

BATEG

BÜLTEN

ELEKTRİKLİ ARAÇ VE BATARYA TEKNOLOJİLERİ

**ELEKTRİKLİ ARAÇLARDA KULLANILAN
LİTYUM TEMELLİ BATARYA TÜRLERİ**

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

**GÜNEŞİN GÜCÜYLE YENİ NESİL
MOBİLİTE**

**ELEKTRİKLİ ARAÇLAR: HAYAL Mİ,
GERÇEK Mİ?**

**KAMUSAL HİZMET FİLOLARININ
ELEKTRİFİKASYONU**

**KASIM 2025
SAYI 11**

İçindekiler

05

ELEKTRİKLİ ARAÇLARDA KULLANILAN LİTYUM TEMELLİ BATARYA TÜRLERİ

Lityum temelli piller; yüksek enerji yoğunluğu, uzun çevrim ömrü, düşük kendiliğinden deşarj oranı ve hızlı şarj kabiliyeti gibi üstün özellikleri sayesinde günümüzde elektrikli araçlarda en yaygın kullanılan batarya türü haline gelmiştir.

11

ELEKTRİKLİ MOBİLİTE, SAĞLIKLI HAVA VE KALKINMA

Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC)'nin derlediği verilere ve raporlara göre dünyada kişi başına düşen ortalama sera gazı emisyonunu çevreye en çok salan ilk üç sektör; fosil yakıt kaynaklı elektrik üretimi, taşımacılık ve imalat-inşaat sektörleridir.

17

GÜNEŞİN GÜCÜYLE YENİ NESİL MOBİLİTE

Avrupa'dan Sahra'ya uzanan güneş enerjili bisiklet yolculuklarını içeren Sun Trip Europe, Avrupa'nın enerji dönüşümüne dair en etkileyici farkındalık projelerinden biri olarak anılmaya devam ediyor.

21

ELEKTRİKLİ ARAÇLAR: HAYAL Mİ, GERÇEK Mİ?

Elektrikli araçlar, dijital dünyada giderek daha görünür, daha tartışılır ve daha merak edilen bir konu hâline geliyor. Son yıllarda farklı dijital mecralarda yapılan paylaşımlar, yorumlar ve arama trendleri, bu ilginin yalnızca geçici bir dalga olmadığını; daha derin bir dönüşümün başlangıcına işaret ettiğini ortaya koyuyor.

24

KAMUSAL HİZMET FİLOLARININ ELEKTRİFİKASYONU

Kamusal sürdürülebilirlik ve kamu hizmetlerinde örnek bir model oluşturma açısından bu tür adımlar oldukça önemli görülüyor. Acil hizmetler gibi "her zaman hazır" olması gereken kurumların elektrifikasyonu, teknolojik ve lojistik dönüşüm anlamında kritik role sahip.

EDİTÖR

KEVSER BUSE ARSLAN

YAZARLAR

ERDEM SÖYLER

DR. ZAFER BEYİZ

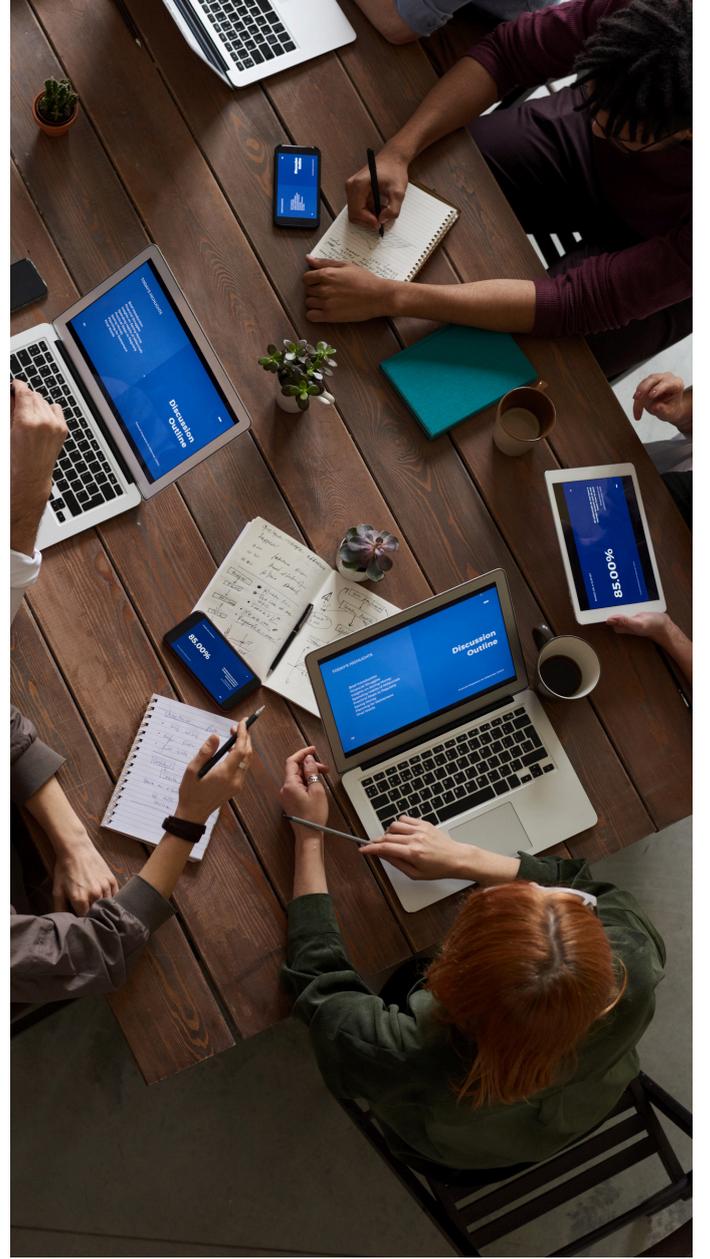
MELİS KAVAKLI

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

Her geçen gün daha güçlü hissettiğimiz bir şey var ki; elektrikli mobilite artık yalnızca bir ulaşım tercihi değil, yaşamın her alanına yayılmış bir dönüşüm süreci. Yayınladığımız her sayıda da ortak amaçlarımızdan biri bu dönüşümün hem teknik hem de toplumsal ve kamusal yönlerini ortaya koyabilmek.

Lityum temelli batarya teknolojilerinden, mobilitenin temiz hava ve sağlıklı kentlerle olan ilişkisine; güneş enerjisiyle çalışan yeni nesil mobilite projelerinden, elektrikli araçlara yönelik kamu algısının evrimine kadar uzanan geniş bir çerçeve sunmaya çalışıyoruz. Son kısımda ise kamusal hizmette mobilite elektrifikasyonun bu dönüşümde neden bir rehber rolü üstlendiğini inceliyoruz.

Bu sayının ortak mesajı ise; geleceğin mobilitesi artık geleceğin değil, bugünün konusu. Teknoloji ilerledikçe yalnızca araçlar değil; kentler, hizmetler ve yaşam pratikleri algısı da eşanlı şekilleniyor. Katkılarından dolayı tüm araştırmacılarımıza teşekkürlerimi sunar, sizlere iyi okumalar dilerim.



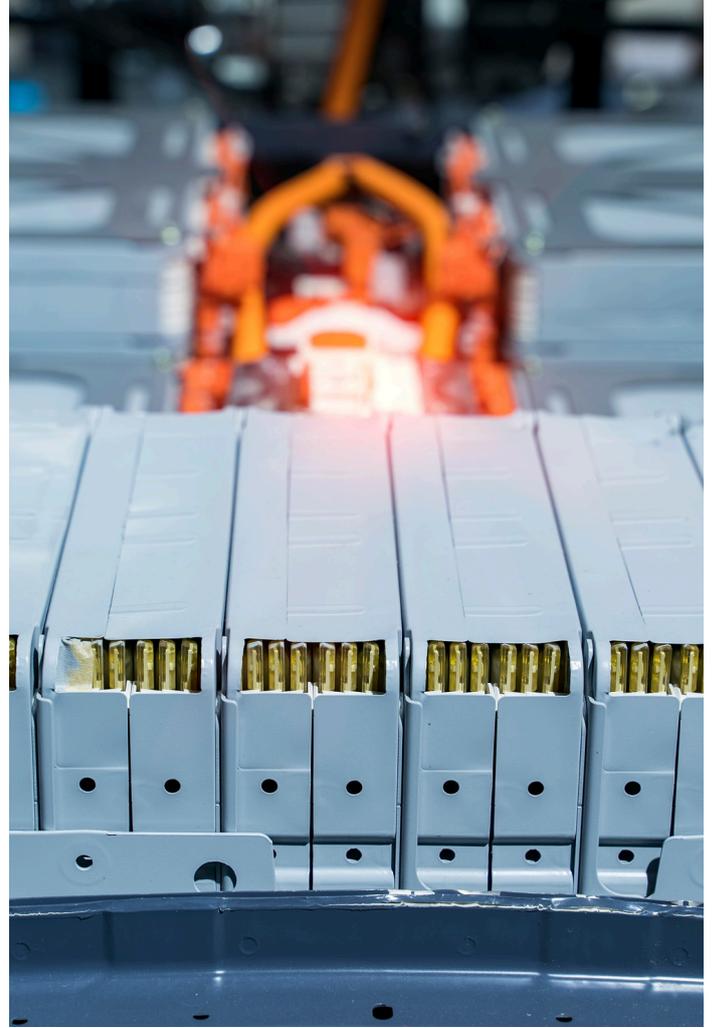
ERDEM SÖYLER

ELEKTRİKLİ ARAÇLARDA KULLANILAN LİTYUM TEMELLİ BATARYA TÜRLERİ

Lityum temelli piller, elektrikli araçlarda (EV) enerji depolama sistemlerinin temelini oluşturan, lityum iyonlarının elektrotlar arasında geri dönüşümlü hareketine dayanan kimyasal enerji depolama teknolojileridir. Bu piller, yüksek enerji yoğunluğu, uzun çevrim ömrü, düşük kendiliğinden deşarj oranı ve hızlı şarj kabiliyeti gibi üstün özellikleri sayesinde günümüzde elektrikli araçlarda en yaygın kullanılan batarya türü haline gelmiştir.

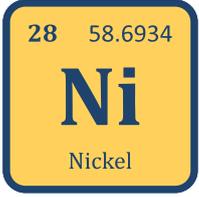
Elektrikli araçlarda kullanılan lityum temelli bataryalar, katot bileşimlerine göre farklı alt türlere ayrılmaktadır. Başlıca türler arasında Lithium Nickel Manganese Cobalt Oxide (NMC), Lithium Iron Phosphate (LFP), Lithium Nickel Cobalt Aluminium Oxide (NCA), Lithium Manganese Oxide (LMO) ve Lithium Titanate (LTO) bulunmaktadır. Bu türler arasındaki farklar; enerji yoğunluğu, maliyet, güvenlik, termal kararlılık ve çevrim ömrü gibi performans kriterlerine dayanmaktadır.

Genel olarak, NMC ve NCA bataryalar yüksek enerji yoğunlukları sayesinde uzun menzilli araçlarda tercih edilirken, LFP bataryalar düşük maliyetleri ve yüksek güvenlikleri nedeniyle özellikle şehir içi kullanım odaklı modellerde yaygın olarak kullanılmaktadır. LMO ve LTO gibi diğer kimyalar ise daha sınırlı ölçekte, hızlı şarj gereksinimi olan veya dayanıklılığın ön planda olduğu uygulamalarda yer bulmaktadır. Kullanım payları düşük ve pazar payları oldukça küçüktür.



“Başlıca türler arasında; Lithium Nickel Manganese Cobalt Oxide (NMC), Lithium Iron Phosphate (LFP), Lithium Nickel Cobalt Aluminium Oxide (NCA), Lithium Manganese Oxide (LMO) ve Lithium Titanate (LTO) bulunmaktadır.”

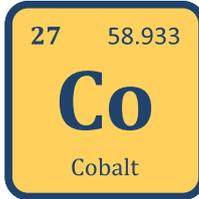
Lityum Nikel Manganez Kobalt Oksit Batarya



Lithium Nickel Manganese Cobalt Oxide (LiNiMnCoO₂), kısaca NMC, lityum-iyon pil teknolojisinin 2000'li yıllarda gelişen en önemli katot kimyalarından biridir. NMC kimyası, klasik Lithium Cobalt Oxide (LCO) bataryaların yüksek enerji yoğunluğunu koruyup, güvenlik ve maliyet açısından dezavantajlarını azaltmak amacıyla geliştirilmiştir.



Tarihsel olarak, NMC'nin kökeni 1990'ların sonlarına, Ar-Ge çalışmaları yürüten Argonne National Laboratory ve 3M Company'ye dayanmaktadır. Bu kurumlar, nikel (Ni), manganez (Mn) ve kobalt (Co) elementlerinin oksit kombinasyonlarını kullanarak yeni bir katot malzemesi elde etmiş ve bu yapıyı ilk kez 2001 yılında literatürde "Li(Ni_{1/3}Mn_{1/3}Co_{1/3})O₂" formülüyle raporlamıştır. Bu yapı, her bir elementin belirli bir işlev üstlendiği dengeli bir sistem oluşturmuştur:



- Nikel (Ni): Enerji yoğunluğunu artırır.
- Manganez (Mn): Termal kararlılığı ve güvenliği iyileştirir.
- Kobalt (Co): Yapısal kararlılığı sağlar.

Bu üçlü kombinasyon, hem yüksek enerji yoğunluğu hem de termal güvenlik sunarak lityum-iyon teknolojisinde önemli bir dönüm noktası olmuştur. 2008 sonrasında otomotiv endüstrisinin elektrikli araçlara yönelmesiyle birlikte, NMC bataryalar hızla yaygınlaşmıştır. İlk olarak Chevrolet Volt (2010) ve Nissan Leaf (2011) gibi erken dönem elektrikli araçlarda kullanılmış, daha sonra BMW, Hyundai, Kia, Volkswagen gibi markalar tarafından benimsenmiştir.



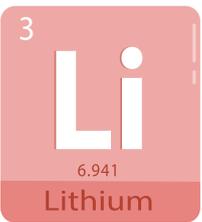
Zamanla NMC kimyasının farklı bileşim oranları geliştirilmiştir:

- NMC111 (1:1:1) – ilk nesil, dengeli performans.
- NMC532 (5:3:2) – enerji yoğunluğu artmış, kobalt oranı azaltılmış versiyon.
- NMC811 (8:1:1) – günümüzde yaygın olan, kobalt kullanımını minimize eden yüksek nikel içerikli yapı.

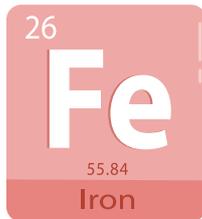
Bu gelişmeler, hem maliyetleri düşürmek hem de sürdürülebilirlik açısından kobalt bağımlılığını azaltmak için yapılmıştır. Günümüzde NMC, elektrikli araç bataryalarında en yaygın kullanılan kimya olma özelliğini sürdürmektedir.



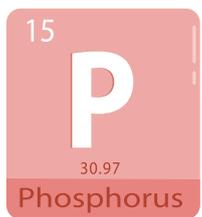
Lityum Demir Fosfat Batarya



ZLithium Iron Phosphate (LiFePO_4), kısaca LFP, lityum-iyon pil teknolojisinde yüksek güvenlik, uzun çevrim ömrü ve termal kararlılığı ile öne çıkan bir katot kimyasıdır. LFP kimyasının kökeni 1990'ların ortasına, Massachusetts Institute of Technology araştırmacılarından Prof. John B. Goodenough ve ekibinin çalışmasına dayanmaktadır.



Goodenough ve ekibi, 1996 yılında yayınladıkları çalışmada olivin kristal yapısına sahip LiFePO_4 bileşiğini yeni bir katot malzemesi olarak tanımlamıştır. Bu malzeme, demir (Fe) ve fosfat (PO_4) bileşenleri sayesinde yüksek termal stabilite, zehirsiz içerik ve düşük maliyet gibi avantajlar sunuyordu.



Ancak erken dönemlerde LFP, düşük elektriksel iletkenliği nedeniyle ticari uygulamalarda sınırlı kalmıştır. 2000'lerin başında bu soruna çözüm olarak, karbon kaplama ve nano boyutlandırma teknikleri geliştirilmiş, böylece iyon ve elektron iletimi büyük ölçüde iyileştirilmiştir. Bu yenilikler, LFP'nin ticari potansiyelini açığa çıkarmıştır.

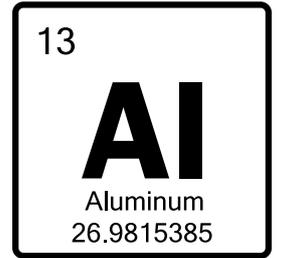
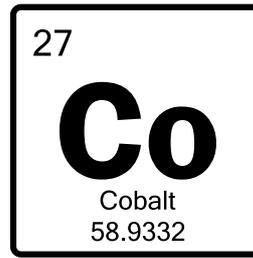
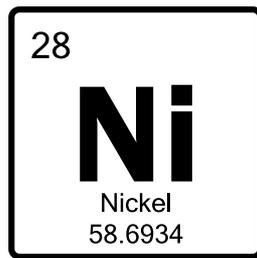
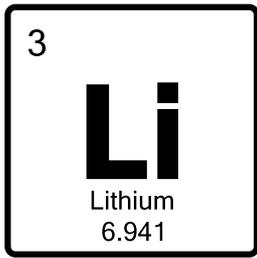
2000'li yılların ortasında, Çin merkezli üreticiler (özellikle BYD, CATL, CALB) bu teknolojiye büyük yatırım yapmış ve LFP, kısa sürede düşük maliyetli ve uzun ömürlü batarya gerektiren uygulamalarda standart hale gelmiştir.

2008 sonrası dönemde, NMC ve NCA kimyaları yüksek enerji yoğunlukları nedeniyle premium elektrikli araçlarda (Tesla, BMW vb.) tercih edilirken, LFP bataryalar özellikle şehir içi araçlar, elektrikli otobüsler, iki-tekerlekli elektrikli araçlar ve enerji depolama sistemlerinde yaygınlaşmıştır.

Tesla, 2020 itibarıyla Çin üretilen Model 3 araçlarında LFP bataryalara geçerek, bu kimyanın küresel EV pazarında yeniden yükselmesini sağlamıştır. Günümüzde LFP bataryalar, yüksek güvenlik profili, düşük maliyet, kobalt içermemesi ve uzun ömür gibi nedenlerle hem çevresel hem de ekonomik açıdan tercih edilmektedir.

Lityum Nikel Kobalt Alüminyum Oksit Batarya

Lithium Nickel Cobalt Aluminium Oxide (LiNiCoAlO_2), kısaca NCA, yüksek enerji yoğunluğu ve uzun menzil ihtiyacını karşılamak amacıyla geliştirilmiş bir lityum-iyon katot kimyasıdır. NCA, Lithium Cobalt Oxide (LCO) ve Lithium Nickel Manganese Cobalt Oxide (NMC) teknolojilerinin gelişimi üzerine şekillenmiştir ve özellikle yüksek performanslı elektrikli araçlar için optimize edilmiştir.



Tarihsel Gelişim

- 1990'lar sonu – 2000'ler başı: Japon ve Amerikan araştırmacılar, enerji yoğunluğunu artırmak ve kobalt kullanımını sınırlamak amacıyla nikel, kobalt ve alüminyum kombinasyonlarını araştırmaya başladılar.
- 2001–2005: Panasonic ve Toyota, NCA tabanlı bataryaların prototiplerini geliştirdi ve ilk ticari uygulamalar için test etmeye başladı. Bu dönemde özellikle enerji yoğunluğu (Wh/kg) yüksek, ancak termal stabilitesi daha düşük bir katot kimyası hedeflendi.
- 2008 sonrası: NCA bataryalar, Tesla tarafından elektrikli araçlarda uzun menzil sağlamak için benimsenmiştir. Tesla Model S ve Model X'in erken nesillerinde kullanılan NCA hücreler, yüksek enerji yoğunluğu sayesinde 400–500 km+ menzil sunabilmiştir.

- 2010–2020: Tesla, Panasonic ile ortak üretim yaparak NCA kimyasının seri üretim ölçeğine geçmesini sağladı. Aynı dönemde NCA, premium ve uzun menzilli EV segmentinde standart bir batarya teknolojisi hâline geldi.
- 2020 sonrası: NCA kimyası, yüksek enerji yoğunluğu avantajını korurken, termal yönetim sistemleri sayesinde güvenlik sorunları minimize edilmiştir. Bununla birlikte, düşük maliyet segmentlerinde NMC veya LFP bataryalar tercih edilmektedir.

Özellik / Kriter	NMC (LiNiMnCoO ₂)	LFP (LiFePO ₄)	NCA (LiNiCoAlO ₂)
Tam Adı	Lithium Nickel Manganese Cobalt Oxide	Lithium Iron Phosphate	Lithium Nickel Cobalt Aluminium Oxide
Kimyasal Formül	LiNiMnCoO ₂	LiFePO ₄	LiNiCoAlO ₂
Enerji Yoğunluğu (Wh/kg)	180 – 250	120 – 180	200 – 260
Güvenlik / Termal Kararlılık	Orta	Yüksek	Orta – Düşük
Çevrim Ömrü (Şarj-Deşarj Sayısı)	~ 1.000 – 2.000	~ 2.000 – 4.000	~ 1.000 – 1.500
Maliyet	Orta	Düşük	Yüksek
Avantajları	Yüksek enerji yoğunluğu, dengeli performans, yaygın kullanım	Güvenli, uzun ömürlü, ucuz, kobalt içermez	En yüksek enerji yoğunluğu, uzun menzil, yüksek güç çıkışı
Dezavantajları	Kobalt maliyeti yüksek, ısıl kaçak riski	Düşük enerji yoğunluğu, soğukta performans düşer	Termal kararlılığı zayıf, üretim maliyeti yüksek
Kullanım Alanları / Örnek Üreticiler	BMW, Hyundai, Kia, Volkswagen	BYD, Tesla (Çin üretimi), Togg	Tesla (Model S, X), Panasonic
Pazardaki Pay (2025 Tahmini)	%50 – 65	%25 – 40	%5 – 10
Uygunluk Profili	Dengeli performans ve menzil isteyen EV'ler	Şehir içi, ekonomik EV'ler	Uzun menzil ve yüksek performanslı EV'ler

ELEKTRİKLİ MOBİLİTE, SAĞLIKLI HAVA VE KALKINMA

**Bir Refah Döngüsünün
Başlangıcı Olabilir Mi?**

BİRİNCİ KISIM

Bireylerin sıhhati ve halk sağlığı, toplumların zamanlarını üretken bir şekilde kullanabilmelerinin birincil koşuludur. Zamanın üretken kullanımının en önemli çıktılarının başında da bu üretimin iktisadi ve parasal değer ile nitelenmesi yer alır. Bu bakış açısından sağlığı, iktisadi kalkınmanın hem bir sonucu hem de bir belirleyicisi olarak nitelendirmek çelişkili bir yaklaşım olmayacaktır. İktisadi kalkınmanın temel hedeflerinden biri nitelikli beşeri sermaye birikimidir. Sağlık, sağlık ve iş ekonomisi alanlarında; üretkenliğe, işgücü piyasasına dâhil olmaya ve sürdürülebilir

kalkınmaya katkıda bulunan hayati bir bileşen olarak ele alınmaktadır. Çünkü biyolojik ve zihinsel olarak iyi hisseden insanların, kısa ya da uzun vadeli çevresel bir şoka maruz kalmadıkları sürece, istikralı bir üretkenliğe sahip olma olasılıkları artar. Bu istikralı üretkenlik, ekonomik getiri ve ruhsal huzurla sonuçlanarak özelde bireylerin, genelde de toplumun faydalarını ve toplam refahını artırabilir. Dolayısıyla sağlık; beşeri sermayenin, uzun vadeli iktisadi büyümenin ve kalkınmanın itici güçlerindedir görüşü yaygın kabul görmektedir.



Çevre – Sağlık ve İktisadi Kalkınma İlişkisi

Sağlık, çevresel etkenlerden doğrudan etkilenir. İnsanlar Dünya gezegeninin ekolojik sistemi içinde doğarlar ve bu ekosistem dinamiklerinin koşullarına bağımlı olarak gelişirler. Dünya birçok önemli çevresel değişim dönemi geçirmiş olsa da, gezegenin çevresi son 10.000 yıldır alışılmadık bir şekilde istikrarlıdır. Jeologlar tarafından Holosen olarak bilinen bu istikrar dönemi, tarımın ve günümüz de dâhil olmak üzere karmaşık toplumların gelişip serpilmesine olanak sağlamıştır.



Ancak bu istikrar şimdi tehdit altında olabilir. Sanayi Devrimi'nden (18. yy) bu yana, insan eylemlerinin küresel çevresel değişimin ana itici gücü haline geldiği yeni bir çağ, yani Antroposen ortaya çıkmıştır. Bu durum, son üç asırdan bu yana beşeri faaliyetlerin gezegenin ekolojik sistemini Holosen'in istikrarlı durumunun dışına ittiğini ve bunun da dünyanın büyük bir kısmı için zararlı sonuçlar doğurduğunu betimlemektedir. Antroposen, İnsan Çağı olarak adlandırılan döneme verilen addır. Jeolojik olarak buzul çağı Pleistosen'in bitmesiyle Holosen dönemine girilmiştir. Yeni iklimlerin oluşmasıyla bazı canlıların nesli tükenmeye başlamıştır. 2000 yılında Crutzen ve Stoermer "Antroposen" terimini kullanmıştır.



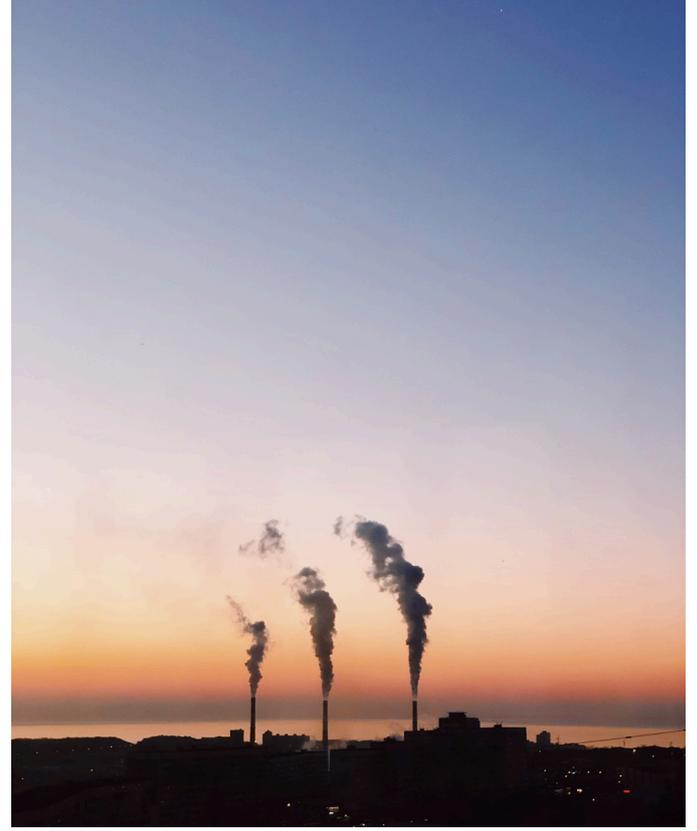
Birçok önemli çevresel eğilim, küresel sosyo-ekonomik ve çevresel itici güçlerin ve baskıların sonucudur. Bu başlıca eğilimler şunlardır (New South Wales Environment Protection Authority):



- Yüksek oranda kentleşmiş ve daha varlıklı olan ve ortalama bir insanın önceki nesillere göre daha fazla tükettiği, daha fazla karbon saldığı ve daha fazla kaynak israf ettiği, büyüyen ve yaşlanan bir nüfus.
- Kıt veya yenilenemeyen doğal kaynaklara bağımlı olan ve genellikle yüksek su ve enerji kullanımı. Dahası zararlı emisyonlar da dâhil olmak üzere büyük çevresel etkileri olan endüstriler tarafından üretilen birçok ürünün üretim ve tüketiminde katlanarak büyümeye dayanan küresel bir ekonomik sistem.
- Üretim sistemleri ve tüketimi özendirme üzerinde derin etkileri olan hızlı teknolojik değişim ve inovasyon. Bu değişimin küresel iklim sistemleri (La Niña ve El Niño olayları) ve bunların türler, ekosistemler ve doğal döngüler üzerindeki etkileri.
- Tüm sayılanlarla birlikte küresel ısınma etkisi iklimimizi derinden değiştirmektedir. Atmosferdeki karbondioksit yoğunluğu en az sekiz yüz bin yıldır olduğundan daha yüksektir (milyonda 426 parça; 1965'ten %33 daha yüksek).

Hava Kirliliğinin Bileşenleri ve İnsan Sağlığına İlişkin Risk Etkenleri

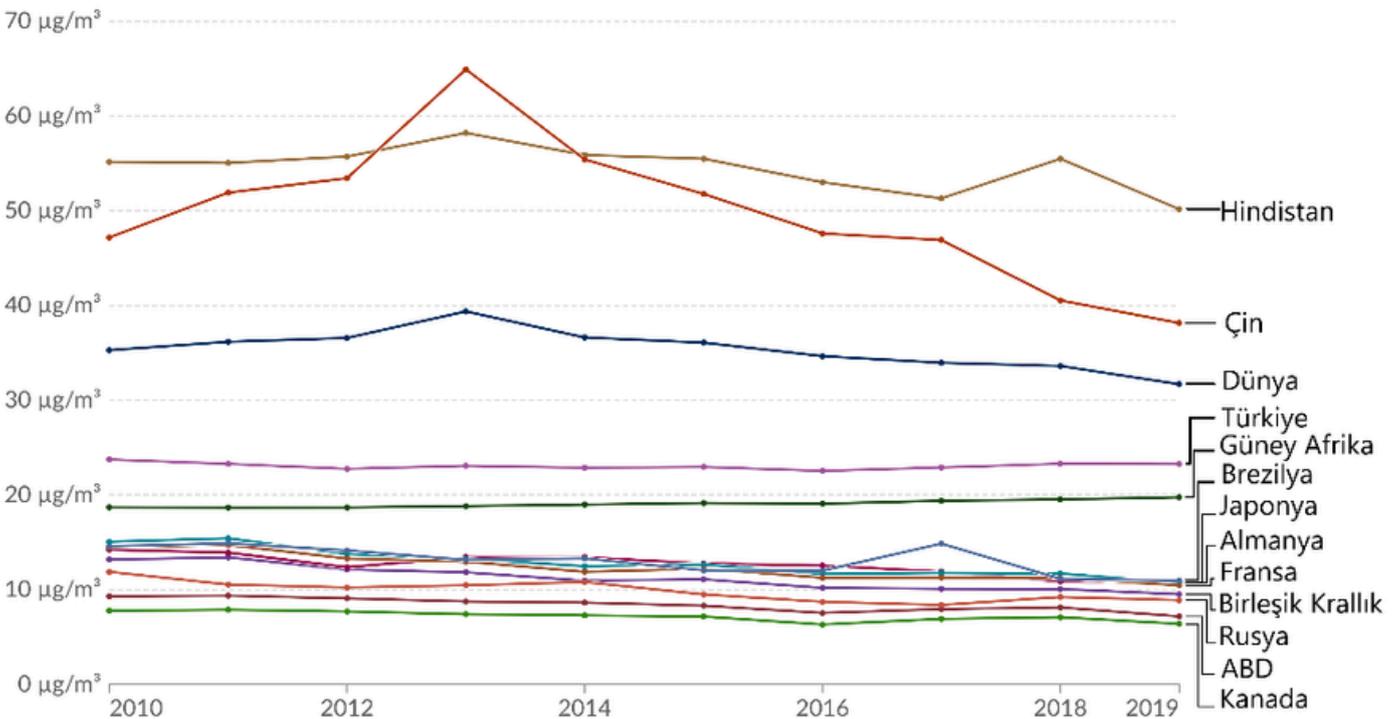
Gezegeenin taşıma kapasitesini çokça zorlayan çevresel sonuçların başında hava kirliliği gelmektedir. Kaynağına göre hava kirliliğini iki sınıflamada toplamak mümkündür. Kaynağına göre hava kirliliği; doğal (volkanik patlamalar, orman yangınları, toz fırtınaları, bitkilerden salınan uçucu organik maddeler) ve insan kaynaklı (ulaşım ve lojistik faaliyetleri, fosil yakıt kaynaklı enerji üretimi, sanayi ve tarım faaliyetleri, konutların ısıtılması) kirlilikten ibarettir. Hava kirliliğinin bileşenleri olarak atmosfere salınan birincil kirleticiler; PM_{10} , $PM_{2.5}$ (particulate matter; parçacık madde), azot oksitler (NO_x), kükürt dioksit (SO_2), karbon monoksit (CO), ağır metaller (Hg: Cıva, Pb: Kurşun) ve siyah karbondur. Ayrıca troposferik ozon (O_3) ile sülfat ve nitrat aerosolleri gibi ikincil kirleticiler de mevcuttur.



Şekil 1. Parçacık Madde Hava Kirliliğine Maruz Kalma ($\mu g/m^3$, 2010-2019, Türkiye, G-8 ülkeleri ve BRICS)

Parçacık Madde Hava Kirliliğine Maruziyet

Çapı 2,5 mikrondan küçük olan asılı partikül konsantrasyonlarına ($PM_{2.5}$) nüfus ağırlıklı ortalama maruz kalma düzeyi. Maruziyet, metreküp başına mikrogram $PM_{2.5}$ ($\mu g/m^3$) olarak ölçülür.



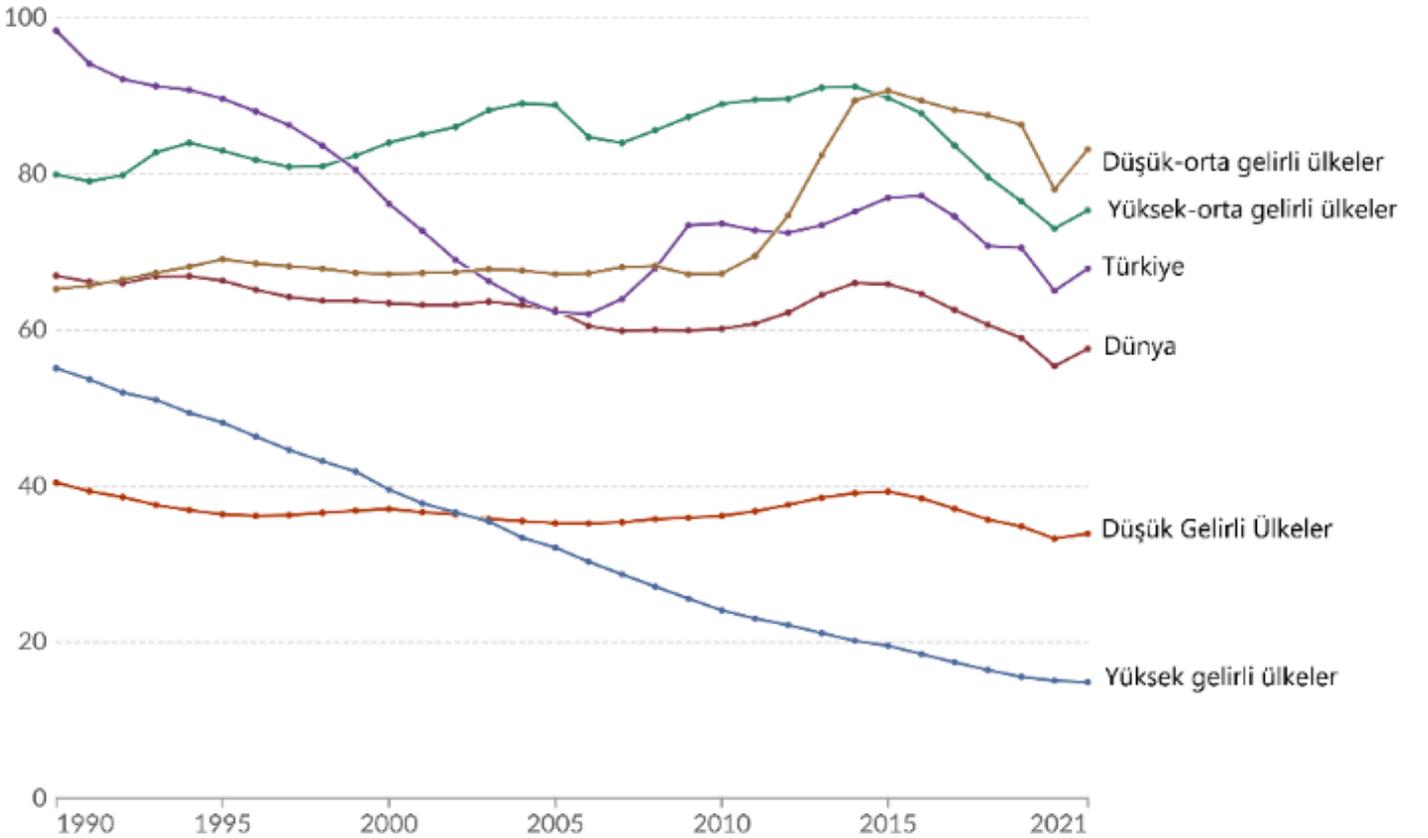
Kaynak: World Health Organization - Global Health Observatory (2024) - processed by Our World in Data

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ)'ne göre çevresel riskler, küresel hastalık yükünün %24' ünü oluşturmaktadır. Örgüte göre kalp hastalığı vakalarının %31'i, solunum yolu enfeksiyonlarının %43'ü ve ishali hastalıkların %69' u çevresel iyileştirmelerle önlenabilir. Hava kirliliğinin risk faktörü olduğu hastalıkların başında, kalp hastalığı, akciğer kanseri, felç ve KOAH (Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı) gelmektedir. Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP)'na göre, hava kirliliği yılda yaklaşık 7 milyon erken ölümden sorumludur ve bu da onu küresel olarak en büyük çevresel sağlık riski haline getirmektedir. Hava kalitesinin değerlendirilmesinde önemli bir ölçüt parçacık madde (PM_{2.5}) konsantrasyonudur (Şekil 1). PM_{2.5} 'e maruz kalma 2021 yılında ortalama küresel yaşam süresini yaklaşık bir yıl sekiz ay azaltmıştır. PM_{2.5} hava kirliliğiyle bağlantılı en ölümcül hastalıklar; inme, kalp hastalığı, akciğer hastalığı, alt solunum yolu hastalıkları (zatürre gibi) ve kanserdir. Yüksek seviyelerdeki ince parçacıklar diyabet gibi diğer hastalıklara da katkıda bulunur, çocuklarda bilişsel gelişimi engelleyebilir ve ayrıca ruh sağlığı sorunlarına neden olabilir (Şekil 2).

Şekil 2. Her 100.000 Kişi Başına Ortamdaki Parçacık Madde Kirliliğine Atfedilen Tüm Nedenlerden Kaynaklanan Yaşa Göre Standardize Edilmiş Ölümler (2010-2021, Türkiye ve gelir gruplarına göre ülkeler)

Dış Ortam Hava Kirliliği Kaynaklı Ölüm Oranı

Her 100.000 kişi başına dış mekan partikül madde kirliliğine atfedilen tahmini ölüm sayısı



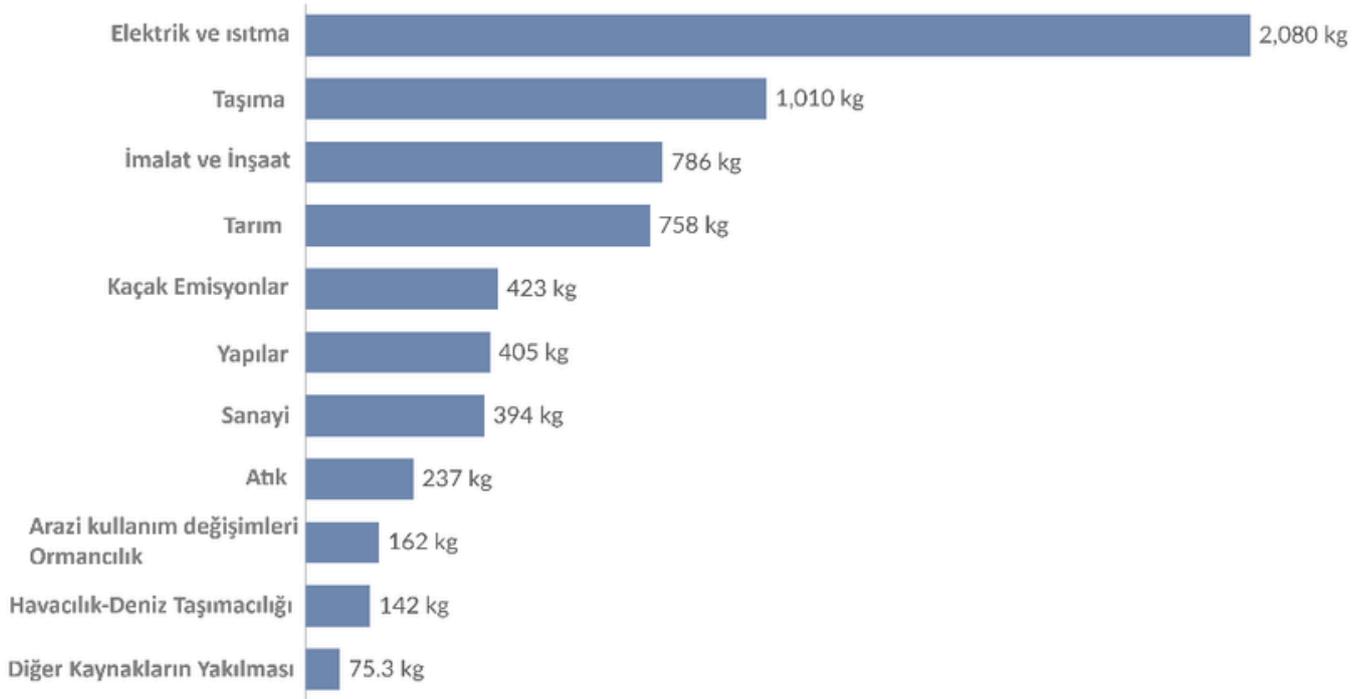
Kaynak: IHME, Global Burden of Disease (2024) - with minor processing by Our World in Data

Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC)'nin derlediği verilere ve raporlara göre dünyada kişi başına düşen ortalama sera gazı emisyonunu çevreye en çok salan ilk üç sektör; fosil yakıt kaynaklı elektrik üretimi, taşımacılık (yolcu + yük) ve imalat-inşaat sektörleridir (Şekil. 3). Burada doğrudan ilgilendiğimiz sektör taşımacılık, dolaylı olarak ilgilendiğimiz de elektrik üretimi sektörüdür. Dünyada 2024 yılındaki toplam otomobil sayısının yaklaşık 1.8 milyar (otomobil, kamyonet, SUV, minibüs, otobüs, yük kamyonu ve diğer ticari kamyonlar dâhil; iki tekerlekli araçlar hariç) adet olduğu tahmin edilmektedir. Bu toplamın yaklaşık %4 (72 milyon adet)'ünü de tam elektrikli ve şarj edilebilir hibrit otomobillerin oluşturduğu tahmin edilmektedir. Dolayısıyla elde kalan yaklaşık 1.7 milyar otomobilin geleneksel fosil kaynaklı akaryakıt kullandığı ortaya çıkmaktadır. Fosil kaynaklı akaryakıt kullanan otomobiller insan kaynaklı temel sera gazı emisyonlarına büyük oranda katkı sağlamakta ve bu da insan sağlığını doğrudan etkileyen hava kirliliğine yol açmaktadır.

Şekil 3. Sektörlere Göre Kişi Başına Düşen Ortalama Sera Gazı Emisyonları (Dünya, 2022, kg)

Sektörlere Göre Kişi Başına Düşen Ortalama Sera Gazı Emisyonları (Dünya, 2022)

Kişi başına düşen sera gazı emisyonları, kişi başına yıllık karbondioksit eşdeğeri kilogram cinsinden ölçülür.



Kaynak: Climate Watch (2025); Population based on various sources (2024) - with major processing by Our World in Data

Mevcut tablo, fosil yakıtlı araçların küresel sera gazı emisyonları ve kentsel hava kirliliği üzerinde belirleyici bir ağırlığa sahip olduğunu açık biçimde göstermektedir. Bu nedenle, ulaşım kaynaklı emisyonların azaltılmasında en etkili çözüm yollarından biri, fosil yakıt tüketimiyle ilişkisi bulunmayan elektrikli araç mobilitesinin yaygınlaştırılmasıdır. Elektrikli araçların (EV) egzoz borusu bulunmadığı için NO₂, PM_{2.5}, PM₁₀, CO ve benzeri birincil kirleticileri sıfır sınırına yakın indirmesi, şehirlerde yoğun olarak hissedilen solunum ve kardiyovasküler risklerin azaltılması açısından hayati bir önem sahiptir. Dahası, elektrik üretiminde yenilenebilir kaynaklara yönelimle birlikte, ulaşım-enerji döngüsü bütüncül bir şekilde tasarlandığında, bu dönüşüm yalnızca çevresel değil, aynı zamanda ölçülebilir ve parasal karşılığı olan önemli halk sağlığı kazanımları yaratabilir. Öyle ki hava kirliliğinin insan sağlığını olumsuz etkilemesi sadece biyolojik ve mental sağlığa zarar vermekle kalmaz, beraberinde sağlık harcaması ve işgünü kaybı gibi ekonomik yüklerde de kendini gösterir. Bülten yazımız bu noktadan itibaren elektrikli araçlara geçişin insan sağlığı üzerindeki olası faydalarını ve bu faydaların ekonomik değerini ortaya koyan bilimsel bulgulara odaklanacaktır.

GÜNEŞİN GÜCÜYLE YENİ NESİL MOBİLİTE

**Avrupa'dan Sahra'ya Uzanan
Güneş Enerjili Bisiklet
Yolculukları**

Avrupa'nın Güneşle Yol Alan İlk Büyük Macerası (2021)

Sürdürülebilir mobiliteye dikkat çekmeyi amaçlayan Sun Trip Europe 2021, Avrupa'da o güne kadar düzenlenmiş en uzun güneş enerjili bisiklet yolculuklarından biri olarak tarihe geçti. Etkinlik, 2021 yılında Brüksel'de resmi startını aldı ve tamamen güneş enerjili, katılımcıların kendi geliştirdiği elektrik destekli bisikletlerle 10.000 km'lik benzersiz bir rota sunarak büyük ilgi gördü.



Üç ay süren bu yolculuğa 50 maceraperest katıldı. Yarışın temel prensibi tam enerji bağımsızlığıydı: Katılımcılar bataryalarını yalnızca bisikletler üzerindeki güneş panelleriyle şarj etti, hiçbir şekilde elektrik şebekesini kullanmadı. Bu sayede doğada kamp yapmak mümkün hale gelirken, sıfır karbon iziyle kıta aşan sembolik bir yolculuk gerçekleştirildi.

Avrupa Komisyonu Başkan Yardımcısı Frans Timmermans, start töreninde e-bisikletleri “mobilité alanında gerçek bir devrim” olarak niteledi ve güneş enerjisinin geleceğin ulaşım altyapısında kilit rol oynayacağını vurguladı.

Sun Trip Europe, Avrupa'nın enerji dönüşümüne dair en etkileyici farkındalık projelerinden biri olarak anılmaya devam ediyor.



Sun Trip 2024: Hradec Králové'den Sahra Çölü'ne 7.000 Kilometrelik Güneş Yolculuğu

2024 yılında güneş enerjili bisiklet tutkunları bu kez yeni bir meydan okuma ile karşılaştı:

Sun Trip 2024 – Destination Sahara.

Çekya'nın Hradec Králové şehrinden yola çıkan Jiří Štrupl ve Michael Polák, kendi tasarladıkları güneş enerjili kargo bisikletleriyle toplamda 7.000 km yol katederek yarışmanın Afrika etabını tamamladı.

Bu uzun yolculuk, aynı zamanda yeni geliştirilen bisikletlerinin ilk büyük testiydi. İlkbaharda Hradec'ten çıkıp Lyon'daki resmi başlangıç çizgisine ulaşmak için yaklaşık 1.000 km pedal çevirdiler. Daha sonra yarışın ana rotasında Almanya'dan İsviçre'ye, Fransa'dan Akdeniz'e ve oradan Sahra Çölü'ne uzanan zorlu etapları deneyimlediler.

2013'ten bu yana 200'ü aşkın katılımcının 31 ülkede toplam 960.000 km güneş enerjisiyle yol aldığını belirtiyor. Bu rakam her yıl artıyor ve güneş enerjili e-bisiklet teknolojilerinin gerçek hayat koşullarında sınanmasına katkı sağlıyor.

Güneşle Yol Alan Macera: Sun Trip Morocco 2025 Tamamlandı, 2026 İçin Geri Sayım Başladı

2025: Fas Sahrası'nda Tamamlanan Güneş Enerjili Bisiklet Yolculuğu

Güneş enerjili ulaşım alanında dünyanın en yenilikçi etkinliklerinden biri olan Sun Trip Morocco 2025, bu yıl Fas'ta başarıyla tamamlandı. Tamamen güneş enerjisiyle çalışan özel tasarım e-bisikletlerle gerçekleştirilen etkinlik, Tangier'den başlayarak Sahra Çölü'nün kuzeyine, Laâyoune kentine kadar uzanan yaklaşık 2.000 km'lik zorlu bir rota sundu.

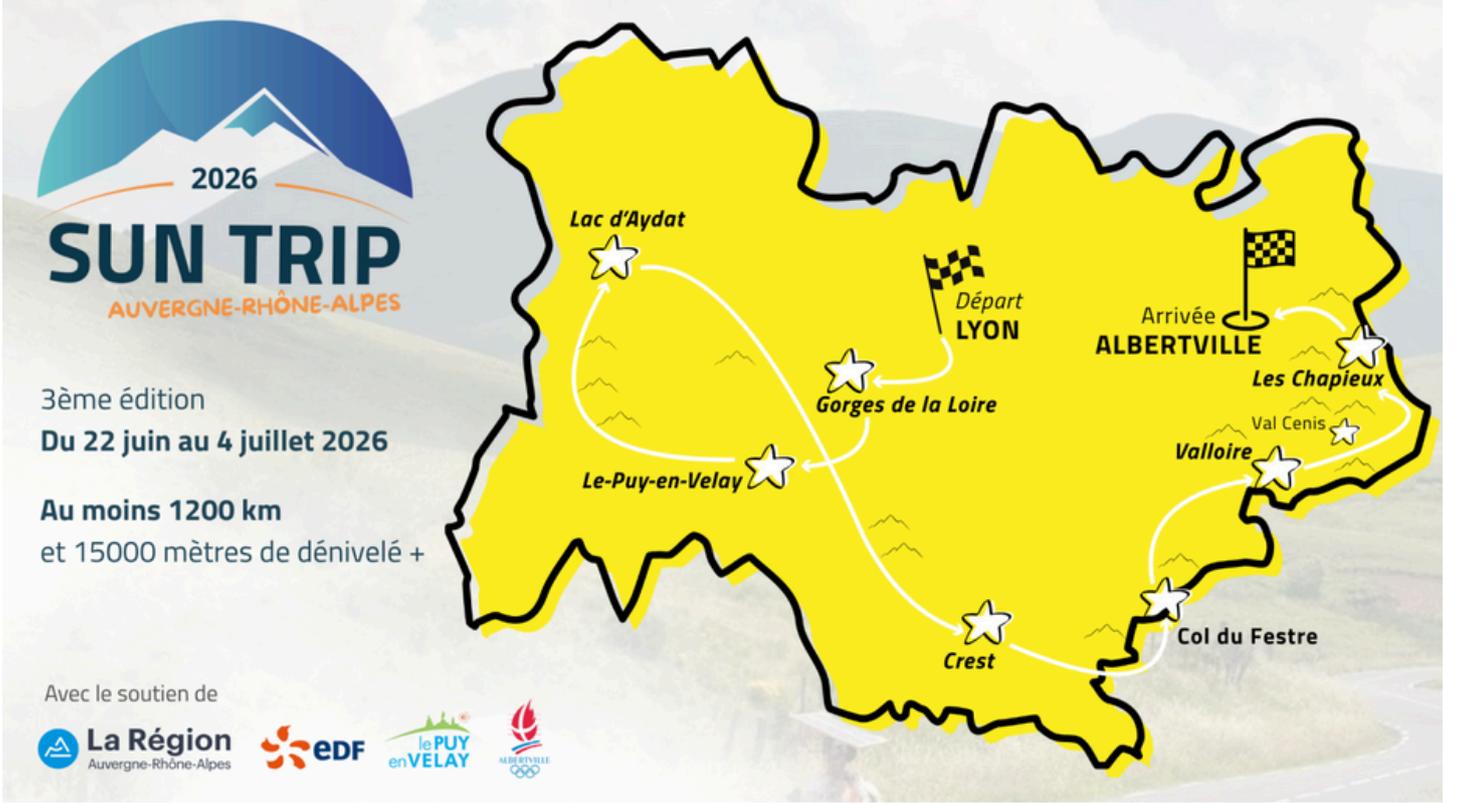
Sun Trip organizasyonu, 2025 etkinliğinin katılımcıların deneyimlerini “hem teknolojik hem de fiziksel bir meydan okuma” olarak görüyor.



Katılımcılar, aşırı sıcak, çöl rüzgârları ve değişken panel verimliliği gibi koşullara rağmen, yalnızca bisikletlerindeki güneş panellerinden elde ettikleri enerjiyle yol alarak etkinliğin temel prensibi olan “tam enerji bağımsızlığı” ilkesini başarıyla sürdürdüler. Etkinlik 22 Mayıs – 12 Haziran 2025 tarihleri arasında gerçekleşti. Yarışmacılar, hiçbir elektrik şebekesi kullanmadan, tamamen güneşle ilerledi. Hedef noktası olan Laâyoune'ye 9 katılımcı başarıyla ulaştı. Zorlu çöl koşulları, farklı güneş açılarındaki panel verimliliği ve uzun mesafe dayanıklılığı bisikletleri gerçek anlamda test etti. Etkinlik, organizatörler tarafından “Fas coğrafyasının gerçek gücüyle tanıştıran bir enerji macerası” olarak tanımlandı.

2026: Sun Trip Morocco Yeni Rota ve Yeni Deneyimlerle Geliyor

Sun Trip ekibi, 2025 etkinliğinin hemen ardından Sun Trip Morocco 2026 için hazırlıkları duyurdu. 2026 organizasyonu hem rota açısından hem de teknik gereklilikler bakımından yenilikler içeriyor. Başlangıç Tarihi, Nisan 2026'nın son haftası iken başlangıç noktası Laâyoune 2025'te varış noktası olan bu şehir, 2026 için start noktası olacak. Laâyoune'dan Rabat'a gerçekleşecek. Böylece 2025'e göre ters yönde bir güzergâh izlenecek. Katılımcılar Sahra'dan başlayıp Fas'ın kuzeyine doğru ilerleyecek.



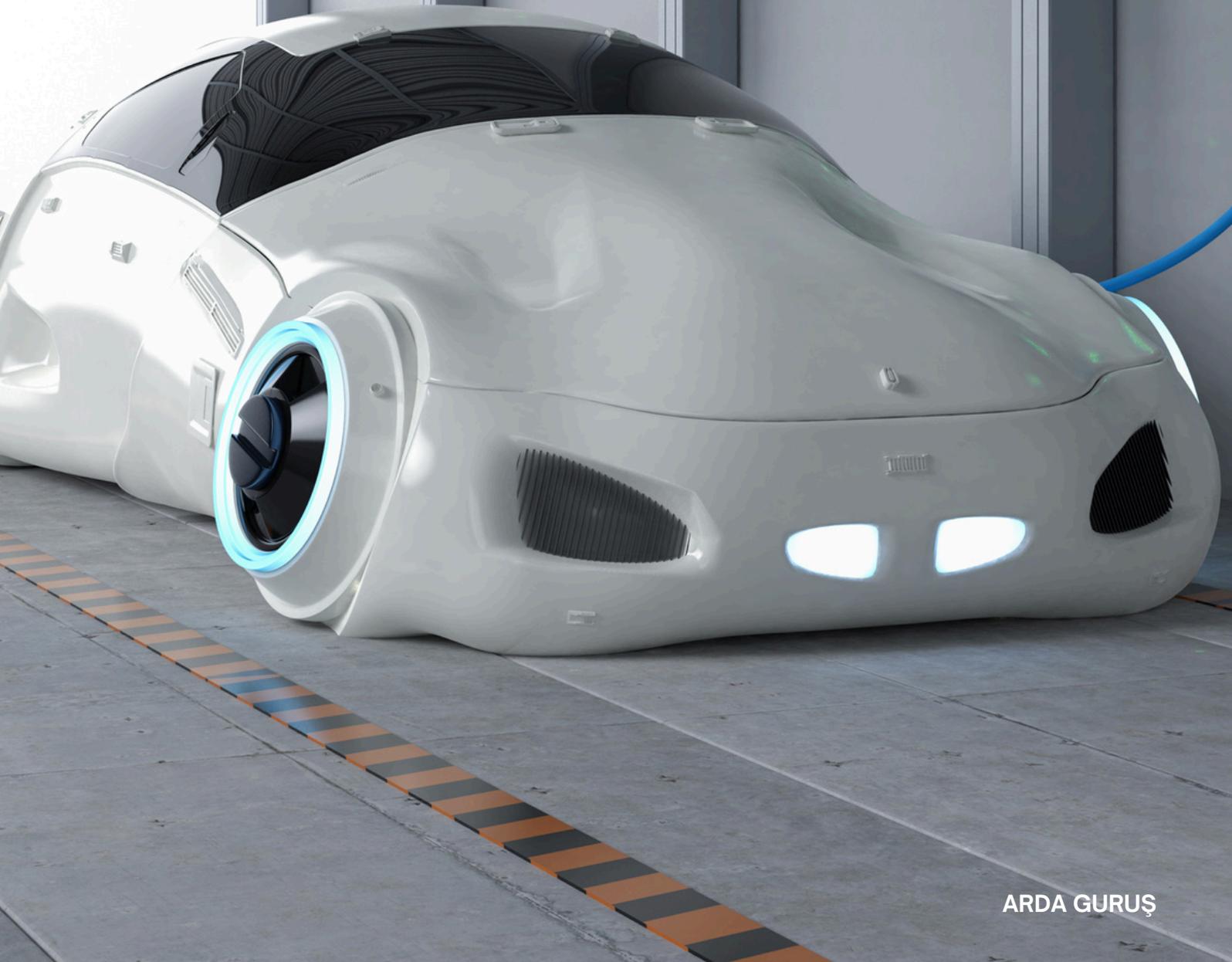
Tüm katılımcılar yalnızca güneş enerjisiyle yol almak zorunda. Güneş paneli alanı maksimum 2,5 m² ile sınırlandırılacak. Günlük hedef mesafeler 130 km ortalama, bazı günlerde 200 km'ye kadar çıkabilecek. Deneyimli pilotlar ve yeni teknolojiler geliştiren amatör mucitlerden oluşan karışık bir ekip bekleniyor. Organizasyon, 2026 için sınırlı kontenjan var, teknik yeterlilik ve bisiklet tasarımının verimliliği seçmelerde ön planda olacak.

Sun Trip Morocco'nun 2025 edisyonu, güneş enerjili mobilitenin artık bir hayal değil, gerçek ve uygulanabilir bir ulaşım modeli olduğunu bir kez daha kanıtladı. 2026'da planlanan yeni rota ise çöl koşullarında panel verimliliği, uzun mesafe enerji bağımsızlığı, yenilikçi kargo e-bisiklet tasarımları gibi alanlarda yeni testler sunarak bu teknolojinin sınırlarını daha da genişletecek.

Sun Trip organizasyonu, "Güneş enerjili bisikletler geleceğin mobilitesinde kritik bir rol oynayacak" diyerek hem 2026'ya hem de ilerleyen yıllara yönelik vizyonunu güçlü bir şekilde ortaya koyuyor.

Sun Trip Europe, sadece bir bisiklet turu değil; Avrupa'nın enerji dönüşümü yolculuğunun sembolik bir parçası. Güneş enerjili e-bisikletlerle tamamlanan bu 10.000 kilometrelik macera, sürdürülebilir mobilitenin yalnızca mümkün değil, aynı zamanda erişilebilir ve ilham verici olduğunu gözler önüne seriyor.

ELEKTRİKLİ ARAÇLAR: HAYAL MI GERÇEK Mİ?



Elektrikli araçlar, dijital dünyada giderek daha görünür, daha tartışılır ve daha merak edilen bir konu hâline geliyor. Son yıllarda farklı dijital mecralarda yapılan paylaşımlar, yorumlar ve arama trendleri, bu ilginin yalnızca geçici bir dalga olmadığını; daha derin bir dönüşümün başlangıcına işaret ettiğini ortaya koyuyor. Kullanıcıların dikkatini çeken nokta artık yalnızca yeni bir teknolojiyle tanışmak değil; bu teknolojinin gündelik yaşam pratikleri üzerindeki etkisini daha iyi anlamak, deneyimleri karşılaştırmak ve geleceğin ulaşım kültürünü şekillendiren bu değişimin nereye evrileceğini görmek.



Elektrikli Araçlar Artık Daha Görünür

Elektrikli araçlara yönelik dijital konuşmaların hacminde gözlenen yükselişin arkasında farklı motivasyonlar yer alıyor. Ekonomik beklentiler, sürdürülebilirlik düşüncesinin güçlenmesi ve teknolojik yeniliklerin yarattığı heyecan, bu ilginin başlıca kaynakları olarak karşımızda duruyor. Kullanıcılar artık yalnızca "elektrikli araç nedir?" sorusunu sormuyor; hangi teknolojilerin kullanıldığı, güvenlik sistemlerinin nasıl çalıştığı, sürüş özelliklerinin ne sunduğu gibi daha detaylı konulara yöneliyor. Bu durum, dijital alanlarda yürütülen sohbetlerin niteliksel olarak da derinleştiğini gösteriyor. Yeni modeller çıktıkça bu modeller üzerine yapılan yorumların hızla artması, merakın giderek daha bilgi odaklı bir yapıya dönüştüğünü kanıtlıyor.

Elektrikli araçlara yönelik çevresel hassasiyetin de konuşmalar üzerinde hissedilir bir etkisi var. Kullanıcılar sürdürülebilir ulaşımın parçası olmayı, sadece bireysel bir tercih değil, toplumsal bir sorumluluk olarak değerlendiriyor. Bu bakış açısı, elektrikli araçların yalnızca bir "ürün" olarak değil, bir "gelecek vizyonu" olarak ele alınmasını sağlıyor. Ekonomik koşulların zaman zaman belirleyici olduğu durumlarda bile, performans, teknik donanım ve sürüş deneyimi konuşmaların odağındaki yerini koruyor.

Asıl Belirleyici Kullanıcı Deneyimleri

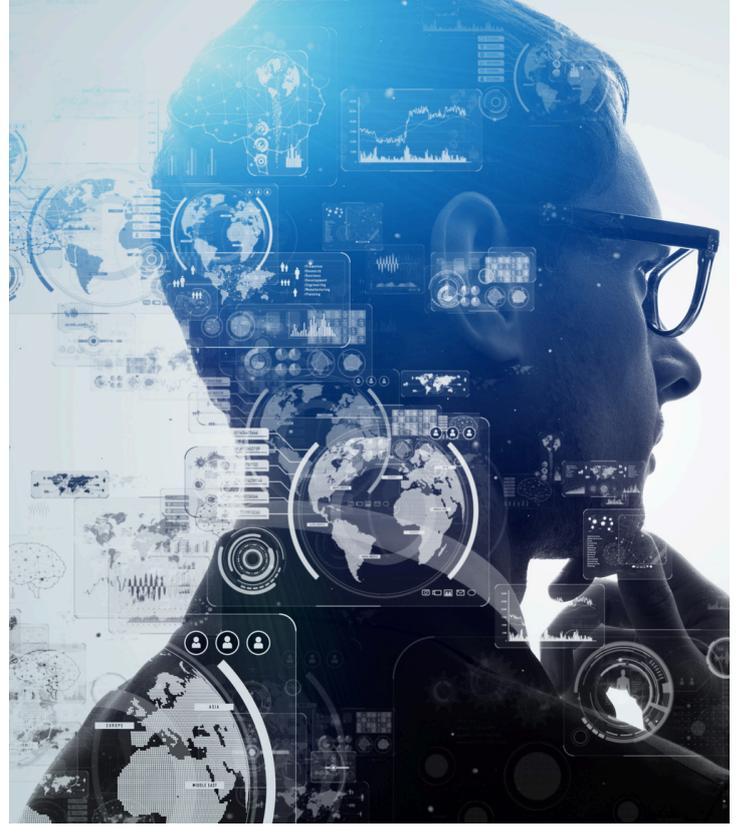
Elektrikli araçların dijital dünyada daha çok konuşulmasını sağlayan unsurlardan biri de olumlu kullanıcı deneyimlerinin görünürlüğü. Sessiz ve akıcı sürüş, yüksek performans, yenilikçi iç donanımlar ve estetik tasarım, kullanıcıların paylaşımlarında sıkça dile getirdiği başlıklar arasında bulunuyor. Deneyimini paylaşan kullanıcılar, yalnızca teknik özelliklere değil, bu özelliklerin günlük yaşam üzerindeki somut etkilerine vurgu yapıyor. Bir aracın nasıl hissettirdiği, şehir içi sürüşlerde sağladığı konfor, uzun yol deneyimlerinde ne sunduğu gibi konular, yeni kullanıcılar için doğal referans noktalarına dönüşüyor.



Bu olumlu tabloya rağmen, dijital konuşmalarda zaman zaman dile getirilen bazı çekinceler de bulunuyor. Teknik destekle ilgili sorular, batarya teknolojisi konusunda yaşanan bilgi kirliliği ve teslimat süreçlerine dair belirsizlikler, kullanıcıların daha fazla açıklık ve güvenilir bilgi talep ettiğini gösteriyor. Bu noktaların şeffaf şekilde ele alınması, sohbetlerin hem hacmini hem de niteliğini artırabilecek önemli bir etki yaratıyor. Çünkü dijital ortamlarda bir konu ne kadar gerçekçi, dengeli ve çok yönlü konuşulursa, o kadar geniş bir etkileşim alanı oluşturuyor.

Dijitalleşme Artıkça Konuşmalar da Artıyor

Elektrikli araçlara yönelik diyalogların bir diğer dikkat çekici yönü, konuşmaların artık tek bir platformda yoğunlaşmıyor olması. Geleneksel sosyal medya mecralarının yanı sıra, forumlar, kullanıcı toplulukları, video platformları ve karşılaştırma odaklı dijital alanlar giderek daha aktif hâle geldi. Bu çeşitlilik, hem daha derin bilgi arayan kullanıcılara alan açıyor hem de elektrikli araçların farklı kitlelerle temasını kolaylaştırıyor. İnsanlar artık yalnızca kısa paylaşımlar üzerinden değil, uzun yorumlar, detaylı incelemeler, karşılaştırma videoları ve teknik tartışmalar üzerinden elektrikli araçlarla ilgili bilgiye ulaşıyor. Bu durum, dijital ekosistemin genel görünümünü etkileyen güçlü bir içerik akışı oluşturuyor.



Elektrikli araçlara yönelik dijital ilgi, ilk bakışta sessiz bir merak olarak ortaya çıkmış olsa da bugün giderek daha güçlü bir dönüşümün habercisi hâline gelmiş durumda. Konuşmalar çoğaldıkça, detaylar derinleştikçe ve farklı mecralarda yeni içerik türleri ortaya çıktıkça, elektrikli araçlar dijital dünyanın en dikkat çekici başlıklarından biri olmaya devam ediyor. Hem mevcut kullanıcıların deneyimlerini paylaşması hem de potansiyel kullanıcıların sorularının çoğalması, bu teknolojinin geleceğin ulaşım kültüründe ne kadar belirleyici olacağını şimdiden hissettiriyor. Dijital alandaki bu hareketlilik, elektrikli araçların yalnızca bir ürün kategorisi olmadığını; bir yaşam tarzı, bir gelecek beklentisi ve geniş bir dönüşümün parçası olduğunu açıkça gösteriyor. Bu nedenle elektrikli araçlara dair her yeni paylaşım, her yeni tartışma ve her yeni merak, bu dönüşümün ivmesini biraz daha artıran bir güç olarak değerlendirilebilir.



KAMUSAL HİZMET FİLOLARININ ELEKTRİFİKASYONU

İngiltere'nin başkenti Londra'da, London Fire Brigade (LFB) sürdürülebilirlik ve çevresel etki açısından önemli bir adım attı. Londra İtfaiyesi, yeni araç alımlarıyla eğitim ve destek araçlarında tamamen elektrikli araç filosuna geçişi başlatmış oldu. LFB, eğitim amaçlı kullanımlar için sekiz adet Volvo XC40 elektrikli otomobili eğitim merkezlerinde (Ruislip, Beckton, Croydon) hizmete aldı. Böylelikle geleneksel yakıtlı ve hibrit araçlardan oluşan filonun elektrifikasyonu için önemli bir adım atıldı. Ayrıca birimin operasyonel destek merkezi için de elektrikli büyük yük aracı olan Renault Trucks E-Tech modelinden iki adet olmak üzere itfaiye ekip araçlarına dahil edildi.



Bu araçların devreye alınmasıyla LFB, Birleşik Krallık'ta eğitim filosu için tamamen elektrikli araç kullanan ilk yangın ve kurtarma servisi unvanını almış oldu. Bu girişim, kurumun karbon nötr stratejisini ve Londra Büyükşehir Belediyesi'nin 2030 yılına kadar sıfır karbon şehri olma hedefini güçlendiren önemli bir adım niteliği taşıyor. Ek olarak itfaiye birimine ait istasyonlarda elektrikli araç şarj altyapısının kurulmasıyla dönüşümün zemini de hazırlanmış durumda.



Kamusal sürdürülebilirlik ve kamu hizmetlerinde örnek bir model oluşturma açısından bu tür adımlar oldukça önemli görülüyor. Acil hizmetler gibi “her zaman hazır” olması gereken kurumların elektrifikasyonu, teknolojik ve lojistik dönüşüm anlamında kritik role sahip. Ayrıca kamusal boyuttaki bu adımlar elektrikli araçların güvenilirliği anlamında da tüketicilere önemli bir gösterge sağlamış oluyor.

Benzer örnekler Almanya'daki Hamburg İtfaiyesi'nde ve Latin Amerika ülkesi Şili'de karşımıza çıkıyor. Avrupa'nın teknoloji adaptasyonu anlamında oldukça önemli bir adım olarak Hamburg İtfaiyesi'nde, iki elektrikli ambulans ve bir elektrikli itfaiye aracı deneme operasyonlarına başlamış durumda. Santiago İtfaiyesi de %100 elektrikli yangın söndürme aracını filosuna dahil ederek Latin Amerika'da bir ilki gerçekleştiriyor. Yaklaşık 4 saatlik operasyon süresine sahip olan araç, Avusturya merkezli Rosenbauer firmasının RTC modeli.



Kamusal hizmetlerin elektrifikasyonu bugün dünyanın birçok kentinde önemli bir stratejik alan haline geliyor. İtfaiye, sağlık hizmetleri, belediye birimleri ve eğitim kurumları gibi birçok alanda elektrifikasyon hamleleri karşımıza çıkıyor. Bu kurumların kullandığı araçların günün neredeyse her saatinde sahada olması, yüksek kilometre yapmaları ve yoğun nüfuslu bölgelerde aktif olmaları nedeniyle karbon emisyonu, gürültü kirliliği ve enerji tüketimi üzerindeki etkileri oldukça belirgin. Dolayısıyla elektrikli araç teknolojilerine geçiş, çevresel sürdürülebilirliği desteklemenin yanı sıra kamu maliyesi anlamında da bir kazanç olarak görülüyor.

Elektrifikasyonun Kamusal Hizmetlere Sağladığı Başlıca Avantajlar

- **Düşük Emisyon ve Temiz Hava:** Elektrikli araçlar, kamusal hizmetlerin en yoğun kullanıldığı şehir merkezlerinde karbon salımı ve zararlı gaz emisyonlarını önemli ölçüde azaltır. Bu hem çevre hem de halk sağlığı açısından kritik bir kazanımdır.
- **Azalan Gürültü Kirliliği:** Sessiz çalışmaları sayesinde gürültü kirliliğini minimuma indirir ve kentin yaşam kalitesini artırır.
- **Daha Düşük İşletme ve Bakım Maliyetleri:** Elektrikli motorlar daha az parça içerdiği için bakım gereksinimi düşer, yakıt maliyetlerinin yerini düşük enerji maliyetleri alır. Böylece uzun vadede kamu bütçesine tasarruf sağlar.
- **Enerji Güvenliği ve Yenilenebilir Kaynak Kullanımı:** Fosil yakıtlara bağımlılığın azalması, enerji güvenliğini artırır; elektrikli üretiminde yerli ve yenilenebilir kaynak kullanımını teşvik eder.
- **Sürdürülebilirlik Hedeflerine Uyum:** Şehirlerin karbon nötr hedeflerine ulaşmasında kamu filolarının elektrikliye geçişi kilit rol oynar; uluslararası kriterlerde güçlü bir göstergedir.
- **Kamuda Teknolojik Modernizasyon:** Elektrifikasyon süreci, kamu kurumlarını veri odaklı yönetim, akıllı altyapı ve yeni nesil hizmet modellerine hazırlayan kapsayıcı bir dönüşüm yaratır.

Finlandiya'nın başkenti Helsinki de sessiz çalışan elektrikli ambulansları devreye alarak kamusal sağlık alanında elektrifikasyona adım atmış kentlerden biri. Çin'in Shenzhen bölgesi ise dünya çapında kamusal elektrifikasyonun en güçlü örneklerinden biri olarak karşımıza çıkıyor. Şehirdeki otobüs, taksi ve belediye hizmet araçlarının neredeyse tamamı elektrikliye geçmiş durumda, üstelik bu girişim 2017 yılında gerçekleştirilmiş. Kamu filolarının elektrifikasyonunda politika kararlılığının ve altyapı yatırımlarının oldukça belirleyici olduğunu söylemek mümkün.



Söz konusu belediyelerin attığını adımlar, aslında çok daha geniş bir dönüşümün öncüsü niteliğinde. Bugün dünya genelinde kamu kurumları, sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmanın yalnızca vatandaş davranışlarıyla değil, kendi operasyonlarını dönüştürmekle mümkün olduğunun farkında. İtfaiye, ambulans, yol bakım, temizlik hizmetleri ve eğitim taşımacılığı gibi günlük hayatın temel unsurlarını oluşturan bu araçların elektrikliye geçmesi, şehirlerin karbon nötr hedeflerine yaklaşmasını sağlarken, kamu yönetimini daha verimli, temiz ve modern bir yapıya taşıyor. Dolayısıyla elektrikli kamu filoları, geleceğin şehirlerinde sürdürülebilirlik vizyonunun somut bir parçası halini alıyor.



bateg

KASIM 2025
SAYI 11

ULUDAG.EDU.TR/BATEGPLATFORM



B A T E G
PLATFORMU

Elektrikli Taşıtlar için Batarya Teknolojileri
Araştırma ve Geliştirme Platformu