

ELEKTRİKLİ ARAÇLAR ve E-MOBİLİTE

KOROZYON HÜCRESİ, KİMYASAL PİLLER ve BATARYALAR

Tolga DIRAZ, PCS., CIP Level 3

Anahtar Sözcükler: E-mobilite, Elektrifikasyon, EA, EV, AEV, BEV, PEV, PHEV , Batarya, Pil, SSS, Togg

Bu yazının temel amacı, son zamanlarda ülkemizde ve dünyamızda sıkça duyduğumuz / merak ettiğimiz ELEKTRİKLİ ARAÇLAR (EA) ve bu konunun temelini oluşturan ELEKTRO-MOBİLİTE (E-MOBİLİTE) kavramlarını özetlemek ve "KİMYASAL PİLLER & BATARYALAR özelinde" sıkça sorulan sorulara -kısa ve net bir şekilde- teknik olarak cevaplar getirmektir.

1. ELEKTRİKLİ ARAÇLAR (EA) ve E-MOBİLİTE NEDİR?

İçten Yanmalı Motor (ICE: Internal Combustion Engine)

AEV, BEV veya EV

PEV (Plug-in Vehicles)

PHEV (Plug-in Hybrid Electric Vehicle)

AC (Alternating current)

DC (Direct Current)

W (Watt)

kW (kilowatt):

kWh (kilowatt-saat)

Amper (Amp)

Volt

Direnç (Rezistans)

Ohm Kanunu

SoC:Şarj durumu

Tork:

Batarya Yönetim Sistemi (BMS: Battery Management System)

1.1. ELEKTRO-MOBİLİTE (E-MOBİLİTE)

2. ELEKTRİKLİ ARAÇLARIN VE OTOMOBİLLERİN ANA TİPLERİ

2.1. Tümü ELEKTRİKLİ Araçlar (AEV, BEV veya EV)

2.2. HİBRİT Teknolojiye sahip (Melez) Otomobiller (HEVS: Hybrid Electric Vehicles)

2.3. Şarj Edilebilir Özellikli Hybrid Otomobiller (PHEVs:Plug-In Hybrids)

3. ELEKTRİKLİ ARAÇLARIN & OTOMOBİLLERİN AVANTAJLARI & DEZAVANTAJLARI

3.1. AVANTAJLARI:

3.2 DEZAVANTAJLARI:

4. SIKÇA SORULAN SORULAR (SSS)

4.1. Elektrikli Otomobillerin / Araçların Performansı Nasıldır? Özellikle, Hız Ve İvmelenmesi Daha mı İyidir?

4.2. Elektrikli Araçlarda Kimyasal Pil/Batarya Paketi Nelerden Olur? İçeriği?

4.3. Elektrikli Otomobiller, "Piller / Bataryalar" ile Nasıl Çalışır? (Korozyon Hücreсі, Paslanma ve Elektrokimya)

4.4. Elektrik Arabaların Tarihçesinde -Neredeyse 100 Yıl Önce de Üretilmekte olduklarını Duydum!" Neden Ortadan Kalktılar?

4.5. Şu Anda Piyasada Hangi Modeller Mevcut ? (Ocak 2022 İtibari İle)

4.6. Elektrikli Araçlar Neden Daha Pahalıdır?

4.7. Elektrikli Araçlarda Hangi Tip Pil/Batarya Teknolojileri Kullanılmaktadır? Avantajları Ve Dezavantajları

4.8. Bataryam / Pili Ne Kadar Uzun Süre Dayanır? Tek Bir Şarjla Ne Kadar Mesafe Gidebilirim?

4.9. Bataryalar / Piller Neden Ölür? Bir Elektrikli Arabanın Pil Ömrü Nedir? Pil Ömrünü Uzatmak için Neler Yapılabilir?

4.10. Elektrikli Araçları Nasıl Ve Ne Kadar Zamanda & Maliyet İle Şarj Edebiliriz? (Şarj Etmek Ne Kadar Tutar? Hangi Tip Şarj Aletine İhtiyacım Var? Elektrik Akımı Hangi Volt Aralığında? Günümüzde Türkiye'deki Şarj Altyapısı Nasıldır ? Şirketler, İstasyonları Ve Teknolojileri Nedir?)

4.11. Yaz veya Kış Aylarında Elektrikli Araçlarda Nasıl Değişiklikler Olur? Performans Etkilenir mi?

4.12. Elektrikli Araçların Bakım İhtiyacı Nedir ? Elektrikli Otomobiller Daha Fazla Bakım Gerektirecek mi?

4.13. Türkiye'de Ve Dünya'da En Çok Satılan Elektrikli Otomobiller Hangileri?

4.14. E-MOBİLİTE ve EA konuları Hakkında Faaliyetleri Olan Hangi Mesleki Organizasyonlar Mevcuttur?

5. TRENDLER, BEKLENEN GELİŞMELER ve TEHDİTLER

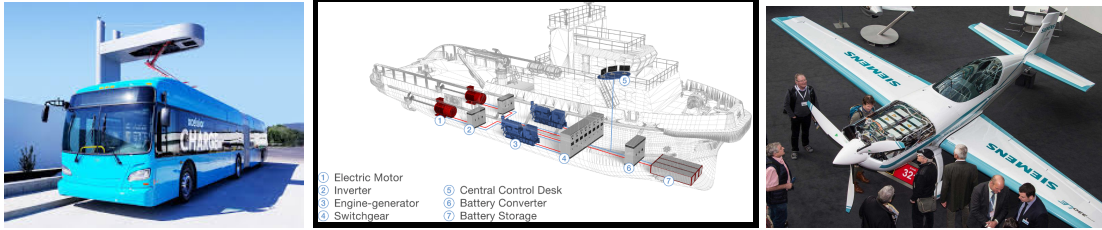
Daha Akıllı, Daha Eğlenceli ve Bağlanabilir Elektrikli Araçlar

Pil Teknolojisinde Beklenen Gelişmeler

1. ELEKTRİKLİ ARAÇLAR (EA) ve E-MOBİLİTE NEDİR?

(Electric Vehicles [EV] and E-Mobility)

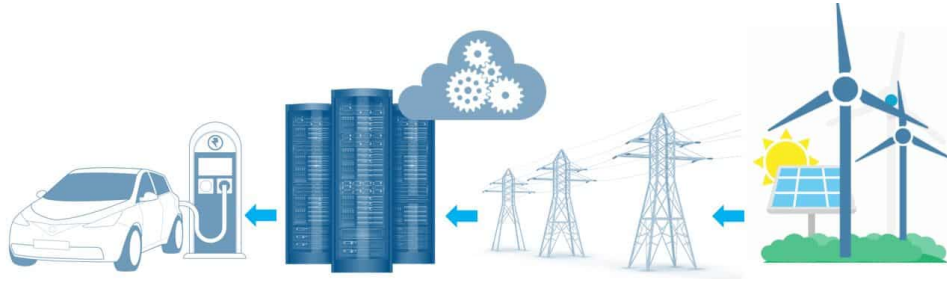
ELEKTRİK... Dünyamız ve hayatlarımız için vazgeçilmez enerji kaynağı... Bu enerji kaynağı artık sadece evlerimizde ve işyerlerimizde değil; karayolu ulaşımında otomobiller, otobüsler hatta kamyonlar; denizyolu ulaşımında tekneler ve gemiler; hatta havayolu kullandığımız helikopter ve uçaklarda kullanıldığını görebileceğiz!



Resim 1: Elektrik enerjisi ile çalışan Otobüs, Gemi ve Uçak gibi taşıt araçları

Ekonomimizin lokomotif sektörlerinden Otomotiv endüstrisi, yakın bir zamanda çok farklı bir noktaya gidebilir! Günümüzde kullanılan Petrol esaslı yakıt tüketen araçlar, yerini alternatif enerji kaynakları - **Hidrojen, Biyoyakıt ve Kimyasal Pil Enerjisi vb.** - ile çalışan taşıt araçlarına bırakmaya adaydır!

Yukarıda bahsedilen alternatif 3 farklı enerji kaynağı sayesinde; yakıttan tasarruf eden, çevreyi daha az ya da hiç kirliletmeyen, daha yüksek performanslı ve daha uzun ömürlü araçlara sahip olabiliriz. Bu makalede ise, bu alternatif teknolojilerden **sadece ELEKTRİK ve KİMYASAL PİLLER vasıtası ile çalışan** araç ve otomobilleri ile ilgili teknik terimleri ve -muhtemelen sizin de aklınıza gelen- sıkça sorulan soruların cevaplarını bulabileceksiniz.



Resim 2 : Elektrik Mobilite ve Ekosistemi

Önce gelin, bu teknolojinin temelini oluşturan ve ABC'si sayılan terimler ile başlayalım. Devamında ise, yine bu konunun ana çıkış noktalarından biri olan, **ELEKTRO-MOBİLİTE (E-MOBİLİTE)** kavramının açıklamasını bulabileceksiniz:

- **İçten Yanmalı Motor (ICE: Internal Combustion Engine):** Şu anda kullandığımız otomobil ve diğer araçlarda kullanılan, güç üretimi için petrol veya doğalgaz esaslı yakıtları kullanan motor tipi
- **AEV, BEV veya EV:** İngilizcesi *All Electric Vehicle (AEV)*, *Battery Electric Vehicle - (BEV)* veya sadece Electric Vehicle (EV) olarak bilinen bu araçlar, "Tümü-ELEKTRİK ile şarj edilebilen" araçların genel ismidir.
- **PEV (Plug-in Vehicles):** Elektrik prizi, pil veya batarya gibi dış kaynaklardan şarj edilebilen ve bu depolanan enerji ile çalıştırılıp yollarda gidebilen araçların genel ismidir.
- **PHEV (Plug-in Hybrid Electric Vehicle):** Dışarıdan elektrik ile şarj edilebildiği gibi, aracın içindeki başka bir motor (benzin & dizel yakıtlı içten yanmalı - IC motor gibi) vasıtasıyla şarj edilebilen araçların genel ismidir.
- **AC (Alternating current):** Hepimizin günlük hayatta evlerimizde ve işyerlerimizde kullandığı "Şebeke Akımı" olarak da bilinir. Alternatif Akım olarak çevrilebilecek bu elektrik akımında, elektrik akımının yönü ve şiddeti, zaman içerisinde belli bir düzende (Sinüzoidal) değişmektedir.
- **DC (Direct Current):** Günlük hayatımızda PİLLERDE yahut AKÜLERDE kullandığımız, Elektrik yüklerinin yüksek potansiyelden alçak olana doğru sabit olarak akması sonucu oluşan DOĞRU veya DİREKT AKIM.
- **W (Watt):** Üzerinden 1 Amper elektrik akımı geçen ve 1 Volt (V) potansiyele sahip bir elektrikli aracın gücü...Şu anda kullandığımız içten yanmalı motorlu araçlardaki Beygir Gücü (HP:Horse Power) değerine benzer
- **kW (kilowatt):** Bir GÜÇ birimidir ve 1000 Watt gücü temsil etmektedir.
- **kWh (kilowatt-saat):** 1 kW güce sahip bir elektrikli otomobil veya aracın 1 saatte harcadığı ENERJİ miktarıdır.
- **Amper (Amp):** Elektrik akışının oluşabilmesi için, bir iletkenin içerisinde birim zamanda (örn. 1 saniye) geçen elektron ismindeki yüklü parçacıkların miktarına denir. "I" ile gösterilir. Sembölü "A"dır. Yani, yerden geçen *elektrik miktarını* ifade eder! Benzetmek gerekirse, günlük hayatta hortumdan akan su miktarına eşdeğerdir.
- **Volt:** Türkçe olarak Gerilim olarak bilinmektedir. Potansiyel ölçümü için kullanılır. Sembölü "V" harfidir. Günlük hayatımızdan bir örnek verecek olursak, hortumun içindeki su basıncına eşdeğerdir.
- **Direnç (Rezistans):** Bir maddenin elektrik akımına karşı koyduğu mukavemettir. "R ile gösterilir.hortum çapına eşdeğerdir.
- **Ohm Kanunu:** Aralarında ilişki formül olarak $V = I \times R$ 'dir. Yani gerilim, akım ve direncin çarpımına eşittir.
- **SoC:** Şarj durumu. Pil/batarya paketinde kalan elektrik enerjisinin bir göstergesidir. Yüzde 30 deşarj olmuş bir bil/batarya paketinin **SoC** değeri yüzde 70'dir.
- **Tork:** Bir kuvvetin bir nesneyi, eksenini boyunca döndürebilmesi. Aracın tekerleklerini ne kadar çabuk döndürülebileceği ile ilgilidir. Çekiş kuvveti olarak da bilinir.
- **Batarya Yönetim Sistemi (BMS: Battery Management System) :** Elektrik Pil / Batarya paketinin aşırı ısınması veya aşırı şarj/deşarj olmasını önlemeye yarayan elektronik sistem

1.1. ELEKTRO-MOBİLİTE (E-MOBİLİTE)

Alman hükümetinin oluşturup yürüttüğü NEP (the National Development Plan for Electric Mobility) göre E-MOBİLİTE , tüm yol araçlarının elektrik motoru ile çalışması ve enerjisini mevcut elektrik ağı üzerinden almasını kapsamaktadır. (Yani diğer bir deyişle, bu araçlar **dışarıdan şarj edilebilmektedir.**)

Almanya haricinde, Çin, Norveç ve Hindistan'da E-MOBİLİTE ulusal inisiyatif planlarının şu anda ilgili hükümetlerce yürütüldüğünü görebilirsiniz.¹ Ayrıca, Birleşmiş Milletler bünyesinde de **Electric Mobility Programme (Elektrik Mobilite Programı)** adı altında bir program yürütülmektedir. Bu E-MOBİLİTE planlarına göre, sadece ELEKTRİK ile çalışan araçlar olabileceği gibi, bir elektrik motor ile menzil arttırıcı küçük bir içten yanmalı motorun birlikte çalışması (ki buna literatürde (range extended electric vehicles – REEV denilmektedir.) yahut standart bir içten yanmalı IC motor ile bir veya birden fazla motorunun birlikte çalıştığı HİBRİT araçlar da E-MOBİLİTE kavramı içine girmektedir. Gelin şimdi kısaca dünya üzerinde mevcut elektrikli araçların ve otomobillerin ana tiplerine kısaca bir göz atalım:

2. ELEKTRİKLİ ARAÇLARIN VE OTOMOBİLLERİN ANA TİPLERİ

Bu teknolojilere sahip araç ve otomobiller genel olarak 4 ana sınıfta incelenebilir:

→ 2.1. Tümü ELEKTRİKLİ Araçlar (AEV, BEV veya EV)

Uluslararası endüstriyel pazarda (AEV: All-electric Vehicle veya BEV : Battery Electric Vehicles) bilinmektedir. Bu teknoloji ile çalışan araçlarda sadece elektrik motor(lar)ı bulunmaktadır ve çekiş bu motor(lar) aracılığı gerçekleştirilmektedir. Bu teknolojiye BATARYA PAKETİ olarak da tanımlanan piller,elektrik prizine takılarak şarj edilmektedir. Bu teknolojiye sahip otomobilleri, aşağıdaki Sıkça Sorulan Sorular kısmında 5. soruya yanıt olarak bulabilirsiniz.

Ülkemizde yani Türkiye'de ise, Türkiye Otomobili Girişim Grubu'nun (TOGG²) üretmeyi planladığı yerli ve milli aracımızın da, yine bu teknolojiye sahip olması beklenmektedir.

→ 2.2. HİBRİT Teknolojiye sahip (Melez) Otomobiller (HEVS: Hybrid Electric Vehicles)

HİBRİT, sözcük anlamı olarak *Melez* demektir. Bu teknolojiye sahip araçlarda en az iki farklı tipte motor mevcuttur. İçten yanmalı IC ve elektrikli motorlar, aracı hareket ettirmek ve/veya arabada bulunan pilleri şarj etmek için kullanılabilir. Yani özetle;

Hibrit Otomobil = Benzin / Dizel Motor + Elektrik Gücü

Toyota ve Honda firmalarının öne çıktığı bu teknolojiye sahip otomobillerden bazıları şunlardır³:

- Toyota CHR
- Toyota Prius Prime
- Honda Insight
- Honda Civic Hybrid
- Hyundai Ioniq
- Ford C-Max Hybrid
- VW Touareg Hybrid
- Chevrolet Volt

¹ <https://www.maschinenmarkt.international/e-mobility-initiatives-around-the-world-a-878940/>

² <https://www.togg.com.tr/>

³ <https://www.wikizero.org/index.php?q=aHR0cHM6Ly9lbi53aWtpcGVkaWEub3JnL3dpa2kvTGZzdF9vZl9oeWJyaWRfdmVoaWNsZXM>

→ 2.3. Şarj Edilebilir Özellikli Hybrid Otomobiller (PHEVs:Plug-In Hybrids)

Bu araçlar/otomobillerde de elektrik motor ile birlikte içten yanmalı bir motor mevcuttur ve bu özelliği ile geleneksel Hibrit araçlara benzemektedir. Ancak, bu sistemle çalışmakta olan otomobillerde daha küçük elektrik ve güçsüz elektrik motorla birlikte kapasitesi daha düşük piller bulunmaktadır. Bu nedenle sadece Elektrik enerjisi ile çok yol katedemezsiniz. Ancak, -sanki normal elektrikli bir araç gibi- prize takılmak suretiyle bu aracınızı şarj edebilirsiniz. Bu teknolojiye sahip araçlar sayesinde , hem standart benzinli araçlara göre daha uzun menzile sahip olabilir, hem daha ekonomik bir sürüş yapabilir hem de daha çevreci (daha düşük hava emisyon değerleri) olabilirsiniz.

Peki gelin şimdi de, “Elektrik Araç (EA) ve Elektrikli Otomobiller”de karşılaşılabileceğimiz AVANTAJLARI ve DEZAVANTAJLAR bir bakalım:

3. ELEKTRİKLİ ARAÇLARIN VE OTOMOBİLLERİN AVANTAJLARI & DEZAVANTAJLARI

İster tamamen elektrikli EV veya BEV olsun, ister geleneksel veya PHEV teknolojisine sahip bir HİBRİT olsun, elektrikli araçların ve otomobillerde şu avantajlar ve dezavantajlar mevcuttur:

3.1. AVANTAJLAR:

★ 3.1.1. Daha Ekonomik Yakıt Masrafları : Elektrik Endüksiyon Motoru ve Kimyasal Pil/Batarya Teknolojisi

İster sadece Elektrikle çalışıyor olsun, isterse de Hibrit bir teknolojiye sahip olsun, Elektrikli araçlar petrol-türevli BENZİN ve DİZEL gibi yakıtlara göre KM başına daha düşük yakıt maliyetine olanak vermektedir. Bunu sahip oldukları **Elektrik Endüksiyon Motoru** ve **Kimyasal Pil/Batarya** teknolojileri ile başatabilmektedirler!

Elektrikli araçların NE KADAR EKONOMİK olduğu konusu, araçlarda kullanılan değişik güçteki “Elektrik Endüksiyon Motorları” ve değişik teknolojilere sahip “Pil / Batarya” paketlerine bağlıdır. Bunlar ile birlikte, bataryayı oluşturan bu *pilleri şarj ederken kullandığımız elektrik enerjisinin fiyatlandırılması -Evdeki elektrik ile dışarıdaki şarj istasyonlarının ücretlendirmeleri birbirinden son derece farklı-* oluşacak km başına yakıt maliyetini etkilemektedir! Bu konulara ayrıntıları ile , aşağıdaki sorularda değinilecektir.

★ 3.1.2. Enerji Bağımsızlığı

Geleneksel bir araç/otomobile sahip olmak, bir PETROL İSTASYONU' na bağlı olmak anlamına gelmektedir. - aracınıza yakıt vermenin tek yolu benzin, dizel ve LPG gibi PETROL-türevli yakıt almak olduğunu hepimiz gayet iyi biliriz! Elektrikli araçlar ise, elektrik şebekesine bağlanarak yakıt almakta ve bu elektrik enerjisine evlerimizde, işyerlerimizde ve hatta dışarıdaki sosyal mekanlarda - AVM, Cafe, Restoran ve diğer benzeri sosyal tesisler - kolaylıkla erişebiliriz.

Daha da önemlisi, aracımızı şarj etmek için gereken Elektrik enerjisini, RÜZGAR enerjisi / GÜNEŞ enerjisi / JEOTERMAL gibi bir dizi yenilenebilir enerji kaynağından elde edebiliriz. Böylelikle, bir petrol istasyonundaki gaz pompasından yakıt satın almak yerine, yenilenebilir enerji kaynakları ile hem daha ucuza hem de çevreyi kirletmeden aracımızı/otomobilimizi şarj edebiliriz!

★ 3.1.3. Bakım masrafları daha ekonomik:

Elektrikli araçlarda, İçten Yanmalı motorlara sahip günümüzdeki arabalarımıza göre, çok daha düşük bakım maliyetleri gerekir. Çünkü:

- ❖ DAHA AZ HAREKET EDEN PARÇA mevcut (Örneğin, vites ve buna bağlı şanzıman parçaları mevcut değil.)
- ❖ ENDÜKSİYON MOTORU, İçten-yanmalı motorlara göre çok daha BASİT YAPIDA ve daha dayanıklıdır.
- ❖ Değiştirilmesi gereken motor yağı ve benzeri **ÇOK DAHA AZ SIVI ve YAĞ** mevcut.
(Örneğin, motoru yağlamaya gerek yoktur!)
- ❖ Frenler, çok daha uzun süre dayanır. (REJENERATİF FRENLEME teknoloji sebebiyle)

Burada dikkat edilmesi gereken bir diğer nokta ise; AEV,BEV ve PHEV gibi değişik teknolojilere sahip Elektrikli araçlar / Elektrikli otomobiller, doğaldır ki farklı miktarda bakıma ihtiyaç duyabilirler.

★ 3.1.4. Çevre-dostu:

Elektrikli araçlar / elektrikli otomobiller ÇEVRE-DOSTU olarak adlandırılırlar. Zira bu araçlar/otomobiller, sıfır veya daha az miktarda - *Hibrit araçlarda, benzinli motordan ötürü*- zehirli gaz emisyonlarını çevreye saldıkları için, dünya çapında ÇEVRE-DOSTU olarak kabul edilmektedir. Hatta, bu araçların İKLİM DEĞİŞİMİ ile mücadelede ettiği bile söylenmektedir.

Ayrıca, çevreye çok daha az GÜRÜLTÜ yaydıkları için DAHA SESSİZ araç ve otomobillerdir ve bu da ÇEVRE-DOSTU özelliğini desteklemektedir.

★ 3.1.5. Vergi İndirimi ve Teşvikler :

Elektrikli araç ve Elektrikli otomobilleri özendirmek için, dünyanın çeşitli kıtalarındaki çeşitli ülkelerinde hükümetler kanalıyla VERGİ İNDİRİMİ ve TEŞVİK yönetmelikleri yayınlanmaktadır. Örneğin, ABD'nin çeşitli eyaletleri farklı oranlarda indirimler mevcut iken; Kanada, İngiltere, Almanya, Finlandiya, Norveç, Hindistan, Çin ve Japonya gibi ülkelerde 2009 yılından beri, çeşitli vergi indirimi VE teşvik yönetmelikleri yürürlüğe sokulmuş ve böylelikle bu ülke vatandaşları bu vergi indirimlerden faydalanmaktadır.⁴

★ 3.1.6. Daha kolay kullanım: Vites yok, daha az frenleme ihtiyacı

Elektrikli araç ve elektrikli otomobillerde vites olmadığı -her devir aralığında maksimum güç ve tork sağlayabiliyor- ve frenleme ihtiyacı çok daha az olduğu -rejeneratif frenleme nedeniyle- için şu andaki geleneksel içten yanmalı otomobil ve araçlara göre, çok daha kolay kullanılabilirler.

★ 3.1.7. Çok daha Ani hızlanma ve İvmelenme!

Elektrikli arabalar, "ani hızlanma ve ivmelenme" konusunda kullandığımız diğer seri üretim arabalara göre çok daha iyidir! Bunun en iyi kanıtı, Tesla otomobillerinin sahip olduğu **Ludicrous modudur**. Öyleki, Tesla Model S P100D modeli, sahip olduğu 760 beygir gücü and 4-çeker motoru ile, **100 km/h hıza sadece 2.28 saniyede** ulaşabilmektedir.⁵

⁴ <https://myelectriccar.com.au/incentives/>

⁵ <https://money.cnn.com/2017/02/07/technology/motor-trend-tesla-acceleration/index.html>

3.2 DEZAVANTAJLAR:

★ 3.2.1. Şarj Sorunları ve Dertleri

Şu anda kullandığımız araçların yakıt deposunu doldurmak en çok 3-5 dakikanızı alıyor olabilir. Ancak - günümüzde her ne kadar teknolojiler hızla gelişmesine karşın- , BEV, AEV veya PHEV tipindeki elektrikli araçlarda yakıt deposunu *-yani pillerden oluşan kimyasal bataryayı-* doldurmak için saatler (*mevcut hızlı şarj teknolojisi ile 0,5- 2 saat arası*) hatta standard ev-tipi şarj ile 1.5 günü aşan sürelerle ihtiyaç duyulmaktadır. (*Bu süreler hakkında daha ayrıntılı bilgiyi, 4.10. ELEKTRİKLİ ARAÇLARI NASIL ve NE KADAR MALİYETLER ŞARJ EDEBİLİRİZ? başlıklı paragrafında öğrenebilirsiniz.*)

Özetle, elektrikli bir otomobilin **yakıt deposunu fullemek** (pilleri full şarj etmek), şu anda kullandığımız benzin, dizel veya LPG'li araçlarımıza göre **daha uzun zaman** alacaktır! (*Ancak, yeni gelişen teknolojiler ile bu süreler giderek kısalmaktadır!*)

★ 3.2.2. Kısa Menzil / Bir şarj ile gidilebilecek mesafe

Bugün piyasada satılan elektrikli otomobillerin tek şarj ile gidebildikleri menzil, marka/modele göre 100 KM ile 600 KM arasında değişkenlik göstermektedir.⁶ Mevcut Li-ion pil teknolojisi henüz pahalı ve hızlı bir gelişim aşamasındadır. Önümüzdeki birkaç sene içinde , - gelişen Li-ion pil teknolojisi ve diğer elektrikli ve kimyasal gelişmelere paralelinde elektrikli otomobil ve diğer yol araçları çok daha uzun menzillere (1000 KM ve üzeri) sahip olacakları kesindir.

Bu konudaki daha geniş bilgiyi, aşağıdaki Sıkça Sorulan Sorular kısmındaki 8. soruda bulabilirsiniz.

★ 3.2.3. Ağırlığı (Ağır Olmaları)

Elektrikli otomobil ve diğer elektrik ile çalışan araçlar, şu anda kullandıklarımızdan çok daha ağırdır! Ağırlığın çok büyük bir kısmı, bu otomobil ve araçların genelde altında yerleştirilen piller ve batarya paketidir. Sadece ortalama bir **pil/batarya paketi yaklaşık yarım ton (500 kg) ilave ağırlık** katmaktadır. Bu da hem araçların yakıt tüketimi, hem de fabrika imalat maliyetlerini arttırmaktadır. Ayrıca, EA ağırlaştığı için, bu ilave yüke dayanıklı olması için *daha güçlü amortisör, frenler ve diğer destekleyici mekanik parça* kullanılması gerekmektedir!

★ 3.2.4. Sessiz olması

Sessizlik, elektrikli otomobiller için bir dezavantaj olabilir. Şöyleki:

Günümüzde hepimiz arkamızdan gelen arabanın sesini duymaya alışkınsınız! Ancak, bir elektrikli araba -ilave ses eklenmemiş ise- tamamen sessizdir ve bazı durumlarda bu "Sessizlik" kazaya neden olabilir! Hatta bu konuda Avrupa Birliği ülkelerinde bir yasa ile elektrikli araçlara ilave yapay ses ilave edilmesi zorunlu hale getirilmiştir!⁷

⁶ https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_electric_cars_currently_available

⁷ <https://www.theverge.com/2019/7/1/20676854/electric-cars-artificial-safety-noise-low-speeds-european-union-rles-2019-2021>

★ 3.2.5. Pahalı Batarya Değişimi

PİL veya BATARYA paketi, şüphesiz elektrikli bir otomobilin / elektrikli araçların EN PAHALI parçasıdır! Öyleki, -aracın gücüne/kWh değerine bağlı olarak- otomobilin in satış fiyatının YAKLAŞIK %50'sine karşılık gelebilmektedir!

2019 rakamları ile **52 kWh'lık Renault ZOE** elektrikli otomobilinin **sadece bataryası 8,100 Euro** etmektedir. (52 kWh'lık Renault ZOE Mart 2020 itibariyle Türkiye satış fiyatı 34,400 Euro civarındayken, Almanya'da 23,900 Euro olduğu belirtilmektedir.) Sadece batarya için oluşan fiyat, tahmin edebileceğiniz gibi, daha yüksek kWh değerine sahip elektrikli araçlarda daha yüksek olacaktır. Örneğin, *2019 yıl itibarı ile kWh başına düşen fiyat 156 USD olarak belirtmektedir.*⁸

Ancak dünya üzerindeki her canlı/cansız nesne gibi, piller/batarya paketleri eskimekte ve **3 ila 10 sene arasında** değiştirilmesi gerekmektedir. Ortalama olarak ise otomobil firmaları 8 yıl veya 100,000 mil bataryalar/pillerin performansları için garanti vermektedirler. (*Tesla gibi markalar da ürünlerinde tüketicilere 8 yıl pil ömrünü hatırlatmakta , aracın sağlıklı kullanımı için pil değişimini önermektedir.*) Bu süre sonunda işçilik ve diğer maliyetlerle birlikte, sadece pil değişimi **10,000 Amerikan Doları** tutabileceği belirtilmektedir. Diğer elektrikli araçlar için de, benzer maliyetler tutacağını, konunun uzmanları belirtmektedir.

★ 3.2.6. Çevresel kirlilik (Endirekt)

Elektrikli araçların çevreye tamamen zararsız olduğu pek söylenemez aslında. Şöyleki:

- ❖ Elektrikli otomobil/araçlarda kullanılan elektrik enerjisinin tamamı, rüzgar, güneş ve su gibi yenilenebilir kaynaklardan elde edilmektedir; aksine bu elektriğin çoğu kömür ve doğalgaz santrallerinde elde edildiği için, küresel sera gazlarının artışına dolaylı da olsa katkıda bulunacağı öngörülmektedir.
- ❖ Ayrıca bu araçlar, şu anda kullandığımız petrol-bazlı yakıtlar ile çalışan araçlara göre çok daha ağır olacakları için, yollara daha fazla tekerlek sürtünmesine neden olacaklar ve bu da daha çok lastik, fren ve yol tozu kirliliklerine neden olabileceği belirtilmektedir.
- ❖ Bu araçlarda kullanılan pillerin ve elektrik motorların içinde **Lityum** metali ile birlikte **Neodimiyum, Boron** ve **Kobalt** gibi nadir-toprak elementleri kullanılmaktadır. Bu elementlerin her birinin çeşitli toksik etkileri vardır. Bu yüzden piller/bataryalar ömrünü tamamladığında atık olacakları için, çevreyi kirletme potansiyeline sahiplerdir.⁹

Elektrikli araçlar ile ilgili merak ettiklerinizi ise, aşağıdaki **Sıkça Sorulan Sorular (SSS)** paragrafı altından 14 adet soru-cevap ikilisinde bulabilirsiniz:

⁸ Bloomberg NEF

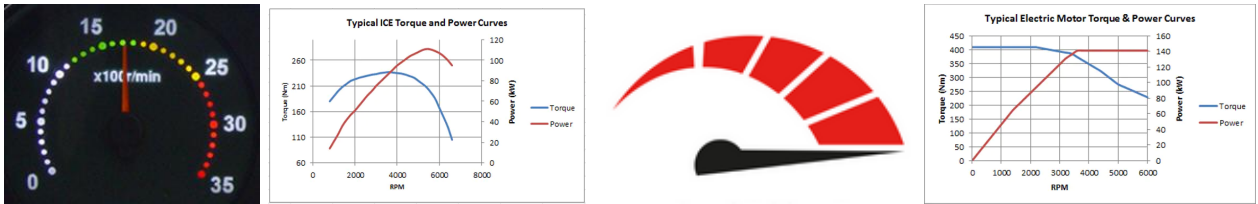
⁹ Bu elementlerin çevreye ve ekonomiye verebilecekleri zararları hakkında ayrıntıları merak ediyorsanız, THE VERGE websitesindeki "WHERE WILL THE MATERIALS FOR OUR CLEAN ENERGY FUTURE COME FROM?" başlıklı makaleyi okuyabilirsiniz.

4. SIKÇA SORULAN SORULAR (SSS)

4.1. Elektrikli Otomobillerin / Araçların Performansi Nasıldır? Özellikle, Hiz Ve İvmelenmesi Daha mı İyidir?

Hem EVET hem HAYIR.

EVET; çünkü Elektrikli Otomobillerin / Araçların **0-100 hızlanması (ivmelenmesi) çok daha iyidir!** Yani, bu arabalar çok daha çabuktur. Bu çabukluğun nedenleri arasında, bu araçlarda vites ve debriyaj sistemlerinin bulunmaması ile birlikte elektrik motorlarının ürettiği Tork veya çekiş gücü değerlerinin, daha ilk saniyelerden itibaren en yüksek tepe değerlerde olmasıdır. Halbuki, içten yanmalı motorlarda bir Tork eğrisi ve ideal devir aralıkları bulunmaktadır!



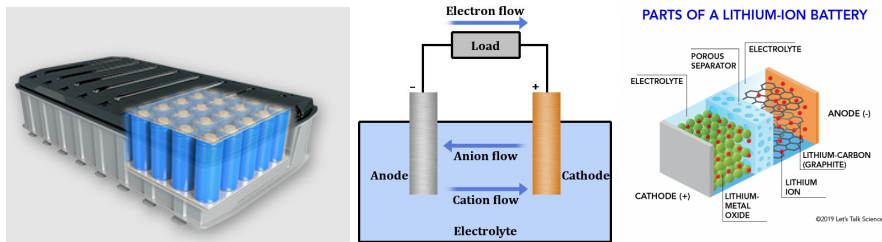
Resim 3: İçten yanmalı ve Elektrikli arabaların tork/çekiş gücü eğrileri

Örnek vermek gerekirse, şu anda üretilen TESLA marka araçların çoğunun 0-100 hızlanması **4 saniyenin altında** gerçekleşmektedir. (Yeni üretilen modellerde bu değer, 3 saniyenin de altında!) Resmi veriler göstermektedir ki elektrikli araçlar şu anda üretimde olan çoğu spor arabadan çok daha çabuk 100 km/saat hızına ulaşabilmektedir.¹⁰ Mevcut kullandığımız içten yanmalı motorlara sahip otomobillerde ise, bu değer çoğunlukla **10 ila 15 saniye** arasında bulunmaktadır.

HAYIR; çünkü halen kullandığımız **içten yanmalı motorlar daha yüksek son sürate** sahiptir. **Elektrikli motorlara** sahip otomobiller ise, henüz **daha düşük maksimum hıza** sahiptir. Ancak bu konuda da -transmisyon/vites eklenmesi gibi- teknolojik ArGe çalışmaları devam etmektedir ve detaylar "BİZİ BEKLEYEN ZORLUKLAR ve YANITLANMASI GEREKEN SORULAR" başlıklı bölümde paylaşılacaktır.

4.2. Elektrikli Araçlarda Kimyasal PİL/Batarya Paketi Nelerden Oluşur? İçeriği?

Basitçe, sahip oldukları KİMYASAL enerjiyi ELEKTRİK enerjisine dönüştürüp, gerektiğinde bünyesinde depolayabilen cihazlara **PİL** denir. Bu PİLLER bir arada özel dizilimlerde gruplanır ise (seri ve/veya paralel), bunlardan bloklar veya paketler elde edebiliriz, ki bunlara **BATARYA** denmektedir. (Bazen literatürde **BATARYA PAKETİ -Battery Pack-** olarak da duyabilirsiniz.)



Resim 4: Lityum-iyon (Li-ion) PİL ve Batarya teknolojiği piller / bataryaların iç-yapısı

¹⁰ https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_fastest_production_cars_by_acceleration

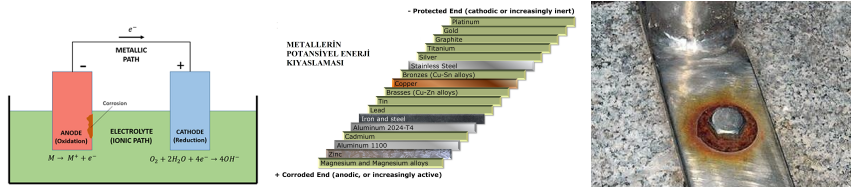
Li-ion PİL veya Batarya sözcüklerini duyduğunuzda, aklınıza aslında şu 4 temel eleman gelmelidir:

1. **ANOT:** Kimyasal enerjiye sahip olan elementin bulunduğu bölge. (+) ile sembolize edilir. Li-iyon pillerde bu bölgede LİTYUM-OKSİT (LiO) ve türevleri burada bulunur. Bu maddelerin ELEKTRON adı verilen yüklü parçacıklarını kaybetmesi sonucu, ELEKTRİK üretimi burada başlar!
2. **KATOD:** Anottan iyonların koparak ulaştıkları negatif yüklü bölge. (-) ile sembolize edilir. Li-iyon pillerde bu bölgede KOBALT(Cr) bulunur. Anottan kopan negatif yüklü parçacıklar burada toplanır.
3. **ELEKTROLİT:** Anot ve Katot arasındaki yüklü parçacıkların (iyon) hareket edebilmesi gereken iletken ortam.
4. **İLETKEN:** Tüm devrenin tamamlanarak Anot ile Katot arasında elektron akışının oluşabilmesi ve oluşan ELEKTRİK enerjisinin gerekli yerlere (motorlara ve diğer enerji gerektiren cihazlara) iletken tel veya kablo.

4.3. Elektrikli Otomobiller, “Piller / Bataryalar” ile Nasıl Çalışır? (Korozyon Hücresi, Paslanma ve Elektrokimya)

Yukarıda içeriği özetle bahsedilen PİL/ BATARYA'nın çalışma prensibi aslında, farklı metallerin / metal-okisitlerin birbiri ile ENERJİ DEĞİŞİMİ'nden başka bir şey değildir. Bu aslında teknik dille KOROZYON HÜCRESİ veya halk tabiriyle PASLANMA tepkimesinden başka bir şey değildir. (Evet, evet... Yanlış düşünmüyorsunuz; PASLANMA olan malzemede aynı zamanda ELEKTRİK de üretilmektedir!)

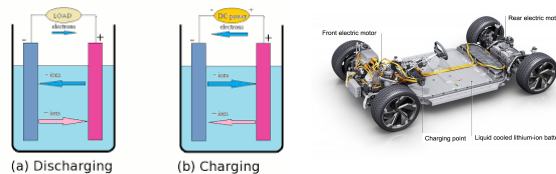
ANOT ve KATOD bölgesindeki farklı metallerin ve metal oksitler birbiri ile temas ettiğinde veya bir iletken ile birbirlerine bağlandığında, bünyelerindeki POTANSİYEL (Durağan) ENERJİ, iyon (Li+2) ve elektron (e-) isimindeki yüklü parçacıkları sayesinde her iki yönde (ANOT → KATOD veya KATOD → ANOT) akar ve ELEKTRİK AKIMI oluşur!



Resim 5: PİL/Batarya hücresi, galvanik seri ve korozyon ilişkisi

PİL kendi halinde iken, ANOT tarafındaki LİTYUM elementin iyonları (Li+2) KATOD tarafındaki elemente akarken, devreyi tamamlayan iletken bir tel aracılığı ile oluşan ELEKTRİK enerjisi elektrik motoru ve motorlarına iletilir ve arabamız hareket eder.

Ancak, aracının fren yaptığında veya elektrik şebekesine bağladığınızda ise, bu sefer yukarıda anlattığımızın tersi olur ve ANOT tarafındaki elemente ELEKTRİK enerji KİMYASAL bir biçimde depolanır.



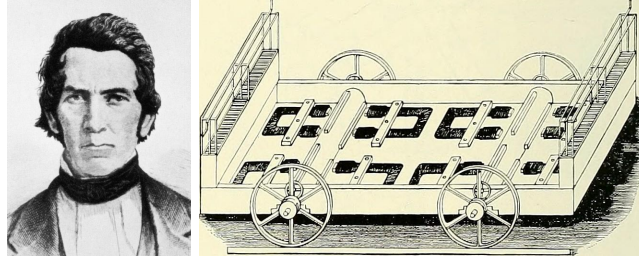
Resim 6: Elektrik enerjisini kimyasal piller / bataryalarda anot ve katod aracılığı ile kullanımı ve depolanması

Özetle;

Göremediğimiz ancak ölçebildiğimiz KOROZYON tepkimeleri sayesinde, elektron akışı (Elektrik akımı) oluşur. Böylelikle, Elektrikli arabamızı motorlarının ve diğer destek ünitelerinin çalışması için gerekli güç KOROZYON HÜCRESİ elemanları veya bildiğimiz ismiyle PİLLER / BATARYA PAKETİ sayesinde üretilmiş olur.

4.4. Elektrik Arabaların Tarihçesinde -Neredeyse 100 Yıl Önce de Üretilmekte olduklarını Duydum!" Neden Ortadan Kalktılar?

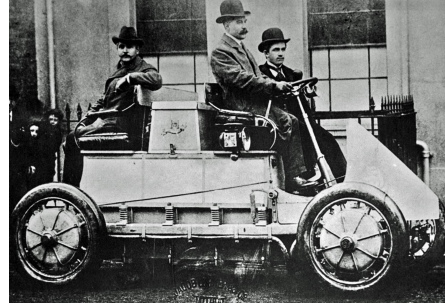
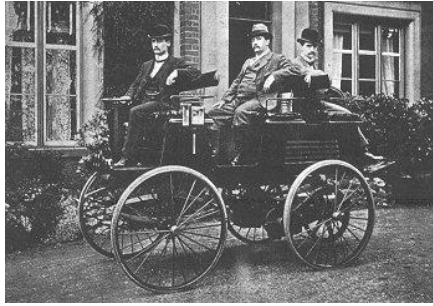
EVET.... Gerçekten de 100 seneden daha önce Elektrikli Arabalar dünya üzerinde üretiliyordu. Hatta, 200 yıla yakın...! **1828'de** Anyos Jedlik isimindeki bir Macar mucit **ilk Elektrik motoru** geliştirdiğini, tarihi kayıtlarda bulabilirsiniz.Buna takiben **1834** senesinde İngiliz bir mucit **Thomas Davenport** , kimyasal pil teknolojisine sahip ilk basit elektrikli aracı -bir elektrikli lokomotif- imal ettiğini biliyoruz.



Resim 7: Thomas Davenport ve Basit Elektrikli Aracı: İlk Elektrikli Lokomotif

Sonrasında, elektrik enerjisini depolayabilen pillerin gelişimi ile birlikte, şarj-edilebilir kimyasal pil teknolojisine sahip **ilk seri-üretim Elektrikli arabayı** İngiliz mucit Thomas Parker üretmiştir.

1898 yılında ise, karşımıza **Ferdinand Porsche** çıkmaktadır. Kendisi -**Lohner-Porsche** adında- tarihteki ilk HİBRİT otomobili (Elektrik+benzin motorlu) üretmiştir. Hatta, Bay Porsche'nin bizzat sürücü koltuğunda oturduğu bu HİBRİT araç ile 1901'de Avusturya'da zamanın hız rekorunu 60 km/h ile kırmıştır. Buradaki amaç -bugünde olduğu gibi-, elektrik motoru ile hem benzinden yakıt tasarrufu sağlamaktır hem de daha performanslı bir araç üretmek idi.



Resim 8: Thomas Parker ve seri üretim Elektrikli Otomobil Resim 9: Lohner-Porsche adında tarihteki ilk HİBRİT otomobili

Elektrikli otomobillere ilgi 1890 ve 1900'lü yılların başlarında artsa da -Her üretilen arabanın 3'te 2'si elektrikliydi¹¹ -hatta kullanım kolaylığı ile o zamanki kadınların ve taksicilerin gözdesi olsa da- 1910 ve 1920'lerde popülerlikleri düşüşe geçti. Zira o zamanki pil teknolojisinin ilköllüğü nedeniyle çok yüksek performans -oldukça düşük hız ve düşük menzile- sunamıyorlardı. Ayrıca, o dönem Henry Ford'un benzin kullanan Model T otomobilinin düşük üretim maliyetleri ve herkesin bütçesine uygun fiyatı - 1912 yılında, bir elektrikli otomobil benzinli bir aracın fiyatının 2 katına yakın bir fiyattan satılıyordu- elektrikli araçların pazardan silinmesine neden olduğu, otomotiv tarihçileri tarafından belirtilmektedir. Ayrıca, 1900'lü yılların başında şu anda sahip olduğumuz ÇEVRE BİLİNCİ ve yürürlükteki kısıtlayıcı ÇEVRE REGÜLASYONLARI henüz oluşmadığını göz önünde bulundurmamız gerekir. Son olarak, elektrikli otomobillerin ilk çağı, 1935 civarında artık sonlanmıştı.

¹¹ <https://www.britannica.com/technology/automobile/Early-electric-automobiles>

4.5. Şu Anda Piyasada Hangi Modeller Mevcut ? (Ocak 2022)

Şu anda dünya üzerinde hemen hemen her Otomobil üretici kendi Elektrikli Aracını (EV) üretip piyasaya sürmek istemek ve bu konuda ArGe çalışmalarını sürdürmektedir.

Günümüzde, başlıca şu marka ve modelde Elektrikli Otomobilleri (EA-EV) üretilmekte veya üretilme aşamasındadır:

- Aixam 400
- Audi e-tron
- BMW i3
- BMW i4
- BMW i8
- Bolloré Bluecar
- BYD e6
- Buddy Cab
- Chery QQ3
- Chevrolet Bolt EV
- Chevrolet Spark EV
- Citroën C-Zero
- Fiat 500e
- Ford Focus Electric
- Ford Mustang Mach-E
- GTA MyCar
- Honda E
- Honda Fit EV
- Hyundai Kona Electric
- Hyundai Ioniq
- Jaguar I-Pace
- Kia e-Niro
- Kia Soul EV
- Lightning GT
- Mahindra e2o
- Mercedes-Benz B-Class Electric Drive
- Mercedes-Benz EQC
- Mia electric
- Microlino
- Mini E
- Mini Cooper SE
- Mitsubishi i-MiEV
- Nissan Leaf
- Nissan Leaf Plus
- Opel Corsa-e
- Peugeot e-208
- Peugeot iOn
- Porsche Taycan
- Renault Fluence Z.E.
- Renault Twizy
- Renault Zoe
- SEAT Mii Electric
- Skoda CITIGOe IV
- Smart Fortwo
- Steven ZeCar
- TOGG
- Tesla Model 3
- Tesla Model S
- Tesla Model X
- Tesla Model Y
- Venturi Fetish
- Volkswagen eGolf
- Volkswagen eUp
- Volkswagen ID3



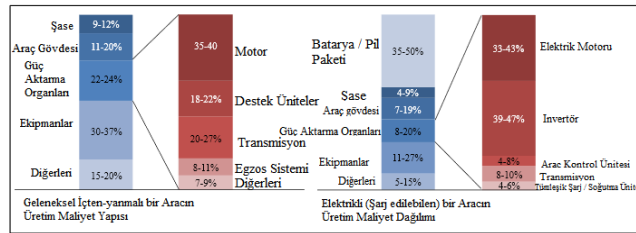
Resim 10: Küresel Piyasalardaki Mevcut Elektrikli Araç Modelleri

4.6. Elektrikli Araçlar Neden Daha Pahalıdır?

Elektrikli Araçlar (EV'ler), - her ne kadar yakıt maliyeti, çevresel ve toplumsal bazı avantajlar sunuyor olsa da- 2022 yılı itibari ile halen kullandığımız İçten-yanmalı motora sahip mevcut otomobillerimize göre, ilk satış fiyatları olarak, **daha pahalı olduğu bir gerçektir.**

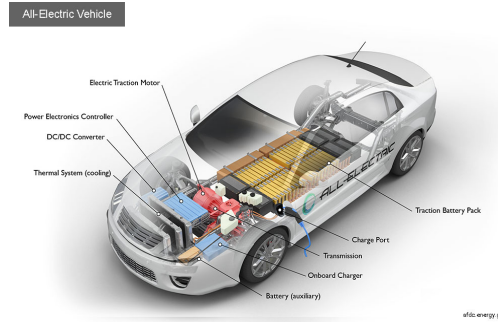
Burada bahsedilen *pahalı olma durumu*, aracı **ilk satınalma fiyatıdır.** (Yani, satış sırasında ödenecek para miktarı) Yoksa, EA'lar toplam sahip olma maliyeti -araç modeli ve bulunduğu ülkedeki elektrik fiyatlarına bağlı olarak- şu anda kullandığımız arabalardan daha düşük olabilir.¹²

Geleneksel bir araba yerine elektrikli bir araba satın almanın ek maliyeti öncelikle PİLLER / BATARYA PAKETLERİ'nden gelmektedir..Şöyleki, Elektrikli bir aracın üretim maliyetlerinin yaklaşık %50'sini (model ve gücüne göre %35 ile %50 arasında değişebiliyor) PİLLER / BATARYA PAKETİ ve ona bağlı ELEKTRONİK SİSTEMLER ve PARÇALAR oluşturmaktadır. Bu da 10,000 ila 15,000 \$ arasında bir maliyete karşılık geldiği, 2018'de yapılan uluslararası araştırmalar tarafından belirtilmektedir.¹³



Resim 11: İçten-Yanmalı ve Elektrikli Araçlarda Üretim Maliyet Yapısı

Pil / Batarya paketlerine ilave olarak, Elektrik motoru ve bunlarla birlikte kullanılan elektronik sistem ve aksamaların maliyetleri de, EA'ların satış fiyatlarının yükselmesini -daha az bir oranda da olsa- neden olmaktadır.



Resim 12: Tamamen-Elektrikli (AEV) tipinde bir otomobilin iç yapısı

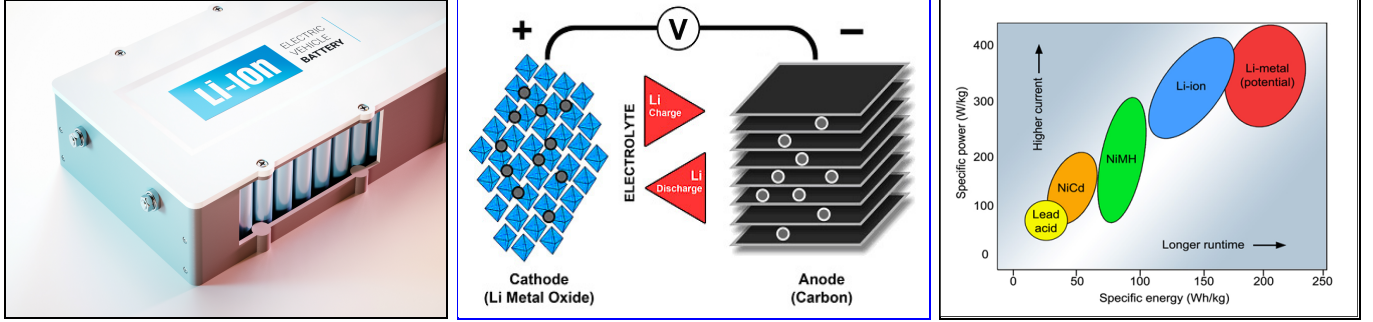
Bununla birlikte, pil batarya teknolojisi ve EA imalat süreçlerindeki gelişmeler paralelinde, önümüzdeki 10 yıl içinde, satış fiyatlarının kafa-kafaya geleceği tahmin edilmektedir. Bu konu, SEKTÖRÜN BEKLEDİĞİ GELİŞMELER ve TEHDİTLER bölümünde daha detaylı olarak incelenecektir.

¹² https://www.plan.be/uploaded/documents/202001131009220.REP_VHSTCOBEV_12036.pdf

¹³ McKinsey ve JPMorgan Chase Raporları

4.7. Elektrikli Araçlarda Hangi Tip PİL/Batarya Teknolojileri Kullanılmaktadır? Avantajları Ve Dezavantajları

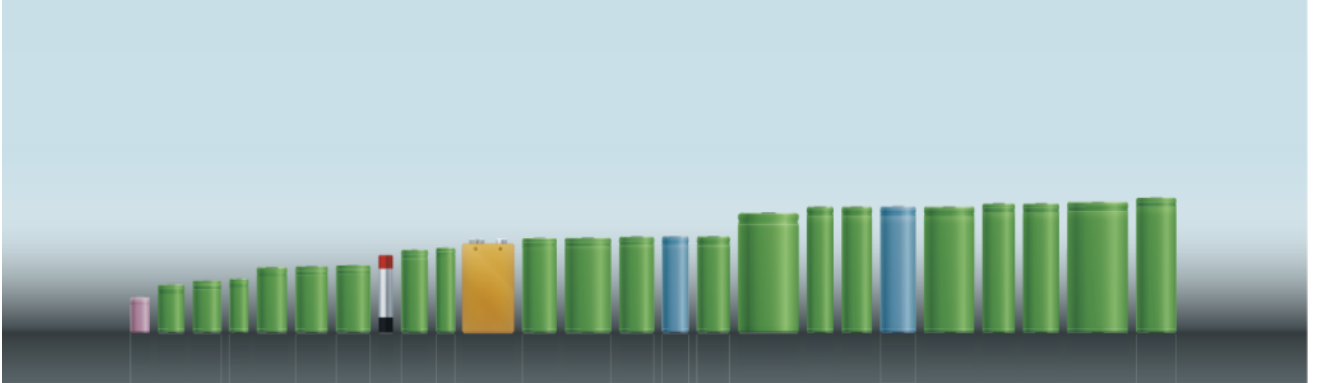
1859 senesinde ilk şarj-edilebilir PİL / Bataryalar, **Kurşun-asit** ve sonrasında **Nikel-Demir(NiFe)** teknolojisine sahipken, takip eden yıllarda **Nikel-Kadmiyum (NiCd)** ve 1989 senesinde **Nikel-Metal Hidrojen (NiMH)** teknolojilerine sahip piller/bataryalar, dünya üzerindeki çeşitli endüstriyel uygulamalarda kullanıma sunuldu.



Resim 13: Li-ion ve diğer PİL/Batarya Teknolojileri

1990'lerde keşfi yapılan ancak yoğun olarak 2000'lerde kullanımı giderek artan, günümüzde Elektrikli otomobiller & Elektrikli araçlarda yoğun olarak kullanılan Piller / Bataryalar ise, **LİTYUM-İYON (Li-ion)** teknolojisine sahiptir. **Li-ion** pil ve bataryalar Anot ve Katot bölgelerinde kullanılan materyallere göre farklı isimlendirilen ve birbirleri arasında teknik farklılıklar bulunan büyük bir pil / batarya ailesinin genel teknik ismidir. Bu pil / batarya ailesinin **öne çıkan 6 üyesi** şunlardır:

1. Lityum Kobalt Oksit (LCO)
2. Lityum-Nikel-Kobalt-Alüminyum (NCA)
3. Lityum-Nikel-Manganez-Kobalt (NMC),
4. Lityum-Manganez Oksit (LMO),
5. Lityum-Titanat (LTO)
6. Lityum-demir Fosfat (LFePO₄)



Resim 14: Farklı Li-ion PİL/Batarya teknolojileri

Yukarıdaki Li-ion teknolojilerine sahip bataryaların birbirleri ile özet karşılaştırmasını ise, aşağıdaki tabloda bulabilirsiniz:

Kimyasal Sınıf	Lityum Kobalt Oksit	Lityum Manganez Oksit	Lityum Nikel Manganese Oksit	Lityum Demir Fosfat	Lityum Nickel Cobalt Aluminum Oxide	Lityum Titanat Oksit
Kısa yazılışı	Li-cobalt	Li-manganez	NMC	Li-phosphate	Li-aluminum	Li-titanate
Uluslararası Kısaltması	LiCoO2 (LCO)	LiMn2O4 (LMO)	LiNiMnCoO2 (NMC)	LiFePO4 (LFP)	LiNiCoAlO2 (NCA)	Li2TiO3 (LTO)
Nominal voltaj	3.60V	3.70V (3.80V)	3.60V (3.70V)	3.20, 3.30V	3.60V	2.40V
Full şarj	4.20V	4.20V	4.20V (or higher)	3.65V	4.20V	2.85V
Full deşarj	3.00V	3.00V	3.00V	2.50V	3.00V	1.80V
Minimal voltaj	2.50V	2.50V	2.50V	2.00V	2.50V	1.50V (est.)
Spesifik Enerji	150–200 Wh/kg	100–150 Wh/kg	150–220Wh/kg	90–120 Wh/kg	200-260 Wh/kg	70–80 Wh/kg
Şarj hızı	0.7–1C (3 saat)	0.7–1C (3 saat)	0.7–1C (3 saat)	1C (3 saat)	1C	1C (5C max)
Deşarj hızı	1C (1h)	1C, 10C mümkün	1–2C	1C	1C	10C possible
Çevrim-ömrü (ideal)	500–1000	300–700	1000–2000	1000–2000	500	3,000–7,000
Termal sızıntı	150°C (boş olduğunda daha yüksek sıcaklık)	250°C (boş olduğunda daha yüksek sıcaklık)	210°C (boş olduğunda daha yüksek sıcaklık)	270°C (Full şarjlı iken güvenli)	150°C (boş olduğunda daha yüksek sıcaklık)	En güvenli Li-ion bataryalarından biri
Bakım	Serin tutun; kısmi şarj edilmiş olarak saklayın; full şarj kaçınmın ; orta dereceli şarj ve deşarj akımları kullanın.					
Paketleme (tipik)	18650, prizmatik ve kese hücreleri	prizmatik	18650, prizmatik and kese hücreleri	26650, prizmatik	18650	prizmatik
Tarihçe	1991 (Sony)	1996	2008	1996	1999	2008
Uygulamaları	Cep telefonları, tabletler, dizüstü bilgisayarlar ve kameralar	Motorlu el-aletleri, tıbbi cihazlar, güç aktarma ekipmanları	Elektrikli bisikletler, tıbbi cihazlar, endüstride kullanılan Elektrikli taşıtlar EV'ler, endüstriyel	Yüksek akım ve dayanıklılık gerektiren durağan tesisler	Tıbbi, endüstriyel ve EV (Tesla)	UPS, EV, solar cadde aydınlatma
Yorumlar	Yüksek enerji, sınırlı güç. Pazar payı istikrar kazandı.	Yüksek güç, daha az kapasite; LCO'dan daha güvenli; performansı artırmak için genellikle NMC ile karıştırılır.	Yüksek kapasite ve yüksek güç. Pazar payı artıyor. NCM, CMN, MNC, MCN olarak da biliniyor.	Düz deşarj voltajı, yüksek güç düşük kapasite, çok güvenli; iyileştirilmiş deşarj.	Orta düzey güç lie en yüksek kapasite. LCO teknolojisine benzer.	Uzun ömür, hızlı şarj, geniş sıcaklık aralığı ve güvenli. Düşük kapasite, pahalı.

Bu konuda son olarak, küresel endüstri ve otomotiv sektöründe STANDARDİZASYON ihtiyacı paralelinde, Uluslararası Elektrokimya Komisyonu'nun (*IEC: International Electrochemical Commission*) pil & batarya teknolojileri için oluşturduğu uluslararası standartlara aşağıda göz atabilirsiniz:

Tablo 2: Mevcut Piller / Bataryalara ait Uluslararası kabul görmüş Standartlar

Standart	Boyutlar	Tarihçe
A	17 x 50mm	NiCd, NiMH ve birincil lityumda mevcuttur; ayrıca 2/3 ve 4/5 boyutlarında. Eski dizüstü bilgisayarlarda ve hobi uygulamalarında sıkça kullanıldı.
AA	14.5 x 50mm	1907 yılında 1. Dünya Savaşı'nda cep lambaları ve casus aletlerinde kullanılmak üzere kalem-pil olarak tanıtıldı; 1947'de ANSI standardına eklendi.
AAA	10.5 x 44.5mm	1954 yılında Kodak ve Polaroid gibi fotoğraf makinalarında boyut küçültmek için geliştirildi. 1959 yılında ANSI standartlarına eklendi.
AAAA	8.3 x 42.5mm	1990'lardan beri 9V pillerin bir yan dalı; lazer pointer, LED kalem fener, bilgisayar prob uçları, kulaklık amfileri için kullanılır.
4.5V batarya	67 x 62 x 22mm	Üç hücre düz bir paket oluşturur; kısa terminal şeridi pozitif, uzun şeridi negatif; Avrupa, Rusya'da yaygındır.
9V batarya	48.5 x 26.5 x 17.5mm	1956 yılında Transistörlü radyolar için tanıtıldı; altı prizmatik veya AAAA hücresi içerir. 1959'da ANSI standardına eklendi.
18650	18 x 65mm 16.5mL	1990'ların ortalarında lityum-iyon için geliştirilmiştir; Tesla EV otomobilleri de dahil olmak üzere dizüstü bilgisayarlarda, e-bisikletlerde yaygın olarak kullanılır.
26650	26 x 65mm 34.5mL	Daha büyük Li-ion. Bazıları 26x70mm ölçülerinde 26700 olarak satılır. UPS, hobi, otomotiv için ortak kimyasal sınıfı LiFeO ₄ 'tür.
14500	14x 50mm	Li-iyon, AA'ya benzer boyutta. (Voltaj uyumsuzluğunu gözlemleyin: NiCd / NiMH = 1.2V, alkalın = 1.5V, Li-ion = 3.6V)
21700*	21 x 70mm	Yeni (2016), Tesla Model 3 ve diğer uygulamalar için....Panasonic, Samsung, Molicel gibi firmalar tarafından üretilmektedir.
32650	32 x 65mm	Spesifik olarak LiFePO ₄ piller için (Lityum Demir Fosfat)

Li-ion Pil/Batarya teknolojisinin dezavantajları ise;

- Yüksek üretim maliyetleri
- İdeal performans için soğutma sistemlerine ihtiyaçları (İdeal sıcaklık 20-30 °C)
- Aşırı şarj ve deşarjlarından korunması için Batarya Yönetim Sistemleri'ne ihtiyaç duyuyor.
- Aşırı yüksek sıcaklıklarda, yangın ve patlama riski var.
- Yüksek ağırlık (otomobil başına yaklaşık 500 kg)
- Çevrim ömrü çok yüksek değil (NMC için ortalama 400 LFP için ise ortalama 2000 çevrim) Bu ömür ayrıca, sıcaklığa ve kullanılan şarj voltajına son derece bağlıdır!

4.8. Bataryam / Pilim Ne Kadar Uzun Süre Dayanır? Tek Bir Şarjla Ne Kadar Mesafe Gidebilirim?

Açıkçası, bu soruların net olarak cevaplayabilmek için bilmemiz gereken çok sayıda değişken vardır. Bunlardan bazıları;

- Aracın batarya kapasitesi (Kaç Kwh?)
- Araçta kullanılan tekerlek çapı (kaç inç?)
- Aracın toplam ağırlığı (Kaç KG?)
- Kullanılan pil/batarya teknolojisi ve miktarı (LCO, LMO, NMC veya LTO?)
- Sürüş stili ve (ne kadar ve sıklıkta gaz/fren pedalına basıyor!)
- Yol durumu (Şehir-içi, şehir-dışı)
- Dış ortam koşulları (Özellikle sıcaklık; bu konuyu ayrıca aşağıda 13. soruda bulabilirsiniz.)

Bu konuda fikir vermesi açısından, küresel piyasanın öncü EV'lerinin - **WLTP**¹⁴ R (EC) No. 715/2007, R (EU) No. 2017/1151 standardına göre ölçülen- menzillerini, aşağıdaki tabloda bulabilirsiniz:

MODEL	Batarya Kapasitesi (kWh)	MENZİL
Tesla Model 3 Standard Range Plus	54 kWh	409 km
Tesla Model 3 Long Range AWD	75 kWh	560 km
Tesla Model 3 Performance AWD	79.5 kWh	530 km
Hyundai IONIQ Electric	38,3 kWh	311 km
Hyundai Kona Electric	64 kWh	449 km
Kia e-Soul	39,2 kWh	276 km
Kia e-Soul	64 kWh	452 km
Kia e-Niro	64 kWh	455 km
MG ZS EV	44.5kWh	263 km
Nissan Leaf (16 inç tekerlek)	40 kWh	285 km
Nissan Leaf (17 inç tekerlek)	40 kWh	270 km
Nissan Leaf e+	62 kWh	385 km
Renault Zoe R110 (15" tekerlekler)	52 kWh	395 km
Renault Zoe R135 (16" tekerlekler)	52 kWh	386 km
PEUGEOT e-208	50 kWh	340 km
Opel Corsa-e	50 kWh	330 km
BMW i3 (19" tekerler)	120 Ah	308 km
BMW i3 (20" tekerler)	120 Ah	285 km
Volkswagen e-Golf	36 kWh	231 km
Audi e-tron (19" tekerler)	95 kWh	411 km
Audi e-tron (20" tekerler)	95 kWh	355 km
Jaguar I-PACE (18" tekerler)	90 kWh	470 km

¹⁴ **WLTP (Worldwide Harmonised Light Vehicles Test Procedure)** : Dünya-çapında Uyumlaştırılmış Hafif Araçlar Test Prosedürü - Her ne kadar Avrupa Birliği tarafından Eylül 2017'de yayınlansa da, tüm dünyada kabul gören bir ölçüm standardı olmuştur..

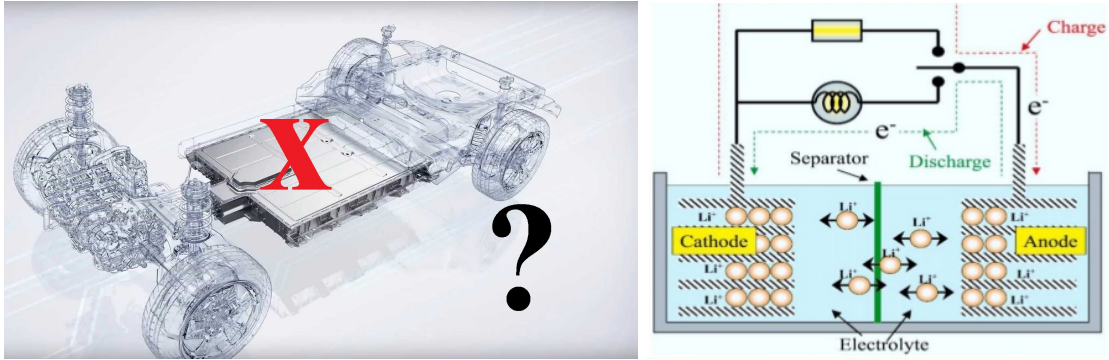
4.9. Bataryalar / Piller Neden Ölüyor? Bir Elektrikli Arabanın Pili Ömrü Nedir? Pili Ömrünü Uzatmak için Neler Yapılabilir?

Elektrikli Araçlardaki piller/batarya paketlerinin de, yaşamımızda her şeyde olduğu gibi bir ömrü vardır. Bu ömrün uzunluğu, bir önceki sorudaki gibi, çok sayıda parametreye bağlıdır. Bunlardan bazıları:

- Pili/Batarya teknolojisinin tipi
- Pili/Batarya Yönetim BMS Sistemi gelişmişliği
- Şarj-deşarj döngü sıklığı
- Pili/Batarya paketinin % kaçını doldurup boşalttığınız? (10. sorunun yanıtlarında bu konu derinlemesine incelenmiştir.)
- Ortam sıcaklığı/soğukluğu (bu konu 14.soruda ayrıca incelenecektir.)

Piller/Batarya paketlerinin işlevlerini kaybetmesinin -ya da halk tabiri ile pilin bitmesi- öne çıkan sebepleri şunlardır:

- ★ Yukarıda bahsettiğimiz ANOT ve KATOD materyallerinin işlevlerini yerine getirememesi veya
- ★ Elektrolit içindeki Li İyonlarının (Li⁺) zaman içinde pili/batarya paketinin içinde belli yerlerde sıkışması ve ANOT-KATOD arasındaki yolculuğunu artık yapmaması!



Resim 15: Elektrikli arabalarda pillerin yerleşimi ve çalışma mekanizması

Ancak, ortalama bir Elektrikli Otomobil / Elektrikli aracın Pili/Batarya ömrü, küresel istatistiklere bakılırsa 100,000 mil (yaklaşık 161,000 km) civarındadır. Hatta çoğu global otomobil üretici, ürettikleri EV'ler için 100,000 millik araç pili/batarya garantisi vermektedir! Hatta bu garanti kapsamında, eğer batarya kapasitesi belirlenmiş bir yüzde (%60 veya %70 gibi) altına düşerse, aracınızdaki piller/batarya paketini **YENİSİ İLE DEĞİŞTİRMİYİ** taahhüt etmektedirler! Garanti kapsamında kalabilmesi için, **araçların belirli sıcaklıklarda çalıştırılması** ve **belirli Voltaj-Amper değerlerindeki elektrik akımı ile şarj edilmesi** gerekmektedir. Bu konu, 10. soruda ayrıca detaylı incelenecektir!

Bunlar ile birlikte, ABD'de yapılan son araştırmalar göstermektedir ki, TESLA Model S gibi teknolojiye lider araç modellerinde **50,000 mil** yol gittikten sonra bile **batarya kapasitesi sadece %5 civarında düşmektedir**.

Peki, Elektrikli araçlarımızda pili/batarya paketinin ömrünü maksimum oranda kullanabilmek için neler yapılabilir? Li-ion sahip piller için öne çıkan öneriler şunlardır:

- **Pili/ Batarya paketini ılıman bir sıcaklıkta tutun.** Nasıl ki yiyecekler buzdolabında daha taze kalabilir, soğuk sıcaklık da kimyasal tepkimelerin hızını düşürerek, içeride oluşabilecek dahili KOROZYON'u azaltarak pili korur. Bu nedenle, yaz ayları gölgeli bir yerde, kış aylarında ise

dondurucu soğuktan korumalı kapalı bir yerde Elektrikli Aracımız / Elektrikli Otomobilimiz park etmemiz faydalı olacaktır.

- **Derinlemesini şark-döngülerinden kaçının!** Her döngü pili az miktarda tüketir ve kısmi deşarj tam deşarjdan daha iyidir. Mümkünse, akıllı pili kalibre etmek ve nikel bazlı pillerdeki “belleği” önlemek için, yalnızca tam deşarj uygulayın. Li-ion bakım gerektirmez ve pil yüzde 30 ila 80 (%30-80) SoC¹⁵ arasında çalışırken en uzun ömürlüdür.
- **İstismar kullanımlarından kaçının!** Zor yükler altında çalıştığında daha hızlı aşınan bir makine gibi, sert deşarjlar ve hızlı şarjlar sonucu pil/batarya gerilim altında kalıp hızlıca bozunuma uğrayabilir. Bu nedenle çok enerji gerektiren koşullarda *-hızlı araç kullanımı ve yük çekme gibi-* bu şartlara uygun pil/batarya paketi kullanılmalı ve bu şartlara uygun donanımda Elektrikli araç / elektrikli otomobil seçilmelidir.
- **Full-şarjdan mümkün olduğunca kaçının!** Elektrikli otomobillerde zaten pil / batarya paketlerinin tamamen şarj edilmesini veya boşalmasını önleyen BMS (Batarya Yönetim Sistemleri) bulunur, ancak BMS her araçta eşit teknolojiye sahip olarak bulunmaz; bazıları diğerlerinden daha korumalıdır. Bu nedenle, pil / batarya paketinizi ortalama % 70-80 şarj edin. (Bu durumda daha uzun mesafelere gidebilmeniz için, pil / bataryayı neredeyse sıfıra yakın kullanmanız gerekebilir.) Elektrikli arabanızdaki pilleri mümkün olduğunca uzun süre kullanabilmeniz için, batarya paketini oluşturan pillerinizi %30 ila %80 arasında şarjda tutmanız önerilmektedir.¹⁶ Ayrıca Rejeneratif Fren sisteminin çalışabilmesi ve buradan kazandığı enerjiyi tekrar depolayabilmesi için, elektrikli araçlardaki bataryanın %100'den daha düşük miktarlarda şarj etmeniz önerilmektedir. (tercihen max. %90-95)¹⁷
- **Ultra-hızlı Şarj ünitelerini mümkün olduğunca az kullanın!** Seviye 3 DC Hızlı Şarj istasyonlarının aşırı kullanımı (Bir pil / bataryayı 30 dakika gibi kısa bir sürede kapasitelerinin yüzde 80'ine kadar tam getirebilirler!) pilin uzun vadeli performansını da olumsuz etkileyebilir. Çünkü bir elektrikli araba ne kadar hızlı şarj edilirse o kadar ısınır ve yine pil dostu değildir.

Özetle;

Eğer yukarıda bahsettiğimiz şarj ve kullanım püf noktalarına riayet edilirse, bir elektrikli araç -hiç pil&batarya paketi değiştirmeden- rahatlıkla 150,000 KM yol kat edebilir. (Küresel olarak müşteri anketlerinde bu değer ortalama 300,000 KM'lere çıkabildiği belirtilmektedir.) Ayrıca bir TESLA Model S kullanıcısı, 1,000,000 KM boyunca pil değiştirmeden elektrikli otomobillerini kullanabileceklerini ifade etmektedirler.¹⁸

¹⁵ https://en.wikipedia.org/wiki/State_of_charge

¹⁶ https://batteryuniversity.com/learn/article/electric_vehicle_ev

¹⁷ <https://mashable.com/article/tesla-battery-charge-max/>

¹⁸ <https://electrek.co/2019/11/30/tesla-model-s-1-million-km/>

4.10. Elektrikli Araçları Nasıl Ve Ne Kadar Zamanda & Maliyet İle Şarj Edebiliriz?

(Şarj Etmek Ne Kadar Tutar? Hangi Tip Şarj Aletine İhtiyacım Var? Elektrik Akımı Hangi Volt Aralığında? Günümüzde Türkiye'deki Şarj Altyapısı Nasıldır ? Şirketler, İstasyonları Ve Teknolojileri Nedir?)

Piller / Batarya paketinizi şarj-etmek için gereken maliyeti ve süreyi hesaplayabilmeniz, şu temel bilgilere sahip olmanız gerekmektedir:

- ★ bataryanızın büyüklüğü,
- ★ bataryanızın ne kadar boş/dolu olduğu
- ★ bağlayacağınız elektrik prizinden çıkan akım ve voltajın ne kadar olduğu (maksimum şarj etme gücü, evdeki prizi ile dışarıdaki şarj istasyonları arasında büyük farklılıklar vardır ve bu konu aşağıda işlenmektedir.)
- ★ bataryanızın yüzde kaçını şarjını şarj etmek istediğiniz
- ★ Çevresel şartlar (Soğuk havalarda Piller/Bataryalar daha yavaş şarj olmaktadır.)

sayılabilir.

Elektrikli aracınızı (EV) şarj etmek istediğinizde, karşınıza küresel çapta kabul görmüş bazı seviyeler/ modlar/ standartlar ve bunlarla ilişkili ekipman ve cihazlar çıkmaktadır. Günümüzde elektrikli araçların pilleri/batarya paketlerini 2 türlü şarj teknolojisi ile doldurabilirsiniz:

- AC tipi şarj üniteleri ile
- DC tipi şarj üniteleri ile

Bu AC ve DC şarj ünitelerinden faydalanabilmek için, IEC 61851 standardında belirtilen aşağıdaki 4 farklı moddaki şarj altyapısından birini kullanmamız gerekir:

- **Mode 1:** Standart prizden herhangi bir iletişim veya güvenlik bağlantısı (RCD) olmaksızın şarj (16 Amp. akıma kadar)
- **Mode 2:** Standart prizden kablo üzerinde yer alan sınırlı iletişim veya güvenlik bağlantısı ile şarj (32 Amp. akıma kadar)
- **Mode 3:** Özel belirlenmiş soket üzerinden tam iletişim ve güvenlik bağlantısı ile şarj (3 Faz 32 Amp. akıma kadar)
- **Mode4:** DC Hızlı Şarj - OFF-Board Şarj istasyonu vasıtasıyla şarj.



Resim 16: 4 farklı moddaki şarj altyapı ve elektrik fişi tipleri

Bu noktada, Amerikan SAE¹⁹ birliğinin küresel piyasalara sunduğu **SAE J1772** standardını ve elektrik nominal güç, voltaj ve akımına göre oluşturulmuş **3 adet farklı şarj-etme seviyesini** (Level 1, Level 2 ve Level 3) incelememiz faydalı olacaktır:

¹⁹ SAE (Society of Automotive Engineering): Amerikan Otomotiv Mühendisleri Cemiyeti

- **Level 1:** Pil / Batarya paketimizi AC ile şarj etmemize yarayan şarj teknolojisidir. Maksimum 12 veya 15 A akım ile ABD'de evlerdeki 120 Volt çıkışlarından şarj anlamına gelir, bu da maksimum 1.44KW veya 1.92KW güç sağlar. Aktif şarj elemanı arabanın içindedir (Elektrikli aracın yerleşik şarj cihazı)
- **Level 2:** Pil / Batarya paketimizi AC ile şarj etmemize yarayan şarj teknolojisidir. 240V prizden veya özel bir Elektrik Araç Şarj ünitesinden (EVSE) olabilir; 240 V'ta AC gerilimi, maksimum 80 A akım ve maksimum 19.2KW güç ile. Seviye 2'de Elektrikli Aracın yerleşik şarj cihazını da kullanır.
- **Level 3:** Pil / Batarya paketimizi DC ile şarj etmemize yarayan şarj teknolojisidir. Burada, şarj cihazı devre dışıdır. Diğer bir deyişle, EA içindeki yerleşik şarj cihazı atlanır ve şarj istasyonu, -maksimum 240 kW gücünde bir DC konektörü aracılığıyla- doğrudan aküye DC voltajı araç bataryasına sağlar.

Farklı ülkelerdeki Şarj ünite ve istasyonlarını kullanabilmeniz için ise, Elektrik aracınızda farklı tipte elektrik fişiniz bulunması gerekmektedir ve bunlar da kendi içlerinde 4 tipe ayrılmaktadır:

- **Type 1 (J1772):** Tek fazlı araç kaplin prizi – ABD ve Japonya'da standard – SAE J1772/2009 otomotiv standardına uygun
- **Type 2 (Mennekes):** Tek fazlı araç kaplin prizi – Avrupa'da standard – VDE-AR-E 2623-2-2 standardına uygun
- **Type 3 (Scame):** Tek ve Üç fazlı araç kaplin prizi (Güvenlik kesiciler ile donanımlı)
- **Type 4 (ChadeMO):** Hızlı şarj araç kaplin prizi – CHAdeMO gibi özel şarj sistemleri için

Batarya paketinizi şarj-etmek için gerekli süreyi belirleyen faktörlerden öne çıkanları ise şunlardır ;

- ★ bataryanızın büyüklüğü,
- ★ bataryanızın ne kadar boş/dolu olduğu
- ★ bağlayacağınız elektrik prizinden çıkan akım ve voltajın ne kadar olduğu (maksimum şarj etme gücü, evdeki prizi ile dışarıdaki şarj istasyonları arasında büyük farklılıklar vardır ve bu konu aşağıda işlenmektedir.)
- ★ bataryanızın yüzde kaçını şarjını şarj etmek istediğiniz
- ★ Çevresel şartlar (Soğuk havalarda Piller/Bataryalar daha yavaş şarj olmaktadır.)

Örneğin, 85 kWh kapasiteye sahip bir Tesla Model S otomobili, normal ev tipi prizi kullanarak 36 saatten fazla sürelerde doldurabiliyorsunuz. Bu süre, hızlı şarj istasyonları sayesinde 30 dakikaya kadar düşerebilmektedir. Bu süreyi **2 saat ila 4 saat arası sürelerle** çekmek, ülkemizde de bulabileceğiniz "normal hızlı şarj istasyonlar" ile mümkündür. (ABD, Kanada ve bazı Avrupa ülkelerinde özellikle Tesla firmasının kurduğu **Super Charger** isimli şarj istasyonları ile bu sürenin **30 dakikaya kadar** çekilebileceği belirtilmektedir.)

Şarj Maliyeti konusunu incelediğimiz de ise, burada hesap yapabilmemiz için aşağıdaki değişkenler bilmemiz gerekmektedir:

1. Aracın/otomobilin gücü (**kW cinsinden**)
2. Aracın/otomobilde bulunan pilin/batarya kapasitesi (**kWh cinsinden**)
3. Aracın ağırlığı
4. Aracın tekerlek çapı (inch olarak)
5. Aracı nasıl kullandığınız? (ne kadar yüksek kW güç ile ve ne kadar sık rejenartif)
6. Şarj sırasındaki verimlilik (*şarj sırasında yaşabilecek kayıplar ortalama 10-15, genelde ısı olarak*)
7. Şarj tipi (*evde, işyerinde veya şarj istasyonunda*)

“Ne yakıyor?” sorusuna verilecek sayısal yanıt, ağırlıklı olarak yukarıdaki 4 faktöre bağlıdır. Burada belki de bir adım öne çıkan faktör, 5. madde yani “Şarj tipi” konusudur. Zira, evde/işyerinde şarj etmek ile dışarıda şarj istasyonlarında şarj etmek arasında ciddi maliyet farkları mevcuttur.

Örneğin, -Mart 2020 elektrik fiyatları ile- evde şarj bedelleri 0,11-0,20 TL/KM arasındayken, işyerinde şarj bedelleri 0,15-0,27 TL/KM arasında tutmaktadır. Ancak, elektrik şarj istasyonlarında ise daha hızlı şarj imkanı ile birlikte yüksek rakamlar ödememiz gerekecektir. (0,30 TL/KM ve üstü) Bu konuda daha detaylı bilgileri [Şarj](#), [Voltrun](#), [ZES](#), [Sharz.net](#) gibi Elektrikli Şarj İstasyon firmalarından temin edilebilir.

Özetle, elektrikli araba ne kadar yakar sorusuna “**benzin ve dizelden çok daha tasarruflu**” olduğunu söyleyerek cevap verebiliriz.

4.11. Yaz veya Kış Aylarında Elektrikli Araçlarda Nasıl Değişiklikler Olur? Performans Etkilenir mi?

Elektrikli otomobillerin tek şarj ile ne kadar KM gidebileceği (menzilleri) konusunu, 8. sorunun yanıtı olarak bulabilirsiniz. Ancak burada bahsedilen menzili hesaplamak için, otomobil üreticileri küresel olarak kabul edilen WLTP test standartlarını baz almakta ve bu test sırasında sıcaklık **sabit 23°C** (derece Celsius) alınmaktadır.

Halbuki, hepimizin bildiği gibi mevsimler yazdan kışa, ilkbahardan sonbahara değiştiçe bu sıcaklıklarda ciddi değişiklikler olmaktadır. Örneğin kış mevsiminde, sıcaklıklar 20°C'lerin çok daha altına düşmekte, hatta 0°C ve altına düşebilmektedir. Yaz aylarında ise, sıcaklıklar 30 derece hatta 40 derecelerin üzerine çıkmaktadır. Bu sıcaklık değişimleri nedeniyle ayrıca kış aylarında aracın/otomobilin içinin ısıtılması (iç ortam, direksiyon ve koltuk ısıtması gibi), yaz aylarında ise AC ünitesi (klima) ile hem pilin hem de otomobilinin içinin soğutulması gerekmektedir. Bu ısıtma ve soğutma işlemleri ise, içten yanmalı motorlardaki tersine, piller / batarya paketinden sağlanan enerji ile sağlanması gerekir.



Resim 17: Elektrikli Araçlar, aşırı soğuk ve sıcaklıklarda performansları ve menzilleri etkilenmektedir.

İşte yukarı belirtilen bu nedenlerden dolayı elektrikli araç ve otomobillerde, performansları (örn. hızlanması) ve menzilleri, otomobil üreticilerinin belirttiği değerlerden çok daha düşük olacaktır. Özellikle **kış aylarındaki araç kullanımlarında %20-25'lik bir menzil azalması** yaşanabileceği gerçeğini, otomobil üreticileri de ürün tanıtım broşürleri ve kullanım manuellere ilave etmektedirler. Bu konuda dünya çapındaki elektrikli otomobil kullanıcılarının katılımıyla yapılan çalışmalarda-aracın markası ve modeline bağlı olarak-gerçek hayat koşullarında **%50'ye varan menzil azalması** olabileceği tespit edilmiş başka bir gerçektir. (Bu konuda son dönemde Amerikan Otomobil Derneği AAA'nın yaptığı çalışmalarda, elektrikli arabalarda menzil kaybının yaz aylarında ortalama %17, kış aylarında ise ortalama %41 olduğu raporlanmıştır.²⁰)

²⁰ <https://newsroom.aaa.com/2019/02/cold-weather-reduces-electric-vehicle-range/>

4.12. Elektrikli Araçların Bakım İhtiyacı Nedir ? Elektrikli Otomobiller Daha Fazla Bakım Gerektirecek mi?

Elektrikli araçlar ve elektrikli otomobiller, şu anda kullandığımız geleneksel arabalara göre DAHA AZ BAKIM gerektirmektedir. Çünkü:

- ❖ Batarya paketi, motor ve ilişkili elektronik aksam hiç veya çok az bakım gerektirmektedir.
- ❖ Daha az akışkan/yağ değişimi gerekmektedir.
- ❖ Fren aşınması Rejeneratif Frenleme teknoloji sayesinde ciddi oran azaltılmıştır.
- ❖ Geleneksel benzinli/dizel bir otomobile göre çok daha az hareketli parça vardır.

Gelin bu konulara biraz daha yakından bakalım:

- ❖ **Batarya paketi, motor ve ilişkili elektronik aksam.** Yukarıdaki 9. soruda bahsedildiği üzere, piller / batarya paketleri zamanla daha az verimli (daha az şarj tutma ve dolayısıyla daha az menzil) hale gelebilir ve yenisi değiştirilmesi talep edilebilir. Ancak, bu bir “düzenli bakım” olarak kabul edilmez!. Zira piller & batarya paketleri ile birlikte motor ve ilişkili elektronik aksam 10 yıla yakın bir süre -değiştirilmeden- dayanabilir! (Yeni piyasaya sürülen elektrikli otomobillerin çoğunda, 8-10 years or 150,000 – 250,000 KM'lik garantiler sunulmaya başlanmıştır!)
- ❖ **Daha az parça.** Bir elektrikli otomobilde -mevcut benzin/dizel arabalara göre- *%70 daha az aşınabilecek veya onarım gerektirebilecek parça* mevcuttur. Örneğin bir benzin & dizel yakıtlı otomobilin sadece güç aktarma organları (transmisyon) 2000'den fazla hareketli parça bulunurken, şu anda üretilen bir elektrikli otomobil transmisyon sisteminde ortalama sadece 20 adet farklı hareketli parça bulunmaktadır!
- ❖ **Rejeneratif frenleme.** Rejeneratif frenleme, aracı yavaşlatmak veya durdurmak için elektrik motorunu kullanarak elektrik enerjisini piller & batarya paketine geri koyabilmesine denir. Frenleme daha verimli hale geldiği için, arabanın frenleri daha az aşınır ve yıpranır; bununla birlikte ayrıca daha az fren tozu oluşturur (ki bu soluduğumuz hava için harikadır! Örneğin, fren disklerinin ve balatalarının bakımı yapılması yine gerekecek, ancak bunun daha az yapılması gerektiğini fark edecek ve böylece paradan tasarruf edeceksiniz!
- ❖ **Yağlar.** Elektrikli otomobillerinde genellikle düzenli olarak doldurulması gereken üç anahtar sıvı bulunur: **soğutucu sıvı, fren sıvısı ve ön cam yıkama sıvısı**...Çoğu elektrikli araba için bu 3 sıvı yeterlidir! Ancak bazı performansı öne çıkan bazılarında durum farklıdır; örneğin Tesla Model S şanzıman-kutusu düzenli olarak değiştirilmesi gereken şanzıman sıvısı içerir. Bunlar ile birlikte, elektrikli aracının termal yönetim sistemi için de soğutma sıvısı gereklidir ve zaman zaman doldurulması gerekecektir.

İşte bu nedenlerden dolayı, bir elektrikli otomobil sahibi, ortalama 20 bin, hatta 30 bin Km'lik yolculuğunuz süresince, elektrikli arabalar ilk kez servise götürecektir ve periyodik bakım için ortalamada %23 daha az para ödenecektir.²¹ (Bakım masrafları, tabii ki elektrikli arabanın nasıl ve nerede kullandığına bağlı olacaktır!)

²¹ <https://www.fleetnews.co.uk/news/fleet-industry-news/2018/10/16/electric-vehicles-cost-23-less-to-maintain-than-petrols-says-cap-hpi>

4.13. Türkiye’de Ve Dünya’da En Çok Satılan Elektrikli Otomobiller Hangileri?

2019 senesi, Elektrikli Otomobil sektörü için oldukça hızlı bir çıkış yılı oldu; dünya tarihinde hiç bu kadar çok yeni araç piyasaya sürülmemiş ve hiç bu kadar çok elektrikli araç satılmamıştı! (Toplam 2,264,400 adet elektrikli araç) 2020 itibariyle dünya üzerindeki elektrikli otomobillerin %99’unu, 15 farklı ülke üretmektedir. (ABD, Almanya, Avusturya, Belçika, Birleşik Krallık, Çin, Fransa, Hollanda, Güney Kore, İspanya, İsveç, Japonya, Polonya, Slovakya ve Slovenya)

Firmalara baktığımızda ise, ABD’li TESLA açık ara önde gözükmemektedir! 2019 senesi içinde 300,000 aşan bir rakam ile satılan “TESLA Model 3” elektrikli otomobili, Çin Halk Cumhuriyeti’nde üretilen “BAIC EU-Series” (eski ismiyle “Beijing Senova D50 EV sedan”) takip etmektedir. (111,050 adet) . Dünya üzerinde en çok satılan elektrikli otomobil modellerini aşağıdaki tabloda bulabilirsiniz:

Otomobil İsmi	Satılan Adet (2019 senesi içinde)
Tesla Model 3	300.080
BAIC EU-Series	111.050
Nissan Leaf	69.870
BYD Yuan EV / S2 BEV	67.840
SAIC Baujun E-Series	60.050
BMV 530e	51.080
Mitsubishi Outlander PHEV	49.650
Renault Zoe	46.840
Hyundai Kona Electric	44.390
BMW i3	41.840

Kaynak: TEHAD

Türkiye’de ise 2019 senesi içinde en çok satılan tam elektrikli (BEV) otomobil, Jaguar I-PACE modeli 119 adet ile gerçekleşmiştir! (toplam 222 adet)

Otomobil İsmi	Satılan Adet (2019 senesi içinde)
Jaguar I-Pace	119
BMW i3(s versiyonu da dahil)	50
Renault Zoe	31
Smart Fortwo	16
Smart Forfour	6

Kaynak: TEHAD

2021 yılında dünyamızda küresel anlamda en çok satılan Elektrik araba modelleri şunlar olmuştur:

1. **Tesla Model 3**
2. **Wuling’s Hong Guang MINI EV**
3. **Tesla Model Y**
4. **Volkswagen ID.4**
5. **BYD Qin Plus PHEV**
6. **BYD Han EV**
7. **Li Xiang One EREV**
8. **Volkswagen ID.3**

9. Changan Benni EV

Kaynak: insideevs.com

10. GAC Aion S

4.14. E-MOBİLİTE ve EA konuları Hakkında Faaliyetleri Olan Hangi Mesleki Organizasyonlar Mevcuttur?

Yukarıda bahsi geçen E-Mobilite ve Elektrikli Araçlar konularında, dünya üzerinde farklı kıta ve ülkelerindeki çok sayıda mesleki organizasyonları bulunmaktadır. Bunlardan öne çıkanları şunlardır:

Tablo 3: E-Mobilite ve Elektrikli Araçlar (EA) Profesyonel Organizasyonları

Avrupa Otomobil Üreticileri Birliği	ACEA: European Automobile Manufacturers' Association	https://www.acea.be/
Avustralya Elektrikli Araçlar Birliği	AEVA: Australian Electric Vehicle Association	https://www.aeva.asn.au/
Elektromobilite için Avrupa Birliği	AVERA: European Association for Electromobility	https://www.averse.org
Elektrik Oto Birliği	EAA: Electric Auto Association	https://eaa-1967.clubexpress.com
Elektrikli Sürüş Taşımacılığı Birliği	EDTA: Electric Drive Transportation Association	https://electricdrive.org/
Elektrik Mobilite Avrupa	EMEurope: Electric Mobility Europe	https://www.electricmobilityeurope.eu
Asya Pasifik Elektrikli Araçlar Birliği	EVAAP: Electric Vehicle Association of Asia Pacific	http://www.evaap.org
Elektrik Enerjisi Araştırma Enstitüsü	EPRI: Electric Power Research Institute	https://www.epri.com/
Elektrikli Araçlar İnisiyatifi	EVI: Electric Vehicles Initiative	https://www.iea.org/programmes/electric-vehicles-initiative
Elektrikli Araçlar Konseyi	EVC: Electric Vehicle Council	https://electricvehiclecouncil.com.au/
Temiz Ulaşım üzerine Uluslararası Konsey	ICCT: International Council on Clean Transportation	https://theicct.org/
Dünya Elektrik Araçlar Birliği	WEVA: World Electric Vehicle Association	https://theicct.org/

Ülkemizde ise, aşağıdaki organizasyonlar örnek olarak gösterebiliriz:

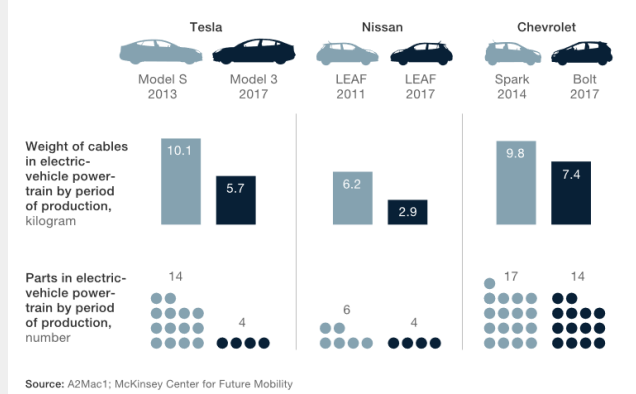
- **TOGG:** TÜRKİYE’NİN OTOMOBİLİ GİRİŞİM GRUBU - <https://www.togg.com.tr/>
- **TEHAD:** TÜRKİYE ELEKTRİKLİ VE HİBRİD ARAÇLAR DERNEĞİ - www.tehad.org

5. TRENDLER, BEKLENEN GELİŞMELER ve TEHDİTLER

Peki, Elektrikli Araçlar ve Elektrik Mobilite alanlarında, 2020 senesini takip eden senelerde neler olacak? Gelin bu konulardaki trendleri, beklenen endüstriyel ve teknolojik gelişmeleri ÖZETLE inceleyelim:

5.1. Elektrikli otomobil fiyatları önümüzdeki senelerde -artan bir hızda- düşecek.

Özellikle pil / batarya teknolojilerinin gelişimi ve elektrikli araç üretiminin daha kompakt hale (daha az parça ile daha çok işlevi yerine tasarım dili) gelmesine bağlı olarak, her sene %5-10 arasında araç maliyetlerinde ucuzlama beklenmektedir.

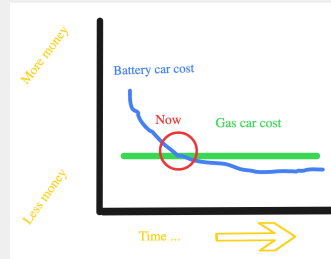


Resim 18: Elektrikli arabalarda yıllara bağlı toplam parça adedi değişimi

Bununla birlikte, giderek daha çok sayıda devlet, elektrikli veya hibrit araç satın-alımlarında vergi indirimleri sağlayarak, bu araçların fiyatlarının son kullanıcı için daha cazip hale getirmektedir.

Ayrıca, içten-yanmalı motor teknolojisine sahip otomobiller - gün geçtikçe daha da sıkılaştıran çevresel ve ekonomik hukuksal düzenlemelere (yönetmelik, standard ve kısıtlamalar gibi) uyum sağlayabilmesi için - üretim maliyetlerinin yükselmesi beklenmektedir.

Bütün bu gelişmeler ve beklentiler ışığında elektrikli araçların fiyatlarının, (küresel araştırma firmaların raporlarına göre) 2030 yılından önce benzinli/dizel/LPG gibi içten yanmalı motorlara sahip otomobillerin fiyatları ile aynı düzeye gelecekleri beklenmektedir.



Resim 19: Elektrikli ile benzinli/dizel araba fiyat karşılaştırması

5.2. Elektrifikasyon -hızla-gelişen pil/batarya teknolojisi sayesinde- otobüs, kamyon ve tır gibi ağır-hizmet taşıtlarda yaygınlaşacak.

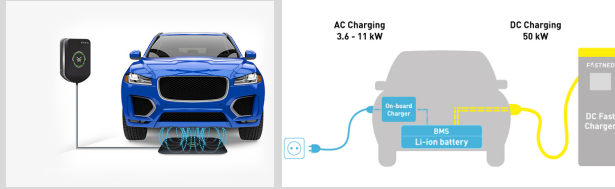
Günümüzde elektrikli araç filusunun çoğunluğu 4-tekerlekli ve 2-tekerlekli binek araçlardan oluşmaktadır. 2018 senesinde Uluslararası Enerji Ajansı IEA²² yayınladığı rapora göre 5 milyonu aşan elektrikli araba mevcut iken, sadece 460,000 adet elektrikli otobüs ve 250,000 ticari araç mevcuttur. Yine pil / batarya teknolojilerinin gelişimi ve giderek sıkılaşacak çevresel /hukuksal yönetmelikler - *emiyon kısıtlamaları ve yasal zorlamalar gibi*- 2030 yılına kadar bu rakamlar yıllık %30 artması beklenmektedir.



Resim 20: Elektrikli otobüs ve kamyonlar giderek yollarda çoğalacak!

5.3. Daha hızlı, yaygın ve akıllı şarj teknolojileri ortaya çıkacak.

EA ve otomobiller, dünya üzerinde tüketiciler tarafından geniş-çaplı onay alacaksa; mevcut yavaş şarj-etme sorunu, çözümlenmesi gereken bir kamburdur! Örneğin, 10-15 dakikada pil/batarya paketini tam şarj edebilen DC şarj istasyonları ile birlikte Kablosuz Güç Transferi olarak Türkçemize girecek WPT²³ ile kablosuz olarak uzaktan elektrikli araçlarımızı şarj edebileceğiz.



Resim 21: Elektrikli araçlarda "Kablosuz şarj" ve "Hızlı Şarj" teknolojileri

5.4. Tam-dolu piller / batarya (%100 şarjlı) paketlerine gerek kalmayacak.

1000 KM'yi aşacak menzile sahip elektrikli araçlar sayesinde, yakıt depoları tamamen doldurmak, yani pil & batarya paketlerii full-şarj etmek zorunda kalmayacağız. Hatta İsveçli bir imalatçı yüksek-yoğunluklu Li-ion pil / batarya teknolojisi kullanarak bu konuda şu anda çalışmalarını sürdürdüğünü belirtmektedir.²⁴



Resim 21: 1000 Km ve üzeri menzilli EA'lar

5.5. Araç paylaşım sistemlerinde EA'lar domine edecek. Dikkat edilmesi gereken bir diğer teknoloji eğilimi ise, kentsel araç hareketliliğinde, özellikle *araba paylaşım çözümlerinde* meydana gelen gelişmeler olabilir. Sürücüler, bir elektrikli araç satın almadan, piyasadaki

²² International Energy Agency - <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2019>

²³ WPT :Wireless Power Transfer

²⁴ <https://www.intelligentliving.co/600-miles-battery-charge/>

elektrikli araçları internet üzerinden belirli süreler için paylaşarak, finansiyel masraflarını (özellikle şehir içi) ciddi oranda düşürme imkanına sahip olabileceklerdir. Hatta, bu konuda faaliyet gösteren girişimci bazı firmalar sayesinde, bazı ülkelerdeki bu konu hayata geçmeye başlamıştır.



Resim 22: Mobil araç paylaşım sistemlerinde EA'lar çoğunlukta olacak.

5.6. Otonom sürüş (kendi-kendine gidebilen) teknolojisi yaygınlaşacak.

Otonom (*ing. Autonomous*) araçlar, otomatik kontrol sistem donanımları ve yapay zeka yazılımı sayesinde insan yardımına ihtiyaç duymadan; yolu, trafik durumunu ve çevre şartlarını algılayarak gidebilen otomobillerdir. Yani özetle; arabanın direksiyonu, fren, gaz gibi tüm kontrollerin, bilgisayar ve elektronik yazılımların kontrol edilmesi ve bizi istediğimiz bir noktadan başka bir noktaya taşımalarıdır. Varılmak istenen teknolojiye son nokta ise , **ELLER ve AYAKSIZ SÜRÜŞ** (“*hands-off, feet-off*” *driving*) durumudur.

Burada Otonom ve Otomasyon sözcüklerini ayırt etmemiz faydalı olacaktır. Zira Otonom demek kendi-kendini yönetebilen demek iken, araç otomasyonu ise yapılan bazı basit işlemleri -yardımcı bazı sistemler sayesinde- Otomatikleştirme (Ing. Automated) olacaktır. Zira, bu araçların yol ve çevre şartlarında oluşabilecek belirsizlikler ve sistemsel hatalara anında yanıt verip gerekli düzeltmeleri (bir nevi bizim gibi düşünüp karar vermeleri) beklenmemektedir.

Küresel çapta yaşanabilecek kavram kargaşalarının önüne geçebilmek için, 2014 senesinde SAE²⁵ tarafından J3016 taksonomisi yayınlanmıştır. Bu belgede, OTOMATİKLEŞTİRİLMİŞ ve/veya OTONOM sürüş konusu, 5 farklı seviye ile teknik gereksinimleri ile etraflıca açıklanmıştır. **Level 0** seviyesindeki araçlar için “Otomatik sistem uyarılar verir ve geçici olarak müdahale edebilir, ancak sürekli araç kontrolü yoktur.” olarak tanımlanmakta iken, **Level 5** seviyesindeki araçlar için “Hiçbir insan müdahalesine gerek yoktur. Buna bir örnek, tüm hava koşullarında, tüm yıl boyunca tüm dünyada tüm yollarda çalışan robotik bir taksi olabilir.” ifadeleri ile tanımlanmaktadır.

(Yukarıdaki tanımlar doğrultusunda düşündüğümüzde, 2020 Nisan itibarıyla henüz ticari olarak satılan Level 5 -Tam Otonom- bir araç henüz dünya üzerinde mevcut değildir.²⁶)

Bu teknoloji sayesinde daha konforlu ve güvenli yolculuklar olabilir. Ayrıca bu teknolojinin yaygınlaşması neticesinde, *taksicilik* ve *uzun yol şoförlüğü* bazı meslek gruplarının ortadan kalkması da muhtemeldir. Bu konuda günümüzde büyük otomobil firmalarının hemen hepsinin çalışmaları mevcut olmak ile birlikte, Apple, Google, Baidu ve Waymo

²⁵ SAE (*Society of Automotive Engineers*): Otomotiv Mühendisleri Cemiyeti

²⁶ https://en.wikipedia.org/wiki/National_Transportation_Safety_Board

gibi teknoloji firmaları da *otonom sürüş* ve *otonom arabalar* konusunda araştırmalarını sürdürmektedir.



Resim 23: Elektrikli Araçların İç Mekan tasarım örneği

5.7. Daha Akıllı, Daha Eğlenceli ve Bağlanabilir Elektrikli Araçlar

Geleceđin taşıt araçları şüphesiz ki daha teknolojik, dolayısıyla daha akıllı (Ing.smart) olacaklardır. Bilgisayar, İnternet ve yapay-zeka teknolojisindeki gelişmeler paralelinde, elektrikli araçların elektronik beyinleri de -düşünme ve karar verme yeteneklerinin arttırmak için- geliştirilecektir.

Akıllı özelliklerine örnek vermek gerekirse, aracın dar bir boşluğa kendi-kendine park edebilmesinden tutun da, park ettiğiniz yerden sizin çağıracağınız yere kendi-kendine gelmesi olabilir.

Eğlence boyutunda ise, internetten sunulan ve çoğumuzun cep telefonundan kullandığı müzik, video ve oyun programlarını araç içindeki ekran(lar)dan sürücü ve yolcuların hizmetine sunabilmesi, örnek olarak gösterilebilir.



Resim 24: Elektrikli Araçlarda kokpit tasarımı ve birbirine bağlanma özelliği

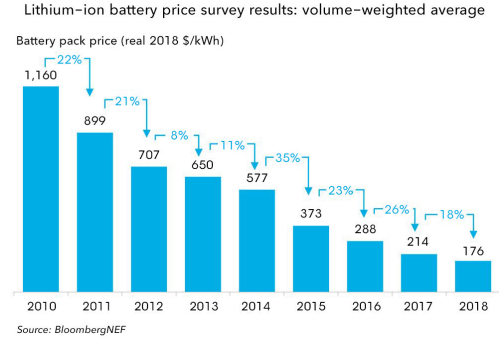
Bu araçların Akıllı ve Eğlenceli olmaları ile birlikte, bir diğer önemli özellikleri de İnternete, hatta birbirlerine **Bađlanabilirlik** (Connectivity) yetenekleri olacaktır. Bu yetenekleri sayesinde, bu yeteneğe sahip diğer araçlar & elektronik sistemler ile iletişime geçecekler ve yol durumu, trafik sıkışıklığı ve hatta diğer araçların yoldaki durumları (ani fren yapma, kaza gibi) anlık olarak takip ederek, kendi-kendilerin önlem alabileceklerdir.

Böylelikle, yukarıda 6. maddede bahsi geçen “Tam-Otonom” sürüş mümkün olabilecektir.

5.8. Pil Teknolojisinde Beklenen Gelişmeler

Elektrikli Araçların küresel piyasalarda satışlarının son yıllarda hızlı artmasına paralel olarak, bu teknolojinin ucuzlaması hızlanmaktadır. Öyleki, kapasiteleri 2 katından fazla artmasına rağmen, 2011 ile 2017 arasında pil/bataryaların toplam maliyetleri **%10 civarında ucuzladığı** belirtilmektedir. Ancak, önümüzdeki yıllarda bu maliyet

azalmasının giderek hızlanacağı ve **2030** itibariyle **%50**, **2040** itibariyle **%75** civarında ucuzlayacağı öngörülmektedir.²⁷



Resim 25: Elektrikli Araçlarda kokpit Pil / Batarya paketlerinin yıllara bağlı ucuzlaması

Ayrıca, 7. soruya yanıt olarak ayrıntılı olarak işlenen günümüzdeki popüler Li-ion piller / bataryalara alternatif olarak, şu pil/batarya teknolojileri geliştirilmektedir:

- Lityum-sülfür (*Lithium Sulfur / Li-S*)
- Lityum-hava (*Lithium-air*)
- Alüminyum-hava (*Aluminium-air*)
- Katı hal Lityum-iyon (*Solid state Li-ion*)
- Grafen (*graphene*)
- Sodyum-iyon (*Sodium-ion / Na-ion*)
- Çinko-hava (*Zinc-air*)

Geliştirilen bu teknolojiler sayesinde, EA'lar daha az maliyet ile daha uzun menzile sahip olması hedeflenmektedir. İlave olarak bu yeni teknolojilere sahip pil ve bataryaların, daha hafif olmaları ile birlikte çevreye de daha az zarar veren materyaller kullanılarak imal edilmeleri beklenmektedir.

Son olarak, elektronik batarya yönetim sistemleri BMS ve AC & DC şarj teknolojilerindeki gelişmeler paralelinde, yeni-nesil bataryalar 5-15 dakika içinde full-kapasitede doldurulabilecektir.²⁸

²⁷ <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC113360/kina29440enn.pdf>

²⁸ <https://www.pocket-lint.com/gadgets/news/130380-future-batteries-coming-soon-charge-in-seconds-last-months-and-power-over-the-air>

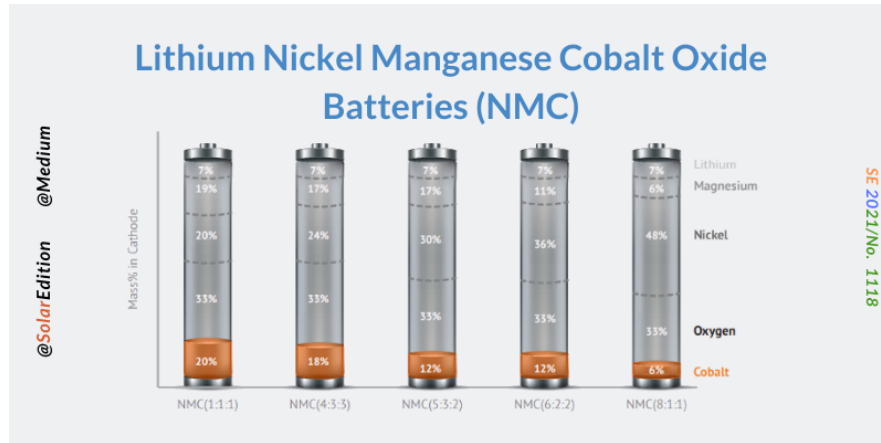
6. SONSÖZ

"GÜNÜMÜZDE ELEKTRİKLİ ARAÇLARA İLİŞKİN KAYGILAR ÇÖZÜLMÜŞ DURUMDA"

Bu sözler TOGG'un CEO'su Sn. Gürcan Karakaş'a ait...Kendisi ayrıca, elektrikli araçlar nezdinde geçmiş dönemlerde kullanıcıların 3 kaygısı (yukarıda da işlenen) bulunduğunu belirterek, şöyle devam etti:

"Birincisi pahalı olması, ikincisi şarj süresi çok uzundu ve üçüncüsü menzili kısıydı. Günümüzde bunların hepsi çözülmüş durumda. Artık ulaşılabilir ve içten yanmalı motorlu araçlarla fiyat rekabeti yapabilecek elektrikli araçlar üretmek mümkün.

Özellikle lithium-ion NMC teknolojisi ile de bataryanızla 500 kilometre gidebilmek çok rahat. Bugün baktığınızda birçok benzinli araçların menzili daha fazla değil. Farkı şu, geçmiş yüz senedir etrafta benzin istasyonlar yaygınlaştığı için o sıkıntıyı hissetmiyoruz kaygı olarak. Ama bunun da çözümü hakikaten kolay ve ülkemiz dahil şu an tüm dünyada bunun üzerinde çalışılıyor."



Kaynak: <https://solaredition.com/lithium-battery-chemistries-different-chemistries-for-different-applications/>

ELEKTRİK Enerjisi ve onun depolanmasına olanak veren kimyasal PİLLER/ BATARYALAR'ın, hepimiz için daha önemli hale geleceği şüphesizdir! Zira, akademisyenler, profesyonel organizasyonları, endüstri ve hükümetler tarafından süregelen küresel ArGe çalışmalar sayesinde, yukarıdaki bahsedilen teknolojiler olgunlaşp ucuzlayacak ve şu anda kullandığımız İçten-yanmalı motorlara sahip (benzinli/dizel/LPG'li araçlar) yerini "sadece ELEKTRİK Enerjisi (AEV & BEV)" veya "HİBRİT sistemler (HEVs)" ile çalışan taşıt araçlarına bırakacaktır. PİLLER, BATARYALAR ve ELEKTRİK enerjisini dayanan bu dönüşümü DOĞRU yapmamız ve bu treni kaçırmamız son derece önemlidir!

Taşıt Araçları Tedarik Sanayicileri Derneği (TAYSAD) Yönetim Kurulu Başkanı Sn. Albert Saydam'ın Dünya Gazetesi'ne ²⁵ verdiği demeçten bir alıntıyı okuyup anlamamız, hepimizin için faydalı olacaktır:

"Elektrikli araçta doğru dönüşümü yapamazsak, bu yüzde 80 oranının yüzde 30 ila yüzde 15 arasındaki bir rakama gerilemesi söz konusu. Neden? Çünkü, elektrik motoru, batarya, yazılım zaten elektrikli aracın yüzde 60'ını oluşturuyor. Bizler o konuda ihtisaslaşmazsak o zaman başkalarından almak durumundan olacağız. Dolayısıyla TOGG projesi hepimiz için tam bir boy aynası. Sadece rekabetçilik anlamında değil,

bir elektrikli araçta neyi yapıp, neyi yapamadığımızı görüyoruz. Yapanlar bu rekabet üstünlüğünü korumaya çalışırken, yapamayanlar alternatif çözümler veya daha doğrusu kendi içindeki süreçleri iyileştirme yoluna gidiyorlar. Değişirme yoluna gidiyorlar."

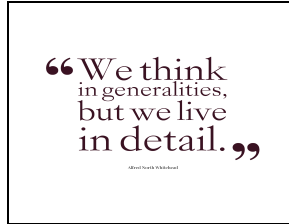
Hatta bu konuda dünya üzerinde güvenilir organizasyonların yaptığı analizlere göre, 2030 senesi öncesinde AEV & BEV'lerin, geleneksel araçlardan daha ucuza satıldıklarını görebiliriz.²⁹

Yukarıdaki paragraflarda ise, "sadece ELEKTRİK Enerjisi veya HİBRİT sistemler ile çalışan taşıt araçları (otomobil, minibüs, kamyon, tır, gemi ve uçak gibi)" hakkındaki temel kavramlar ile birlikte, EA'ların avantaj ve dezavantajları da özetle madde madde değinilmektedir.

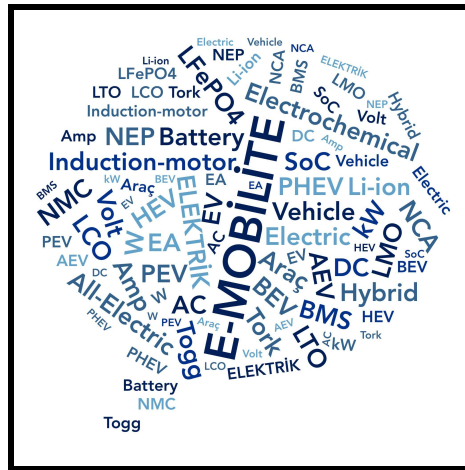
Bunlara ilave olarak, dünya üzerinde en sık sorulan 14 soru yardımı ile; hem ortalama EA kullanıcısına, hem de sektördeki profesyonellere -çarpıcı teknik bilgiler ve sayıların ışığında- faydalı yanıtların verilmesi amaçlanmaktadır. Beklenen teknolojik gelişmeleri ve trendleri ise, özet olarak yukarıdaki bölümde bulabilirsiniz.

Son olarak;

Elbetteki, bu kavram ve konular çok daha fazla teknik & ticari ayrıntılara da sahiptir! Zira, biz insanlar "Genellemelerle düşünür ama detaylarla yaşarız."



Yukarıda özetlenerek bahsedilen konular şuanda bile sürekli gelişmekte ve yeni bilgiler/teknolojiler ortaya çıkmaktadır. Bu yazıda işlenen/özetlenen kavram ve terminolojilerin, - **Elektrik Araçlar , Bataryalar ve Piller** konularına meraklı olanlar ve kendini geliştirmek isteyen kişi/kurum/kuruluşlar için- birer başlangıç noktası/anahtar görevi görmesi dileği ile...



²⁹ <https://www.bloomberg.com/opinion/articles/2019-04-12/electric-vehicle-battery-shrinks-and-so-does-the-total-cost>

7. KAYNAKÇA

1. Hybrid and Electric Vehicles - L. E. Carmichael- 2012 ABDO Publishing
2. Battery Technology for Electric Vehicles: Public science and private innovation - Albert N. Link, Alan C. O'Connor, Troy J. Scott -Routledge 2015
3. A Comprehensive Study of Key Electric Vehicle (EV) Components, Technologies, Challenges, Impacts, and Future Direction of Development, Fuad Un-Noor, Sanjeevikumar Padmanaban , Lucian Mihet-Popa , Mohammad Nurunnabi Mollah 1 and Eklas Hossain, Energies 2017
4. Comparison of Different Battery Types for Electric Vehicles, C Iclodean1, B Varga, N Burnete, D Cimerdean, B Jurchiş, Technical University of Cluj-Napoca, Romania, Muncii Bd. 103 - 105, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering (2017)
5. https://batteryuniversity.com/learn/article/how_to_charge_when_to_charge_table
6. <https://pushevs.com/2018/04/27/battery-charging-full-versus-partial/>
7. <https://www.plugincars.com/eight-tips-extend-battery-life-your-electric-car-107938.html>
8. <https://newsroom.aaa.com/2019/02/cold-weather-reduces-electric-vehicle-range/>
9. <https://www.autoevolution.com/news/the-perks-of-driving-an-electric-car-in-winter-139395.html>
10. <https://www.energy.gov/eere/electricvehicles/maximizing-electric-cars-range-extreme-temperatures>
11. https://afdc.energy.gov/vehicles/electric_maintenance.html
12. <https://www.edfenergy.com/electric-cars/maintenance>
13. <http://www.worldstopexports.com/electric-cars-exports-by-country/>
14. <http://tehad.org/2020/02/08/dunya-elektrikli-otomobil-satis-rakamlarinda-tesla-acik-ara-lider/>
15. https://assets.ctfassets.net/ulfvrfp1itxm/3gNS3F5NPiiU2W7tA62QqH/f6269e4852bb147bc7e29709e2383989/EV_driver_survey_report_2020_EN.pdf
16. <https://www.wikizeroo.org/index.php?q=aHR0cHM6Ly9lbi53aWtpcGVkaWEub3JnL3dpa2kvRWxlY3RyaWNfdmVoaWNsZV9iYXR0ZXJ5>
17. http://www.emo.org.tr/ekler/929157f3f9ab67a_ek.pdf?dergi=1051
18. <https://www.wikizeroo.org/index.php?q=aHR0cHM6Ly9lbi53aWtpcGVkaWEub3JnL3dpa2kvRWxlY3RyaWNfdmVoaWNsZV9iYXR0ZXJ5>
19. <https://www.geotab.com/white-paper/electric-vehicle-trends/>
20. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6093982>
21. <https://interestingengineering.com/7-ev-tech-trends-to-watch-in-2020>
22. <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC113360/kjna29440enn.pdf>
23. <https://www.pocket-lint.com/gadgets/news/130380-future-batteries-coming-soon-charge-in-seconds-last-months-and-pow-er-over-the-air>
24. <https://owlcation.com/stem/Comparing-6-Lithium-ion-Battery-Types>
25. <https://www.dunya.com/ekonomi/taysad-baskani-saydam-togg-projesi-hepimiz-icin-tam-bir-boy-aynasi-haberi-640402>
26. <https://www.sabah.com.tr/trend/galeri/yasam/yerli-otomobilde-yeni-gelisme-3-sirket-togg-icin-bir-araya-geldi/5>



PCS. Tolga DIRAZ, özellikle **Korozyon, Elektrokimyasal Piller/Bataryalar, Kaplamalar ve Boyalar** konularında derinleşen, **Evrinsel İnsani Değerler** (Örn. BM İlkeler Sözleşmesi ve literatürde “Attestion” olarak # mesleki etik yeminleri gibi) ile birlikte “**Sürekli mesleki gelişim**” kavramlarına gönülden inanan, deneyimli bir Kimya Mühendisi ve sertifikalı Korozyon & **Koruyucu Boyalar/Kaplamalar uzmanı (PCS.)**, enspektörü/denetçisi (**CIP Level 3**) ve eğitmenidir.