ayrıca YSA kontrollü şönt aktif filtrenin de sisteme dahil edilmesiyle birlikte harmonik seviyesi önemli ölçüde azalmıştır. Literatür araştırmaları da incelendiğinde, gerek ulusal gerekse uluslararası bazı kurum veya kuruluşların belirlemiş olduğu harmonik sınırları bulunmaktadır. Çalışma kapsamında bu kuruluşların belirlemiş olduğu % 5 sınırı referans alınarak benzetimi yapılan sistemde toplam harmonik bozunum seviyesi başarılı bir şekilde düşürülerek % 4.66 olarak ölçülmüştür. Literatürde sabit aktif güç ve senkron referans çatı yöntemi gibi klasik birçok yöntem bulunmaktadır. Bu çalışmada klasik referans çıkartma yöntemleri yerine YSA tabanlı referans çıkartma yöntemi tercih edilerek harmonik bastırma performansı test edilmiştir. Sonuç olarak YSA tabanlı SAGF'nin harmonik bastırma performansının iyi olduğu anlaşılmıştır.

V. SONUÇLAR

Karbon temelli yakıt kullanan araçlar, CO₂ kaynaklı sera gazı ve diğer zararlı maddelerin büyük bir üreticisi olduğundan, özellikle çevre kirliliği açısından birçok riski ve sorunu beraberinde getirmektedir. Özellikle sanayi bağlamında gelişmiş ülkelerde hava kirliliği çoğu

zaman izin verilen limitleri aşmakta ve insan sağlığını ciddi şekilde tehdit etmektedir. AB ülkeleri tüm bu nedenlerle CO₂ emisyonlarını azaltmayı hedeflemektedir. Elektrikli araçlar, CO₂ emisyonunu azaltmak için iyi bir fırsat olarak görülmektedir. Elektrikli araç sayısındaki ani artış, enerji arz dengesinin korunmasındaki zorluk ve şebekede harmonikler üretme gibi sorunları da beraberinde getirecektir. Özellikle harmonikler kalite problemleri açısından önemli bir sorundur. Harmoniklerin sınırlandırılması için çeşitli yöntemler bulunmakta ve bu yöntemler arasında pasif ve aktif filtreler öne çıkmaktadır. Pasif filtrelerin dezavantajları nedeniyle aktif güç filtreleri tercih edilmektedir. Aktif güç filtreleri, reaktif güç kompanzasyonu ve harmonik gibi güç kalite sorunlarının çözümünde pasif filtrelere göre daha avantajlıdır ve önemli bir çözüm önerisi olarak kabul görmektedir.

Bu çalışma kapsamında şarj sisteminin yapısında bulunan doğrusal olmayan elemanların neden olduğu harmoniklerin eliminasyonu için YSA tabanlı SAGF önerilmektedir. Çalışma kapsamında kurulan tüm sistem MATLAB/Simulink ortamında modellenmiştir. Öncelikle sabit akımlı batarya şarj devresi kurulmuştur. Daha sonra devredeki THB seviyesi tespit edilmiştir. SAGF devrede değilken THB değeri %19 seviyesindedir. SAGF'nin devreye girmesiyle birlikte THB değeri % 4.66 seviyesine düşmüştür. Literatürde çok sayıda klasik referans akım çıkartma yöntemi vardır. Bu çalışmada klasik referans çıkartma yöntemi yerine YSA tabanlı referans akım çıkartma yöntemi tercih edilmiştir.

IEEE ve IEC gibi uluslararası kuruluşların harmonikler için belirlemiş olduğu standartlarda, akım için THB sınır değeri % 5 olarak belirtilmiştir. Sonuç olarak; çalışma kapsamında YSA tabanlı SAGF uygulaması ile EA elektrikli şarj sistemlerinin neden olduğu THB değeri % 4.66 seviyesinde tutularak başarılı bir sonuç elde edilmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] Taneja, S., Ozen, E. (2023). Impact of the European Green Deal (EDG) on the agricultural carbon (CO₂) emission in Turkey. International Journal of Sustainable Development and Planning, Vol. 18, No. 3, pp. 715-727. <https://doi.org/10.18280/ijstdp.180307>.

- [2] The sustainable development scenarios (SDS) report. (2019). the International Energy Agency (IEA), <https://www.iea.org/events/introducing-the-sustainable-development-scenario>.
- [3] Ahmad, F., Iqbal, A., Ashraf, I., Marzband, M., Khan, I. (2022). Optimal location of electric vehicle charging station and its impact on distribution network: A review. *Energy Reports*, Vol.8, No. 2, pp. 2314-2333.
- [4] Karaman, Ö.A., Cebeci, M., Erken, F. (2018), Decreasing Harmonics via Three Phase Parallel Active Power Filter Using Online Adaptive Harmonic Injection Algorithm, *Tehnički vjesnik*, Vol. 25, No. 1, pp. 157-164. <https://doi.org/10.17559/TV-20180111132233>.
- [5] H. T. Nguyen et al., “Enhanced performance of charging stations via converter control under unbalanced and harmonic distorted grids,” *IEEE Trans. Power Del.*, vol. 36, no. 6, pp. 3964–3976, Dec. 2021.
- [6] D. Çelik, H. Ahmed and M. E. Meral, "Kalman Filter-Based Super-Twisting Sliding Mode Control of Shunt Active Power Filter for Electric Vehicle Charging Station Applications," in *IEEE Transactions on Power Delivery*, vol. 38, no. 2, pp. 1097-1107, April 2023, doi: 10.1109/TPWRD.2022.3206267.
- [7] Fei, J., & Chu, Y. (2019). Double hidden layer output feedback neural adaptive global sliding mode control of active power filter. *IEEE Transactions on Power Electronics*, 35(3), 3069-3084.
- [8] Jiang, B., & Wang, X. (2022). Constrained Bayesian Optimization for Minimum-Time Charging of Lithium-Ion Batteries. *IEEE Control Systems Letters*. <https://doi.org/10.1109/lcsys.2021.3131269>.
- [9] Jiang, D., Zhang, H., Kumar, H., Naveed, Q., Takhi, C., Jagota, V., & Jain, R. (2022). Automatic Control Model of Power Information System Access Based on Artificial Intelligence Technology. *Mathematical Problems in Engineering*.
- [10] Birecikli, Bahadır, et al. "Failure load prediction of adhesively bonded GFRP composite joints using artificial neural networks." *Journal of Mechanical Science and Technology* 34 (2020): 4631-4640.
- [11] Sağlam, M., Spataru, C., & Karaman, O. A. (2022). Electricity Demand Forecasting with Use of Artificial Intelligence: The Case of Gokceada Island. *Energies*, 15(16), 5950.