ELEKTRİKLİ ARAÇ İÇİN YERLEŞİK ŞARJ ÜNİTESİ TASARIMI

Erdal Kılıç[1], Osman Doğmuş[1], Ö. Fatih Keçecioğlu[1], Mahit Güneş[1] ve Ahmet Gani[1]*

[1]Kahramanmaras Sütçü İmam Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye

*Sorumlu yazar: ekilic@ksu.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi'nde geliştirilen elektrikli aracın batarya paketini şarj etmek için yapılan yerleşik bir şarj ünitesinin tasarımı sunulmaktadır. Elektrikli araçların en temel parçaları elektrikli motor, motor sürücü, batarya paketi, şarj cihazı ve araç kontrol sistemidir. Şarj sürelerinin uzun olması ve yeniden şarj edilecek bir yer bulmanın zorluğu bu araçların en büyük dezavantajlarıdır. Şarj istasyonlarının bulunmadığı yerlerde, kullanıcı batarya paketini şarj etmek için standart bir elektrik şebeke prizine takılabilen yerleşik şarj cihazlarına ihtiyaç duymaktadır. Bu çalışmada, bir elektrikli aracın lityum-iyon pillerden oluşan batarya paketini şehir şebekesinden aldığı enerji ile şarj edebilen yerleşik şarj ünitesi geliştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Elektrikli araç, batarya paketi, yerleşik şarj ünitesi

DESIGN OF ONBOARD CHARGER UNIT FOR ELECTRIC VEHICLE

ABSTRACT

This paper presents an onboard charger design for charging the battery pack of the electric vehicle that developed in Kahramanmaraş Sütçü İmam University. The most basic parts of electric vehicles are electric motor, motor drive, battery pack, charger and vehicle control system. The biggest disadvantages of these vehicles are the longer charging times and the difficulty of finding a place to recharge. Where charging stations are not available, the user needs onboard chargers that can be plugged into a standard power outlet to charge the battery pack. In this study, an onboard charging unit is developed which charges the battery pack consisting of lithium-ion batteries of an electric vehicle using electric network energy and fixed on the vehicle.

Keywords: Electric vehicle, battery pack, on-board charging unit

1. GİRİŞ

Günümüzde çevre kirliliği, iklim değişikliği, fosil yakıtların yükselen fiyatları nedeniyle alternatif enerji arayışları ve bunların verimli kullanımı oldukça önem kazanmaktadır. Önümüzdeki on yıl içinde bazı ülkeler fosil yakıtla çalışan araçların üretimini yasaklayıp, mevcut olanları da kademeli olarak trafikten çekmeyi planlamaktadır. Bu nedenle elektrik, güneş, hidrojen, sıvı doğal gaz gibi alternatif yakıtla çalışan araçların kullanımı yaygınlaşmaya başlamıştır. Özellikle elektrikli araçlar, küresel ısınmaya ve çeşitli kirliliğine karşı birinci sınıf bir çözüm olarak kabul edildiğinden bu araçların geliştirilmesi ve kullanılması birçok ülke tarafından teşvik edilmektedir (Islam ve ark. 2014, URL1, URL2).

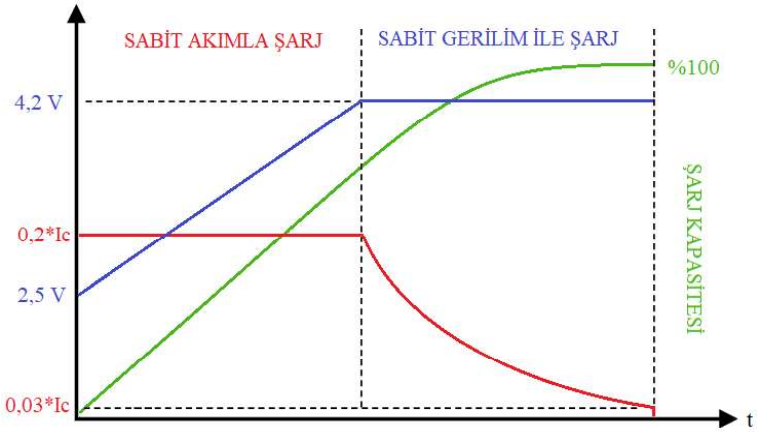
Sürekli gelişim gösteren güç elektroniği ve batarya teknolojisi sayesinde elektrikli araçlara olan ilgi de artmaktadır. Ancak yüksek maliyet, maksimum hız düşüklüğü, menzil kaygısı, yüksek şarj süresi, şarj istasyonuna erişim ve yeni bir endüstri olması nedeniyle elektrikli araçların kullanımı henüz istenilen seviyeye ulaşmamıştır. Bu araçların en büyük dezavantajı yüksek şarj süreleri ve yeterli miktarda şarj yerlerinin bulunmamasıdır. Kullanıcı şarj istasyonlarının bulunmadığı durumlarda şehir şebekesinden faydalanarak batarya paketini şarj edecek yerleşik şarj ünitelerine ihtiyaç duymaktadır. Araç üzerine yerleştirilecek şebekeye uyumlu bir şarj cihazı ile batarya paketleri elektrik şebekesinin olduğu her yerde şarj edilebilirler (Ahn ve Yeo, 2015; Benela ve Jamuna, 2013; Pelletie ve ark., 2016).

Elektrikli araçların ana enerji depolama sistemleri elektrokimyasal piller, ultra kapasitörler ve yakıt hücreleridir. Günümüzde elektrikli araç teknolojilerinde genellikle kurşun-asit, nikel kadmiyum, nikel metal hidrat ve lityum iyon temelli bataryalar kullanılmaktadır. Bunun yanında özellikle lityum esaslı bataryalar performans, dayanıklılık, güvenlik ve maliyet avantajları açısından elektrikli araçlarda tercih edilmektedirler (Burke, 2007; Zhang ve ark, 2017).

Bu çalışmada, lityum-iyon batarya paketine sahip bir elektrikli araç için yerleşik şarj ünitesi geliştirilmiştir. Geliştirilen bu şarj ünitesi mikrodenetleyici tabanlı olup batarya paketinin akım ve gerilim kontrolünü sağlayarak bataryanın güvenli bir şekilde şarj edilmesini sağlamaktadır. Şarj yöntemi olarak sabit akım-sabit gerilim tekniği kullanılmıştır.

2. YERLEŞİK BATARYA ŞARJ ÜNİTESİ

Bataryaların şarj ve deşarjı kimyasal bir reaksiyondur. Lityum iyon piller kapasitesi en yüksek olan pillerdendir. Bu pillerin nominal gerilimi 3,6 V'tur ve genelde 4,2 V'a kadar şarj edilirler. Lityum iyon piller ters polarite, düşük-yüksek şarj sıcaklığı, yüksek şarj akımı, kısa devre, aşırı şarj ve aşırı deşarj korumaları bulunmaktadır. Bir lityum-iyon bir pilin şarj karakteristiği Şekil 1'de verilmiştir (URL3; Noh, 2017).

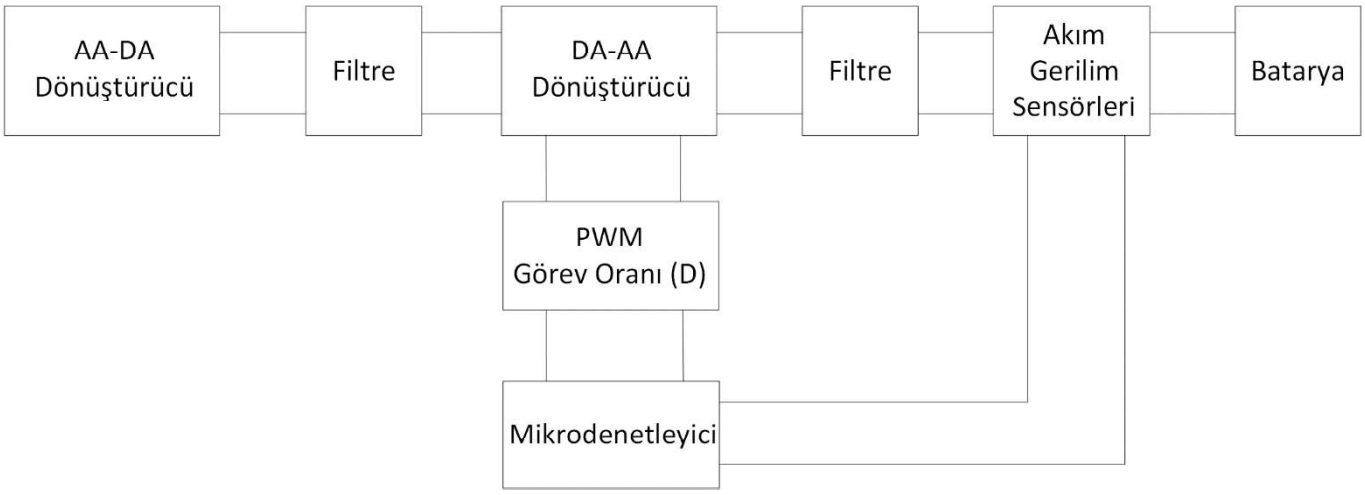


Şekil 1. Lityum iyon pilin şarj karakteristiği

Burada I_C pilin kapasitesi olan amper-saat (Ah) değeridir. Lityum iyon bir pilin güvenli bir şekilde sabit akım – sabit gerilim yöntemiyle şarj edilmesi için aşağıdaki işlemler yapılmalıdır (Shen ve ark., 2012; Wang ve ark., 2016).

- Pilin gerilimi 4,2 V olana kadar 0,2* I_C sabit akım değeri ile şarj edilir.
- Pilin gerilimi 4,2 V'a ulaştıktan sonra 4,2 V'luk sabit gerilim ile şarj işlemine devam edilir. Pilin gerilim 4,2 V'ta sabit tutulurken pil şarj oldukça üzerinden geçen şarj akımı zamanla azalır.
- Şarj akımı, pil akım kapasite değerinin %3'nün altına düştüğünde şarj işlemi tamamlanmış olmaktadır.

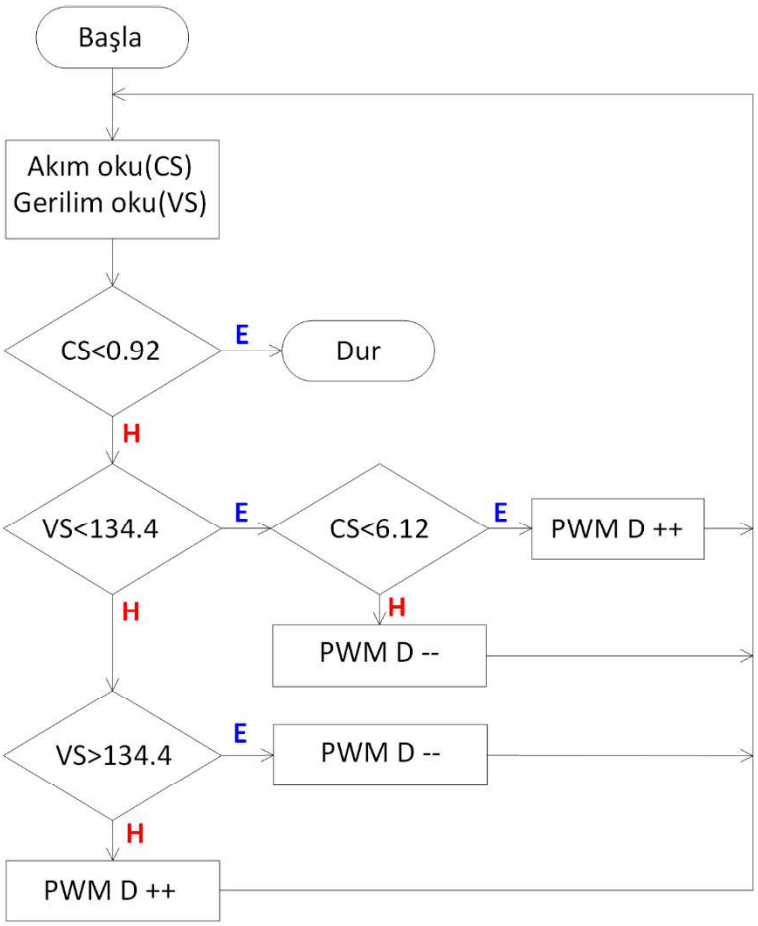
Geliştirilen yerleşik şarj ünitesinin blok diyagramı Şekil 2'de verilmiştir. Şarj cihazının çıkış gücü 900 W, çıkış voltajı 100-150 V ve çıkış akımı 0 - 6 A aralığındadır.



Şekil 2. Yerleşik şarj ünitesi blok diyagramı.

Bu çalışma için geliştirilen şarj cihazı Şekil 3'te görüldüğü gibi giriş filtresi, tam dalga doğrultucu devre, yarım köprü dönüştürücüye bağlı yüksek frekanslı bir transformatör ve çıkış doğrultma devresinden oluşmaktadır. Şarj cihazı, aşırı gerilim, kısa devre ve aşırı ısınmaya karşı koruma sistemine sahiptir. Şarj cihazının girişi 220 V 50 Hz'lik şebeke gerilimidir. Girişten gelen gerilim doğrultulup filtre edilerek 310 V bir DC gerilim elde edilmektedir. Bu gerilim değeri kondansatörler yardımı ile ikiye bölünerek 310-155 ile 155-0 V'luk iki seviye oluşturulmaktadır. Transformatörün primer sargısının bir ucuna 155 V, diğer ucuna ise mosfetler yardımı ile 310 V ve 0 V'a anahtarlamalı olarak bağlanmaktadır. Mosfetler sırayla tetiklenerek yüksek frekanslı transformatörün sekonder sargısında alternatif akım elde edilmektedir. Bu sinyal bir doğrultucu devresiyle doğrultulup

filtrelenerek DC bir çıkış gerilimi elde edilir. Mosfetleri 50 kHz ile tetikleyen PWM sinyalinin görev oranı (D) kontrol edilerek çıkış gerilimi ve çıkış akımı istenilen değerlerde sabit tutulmaktadır.

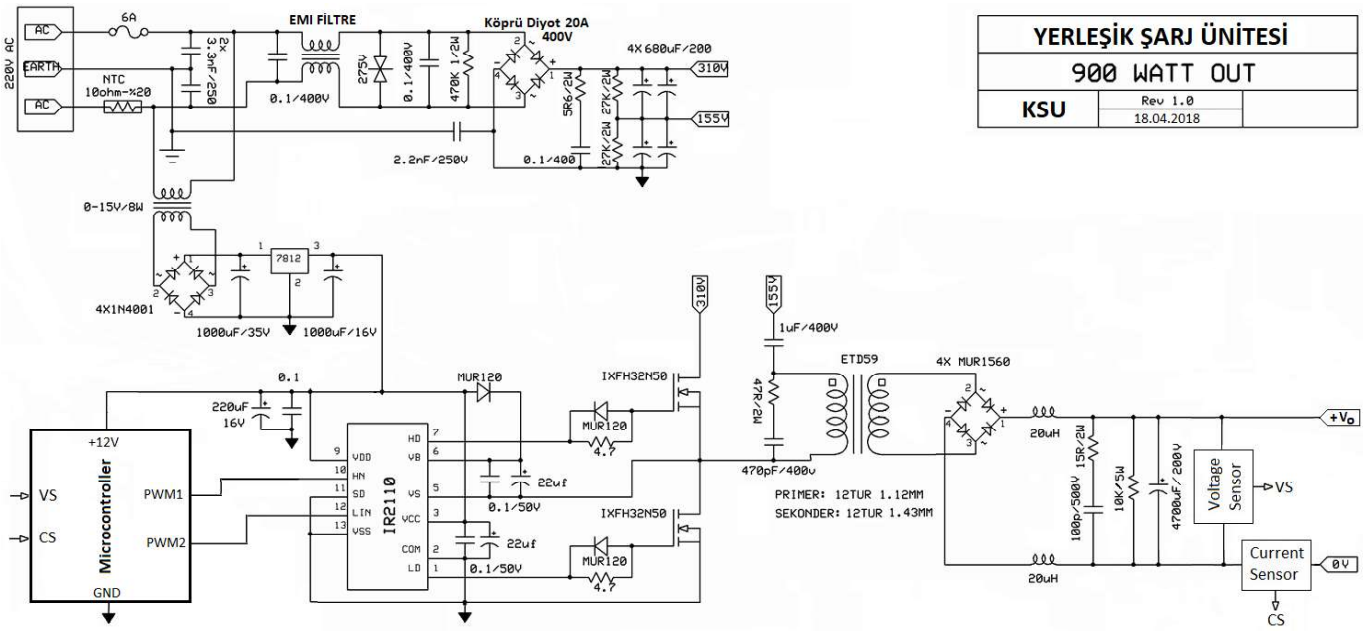


Şekil 4. Sabit akım-sabit gerilim şarj yönteminin mikrodenetleyici programı akış diyagramı.

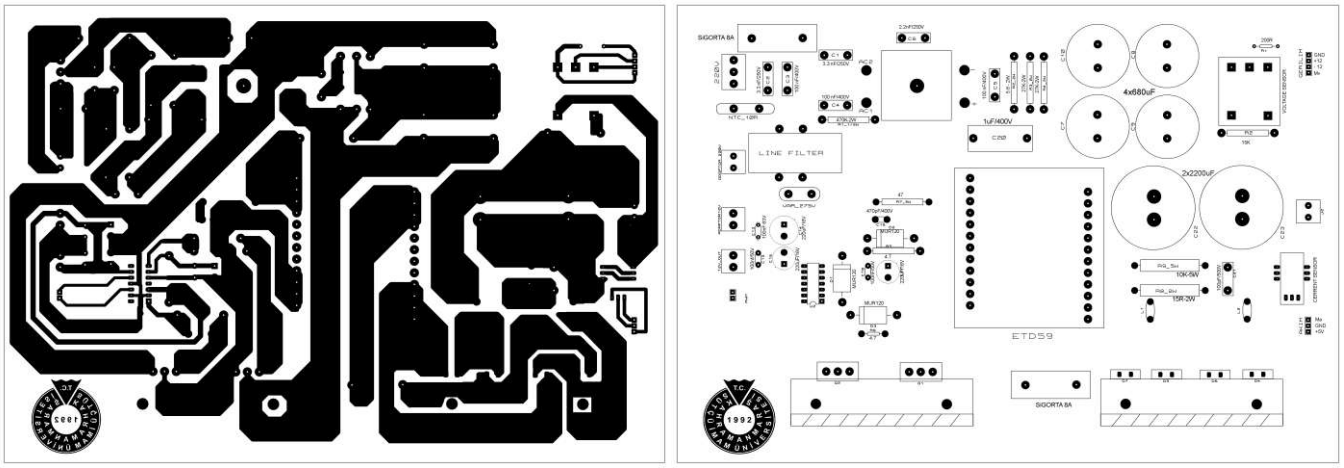
Şekil 4'de sabit akım-sabit gerilim yöntemiyle çalışan batarya şarj devresinin mikrodenetleyici tarafından kontrol edilen programının akış diyagramı verilmiştir. Batarya paketinin akım ve gerilim değerleri mikrodenetleyici tarafından her döngüde izlenmektedir. Şarj akımı LEM LA 25-NP akım sensörü, batarya gerilimi ise LEM LV 25-P gerilim sensörü kullanılarak ölçülmektedir. Batarya paketi, 134,4 V maksimum şarj gerilim değerine ulaşana kadar batarya paketi maksimum şarj akımının yaklaşık %20 değeri olan 6,12 A sabit akım ile şarj edilmektedir. Çıkış gerilimi maksimum şarj gerilim seviyesine ulaştıktan sonra batarya paketi sabit gerilim ile şarj edilmeye devam etmektedir. Bataryanın şarj akım değeri 0,92 A'e düştüğünde ise şarj işlemi tamamlanmaktadır.

Tablo 2. Batarya Paketi Parametreleri

Parametre	Değeri
Pil Kapasitesi	3400 mAh
Pil Nominal Gerilimi	3,6 V
Hücre Pil Sayısı	9
Hücre Kapasitesi	30,6 Ah
Hücre Nominal Kapasitesi	110,16 Wh
Batarya Paketi	32 adet
Paket Gerilimi	115,2 V
Toplam Batarya Kapasitesi	3525 Wh
Maksimum Şarj Akımı	6,12 A
Şarj Süresi	5 Saat



Şekil 3. Şarj ünitesi devre şeması.



a) Baskı devre şeması alt görünüşü

b) Baskı devre şeması üst görünüşü

Şekil 4. Şarj ünitesi baskı devre şeması alt görünüşü.



Şekil 5. Batarya paketi ve yerleşik şarj ünitesi

3. SONUÇ

Bu çalışmada Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi'nde geliştirilen elektrikli aracın batarya paketini şarj etmek amacıyla yerleşik bir şarj ünitesi geliştirilmiştir. Tasarlanan şarj ünitesi, 32 adet lityum iyon seri batarya hücresinden oluşan batarya paketini akım ve gerilim kontrolü yaparak güvenli bir şekilde şarj etmiştir. Ayrıca geliştirilen bu cihaz modüler olup benzer araçlar için de kullanılabilir.

4. TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince 2017/7-194A numaralı proje ile desteklenmiştir.

5. KAYNAKLAR

Ahn, Y., & Yeo, H. (2015). An analytical planning model to estimate the optimal density of charging stations for electric vehicles. *PloS one, 10*(11), e0141307.

Benela, R. A., & Jamuna, K. (2013). *Design of charging unit for electric vehicles using solar power.* Paper presented at the 2013 International Conference on Information Communication and Embedded Systems (ICICES).

Burke, A. F. (2007). Batteries and ultracapacitors for electric, hybrid, and fuel cell vehicles. *Proceedings of the IEEE, 95*(4), 806-820.

Islam, M., Hasanuzzaman, M., Rahim, N., Nahar, A., & Hosenuzzaman, M. (2014). Global renewable energy-based electricity generation and smart grid system for energy security. *The Scientific World Journal, 2014*.

Noh, M. H. (2017). *Fast-charging of Lithium-ion batteries with ohmic-drop compensation method.* Doctoral dissertation, Université Grenoble Alpes.

Pelletier, S., Jabali, O., & Laporte, G. (2016). 50th Anniversary Invited Article-Goods Distribution with Electric Vehicles: Review and Research Perspectives. *Transportation Science, 50*(1), 3-22.

Shen, W., Vo, T. T., & Kapoor, A. (2012). *Charging algorithms of lithium-ion batteries: An overview.* Paper presented at the 2012 7th IEEE Conference on Industrial Electronics and Applications (ICIEA).

Wang, Z., Wang, Y., Rong, Y., Li, Z., & Fantao, L. (2016). Study on the Optimal Charging Method for Lithium-Ion Batteries Used in Electric Vehicles. *Energy Procedia, 88*, 1013-1017.

Zhang, L., Peng, H., Ning, Z., Mu, Z., & Sun, C. (2017). Comparative research on RC equivalent circuit models for lithium-ion batteries of electric vehicles. *Applied Sciences, 7*(10), 1002.

URL1: https://www.nbcnews.com/business/autos/these-countries-want-ban-all-vehicles-run-gas-or-diesel-n781431. Erişim Tarihi: 25.03.2019.

URL2: https://www.nationalgeographic.com/environment/global-warming/pollution/. Erişim Tarihi:25.03.2019.

URL3: https://batteryuniversity.com/learn/article/charging_lithium_ion_batteries . Erişim Tarihi:25.03.2019