

Article Arrival Date

Article Type

Article Published Date

21.04.2023

Research Article

20.06.2023

YENİ NESİL ELEKTRİKLİ ARAÇLAR İÇİN ENDÜKTİF GÜÇ TRANSFERİNİN ARAŞTIRILMASI

RESEARCHING INDUCTIVE POWER TRANSFER FOR NEXT GENERATION
ELECTRIC VEHICLES

YILDIRIM ÖZÜPAK

Dicle Üniversitesi, Silvan Meslek Yüksekokulu, Elektrik ve Enerji Bölümü, Diyarbakır,
Türkiye – 0000-0001-8461-8702

Emrah ASLAN

Dicle üniversitesi, Silvan meslek yuksekokulu, 00000-0002-0181-3658

ÖZET

Yeni nesil araçlar olarak nitelendirilen elektrikli araçlar (EA) hem çevre için hem de insan sağlığı için güvenilirlik açısından cazip hale gelmeye başlamıştır. Ancak bu araçların pil şarj sistemi, bu araçların yaygın hale gelmelerinin önünde ciddi bir zorluk oluşturmaktadır. EA'ların şarj sistemi için kablosuz güç aktarımı (KGA) ile şarj edilmesi kullanıcı dostu ve güvenli sistemi meydana getirmektedir. KGA sistemi sayesinde elektrikli araçların pillerinin şarj edilmesi ve sürüş menzilleri ile ilgili endişelerinin üstesinden gelmeye çalışılmaktadır. Bu çalışmada, elektrikli araçlar için rezonant endüktif güç aktarım yöntemlerinin araştırılması üzerinde durulmuştur. EA şarj uygulamaları için kablosuz güç aktarım sistemlerinde (KGA) kullanılan devre topolojisi ele alınmıştır. Ayrıca KGA transformatörleri için uygun bobin ve ferrit nüve yapıları incelenmiştir. Elektrik, bağlantı alanları ve yangın tehlikeleri için öncelikli olarak sağlık ve güvenlik konuları da KGA için ilgili standartlar ele alınarak araştırılmıştır.

Anahtar kelimeler: KGA, Endüktif güç, Elektrikli araçlar, Transformatör

ABSTRACT

Electric vehicles (EV), which are described as new generation vehicles, have started to become attractive both for the environment and for human health in terms of reliability. However, the battery charging system of these vehicles poses a serious challenge for these vehicles to become widespread. Charging EVs with wireless power transfer (WPT) for the charging system creates a user-friendly and safe system. Thanks to the WPT system, it is tried to overcome the concerns about charging the batteries of electric vehicles and driving range. In this study, the research of resonant inductive power transmission methods for electric vehicles is emphasized. Circuit topology used in wireless power transmission systems (WPT) for EV charging applications is discussed. In addition, suitable coil and ferrite core structures for WPT transformers were investigated. Health and safety issues, primarily for electricity, connection areas and fire hazards, are also explored by considering relevant standards for WPT.

Keywords: WPT, Inductive power, Electric vehicles, Transformer

1. GİRİŞ

Elektrikli araçların bataryalarını şarj etmenin güvenli ve kolay yoluna duyulan ihtiyaç, araştırmacıları ve endüstri sanayisini son yıllarda kablosuz güç aktarımı (KGA) üzerinde çalışmaya teşvik etmiştir. Elektrikli otomobillerden kaynaklanan karbondioksit emisyonunu

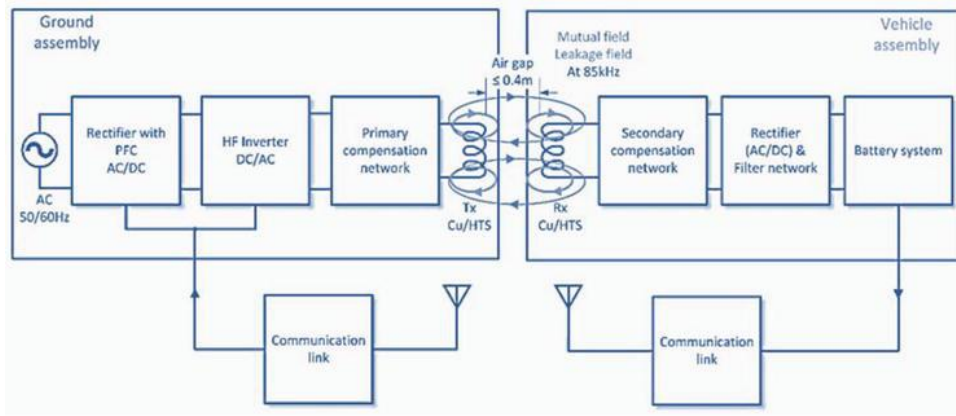
azaltmak için yeni nesil araçlarda Li-ion piller kullanılmaya başlanmıştır. Bu pillerin kablosuz güç aktarımı sistemi ile şarj edilmesi hem güvenli hem de kullanıcı dostu bir çözüm olarak kabul edilmiştir. Şarj istasyonuna erişim, elektrikli otomobillerle ilgili müşterilerin en büyük sorunlardan biridir. KGA sistemi, bağlantı kabloları olmadan hava boşluğundan bataryayı şarj etmek için tasarlanan önemli bir sistemdir. Bu sistem araç park halindeyken veya trafikte dururken, sabit şarj yöntemiyle veya sürüş sırasında dinamik şarj yöntemiyle şarj etme avantajına sahiptir. 1899'da Nikola Tesla, kablo kullanmadan elektrik enerjisi iletimi testleri yapmıştır [1]. Son zamanlarda, elektrikli arabalarda, otobüslerde ve trenlerde ana Endüktif Güç Aktarımı (EGA) teknolojisi sağlayıcıları, %95'e varan maksimum verimlilik elde ettiklerini belirtmişlerdir [2]. Kablosuz güç aktarım sistemi genel anlamda endüktif güç aktarımı (EGA) ve kapasitif güç aktarımı (CGA) olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Endüktif yolla güç aktarım sisteminin çalışma prensibi, elektrik güç kaynağından alınan gücün manyetik induksiyon yoluyla şarj edilecek cihazın depolama alanına aktarılması şeklindedir. Şarj cihazlarında bulunan gücü dönüştüren düzenek sayesinde, düşük frekansa sahip olan besleme enerjisini yüksek frekanslı alternatif akıma (AC) çevirir. Alıcı bobin ile verici bobin arasında yüksek frekanslı AC akışı sağlanır. Daha sonra, AC güç dönüştürücüsü sayesinde doğru akıma (DC) dönüştürülerek bataryanın şarj edilmesi için kullanılır. Yeni geliştirilen bir teknoloji olan kapasitif güç aktarım sisteminde güç aktarımı için bir çift kuplaj kapasitörü kullanılır.

Doğrultucu ve evirici dahil olmak üzere diğer güç dönüştürme sistemleri EGA sistemi ile aynı kalır. CGA'nın boyutları ve maliyeti EGA sistemine oranla düşük olmasına rağmen sadece düşük güçlü uygulamalar için kullanılabilir [3]. Dolayısıyla araçların çoğunun KGA şarj sisteminde EGA sistemi tercih edilmektedir. EGA şarj uygulamalarında iletkenlerin olmaması, verici ve alıcı bobinlerinin şekli, bu bobinlerin boyutu ve konumu gücün verimli bir şekilde aktarılmasında büyük önem taşımaktadır. Birçok araştırmacı, Elektrikli Araçların (EA) şarjının verimliliğini artırmak için farklı bobin şekillerini kullanmaktadır. Daniel Ongayo ve ark., kablosuz şarj için tek ve çift taraflı endüktif güç aktarımına (EGA) dayanan transformator sargı tasarımını karşılaştırmışlar [4]. Çift sargılı KGA transformatorlerinin fiziksel olarak daha sıkı olduğunu, ağırlıklarının daha az olduğunu ve trafo sargılarının farklı hizalarda olma durumunda bile iyi çalıştığını öne sürmüşlerdir. Aynı yazarlar farklı bir çalışmalarında EGA transformatorlerinin tasarımı için dairesel ve dikdörtgen gibi farklı bobin tasarımlarını benimsemişlerdir [5]. Son olarak, yazarlar dairesel bobinli transformator modelinin alıcı ve verici bobinlerinin arasında dikdörtgen bobinlere sahip modele oranla daha iyi bir kuplaj katsayısının olduğunu söylemişlerdir.

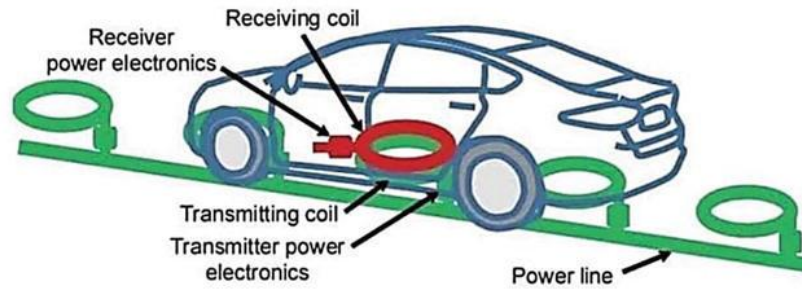
Bu çalışmada, EGA sisteminin genel yapısı ve sistemin verimliliğini artırmanın yolları sunulmuştur. Ayrıca, kablosuz güç aktarım sisteminin EA tarafının yanlış hizalanmasının önüne geçmek, bobin tasarımı ve şarj sisteminin verimliliğini artırmanın yolları, sağlık ve güvenlik konuları dikkate alınmıştır.

2. KABLOSUZ GÜÇ AKTARIMI

Kablosuz Güç Aktarımı (KGA) elektromanyetik radyasyon ve elektromanyetik indüksiyon yoluyla gerçekleştirilmektedir. Elektromanyetik radyasyon ile GHz –THz frekans aralığında uzak alanlara güç iletim sistemlerinde tercih edilmektedir. Uzak alan tekniği, transfer mesafesinin elektromanyetik dalganın dalga boyundan uzun olup olmadığını sınıflandırmaktadır. Bu teknikte güç iletimi için taşıyıcı olarak optik, akustik, lazer ve mikrodalga formlarındaki farklı dalgalar kullanılmaktadır. Elektromanyetik indüksiyon yoluyla güç iletim sistemleri Hz ile GHz frekans aralığında yakın alan güç iletimi gerçekleştirilmektedir. Bu sistem endüktif ve kapasitif kuplaj içerir. Elektrikli otomobiller için, rezonant KEGA (Kapasitif Eşleştirilmiş Güç Aktarımı) ve rezonant EGA (Endüktif Güç Aktarımı) sistemleri şarj uygulaması için iki etkili mekanizmadır. EGA, çoğunlukla elektrikli arabaların akü şarjına uygun yüksek güçlü uygulamalarda kullanılır. Bu sistem hem statik hem de dinamik kablosuz şarj için verimi yüksek bir sistemdir. Statik veya sabit şarj, araç belirli bir konuma park edildiğinde gerçekleşir. Dinamik şarjda elektrikli araç, sürüş/hareket halindeyken sürekli olarak elektrik gücü elde edilir. Bağlantı mekanizması için bobin tasarımı, rezonans telafisi ve güç aktarımının kontrol mekanizması, elektrikli arabaların kablosuz şarjı için temel teknik zorluklardır. Şekil 1’de elektrikli arabaları şarj etmek için kullanılan temel blok diyagramı verilmiştir [6].



(a)

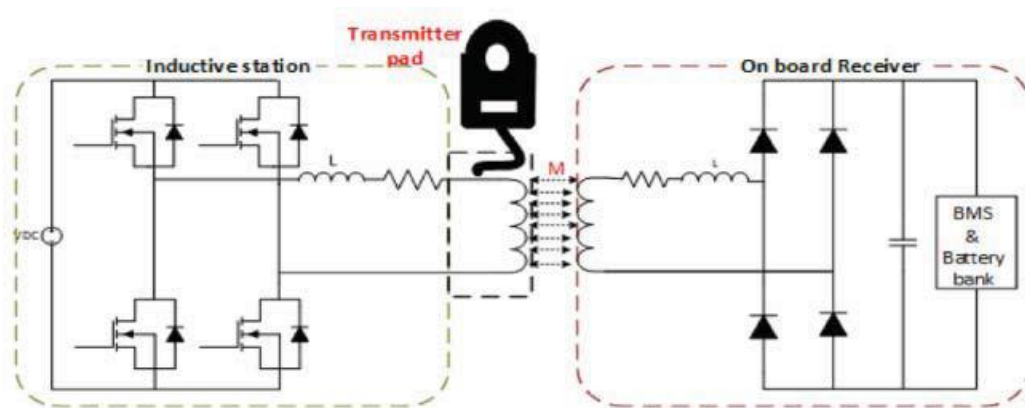


(b)

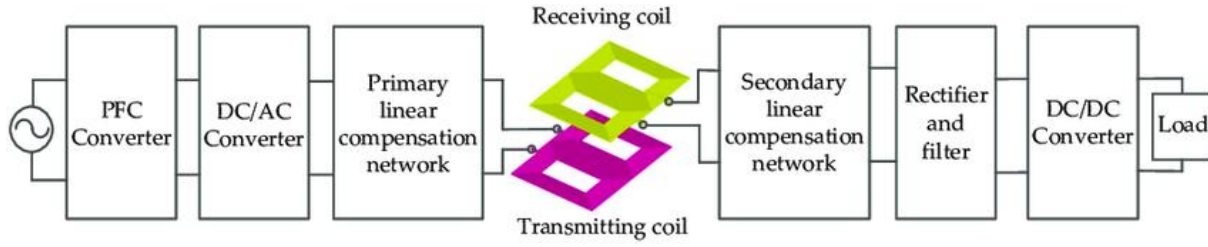
Şekil 1. Elektrikli araçların şarj uygulaması

3. EGA İÇİN RESONANT SİSTEMİ

EGA sistemi, gücü kaynaktan, özellikle şebeke 50/60 Hz frekansından EA içine kurulu pil deposuna aktarmak için yüksek frekans dönüştürücü, kompanzasyon devresi, bobinler ve şarj devresi içerir. Şekil 2 ve Şekil 3'te geleneksel EGA için şematik diyagramı ve EA'ları şarj etmek için EGA'nın genel yapısı sunulmuştur [7].



Şekil 2. EGA sisteminin temel yapısı



Şekil 3. EA'ların EGA şarj uygulaması

Yüksek frekanslı bir doğrultucu, düşük şebeke frekansını bir PWM invertörü ile yüksek frekansa dönüştürür ve AC gücünü ikincil tarafa iletir. Alınan AC yüksek frekans gücü, pili şarj etmek için DC'ye dönüştürülür. Endüktif güç iletiminin verimliliğini artırmak için Yüksek Frekans ve yüksek değerli kapasitörlerin kullanılması iki ana parametre olarak adlandırılabilir. Bağlayıcıyı uyarmak, bağlayıcının ağırlığını ve boyutunu azaltmak için yüksek frekans gereklidir. Ayrıca büyük hava boşluğu ve düşük akı yoğunluğu probleminin üstesinden gelmek için bu teknik uygundur.

4. KOMPANZASYON TOPOLOJİLERİ

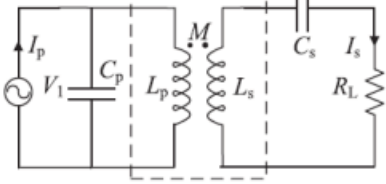
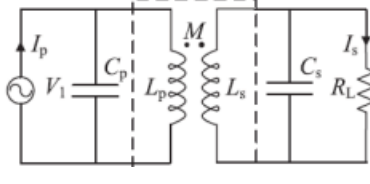
Toprak ile araç arasındaki hava boşluğunun neden olduğu yüksek kaçak endüktans güç aktarımını sınırladığından bir kompanzasyon devresine de ihtiyaç vardır. LC rezonatörleri, tasarım sürecinde daha fazla kontrol edilebilirlik avantajına sahiptir. LC rezonatöründeki kompanzasyon kondansatörleri bobine seri veya paralel olabilir. Tablo 1 ve 2'de kompanzasyon ağının dört topolojisini özetlemektedir. EA şarj işleminde hareketli yük ve değişken kuplaj katsayısı nedeniyle EA uygulamaları için Seri-Seri topolojisi tercih edilir. Seri-Seri (SS) ve Seri-Paralel (SP) topolojileri, sabit frekansta KGA pil şarjında yüksek performansa sahiptir. Ek olarak, SS topolojisi geniş bir yük direnci aralığında çalışır ve SP topolojisinden daha yüksek verime sahiptir.

Tablo 1. S-S ve S-P topolojilerinin karşılaştırılması

Seri-Seri	Seri-Paralel
Girişte büyük VA	Girişte büyük VA

Düşük çıkış voltajları için uygun	Düşük çıkış voltajları için uygun
EV uygulaması için uygun	EV uygulaması için uygun
Mesafe üzerinde yüksek güç aktarım kapasitesi	Mesafe üzerinde yüksek güç aktarım kapasitesi
Yüksek hizalama toleransı	Yüksek hizalama toleransı
Rezonans durumunda düşük empedans	Rezonans durumunda düşük empedans
Verimlilikte düşük frekans toleransı	Verimlilikte düşük frekans toleransı

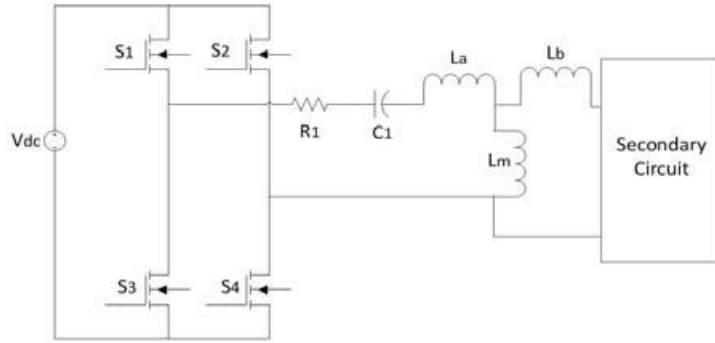
Tablo 2. P-S ve P-P topolojilerinin karşılaştırılması

Paralel-Seri	Paralel-Paralel
	
Girişte düşük VA	Girişte düşük VA
Düşük çıkış voltajları için uygun	Düşük çıkış voltajları için uygun
EV uygulaması için uygun değil	EV uygulaması için uygun değil
Mesafe üzerinde düşük güç aktarım kapasitesi	Mesafe üzerinde düşük güç aktarım kapasitesi
Orta düzeyde hizalama toleransı	Düşük hizalama toleransı
Rezonans durumunda yüksek empedans	Rezonans durumunda yüksek empedans
Verimlilikte düşük frekans toleransı	Verimlilikte düşük frekans toleransı

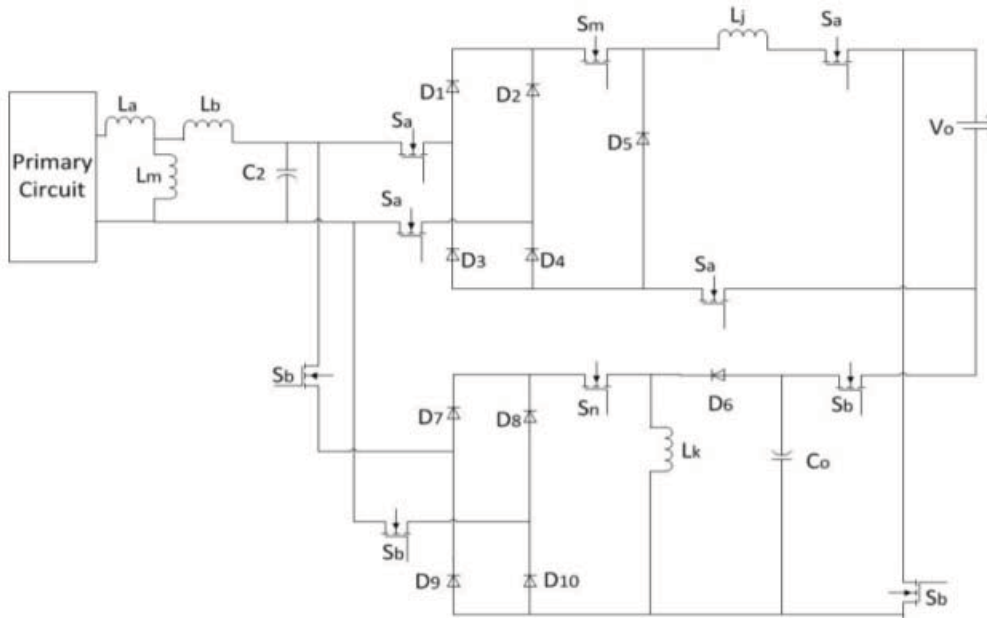
5. ENDÜKTİF GÜÇ AKTARMA DEVRESİ TOPOLOJİLERİ

Yüksek frekanslı rezonant EGA için modelleme ve simülasyon sonuçları bir analizde elde edilmiştir [8]. Transfer devresi topolojisi Seri-Paralel ve frekans 50 kHz seçilmiştir. İkincil alıcı

tarafında, aktarılan AC güç, Şekil 4 ve Şekil 5'te gösterilen tam köprü diyot doğrultucu, DC-DC Buck dönüştürücü ve Buck-Boost dönüştürücü tarafından doğrultularak ve düzenlenmiştir.

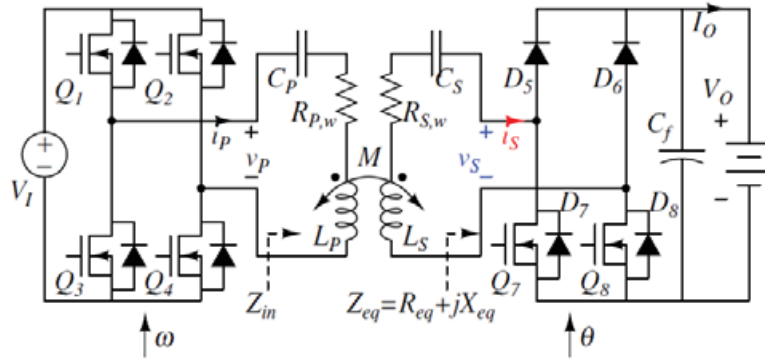


Şekil 4. AC-AC dönüştürücü devresinin PWM çevirici kısmı [8]



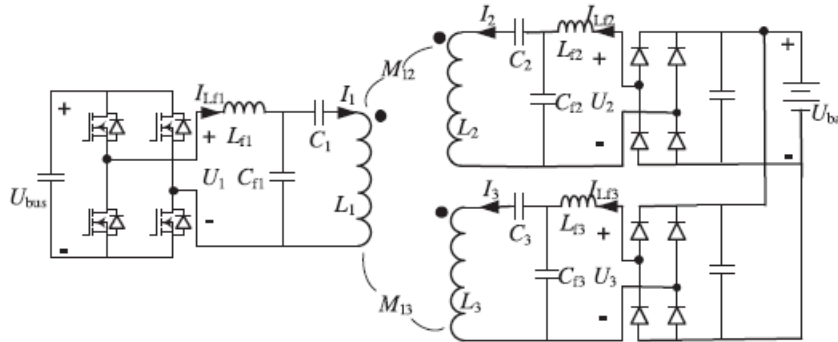
Şekil 5. Tam Köprü Diyot doğrultucu devresi ve Buck (üstte) ve Buck-Boost (aşağıda) DC-DC dönüştürücülerden oluşan Sekonder tarafın devre şeması [8]

Kontrol karmaşıklığı, yüksek diyot sayısı, yüksek anahtarlama kayıpları, fazladan DC-DC dönüştürücü ve %85 civarındaki düşük verimlilik, önerilen sistemin dezavantajları olarak sayılabilir. Huang ve ark. [9] $k=0,283$ birleştirme katsayısına sahip bir Seri-Seri kompanzasyonlu EGA (SSEGA) topolojisi önermişlerdir. Aküyü şarj etmek için sabit akım (CC) ve sabit voltaj (CV) yöntemleri ile yumuşak anahtarlama tekniği aktif doğrultucu önermişlerdir. Çok aşamalı EGA sistemlerinde optimum verim elde etmek için empedans eşleştirmenin uygulanması gerekmektedir. Şekil 6 DC-DC dönüştürücünün evirici ve aktif doğrultucu köprü devresi tarafından ihmal edilebileceğini göstermektedir.



Şekil 6. Seri- Seri kompanzasyonlu IPT sistemi [9]

Çift taraflı LCC topolojisinin avantajı, sabit akım çıkışıdır. Sekonder taraftaki iki doğrultucu, Şekil 7'de gösterilen verimi artırmak için paralel bağlanabilir.



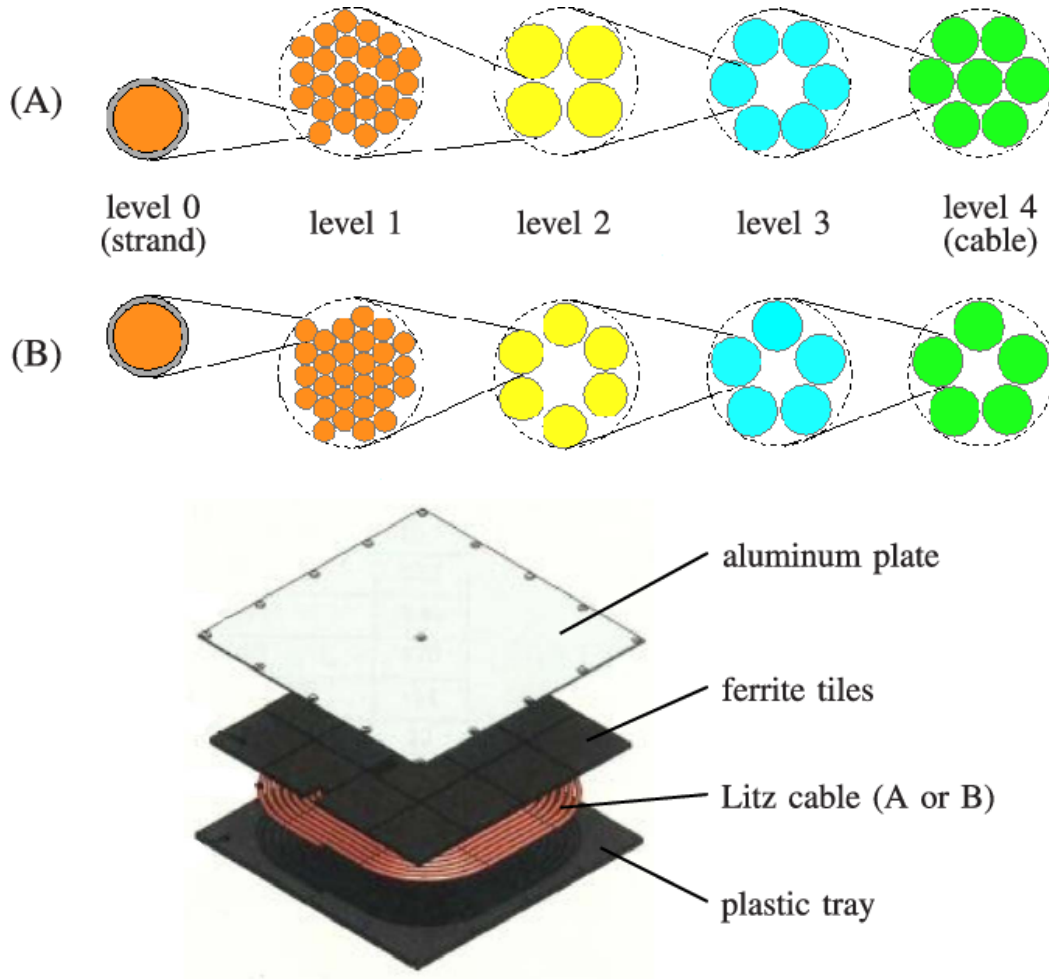
Şekil 7. KGA sistemi için çift taraflı LCL devre topolojisi [10]

6. BOBİN VE NÜVE TASARIMI

6.1. Bobin Yapısı

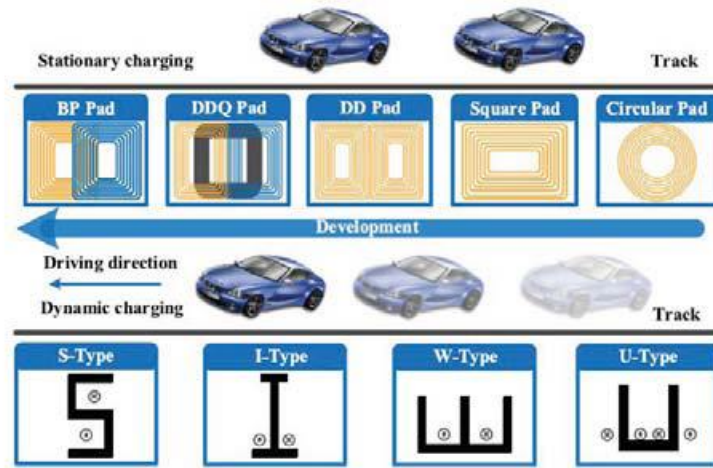
Bobinler, manyetik alan aracılığıyla kablosuz güç aktarımında ana bileşenleri oluşturmaktadır. Birincil bobin etrafında zamanla değişen manyetik alan bobinden akan akım tarafından üretilir. Üretilen manyetik alan, gerilimi indüklemek için birincil bobinin çevresindeki ikincil bobin tarafından yakalanır. İki bobin arasındaki hava aralığı mesafesi, her bir bobindeki sarım sayısı ve manyetik alan, indüklenen voltajın belirlenmesinde ana faktörleri belirlemektedir. Akım oranını en üst düzeye çıkarmak için her bobin bir rezonans ağına bağlanır. Bobinin kalite faktörü Q ve kuplaj katsayısı k , güç aktarım verimliliğini en üst düzeye çıkarmak için ana parametreleri oluşturmaktadır. Manyetik akıyı yönlendirmek için ferromanyetik çekirdekler kullanılır. Ohmik kayıplar ve sıcaklık artışıyla birlikte ferrit malzeme kayıpları sonucunda

verim düşer. Deri etkisi kayıplarını azaltmak için Litz teli kullanılmaktadır. Deri etkisi ve yakınlık kayıpları, Şekil 8'de bobinin Omik kayıp şekli verilmiştir [11].



Şekil 8. Bobin yapıları

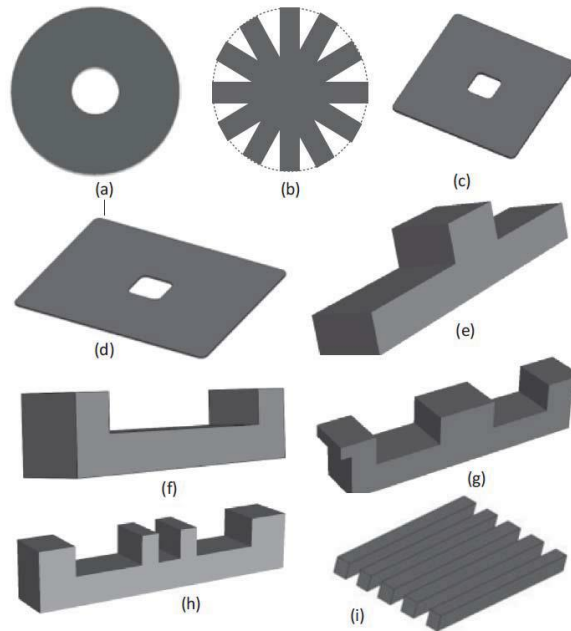
Şekil 9'da elektrikli araç şarj uygulamaları için sabit ve dinamik bobinleri ve ferrit topolojileri verilmiştir [12]. Dairesel biçimli ve kare biçimli verici bobinler, çoğunlukla EA statik kablosuz şarj sistemleri için kullanılan iki tür topolojidir.



Şekil 9. Sabit ve dinamik elektrikli araç şarj uygulamaları için bobin ve ferrit topolojileri [12]

6.2. Nüve Yapıları

Elektrikli araç dinamik şarj uygulamalarında kullanılan farklı ferrit şekilleri Şekil 10'da gösterilmiştir [13]. Bir ferrit çekirdek tasarlamak için gerekli olan ana faktörler, boyut ve şekil kısıtlamaları, frekans çalışma aralığı, geçirgenlik ve maliyet etkinliğidir. Bobinlerin karşılıklı endüktansını ve öz endüktansını iyileştirmede önemli bir etkiye sahiptir.



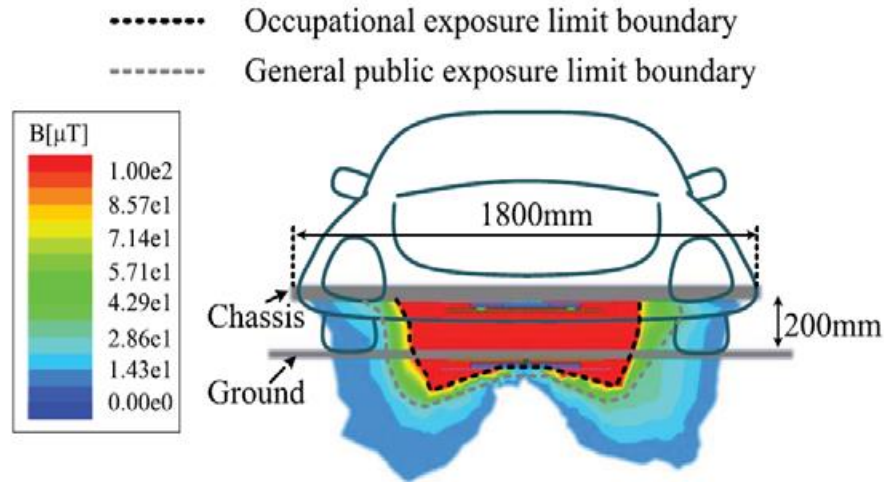
Şekil 10. Ferrit şekiller: (a), (b) dairesel, dairesel çizgili şekil, (c) kare şekil, (d) dikdörtgen şekil, (e) T-çekirdek şekli, (f) U-çekirdek şekli, (g) E-damar şekli, (h) Çift U şekli, (i) Çizgili bloklar [14].

7. GÜVENLİK VE SAĞLIK STANDARTLARI

Kablosuz güç aktarım sistemlerinde, elektrik çarpması, elektromanyetik alana maruz kalma ve yangın tehlikeleri üç ana potansiyel sağlık ve güvenlik sorunudur [15]. Orta menzilli bir güç aktarım teknolojisi olarak rezonant endüktif kuplaj, elektrikli arabalar, otobüsler ve trenler, taşınabilir cihazlar, biyomedikal implantlar, akıllı kartlar ve RFID sistemleri gibi çok çeşitli uygulamalar için kullanılır. Frekans aralığı kHz ila GHz'dir. Bir kasadaki verici voltajı, orta kademe KGA sistemleri için $10V_{rms}$ 'dir. EA kablosuz şarj cihazları seviye 1 (3,7kW) ve seviye 2 (7,7kW) çoğunlukla evlere, alışveriş merkezlerine ve halka açık park alanlarına yerleştirilir.

Sistemin tasarımında ve montajında, hasar, elektrik çarpması riski, sıcak ve soğuk havadaki çevresel değişiklikler ve kablolardaki maksimum talep sıcaklık değişimleri dikkate alınmalıdır. Elektromanyetik uyumluluk (EMC) ve elektromanyetik girişim (EMI), sabit ve dinamik şarjda dikkate alınması gereken faktörlerdir.

ICNIRP Yönergelerine göre, EA KGA frekans aralığı olan 0,8–150 kHz frekansında, genel halk maruziyeti 6,25 T ile sınırlıdır. Mesleki maruz kalma için, 0,82–65 kHz frekans aralığında, 30,7 T ile sınırlıdır [16]. ICNIRP'ye (Uluslararası İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyondan Korunma Komisyonu) göre, aracın yanında duran kişiyi korumak için şarj işlemi sırasında tüm vücut maruziyetinin 27,3 T'den (mikro-Tesla) az olması gerekir [17]. Şekil 11'de mesleki ve genel halk kullanımına yönelik bir 8kW KGA sisteminin maruz kalma sınırları verilmiştir [18].



Şekil 11. 8kW WPT sisteminin maruz kalma sınırı sınırları.

8. SONUÇLAR

Bu çalışmada, elektrikli araçların kablosuz güç aktarım sistemleri uygulamaları ile şarj etmede kullanılan KGA ve farklı teknikler araştırılmıştır. KGA sisteminin verimliliği, dönüştürücüler ve regülatörler için elektronik bileşenler, frekans aralığı, kontrol teknikleri, bobin tasarımı, pil

tipi, şarj devreleri, sensörler ve iletişim teknolojileri gibi çeşitli seçeneklere bağlı olduğu görülmüştür. Şarj sisteminin verimliliğinin artırılması güvenlik düzenlemelerine uygun olması gerektiği sonucuna da varılmıştır.

KAYNAKLAR

- [1] Tesla N. Apparatus for transmission of electric energy. U.S Patent 649621, May 15, 1900
- [2] Musavi F, Eberle W., Overview of wireless power transfer technologies for electric vehicle battery charging. IET Power Electron 7:60–67, 2014.
- [3] Kline M, Izyumin I, Boser B, Sanders S., Capacitive power transfer for contactless charging. IEEE Applied Power Electronics Conf. and Exposition (APEC). pp 1398–1404, 2011.
- [4] Daniel O, Moin H., An overview of single-sided and double-sided winding inductive coupling transformers for wireless electric vehicle charging. IEEE 2nd International Future Energy Electronics Conference (IFEEEC), 2015.
- [5] Daniel O, Moin H., Comparison of circular and rectangular coil transformer parameters for wireless power transfer based on finite element analysis. IEEE 13th Brazilian Power Electronics Conference and 1st Southern Power Electronics Conference (COBEP/SPEC), 2015
- [6] C. Panchal, S. Stegen and J. Lu, “Review of static and dynamic wireless electric vehicle charging system”, Engineering Science and Technology, International Journal 21, pp. 922-937, 2018.
- [7] T.W. Ching and Y.S. Wong, “Review of wireless charging technologies for electric vehicles”, 5th International Conference on Power Electronics Systems and Applications (ICPESA), Dec. 2013
- [8] A. Purwadi, D. Hariyanto, J. Pribadi, S. Rohmatulloh, H. Hindmarsh and Y. Haroen, “Modelling and Analysis of High Frequency Resonant Inductive Power Transfer for Electric Vehicle Charging System”, IEEE PELS Workshop on Emerging Technologies, pp. 214-220, Oct. 2016
- [9] Z. Huang, S. Wong and C. Tse, “An Inductive Power Transfer Converter With High Efficiency Throughout Battery Charging Process”, IEEE Transactions on Power Electronics, Vol: 34, Issue:10, pp. 10245-10255, Oct. 2019

- [10] Z. Yan, B. Song, Y. Zhang, K. Zhang, Z. Mao and Y. Hu, "A Rotation-Free Wireless Power Transfer System with Stable Output Power and Efficiency for Autonomous Underwater Vehicles", IEEE, Transactions on Power Electronics, Vol. 34, Issue:5, pp. 4005-4008, May 2019
- [11] S. Gyimóthy *et al.*, "Loss Computation Method for Litz Cables With Emphasis on Bundle-Level Skin Effect," in *IEEE Transactions on Magnetics*, vol. 55, no. 6, pp. 1-4, June 2019, Art no. 6300304, doi: 10.1109/TMAG.2019.2890969.
- [12] P. Spanik, M. Frivaldsky, P. Drgona and V. Jaros, "Analysis of Proper Configuration of Wireless Power Transfer System for Electric Vehicle Charging", Elektro, pp. 231-237, May 2016
- [13] H. Jiang, P. Brazis, M. Tabaddor and J. Bablo, " Safety considerations of Wireless Charger for Electric Vehicles", IEEE Symposium on Product Compliance Engineering Proceedings, pp. 1-6, Dec. 2012
- [14] I. Nishimura, A. Oshima, K. Shibuya, T. Mitani and T. Negishi, "Absence of reproductive and developmental toxicity in rats following exposure to a 20kHz or 60 kHz magnetic field", Regulatory Toxicol Pharmacol, pp. 394-401, 2012
- [15] ICNIRP Guidelines "for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic and Electromagnetic Fields (up to 300GHz)", Health Physics 74, pp. 494-522, 1998
- [16] I. Suh, "Wireless Charging Technology and the Future of Electric Transportation", Chap3, "EV Charging Technology: Conductive and Wireless", Publisher: SAE International, pp. 56, 2015
- [17] N. Shinohara, "Wireless power transmission progress for electric vehicle in Japan", IEEE Radio and Wireless Symposium (RWS), pp. 109-111, Jan. 2013