

BATEG

BÜLTEN

ELEKTRİKLİ ARAÇ VE BATARYA TEKNOLOJİLERİ

TÜRKİYE'NİN ELEKTRİKLİ ARAÇ GELECEĞİ:
Üç Farklı Toplum Profili, Üç Farklı Yol

TÜRKİYE'NİN MOBİLİTE VİZYONU:
TOGG EKOSİSTEMİ

ELEKTRİKLİ MOBİLİTE, SAĞLIKLI HAVA
VE KALKINMA: Bir Refah Döngüsünün Başlangıcı Olabilir Mi?

ELEKTRİKLİ ARAÇ YANGINLARINA
'TUHAF' BİR YAKLAŞIM

KATI HAL BATARYALARDA YENİ BİR
OYUNCU: FİNLANDİYA

OCAK 2026
SAYI 12

İçindekiler

05

TÜRKİYE’NİN ELEKTRİKLİ ARAÇ GELECEĞİ: ÜÇ FARKLI TOPLUM PROFİLİ, ÜÇ FARKLI YOL

Araştırma, toplumun yarısından fazlasının teknolojiye olumlu yaklaştığını gösteriyor. Bu da Türkiye’nin dönüşüm için güçlü bir sosyal taban sunduğunu ortaya koyuyor. Her beş kişiden biri ise teknoloji konusunda kaygılı.

09

TÜRKİYE’NİN MOBİLİTE VİZYONU: TOGG EKOSİSTEMİ

Türkiye, otomotiv sektöründe yalnızca bir araç üreticisi değil, aynı zamanda küresel bir oyuncu olma hedefiyle önemli bir dönüşüm sürecinde. Bu dönüşümün merkezinde ise Türkiye’nin Otomobili Girişim Grubu (TOGG) yer alıyor.

13

ELEKTRİKLİ MOBİLİTE, SAĞLIKLI HAVA VE KALKINMA

Elektrikli araçlara geçişin halk sağlığı açısından önemli yan faydaları olacağı öngörülmektedir ancak hava kalitesi ve sağlık üzerindeki etkilerle ilgili kanıtların çoğu gerçek dünya verilerinden ziyade tahminlere dayanmaktadır.

19

ELEKTRİKLİ ARAÇ YANGINLARINA ‘TUHAF’ BİR YAKLAŞIM

Son günlerde sosyal medyada dolaşıma giren bir video sıra dışı bir fikri gündeme taşıdı: Batarya paketini, kritik eşik aşılmadan önce araçtan dışarı “fırlatmayı” amaçlayan bir sistem.

22

KATI HAL BATARYALARDA YENİ BİR OYUNCU: FİNLANDİYA

6 Ocak 2026’da Finlandiya merkezli Donut Lab, katı hal bataryalarını ticari ölçekte seri üretime aldığını ve bu alanda ilk adımı atan şirket olduğunu duyurdu.

EDİTÖR

KEVSER BUSE ARSLAN

YAZARLAR

DR. ZAFER BEYİZ

ERDEM SÖYLER

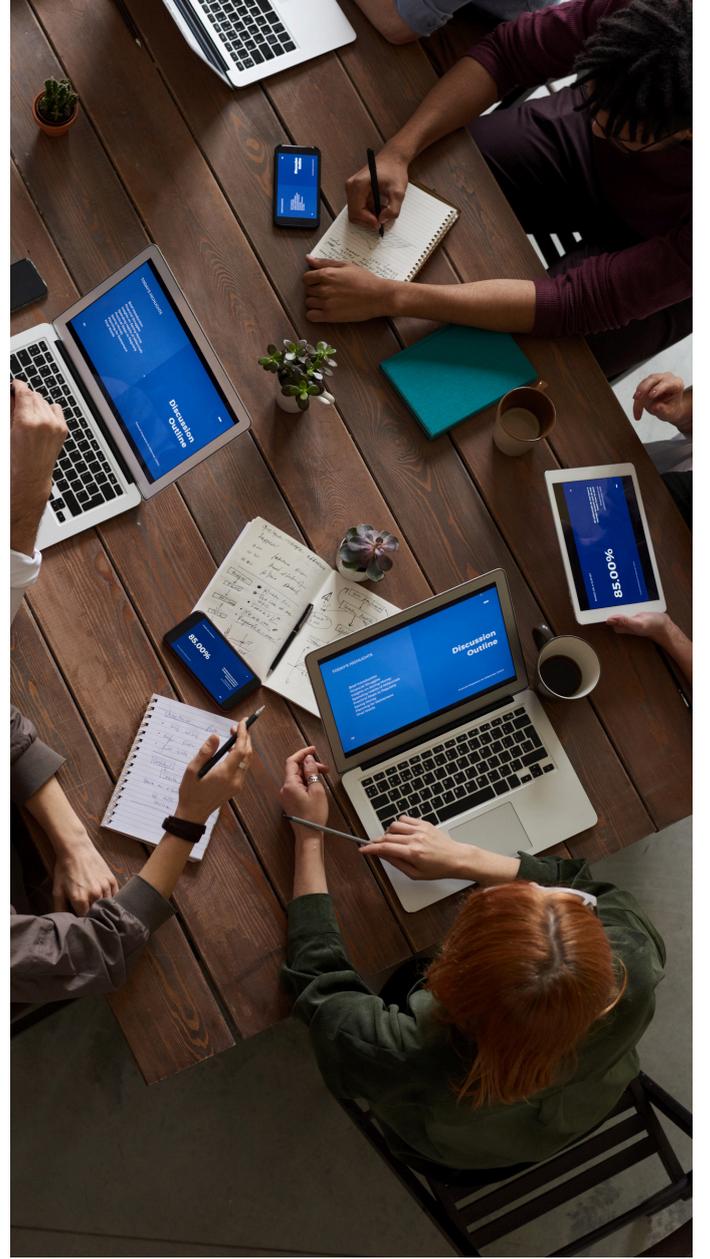
MELİS KAVAKLI

ARDA GURUŞ

KEVSER BUSE ARSLAN

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

Teknolojik gelişmeler yalnızca birer yenilik başlığı olarak değil; toplumun dönüşüm algısından sanayi politikalarına, halk sağlığından güvenlik çalışmalarına kadar uzanan çok katmanlı bir dönüşüm yapısı olarak karşımıza çıkıyor. Bu sayımızda da elektrikli araçlar ve batarya teknolojilerini, bu dönüşüm yapısının birçok farklı yönünü ele almayı amaçladık.

Türkiye’de elektrikli araçlara yönelik algının farklı toplum profilleri üzerinden nasıl şekillendiğini incelerken, aynı zamanda mobilite vizyonunun merkezinde yer alan TOGG ekosistemine daha yakından bakıyoruz. Elektrikli mobilitenin hava kalitesi ve kalkınma üzerindeki potansiyel etkilerini tartışırken, kamuoyunda sıkça gündeme gelen elektrikli araç yangınlarına dair yaklaşımları da değerlendiriyoruz.

Sayımızın son bölümünde ise batarya teknolojilerinde dengeleri değiştirmesi beklenen katı hâl batarya teknolojisine ve bu alanda dikkat çeken yeni bir gelişmeye odaklanıyoruz. Katkılarından dolayı tüm araştırmacılarımıza teşekkürlerimi sunar, sizlere iyi okumalar dilerim.

TÜRKİYE’NİN ELEKTRİKLI ARAÇ GELECEĞİ

Üç Farklı Toplum Profili,
Üç Farklı Yol

Teknoloji Algısı, Satın Alma Eğilimini Nasıl Şekillendiriyor?

Türkiye’de elektrikli araçlar her geçen gün daha fazla konuşuluyor. Ancak bir soru giderek daha önemli hâle geliyor:

“Toplum bu dönüşüme hazır mı?”

1092 kişiye sorduk. Cevaplar Türkiye’de teknoloji algısının üç farklı kitleye ayrıldığını ve bu algıların elektrikli araç satın alma eğilimini güçlü şekilde belirlediğini ortaya koydu.



Türkiye’nin Teknoloji Haritası: Üç Farklı Profil

%19,4

Teknoloji Şüphecileri

- Teknolojiye mesafeli, temkinli
- Risk ve belirsizlik algısı yüksek
- Elektrikli araçlara en az yakın duran grup

%27,4

Ekonomik-Pragmatik Destekçiler

- Teknolojiyi “fırsat olursa kullanılır” şeklinde görenler
- Ekonomi, rasyonel ve fayda odaklı
- Elektrikli araçlara olumlu bakıyor ancak “koşullar uygun olursa”

%53,2

Tekno-İyimserler

- Teknolojiyi ilerlemenin anahtarı olarak gören kesim
- Yeniliklere açık, takip eden ve çabuk uyum sağlayan grup
- Elektrikli araç satın alma isteği en yüksek kesim

Bu tablo, Türkiye’nin teknolojiye bakışının homojen olmadığını, aksine güçlü biçimde segmentlere ayrıldığını ortaya koyuyor.

Bu Algılar Elektrikli Araç Satın Almayı Nasıl Etkiliyor?

Araştırmanın en çarpıcı bulgularından biri şu; elektrikli araç satın alma eğilimini en çok belirleyen şey teknolojiye bakış açısı.



Teknoloji Şüphecileri, diğer gruplara kıyasla açık ara daha düşük satın alma niyeti sergiliyor. Ekonomik-Pragmatik Destekçiler ile Tekno-İyimserler arasında fark yok, yani teknolojiye olumlu bakan herkes elektrikli araçlara da yakın. Bu bulgu bize şunu söylüyor; elektrikli araçlara geçiş sadece fiyatla, menzille ya da şarj altyapısıyla ilgili değil. Belirleyiciler arasında olanlardan birileri de "teknolojiye güven" ve "yeniliğe açıklık".

Bu Algılar Elektrikli Araç Satın Almayı Nasıl Etkiliyor?

Araştırma, toplumun yarısından fazlasının teknolojiye olumlu yaklaştığını gösteriyor. Bu da Türkiye'nin dönüşüm için güçlü bir sosyal taban sunduğunu ortaya koyuyor. Ancak önemli bir engel var. Her beş kişiden biri teknoloji konusunda kaygılı. Bu grup, elektrikli araçlara mesafeli duruyor ve ikna edilmesi için farklı iletişim stratejilerine ihtiyaç duyuyor. Türkiye'de elektrikli araç politikasının başarısı, bu üç segmenti doğru anlamaktan geçiyor. Sonuç olarak; *Türkiye'nin EV geleceğini algılar şekillendirecek!* Elektrikli araçların benimsenmesi sadece teknolojik değil; aynı zamanda psikolojik, sosyal ve duygusal bir süreçtir. Teknolojiye güveni artırmak, yeniliğe açıklığı desteklemek ve bilgi kirliliğini azaltmak, Türkiye'nin sürdürülebilir mobilite hedeflerine ulaşmasında kritik rol oynuyor.

TÜRKİYE'NİN MOBİLİTE VİZYONU TOGG EKOSİSTEMİ



Otomobilden Mobiliteye Uzanan Bir Dönüşüm

Türkiye, otomotiv sektöründe yalnızca bir araç üreticisi değil, aynı zamanda teknoloji ve mobilite odaklı küresel bir oyuncu olma hedefiyle önemli bir dönüşüm sürecine girmiştir. Bu dönüşümün merkezinde yer alan Türkiye'nin Otomobili Girişim Grubu (TOGG), elektrikli araçlardan dijital platformlara, şarj altyapısından kullanıcı deneyimine uzanan bütüncül bir mobilite ekosistemi inşa etmektedir.



TOGG: Yerli ve Millî Bir Teknoloji Girişimi

2018 yılında kurulan Türkiye'nin Otomobili Girişim Grubu, Türkiye'nin yerli ve millî elektrikli otomobilini geliştirmek, üretmek ve küresel pazara sunmak amacıyla faaliyet gösteren bir teknoloji ve mobilite şirkettir. Anadolu Grubu, BMC, Kök Grubu, Turkcell, Zorlu Holding ve TOBB ortaklığında kurulan TOGG'un üretim üssü Bursa Gemlik'te yer almakta; şirket kendisini yalnızca bir otomobil üreticisi olarak değil, elektrikli, akıllı ve bağlantılı araçlar ile dijital hizmetleri kapsayan bir mobilite ekosistemi geliştiricisi olarak konumlandırmaktadır.

T10X: TOGG'un Yollardaki İlk Akıllı Cihazı

TOGG T10X, markanın seri üretime geçen ilk tamamen elektrikli modeli olarak C-SUV segmentinde konumlanmaktadır. Sıfır emisyonlu yapısı, bağlantılı araç teknolojileri ve dijital servislerle entegre çalışan altyapısıyla T10X, klasik otomobil anlayışının ötesine geçerek bir "akıllı cihaz" olarak tasarlanmıştır. Gemlik'te üretilen bu model, TOGG'un yazılım ve kullanıcı deneyimi merkezli vizyonunun somut bir yansımasıdır.



T10F: Aerodinamik Tasarım ve Uzun Yol Konforu

TOGG T10F, fastback (sedan-coupe) gövde yapısına sahip, tamamen elektrikli ve akıllı bir otomobil modeli olarak T10X'ten sonra ürün gamını genişletmeyi hedeflemektedir. Aerodinamik tasarımı, uzun menzil odağı ve gelişmiş bağlantılı teknolojileriyle öne çıkan T10F, özellikle bireysel ve uzun yol kullanımına hitap eden, yazılım merkezli bir mobilite platformu olarak tasarlanmıştır.

T8CX: Aile ve Paylaşım Odaklı Mobilite Konsepti

TOGG T8CX, C segmentinde konumlanan, tamamen elektrikli ve akıllı bir çok amaçlı araç (C-MPV) konseptidir. Geniş iç hacmi, modüler yapısı ve esnek oturma-yükleme düzeniyle aile kullanımı ve paylaşım temelli mobilite senaryolarına odaklanan T8CX, TOGG'un farklı kullanıcı ihtiyaçlarına yönelik çeşitlendirilmiş mobilite vizyonunu yansıtan bir konsept modeldir.



T8X: Tasarım Dilinin İlk Yansıması

2019 yılında tanıtılan TOGG T8X, tamamen elektrikli ve akıllı bir C-SUV konsepti olarak markanın tasarım dili ve teknolojik yaklaşımını kamuoyuna ilk kez sunmuştur. Bağlantılı araç teknolojileri ve yerli tasarım anlayışıyla öne çıkan bu model, TOGG'un ürün geliştirme sürecinde referans noktası olmuş ve daha sonra seri üretime geçen T10X'in temelini oluşturmuştur.

10V: Geleceğin Mobilitesine Vizyoner Bir Bakış

TOGG 10V, adındaki "V" harfiyle "Vision" yaklaşımını temsil eden, geleceğe yönelik bir akıllı mobilite konseptidir. Seri üretim hedefinden ziyade, elektrikli, bağlantılı, otonomiye hazır ve dijital hizmetlerle bütünleşik bir mobilite anlayışını ortaya koymayı amaçlayan 10V, TOGG'un uzun vadeli teknoloji ve kullanıcı deneyimi vizyonunu sembolize eden stratejik bir vitrin modelidir.



Trumore: Dijital Mobilite Ekosisteminin Merkezi

Trumore, TOGG'un "akıllı cihaz" yaklaşımının dijital ayağını oluşturan çok yönlü bir platformdur. Mobil uygulama üzerinden araç yönetimi, şarj, navigasyon, ödeme, sigorta, bakım, eğlence ve konum bazlı hizmetleri entegre biçimde sunan Trumore, kullanıcı deneyimini otomobilin ötesine taşıyarak veri ve yazılım temelli bir yaşam platformu oluşturmayı hedeflemektedir.

Trugo: Elektrikli Mobilitenin Enerji Altyapısı

Trugo, TOGG tarafından kurulan ve Türkiye genelinde yüksek hızlı elektrikli araç şarj altyapısı sunan bir mobilite hizmet markasıdır. DC hızlı şarj istasyonlarıyla hem TOGG araçlarına hem de farklı marka elektrikli araçlara hizmet veren Trugo, kesintisiz, güvenilir ve yaygın şarj erişimi sağlayarak TOGG ekosisteminin enerji ve altyapı ayağını oluşturmaktadır.



Bütüncül Bir Mobilite Ekosistemi

TOGG; elektrikli araçları, vizyoner konseptleri, dijital platformları ve şarj altyapısıyla birlikte Türkiye'nin mobilite alanındaki dönüşümünü temsil eden bütüncül bir ekosistem sunmaktadır. Otomobili merkeze alan değil, kullanıcı deneyimini odağına alan bu yaklaşım, TOGG'u yalnızca bugünün değil, geleceğin mobilite çözümlerini şekillendiren stratejik bir teknoloji girişimi haline getirmektedir.

Togg



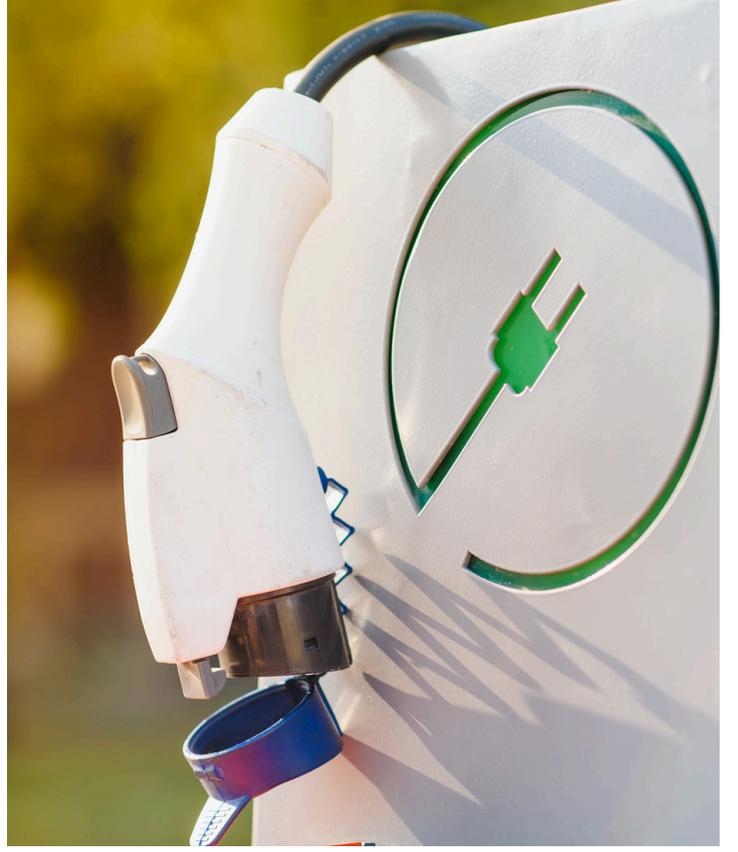
ELEKTRİKLI MOBİLİTE, SAĞLIKLI HAVA VE KALKINMA

Bir Refah Döngüsünün Başlangıcı Olabilir Mi?

İKİNCİ KISIM

Elektrikli Araç Mobilitesinin Halk Sağlığı ve Sağlık Ekonomisi Boyutları

Elektrikli araçların yaygınlaşma süreci henüz oldukça erken bir aşamadır. Ancak son yıllarda elektrikli mobilité, modern toplumların çevresel ve kaynak gereksinimlerinin yanı sıra ekonomik ve toplumsal yönlerini de karşılayabilecek bireysel ulaşım çözümü olarak giderek daha fazla kabul görmektedir. Elektrikli araçlara geçişin halk sağlığı açısından önemli yan faydaları olacağı öngörülmektedir ancak hava kalitesi ve sağlık üzerindeki etkilerle ilgili kanıtların çoğu gerçek dünya verilerinden ziyade tahminlere dayanmaktadır. Araştırmaların büyük çoğunluğuna göre elektrikli araçların kullanımı, elektrik üretim kaynakları, nüfus yoğunluğu ve araç değiştirme alışkanlıklarına göre sistematik olarak değişmekle birlikte, önemli ve ölçülebilir sağlık ve ekonomik faydalar sağlar.

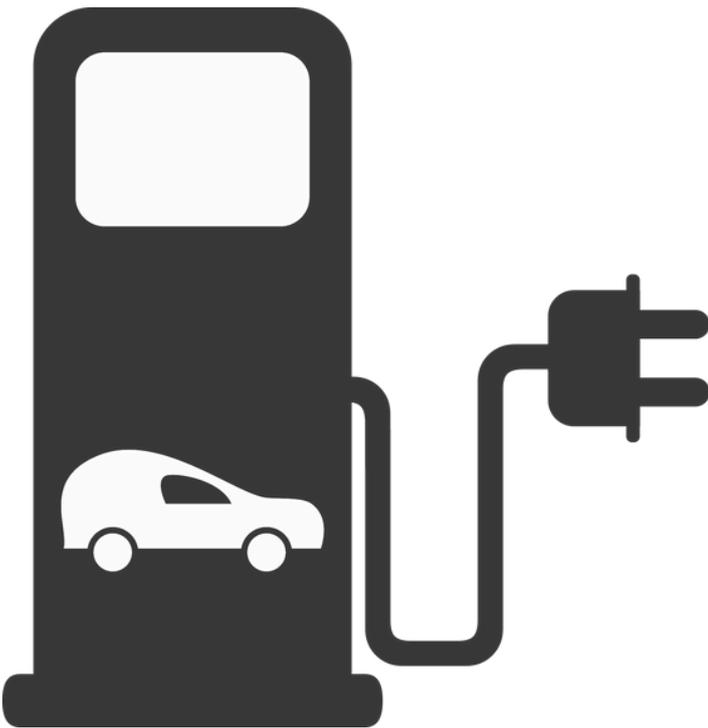
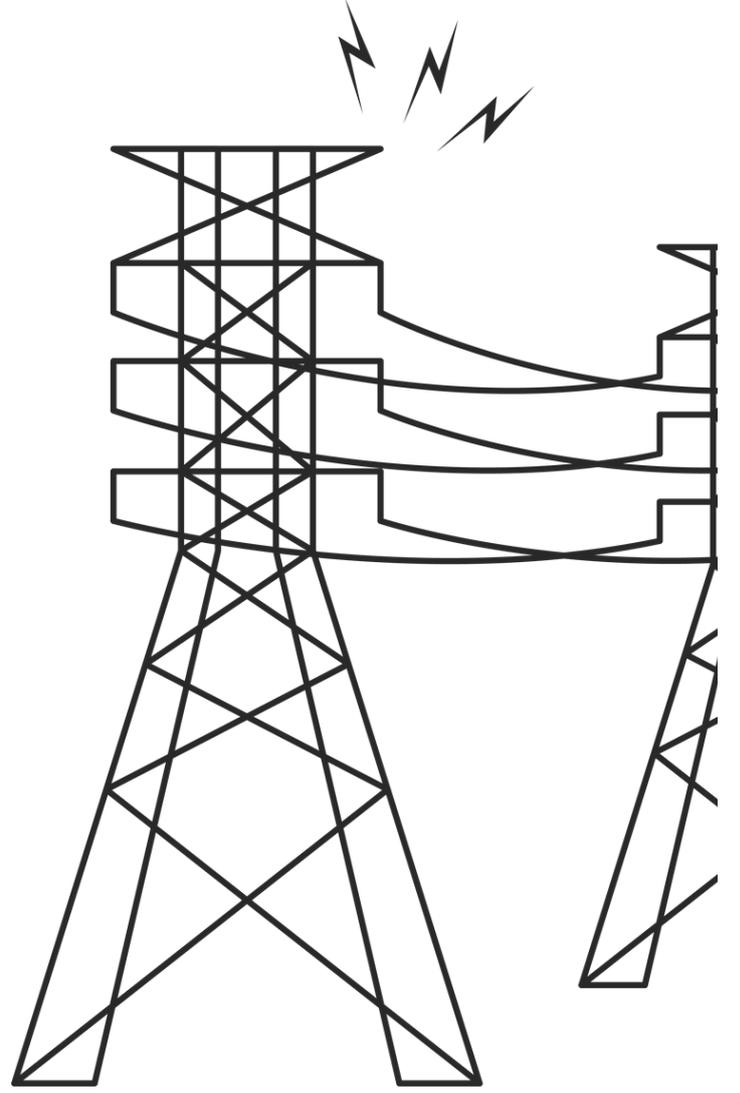


Çalışmalar, elektrikli araçların sağlık yararlarının hem büyüklüğü hem de dağılımında önemli bir heterojenlik olduğunu ortaya koymaktadır. Farklı kentsel mekanlarda önlenebilir yıllık erken ölüm sayısı 70 ile 1.163 arasında değişmektedir. Bu değişkenlik tutarsız bulguları değil, dikkatli bir analizle örtüşebilecek nüfus yoğunluğu, temel kirlilik seviyeleri, elektrik üretim karışımı ve araç değiştirme modellerindeki sistematik farklılıkları yansıtmaktadır.



Nüfus yoğunluğu ve temel kirlilik: En yüksek mutlak faydalar, sürekli olarak yüksek temel kirliliğe sahip yoğun nüfuslu metropol alanlarda görülmüştür. Örneğin ABD’de Los Angeles en büyük faydaları gösteren yerleşimlerden biriyken (yılıda 1.163 erken ölüm önlendi), Rochester gibi daha küçük şehirler önemli ölçüde daha düşük mutlak faydalar göstermiştir. Ancak, araç başına veya kişi başına normalleştirildiğinde, bu farklar önemli ölçüde azalmıştır. Çin’de Pekin’in, görece ılımlı mutlak rakamlara rağmen, yüksek nüfus yoğunluğu ve ciddi temel hava kalitesi ile diğer Çin eyaletlerini aşan kişi başına ekonomik faydalar elde ettiği tespit edilmiştir. Çalışmalarda kullanılan modellerin, hem kirliliğe maruz kalma seviyesi hem de maruz kalan nüfus büyüklüğünün fayda büyüklüğünü etkilediğini göstermektedir.

Elektrik üretim karışımı: Elektrik kaynaklarının rolü, net faydaların belki de en kritik belirleyicisi olarak ortaya çıkmaktadır. En kötü senaryo olarak %100 doğal gazla elektrik üretimi varsayıldığında dahi, elektrikli araçların %25 yaygınlaşmayla yıllık 50 erken ölümün önlenmesine eşdeğer önemli sağlık faydalarının sağlanacağı rapor edilmiştir. Ancak %100 yenilenebilir elektriğe geçilmesinin, tüm araç filosunun elektrifikasyonunda 330 erken ölümün önlenmesine kadar faydaları artırdığını ve bu da %100 yaygınlaşmayla doğal gaz senaryosuna göre %27'lik bir iyileşme olduğunu ortaya koymuştur. Daha da çarpıcı olanı, rüzgâr-su-güneş gibi yenilenebilir temiz enerji kaynaklarıyla çalışan araçlar ile kömürle çalışan araçlar arasındaki karşılaştırma, elektrikli araçların net fayda (temiz enerji ile yılda 230 ölüm) veya net zarar (kömür ile yılda 3.200 ölüm) yaratıp yaratmayacağını belirleyen faktörün elektrik kaynağı olduğunu göstermektedir. Örneğin Çin eyalet analizinde, elektrikte karbon yoğunluğu yüksek olan eyaletlerin elektrikli araçların benimsenmesinden daha az fayda sağladığı tespit edilmiştir.



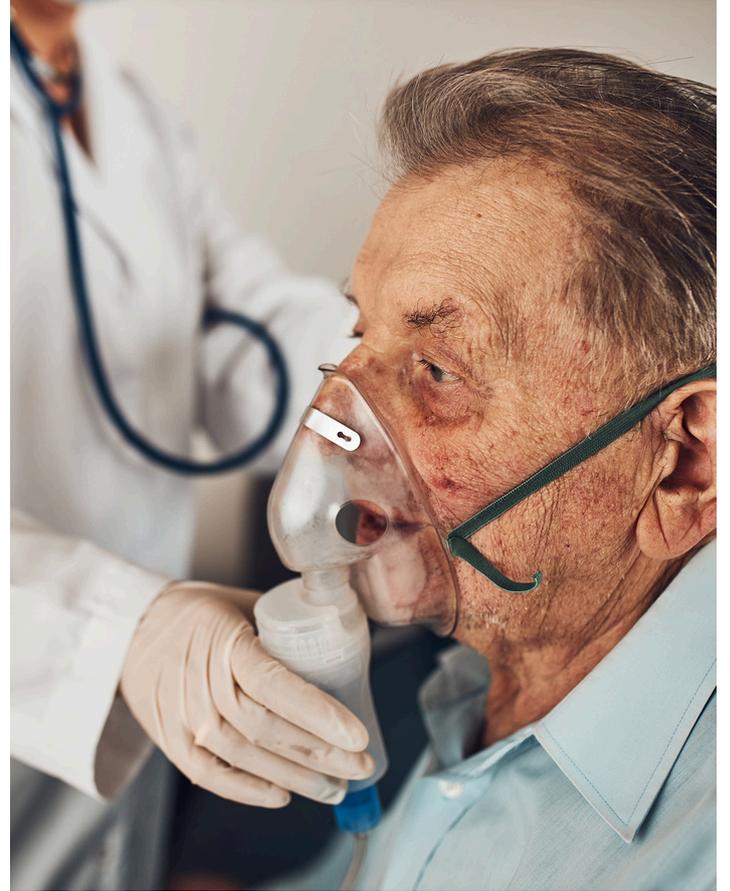
Araç değiştirme modelleri: Kritik ancak genellikle göz ardı edilen bir etken, elektrikli araçların hangi araçların yerini aldığıdır. Örneğin ağır hizmet tipi dizel kamyonların elektrifikasyonunun, benzer sayıda araca sahip hafif hizmet tipi araçların elektrifikasyonu senaryolarına kıyasla çok büyük faydalar (yılda yaklaşık 200 erken ölümün önlenmesi) sağladığı görülmüştür. Çünkü dizel yük taşımacılığı NO_x ve siyah karbon emisyonlarına orantısız bir şekilde katkıda bulunmaktadır. Bu, ticari araçların elektrifikasyonu ile ilgili incelenen filo boyutları küçük olmasına rağmen, araç başına yüksek faydalar sağlanmaktadır.

İncelenen çalışmalar, Kanada'da üç (Büyük Toronto, Hamilton Bölgesi, Toronto), Çin'de dört (Chongqing, Pekin ve eyalet analizleri) ve Amerika Birleşik Devletleri'nde üç (çeşitli metropol alanları ve ulusal kapsam) olmak üzere çok sayıda coğrafi bağlamı kapsamaktadır. Çalışmalar, %2,5 ila %100 arasında değişen çeşitli elektrikli araç yaygınlaşma senaryolarını incelemiştir ve çoğu hafif hizmet tipi binek araçlara odaklanmıştır ancak bir çalışma özellikle ticari yük elektrifikasyonunu incelemiştir. Zaman ufku, yıllık değerlendirmelerden 2050 yılına kadar olan tahminlere kadar değişmektedir.

Hastalığa özgü analizler, kardiyovasküler sonuçların özellikle büyük faydalar sağladığını ortaya koymaktadır. Bir çalışmanın bulgularına göre incelenen tüm senaryolarda kardiyovasküler ölümlerde %59'dan fazla azalma görülmüştür. Solunum hastalıklarında da kronik bronşit, akut bronşit ve astım vakalarında azalma dâhil olmak üzere önemli iyileşmeler görülmüştür. Çin eyalet analizinde, solunum yolu enfeksiyonlarının önlenen sağlık etkilerinin %53'ünü oluşturduğu, bunu %20 ile kronik obstrüktif akciğer hastalığının ve %16 ile inmenin izlediği tespit edilmiştir.

Sağlık eşitliği ile ilgili önemli bir bulgu ortaya çıkmıştır. Faydaların, esas olarak yüksek temel kirlilik maruziyetine sahip ve sosyal açıdan dezavantajlı mahallelerde ortaya çıktığı bildirilmiştir. Bu çevresel adalet boyutu, elektrikli araç politikalarının trafik ile ilgili hava kirliliği maruziyetindeki mevcut eşitsizlikleri azaltmaya yardımcı olabileceğini göstermektedir.

Çalışmalarda elektrikli araç kullanımının önemli sağlık yararları olduğu tutarlı bir şekilde göstermiştir ve en sık ölçülen gösterge erken ölüm oranıdır. Faydaların büyüklüğü coğrafya, elektrikli araç yaygınlaşma oranı ve elektrik üretim karışımına göre önemli ölçüde değişiklik göstermektedir. Karşılaştırılabilir %100 binek araç elektrifikasyonu senaryolarında, Kanada'da önlenmesi öngörülen yıllık erken ölüm sayısı 260 ile 330 arasında değişirken, kısmi elektrifikasyon senaryoları orantılı olarak daha küçük ancak yine de anlamlı yararlar göstermektedir.



Ekonomik değerlendirmeler, elektrikli araçların benimsenmesinden önemli parasal faydalar sağladığını ortaya koymaktadır. Ancak metodolojik yaklaşımlar ve raporlama çalışmalar arasındaki önemli farklılıkları işaret etmektedir. En ayrıntılı araç başına analiz, 150.000 mil başına 10.400 dolarlık taşıyla kat edilen mesafe fayda ortaya koymuştur. Bu rakam, Rochester-New York'ta 5.100 dolar ile New York- New York'ta 17.200 dolar arasında önemli coğrafi farklılıklar göstermektedir. Bu büyük değişkenlik, azami halk sağlığı faydaları elde edilecek bölgeleri hedeflemek için bölgeye özgü teşvik politikaları düşünülebileceğini göstermektedir.

ABD'de yapılan metropol düzeyindeki analizler, Dallas'ta 2 milyar dolar ile Los Angeles'ta 12,6 milyar dolar arasında değişen yıllık faydalar tahmin etmiştir. Çin'de yapılan çalışmalar, sağlık faydalarının hükümetin sübvansiyon maliyetlerini önemli ölçüde aştığını göstermiştir. Pekin'in net faydaları 2019 yılında 33,7 milyar Çin Yuanı'na ulaşarak şehrin GSYH'sinin %0,95'ine eşdeğer olmuştur. Chongqing'de, geleneksel araçların %18 ila 50'sinin yerleşim içi elektrikli araçlarla (NEV: Neighborhood Electric Vehicle) değiştirilmesi, şehrin GSYH'sinin %4,56 ila 12,18'ine denk gelen sağlık faydaları sağlamış ve bu, hükümetin yatırım maliyetle-

rini çok aşmıştır. İnce parçacık madde (PM_{2,5}), çokça çalışmada sağlık faydalarının baskın itici gücü olarak ortaya çıkmıştır. Bir analiz, toplam faydaların %83'ünün PM_{2,5}'e atfedilebilen ölüm oranlarındaki azalmadan kaynaklandığını ortaya koyarken, diğeri önlenebilir erken ölümlerin neredeyse tamamının PM_{2,5} azalmalarından kaynaklandığını bildirmiştir. Ayrıca PM_{2,5}'in ölüm oranları üzerindeki etkisi, ozonun etkisinden yaklaşık bir kat daha büyüktür. Azot dioksit (NO₂), belirli bağlamlarda önemli sağlık etkileri göstermiştir ve Çin eyaletlerini inceleyen çalışmada toplam sağlık faydalarının %69'unu oluşturmuştur.



Kanada'da ağır hizmet tipi kamyonların elektrikliye dönüştürülmesi, NO₂ konsantrasyonlarında %14'lük bir azalma ve siyah karbonda %10'luk bir azalma sağlamış ve dizel yük taşımacılığının kentsel hava kirliliğine yaptığı büyük katkıyı vurgulamıştır.

Kirletici konsantrasyonlarındaki azalmanın büyüklüğü, bağlama ve metodolojiye göre değişiklik göstermiştir. Pekin'de yıllık PM_{2,5} azalması 3,2 ila 4,6 µg/m³ iken, Çin eyalet analizinde nüfus ağırlıklı ortalama PM_{2,5} azalması 0,24 µg/m³ olarak bulunmuştur. Düşük emisyonlu elektrik kaynakları (doğal gaz, rüzgar, su veya güneş) ile çalışan elektrikli araçlar, geleneksel benzinli araçlara kıyasla %50 veya daha fazla çevresel sağlık etkisi azalması sağlamıştır.



Faydalarda coğrafi heterojenlik önemli düzeydedir. ABD'de araç başına faydalar metropol alanları arasında üç kattan fazla farklılık göstermektedir. Toronto (Kanada)'nın batısının, trafik hacmi ile kirlilik arasındaki daha yüksek korelasyon nedeniyle orantısız şekilde daha yüksek NO_x konsantrasyonu azalmaları yaşadığı tespit edilmiştir. Çin eyaletlerinde de benzer farklılıklar gözlenmiştir. Guangxi, Shandong ve Hubei eyaletlerinde kişi başına ölüm riski en fazla azalırken, Shandong, Henan ve Guangdong eyaletlerinde önlenebilir erken ölümlerin mutlak sayısı en yüksek seviyededir. Dolayısıyla araştırmaya konu yerleşim yerlerinin mekânsal nitelikleri ve komşuluk bağlantıları, elektrikli araç dönüşümünün kirlilik, sağlık ve ekonomik etkilerini belirleyen kritik bir parametredir.

Son olarak ABD’de yayınlanan Zeroing in on Healthy Air raporunda ABD’de ulaştırma ve elektrik üretimi sektörlerinde fosil yakıtlardan tamamen uzaklaşarak sıfır emisyonlu araçlara ve yanma içermeyen yenilenebilir enerjiye geçişin, büyük sağlık ve iklim faydaları sağlayacağı ifade edilmiştir. Rapora göre ABD’de günümüzde 135 milyondan fazla insan, sağlıksız seviyelerde hava kirliliğine maruz kalarak astım atakları, kalp krizi, felç ve erken ölüm gibi risklerle karşı karşıya yaşamaktadır. Bu kirlilik yükü, özellikle düşük gelirli toplulukları ve renkli nüfusu orantısız şekilde etkilemektedir. Rafinerilere, otoyollara, depolara ve enerji santrallerine yakın bölgelerde yaşayanlar en yüksek riski taşımaktadır.

Ayrıca binek araçlarda 2035’e, kamyon ve otobüslerde ise 2040’a kadar %100 sıfır emisyonlu araç satışına geçilmesi ve elektrik üretiminin tamamen yenilenebilir enerjiyle sağlanması, ABD çapında 110.000 erken ölümü önleyebilir. Ek olarak 2020-2050 arasında 2,78 milyon astım atağının yaşanması engellenebilir ve 13,4 milyon iş günü kaybı önlenebilir. Bu dönüşümün toplam halk sağlığı faydasının 1,2 trilyon dolar olduğu; ve iklim değişikliğinden kaçınılan zararlarla 1,7 trilyon dolar da küresel iklim faydası sağlayacağı belirtilmektedir. 2030 yılına gelindiğinde bile yıllık sağlık faydalarının 28 milyar dolara ulaşması beklenmektedir.

Sonuç Yerine

Bu bültende ortaya konan kanıtlar, çevresel bozulma, halk sağlığı ve iktisadi kalkınma arasındaki ilişkinin tek yönlü değil, eş-zamanlı bir yapıda olduğunu göstermektedir. Fosil yakıtlı araçlara dayalı mevcut ulaşım sistemi, yalnızca sera gazı emisyonlarını artırmakla kalmamakta; aynı zamanda ince parçacık madde ve azot dioksit gibi kirleticiler aracılığıyla milyonlarca insanın yaşam süresine etki eden, işgücü verimliliğini azaltan ve sağlık maliyetlerini artırabilen ciddi bir dışsallık üretmektedir. Öte yandan, elektrikli araç mobilitesinin yaygınlaştırılması ve bilhassa yenilenebilir enerji kaynaklarıyla desteklenmesi, hem önlenen erken ölümler ve hastalık vakaları üzerinden ölçülebilir sağlık kazanımları, hem de işgünü kaybı ve sağlık maliyetlerindeki azalmalar yoluyla somut ekonomik getiriler sunmaktadır. İncelenen çalışmalar, bu dönüşümün en büyük faydalarının tarihsel olarak trafik kaynaklı hava kirliliğine en fazla maruz kalan, çoğu zaman da sosyoekonomik açıdan dezavantajlı yerleşim bölgelerinde biriktiğini göstererek, elektrikli mobilitiyi aynı zamanda bir çevresel adalet politikası olarak da okumayı gerektirmektedir. Dolayısıyla, ulaştırma ve enerji alanında atılacak her adım, sadece emisyon hedeflerine yaklaşmak için değil, daha sağlıklı, daha üretken ve refah düzeyi daha dengeli toplumlar inşa etmek için de kritik önemdedir. Bu çerçevede elektrikli araçlara geçiş, iklim politikası ile halk sağlığı politikasını kesiştiren, uzun vadeli kalkınma stratejilerinin merkezine yerleştirilmesi gereken stratejik bir araç olarak değerlendirilebilir.

ELEKTRİKLİ ARAÇ YANGINLARINA 'TUHAF' BİR YAKLAŞIM

Bataryayı Araçtan Dışarı Atma



Elektrikli araçlarda batarya kaynaklı yangınlar, yüksek ısı ve yeniden alevlenme riski nedeniyle müdahalesi en zor güvenlik başlıklarından biri olarak görülüyor. Bu nedenle sektör, yangın çıktıktan sonra söndürme yöntemlerinden çok, yangına giden süreci erken aşamada durduracak yeni güvenlik çözümlerine odaklanıyor. Son günlerde sosyal medyada dolaşıma giren bir gösterim videosu ise bu arayışın sınırlarını zorlayan sıra dışı bir fikri gündeme taşıdı: Batarya paketini, kritik eşik aşılmadan önce araçtan dışarı “fırlatmayı” amaçlayan bir sistem.



Riski Azaltmak Mı? Yeni Bir Riski Kabul Etmek Mi?

Yeni geliştirilen sisteme göre, hava yastığı mantığına benzer bir mekanizma ile çalışıyor. Batarya paketindeki sensörler sıcaklıkta anormal bir yükseliş algıladığında, mekanizma çok kısa sürede devreye girerek bataryayı araç gövdesinden ayırıyor ve birkaç metre uzağa itiyor. Bu yaklaşımın temel amacı, batarya paketi alev almadan önce potansiyel risk kaynağını araçtan uzaklaştırmak ve kabin güvenliğini artırmak. Kâğıt üzerinde bakıldığında, “tehlikeyi kaynağından ayırma” fikri, elektrikli araç güvenliğinde sıkça konuşulan bir prensibe de temas ediyor.

Ancak söz konusu çözüm, önerdiği yöntem nedeniyle ciddi eleştirilerle karşı karşıya. Batarya paketleri yüzlerce kilogram ağırlığa ulaşabildiği için, böyle bir kütlenin trafikte veya yaya alanına yakın bir noktada araçtan dışarı atılması yeni ve daha büyük riskler doğurabilir. Kontrolsüz şekilde hareket eden batarya paketi, başka bir araca veya yayaya çarpma ihtimali taşıyor; dar sokaklar, otoparklar ve yoğun trafik gibi gerçek kullanım senaryolarında bu risk daha da büyüyor. Bu nedenle eleştiriler, “yangın riskini azaltma” iddiasının, “ikincil kaza riski” yaratması üzerinden yoğunlaşıyor.

Tartışmanın bir diğer boyutu, sistemin en kritik an olan kaza koşullarında çalışabilirliği. Ağır çarpışmalarda gövde elemanlarının deformasyona uğraması, batarya yuvasının sıkışması veya bağlantı noktalarının zarar görmesi, mekanizmanın devreye girmesini engelleyebilir. Güvenlik teknolojilerinin en önemli ölçütü, normal koşullarda değil, en kötü koşullarda tutarlı biçimde çalışabilmesidir. Bu nedenle uzmanlar, böylesi bir mekanizmanın güvenilirliğinin ancak çok kapsamlı ve sert test protokolleriyle doğrulanabileceğini vurguluyor.



Gündeme gelen fikrin sosyal medyada yayılmasının ardından, gösterimde adı geçen bazı tarafların projeye doğrudan bağlantısı olmadığını belirten açıklamalar yapması da dikkat çekti. Bu tür durumlarda konsept gösterimleri hızla “kesin ürün” gibi algılanabiliyor; ancak üretim dünyasında standartlar, mevzuat, ürün sorumluluğu ve sigorta boyutu devreye girdiğinde tablo daha karmaşık hâle geliyor. Özellikle büyük bir parçayı araç dışına atmayı içeren bir sistem, kamu güvenliği ve hukuki sorumluluk açısından ilave tartışmaları da beraberinde getiriyor.

Çarpıcılık ile Uygulanabilirlik Arasında

Bu gelişme, elektrikli araç güvenliği tartışmasının hangi ekseninde ilerlediğine dair önemli bir ipucu sunuyor. Sektörde daha yaygın ve rasyonel görülen yönelim; bataryayı fiziksel olarak “fırlatmak” yerine termal kaçak başlamadan önce erken uyarı mekanizmalarıyla riski tespit etmek, hücreler arası izolasyonu güçlendirmek, ısı yönetimini geliştirmek ve yüksek voltaj sistemini güvenli biçimde izole edecek tasarım katmanlarını artırmak. Başka bir ifadeyle, “çarpıcı” çözümlerden çok “mühendislik olarak sürdürülebilir” çözümler öne çıkıyor.

Sonuç olarak, batarya paketini araçtan dışarı atma fikri, dikkat çekici olsa da mevcut hâliyle “yangın riskini azaltırken yeni riskler üretme” ihtimali nedeniyle ihtiyatla karşılanıyor. Bu örnek, elektrikli araçların güvenlik mimarisinde yeniliğin ne kadar hızlı gündeme geldiğini gösterirken, aynı zamanda güvenlik alanında her yeni fikrin sahada ve standartlarda karşılığı olup olmadığının titizlikle sorgulanması gerektiğini de hatırlatıyor.

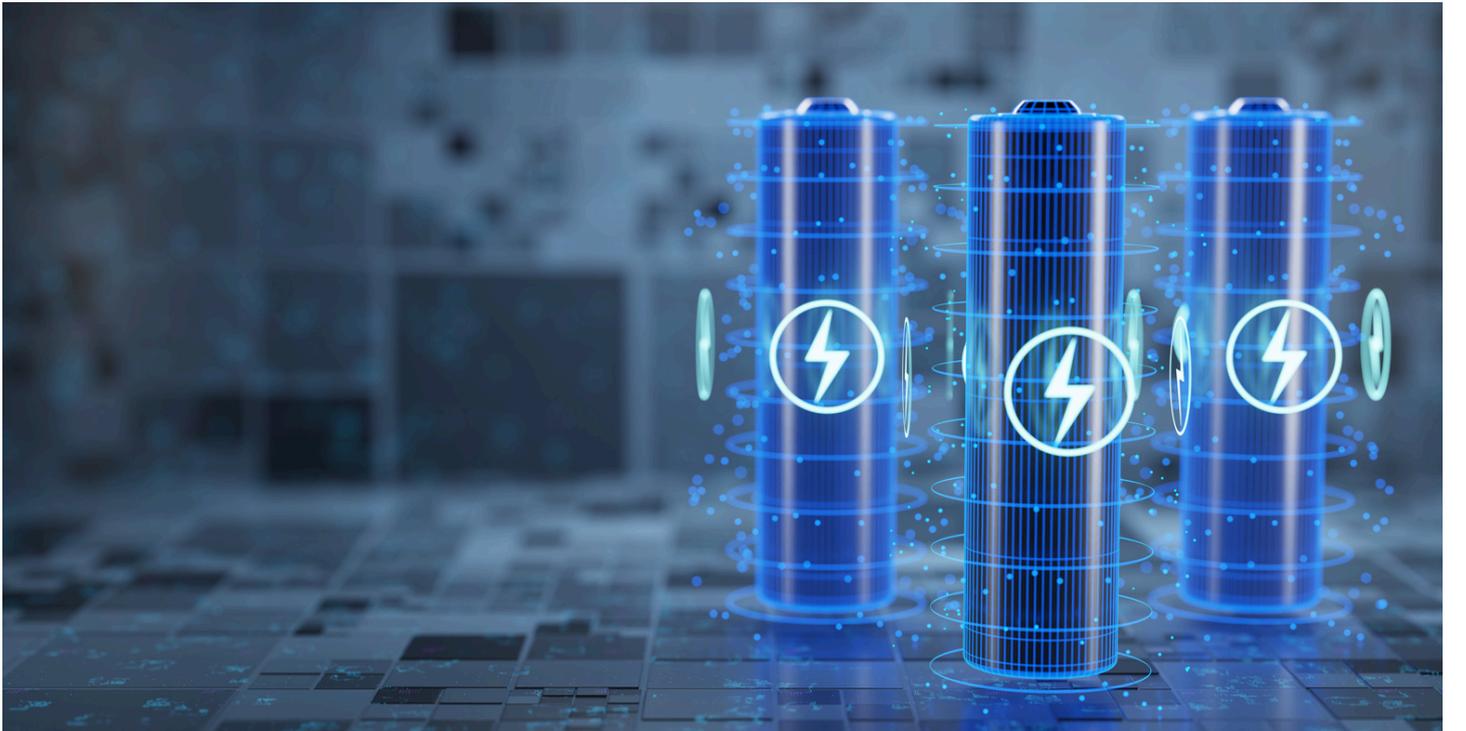
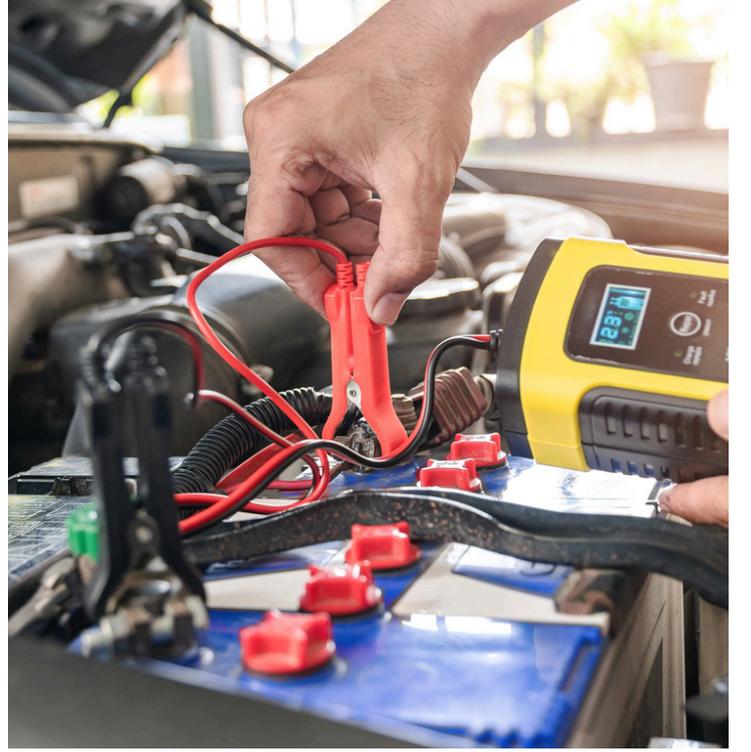
KATI HAL BATARYALARDA YENİ BİR OYUNCU: FINLANDIYA

Katı hal batarya teknolojileri, uzun süredir elektrikli araç ekosisteminin en kritik dönüşüm alanlarından biri olarak görülüyor. Çin, Japonya ve Güney Kore merkezli şirketler bu alanda yıllardır yoğun bir Ar-Ge faaliyeti yürütürken, 2026 yılının başında Finlandiya merkezli Donut Lab'in yaptığı açıklama küresel ölçekte dikkat çekici bir tartışma başlattı.

6 Ocak 2026'da Donut Lab, katı hal bataryalarını ticari ölçekte seri üretime aldığını ve bu alanda ilk adımı atan şirket olduğunu duyurdu. Şirketin paylaştığı verilere göre geliştirilen pil hücreleri 400 Wh/kg enerji yoğunluğuna, çok kısa şarj sürelerine ve oldukça uzun çevrim ömrüne sahip.

Ayrıca üretim maliyetlerinin mevcut lityum-iyon bataryalara kıyasla daha düşük olduğu da iddia ediliyor. Donut Lab, bu teknolojinin gigawatt-saat ölçeğinde üretilbildiğini ve küresel pazara tedarik sağlayabilecek kapasiteye ulaştığını ifade ediyor.

Bu gelişmeye paralel olarak, Verge markası altında geliştirilen iki tekerlekli elektrikli bir aracın 2026'nın ilk çeyreğinde kullanıcılarla buluşturulacağı ve tamamen katı hal pillerle çalışan ilk seri üretim araç olacağı açıklandı. Bugün piyasada olan birçok seri üretim araç tam katı hal batarya kullanmıyor. Verge'in iddiası, tamamen katı hal (liquid-free) bataryayla seri üretime giren ilk araç olması.



Piyasa Tepkileri ve Temkinli Yaklaşım

Açıklamanın ardından piyasalarda kısa süreli bir dalgalanma yaşansa da, özellikle Asya merkezli büyük batarya ve otomotiv üreticilerinin görece sakin bir tutum sergilediği gözlemlendi. Bu durum, katı hal pil teknolojisine ilişkin önceki deneyimler ve sektördeki genel beklentiler çerçevesinde değerlendirilebilir.

Son yıllarda, katı hal bataryalar konusunda benzer şekilde iddialı açıklamaların sıklıkla gündeme geldiği biliniyor. 2023 yılında Nissan ve Toyota, bu teknolojide önemli aşamalar kaydettiklerini ve orta vadede tamamen katı hal pillerle donatılmış elektrikli araçlar sunmayı hedeflediklerini duyurmuştu. Benzer biçimde Panasonic, Honda ve ProLogium gibi firmalar da hızlı şarj ve yüksek enerji yoğunluğu vaat eden prototipler tanıttı. Ancak bu açıklamaların büyük bir kısmı, henüz geniş ölçekli ticarileşmeye dönüşmüş değil.

Teknolojik ve Endüstriyel Sınırlar

Katı hal pillerin önündeki temel zorluklar literatürde net biçimde tanımlanmış durumda. Katı-katı arayüzlerde yüksek empedans, iyon iletim hızlarının sınırlı olması, üretim maliyetleri ve çevrim ömrü gibi sorunlar hâlen çözüm bekleyen başlıklar arasında yer alıyor. Mevcut lityum-iyon teknolojilerinde dahi 5.000 çevrimin üzeri oldukça ileri bir seviye olarak kabul edilirken, 100.000 çevrim gibi değerler doğal olarak soru işaretleri doğuruyor.

Benzer şekilde, katı hal bataryaların üretim maliyetlerinin kısa vadede sıvı elektrolitli pillere kıyasla daha düşük olması yönündeki iddialar, bugüne kadar yayımlanan sektör raporlarıyla tam olarak örtüşmüyor. Daha önceki çalışmalar, gerçek katı hal pillerin hem hücre üretiminde hem de tesis yatırımlarında daha yüksek maliyet gerektirdiğini ortaya koymuştu. Elbette endüstriyel ölçek büyüdükçe maliyetlerin düşmesi mümkündür; ancak bunun kısa sürede gerçekleşmesi temkinli bir değerlendirme gerektiriyor.



Avrupa Perspektifi ve Finlandiya Faktörü

Finlandiya'nın bu alanda öne çıkması, Avrupa'nın elektrikli araç dönüşümüne bakışıyla birlikte ele alınmalıdır. Avrupa pazarı uzun yıllar boyunca içten yanmalı motorlara dayalı bir yapı sergilemiş, batarya teknolojilerinde ise büyük ölçüde Asya merkezli tedarikçilere bağımlı kalmıştır. Bu durum, Avrupa Birliği'nin zaman zaman teknoloji transferi ve yerel üretim şartları içeren politikalar geliştirmesine yol açmıştır.

Soğuk iklim koşullarına sahip İskandinav ülkeleri açısından, düşük sıcaklıklarda performans kaybı yaşamayan batarya teknolojileri stratejik bir önem taşımaktadır. Ancak çok geniş sıcaklık aralıklarında neredeyse tam kapasite korunumu gibi iddialar, mevcut elektrokimyasal bilgiler ışığında detaylı testlerle desteklenmediği sürece ihtiyatla karşılanmaktadır.



Çin Neden Sakin?

Çinli üreticilerin bu gelişmelere karşı temkinli bir tutum sergilemesinin arkasında, yalnızca teknolojik değil, yapısal nedenler de bulunuyor. Çin bugün dünyanın en büyük elektrikli araç pazarına, en kapsamlı yeni enerji endüstri zincirine ve kritik hammadde üretiminde güçlü bir konuma sahip. Madencilikten hücre üretimine, araç montajından geri dönüşüme kadar uzanan bu bütünleşik yapı, yeni teknolojilerin doğrulanması ve ölçeklenmesi konusunda Çinli firmalara önemli bir avantaj sağlıyor.

Ayrıca Çin, katı hal bataryaların tanımı, sınıflandırılması ve test koşullarını belirleyen ilk teknik standartlardan birini yayımlayarak, bu alanda daha sıkı bir doğrulama süreci benimsemiş durumda. Bu yaklaşım, pazara sunulacak ürünlerin daha uzun test döngülerinden geçmesini zorunlu kılıyor.

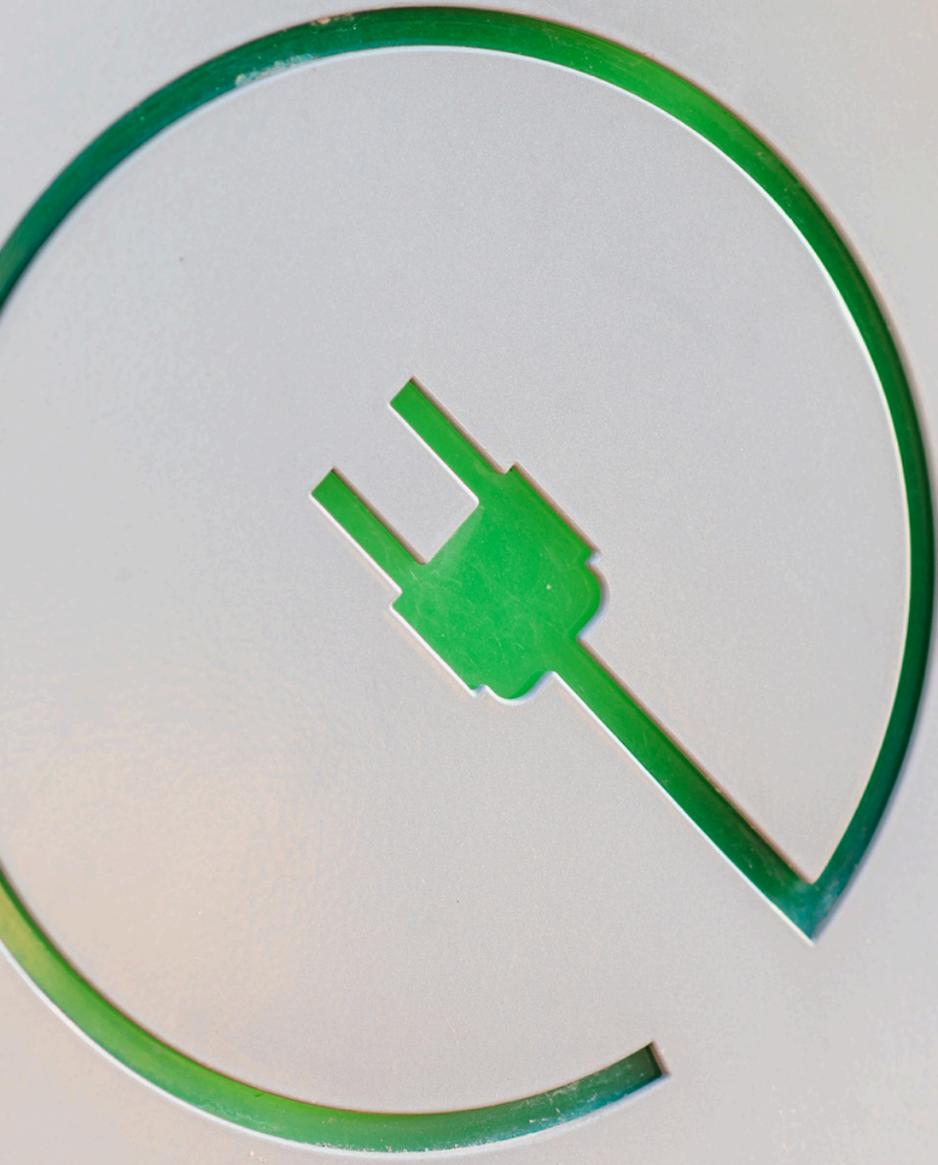
Bugün CATL, BYD, Guoxuan High-Tech, EVE Energy ve diğer büyük üreticiler, 2027-2029 dönemini işaret eden kademeli bir ticarileşme takvimi açıklamış durumda. Bu takvim, katı hal bataryaların ani bir sıçramadan ziyade, aşamalı bir geçiş süreciyle yaygınlaşacağını gösteriyor.



Rekabetten Çok Hızlandırıcı Etki

Donut Lab örneği, katı hal batarya teknolojilerinde küresel rekabetin ne kadar yoğunlaştığını göstermesi açısından önemli. Ancak bu tür açıklamaların, sektörde panik yaratmaktan ziyade, mevcut oyuncular için bir hızlandırıcı etki oluşturduğu söylenebilir. Fiziksel sınırlar ve endüstriyel gerçekler değişmediği sürece, tek bir girişimin küresel ölçekte kurulmuş devasa tedarik zincirlerini kısa sürede geride bırakması zor görünüyor.

Bu çerçevede, Finlandiya merkezli bu girişim, katı hal bataryalar alanında dikkatle izlenmesi gereken bir gelişme olmakla birlikte, teknolojinin gerçek etkisi ancak uzun vadeli performans verileri ve ölçeklenebilirlik sonuçları ortaya çıktığında netleşecektir.



bateg

OCAK 2026
SAYI 12

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