

BATEG

BÜLTEN

ELEKTRİKLİ ARAÇ
VE BATARYA TEKNOLOJİLERİ



GERİ DÖNÜŞÜMÜN ÖTESİ: ESKİ
BATARYALARIN YENİ GÖREVLERİ

KUTUPTAN KUTBA ELEKTRİKLİ
ARAÇLAR

YOLDA ŞARJ: DİNAMİK
KABLOSUZ ŞARJ TEKNOLOJİSİ

YENİ ÇAĞIN OKURYAZARLIĞI: Elektrikli
Araç Kullanmak 'Enerji Dili' Gerektiriyor

ASFALTIN ALTINDA GELECEK VAR:
ELEKTRİKLİ ARAÇLAR, AKILLI KENTLER VE
AKILLI YOLLAR

EKİM 2025
SAYI 10

İçindekiler

05

GERİ DÖNÜŞÜMÜN ÖTESİ: ESKİ BATARYALARIN YENİ GÖREVLERİ

Kullanım ömrünü tamamlayan bir elektrikli araç bataryası, artık yalnızca “atık” olarak görülüyor. Tam tersine, içeriğindeki değerli metaller geri kazanılarak yeni batarya üretiminde tekrar kullanılabilir.

09

KUTUPTAN KUTBA ELEKTRİKLİ ARAÇLAR

Elektrikli araç kutuplar arası sürüş ile tarihe geçti. İskoç maceracılar, Chris ve Julie Ramsey dünyanın ilk Kuzey Kutbu'ndan Güney Kutbu'na yaklaşık 30 bin kilometre süren “Pole To Pole EV” elektrikli araç gezisini Nissan Ariya e-4ORCE araç ile tamamladı.

12

YOLDA ŞARJ: DİNAMİK KABLOSUZ ŞARJ TEKNOLOJİSİ

Dinamik kablosuz şarj (Dynamic Wireless Charging – DWC), elektrikli araçların yolculuk esnasında — yani hareket halindeyken — kablosuz olarak enerji almasını sağlayan bir şarj yöntemidir.

17

YENİ ÇAĞIN OKURYAZARLIĞI: ELEKTRİKLİ ARAÇ KULLANMAK ‘ENERJİ DİLİ’ GEREKTİRİYOR

Şimdilerde teknolojik dönüşümün en görünür hali olarak elektrikli araç ve batarya teknolojileri bize gösteriyor ki; artık enerjiyi anlayan bireyler olmamız gerekiyor. Yani çağın ivmesi bizden ‘enerji okuryazarı’ olmamızı talep ediyor.

22

ASFALTIN ALTINDA GELECEK VAR: ELEKTRİKLİ ARAÇLAR, AKILLI KENTLER VE AKILLI YOLLAR

Kentin ortak aklını kullanmak amacıyla sosyal, fiziksel, bilgi ve iletişim teknolojileri ile altyapılarının birbirleri ile ilişkilendirilmesi olarak tanımlanan akıllı kent kavramı, sürdürülebilirlik olgusunu tamamlayan bir unsur olarak görülmektedir.

EDİTÖR

KEVSER BUSE ARSLAN

YAZARLAR

ARDA GURUŞ

MELİS KAVAKLI

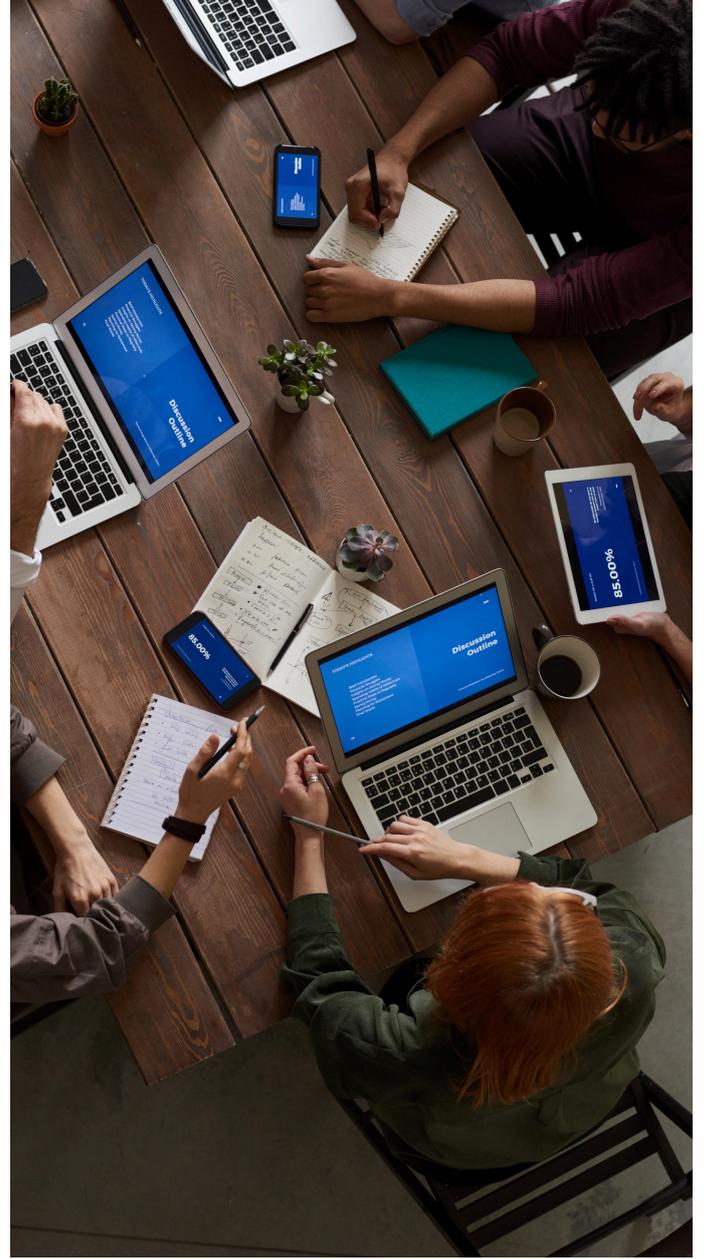
ERDEM SÖYLER

KEVSER BUSE ARSLAN

DR. H. NEHRİN TUNALI SARI

HAKKIMIZDA

TÜBİTAK 1004 Mükemmeliyet Merkezi Destek Programı kapsamında, Bursa Uludağ Üniversitesi'nin Araştırma Programı Yönetici Kuruluş olarak yer aldığı "Elektrikli Taşıtlar İçin Batarya Teknolojileri Araştırma ve Geliştirme Platformu (BATEG)" Toplumsal Etki Analizi Grubu tarafından elektrikli araç teknolojilerinin mikro, mezo ve makro boyuttaki toplumsal kültürel, ekonomik ve ekolojik etkilerini ortaya çıkarmak amacıyla yayınlanmaktadır.



SOSYAL MEDYADA BİZ



[instagram.com/bategplatformu](https://www.instagram.com/bategplatformu)



[linkedin.com/company/bateg-platformu](https://www.linkedin.com/company/bateg-platformu)



[x.com/bategplatformu](https://www.x.com/bategplatformu)



[facebook.com/bategplatformu](https://www.facebook.com/bategplatformu)

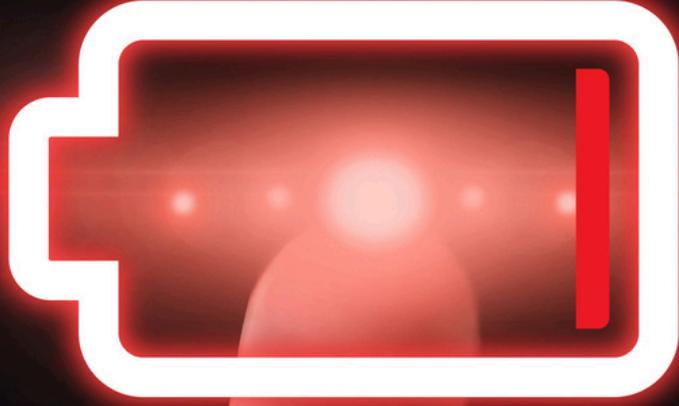


Editörün Notu

Her teknolojik devrim, beraberinde yeni bir farkındalık ve yaşam biçimi getiriyor.

Bu sayının ortak gündemi, elektrikli araç ve batarya teknolojilerinin yalnızca makineleri değil, yaşamı da dönüştürmesi. Elektrikli araçlardan akıllı kentlere, batarya geri dönüşümünden kablosuz şarja kadar uzanan bu dosya, teknolojinin hızından çok anlamını konuşuyor. Çünkü geleceğin dünyası yalnızca daha yenilikçi değil, aynı zamanda daha bilinçli olmayı gerektiriyor.

Bugün enerji, artık yalnızca sanayi politikasının değil, yaşam kültürünün bir parçası. Hangi aracı sürdürdüğümüz, nerede şarj ettiğimiz, hangi kaynaktan enerji tükettiğimiz... Tüm bunlar yeni bir dünya yaratıyor. Ele aldığımız her konu teknik bir yeniliği, bir fikri, bir dönüşüm sürecini aynı merkezde buluşturuyor; enerjii anlamak. Katkılarından dolayı tüm araştırmacılarımıza teşekkürlerimi sunar, sizlere iyi okumalar dilerim.



LOW BATTERY

**GERİ DÖNÜŞÜMÜN ÖTESİ
ESKİ BATARYALARIN YENİ GÖREVLERİ**

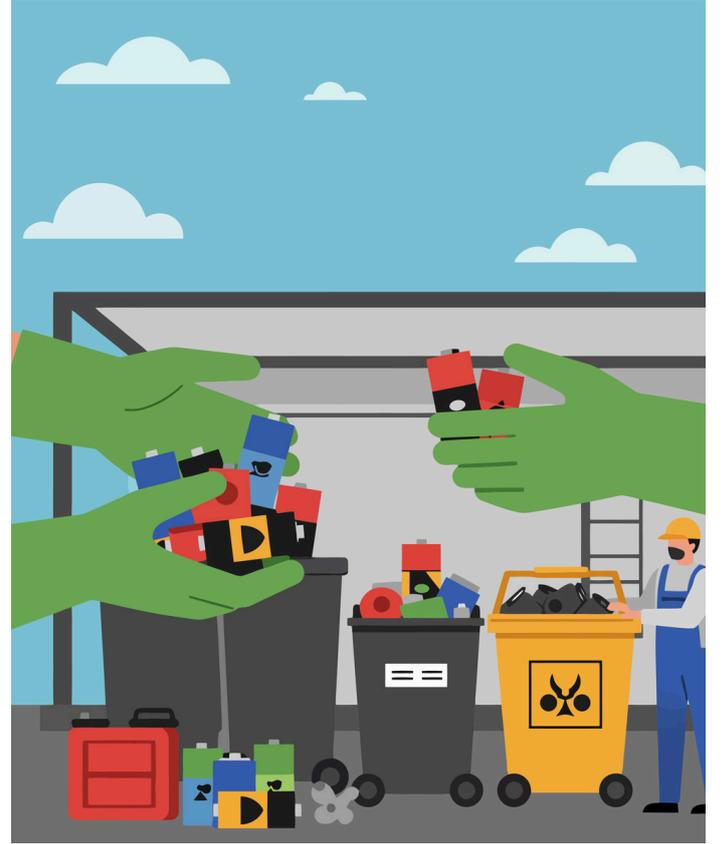
Elektrikli araçlar son yıllarda yalnızca çevre dostu ulaşım araçları olarak değil, aynı zamanda enerji dönüşümünün temel aktörlerinden biri haline geldi. Son yıllarda artan satışlar sayesinde milyonlarca araç yollara çıktı. Fakat meydana gelen bu hızlı büyümenin bir sonucu olarak, artık birçok elektrikli araç ömrünün sonuna yaklaşıyor. Ömrünün sonuna gelen elektrikli araçlar için en büyük problem, bu araçlardan çıkan bataryaların akıbetinin ne olacağı yönündedir.

İlk bakışta bu pillerin çöplüklerde son bulması gibi bir tablo canlansa da gerçek bundan çok daha farklı. Elektrikli araçlar, geleneksel içten yanmalı motorlu araçlardan farklı olarak yalnızca motorlarıyla değil, içerdikleri batarya sistemleriyle de yepyeni bir dögüsel ekonomi mantığını beraberinde getiriyor. Bu döngünün merkezinde ise geri dönüşüm, yeniden kullanım ve enerji depolama sistemleri yer alıyor.

Yeniden Kullanım ve Geri Kazanım: Eski Piller Yeni Hayatlar Buluyor

Kullanım ömrünü tamamlayan bir elektrikli araç bataryası, artık yalnızca “atık” olarak görülüyor. Tam tersine, içeriğindeki değerli metaller geri kazanılarak yeni batarya üretiminde tekrar kullanılabilir. Bu malzemelerin yeniden değerlendirilmesi, hem doğal kaynak kullanımını azaltıyor hem de batarya üretim maliyetlerini düşürüyor. Üstelik karbon ayak izinin azaltılması açısından da önemli bir katkı sağlıyor.

Öte yandan bu piller yalnızca geri dönüştürülmekle kalmıyor; enerji depolama sistemlerine entegre edilerek ikinci bir ömür kazanıyor. Bu sistemler, şehir şebekesindeki yükü hafifletmekten, yenilenebilir enerji kaynaklarının daha verimli kullanılmasına kadar pek çok alanda kritik rol oynayabiliyor.



“Elektrikli araçlar içerdikleri batarya sistemleriyle yepyeni bir dögüsel ekonomi mantığını beraberinde getiriyor. Bu döngünün merkezinde ise geri dönüşüm, yeniden kullanım ve enerji depolama sistemleri yer alıyor.”

İkinci Yaşam: Eski Pillerle Yeni Enerji Sistemleri

Kullanılmış pillerin çoğu, ilk kullanım ömürlerini tamamlamış olsa da teknik olarak hâlâ %50'nin üzerinde bir kapasiteye sahip olabiliyor. Bu durum, onları modüler enerji depolama sistemleri için son derece uygun hale getiriyor. Bu sistemler sayesinde, piller ticari binalarda enerji depolamak, veri merkezlerini desteklemek ya da kırsal bölgelerde güneş

ve/veya rüzgar enerjisi ile entegre çalışmak gibi yeni görevler üstlenebiliyor. Özellikle elektrikli araç şarj altyapısının gelişmediği bölgelerde bu tarz enerji depolama çözümleri büyük avantaj sağlıyor. Bu sayede elektrikli araç kullanımı sadece şehir merkezleriyle sınırlı kalmıyor, daha geniş bir coğrafyada erişilebilir hale geliyor.



Test Süreci ve Performans Değerlendirmesi

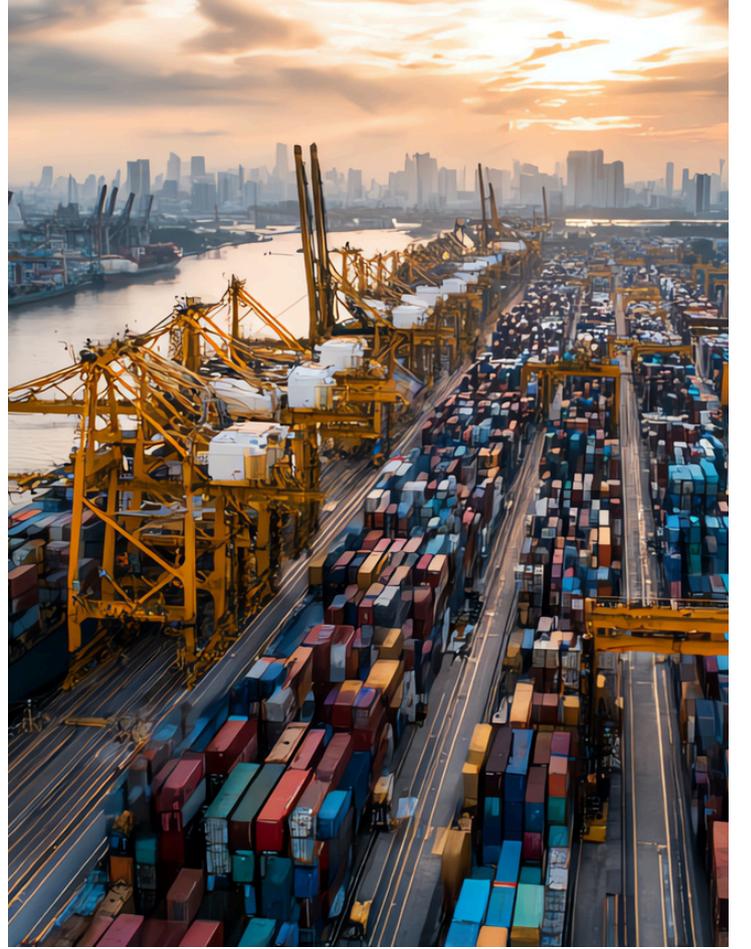
Kullanılmış piller ikinci kez değerlendirilmeden önce bir dizi güvenlik ve performans testine tabi tutuluyor. Öncelikle güvenli şekilde depolanan piller, daha sonra kapsamlı teşhis testlerinden geçiriliyor. Hâlâ yeterli kapasiteye sahip olan bataryalar, kimyasal yapısına ya da orijinal üreticisine bakılmaksızın enerji depolama sistemlerine dönüştürülüyor. Enerji kapasitesini büyük ölçüde kaybetmiş olanlar ise doğrudan geri dönüşüm sürecine yönlendiriliyor.

Bu yaklaşım, yalnızca çevre dostu değil; aynı zamanda kaynak yönetimi açısından da stratejik bir hamle. Her bir bataryanın içindeki hücrelerin yeniden değerlendirilmesi, tedarik zincirindeki dışa bağımlılığı azaltırken enerji güvenliği açısından da önemli katkılar sunuyor.

Giderek Büyüyen Bir Pazar: Geri Dönüşüm ve İkinci El Pil Sektörü

Elektrikli araç satışlarındaki yükseliş, geri dönüşüm ve ikinci el pil sektörlerini de hızla büyütüyor. Geçtiğimiz yıl sayıları milyonları bulan elektrikli ve plug-in hibrit araç satıldı. Bu, her geçen yıl daha fazla bataryanın kullanım ömrünü dolduracağı anlamına geliyor. Tahminler, bu yıl en az 100 bin elektrikli aracın trafikten çekileceğini gösteriyor. Bu sayıların her yıl artarak devam etmesi bekleniyor.

Uzmanlara göre, geri dönüşüm sektörü bu büyümeden en fazla payı alacak. Küresel batarya geri dönüşüm pazarının 2045 yılına kadar 52 milyar dolarlık bir hacme ulaşması beklenirken, ikinci el batarya pazarının da 2035 itibarıyla 5 milyar doları aşacağı öngörülüyor. Bu fark, kritik malzemelerin geri kazanımının teknoloji ve tedarik zinciri açısından hâlâ daha öncelikli bir alan olduğunu ortaya koyuyor.



Bir Zihniyet Dönüşümü Olarak Elektrikli Araçlar

Sonuç olarak, elektrikli araç bataryalarının ömrü sona erdiğinde hikâyeleri bitmiyor, aksine dönüşerek devam ediyor. Bu süreç yalnızca çevreye değil, aynı zamanda enerji altyapısına ve ekonomik sürdürülebilirliğe de katkı sağlıyor. Bu nedenle, batarya geri dönüşümü ve yeniden kullanım uygulamaları, geleceğin enerji politikalarının temel bileşenlerinden biri olmaya aday.

Elektrikli araçlar artık yalnızca mobilite anlayışını değil, kaynak yönetimini, enerji güvenliğini ve çevre politikalarını da yeniden şekillendiriyor. Bu kapsamlı dönüşümün sürdürülebilir ve adil bir şekilde yönetilebilmesi için, hem kamu politikalarının hem de özel sektör yatırımlarının aynı vizyon etrafında buluşması gerekiyor.

KUTUPTAN KUTBA ELEKTRİKLİ ARAÇLAR

Bir elektrikli araçla kuzey kutbundan güney kutbuna kadar gittiler.



Dünyada ilk kez bir elektrikli araç kutuplar arası yolculuk yaptı.

Elektrikli araç kutuplar arası sürüş ile tarihe geçti. İskoç maceracılar, Chris ve Julie Ramsey dünyanın ilk Kuzey Kutbu'ndan Güney Kutbu'na yaklaşık 30 bin kilometre süren "Pole To Pole EV" elektrikli araç gezisini Nissan Ariya e-4ORCE araç ile tamamladı.

Ramsey çifti kutuplar arasını Kuzey ve Güney Amerika kıtaları üzerinde kat etti. Kuzey Amerika kısmında şarj istasyonlarının yaygınlığı nedeniyle bir sorun yaşanmadı. Ancak Orta ve Güney Amerika'da farklı bir durum söz konusuydu. Yolculuğun şarj çözümleri sağlayıcısı Enel X Way'in desteğiyle özellikle Peru olmak üzere rota boyunca şarj istasyonları kuruldu.

Nissan Ariya e-4ORCE normalde 438 kilometrelik bir menzile sahip. Ancak modifikasyon çalışmaları nedeniyle bu menzil 241 ile 322 kilometre arasına inmiş. Yolculuğun Kuzey Kutbu ve Antarktika bölümlerinde verimliliği artırmak için arabanın aküsünün sıcak tutulmasını sağlayan püf noktalarından yararlandı. Bunların en önemlisi, arabanın alt ve ön radyatörünü soğuk rüzgârdan korumak için bir kar duvarı kullanmak oldu. Hava çok rüzgârlı olmadığında otomobilin tamamı özel bir çadırı ile örtüldü.





Hava durumuna bağılı olarak Nissan Ariya araca enerji sağlamak için 5kW'lık bir rüzgâr türbini veya prototip bir güneş enerjisi hibrit şarj çözümü kullanıldı. Bunun yapılamadığı ortamlarda ise kutup bölgelerini geçmek için zorunlu bir ekipman olan benzinli jeneratörden yararlandı. Sürdürülebilir yaşam savunucusu olan Chris Ramsey, “Kutuptan Kutuba EV” adını taşıyan projeye elektrikli araçların kutup bölgelerinde mevcut dizel keşif araçlarının yerine kullanılabileceğini kanıtlamayı hedefliyor.

Araç daha büyük lastiklerle modifiye edilerek lastik ve süspansiyon yükseltilmesi gibi donanım geliştirmeleri yapıldı. Batarya ve elektronik sistemler ise fabrika ayarlarında bırakıldı. Bu sayede elektrikli araçların gerçek sürümünün bile ekstrem koşullarda dayanabileceği mesajı verilmek istendi. Bu yolculuk, elektrikli araçların uzun mesafeleri başarıyla kat edebileceğini ve zorlu koşullara karşı direnç gösterebileceğini kanıtıyor.

Elektrikli araçlar artık sadece şehir içi ulaşımda değil, dünyanın en uzak noktalarına uzanan bir macera aracı haline geldi. Kutuplar arası dünya turunu gerçekleştiren Ramsey çifti, bu teknolojinin sınırlarını test edip başardı. Altyapının az olduğu yerlerde bile dayanışma ile yeni şarj noktaları inşa edildi.

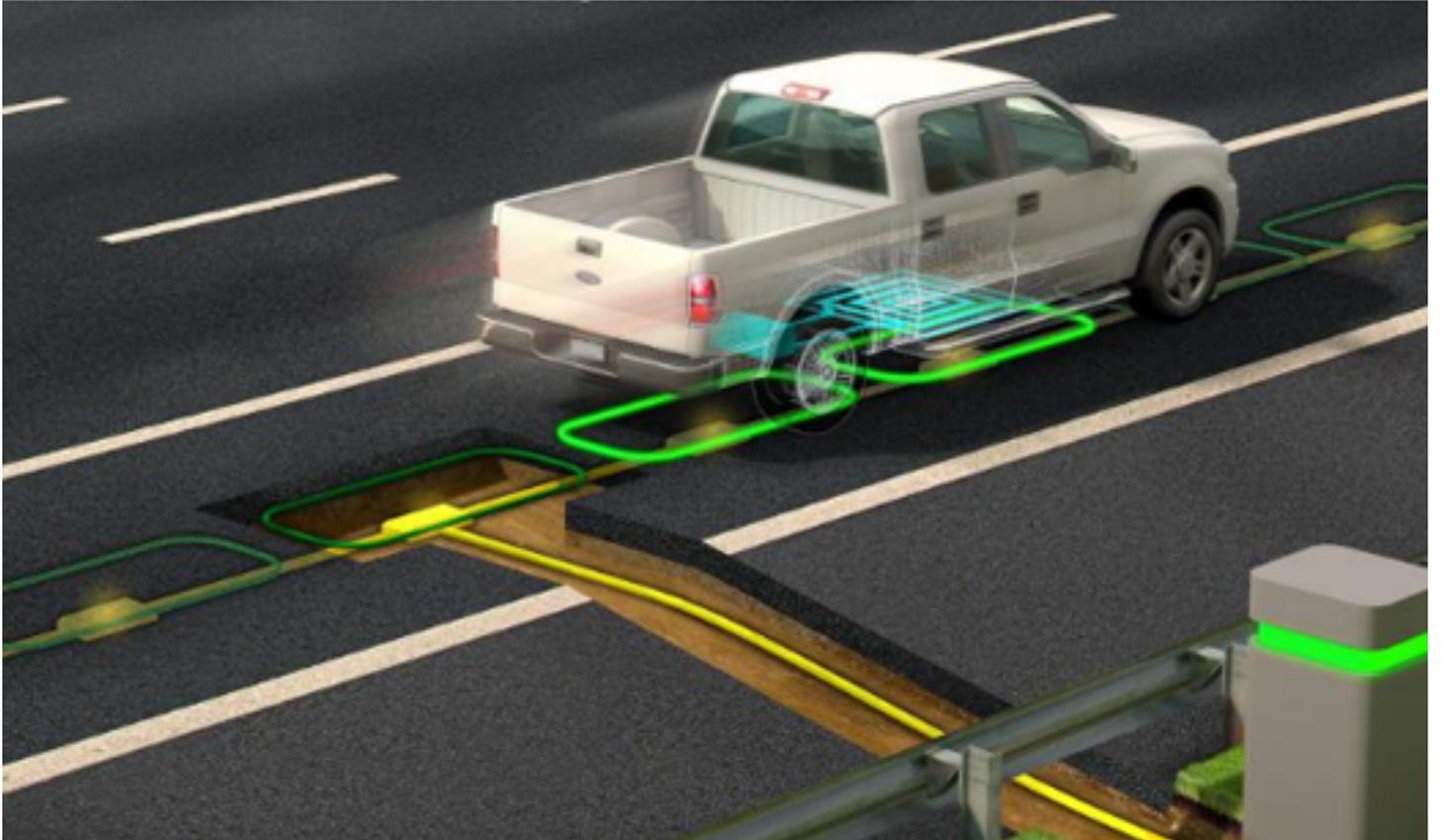
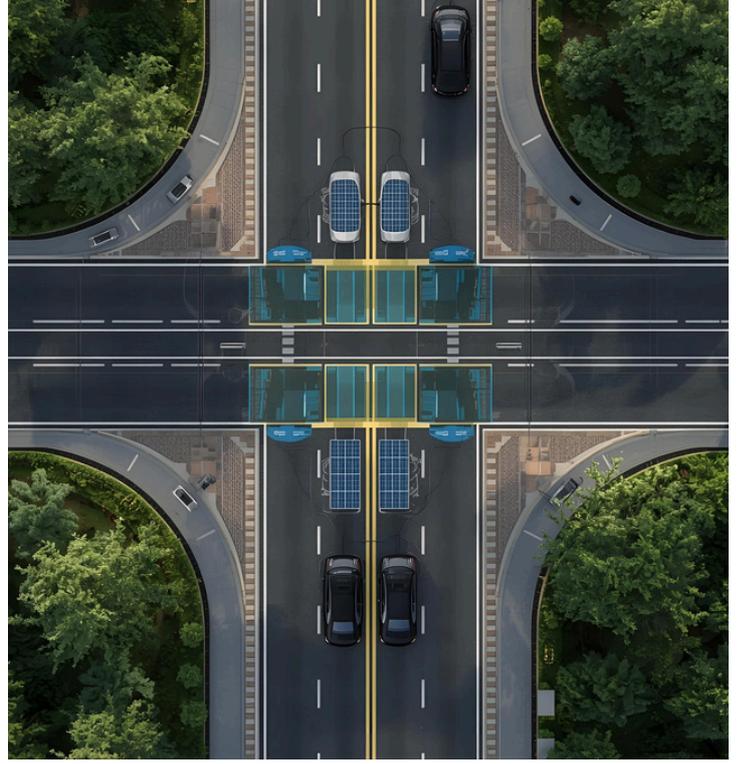


YOLDA ŞARJ : DİNAMİK KABLOSUZ ŞARJ TEKNOLOJİSİ

Elektrikli araç teknolojileri son yıllarda büyük bir ivme kazanmış durumda. Ancak bu gelişimin sürdürülebilirliği, yalnızca araçların batarya kapasitesiyle değil, aynı zamanda şarj altyapısının ne kadar erişilebilir ve verimli olduğuyla da doğrudan ilişkili. Bu bağlamda dinamik kablosuz şarj sistemleri, araçların hareket halindeyken şarj olmasına olanak tanıyan devrimsel bir çözüm olarak öne çıkıyor.

Dinamik Kablosuz Şarj Nedir?

Dinamik kablosuz şarj (Dynamic Wireless Charging – DWC), elektrikli araçların yolculuk esnasında — yani hareket halindeyken — kablosuz olarak enerji almasını sağlayan bir şarj yöntemidir. Bu sistem, genellikle yol yüzeyine entegre edilmiş elektromanyetik bobinlerle çalışır. Araçların alt kısmında bulunan alıcı bobin, bu elektromanyetik alanla etkileşime girerek enerjiyi bataryaya aktarır. Böylece araçlar, duraksamadan ve kabloya gerek kalmadan şarj olur. Bu teknoloji, sabit (statik) kablosuz şarj sistemlerinden farklı olarak, araç hareket halindeyken enerji aktarımını sağlar ve elektrikli araç kullanımının sürekliliğini destekler.



Kısa Bir Tarihçe

Dinamik kablosuz şarjın temelinde, 19. yüzyılda Nikola Tesla'nın kablosuz enerji aktarımı konusundaki çalışmaları yer alır. Ancak bu teknolojinin elektrikli ulaşımında uygulanabilirliği 21. yüzyılda gündeme gelmiştir. Dinamik kablosuz şarjın elektrikli ulaşımında uygulanabilirliği, 2000'li yılların başında kablosuz enerji aktarımına ilişkin araştırmalarla atıldı. 2000'li yılların sonlarında, Güney Kore'deki KAIST Üniversitesi'nin Online Electric Vehicle projesiyle ilk saha denemeleri yapılmıştır. Ancak teknolojik olgunluğa ulaşması son on yılda gerçekleşmiştir.

ABD'de Oak Ridge Ulusal Laboratuvarı ve Department of Energy destekli araştırmalar, ilk yüksek güçlü Dynamic Wireless Power Transfer sistemlerini ortaya koymuştur. Electreon gibi öncü şirketler ise İsrail, Almanya, İsveç ve ABD gibi ülkelerde pilot uygulamalar gerçekleştirmiş; özellikle akıllı şehir konseptleriyle birlikte altyapı entegrasyonları test edilmiştir. Özellikle Detroit'te hayata geçirilen ilk kamuya açık dinamik şarj yolu, teknolojinin ticarileşmesi açısından bir dönüm noktası olmuştur.



Dinamik Kablosuz Şarjın Avantajları

- **Kesintisiz Seyahat İmkani:** Araçların hareket halindeyken şarj edilmesi, duraksız ve kesintisiz ulaşım olanağı sunar. Bu durum menzil kaygısının ortadan kalkmasına yardımcı olur.
- **Batarya Boyutunda Azalma:** Sürekli şarj olanağı sayesinde daha küçük bataryalar yeterli olabilir. Bu da üretim maliyetlerini, çevresel etkileri ve aracın ağırlığını düşürür.
- **Zaman Tasarrufu:** Kullanıcıların şarj istasyonlarında beklemesine gerek kalmaz. Sürücüler bu sayede zamandan tasarruf eder.

- **Yol Üzerinde Entegre Altyapı:** Dinamik şarj altyapısı yollarla bütünleştiği için, enerji aktarımı kullanıcı için tamamen görünmez ve pratik bir hale gelir.
- **Şehir Planlamasında Verimlilik:** Fiziksel şarj istasyonlarına olan ihtiyaç azalır. Bu durum, kentsel alanların daha verimli kullanımını sağlar.
- **Temiz Enerji Uyumlu:** Şebeke entegrasyonu ile birlikte yenilenebilir enerji kaynaklarıyla entegre olabilir.
- **Filo ve Lojistik Avantajı:** Ticari filolar için operasyon süresini maksimize eder.



Dinamik Kablosuz Şarjın Dezavantajları

- **Yüksek Altyapı Maliyetleri:** Yol altına yerleştirilecek bobin sistemleri ve enerji yönetim altyapıları yüksek yatırım gerektirir. Özellikle uzun mesafeli otoyollarda bu maliyet çok daha fazladır.
- **Verimlilik Sorunları:** Araç-bobin hizalamasındaki küçük sapmalar, enerji aktarım verimliliğini düşürebilir.
- **Enerji Verimliliği:** Kablosuz sistemler, geleneksel kablolu sistemlere göre daha fazla enerji kaybına yol açabilir. Bu da toplam verimliliği etkileyebilir.
- **Standart Eksikliği:** Henüz küresel ölçekte bir teknik standardın oturmamış olması, farklı sistemler arasında uyumsuzluğa yol açabilir. Farklı üreticilerin araçlarında kullanılan alıcı sistemlerin değişiklik göstermesi, sistemin yaygınlaşmasını zorlaştırabilir.
- **Araç Uyum Problemleri:** Mevcut araçların sistemle uyumlu hale getirilmesi zor ve maliyetlidir.
- **Elektromanyetik Güvenlik Kaygıları:** Metal parçalardan kaynaklanan elektromanyetik parazit riski vardır. Sürekli elektromanyetik alan üretimi, özellikle doğal yaşam, yayalar, bisikletliler veya yol kenarında çalışan personel açısından güvenlik endişeleri yaratabilir.
- **Bakım Maliyeti:** Yola gömülü sistemlerin bakım maliyeti yüksektir ve güvenlik açısından ilave önlemler gerektirir. Yoğun yağış, kar veya çamur gibi dış etkenler altyapının performansını olumsuz etkileyebilir. Ayrıca bu tür koşullarda bakım maliyetleri de artabilir.

Gelecek Perspektifi: Kablosuz Şarjlı Yollar Yaygınlaşıyor mu?

Dinamik kablosuz şarj sistemleri, özellikle otonom ve paylaşımlı araç sistemleriyle birlikte düşünüldüğünde, gelecekte ulaşımın temel altyapılarından biri haline gelebilir. Akıllı yollar, nesnelerin interneti ile desteklenen araçlar ve gerçek zamanlı enerji yönetim sistemleriyle entegre bir yapı oluşturması öngörülmektedir. Özellikle Avrupa Birliği ve ABD gibi bölgelerde sürdürülebilir şehir planlamaları kapsamında bu sistemlere büyük yatırımlar yapılmaktadır. Ayrıca, yeni nesil süperiletken malzemelerin gelişimiyle birlikte verimlilik sorunlarının da aşılması beklenmektedir.

Geleceğe dönük projeksiyonlar, dinamik kablosuz şarj sistemlerinin özellikle toplu taşıma, filo yönetimi ve akıllı şehir projelerinde yaygınlaşacağını göstermektedir. 2034'e kadar bu alandaki pazar büyüklüğünün 3 milyar doları aşması beklenmektedir. Önde gelen otomotiv üreticileri (BMW, Hyundai, Tesla vb.) bu sistemleri araçlarına entegre etmek üzere çalışmalar yürütmekte; kamu-özel sektör ortaklıkları ise pilot uygulamaları ölçeklendirerek yaygınlaştırmayı hedeflemektedir. Özellikle Los Angeles 2028 Olimpiyatları öncesinde University of California, Los Angeles kampüsünde inşa edilen kablosuz şarj yolları, bu alandaki dönüşümün hızını göstermektedir.



Sonuç: Şarj Etmeden Sürmeye Doğru

Dinamik kablosuz şarj teknolojisi, elektrikli araçların yaygınlaşması için kritik bir adım olabilir. Elektrikli ulaşımın en büyük darboğazlarından biri olan “şarj altyapısı yetersizliği” sorununu çözme potansiyeline sahiptir. Şu an için yüksek maliyetler ve teknolojik bazı engeller bulunsa da, yapılan yatırımlar, mevzuat destekleri ve teknolojik gelişmeler, bu engellerin kısa sürede aşılabileceğine işaret etmektedir. Dinamik şarj altyapısının, özellikle yoğun trafiğe sahip şehirlerde ve lojistik hatlarında, geleceğin standart uygulamalarından biri haline gelmesi oldukça olasıdır.

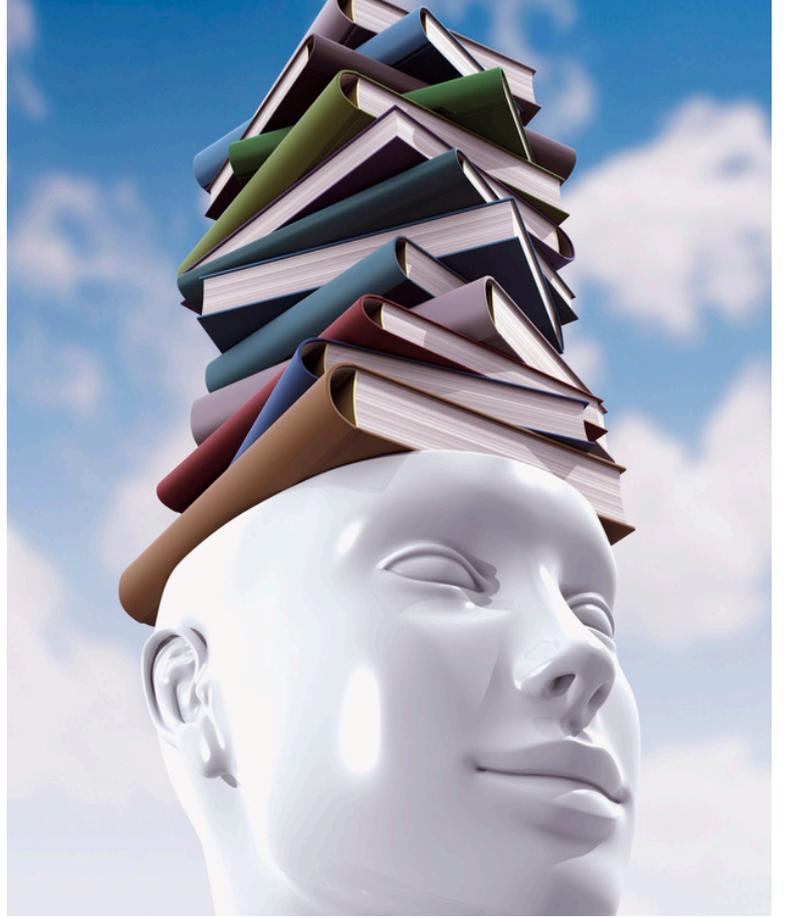
Mevcut batarya teknolojilerinin sınırlamaları düşünüldüğünde, bu sistem hem kullanıcı deneyimini iyileştirecek hem de karbon emisyonlarını azaltarak çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlayacaktır. Ancak teknolojinin yaygınlaşması için altyapı yatırımlarının artırılması, standartların oluşturulması ve güvenlik konularında kamuoyunun ikna edilmesi gerekmektedir. Enerji ve ulaştırma sektörleri bu dönüşüme hazırlanmalı, kamu politikaları da bu yönde şekillendirilmelidir. Tüm bu süreçler başarıyla yönetildiğinde, şehirlerimizde enerji akan yollar görmek artık uzak bir gelecek değil.

YENİ ÇAĞIN OKURYAZARLIĞI

**Elektrikli Araç Kullanmak
'Enerji Dili' Gerektiriyor**

Değişen ve gelişen her teknoloji, insanlığı da bilgi birikimi ve yetkinlik düzeyi anlamında uyum sağlamaya itiyor. Artık yeni teknolojik ürünlere sahip olmak ya da onları kullanabilmek yetmiyor; aynı zamanda onları anlamak gerekiyor. Bu anlama gerekliliğiyle bir kavram karşımıza çıkıyor; teknoloji okuryazarlığı.

Öte yandan sabahları 'çevrimiçi' gazetelerimizde gezerken yalnızca borsa, altın ve doların durumuna değil, bitcoin gibi dijital para birimlerinin de hareketlerine bakıyoruz. Görüyoruz ki dijital okuryazarlık, hatta belli bir miktarda dijital ekonomi okuryazarlığına ihtiyaç duyuyoruz. Yetmiyor, gelecek nesillerin devamlılığı için sürdürülebilirlik okuryazarlığına sahip olmamız gerekiyor; küresel ısınma, karbon ayak izi, PM10, PM2,5 ve benzer birçok kavram daha bu kapsamda karşımıza çıkıyor.



Şimdilerde teknolojik dönüşümün en görünür hali olarak elektrikli araç ve batarya teknolojileri bize gösteriyor ki; artık yalnızca enerjiyi tüketen değil, anlayan bireyler de olmamız gerekiyor. Kısacası çağın ivmesi bizden şimdi de 'enerji okuryazarı' olmamızı talep ediyor.

Enerji okuryazarlığı, bireylerin enerjinin nereden geldiğini, nasıl tüketildiğini, ne zaman, nasıl tasarruf edilebileceğini bilmesi ve bu bilgiyle bilinçli kararlar alabilme yeteneğine sahip olması olarak tanımlanabilir. Avrupa Komisyonu kavramı üç temel bileşen aracılığıyla tanımlıyor.



1

Bilgi: Enerji kaynakları, dönüşümü, dağıtımı hakkında temel anlayış.

2

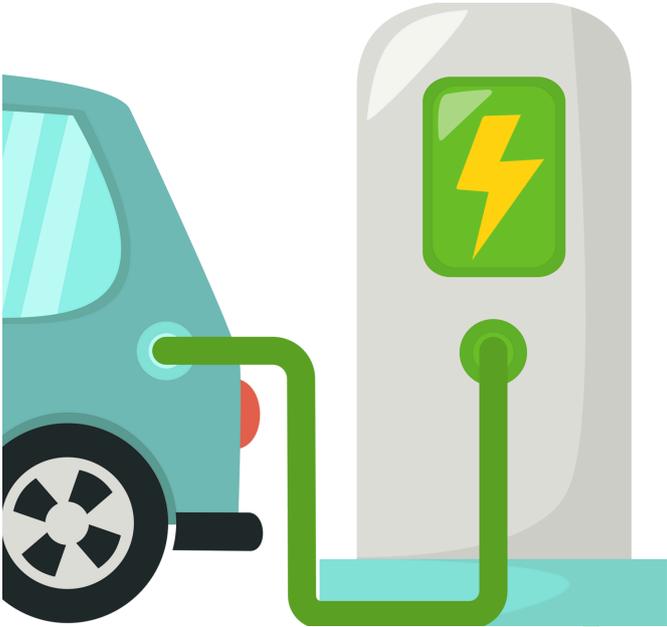
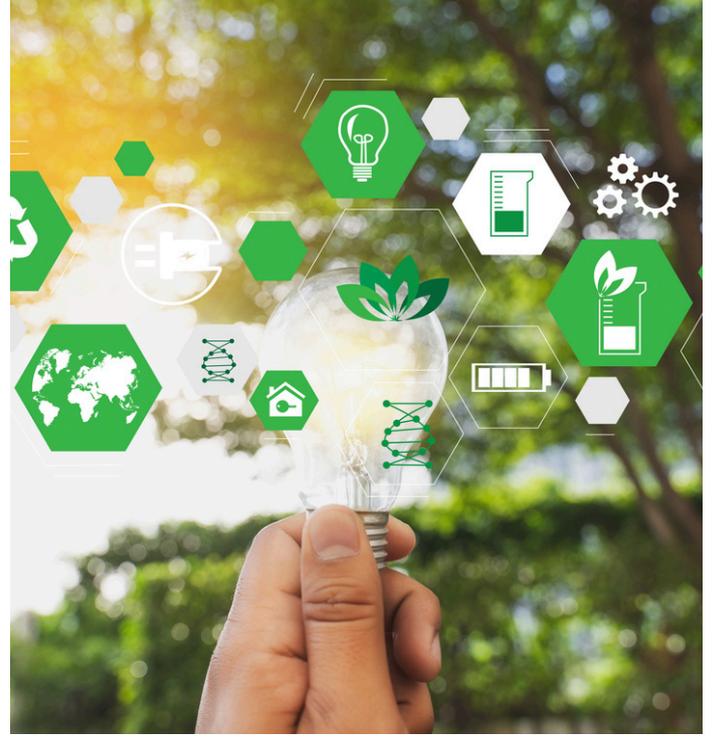
Davranış: Günlük yaşamda enerji verimliliğini artıran pratikler.

3

Tutum: Enerjiyle ilgili sürdürülebilir yaşam ve toplumsal sorumluluk bilinci.

Elektrikli araçlar bu kavrama nasıl yeni bir katman ekliyor?

Geleneksel içten yanmalı motora sahip araçlarda yakıt (benzin) alma davranışı basit bir harekettir. Hatta çoğunlukla bu işi sizin yerinize yapan bir çalışan bulunur. Tek yapmanız gereken yakıt istasyonuna yanaşmaktır; öyle ki aracın benzin mi yoksa dizel yakıtla mı çalıştığını bilmeseniz bile bu işlemi kolayca tamamlayabilirsiniz. Bunların aksine elektrikli araçlar, sürücüleri enerji sisteminin bir parçası haline getiriyor. Artık kW ve kWh farkını bilmek, AC-DC şarj arasındaki süre farkını anlamak, hatta amacını özümsemiş bir elektrikli araç kullanıcısı için elektriğin hangi enerji kaynağından kullanıldığını bile seçmek gerekiyor. Özetle elektrikli araçlar, sürücüleri doğrudan enerji üretimi, tüketimi ve zamanlaması döngüsüne dahil ediyor.



Tıpkı dijital dönüşümde internet dilinin bir ihtiyaç haline gelmesi gibi, elektrikli otomobil çağında da enerji dili bir gereksinime dönüşüyor. Şarj cihazı, uygulama, tarife, sayaç, şebeke... Bunların hepsi belli düzeyde bilgi gerektiren kavramlar. Böylelikle elektrikli araçlar, enerji dilini yalnızca mühendislerin olmaktan çıkarıp tüm kullanıcılara yayıyor. Hangi yöntemle ya da hangi istasyon tipiyle şarj etmenin zaman kazandıracağını öğrenmek; kimin hangi saatlerde, hangi kaynaklardan şarj ettiğini bilmek; şebekenin yükünü hafifletmek için akşam değil gündüz şarj etmeyi seçmek gibi davranışlar kullanıcı deneyiminin bir parçası haline geliyor.





Elektrikli araçların gelişimiyle birlikte toplumun enerjiyle kurduğu ilişki daha görünür vaziyet alıyor. Özellikle kullanıcılar artık sadece tüketici değil, bu ekosistemin birer mikro katılımcısı durumunda. Bu durum, enerji şirketlerinden yerel yönetimlere kadar birçok düzeyde yeni sorumluluklar doğuruyor. Enerjiyi anlamayı kolaylaştırmak ise bu sorumlulukların başında. Şarj istasyonu uygulamaları, enerji tarifeleri ve kamu bilgilendirmeleri yalnızca hizmet değil, aynı zamanda bir eğitim aracına dönüşmek zorunda. Enerji dönüşümünün başarısı, altyapı yatırımları kadar vatandaşın bilgiyle donanmasına da bağlı.



**Enerji okuryazarlığı,
fişi takmakla bitmeyen
bir farkındalık biçimi.
Yani enerji artık hem
yenilenebilir hem de
okunabilir olmalı.**



OECD 2024 “Energy Awareness Survey” raporuna göre Avrupa’da sürücülerin %62’si kullandıkları elektriğin kaynağını bilmiyor. Türkiye’de ise bu oranın %80’in üzerinde olduğu tahmin ediliyor. Bu da aslında elektrikli araçların ‘ruhuna’ ters desek yanlış olmaz. Bazı ülkeler kamu spotları ve sürücü eğitimleriyle toplumdaki enerji okuryazarlığını geliştirmeye başlamış durumda. Örneğin elektrikli araç kullanımının %80’e yaklaştığı Norveç’te ‘elektrikli araç farkındalık politikası’ yürütülüyor. Benzer şekilde Japonya ve Almanya’da da enerji farkındalığı kamu politikalarında ve eğitim müfredatlarında yer alıyor. Böylelikle bir kampanya olmaktan öte, enerji farkındalığı konusunda vatandaşlık bilinci oluşturulması hedefleniyor.

DR. H. NEHRİN TUNALI SARI

ASFALTIN ALTINDA GELECEK VAR

Elektrikli Araçlar,
Akıllı Kentler ve Akıllı
Yollar

Elektrikli araçların yaygınlaşması ile birlikte hem şehir içi hem de şehir dışı ulaşım sistemlerine ait tasarımların güncellenmesi ve altyapı hizmetlerinin dönüşümüne yönelik adımlar atılması kaçınılmaz duruma gelmeye başladı. Söz konusu dönüşüm sürecinin iyi yönetilmesi ise enerji verimliliğini artırılmasına katkı sağlarken, akıllı ve sürdürülebilir kentlerin oluşturulmasında da önemli rol oynuyor.

Bilindiği üzere elektrikli araçlar geleneksel içten yanmalı motorlu araçlara nazaran düşük karbon salınımına sahip olmaları ve böylelikle sürdürülebilirlik hedeflerine yönelik olarak verdikleri katkılarla ön plana çıkmaktadırlar. Ancak elektrikli araçların daha etkin çalışabilmeleri ve tercih edilebilirliklerinin artması için gelişmiş bir altyapının mevcut olması kritik öneme sahiptir. Bu noktada ise akıllı yol ve akıllı kent kavramları devreye girmekte, sadece araçlardan oluşan basit bir yapı yerine kent yaşamının bütününe yönelik yeni bir bakış açısı ortaya çıkmaktadır.



Akıllı Kent ve Akıllı Yol Nedir?

Birleşmiş Milletler (BM) Habitat Raporu'na göre, 21. Yüzyıl kentleşme olgusunun ana unsur haline geldiği bir dönemi temsil etmektedir. Ayrıca ilgili raporda kentlerde yaşayan nüfusun giderek artacağı ve 2050 yılında kent nüfusunun yaklaşık olarak % 66 düzeyine ulaşacağı ifade edilmektedir. Dolayısıyla artan kentli nüfusun etkin biçimde yönetilmesi çarpık kentleşme başta olmak üzere sosyal, idari ve iktisadi sorunların önüne geçilmesinde kritik önem taşımaktadır. Söz konusu etkinliğin sağlanmasında ise mevcut kent yapısının akıllı kentlere evrilmesi bir gereklilik olarak karşımıza çıkmaktadır.

Kentin ortak aklını kullanmak amacıyla sosyal, fiziksel, bilgi ve iletişim teknolojileri ile altyapılarının birbirleri ile ilişkilendirilmesi olarak tanımlanan akıllı kent kavramı, sürdürülebilirlik olgusunu tamamlayan bir unsur olarak görülmektedir. (Harrison vd., 2010: 2-3). Dolayısıyla akıllı kentlerin gelişimine yönelik olarak atılan adımlar pozitif dışsallığı beraberinde getiren gelişmeler olarak değerlendirilmektedir.



Akıllı yollar ise elektrikli araç teknolojisi ile birlikte önemi daha fazla artan ve akıllı kentlerin tamamlayıcı ögesi olarak nitelendirilen yenilikçi ulaşım yapılarını ifade etmektedirler. Taşıtların hareketlerini takip edebilen sensörler, anlık veri işleme yeteneği ve hareket halindeki araçları şarj edebilme özelliğine sahip yol yüzeylerinden oluşan akıllı yollar sürdürülebilir ulaşım sistemlerinin gelişmesinde önemli rol oynamaktadırlar. Ayrıca akıllı yol sistemlerinin yaygınlaşması ile birlikte elektrikli araç teknolojisine yönelik ön yargı-

ların azalacağı ve her iki teknolojinin birbirini karşılıklı olarak geliştireceği öngörülmektedir. Akıllı kentlerin gelişimi üzerinde olumlu etkiler ortaya çıkaracak akıllı yolların elektrikli araç kullanan kişi sayısının artmasına önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir. Aksi takdirde, var olan otoyolların yetersiz kalması ve ilerleyen elektrikli araç teknolojisinin potansiyelinin altında hareket etmesi kaçınılmaz olacak, bu durum ise elektrikli araç piyasasına olan talebin hedeflenen düzeyin altında kalması sonucunu doğuracaktır.



Şarj için En Kısa Yol: Akıllı Yol

Akıllı yol teknolojisine verilebilecek en güzel örneklerden birinin İsveç'teki e-motorway projesi olduğu görülmektedir. Söz konusu proje, seyir halindeki araçların mevcut durumlarında, ilave herhangi bir işleme gerek duymaksızın otomatik şekilde şarj olmasına imkan sağlamaktadır. Detroit (ABD)'de ise bir caddenin altına kablosuz şarj mekanizması kurularak, elektrikli araçların sürüş esnasında şarj olmasını sağlayacak bir sistemin deneme aşamasına geçilmiştir. Toyota'nın Woven City projesi, elektrikli ulaşım, yapay zeka ve yer altı lojistik sistemlerinin bir araya gelmesini sağlayarak söz konusu alana yönelik yeni bir kent deneyimi sunmaktadır. İlgili örnekler, akıllı kentlere ve akıllı yollara yönelik gelişmeleri ortaya koyarken, akıllı yol kavramının teoride kalmayarak pratiğe dökülmesine kanıt olmaktadır.



Ama Nasıl?

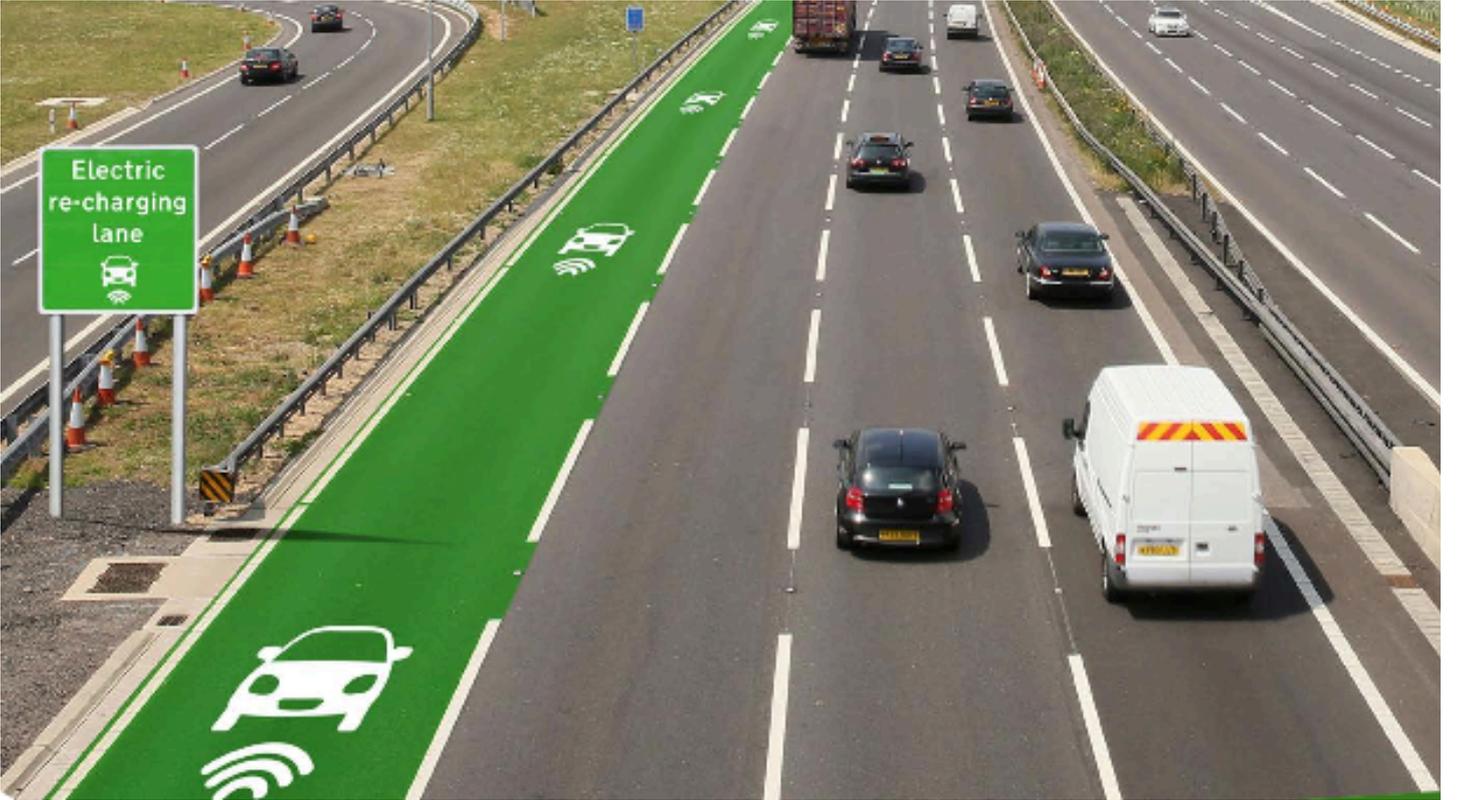
Akıllı yolların elektrikli araçlar ile entegrasyonuna yönelik teknik gereklilikler tartışılıyor olsa da, genel itibariyle literatürdeki eğilimin, yolların yüzeyine gömülerek araçlardan gelen titreşimi enerjiye çevirecek teknolojiler üzerine yoğunlaştığı görülmektedir. Söz konusu teknik donanımın mevcut yollar üzerine adapte edilmesi donanımsal anlamda belirli bir olgunluk düzeyini gerektirse de ilgili dönüşümün sağlanmasının elektrikli araçların yayılımı ile çevresel sürdürülebilirlik bağlamında önemli olduğu düşünülmektedir.

Akıllı yolların yapımında güneş enerjisini kullanan teknolojilerden yardım alınabileceğine yönelik çalışmalar da mevcuttur. Buna göre, özellikle güneşli gün sayısının fazla olduğu bölgelerde güneş enerjisinden faydalanılarak elektrikli araçların şarj süresinin azaltılabileceği, menzil mesafelerinin artırılacağı ve çevresel fayda sağlanabileceği öngörülmektedir.

Akıllı yolların yayılması ile birlikte batarya boyutlarının küçüleceği, şarj kesintilerinin son bulacağı, menzil kaygılarının azaltılacağı ve çevresel sürdürülebilirlik bağlamında önemli katkılar sağlanacağı düşünülmektedir. Ancak söz konusu teknoloji ile birlikte bakım/onarım maliyetlerinin ve güvenlik endişelerinin artacağı yönünde de görüşler mevcuttur.

Özellikle yolların yüzeyine gömülen sistemlerin yüksek voltaj riski taşıyabileceği, bu durumun ise elektrikli araç kullanmayan sürücüler açısından ciddi tehditler yaratabileceği öngörülmektedir. İlgili bağlamda, alana yönelik güvenlik standartlarının belirlemesi ve mevzuat düzenlemelerinin yapılması belirsizliklerin ortadan kalkmasına katkı sağlayacaktır. Akıllı yollar aracılığıyla elektrikli araç teknolojisi yanı

sıra farklı alanlar için de fayda elde edilecektir. Trafik yönetimi başta olmak üzere navigasyon, araçlar arası iletişim, otopark ve yakıt tasarrufu gibi hususlarda da etkili olacağı düşünülen akıllı yol sistemlerinin ortaya çıkaracağı pozitif çıktılar sayesinde hem ekonomik hem de sosyal anlamda etkin sonuçlar doğuracağı öngörülmektedir.



Akıllı yolların etkin sonuçlar doğurabilmesi ilgili teknolojiye yönelik enerji ve güvenlik politikaları geliştirilmesi ile mümkün olacaktır. Geleneksel yolların gerekli donanımlar ve teknik yöntemler aracılığıyla akıllı yollara dönüştürülebilmesi ve yeni akıllı yollar yapılabilmesi için etkin bir şebeke entegrasyonu ile ayrıntılı altyapı çalışmalarının yapılması gerekmektedir. Ayrıca akıllı yolların gizlilik, veri güvenliği, siber tehdit vb. gibi konularda gerekli donanımsal özelliklere sahip olması hem elektrikli araç kullanıcılarının güvenliğini hem de sistemin bütünlüğünü korumak açısından büyük öneme sahiptir.

Görüldüğü üzere, elektrikli araç teknolojisinin gelişmesi ve kullanıcı sayısının artması birçok farklı alanda köklü bir dönüşümü gerektirmektedir. Elektrikli araçlar bağlamında ortaya çıkan teknolojik gelişmeler, çevre, ulaşım alışkanlıkları, ekonomi ve şehir planlama gibi unsurlarda önemli etkiler yaratmakta, bu durum ise çok disiplinli bir iş birliğini gerekli kılmaktadır. Dolayısıyla, elektrikli araç teknolojisindeki gelişmelerin farklı bakış açılarından değerlendirilmesinin, stratejik açıdan daha etkin sonuçlar doğuracağı düşünülmektedir.



bateg

EKİM 2025
SAYI 10

ULUDAG.EDU.TR/BATEGPLATFORM



B A T E G
P L A T F O R M U

Elektrikli Taşıtlar için Batarya Teknolojileri
Araştırma ve Geliştirme Platformu