

ELEKTRİKLİ ARAÇLAR VE BATARYA YÖNETİM SİSTEMİ

Yusuf Muratoğlu

Toros Üniversitesi

yusuf.muratoglu@toros.edu.tr

Alkan Alkaya

Mersin Üniversitesi

alkanalkaya@mersin.edu.tr

Sera gazı emisyonu çevre kirliliği ve iklim değişikliğinin en önemli nedenidir. Kaynağına göre sera gazı emisyonlarına neden olan sektörler incelendiğinde ulaşım, enerji, endüstri ve tarım sektörleri ön plana çıkmaktadır. 2020 yılında dünya sera gazı emisyonları verileri incelendiğinde [1]; ulaşım sektöründe oran yüzde 13,4 iken bu oranın yüzde 12'si otomotiv sektörüne aittir. Sera gazı emisyonlarının diğer sektörlerle göre dağılımı Şekil 1'de verilmiştir.

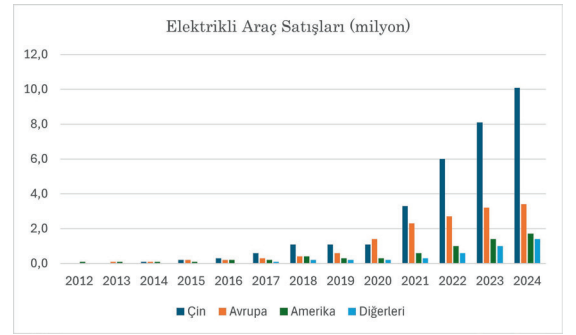


Şekil 1. Sera Gazı Emisyonlarının Dağılımı

Otomotiv sektörü sera gazı emisyonuna neden olan içten yanmalı motorlu araç teknolojisine alternatif olarak hibrit ve elektrikli araç teknolojisine yönelmiş ve ciddi yatırımlar yapılmıştır. Dünya çapında yalnızca 2022 ve 2023'ten itibaren bildirilen yatırım duyuruları 275 milyar ABD dolarını aşmıştır.

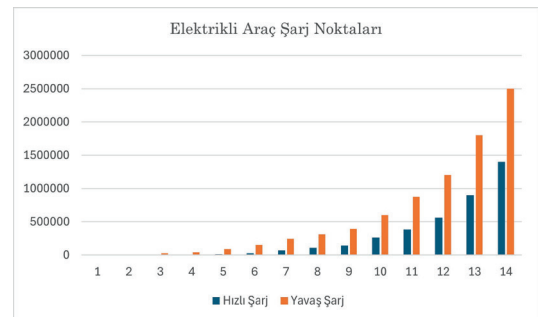
Uluslararası enerji ajansının verilerine göre elektrikli araçların toplam satışlardaki payı yüzde 4'ten (2020) yüzde 18'e (2023) yükselmiştir. Rapora göre otomotiv sektöründeki politikalara ve eğilimlere dayanarak elektrikli araçlar 2030 yılına kadar günde yaklaşık 6 milyon varil petrol ihtiyacını ortadan kaldıracaktır [2]. Ayrıca 2030 yılının

sonunda elektrikli araçların toplam satışlardaki payının yüzde 66 olması öngörülmektedir. Elektrikli araçlardaki satışların yıllara göre dağılımı Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Elektrikli Araç Satışlarının Yıllara Göre Dağılımı

Elektrikli araç teknolojisinin gelişiminin yanında kullanımının da yaygınlaşmasında şarj istasyonları önemli bir faktördür. Dünya genelinde 2020 yılında 1.25 milyon şarj istasyonu noktası varken 2023 yılında bu rakam 3.9 milyona ulaşarak yüzde 312'lik büyümeye göstermiştir. Ülkemizdeki veriler incelendiğinde elektrikli araçlarda 2020 yılında toplam 1290 satış varken 2023 yılında bu rakam ciddi bir şekilde artarak 68 bin 700'e ulaşmıştır. Aynı şekilde şarj istasyonlarının sayısı 1320'den (2020) 7 bin 800'e (2023) kadar çıkmıştır. Elektrikli araç hızlı şarj ve yavaş şarj noktalarının yıllara göre dağılımı Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 3. Elektrikli Araç Şarj Noktalarının Yıllara Göre Dağılımı

Elektrikli araçlarda kullanılan pil teknolojilerinde lityum, kobalt ve nikel malzemeleri ön plandadır. Elektrikli araçların yaygınlaşması ve satışlarındaki artış pil talebini artırmaktadır. Pil talebindeki artış, kritik malzemelere olan talebi artırmaktadır. 2022 yılında lityum talebi, 2017'den bu yana üretimde yüzde 180'lik artışa rağmen arzı aşmıştır. 2022 yılında lityum talebinin yaklaşık yüzde 60'ı, kobalt talebinin yüzde 30'u ve nikel talebinin yüzde 10'u elektrikli araçlar içindi. Sadece beş yıl önce, 2017'de, bu paylar sırasıyla yüzde 15, yüzde

10 ve yüzde 2 civarındaydı. 2022 yılında lityum nikel manganez kobalt oksit (NMC) yüzde 60'lık pazar payıyla baskın pil kimyası olmaya devam ederken, bunu yaklaşık yüzde 30'luk payla lityum demir fosfat (LFP) ve yaklaşık yüzde 8'lik payla nikel kobalt alüminyum oksit (NCA) izlemiştir. Son yıllarda bu malzemelere ve pillere alternatif olarak sodyum iyon pili ön plana çıkmıştır. Bu pil teknolojisi lityum iyon pillerden daha düşük maliyetli malzemelere güvenerek daha ucuz pillere yol açma ve kritik minerallere olan ihtiyacı tamamen ortadan kaldırma gibi iki avantaja sahiptir.

Tablo 1. Türlerine Göre Pillerin Teknik Özellikleri

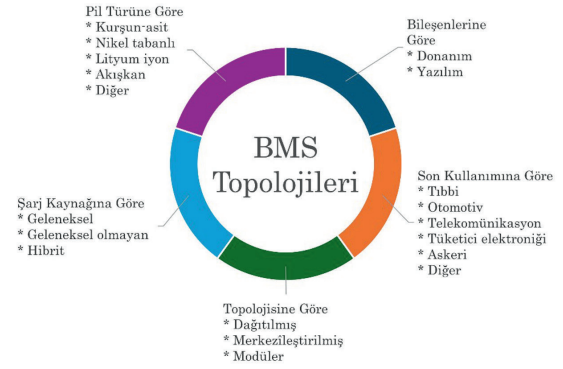
Pil Türleri	Hücre Gerilimi (V)	Enerji Yoğunluğu (Wh/kg)	Özgül Güç (W/kg)	Enerji Verimliliği (yüzde)	Çevrim Ömrü
Kurşun asit	2,1	50 - 75	150 - 300	75 - 80	1000 - 2000
Nikel demir	1,2	30 - 60	100	60 - 70	2000 - 3000
Nikel kadmiyum	1,2	50 - 60	200	70 - 75	1200
Nikel çinko	1,65	80 - 100	170 - 1000	70 - 80	300 - 600
Nikel metal hidrit	1,2	60 - 70	170 - 1000	70 - 80	800 - 1200
Nikel hidrojen	1,55	55 - 75	220	85	2000
Sodyum nikel klorür (ZEB-RA)	2,58	350	150	85 - 95	1000
Sodyum sülfür	2	150 - 240	90 - 230	80 - 90	2500
Alüminyum hava	1,2	8000	-	-	-
Magnezyum hava	2,93	6800	-	-	-
Sodyum hava	2,3	2000	-	-	-
Demir hava	1,3	1200	-	-	-
Lityum hava	2,91	12000	-	-	-
Çinko hava	1,65	1300	-	-	-
Lityum kobalt oksit	3,6	150 - 200	250 - 800	>95	500 - 1000
Lityum manganez oksit	3,7 - 3,8	100 - 150			300 - 700
Lityum nikel manganez kobalt oksit	3,6 - 3,7	150 - 220			1000 - 2000
Lityum demir fosfat	3,2 - 3,3	90 - 120			2000
Lityum nikel kobalt alüminyum oksit	3,6	200 - 260			500
Lityum titanat oksit	2,4	50 - 80			3000 - 30000
Süper kapasitör	2,3 - 3	0,91 - 9,1	1400 - 17400	90 - 98	500k - 1M
Vanadyum redoks akışkan pili	1,4	15	75 - 150	60 - 80	2000 - 5000
Polisülfür brom akışkan pil	1,5	20			
Demir krom akışkan pil	1,18	<10			
Çinko bromlu akışkan pil	1,8	65			

Literatürde elektrikli araçlarda kullanılan pil teknolojilerine geniş bir açıdan bakılmıştır. Bu pil teknolojilerinin farklı teknik özelliklerinde birbirlerine göre avantajları vardır [3-5]. Türlerine göre pillerin teknik özellikleri Tablo 1’de verilmiştir.

Elektrikli araç kullanımının giderek artması, yüksek performanslı ve güvenilir pil paketlerine olan talebi de artırmaktadır.

Batarya yönetim sistemleri, şarj edilebilir pillerin optimum ve güvenli çalışmasında performanslarını izlemek ve yönetmek için kullanılan önemli bir teknolojidir. Pilin doluluk oranını (SoC), sağlık durumunu (SoH) ve güç durumunu (SoP) ölçmek gibi çeşitli işlevleri denetler.

Hücreler arasındaki doluluk oranını dengeleyerek pile zarar verebilecek ve ömrünü azaltabilecek aşırı şarj veya derin deşarj önler. Ayrıca, kritik bir güvenlik özelliği olan aşırı ısınmayı önlemek için termal yönetimi de denetler [6,7]. Batarya yönetim sisteminin pazarı öncelikle Şekil 4’te gösterildiği gibi pil türü, bileşen, şarj kaynağı, son kullanım, topoloji ve bölgeye göre segmentlere ayrılmıştır [8]. Pil türüne göre kurşun-asit, nikel tabanlı, lityum iyon, akışkan ve diğer piller olarak kategorize edilmiştir. Donanım ve yazılım olmak üzere iki bileşen olarak sınıflandırılmıştır. Şarj kaynağı olarak geleneksel, geleneksel olmayan ve hibrit yöntemleri vardır. Son kullanımına göre tıbbi, otomotiv, telekomünikasyon, tüketici elektroniği, askeri ve diğerleri olarak gruplanmıştır. Dağıtılmış, merkezileştirilmiş ve modüler topolojilerine sahiptir. Bölge olarak ise Kuzey Amerika (ABD, Kanada), Avrupa (Fransa, Almanya, İngiltere, İtalya, Hollanda, İspanya, Rusya), Asya Pasifik (Japonya, Çin, Hindistan, Malezya, Endonezya, Güney Kore, Avustralya) Latin Amerika (Brezilya, Meksika, Arjantin) Orta Doğu ve Afrika (Suudi Arabistan, BAE, İsrail, Güney Afrika) olarak ayrılmıştır. Stratejik Pazar Araştırması 2021 yılı raporuna göre otomotiv, uygulama segmentinde yüzde 49’luk bir paya sahiptir [9]. Pil yönetim sistemi pazarının önde gelen oyuncularını Texas Instruments Inc., Leclanche, Elithion, ST Microelectronics, Midtronics ve Toshiba Corporation’dır.



Şekil 4. Batarya Yönetim Sistemi Pazar Topolojileri

Kaynakça

- [1] <https://www.wri.org/data/world-greenhouse-gas-emissions-2020>
- [2] <https://www.iea.org/energy-system/transport/electric-vehicles>
- [3] Hossain, E., Faruque, H. M. R., Sunny, M. S. H., Moham-mad, N. ve Nawar, N. (2020, 15 Temmuz). A comprehensive review on energy storage systems: Types, comparison, current scenario, applications, barriers, and potential solutions, policies, and future prospects. Energies. Multidisciplinary Digital Publishing Institute. doi:10.3390/en13143651
- [4] G.E. Blomgren, "The Development and Future of Lithium Ion Batteries", Journal of The Electrochemical Society., Vol. 161, No. 1, pp. A5019-A5025, 2017
- [5] X. Hu, C. Zou, C. Zhang, Y. Li, "Technological Developments in Batteries: A Survey of Principal Roles, Types, and Management Needs", IEEE Power and Energy Magazine., Vol. 15, No. 5, pp. 20-31, 2017
- [6] Z. N. Ezhyeh, M. Khodaei, and F. Torabi, "Review on doping strategy in Li4Ti5O12 as an anode material for Lithium-ion batteries," Ceramics International, vol. 49, no. 5. Elsevier, pp. 7105-7141, Mar. 01, 2023, doi: 10.1016/j.ceramint.2022.04.340.
- [7] R. Ranjith Kumar, C. Bharatiraja, K. Udhayakumar, S. Devakirubakaran, K. S. Sekar, and L. Mihet-Popa, "Advances in Batteries, Battery Modeling, Battery Management System, Battery Thermal Management, SOC, SOH, and Charge/Discharge Characteristics in EV Applications," IEEE Access, vol. 11. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., pp. 105761-105809, 2023, doi: 10.1109/ACCESS.2023.3318121.
- [8] <https://www.polarismarketresearch.com/industry-analysis/battery-management-system-market>
- [9] <https://www.strategicmarketresearch.com/market-report/battery-management-system-market#:~:text=Theyüzde20leadingyüzde20playersyüzde20inyüzde20the,yüzde20Cyüzde20Midtronicsyüzde20Cyüzde20andyüzde20Toshibayüzde20Corporation>