

ELEKTRİKLİ ARAÇLAR PATENT RAPORU



ENTERTECH
İSTANBUL TEKNOKENT

PATENT RAPORLARI

GİRİŞ

Petrol Kokusundan Elektrikli İvmelenmeye (2005–2025)

Yüz yılı aşkın bir süredir insanlığın hareket kabiliyeti, içten yanmalı motorların gürültüsü ve petrolün kokusuyla şekillenmiştir. Ancak 21. yüzyılın ilk çeyreği, otomotiv tarihinin en radikal ve geri dönülemez dönüşümlerinden birine sahne olmuştur. Bu dönüşüm, yalnızca bir yakıt değişimi değil; mekanik bir makinenin, yazılım ve veri odaklı akıllı bir sisteme evrilmesi olarak tanımlanabilir.

Bu sürecin yaklaşık yirmi yıl önce başladığı ve hâla devam ettiği söylenebilir. Aşağıda kronolojik olarak özetlenen tarihsel süreç, sektörün görünen yüzünü (ürün lansmanları, stratejik kırılmalar ve krizler) yansıtmaktadır. Bu raporda, patent verilerine dayalı bir doğrulama yapılmaya ya da patent verilerinin bahsi geçen sürece ne kadar ayna tutabildiği tespit edilmeye çalışılacaktır.

Fırtına Öncesi Sessizlik (2005–2010)

2000'li yılların başında elektrikli araçlar, çoğunlukla niş uygulamalarda veya sınırlı kullanım alanlarında yer bulmaktaydı. Daha gerçekçi bir ifadeyle sektör, menzil kaygıları ve batarya maliyetleri nedeniyle tam elektrikli araçlara mesafeli yaklaşmaktaydı.

Sektörün büyük oyuncularını, tam elektrikli bir gelecek yerine “ara çözümler” olarak görülen hibrit teknolojilere yönelmiş durumdaydı. Bu dönemde hâkim yaklaşım, elektriğin yardımcı bir güç olabileceği ancak tek başına bir aracı uzun menziller boyunca hareket ettiremeyeceği yönündeydi.

Bu bağlamda, Toyota Prius gibi hibrit araçların yaygınlaşması, tüketicinin elektrik enerjisiyle ilk geniş ölçekli ve ciddi tanışmasını sağlamıştır.

Ezber Bozan Oyuncu ve Algı Kırılması (2010–2015)

2010'lu yılların başında elektrikli araçlara yönelik algı değişmeye başlıyordu. Bu değişimin temelleri, Tesla tarafından geliştirilen Tesla Roadster modelinin 2008 yılında piyasaya sunulmasıyla atılmıştır. Roadster, lityum-iyon batarya teknolojisinin otomotivde uygulanabilir olduğunu göstererek elektrikli araçların teknik olarak mümkün olduğunu kanıtlamıştır.

Bu erken sinyalin ardından, 2012 yılında piyasaya çıkan Tesla Model S, elektrikli araçlara yönelik algıyı köklü biçimde değiştirmiştir. Elektrikli bir aracın yalnızca çevreci bir alternatif değil; aynı zamanda yüksek performanslı, uzun menzilli ve kullanıcı açısından cazip olabileceği net bir şekilde ortaya konmuştur.

Bu gelişmeyle birlikte sektördeki temel soru değişmiştir: “Elektrikli araç yapılabilir mi?” sorusu yerini, “ne kadar hızlı yaygınlaşacak?” sorusuna bırakmıştır.

Kriz ve Zorunlu Yön Değişimi (2015–2019)

2015 yılında patlak veren Volkswagen Emisyon Skandalı, otomotiv tarihinin en önemli kırılma noktalarından biri olmuştur. Dizel motorların çevreci olduğu yönündeki algı ciddi şekilde zedelenmiş, regülasyonlar özellikle Avrupa ve Çin'de hızla sıkılaştırmıştır.

Bu gelişme, başta Volkswagen Grubu olmak üzere birçok üreticinin stratejik yönünü yeniden belirlemesine neden olmuştur. Elektrifikasyon, bu dönemde bir inovasyon alanı olmanın ötesine geçerek kaçınılmaz bir dönüşüm yolu haline gelmiştir.

Yeni Aktörler ve Yazılımın Yükselişi (2020–2025)

2020'li yıllara gelindiğinde elektrikli araçlar, küresel otomotiv sektörünün merkezine yerleşmiştir. Bu dönemde güç dengesi kısmen batıdan doğuya kaymış özellikle BYD gibi Çin merkezli üreticiler, düşük maliyetli geniş üretim kapasitesi ve tedarik zinciri avantajlarıyla öne çıkmıştır.

Aynı zamanda otomotiv sektörü dışından gelen teknoloji şirketlerinin ilgisi artmış, araçlar giderek daha fazla yazılım odaklı ürünler haline gelmiştir. Bu dönüşümle birlikte, bir otomobilin değeri yalnızca motor performansı ile değil; batarya teknolojisi, yazılım kabiliyeti ve otonom sürüş özellikleriyle belirlenmeye başlamıştır.

Hikayenin Patent Verileri ile Karşılaştırması

Yukarıda özetlenen dönüşüm, otomotiv sektöründe yaygın olarak kabul gören tarihsel bir anlatıyı yansıtmaktadır. Ancak bu anlatının hangi ölçüde gerçek teknolojik faaliyetlerle örtüştüğü, hangi dönemlerde ivmelenmenin yaşandığı ve kırılma noktalarının Ar-Ge süreçlerine nasıl yansıdığı sorularını cevaplamak için, şirketlerin stratejik yönelimlerini ve teknolojik önceliklerini doğrudan yansıtan patent verileri, en nesnel analiz araçlarından biri olarak öne çıkmaktadır.

Bu çalışma kapsamında, 2005–2026 yılları arasında yayımlanan toplam 90.278 adet patent ailesi (Simple Family) incelenmiştir. Bu inceleme ışığında, yukarıda anlatılan tarihsel sürecin patent verileriyle ne ölçüde örtüştüğü analiz edilecektir.

Araştırma yöntemi: 2005–2026 yılları arasında yapılan aramada aşağıdaki IPC ve CPC kodları kullanılmıştır;

B60L50* (IPC): Elektrikli araç tahrik sistemleri (çekiş motorları ve güç aktarımı dahil)

B60L53* (IPC): Elektrikli araç şarj sistemleri (şarj altyapısı ve bağlantı çözümleri)

B60L58* (IPC): Elektrikli araçlarda enerji yönetimi ve kontrol sistemleri

H01M10/0525 (IPC): Lityum-iyon batarya hücrelerine özgü yapısal özellikler ve alt tipler

H01M50* (IPC): Batarya yapıları, muhafazaları ve bileşen detayları

B60K1* (IPC): Araçlarda elektrikli güç ünitelerinin yerleşimi ve entegrasyonu

G05D1/00* (IPC): Araçların otomatik kontrolü ve otonom sürüş sistemleri

B60W20* (IPC): Hibrit ve elektrikli araçlara özgü kontrol sistemleri ve yönetim stratejileri

H02K* (IPC): Elektrik motorları ve jeneratörler

Y02T10/70* (CPC): İklim değişikliğini önlemeye yönelik ulaşım teknolojileri (özellikle elektrikli araçlar)

Y02T90/12* (CPC): Ulaşımda enerji verimliliği ve emisyon azaltım teknolojileri

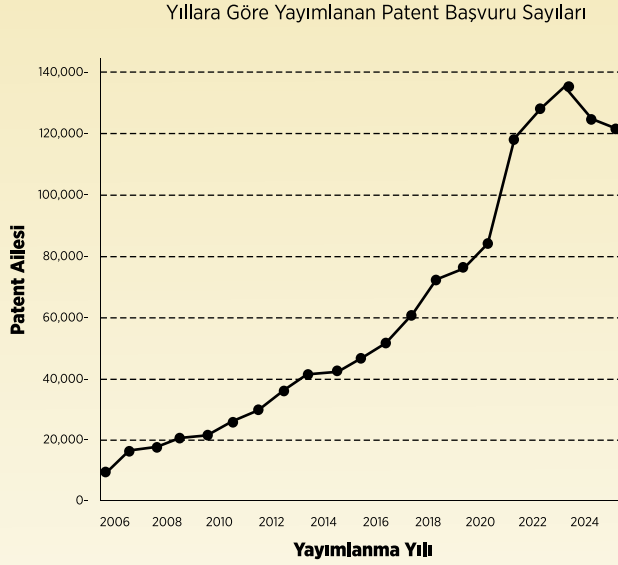
H02J50* (CPC): Kablosuz güç transferi teknolojileri (özellikle araç şarj uygulamaları)

Y02T10/72* (CPC): Elektrikli araçlara yönelik batarya teknolojileri

ELEKTRİKLİ ARAÇLAR

PATENT RAPORU

Buradaki IPC-CPC hibrit araması ile sektör ile ilgili doküman sayısı açısından geniş bir alana ulaşmak hedeflenmiştir. Tüm sınıflar first IPC ve CPC olarak seçilmiştir, yani patent dokümanlarının ana sınıfına odaklanılmıştır. Elektrikli araçlar ile ilgili hemen hemen her sınıf aramaya eklendiği için ve özellikle veri tabanında kendi dilinde yer alan Çin dokümanlarının kaçırılmaması amacı ile de ayrıca İngilizce anahtar kelime kullanılmamıştır.



GRAFİK 1

Grafik.1 2005 ila 2025 yılları arasında yayımlanan patent aile sayısının yıllara göre değişimini vermektedir. Grafik, elektrikli araç teknolojilerinin gelişimine ilişkin ortaya konan tarihsel anlatıyı büyük ölçüde doğrulamaktadır.

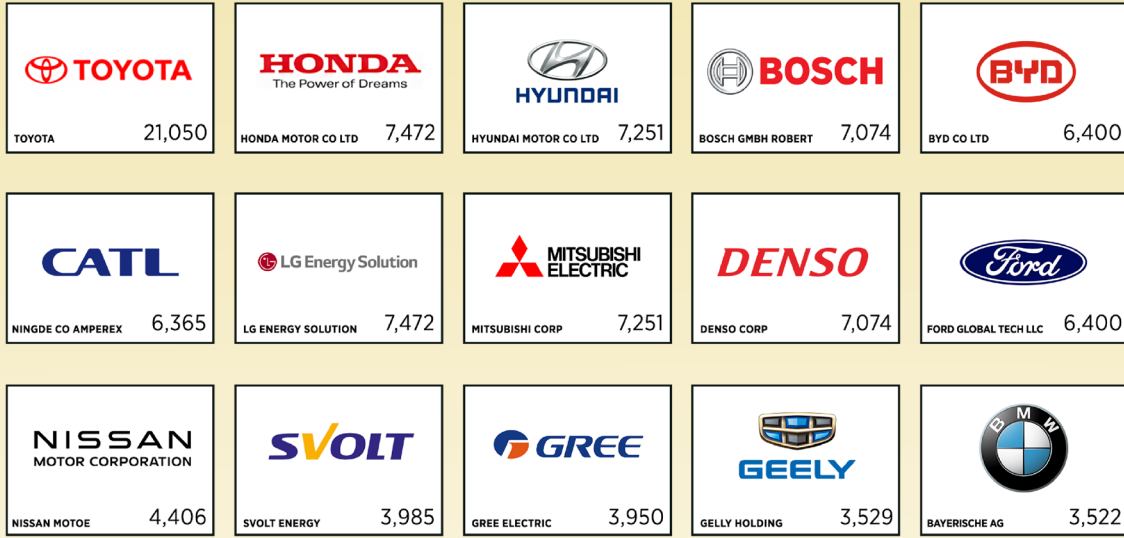
2005–2010 döneminde patent başvurularının düşük seviyelerde ve sınırlı bir artış eğiliminde olduğu görülmektedir. Bu durum, elektrikli araçların henüz niş bir alan olarak kaldığı, sektörün hibrit çözümlere yöneldiği ve teknolojik belirsizliklerin devam ettiği erken aşama ile uyumludur.

2010 sonrasında 2015'e kadar başvurularda belirgin bir hızlanma gözlemlenmektedir. Bu artış, elektrikli araçların teknik olarak uygulanabilirliğinin kanıtlanması ve pazardaki algının değişmesiyle örtüşmektedir. Bu dönemde inovasyon faaliyetlerinin ivme kazanmaya başlaması, sektördeki temel sorunun fizibiliteden yaygınlaşma hızına evrildiğini göstermektedir.

2015–2019 yılları arası dönem, patent başvurularında güçlü ve istikrarlı bir artışın yaşandığı dönem olarak gözlemlenmektedir. Artışın hız kazanması, regülasyon baskılarının artması ve sektörde yaşanan yapısal kırılmalarla paralellik göstermektedir. Elektrifikasyonun bu dönemde bir tercih olmaktan çıkarak zorunlu bir stratejiye dönüştüğü anlaşılmaktadır.

2020 sonrasında başvurularda çok daha keskin bir sıçrama görülmekte ve 2023 yılı civarında başvuru sayısı zirveye ulaşmaktadır. Bu durum, elektrikli araçların ana akım hale gelmesi, yeni küresel aktörlerin pazara girişi ve teknolojinin batarya, yazılım ve otonom sürüş alanlarında genişlemesi ile uyumludur. 2023 sonrasındaki hafif düşüş henüz yayımlanmamış başvuruların etkisi ile açıklanabilir. İlerleyen tarihlerde muhtemelen grafiğin artış eğilimi 2024 ve 2025 yılları için de değerine oturacaktır.

Grafik.2'de basit patent ailesi sonuçlarına göre en fazla başvuru yapan firmalar görülmektedir.



GRAFİK 2

Grafik.2'de ilk olarak, Toyota'nın açık ara lider konumda olması dikkat çekmektedir. Bu durum, şirketin erken dönemden itibaren hibrit ve elektrikli araç teknolojilerine yaptığı sürekli yatırımın bir sonucu olarak değerlendirilebilir.

Toyota'yı takip eden Honda, Hyundai ve Bosch gibi şirketler, geleneksel otomotiv ve tedarikçi ekosisteminin hâlâ güçlü bir şekilde inovasyon üretmeye devam ettiğini göstermektedir. Özellikle Bosch gibi tedarikçilerin üst sıralarda yer alması, teknolojik dönüşümün yalnızca araç üreticileriyle sınırlı olmadığını ortaya koymaktadır.

Bununla birlikte, BYD ve CATL gibi Çin merkezli şirketlerin üst sıralarda yer alması, 2020 sonrası dönemde bahsedilen güç kaymasının veriyle de doğrulandığını göstermektedir.

Benzer şekilde LG Energy Solution gibi batarya odaklı firmaların listede üst sıralarda bulunması, elektrikli araç rekabetinin artık motor teknolojisinden ziyade batarya ve enerji depolama eksenine kaydığı argümanını desteklemektedir.

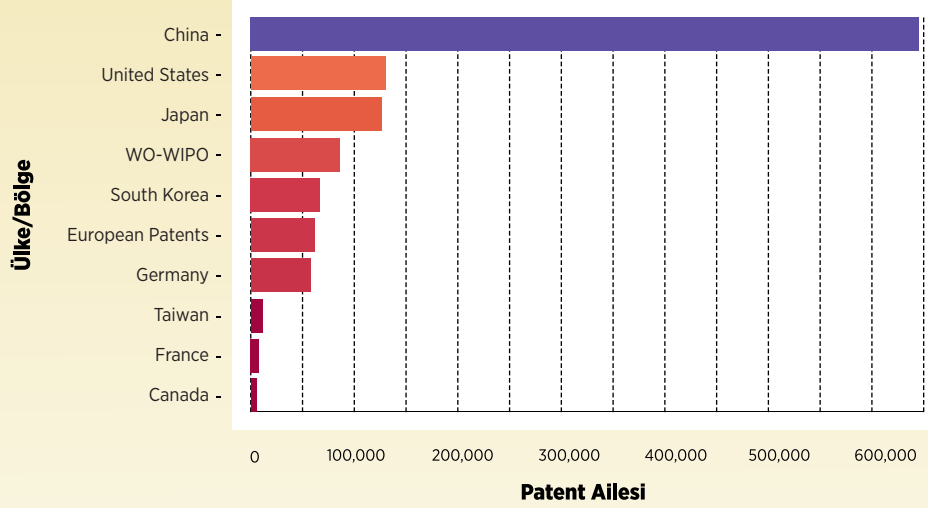
Denso ve Mitsubishi Electric gibi tedarikçilerin varlığı ise, elektrikli araç ekosisteminin çok katmanlı bir yapı kazandığını; güç elektroniği, kontrol sistemleri ve bileşen teknolojilerinin de yoğun şekilde patentlendiğini göstermektedir.

Diğer yandan Ford, Nissan ve BMW gibi geleneksel üreticilerin listede yer almakla birlikte liderlikten uzak kalması, daha üstteki firmaların dönüşüme daha erken ve agresif adapte olduğunu düşündürmektedir.

Grafik.2 genel olarak değerlendirildiğinde elektrikli araç inovasyonunun yalnızca otomotiv üreticileriyle sınırlı olmadığını, batarya üreticileri ve teknoloji tedarikçilerinin kritik rol üstlendiğini ve özellikle Asya merkezli şirketlerin (Japonya, Güney Kore, Çin) bu alanda belirleyici hâle geldiğini açık biçimde ortaya koymaktadır. Bu da önceki tarihsel kıyasla vurgulanan "yeni aktörler, tedarik zinciri dönüşümü ve doğuya kayan güç dengesi" yorumlarını güçlü şekilde desteklemektedir.

Aşağıda yer alan Grafik.3'te en fazla patent ve faydalı model başvurusu alan ülkelerin sıralaması patent ailesi bazında yer almaktadır.

GRAFİK 3



Grafik.3'e göre Çin, 640.000'i aşan patent ailesi başvurusu ile küresel EV inovasyonunun sayısal olarak en yoğun yaşandığı merkez konumundadır. Bu büyük hacim, sadece yerli bir faaliyet değil, Çin'in dünyanın en büyük elektrikli araç pazarı olduğunun işaret etmektedir. Çinli üreticilerin (BYD, CATL vb.) yanı sıra ayrıca Çin orijinli olmayan firmaların da bu coğrafyayı önemli bir pazar olarak gördüğü ve burada başvurular yaptığı çıkarımı da yapılabilir.

ABD ve Japonya, birbirine çok yakın (yaklaşık 130.000 - 140.000) patent ailesi sayısı ile ikinci ve üçüncü sırayı paylaşmaktadır. Japonya'nın güçlü otomotiv geleneği (Toyota, Honda) ile ABD'nin yazılım ve yeni nesil batarya odaklı Ar-Ge kapasitesinin bu başa baş rekabeti beslediği görülmektedir.

PCT üzerinden yapılan yaklaşık 80.000 başvuru, şirketlerin buluşlarını tek bir merkezden birçok ülkede koruma altına alma isteğini göstermektedir. Bu, EV teknolojilerinin ihracat ve küresel rekabet odaklı hale geldiğini göstermektedir.

Güney Kore ve Almanya yaklaşık 70.000 - 90.000 bandında yer almaktadır. Bu bölgelerin, patent sayısından ziyade genellikle batarya kimyası ve hassas mühendislik gibi katma değeri yüksek spesifik alanlarda yoğunlaşmış bir portföye sahip olduğu şeklinde yorumlanabilir.



GRAFİK 4

Grafik.4'e göre patent verilerinin en fazla başvuruya konu olan 10 adet IPC (Uluslararası Patent Sınıflandırması) ve CPC (Ortak Patent Sınıflandırması) kodlarına göre dağılımı, sektördeki Ar-Ge stratejilerinin mekanik üretimden enerji yönetimine kaydığına dair bir gösterge olarak yorumlanabilir.

Grafikte en yüksek hacimli kodlar olan H02J7/00 (Akıllı Şarj Devreleri) ve H01M50/244 (Batarya Muhafazası), sektörün menzil kaygısını giderecek hızlı şarj çözümleri ve batarya güvenliğine odaklandığını göstermektedir.

Özellikle batarya paketlerinin fiziksel korunmasına dair patentlerin (H01M50) toplamda 80 bini aşması, üreticilerin kaza anındaki batarya güvenliği ve sızdırmazlığı en temel rekabet unsuru olarak gördüğünü doğrulamaktadır.

H02K serisindeki motor soğutma ve rotor teknolojileri, elektrikli motorların verimliliğini artırmaya yönelik donanımsal gelişimin hâlâ devam ettiğini göstermektedir.

CPC tablosundaki Y02 serisi kodların baskınlığı, bu teknolojilerin sadece ticari değil, aynı zamanda küresel iklim kriziyle mücadele kapsamında "Yeşil Teknoloji" statüsünde değerlendirildiğini göstermektedir.

Y02T10/7072 sınıfındaki yüksek başvuru hacmi, elektrikli araçların enerji şebekesiyle entegrasyonu, batarya yönetimi ve akıllı şarj teknolojileri üzerine yoğunlaşan Ar-Ge faaliyetlerini temsil etmektedir.

H02J50/10 (Kablosuz Şarj) başlığındaki yaklaşık 20 bin patent, sektörün bir sonraki aşamasının "temassız ve otonom şarj" olacağına dair güçlü bir sinyal vermektedir.

Sınıflandırma analizi, inovasyonun sadece batarya hücresi üretmekle sınırlı kalmadığını; bu enerjiyi araç içinde nasıl soğutacağımız, nasıl en verimli şekilde tekerleklerle aktaracağımız ve dış dünyayla (şebeke ile) nasıl entegre edeceğimiz üzerine yoğunlaştığını ortaya koymaktadır. Bu veriler, raporumuzdaki teknolojik trendlerin donanımın yanı sıra akıllı yönetim sistemleri (performans, şarj, rejeneratif frenleme yönetimi vb.) üzerine kurulu olduğunu sayısal olarak desteklemektedir.

SONUÇ

Patent verileri, elektrikli araç teknolojilerinin gelişiminin belirli kırılma noktalarıyla hızlandığını açık biçimde göstermektedir. 2005–2010 döneminde sınırlı kalan başvurular, 2010 sonrasında düzenli bir artış trendine girmiş, 2015 sonrası ise belirgin şekilde ivmelenmiştir. 2020’li yıllarda ulaşılan yüksek başvuru hacmi, bu alanın artık yoğun ve rekabetçi bir Ar-Ge sahasına dönüştüğünü ortaya koymaktadır.

Başvuruların özellikle batarya, şarj sistemleri ve enerji yönetimi gibi alanlarda yoğunlaşması, teknolojik odağın nerede şekillendiğini net şekilde göstermektedir. Kısacası, patent verileri elektrikli araçların gelişiminin aşamalı ancak güçlü bir şekilde ilerlediğini ve son yıllarda bu ilerlemenin belirgin biçimde hızlandığını doğrulamaktadır.