



Elektrikli Araçların Patent Analizlerinin İncelenmesi ve Askerî Araçlar Üzerindeki Uygulamaları

Mehmet Hanifi KAYA*

Öz

Elektrikli araç teknolojileri, petrol kaynaklarının azalması ve çevre bilincinin gelişmesiyle beraber araçların yapmış olduğu karbon salınımının azaltılmak istenmesi gibi nedenlerden dolayı önem kazanmaya başlamıştır. Çalışma kapsamında kendi içinde hibrit, yakıt hücreli ve tam elektrikli olarak üçe ayrılan elektrikli araçlar incelenmiş ve bu araçlarda bulunan teknolojilerin askerî araçlar üzerindeki uygulamaları ele alınmıştır. Bu bağlamda öncelikle hibrit askerî araçlar incelenmiş, bu araçlardan “SEP”, “Shadow RST-V”, “Ranger”, “FED Beta” ve “ULV” isimli araçlar ele alınmıştır. Ayrıca TÛMOSAN’ın 2019 yılında tanıttığı “Hibrit Güç Platformu” hibrit askerî araçlara yönelik yapılan yerli çalışmaların bir örneği olarak incelenmiştir. Yakıt hücreli askerî araçlarda “Chevrolet Colorado ZH2” incelenirken, tam elektrikli askerî araçlarda ise Otocar’ın üretmiş olduğu “AKREP II” ve “Reckless” isimli araçlar ele alınmıştır. Yapılan çalışma kapsamında elektrikli araçların ortaya çıkış süreci ve türleri ayrıntılı olarak açıklanmış ve elektrikli araç teknolojilerinin, askerî araçlardaki kısıtlı kullanımı incelenmiştir. Ayrıca çalışma kapsamında elektrikli araç teknolojisindeki gelişimin hangi düzeyde olduğunun tespit edilmesi, bu teknolojinin ne gibi avantajlara ve dezavantajlara sahip olduğunun ortaya çıkarılması amacıyla, elektrikli araçlara yönelik yapılan patent analizleri incelenmiştir. Yapılan patent analizlerine ek olarak, elektrikli araçların global düzeydeki satış oranları ele alınmış ve geleceğe yönelik satış tahminleri yapılarak, teknoloji öngörülerinde bulunulmuştur. Patent analizleri incelenmeden önce ise patent kavramı ve patent analiziyle ilgili kısa bir bilgilendirme yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Elektrikli Araç Teknolojisi, Elektrikli Araçların Patent Analizi, Elektrikli Askerî Araçlar.

* YL. Öğr. Milli Savunma Üniversitesi, Atatürk Stratejik Araştırmalar Enstitüsü, Savunma Yönetimi ABD, Savunma Kaynakları Yönetimi Prog., mehmethanifikaya23 @gmail.com
ORCID: 0000-0001-9194-432X

Examination of Patent Analysis of Electric Vehicles and Applications on Military Vehicles

Abstract

Electric vehicle technologies have become very important for reasons such as the reduction of oil resources and the development of environmental awareness, and the desire to reduce the carbon emission made by vehicles. Within the scope of the study, electric vehicles are divided into three types as hybrid, fuel cell and fully electric, and the applications of the technologies in these vehicles on military vehicles are discussed. In this context, hybrid military vehicles are first discussed and the vehicles named "Shadow RST-V", "Ranger", "FED Beta" and "ULV" are examined under the heading hybrid military vehicles. In addition, the "Hybrid Power Platform" introduced by TUMOSAN in 2019 is being examined as an example of domestic work on hybrid military vehicles. Under the heading of fuel cell military vehicles, "Chevrolet Colorado ZH2" is under review, while "AKREP II" (developed by Otokar) and "Reckless" are examined under the heading of fully electric military vehicles. Within the scope of the study, the emergence process and types of electric vehicles are explained in detail and the limited use of electric vehicle technologies in military vehicles is examined. Also, within the scope of the study, patent analyses for electric vehicles are examined in order to determine the level of development in electric vehicle technology and to determine what advantages and disadvantages this technology has. In addition to the patent analysis, the global sales rates of electric vehicles are discussed and future sales forecasts and technology predictions are made. Before the patent analysis is examined, a brief information is provided about the patent concept and patent analysis.

Keywords: *Electric Vehicle Technology, Patent Analysis of Electric Vehicles, Electric Military Vehicles.*

Giriş

Günümüzde petrol kaynaklarının azalması ve çevre duyarlılığının gelişmesi, elektrikli araçları oldukça önemli bir konuma taşımıştır. Ayrıca içten yanmalı motorlara sahip araçların bakımındaki zorluklar ve yüksek yakıt fiyatları elektrikli araçlara yönelimi hızlandıran faktörler olarak ortaya çıkmaktadır. Elektrikli araçların tüm dünyada giderek yaygınlaşmaya başlaması büyük otomobil üreticilerini de

harekete geçirmiş ve bu üreticiler tarafından, elektrikli araçlar ile ilgili oldukça önemli araştırma ve geliştirme faaliyetleri yürütülmüştür. Yürütülen bu faaliyetlerin ortaya çıkarılması da üretici firmaların yaptığı patent çalışmalarının incelenmesi neticesinde ortaya çıkmıştır.

Büyük otomobil üreticileri tarafından yürütülen çalışmalar sonucunda ortaya birçok elektrikli araç prototipi çıkmış ve bu prototiplerden bazıları seri üretime uygun hale getirilebilmiştir. Hazırlanan çalışma kapsamında ise öncelikle patent analizi ve ileri patent analizi kavramları açıklanmış ve böylece üretici firmaların araştırma ve geliştirme faaliyetlerinin doğru bir şekilde tespit edilmesi sağlanmıştır.

Çalışmanın ilerleyen bölümlerinde elektrikli araçların doğru bir şekilde tanıtılması ve türlerinin doğru bir şekilde anlaşılması amacıyla elektrikli araçlara yönelik detaylı bilgilendirmeler yapılmıştır. Yapılan bu bilgilendirmelerden sonra otomobil üreticisi firmaların elektrikli araçlara yönelik yapmış olduğu patent çalışmaları ve analizlerinin yanı sıra bu firmalardan seri üretime geçebilenlerin satış oranları ele alınmıştır. Çalışmanın son bölümünde ise genel tanımları, patent analizleri ve satış oranları incelenen elektrikli araçların, askerî alandaki kullanım örnekleri incelenmiştir.

Patent Analizi

Patent analizi, ürün yöneticileri, iş yöneticileri ve fikrî mülkiyet stratejisi yöneticileri tarafından, şirketler/sektörler hakkındaki bilgileri teknolojik rekabet ve teknolojik gelişme yörüngesi açısından işe yarar bilgiye dönüştürmek amacıyla kullanılır. Patent analizinin yanı sıra patent araştırması da oldukça sık bir şekilde yapılmaktadır. Ancak patent araştırması, patent analizi gibi patentle ilgili geleceğe yönelik bilgiler vermekten ziyade, patenti yenilik, geçerlilik ve tescil edilebilirlik açısından incelemektedir. Aşağıda patent analizinin önemine dair birtakım bilgiler maddeler halinde sıralanmıştır (Çetindamar, Phaal ve Probert, 2013);

1. İstatistiksel yöntemler kullanarak analiz yapılmaktadır.
2. Analizi yapılan patentlerde oldukça fazla veri bulunduğu için bu verilerin incelenmesiyle beraber, geleceğe yönelik teknolojilerin nasıl şekillendiği tespit edilebilmektedir.
3. Patent analizi şirketlerin teknolojik rakip istihbaratının ayrılmaz bir parçası olduğu için üst düzey yönetim tarafından yürütülmektedir.

4. Patent analizi genelde üç teknolojik yeteneğin oluşumunda işe yarar, a) Edinim (AR-GE Yönetimi), b) Tanımlama, c) Koruma.

5. Bir şirketin patentlerinin incelenip analiz edilmesi, söz konusu şirketin güçlü ve zayıf yönlerinin tespit edilmesi ve şirket yöneticilerinin uygulamış olduğu fikrî mülkiyet stratejilerinin ortaya çıkartılması açısından oldukça önemlidir.

6. Yapılan patent analizi sonucunda, bir şirketin sahip olduğu patent sayısı, teknolojisinin büyüme biçimi, inovasyona verdiği önemi yani söz konusu patentin AR-GE planlamasında kaç kez yer aldığına rakip şirketlerle kıyaslanması gibi bulguların elde edilmesi, ayrıntılı bir rekabet analizinin yapılması bilgileri elde edilir.

7. İncelenen patentler, ortak atıflarına bakılarak sınıflandırılabilir.

8. Yapılan patent analizleri, şirketlerin teknolojik konumu hakkında son derece önemli bilgiler vererek hangi teknolojilere yatırım yapılması gerektiğini ortaya çıkartmaktadır.

9. Patent araştırması yapılırken öncelikle; IPC ve CPC kodları kullanılarak patentler aratılır; bu kodların haricinde anahtar kelimeler girilerek arama yapılabilir, uzman bilgisine başvurulabilir ve literatür taraması yapılabilir.

10. Şirketlerin, başkaları tarafından yapılan patent analizlerini kullanmaları oldukça yanlış bir tutum olarak görülmektedir. Çünkü başka kişiler veya kurumlar tarafından yapılan analizler farklı bir amaç için yapılmış olabileceği gibi eksik bilgiler de içerebilmektedir.

Yukarıda ifade edilen patent analizi kavramından bahsedilirken ele alınması gereken bir diğer konu ise ileri patent analizi yöntemidir. Bu yöntem özünde, patent analizi sonucunda elde edilen verilerin, “S eğrisi” olarak adlandırılan, grafiksel ifadelerle gösterimine dayanır. Yapılan analizlerin grafiksel gösterimi, patent analizi yapan şirketlerin elde ettikleri verileri daha anlaşılabilir kılmak için sık kullandıkları bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu bağlamda S-eğrilerinin çizilebilmesi için üç temel adım izlenmektedir. İlk olarak bir performans metriği üzerinden boylamsal veriler toplanır, daha sonra ise evrimi gözlemlemek için eğri çizilir ve son olarak ortaya çıkan eğri nihai bir karara varmak amacıyla yorumlanıp kullanılır (Daim, Rueda, Martin ve Gerdri, 2006). Bu eğrilerin yorumlanması yapılırken patentin hangi evrede olduğu göz önünde bulundurulur. Bu bağlamda olgunluk ve yaşlılık dönemlerinde bulunan patentler yatırım yapılabilirlik açısından uygun görülmezken, kuluçka ve yükselme döneminde olan patentler yatırım yapılabilir

olarak görülmektedir. Kısacası, S-eğrileri yatırım yapılabilirliği göstermesi açısından oldukça önemlidir.

İşletmelerin yapmış olduğu ileri patent analizleri, yalnızca yeni yatırım yapılacak alanların tespit edilmesinde değil, aynı zamanda işletmenin mevcut yatırımlarının da durumunun ortaya konulması açısından oldukça gereklidir. Böylece işletmeler, mevcut yatırımlarını S eğrisi üzerinden inceleyerek, yukarıda ifade edilen evrelerin hangisinde yer aldığını tespit edebilmektedir. Yapılan bu incelemeler sonucunda işletme, mevcut yatırımının olgunluk veya yaşlılık evresinde olduğunu tespit ederse, söz konusu yatırımını gözden geçirerek, yeniden revize etmek zorunda kalmaktadır.

Yukarıda da ifade edildiği gibi ileri patent analizleri, işletmeler açısından hayati bir önem taşımakta ve adeta işletmelerin kaderini şekillendirmektedir. Bu duruma verilebilecek en güzel örnek ise Sony ve JVC arasında yaşanan durumdur. Bilindiği üzere Sony video kamera sektörüne ilk giren firma iken JVC bu pazara daha sonradan dahil olmuştur. Sony video kamera sektörüne ilk girdiğinde pazar payının neredeyse tamamına sahipken, pazara sonradan JVC'nin girmesiyle birlikte Sony'nin etkinliği azalmaya başlamış ve JVC, Sony'yi pazarın dışına itmeyi başarmıştır (Çetindamar vd., 2013). Bu durumun başlıca nedeni ise JVC firmasının oluşturduğu S eğrilerinin analizini doğru yaparak, piyasanın ihtiyacı olan video kamerada daha uzun kayıt yapma ve video oynatma isteklerini tespit ederek bu ihtiyaçları karşılamaya yönelik yatırımlar yapmasıdır.

Elektrikli Araçların Ortaya Çıkışı ve Türleri

Elektrikli araçların üretimi zannedilenin aksine çok eskilere dayanmaktadır. Yapılan bu çalışma kapsamında ilk üretilen araçların, elektrikli araçlar olduğu tespit edilmiş ve böylece elektrikli otomobiller ile ilgili ilk gelişmelerin 1830'lu yıllara dayandığı görülmüştür. 1834 yılına gelindiğinde pille hareket eden ilk elektrikli araç üretilmiştir. Thomas Davenport tarafından tasarlanan bu araç üç tekerlekli olup, arabadan ziyade bir bisikleti andırmakta ve bataryaları şarj edilememekteydi. Davenport'un bu çalışmasının hemen ardından, 1835 yılında Profesör Stratingh tarafından tasarlanan elektrikli araç modeli de bu araçlar ile ilgili yapılan ilk çalışmalardan biri olarak görülmektedir (Ünlü vd., 2003). Bu bağlamda bahsi geçen her iki çalışma da elektrikli araç teknolojilerinin ortaya çıkması ve gelişmesi açısından oldukça önemli görülmektedir.

Elektrikli araçlarla ilgili yapılan ilk çalışmaların ardından, yıl 1838'i gösterdiğinde Robert Davidson tarafından şarj edilemeyen ilk elektrikli lokomotif icat edilmiştir. Elektrikli araç teknolojilerinin gelişimine ilişkin yaşanan bir diğer gelişme ise 1874 yılında David Salomons'un ilk defa şarj edilebilir bir batarya ile çalışan yeni bir elektrikli araç üretmesi olmuştur. Yaşanan bu gelişme elektrikli araçların gelişimi açısından adeta bir devrim niteliği taşımaktadır. Şarj edilebilir yeni bataryalar ile araçların batarya giderleri azaltılmış ve böylece maliyet açısından oldukça önemli bir tasarruf yapılabilmektedir. Fakat her ne kadar Salomons tarafından icat edilen bu bataryalar elektrikli araçların maliyetini düşürse dahi, yine de bu araçları sıradan insanların alabileceği fiyat düzeyine getirememiştir. Bu yıllarda üretilen bir elektrikli aracın maliyeti, günümüzde yaklaşık olarak bir Rolls Royce fiyatına tekabül etmektedir (Chan ve Chau, 2001). Üretilen bu otomobiller, her ne kadar konforlu ve pahalı olsa da gerek at arabalarından daha yavaş ilerlemeleri, gerekse kısa bir menzile sahip olmaları nedeniyle pek kullanışlı görülmemişlerdir.

1880'li yıllara gelindiğinde içten yanmalı motorlara sahip olan ilk araçlar üretilmeye başlansa da piyasanın hâkimiyeti hâlâ elektrikli araçların kontrolünde bulunmaktaydı. 1900'lü yılların başında ise elektrikli ve benzinli motorların beraber kullanıldığı yeni teknolojiler de ortaya çıkmaya başlamıştır (Kerem, 2014). Ayrıca 1900 yılında Amerika'da yıllık 4200 otomobil satışı yapılmakta ve bu satışların %38'i elektrikli araçları, %22'si içten yanmalı motora sahip araçları ve %40'ı buharla çalışan araçları kapsamaktaydı. Bu veriler ışığında elektrikli araçların hâlâ piyasada önemli bir paya sahip olduğu görülmektedir. Ancak 1908 yılına gelindiğinde Henry Ford, dünyanın ilk seri fabrikasyon üretimi olan ve aynı zamanda içten yanmalı bir motora sahip olan Model T adlı otomobili piyasaya sürerek, elektrikli araçları domine etmeyi başarmıştır. Model T'nin kısa zamanda elektrikli araçların önüne geçebilmesinin sebeplerinden biri de 1909 yılında 850 Dolar olan fiyatının 1925'te 260 Dolar'a düşürülmesidir (Chan ve Chau, 2001). Model T'nin uzunca bir dönem yoğun rağbet görmesi nedeniyle 1960'lı yıllara kadar elektrikli araçlar ile ilgili herhangi bir çalışma yapılmamıştır.

1960'lı yıllara gelindiğinde ise yoğun kullanım nedeniyle ABD ve Avrupa'nın petrol rezervlerinde ciddi bir azalma yaşanmış ve bu durumda, Ortadoğu başta olmak üzere, petrol açısından zengin olan bölgelere askerî birlikler gönderilerek bu kaynaklardan yararlanmaya çalışmak bir çözüm olarak görülmüştür. Bu durumun farkına varan Ortadoğu ülkeleri 1970'lerden itibaren kendi ülkelerindeki petrol şirketlerine el koymaya başlamışlardır. Bu bağlamda öncelikle Irak, 1972 yılında

“Iraq Petroleum Company” şirketini tamamen millileştirmiştir. Benzer bir uygulama 1973 yılında İran’da yapılmış ve petrol şirketleri sadece bir idareci konumuna getirilerek, üretim tamamen İran Millî Şirketi’nin tekeline bırakılmıştır. Aynı yıl Arap-İsrail Savaşı ortaya çıkmış ve körfez ülkeleri bu savaşı protesto etmek amacıyla ABD ve Avrupa’ya petrol ambargosu uygulamıştır (Armaoğlu, 1987). ABD ve Avrupa, uygulanan bu ambargo sonrasında, elektrikli araçlar ile ilgili yaptıkları çalışmaları ciddi anlamda arttırmışlardır.

Yapılan bu yoğun çalışmaların bir sonucu olarak da 1980’lerde ilk seri üretim elektrikli otomobiller üretilmeye başlanmıştır. 1990’lı yıllara gelindiğinde ise ABD ve Avrupa’nın bazı bölgelerinde katı emisyon uygulamaları başlatılmıştır. Bu uygulamalar arasında en dikkat çeken Kaliforniya’da hayata geçirilmiştir. Bu bağlamda “Kaliforniya Hava Kaynakları Kurulu” kurulmuş ve bu kurul tarafından alınan kararlara göre Kaliforniya’da üretilen tüm araçların, 1998 yılına kadar %2’sinin, 2003 yılına kadar ise %10’unun sıfır emisyonlu olması zorunlu kılınmıştır. Bu kurul 1998’deki hedefine ulaşmış ancak 2003 yılındaki hedeflerini yakalayamamıştır (Chan, 1993). Bu durumun başlıca nedeni olarak da ABD’de yaşanan hükümet değişikliği ve bu değişikliğin bir sonucu olarak Kaliforniya’daki emisyon yasası şartlarının yumuşatılması gösterilmektedir. 2000’li yılların başlarına kadar Avrupa ve Amerika’da elektrikli araçların üretimine yönelik teşvikler devam etmiş ve günümüze kadar gelen süreçte ise bu teşvikler tüm dünyada yoğun bir şekilde artmıştır.

Çalışma kapsamında, gelişim sürecine dair detaylı bir şekilde bilgilendirme yapılan elektrikli araçların genel olarak üç farklı türü bulunmaktadır. Bunlardan ilki Hibrit Otomobiller, ikincisi Yakıt Hücreli Otomobiller ve üçüncüsü Tam Elektrikli Otomobillerdir. Çalışma kapsamında öncelikle bu otomobillere dair genel bir bilgi verilecek, daha sonra ise bu otomobiller ile alakalı, yapılan patent analizleri incelenecektir.

1. Hibrit Otomobiller (HEV)

Günümüz elektrikli araç teknolojilerinde en yaygın kullanılan tekniklerden biri olarak öncelikle hibrit otomobiller karşımıza çıkmaktadır. Adından da anlaşılacağı üzere melez manasına gelen hibrit kavramı elektrikli araçlar için benzer mantıkta kullanılmaktadır. Bu tip elektrikli araçlarda hem klasik içten yanmalı bir motor hem de bunu destekleyen bir elektrik motoru bulunmaktadır (Keskin, 2009).

Hibrit teknolojisiyle üretilen araçların da kendi içerisinde iki farklı versiyonu bulunmaktadır. Bunlardan ilki düz hibrit, ikincisi ise plug-in hibrit otomobillerdir.

Düz hibrit otomobillerde, güçlü bir benzinli motor ve ona yardımcı olması için küçük bir elektrikli motor bulunmaktadır. Buradaki küçük elektrikli motor aracı hareket ettirmekten ziyade, benzinli motoru desteklemek amacıyla kullanılmaktadır. Bu elektrikli motorlar özellikle benzinli motorların çok fazla yakıt tükettiği ve zorlandığı durumlarda devreye girmektedir (Ünlü vd., 2003). Örneğin; yoğun şehir trafiğinde ve yüksek eğimli yokuşların çıkılması esnasında, elektrikli motor destekleyici olarak devreye girer. Düz hibrit teknolojisine sahip araçlar dışarıdan şarj edilmeye ihtiyaç duymazlar. Çünkü bu elektrikli motor, benzinli motor çalışırken arabanın hareket enerjisini ve fren yapıldığında ortaya çıkan enerjiyi, elektrik enerjisine çevirerek bataryalarını doldurabilmektedir. Düz hibrit teknolojisiyle üretilmiş en öne çıkan araç ise Toyota'nın C-HR modeli olmuştur.

Çalışma kapsamında, dışarıdan haricî olarak şarj edilemeyen hibrit araçların tümü düz hibrit araçlar olarak tanımlanmıştır. Düz hibrit olarak ele alınan bu araçlar da kendi içlerinde üç farklı gruba ayrılmaktadır. Bunlar seri hibrit, paralel hibrit ve seri-paralel hibrit araçlar olarak adlandırılmaktadır. Seri hibrit olarak adlandırılan araç modelinde, içten yanmalı motorun, yakıtı kullanarak elde ettiği enerji, jeneratör yardımıyla elektrik enerjisine çevrilerek araç içerisindeki batarya pillerine aktarılmaktadır. Bu pillerin dolusunda, içten yanmalı motorun ürettiği enerjiye ek olarak, aracın hareket fren gücüyle oluşan enerjide kullanılmaktadır (Keskin, 2009). Böylece araç içerisinde bulunan elektrikli motora, piller yardımıyla enerji iletebilmekte ve araç hareket edebilmektedir.

İkinci olarak ele alınan paralel hibrit araç modelinde ise aracın hareket edebilmesi için ihtiyaç duyulan enerji içten yanmalı motor ile elektrikli motorunun beraber çalışmasıyla sağlanmaktadır. Seri hibrit araçların aksine bu modelde içten yanmalı motor, yakıtı kullanarak elde ettiği enerjiyi, elektrikli motora aktarmak için değil, doğrudan aracı hareket ettirmek için kullanılmaktadır. Elektrikli motor ise ihtiyaç duyduğu enerjiyi, aracın hareket ve fren gücüyle ortaya çıkan enerjinin depolandığı batarya pillerinden elde etmektedir (Emadi, Lee ve Rajashekara, 2008).

Son olarak ele alınan seri-paralel hibrit araç modeline gelindiğinde ise içten yanmalı motor, yakıtı kullanarak elde ettiği enerjinin bir kısmını doğrudan aracı hareket ettirmek için kullanırken, bir kısmını da jeneratör yardımıyla elektrik enerjisine çevrilerek batarya pillerine aktarılmaktadır (Muratoğlu ve Akkaya, 2015). Ancak bu pillerin dolumu için yalnızca içten yanmalı motorun aktardığı enerji değil,

ayrıca aracın hareket ve fren gücü ile ortaya çıkan enerji de kullanılmaktadır. Elektrikli motor ise ihtiyaç duyduğu enerjiyi bu pillerden karşılamaktadır

Yukarıda detaylı tanımlamaları yapılan ve alt türleri ele alınan düz hibrit araçlarda bulunan içten yanmalı motor, plug-in hibrit araçlarda da bulunmaktadır. Buna ek olarak plug-in hibrit araçlarda düz hibrit araçlardakinden çok daha güçlü bir elektrikli motor bulunmaktadır. Bu modelde bulunan elektrikli motor, düz hibrit otomobillerdeki gibi aracın hareket ve fren gücüyle bataryalarını doldurabilirken, dışardan da şarj edilebilmektedir. Bu modelde elektrikli ve benzinli motorlar farklı durumlarda devreye girmektedir (Clement-Nyns, Haesen ve Driesen, 2010). Şehir içinde 70-80 km hızın ve 50-60 km civarında bir menzilin üzerine çıkılmadıkça elektrikli motor tek başına yeterli olabilmektedir. Özellikle büyük şehirlerde yakıt tüketiminin azaltılması açısından plug-in hibrit model araçlar oldukça faydalı bulunmaktadır.

2. Yakıt Hücreli Otomobiller (FCEV)

Yakıt hücreli otomobiller ile ilgili ilk çalışma 1838 yılında Sir William Grove tarafından yapılmıştır. Yapılan çalışmada su elektrolize edilerek, oluşan ters reaksiyon incelenmiş ve bu reaksiyon sonucunda, sabit akımın ve gücün ortaya çıktığı görülmüştür (Kerem, 2014). 1838 yılında yapılan bu çalışma sonucunda elde edilen bilgiler doğrultusunda, yakıt hücreli araçların günümüzdeki çalışma prensibi şekillenmiştir.

Günümüzde, yakıt hücreli araçların yakıt hücrelerinde bulunan hidrojen, elektrolize edilerek, yakıt hücrelerinin kimyasal enerjisi, elektrik enerjisine dönüştürülmekte ve böylece motor tahriki için gerekli olan elektrik enerjisi elde edilebilmektedir. Bu elektroliz işlemi sonucunda ise yalnızca ısı ve su açığa çıkmaktadır. Yakıt hücreli araçların temel yapısı, seri hibrit araçların yapısıyla oldukça benzer niteliktedir. Yakıt hücreli araçlarda, seri hibrit araçlarda bulunan yakıt deposu yerine hidrojen tankı, içten yanmalı motor ve jeneratör yerine ise yakıt hücreleri bulunmaktadır (Muratoğlu ve Akkaya, 2015). Elektrikli araçlar ile ilgili yapılan çalışmalarda araştırmacıların bir kısmı, yakıt hücreli araçları, seri hibrit araçların bir türü olarak (Chan, 2007) ele alırken, bir diğer kısmı ise tam elektrikli araçların bir türü olarak görmektedir. Ancak literatürde yakıt hücreli araçları başlı başına farklı bir tür olarak ele alan çalışmaların yoğunlukta olması nedeniyle, bu

çalışma kapsamında da yakıt hücreli araçlar bağımsız bir elektrikli araç türü olarak ele alınmıştır.

Yakıt hücreli araçların en büyük avantajı tam elektrikli araçlar gibi şarj için iki ila yedi saat arası beklemeye ihtiyaç duymamasıdır. Yakıt hücreli araçlar tıpkı benzin almış gibi istasyona girerek, deposuna hidrojen doldurduktan sonra yoluna devam edebilmektedir. Böylece hidrojeni elektrığe çevirerek uzun menzilli yollara rahatlıkla çıkabilmektedir.

Yukarıda birçok olumlu özelliği belirtilen bu tür araçlarda bazı ciddi sıkıntılar da mevcuttur. Öncelikle hidrojenin elektrığe çevrilmesi uzun sürmekte ve bu durum, yakıt alınan ilk anlarda aracın performansını ciddi bir şekilde düşürmektedir. Yakıt hücreli araçlar ile ilgili başka bir dezavantaj ise yakıt hücrelerinde bulunan hidrojenin elektrolize edilmesi sonucunda ortaya çıkan suyun donarak aracın içindeki hassas parçalara zarar vermesidir. Ancak General Motors ve Toyota'nın bu alanda yaptığı çalışma ve yatırımlar, söz konusu sorunun büyük ölçüde çözülmesini sağlamıştır (Tollefson, 2010). Bu tür araçlar ile ilgili bir diğer problem ise hidrojenin oldukça yanıcı bir madde olması nedeniyle depolanmasının son derece riskli olmasıdır. Her ne kadar günümüzde daha çok hidrojeni daha az riskle depolamaya yönelik araştırmalar yapılsa da bu alandaki çalışmaların henüz istenilen seviyelere ulaşmadığı görülmektedir.

3. Tam Elektrikli Araçlar (BEV)

Tam elektrikli araçlarda, yukarıda bahsedilen elektrikli araç türlerinde bulunan içten yanmalı motor, yakıt deposu ve jeneratör bulunmamaktadır. Bu tür araçlarda motora tahrik sağlamak için ihtiyaç duyulan enerji, yalnızca haricî olarak doldurulabilen bataryalardan elde edilmektedir. Bu bataryalar boşaldığında ise yeniden doldurulması gerekmektedir (Muratoğlu ve Akkaya, 2015). Tam elektrikli araçlarda, içten yanmalı bir motora veya jeneratöre ihtiyaç duyulmadığı için aracın büyük bir bölümü bataryalardan oluşmaktadır. Bundan dolayı tam elektrikli araçlarda yer alan hareketli parçaların sayısı oldukça azalmakta ve bu durum aracın bakım maliyetlerini düşürmektedir.

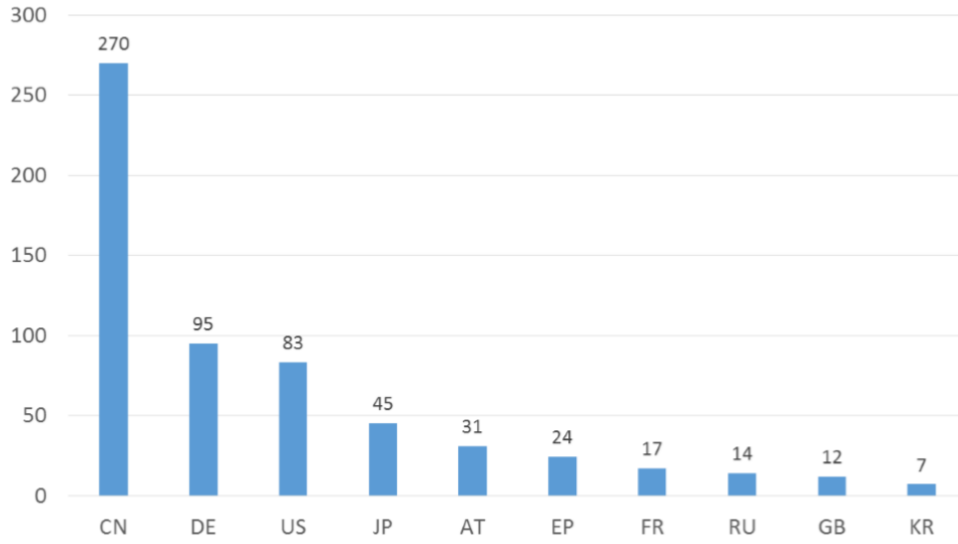
Tam elektrikli araçların bazılarında, ana bataryaya destek sağlaması için ikinci bir batarya veya süper kapasitör kullanılabilir. Bu yardımcı güç kaynakları, aracın yoğun güç kullanması gereken durumlarda devreye girerek, kısa bir zaman dilimi içinde, yüksek güç desteği sağlayabilmektedir. Ayrıca tam elektrikli araçlar

bataryalarında bulunan elektrik enerjisini %46'lık bir verimle kullanırken, içten yanmalı motora sahip olan araçlar, depolarında yer alan yakıtı %18 - %25 arasında bir verimle kullanabilmektedir (Ünlü vd., 2003). Bu bağlamda tam elektrikli otomobiller hem yakıt tüketimi açısından tasarruf sağlaması hem de çevreyi kirletmemesi nedeniyle oldukça rağbet görmektedir. Ancak tam elektrikli araçların tüm bu avantajlarının yanında bazı ciddi dezavantajları da bulunmaktadır. Bu tür araçlarda yer alan bataryaların kapasitesi ve ömrü sınırlı olduğu için aracın belirli bir kullanım süresi sonunda, bataryalarının tamamının değiştirilmesi gerekmektedir.

Kısa menzilli ve kısa ömürlü bu bataryaların bir diğer sorunu ise şarj olma süreleridir. Günümüz elektrikli otomobillerinin bataryaları oldukça yavaş şarj olmaktadır. Ortalama bir elektrikli aracının bataryalarının tam olarak şarj olması için en az 2-3 saatlik bir süre gerekmektedir. Tam elektrikli araçlar açısından ortaya çıkan bu şarj problemi, uzun menzilli yolculuklarda oldukça büyük sıkıntıların yaşanmasına neden olmaktadır. Günümüz elektrikli otomobillerinin en iyileri dahi bataryalarının tam dolu olduğu bir durumda, maksimum 500-550 km arası bir mesafe gidebilmekteyken, daha makul fiyatlardaki elektrikli otomobiller ise ancak 100-150 km arası bir mesafe gidebilmektedir. Bu durum da tam elektrikli otomobillerin en önemli problemi olarak ortaya çıkmaktadır.

Elektrikli Araçlar ile İlgili Patent Analizlerinin İncelenmesi

Elektrikli araçların patent analizlerinin incelendiği bu bölümde, ilk olarak en fazla patent koruma başvurusu yapılan ülkeler incelenmiştir. Patent koruma başvurusunun, patent konusu buluşun bir ülkede önemli bir ekonomik getiri sağlama ihtimalinin yüksek olduğu durumlarda yapılması tavsiye edilir.



CN: Çin, DE: Almanya, US: Amerika, JP: Japonya, AT: Avusturya, EP: Avrupa Patent Sözleşmesi, FR: Fransa, RU: Rusya, GB: İngiltere, KR: Güney Kore

Şekil 1. En Fazla Patent Koruma Başvurusu Yapılan 10 Ülke
(Clarke ve Piterou, 2019).

Şekil 1’de 2015-2016 yılları arasında en fazla patent koruma başvurusu yapılan ilk 10 ülke arasında Çin’in ön plana çıktığı görülmektedir. Bu durumun başlıca nedeni olarak da Çin’in seri üretim tesislerinin fazla olması gösterilmektedir (Clarke ve Piterou, 2019). Ayrıca grafikte yer alan tüm ülkelerin önemli birer pazar olduğu da anlaşılmaktadır. Yukarıda EP olarak ifade edilen Avrupa Patent Sözleşmesi yoluyla patent koruma başvurusu yapılması ise genellikle 3 ya da daha fazla Avrupa ülkesinde koruma talep edilmesi durumunda tavsiye edilir. Bu durumun maliyet açısından daha mantıklı olacağı öngörülmektedir.

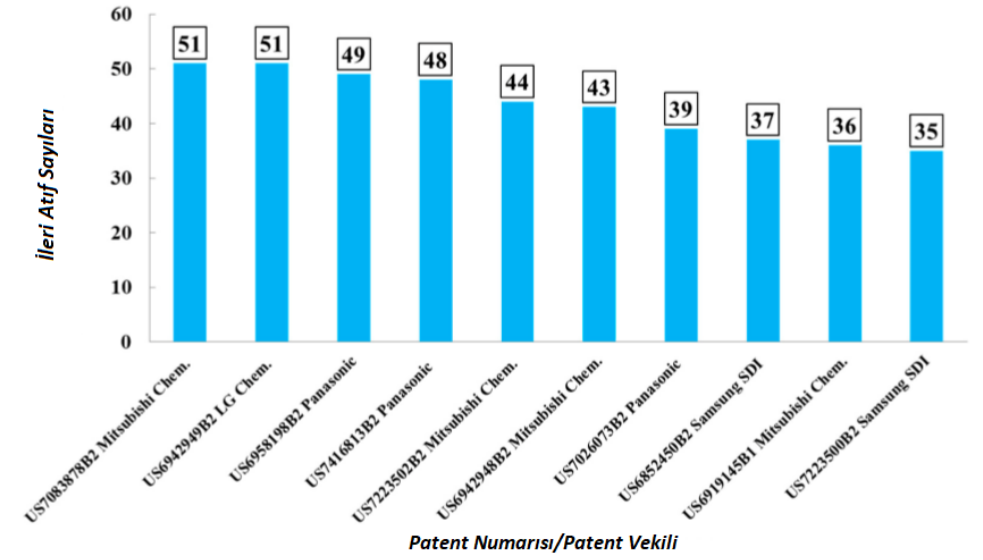
Elektrikli araç teknolojisinde ön plana çıkan önemli hususlardan biri de bataryadır. Çünkü elektrikli araçların tümü bir batarya sistemine sahip olmak zorundadır. Batarya konusu yalnızca tam elektrikli araçları değil, yakıt hücreli ve hibrit araçları da etkilemektedir. Bu bataryaların belli bir kullanım ömrünün bulunduğu ve şarj edilme sürelerinin oldukça uzun olduğu çalışmanın ilk bölümlerinde de ifade edilmiştir. Bu bağlamda, elektrikli araçların şarj teknolojisine yönelik patent çalışması yapan başlıca firmalar Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1. Lityum İyon Batarya Teknolojisinde En Fazla Patent Çalışması
Yapan Altı Şirket (Lee ve Su, 2020).

Şirket/(Ülke)	Patent Sayıları
Samsung SDI/(Korea)	653
LG Chem./(Korea)	505
Panasonic/(Japan)	446
Sony/(Japan)	321
Ube/(Japan)	241
Mitsubishi Chem./(Japan)	240

2005 ve 2015 döneminde toplam 4598 adet patent alınmış ve bunlar arasından, 2406 patent kullanılarak Tablo 1'de gösterilen veriler elde edilmiştir. En yüksek patent sayısına sahip bu ilk altı firma, toplam patentlerin %50'sinden fazlasına katkıda bulunmuş ve bu durumun analizi için yeterli temsili oluşturduğu kanısına varılmıştır. Bu ilk altı firma arasında, Ube Industries Ltd. (Ube), Mitsubishi Chemical Holdings Corp. (Mitsubishi Chem.), Panasonic Corp. (Panasonic) ve Sony Corp. (Sony) olmak üzere dört Japon şirketi; LG Chemical Ltd. (LG Chem.) ve Samsung SDI Co., Ltd. (Samsung SDI) olmak üzere iki Güney Koreli şirket bulunmaktadır (Lee ve Su, 2020). Bu Güney Koreli Şirketlerin lityum iyon batarya teknolojisi alanında oldukça etkili çalışmalara sahip oldukları görülmektedir.

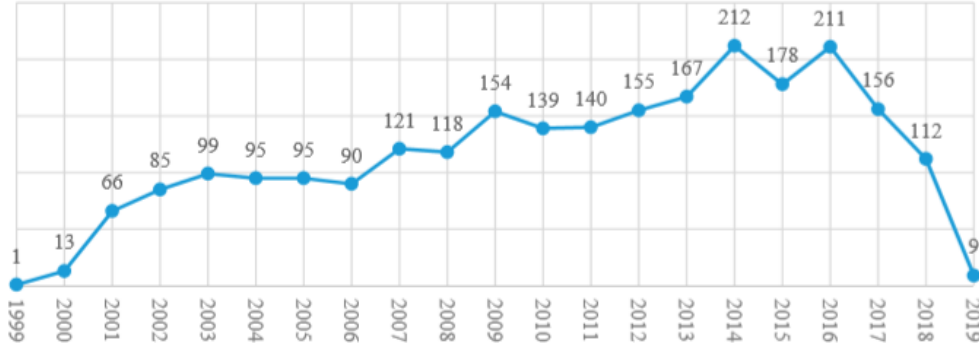
Özellikle son yıllarda bu tarz bataryaların elektrikli araçlarda kullanımı arttığı için bazı şirketler bu alanda bir takım patent analizleri yaparak, alanda etkili olan şirketleri tespit etmeye çalışmışlardır. Bu kapsamda yapılan patent incelemesinde, lityum-iyon batarya teknolojisi alanında en etkin şirketler tarafından yapılan patent çalışmaları arasında en çok atıf alan 10 çalışma Şekil 2'de ele alınmıştır. Bu şekilde dikey ekseninde ileri atıf sayıları, yatay ekseninde ise patent numaraları ve patent vekili olan firmalara yer verilmiştir.



Şekil 2. Lityum İyon Batarya Teknolojisinde En Fazla İleri Atıf Sayısına Sahip 10 Patent (Lee ve Su, 2020).

Şekil 2’de, ilk 10 patentin Mitsubishi Chem. (4), Panasonic (3), Samsung SDI (2) ve LG Chem.’e ait olduğu görülmektedir. Bu patentler arasında; yedi patentin Japon şirketleri olan, Mitsubishi Chem. ve Panasonic’e ait olduğu görülmüştür. Ayrıca Mitsubishi Chem ve LG Chem’in yapmış olduğu patent çalışmalarının diğer çalışmalar üzerinde daha belirgin bir etkiye sahip olduğu anlaşılmaktadır (Lee ve Su, 2020).

Çalışma kapsamında değerlendirmeye tabi tutulan bir diğer patent analizi verisi otomobiller için ortaya çıkan alternatif teknolojilere yöneliktir. Bu bağlamda incelenen çalışma kapsamında yakıt hücreli elektrikli araçlar ele alınmıştır. Bu araçlar ile ilgili 1999-2019 yılları arasında yapılan patent çalışmalarının sayısı Şekil 3’te grafiksel olarak ifade edilmiştir. Şekil 3’te yer alan patent ailesi ifadesi ile aynı veya benzer teknik içeriği kapsayan patent başvuruları kastedilmiştir.



Şekil 3. Yayın Yılına Göre Yakıt Hücreli Elektrikli Araçların (FCEV) Patent Ailelerinin Sayısı (Alvarez-Meaza, Zarrabeitia-Bilbao, Rio-Belver ve Garechana-Anacabe, 2020).

Yakıt hücreli elektrikli araçlara yönelik yapılan patent çalışmalarındaki artış ivmesi 2016 yılına kadar korunsa da bu yıldan itibaren ciddi bir düşüşün yaşandığı gözlenmektedir. Bu düşüşün başlıca sebebi olarak yakıt hücreli elektrikli araçlara yönelik ilginin azalması gösterilmektedir. Ayrıca patent çalışmalarının başvuru tarihinden 18 ay sonra yayınlanması da son 2 yıldaki verilerin daha az görünmesine sebep olmaktadır (Alvarez-Meaza vd., 2020).

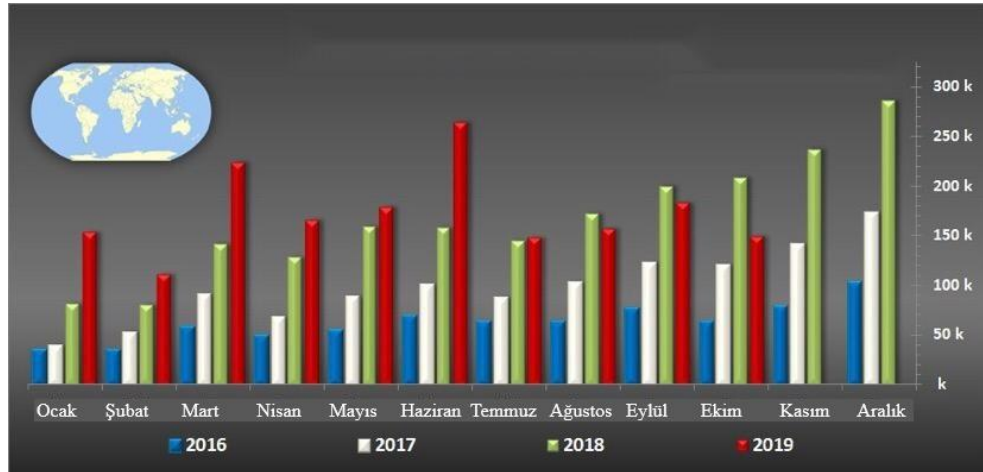


Şekil 4. Yakıt Hücreli Elektrikli Araç Endüstrisindeki Her Teknoloji Grubunun Patent Oranları (Shi, Cai ve Song, 2019).

Çalışma kapsamında son olarak Şekil 4'te yakıt hücreli elektrikli araç endüstrisindeki her bir teknoloji grubundaki patentlerin miktarı gösterilmiştir. Bu bağlamda yakıt hücreli elektrikli araç endüstrisinde, "membran elektrot montajı", "sıcaklık yönetimi", "güç dönüştürücü ve invertör" gibi teknoloji alanlarında nispeten daha fazla patent çalışması bulunduğu ve "yakıt hücresi yığı", "hidrojen depolama", "motor", "ikincil pil" ve "dönüşüm" gibi teknoloji alanlarında ise nispeten daha az patent bulunduğu ifade edilmektedir (Shi vd., 2019).

Elektrikli Araçların Satış Oranları ve Geleceğe Yönelik Teknoloji Öngörülleri

Elektrikli araçlar ile ilgili patent analizlerinin incelendiği bu çalışma kapsamında elektrikli araçların satış oranlarından da bahsetmenin faydalı olacağı düşünülmüştür. Bu bağlamda Şekil 5'te görülen grafiksel veriler, çalışma kapsamında ele alınmıştır.

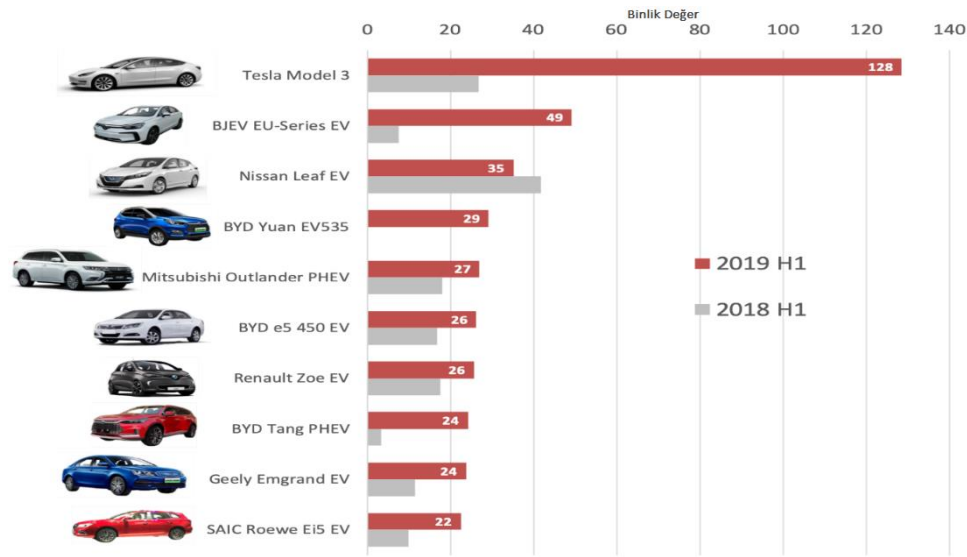


Şekil 5. Plug-in Hibrit ve Tam Elektrikli Araçların Dünya Genelindeki Satış Oranları (Kane, 2019).

Yukarıda da görüldüğü üzere Şekil 5'te 2016 yılından 2019 yılına kadar dünya genelindeki satış oranları aylık olarak gösterilmiştir. Bu oranlar incelendiğinde plug-in hibrit ve tam elektrikli araçların satış oranlarında, 2019 yılının Ağustos ayına kadar sürekli bir artış yaşandığı görülmektedir. Fakat 2019 yılının Ağustos ayından itibaren satış oranları azalmaya başlamış ve özellikle ekim ayında satış miktarı

149.500 adet civarına kadar gerileyerek, bir önceki yılın aynı ayına göre %28'lik bir düşüşün yaşandığı saptanmıştır (Kane, 2019).

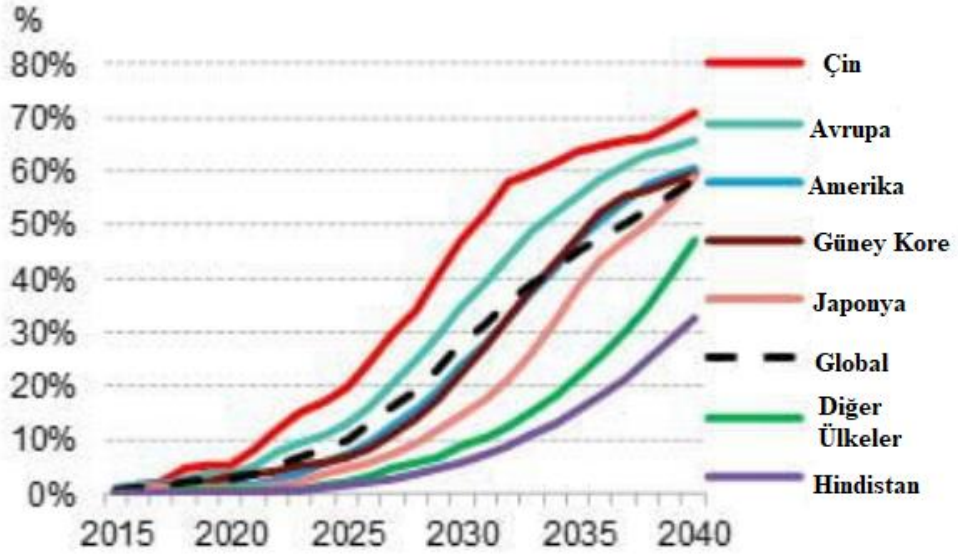
Çalışmanın bu bölümünde global düzeyde en çok tercih edilen 10 elektrikli aracın satış oranları ele alınmaktadır. Bu araçların satış oranlarına dair veriler 2019'un ilk yarısını kapsamakta ve bu oranlar, bir önceki yılın ilk yarısındaki verilerle birlikte incelenmektedir.



Şekil 6. Dünya Geneline En Çok Tercih Edilen Elektrikli Araçların Satış Adetleri (Irle, 2019).

Şekil 6'da görüldüğü üzere Tesla, Model 3 serisi modeliyle dünyanın en çok satılan elektrikli aracı olmayı başarmıştır. Özellikle 2019 yılının ilk yarısında, 2018'in ilk yarısına göre satış oranlarını dört katına çıkaran Tesla'nın, Model 3 serisiyle 2019 yılı sonunda toplam satış oranlarının 300.000-400.000 adet olması beklenmektedir. Satış oranlarında ikinci sırada yer alan BAIC'in Bjev EU serisi, firmanın EC serisine göre oldukça gelişmiş olması nedeniyle 2019 satış oranlarını arttırarak, henüz yılın ilk yarısında 49.000 adet satışa ulaşmayı başarmıştır. Listede üçüncü sırada yer alan Nissan Leaf ise 2019 yılında, her ne kadar bir önceki yılın ilk yarısına göre satış oranlarında bir düşüş yaşasa da yerini korumayı başarmıştır. BYD'nin Yuan EV 535 serisi aracı ise yeni üretilen bir araç olmasına

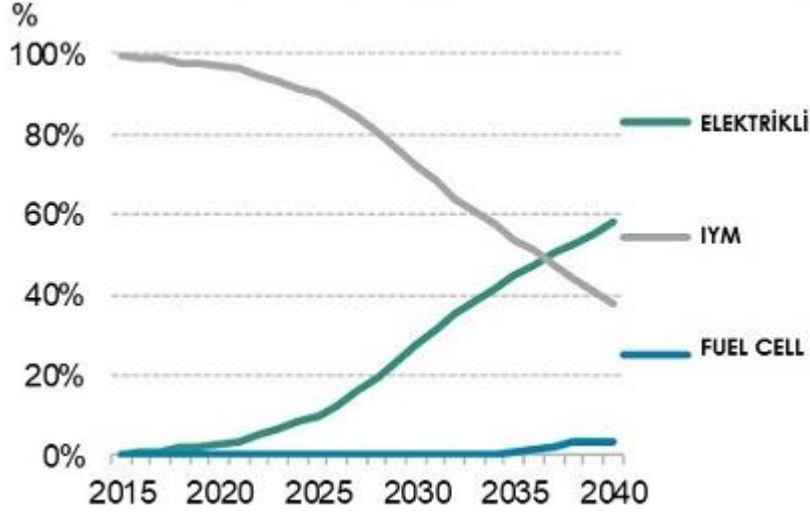
rağmen 2019'un ilk yarısında 29.000 adet gibi ciddi bir satış rakamını yakalayarak listede dördüncü sırada yerini almıştır (Irle, 2019). Mitsubishi'nin Outlander PHEV serisi aracı ise 27.000 adetlik satış rakamıyla beşinci sırada yerini alırken, altıncı ve yedinci sırada 26.000'lik satış rakamıyla BYD'nin e5 serisi ve Renault'un Zoe serisi araçları yer almaktadır. Yine BYD'nin farklı bir modeli olan Tang PHEV serisi aracı 24.000'lik satış rakamıyla sekizinci sırada yerini alırken, aynı satış rakamına sahip olan, Geely'nin Emgrand EV serisi aracı dokuzuncu sırada yerini almıştır. Listenin son sırasında ise 22.000 adetlik bir satış rakamıyla, SAIC'in Roewe Ei5 EV model aracı bulunmaktadır.



Şekil 7. Bölgelere Göre Yeni Binek Otomobil Pazarında Elektrikli Araçların Uzun Vadeli Payı (BloombergNEF, 2020).

Şekil 7'de yer alan verilere göre elektrikli ve içten yanmalı araçların fiyat paritesinin 2020 yılının yarısından sonra dengeleneceği düşünülmektedir. Fakat Hindistan ve Japonya'da düşük segmentteki içten yanmalı araçlar çok ucuza bulunabildiği için bu ülkelerde fiyat paritesinin dengelenmesinin 2030 yılına kadar süreceği öngörülmektedir. Çin ve Avrupa'da elektrikli araç satışlarının 2030 yılından itibaren %70'in üzerine çıkması beklenmektedir. Ayrıca ABD'nin önümüzdeki birkaç yıl içerisinde elektrikli araç pazarının gerisinde kalacağı fakat 2030 yılından itibaren pazardaki diğer rakiplerine yetişeceği tahmin edilmektedir.

Son olarak Güney Kore'nin evlerde şarj problemini çözmesi halinde, arkasındaki güçlü hükümet desteği ve pil üretim teknolojisindeki tecrübesiyle beraber ciddi bir yükselme ivmesi yakalayacağı düşünülmektedir (BloombergNEF, 2020).



Şekil 8. Dünya Binek Otomobil Pazarında Motor Seçeneğine Göre Oranlar
(BloombergNEF, 2020).

BloombergNEF tarafından hazırlanan rapora göre, 2020 yılında Covid-19 salgını nedeniyle içten yanmalı motorlu (IYM) araçların satış oranında %22'lik, elektrikli araçların satış oranında ise %18'lik bir azalmanın gerçekleşeceği ön görülmektedir. Ayrıca Şekil 8'de de görüldüğü gibi içten yanmalı motorlara sahip araçların satış oranlarındaki azalmanın artarak devam edeceği, bu durumun da elektrikli araç satış oranlarını ciddi bir şekilde arttıracığı düşünülmektedir. Özellikle 2040'ın kırılma yılı olacağı ve bu yıl içerisinde binek otomobillerin %58'inin araç filolarının ise %31'inin elektrikli otomobillerden oluşacağı tahmin edilmektedir. Son olarak, elektrikli otomobillerin yaygınlaşması neticesinde günlük 17,6 milyon varillik petrol talebinin önleneceği ve küresel elektrik talebinin %5,2 artacağı tahmin edilmektedir.

Yukarıda yapılan öngörüler ve incelemeler neticesinde elektrikli araçların yakın gelecekte ciddi bir şekilde yaygınlaşacağı ve bununla beraber birtakım eksikliklerin oluşacağı tespit edilmiştir. Özellikle enerji açısından ortaya çıkacak eksikliklerin giderilmesi noktasında yaşanacak sıkıntılara olası çözümler üretilmesi

gerekmektedir. Küresel bazda oluşacak olan %5,2'lik enerji açığının kapatılması için yatırım yapan ülkelerin bu işten oldukça kârlı çıkması kaçınılmazdır. Bu bağlamda yerli elektrikli otomobil (TOGG) üretimiyle oldukça önemli bir adım atan Türkiye'nin en kısa zamanda elektrik üretim kapasitesini arttırıcı hamleler yapması son derece kritiktir.

Elektrikli araçlara yönelik yapılacak yatırımlar sadece elektrik üretimiyle sınırlı kalmamalı, elektrikli araçlar için şarj istasyonları da yaygınlaştırılmalıdır. Aksi takdirde seri üretimi yapılacak olan yerli elektrikli araçların kullanım alanları kısıtlanacaktır. Bu durum yalnızca yerli otomobiller açısından değil, global otomobil üreticilerinin ülkemize göndereceği elektrikli araçlar açısından da oldukça önemlidir. Elektrikli araçlar ile ilgili olarak ele alınacak olan son eksiklik ise batarya problemidir. Bataryalarının ömrünün sınırlı olması ve belli bir kullanım süresi sonunda değişime muhtaç olması elektrikli araçların en önemli problemlerini oluşturmaktadır. Bu problemi gören birçok ülke batarya teknolojilerine yatırım yapmaya başlamış ve bazı global şirketler batarya teknolojisinde gelişmiş olan firmaları satın almaya başlamıştır. Türkiye'nin de gittikçe büyüyen elektrikli otomobil pazarında söz sahibi olabilmesi için bahsedilen alanlarda ivedilikle yatırım faaliyetlerine başlaması son derece gerekli görülmektedir.

Elektrikli Askerî Araçlar

Dünya genelinde oldukça dikkat çeken bir teknoloji olarak ortaya çıkan ve günümüzde öneminin giderek arttığı açıkça görülen elektrikli araç teknolojisi, özellikle son yıllarda askerî araçlar üzerinde etkin bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Böyle bir teknolojinin askerî araçlara uyarlanması başlıca sebebi muharebe sahasında ısı ve ses yayılımının azaltılması yoluyla, düşman tarafından fark edilme düzeyinin minimuma indirilmesidir. Bununla beraber elektrikli askerî araçlarda yakıt tasarrufunun sağlanması da ekstra bir fayda olarak ortaya çıkmaktadır.

Elektrikli askerî araç teknolojisine yönelik yapılan AR-GE çalışmalarının desteklenmesi açısından Avrupa Uzun Vadeli Savunma İş Birliği Programı oldukça önemli katkılar sunmuştur. Bu program kapsamında elektrikli araç teknolojisi açısından oldukça önemli olan “Yakıt Pilleri” ve “Enerji Depolama Sistemleri” ile ilgili çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar Türkiye adına, Milli Savunma Bakanlığı AR-GE Dairesi ve TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi tarafından

yürütülmüştür. Türkiye dışında İsveç, İtalya, Hollanda, Finlandiya ve Yunanistan gibi ülkeler de programda yer almışlardır. Bu program kapsamında yapılan AR-GE çalışmaları ışığında, bazı ülkeler kendi elektrikli askerî araçlarını üretebilmek için çeşitli çalışmalar yapmış ve bunun sonucunda ilk prototipler ortaya çıkmıştır. Bu prototiplerin ön planı ise “WIESEL Hafif Zırhlı Elektrikli Paletli Araç” isimli elektrikli askerî araç olmuştur (Ünlü vd., 2003). Elektrikli araç teknolojisinin, askerî araçlara entegre edilmesinin ilk örneklerinden biri olan bu prototip, daha sonra bu alanda yapılacak çalışmaların da şekillenmesinde oldukça önemli bir rol oynayacaktır.

Elektrikli araç teknolojisinin, askerî araçlar üzerindeki uygulamalarının büyük bir kısmı envanterdeki mevcut araçların hibrit veya tam elektrikli hale dönüştürülmesiyle gerçekleşmektedir. Bu durum literatürde hibritleştirme olarak adlandırılmaktadır. Bu bağlamda bir aracın hibritleştirilme seviyeleri aşağıda yer alan Tablo 2’de gösterilmiştir. Ayrıca bu tabloda hibrit araç türlerinin ve tam elektrikli araçların birtakım özellikleri de yer verilmiştir.

Tablo 2. Hibritleştirme Seviyeleri
(Sivakumar, Reginald, Venkatesan, Viswanath ve Selvathai, 2017).

	Başlatma/Durdurma	Mikro Hibrit	Hafif Hibrit	Tam Paralel Hibrit	Tam Seri Hibrit	Tam Elektrikli
Başlatma/Durdurma Modu	✓		✓	✓		
Regeneratif Frenleme		✓	✓	✓	✓	✓
Elektrikli Tork Yardımı			✓	✓		
Elektrikli ve İçten Yanmalı Motor Modu				✓		
Tam Elektrikli Mod					✓	✓
Plug-in Özelliği				✓	✓	✓

Tablo 2’de de görüldüğü üzere yakıt hücreli araçlar hibritleştirme sürecinin dışında bırakılmıştır. Bu durumun başlıca sebebi ise hidrojen gazının teminin ve lojistiğinin muharebe alanlarında son derece tehlikeli olmasıdır.

Elektrikli askerî araçlara yönelik incelemelerden bir diğeri ise ağır vasıta olarak adlandırılan ve askerî tır ve kamyonetleri de bünyesinde barındıran araçlara yönelik yapılan patent ve makale çalışmalarıdır.

Tablo 3. Tam Elektrikli Ağır Vasıta Araçlar Alanında En Fazla Makale ve Patent Yayınlayan Bölge ve Ülkeler
(Naumanen, Uusitalo, Huttunen-Saarivirta ve van der Have, 2019).

Ülke/Bölge	Patentler	% toplam	Makaleler	% toplam	Patentler+ Makaleler	%toplam
Çin	9856	%51	1261	%21	11117	%44
Avrupa Birliği	2214	%11	1594	%26	3808	%15
ABD	1961	%10	1091	%18	3052	%12
Japonya	2691	%14	199	%3	2890	%11
Güney Kore	1764	%9	341	%6	2105	%8

Tablo 3'te yer alan oranlar 2010-2019 yılları arasındaki veriler baz alınarak elde edilmiştir. Tam elektrikli ağır vasıta araçlar ile ilgili en çok patent ve makale çalışması hazırlayan ülkelerin ele alındığı bu çalışmada Çin'in diğer ülkelere olan üstünlüğü dikkat çekmektedir.

Yapılan çalışmada üç temel başlık altında incelenen elektrikli araçlar bu bölümde yine aynı başlıklar altında, askerî araçlardan yalnızca örnekler verilerek incelenecektir. Elektrikli araç teknolojisi, askerî alanda, henüz kara araçları düzeyinde yaygın olarak kullanılsa da ilerleyen zamanlarda bu teknolojinin hava ve deniz araçlarında da yaygın bir şekilde kullanılabileceği öngörülmektedir.

1. Hibrit Askerî Araçlar (HEMV)

Çalışmada ayrıntılı olarak özellikleri açıklanan hibrit teknolojisinin, askerî araçlarda kullanılmaya başlanmasına yönelik en önemli adımlardan biri TÛMOSAN firmasının geliştirmiş olduğu Hibrit Güç Grubu Platformu'dur. Bu platform üzerinde gerekli zırhlama işlemleri yapıldıktan sonra zırhlı personel taşıyıcı olarak kullanılabilir. Temelde üç bölümden oluşan ve tamamen yerli olan bu platformda seri hibrit tahrik sistemi bulunmaktadır.

Platformun birinci bölümünde dizel motor ile elektrikli jeneratör paketi, ikinci bölümünde elektrik motorları ile diğer elektronik üniteler ve üçüncü bölümde ise batarya paketi bulunmaktadır. Bu platform talebe göre özelleştirilebilir modüler bir

yapıdadır. Ayrıca kontrol ünitesi sayesinde, çalışma esnasında, farklı araç isterlerine geçiş yapılabilir. Platform seri hibrit uygulamasında çalışırken jeneratörden gelen enerji ile elektrik motorları beslenmekte ve aynı zamanda batarya da şarj edilebilmektedir. Ayrıca bu seri hibrit uygulamasında, yüksek tork gerektiren bir durumla karşılaşıldığında, batarya deşarj seçeneğine alınabilmektedir. Bu platformun en büyük avantajlarından biri de muharebe alanlarında oldukça sessiz bir şekilde çalışabilmesidir. Böyle durumlarda platformun dizel motoru tamamen durdurulmakta ve elektrikli motor doğrudan batarya üzerinden beslenmeye başlamaktadır. Platform ayrıca rejeneratif olarak da çalışabilmektedir (TÜMOSAN Tanıtım Kitapçığı, 2019). Yani aracın frenleme ve kayma esnasında ortaya çıkardığı enerji, bataryaya aktararak yeniden kullanılabilir hale getirilmektedir. Yukarıda verilen özelliklerden de anlaşılacağı üzere TÜMOSAN firmasının üretmiş olduğu bu platform çalışmada bahsedilmiş olan hibrit elektrikli araçlar grubundaki plug-in hibrit teknolojisi kullanılarak geliştirilmiştir.

Hibrit askerî araçlara yönelik yapılan çalışmalar Türkiye’de olduğu gibi ABD ve Avrupa’da da giderek artmaktadır. Geçmişten günümüze, hibrit askerî araçlar ile ilgili yapılan araştırmalar içerisinde ön plana çıkan çalışmalardan ilki BAE System tarafından üretilen SEP Hibrit-Zırhlı Paletli araçtır. Bu araç ile ilgili ilk çalışmalar 1996 yılında başlamıştır. Hibrit bir yapıya sahip olan bu aracın ilk modeli 2000 yılında paletli olarak üretilirken, 2003 yılında aynı aracın tekerlekli versiyonu da üretilmeye başlanmıştır. Aracın üretilen ilk tekerlekli versiyonu 6x6 iken, 2007 yılında üretilen ikinci versiyonun ise 8x8 olduğu görülmüştür (SEP Modular Armoured Tactical System - Army Technology, 2004).

Hibrit askerî araçlar ile ilgili olarak öne çıkan bir başka gelişme ise 2004 yılında İleri Savunma Araştırma Projeleri Ajansı olan DARPA ile ABD Deniz Kuvvetleri Araştırma Ofisi’nin beraber geliştirdiği Shadow RST-V aracıdır. Bu araç ABD ordusunun uzun yıllar boyunca etkin şekilde kullandığı Humvee’lerin revize edilerek, hibrit hale dönüştürülmesi sonucunda ortaya çıkmıştır. Humvee’ler (High Mobility Multipurpose Wheeled Vehicle) ise Yüksek Hareket Kabiliyetli Çok Amaçlı Tekerlekli Araçlar için kullanılan bir kısaltmadır. Bu araçlar genellikle askerî alanda kullanılmak üzere üretilmiştir. Humvee’lerin bir üst serisi olan Shadow RST-V aracı ise Humvee’lere göre oldukça sessiz bir şekilde çalışmakta ve daha hızlı hareket edebilmektedir. Shadow RST-V aracı keşif, gözetleme, personel ve teçhizat taşıma gibi görevlerinin yanı sıra ambulans olarak da kullanılabilir. Bu

araçlar ayrıca jeneratörün bulunmadığı durumlarda, bataryalarında depolanan enerjiyi askerî komuta merkezlerine aktarabilmektedir (USA Today: Army/Marines testing PHEV Humvees, 2006). Muharebe alanlarındaki işlevselliği, hızlı hareket kabiliyet ve sessiz çalışabilmesi sebebiyle bu araca gölge manasına gelen Shadow ismi verilmiştir.

Çalışma kapsamında ön plana çıkan hibrit askerî araçlardan biri de Ranger isimli askerî araçtır. 2008 yılında Universal Engineering tarafından “Project Ranger” olarak piyasaya sürülen bu araç savaş alanlarında gösterdiği üstün performans ile göze çarpmaktadır. Özellikle engebeli arazilerde oldukça iyi bir performans sergileyen Ranger’ın üreticileri, bu aracı hibrit savaşlar için üretilmiş hibrit bir araç olarak tanımlamaktadır (Eshel, 2009).

2011 yılına gelindiğinde, Humvee’lerin yerini doldurmak için Shadow RST-V’lerin yetersiz kaldığı görülmüş ve ABD ordusundaki mühendisler tarafından yeni bir hibrit askerî araç geliştirilmiştir. Bu araca FED Alpha ismi verilmiş fakat daha sonra araçta yapılan fren sistemi değişikliği ve start-stop gibi özelliklerin eklenmesiyle beraber, aracın ismi FED Beta olarak değiştirilmiştir. Bu araçlar 4,4 litrelik Ford dizel motoruna sahip olmakla birlikte, altı ileri otomatik şanzımanı sayesinde Humvee’lerden çok daha rahat bir kullanım sunmaktadır. Ayrıca FED Beta’da ön aks üzerinde bulunan ve ön tekerlere tahrik sağlayan bir elektrik motoru da bulunmaktadır. Hibrit bir sistemle çalışan bu araçlar Humvee’lere göre iki kat daha az yakıt tüketmekte ve oldukça sessiz çalışmaktadır (Katers, 2012). FED Beta, özellikle yakıt tüketiminde sağladığı tasarruf ve motor performansı nedeniyle, Shadow RST-V’yi geride bırakarak Humvee’lerin yerini almayı başarmıştır.

Çalışma kapsamında son olarak inceleyeceğimiz hibrit askerî araç ABD Askerî Tank, Otomotiv Araştırma, Geliştirme ve Mühendislik Merkezi tarafından üretilen ULV isimli araçtır. Bu araç Ultra Hafif 4x4 Hibrit Zırhlı Araç olarak da adlandırılmaktadır. ULV hafif malzemelerle zırhlıldığı gibi jantları ve lastikleri de oldukça hafif hale getirilmeye çalışılmıştır. Ayrıca ULV, gelişmiş komut, kontrol, iletişim, gözetim ve keşif ekipmanlarıyla donatılmış ve temel otomotiv sistemlerini bünyesinde barındıran ileri teknoloji bir hibrit askerî araç olarak tasarlanmıştır. Bu araç Humvee’lerin ya da bunların gelişmiş bir modeli olan JLTV (Joint Light Tactical Vehicle) isimli askerî araçların yerini alabilmek için değil, sadece test amaçlı kullanılmak için üretilmiş deneysel bir hibrit askerî araçtır (Recognition, 2019). Çalışma kapsamında son olarak ele alınan hibrit askerî araç olan ULV’den sonra da hibrit askerî araçlara yönelik bazı çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar

kapsamında her ne kadar yeni bir hibrit askerî araç üretilmesi de mevcut askerî araçlara hibrit sistemler entegre edilmeye çalışılmıştır. İsrail'in 2014 yılında, envanterinde bulunan Merkava Tanklarına hibrit bir sistem entegre etmeye yönelik başlattığı çalışma bu durumun başlıca örneklerinden biri olarak karşımıza çıkmaktadır.

2. Yakıt Hücreli Askerî Araçlar (FCEMV)

Yakıt hücreli araçlar, hidrojen gazını yakıt hücrelerinde elektrığe dönüştürülerek normal bir elektrikli otomobil ile benzer bir mantıkta çalışmaktadır. Bu teknolojinin askerî alandaki en net uygulaması, General Motors'un ABD Askerî Tank, Otomotiv Araştırma, Geliştirme ve Mühendislik Merkezi ile birlikte geliştirdiği Chevrolet Colorado ZH2 aracıyla ortaya konulmuştur. General Motors'un Colorado modelinin, ordunun otomotiv ve tank araştırma ekibi ile birlikte geliştirerek oraya çıkardığı Colorado ZH2 modeli, ortaya çıktığı andan itibaren Fuel Cell hidrojen yakıt teknolojisini kullanması nedeniyle oldukça dikkat çekmiştir.

Chevrolet Colorado ZH2'de, hidrojen yakıt hücreleri ile entegre çalışan elektrikli bir motor bulunmaktadır. Yakıt hücrelerinde, araca haricî olarak eklenen hidrojenin yanı sıra havadan elde edilen oksijen de tepkimeye sokulmakta ve bu tepkime sonucunda ortaya çıkan enerji elektrik motoruna aktarılmaktadır. ABD ordusu için geliştirilen bu araç, sahip olduğu tork gücünü en zorlu koşullarda bile aktarabilme yeteneğine sahiptir. Chevrolet Colorado ZH2'nin, herhangi bir çarpışma durumunda, motorun zarar görmesinin engellenmesi için ön ızgarasında ekstradan güçlendirmeler yapılmış ve tüm gövdesi tamamen zırhlanmıştır. Ayrıca bu araçta bulunan bataryalar ile araç içerisinde bulunan tüm sistemler uzaktan kumanda edilebilecek şekilde tasarlanmıştır. Her türlü engebeli araziye adapte olabilen ve yüksekliği 2,13 metre civarında olan Chevrolet Colorado ZH2, bu yüksekliğe göre özel olarak tasarlanmış bir süspansiyon sistemi ve 37 inçlik lastiklerle donatılmıştır (Öğretmenoğlu, 2016). Yakıt hücreli askerî araçlar, oldukça sessiz çalışması, ısı yayılımını minimize etmesi, yakıt tasarrufu sağlaması ve tüm arazi şartlarında üstün bir performans sergilemesi gibi pek çok kullanım avantajı sağlamaktadır. Ancak muharebe alanlarında hidrojen istasyonlarının bulunmaması ve hidrojen teminin oldukça zor ve riskli olması gibi dezavantajlar, yakıt hücreli askerî araçların avantajlarına gölge düşürmektedir.

Günümüzde yakıt hücreli araçlara yönelik yapılan eleştirilerin çoğu hidrojenin yanıcı bir madde olması ve patlamaya oldukça müsait bir yapıda bulunması ile ilgilidir. Ancak bu konuyla ilgili Chevrolet Colorado ZH2 projesinde program yöneticisi ve baş mühendisi olan Brian Butrico yaptığı açıklamalar ile durumun böyle olmadığını ifade etmiştir. Butrico, bilinenin aksine, saf hidrojenin doğrudan ateş ile temas etmedikçe patlamasının oldukça güç olduğunu ve araç içi hidrojen bileşimlerinin doğru hazırlanması durumunda, bu araçların patlama riskinin son derece düşük olacağını vurgulamıştır (Judson, 2017). Son zamanlarda yakıt hücreli araç teknolojilerinin gelişmesiyle beraber otomotiv endüstrisinde oluşan genel kanıda Butrico'nun açıklamasını destekler niteliktedir. Genel olarak yakıt hücreli araçların, LPG'li araçlarla hemen hemen aynı oranda patlama riski taşıdığı düşünülmektedir.

3. Tam Elektrikli Askerî Araçlar (BEMV)

Tam elektrikli araçlarda, diğer türlerdeki elektrikli araçların aksine, herhangi bir içten yanmalı motor veya yakıt hücreli bir sistem bulunmamaktadır. Bu tür araçlarda yalnızca bir elektrik motoru ile bataryalar yer almaktadır. Bu teknolojinin askerî alandaki uygulaması, diğer elektrikli araçlarda olduğu gibi, yine kara araçları üzerinden yapılabilmektedir. Bu alandaki en etkili örneklerden biri ise Otokar'ın zırhlı keşif ve silah platformu olarak tasarladığı AKREP II aracıdır. Bu araç orduların güncel ve gelecek ihtiyaçlarına cevap verebilmek için tasarlanmıştır. Her ne kadar AKREP II aracı tam elektrikli olarak üretilmiş olsa da dizel ve hibrit gibi alternatif güç gruplarının kullanılmasına da imkân sağlayacak bir alt yapıya sahiptir.

Bir keşif ve gözetleme aracı olarak üretilen AKREP II, hâlihazırda sahip olduğu bataryalar ile yaklaşık 250 kilometrelik bir menzile ulaşabilmektedir. Ancak Otokar'ın devam eden çalışmaları sonucunda bu menzilin yaklaşık olarak 450 kilometreye kadar çıkartılabileceği öngörülmektedir. Dünyanın en iyi zırhlı keşif araçlarından biri olarak görülen AKREP II, üç kişilik personel ekibiyle idare edilebilmekte ve 90 milimetreye kadar ana silaha sahip olan kuleler ile donatılabilmektedir. Ayrıca 13.500 kg ağırlığında olan bu araç, düz bir zeminde saatte 110 kilometrelik bir hıza ulaşabilmektedir (Görgüç, 2019).

Askerî keşif araçlarının, muharebe alanlarında etkili bir şekilde kullanılabilmesi için öncelikle düşük bir silüete sahip olması, sessiz çalışabilmesi ve düşük bir termal ize sahip olması gerekmektedir. Kısacası düşman birliklerine

oldukça yakın çalışmak zorunda olan bu araçlar, gerektiğinde muharebe alanında saklanabilecek kadar küçük, düşman birlikleri tarafında duyulamayacak kadar sessiz ve termal sistemlere yakalanmayacak kadar da düşük sıcaklıkta çalışabilmelidir. AKREP II, ideal bir askerî keşif aracında olması gereken tüm özellikleri bünyesinde barındırmaktadır. Özellikle yere yakın tasarımıyla fark edilme düzeyini minimuma indiren bu araç, aynı zamanda gövdesinin yerden yükseltilmesiyle de olası bir mayın tehdidinden korunmayı sağlamaktadır. Ayrıca bu araç, elektrikli bir motora sahip olduğu için oldukça sessiz çalışabilmekte ve içten yanmalı motora sahip bir araca göre son derece düşük seviyelerde ısı salınımı yapmaktadır (Akalin, 2019). AKREP II zırhlı keşif aracında, düşük de olsa ısı salınımına neden olan parçalar için dahi önlem almak için, bu parçalar tekerlerin arkasına yerleştirilmiştir. Böylece aracın termal sistemler tarafında tespit edilmesi oldukça güçleşmiştir.

Çalışma kapsamında son olarak ele alınan bir diğer tam elektrikli askerî araç ise 2018 yılında ilk prototipi üretilen ve Nikola Motors tarafından geliştirilen Reckless isimli araçtır. Bu araç, şirketin 2017 yılında üretmiş olduğu NZT isimli aracının militarize edilmesi sonucunda ortaya çıkmıştır. Reckless'in boyutlarının küçük olması, muharebe alanlarında hedef olma riskini azaltmakta ve kullanım rahatlığı sunmaktadır. Bu aracın tam elektrikli olmasının yanı sıra araçta son teknoloji soğutma sistemlerinin de kullanılması, aracın hem sessiz çalışmasını sağlamakta hem de ısı yayılımını minimuma indirerek termal kameralar tarafında tespit edilmesini zorlaştırmaktadır. Ayrıca Reckless modüler olarak tasarlandığı için uzaktan kumandalı silah sistemleri gibi birçok teknoloji ve bileşenler, gerektiğinde araca kolayca entegre edilebilmektedir. Bu araç dört adet motora sahip olduğu için, bunlardan biri hasar görse dahi yüksek performansla çalışmaya devam edebilmektedir. Reckless tüm bu özelliklerinin yanı sıra bir metre derinlikteki bir suda yaklaşık 30 dakika boyunca herhangi bir arıza vermeden durabilmekte ve ürettiği yüksek tork sayesinde engebeli veya karlı arazilerde rahat bir sürüş imkânı sağlamaktadır (Nikola Corp. Reckless, 2019). Özellikle yakıt hücreli araç teknolojisine yaptığı yatırımlar ile ön plana çıkan Nikola Motors, üretmiş olduğu Reckless modeliyle, hem tam elektrikli araç üretebilecek kapasitesinin bulunduğunu hem de askerî araç üretimi konusunda gerekli altyapıya sahip olduğunu ispat etmeyi hedeflemektedir.

Sonuç

Hazırlanan bu çalışma kapsamında öncelikle patent, patent analizi ve ileri patent analizi kavramları incelenmiş, daha sonra ise elektrikli araçların ortaya çıkışı ve türleri ele alınmıştır. Yapılan yerli ve yabancı literatür taraması sonucunda elektrikli araçların temelde üç farklı çeşidinin bulunduğu tespit edilmiş ve bu çeşitlerin hibrit, yakıt hücreli ve tam elektrikli olarak adlandırıldığı görülmüştür. Bu türler arasındaki farklılıklar ortaya konulduktan sonra elektrikli araç teknolojilerine yönelik yapılan patent analizleri incelenmiş ve bu teknolojinin gidişatına yönelik çıkarımlarda bulunulmuştur.

Yapılan patent analizleri içerisinde öncelikle 2015-2016 yılları arasındaki en fazla patent koruma başvurusu yapılan ilk 10 ülke incelenmiş ve bu ülkeler arasında Çin'in ilk sırada yer aldığı görülmüştür. Çin'in en çok patent koruma başvurusu yapılan ülke olmasının başlıca nedeni, seri üretim tesislerinin fazla olması gösterilmektedir. Ayrıca Çin'i takiben ilk 10'da yer alan Almanya, ABD, Japonya, Avusturya, Fransa, Rusya, İngiltere ve Güney Kore gibi ülkelerin de önemli birer pazar olduğu anlaşılmaktadır. Bunun dışında üç veya daha fazla Avrupa ülkesinde koruma başvurusu yapılacaksa bunun yerine Avrupa Patent Sözleşmesine (EP) başvurulması tavsiye edilmektedir.

Konu ile ilgili incelenen bir diğer patent analizinde ise 2005-2015 yılları arasında elektrikli araçlar için daha kullanışlı ve yeni bir batarya teknolojisi olan lityum iyon bataryalara yönelik en fazla patent çalışması yapan ilk altı şirket incelenmiştir. Bu ilk altı firma arasında, Ube Industries Ltd. (Ube), Mitsubishi Chemical Holdings Corp. (Mitsubishi Chem.), Panasonic Corp. (Panasonic) ve Sony Corp. (Sony) olmak üzere dört Japon şirketi; LG Chemical Ltd. (LG Chem.) ve Samsung SDI Co., Ltd. (Samsung SDI) olmak üzere iki Güney Koreli şirket bulunmaktadır. Tablo 1'de her ne kadar Japon şirketleri daha fazla olsa da ilk iki sırada Güney Koreli şirketler yer almaktadır. Bu çalışma hazırlanırken 4598 adet patent alınmış ve bunlar arasından, 2406 patent kullanılmıştır. Bu incelemenin ardından yine lityum iyon batarya teknolojisindeki en fazla ileri atif sayısına sahip olan on patentin hangi firmalara ait olduğu ele alınmış ve burada Japon (7) firmaların, Güney Koreli (3) firmalara göre daha önde olduğu tespit edilmiştir.

Çalışma kapsamında incelemeye tabi tutulan başka bir patent analizi verisi ise, yakıt hücreli elektrikli araçlar ile ilgilidir. Bu incelemede 1999-2019 yılları arasında yakıt hücreli elektrikli araçlara yönelik yapılan patent çalışmalarının sayıları ele

alınmıştır. Çalışmanın sonucunda ise, yakıt hücreli elektrikli araçlara yönelik yapılan patent çalışmalarının 2016 yılına kadar artış eğilimi gösterdiği fakat bu yıldan sonra tam tersi bir eğilimin olduğu ve bu azalışın 2019'a kadar ciddi şekilde devam ettiği görülmüştür. Bu durumun başlıca sebebi olarak da yakıt hücreli araçlara yönelik ilginin azalması gösterilmektedir. Patentlerin başvurulduktan sonra yayınlanma süresinin 18 ay olması da son iki yıl içerisinde yaşanan ciddi düşüşlerin başka bir sebebi olarak ortaya çıkmaktadır.

Yakıt hücreli elektrikli araçlara yönelik yapılan diğer incelemelerde de yakıt hücreli elektrikli araç endüstrisindeki başlıca teknoloji gruplarındaki patent miktarları incelenmiştir. Sonuç olarak, "membran elektrot montajı (%23)", "sıcaklık yönetimi (%19)", "güç dönüştürücü ve invertör (%17)" gibi teknoloji alanlarında nispeten daha fazla patent çalışması bulunduğu ve "yakıt hücresi yığını (%11)", "hidrojen depolama (%9)", "motor (%8)", "ikincil pil (%7)" ve "dönüşüm (%6)" gibi teknoloji alanlarında ise nispeten daha az patent bulunduğu tespit edilmiştir.

İncelenen patent analizlerinden sonra, elektrikli araçların global düzeyde yaygınlık durumunu tespit etmek amacıyla, bu araçların dünya genelindeki satış rakamları incelenmiştir. Bu bağlamda öncelikle 2016-2019 yılları arasındaki veriler ele alınmıştır. Tam elektrikli ve plug-in hibrit araçların satış rakamları 2016'dan 2019'a kadar ay bazlı bir incelemeye tabi tutulmuştur. Böylece önceki yılların aynı ayındaki satış rakamlarındaki artış ve azalışların daha rahat görülebilmesi amaçlanmıştır. Ayrıca bu bölümde, son olarak global düzeyde en çok tercih edilen 10 elektrikli aracın satış rakamları da detaylı olarak ele alınmıştır. Çalışmanın bu bölümünde en çok dikkat çeken konu yakıt hücreli otomobillerin, incelenen satış listelerinde kendine yer bulamamasıdır. Bu durumun başlıca nedeni ise, çalışmanın önceki kısımlarında da belirtildiği üzere, bu araçların hidrojen istasyonlarının oldukça az olması ve hidrojen kaynaklı oluşabilecek tehlikelerden çekinilmesidir. Bu bölümle ilgili göze çarpan bir diğer önemli nokta ise plug-in hibrit araçların, düz hibrit araçlara göre satış listelerinde daha çok yer bulmasıdır. Bu durumun başlıca nedeni ise, plug-in hibrit araçların şehir içinde sabit bir menzil ve hızda kullanılması halinde içten yanmalı motora ihtiyaç duymaması ve böylece yakıt tasarrufunu maksimum düzeye çıkarabilmesidir.

Bu çalışmada ayrıca 2040 yılına kadar tahmini satış verileri incelenerek, geleceğe yönelik teknoloji öngörülerinde bulunulmuştur. Bu bağlamda elektrikli araçların giderek yaygınlaşacağı ve 2040 yılına gelindiğinde elektrikli araçların,

binek otomobillerin %58'ini, araç filolarının ise %31'ini kapsayacağı tahmin edilmektedir. Ayrıca petrol tüketiminin günlük 17,6 milyon varil azalacağı ve küresel elektrik talebinin ise %5,2 artacağı öngörülmüştür. Elektrikli araç pazarında ise başta Çin ve Avrupa'nın 2030 yılından itibaren satış oranları %70'in üzerine çıkarmaları beklenmekte ve ABD'nin de önümüzdeki birkaç yıl pazarın gerisinde kalması durumunda bile uzun vadede pazardaki rakiplerine yetişeceği sonucuna varılmıştır. Son olarak Japonya ve Hindistan'da elektrikli ve içten yanmalı araçların fiyat paritesinin 2030 yılı itibariyle ancak dengeleneceği öngörülmektedir.

Çalışma kapsamında geleceğe yönelik teknoloji öngörülerinin yapılmasından sonra elektrikli araç teknolojisindeki önemli eksiklikler tespit edilmiştir. Yapılan bu tespitler neticesinde, oluşacak enerji açığı, batarya teknolojisinin yetersizliği ve şarj istasyonlarının yaygın olmaması gibi problemler ön plana çıkmıştır. Bu bağlamda Türkiye'nin yatırım yapması gereken alanlar belirlenmiş ve bu konuda zamanında atılacak adımların, son derece ciddi ekonomik getiriler sağlayacağı ifade edilmiştir.

Elektrikli araç teknolojilerine yönelik yapılan tüm bu bilgilendirme, inceleme ve analizlerin sonucunda, bu teknolojinin gelişim düzeyi, avantajları ve dezavantajları tespit edilmiştir. Yapılan bu tespit neticesinde elektrikli araç teknolojilerinin askerî alandaki kullanımı ve avantajları göz önünde bulundurularak çeşitli atılımların yapıldığı ve birçok prototipin üretildiği görülmüştür. Özellikle düşük ısı ve ses yayılımı sağlayan elektrikli araçların muharebe alanlarında etkin bir şekilde kullanılabilmesi tespit edilmiştir.

Son olarak, elektrikli araçlar bölümünde tam elektrikli, yakıt hücreli ve hibrit askerî araçlar incelenmiş ve askerî araçların hibritleştirme seviyeleri ele alınmıştır. Bu bölümde ayrıca askerî tır ve kamyonları da içeren ağır vasıta araçlarına yönelik yapılan bir patent çalışması incelenmiştir. Bu çalışma kapsamında, 2010-2019 yılları arasında, tam elektrikli ağır vasıta araçlar ile ilgili en fazla makale ve patent çalışması yayınlayan ülke ve bölgeler ele alınmıştır. Bu bağlamda patent alanında Çin'in dikkat çekici bir üstünlüğe sahip olduğu, fakat patent alanında üçüncü sırada yer alan Avrupa Birliği'nin makale yayınlama oranında Çin'i geçtiği görülmektedir. Japonya ise patent oranlarında Çin'den sonra ikinci sırada yer almasına rağmen, makale çalışmalarında son sırada yer almıştır. Patent ve makale çalışmalarının toplamı ele alındığında ise ülke ve bölgelerin, Çin (%44), Güney Kore (%18), Avrupa Birliği (%15), ABD (%12) ve Japonya (%11) şeklinde sıralandığı tespit edilmiştir.

Extended Summary

The main purpose of this study is to identify the progress of electric vehicle technology by demonstrating its advantages and disadvantages and to examine the practices of this technology on military vehicles. In this study, the emergence of electric vehicles, types, sales rates and patent analysis for these vehicles were examined. In the last part of the study, electric military vehicles are discussed in terms of their types.

At the beginning of the study, the concept of patent, patent analysis and advanced patent analysis are explained because patent analysis for electric vehicles to be made in the following sections can be better understood. After these concepts were explained, the emergence and types of electric vehicles were examined, so the necessary information about electric vehicles gathered and the conceptual infrastructure of electric military vehicles which will be mentioned in the last section was created. Electric vehicles; hybrid, fuel cell and full electric are covered under three different headings, and electric military vehicles are examined under these headings.

Within the scope of patent analysis for electric vehicles, the top 10 countries with the most patent protection applications between 2015-2016 were examined. Other patent analysis studies focused on the top six patent-making companies for lithium-ion batteries, a more useful and new battery technology for electric vehicles between 2005 and 2015.

Another patent analysis data, which is subject to review within the scope of the study, relates to fuel cell electric vehicles. In this review, the number of patent studies on fuel cell electric vehicles between 1999-2019 has been discussed. Furthermore, the investigations into fuel cell electric vehicles examine patent amounts in major technology groups in the fuel cell electric vehicle industry.

After the patent analysis, sales rates of these vehicles worldwide were examined to determine the prevalence of electric vehicles at the global level. In this context, the data from 2016 to 2019 are examined. Sales rates for fully electric and plug-in hybrid vehicles have been subject to monthly inspections from 2016 to 2019. Thus, it is aimed to see the increase and decrease in sales rates more easily in the same month of previous years. In detail, the sales rates of the top 10 most preferred electric vehicles at the global level are discussed in detail, and by 2040, estimated sales data were reviewed and future technology predictions were made.

In the last part of the study, electric military vehicles were examined under three different titles as hybrid, fuel cell and full electric and hybridization levels of military vehicles were discussed. In this context, many of the important work carried out on electric military vehicles are examined and try to show what advantages and disadvantages these vehicles have. This section also examines a patent study for heavy vehicles, including military trucks. Turkish scientists work on electric military vehicles in recent years has also been discussed in this section, aimed at promoting domestic military vehicle technologies. Within the scope of the study, important studies in Turkey for electric military vehicles, as well as important studies in the world were discussed, thus trying to address the deficiency in the literature on the subject.

As a result of all these information, inspections and analyses of electric vehicle technologies, the level of development, advantages and disadvantages of this technology have been determined. As a result of this determination, it has been observed that various break throughs have been made and many prototypes have been produced considering the use and advantages of electric vehicle technologies in the military field. It has been discovered that electric vehicles, which provide low heat and sound emission, can be used very effectively in combat areas.

Kaynakça

Kitaplar

- Armaoğlu, F. (1987). *20. Yüzyıl Siyasi Tarihi 1914-1980* (4.Baskı). Ankara: Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları.
- Chan, C. C., ve Chau, K. (2001). *Modern Electric Vehicle Technology*. Oxford University Press.
- Çetindamar, D., Phaal, R. ve Probert, D. (2013). *Teknoloji Yönetimi Faaliyetler ve Araçları*. Efil Yayınevi.
- TÜMOSAN Tanıtım Kitapçığı. (2019).
- Ünlü, N., Karahan, Ş., Tür, O., Uçarol, H., Özsu, E., Yazar, A. ve Tırıs, M. (2003). *Elektrikli Araçlar*. Tübitak Yayınları.

Makaleler

- Alvarez-Meaza, I., Zarrabeitia-Bilbao, E., Rio-Belver, R. M. ve Garechana-Anacabe, G. (2020). Fuel-cell Electric Vehicles: Plotting a Scientific and

- Technological Knowledge Map. *Sustainability (Switzerland)*, 12(6).
<https://doi.org/10.3390/su12062334>
- Chan, C. C. (1993). An Overview of Electric Vehicle Technology. *Proceedings of the IEEE*, 81(9), 1202–1213. <https://doi.org/10.1109/5.237530>
- Chan, C. C. (2007). The State of the Art of Electric, Hybrid, and Fuel Cell Vehicles. *Fellow IEEE*, 95(4), 704–718. <https://doi.org/10.1109/JPROC.2007.892489>
- Clarke, I. ve Piterou, A. (2019). Range Extenders: An Innovative Approach to Range Anxiety in Electric Vehicles. *International Journal of Automotive Technology and Management*, 19(1–2), 104–124. <https://doi.org/10.1504/IJATM.2019.098517>
- Clement-Nyns, K., Haesen, E. ve Driesen, J. (2010). The Impact of Charging Plug-In Hybrid Electric Vehicles on a Residential Distribution Grid. *IEEE Transactions on Power Systems*, 25(1), 371–380. <https://doi.org/10.1109/TPWRS.2009.2036481>
- Daim, T. U., Rueda, G., Martin, H. ve Gerdri, P. (2006). Forecasting emerging technologies: Use of bibliometrics and patent analysis. *Technological Forecasting and Social Change*, 73(8), 981–1012. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2006.04.004>
- Emadi, A., Lee, Y. J. ve Rajashekara, K. (2008). Power Electronics and Motor Drives in Electric, Hybrid Electric, and Plug-In Hybrid Electric Vehicles. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 55(6), 2237–2245. <https://doi.org/10.1109/TIE.2008.922768>
- Kerem, A. (2014). Elektrikli Araç Teknolojisinin Gelişimi ve Gelecek Beklentileri. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 5(1), 1–13.
- Keskin, A. (2009). Hibrid Taşıt Teknolojileri ve Uygulamaları. *Mühendis ve Makine Dergisi*, 50(597), 12–20.
- Lee, M. T. ve Su, W. N. (2020). Search for the Developing Trends by Patent Analysis: A Case Study of Lithium-Ion Battery Electrolytes. *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(3), 90–95. <https://doi.org/10.3390/app10030952>
- Muratoğlu, Y. ve Akkaya, A. (2015). Elektrikli Araç Teknolojisi ve Pil Yönetim Sistemi-İnceleme. *Elektrik Mühendisliği Dergisi*, 458, 10–14.
- Naumanen, M., Uusitalo, T., Huttunen-Saarivirta, E. ve Van der Have, R. (2019). Development Strategies For Heavy Duty Electric Battery Vehicles: Comparison Between China, EU, Japan and USA. *Resources, Conservation*

and Recycling, 151(June), 104413. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104413>

Shi, X., Cai, L. ve Song, H. (2019). Discovering Potential Technology Opportunities for Fuel Cell Vehicle Firms: A Multi-Level Patent Portfolio-Based Approach. *Sustainability (Switzerland)*, 11(22). <https://doi.org/10.3390/su11226381>

Sivakumar, P., Reginald, R., Venkatesan, G., Viswanath, H. ve Selvathai, T. (2017). Configuration Study of Hybrid Electric Power Pack For Tracked Combat Vehicles. *Defence Science Journal*, 67(4), 354–359. <https://doi.org/10.14429/dsj.67.11454>

Tollefson, J. (2010). Hydrogen Vehicles: Fuel of the future? *Nature*, 464(7293), 1262–1264. <https://doi.org/10.1038/4641262a>

Raporlar

BloombergNEF. (2020). *Electric Vehicle Outlook 2020*.

Web Siteleri

Akalın, C. (2019). *Elektrik Bataryalı İç Güvenlik Aracı AKREP- II ve URAL Özel Harekât Aracını ilk defa IDEF'19 da Sergileyecek*. 10 Kasım 2019 tarihinde, <https://www.defenceturkey.com/en/content/otokar-elektrik-bataryali-ic-guvenlik-araci-akrep-ii-ve-ural-ozel-harekat-aracini-ilk-defa-idef-19-da-sergileyecek-3444>. adresinden alınmıştır.

Eshel, T. (2009). *Ranger: a Hybrid Vehicle designed for Hybrid Battle*. 07 Aralık 2019 tarihinde https://defense-update.com/20090918_ranger.html adresinden alınmıştır.

Görgüç, S. (2019). *Otokar, AKREP II ile “Silahlı Keşif”i Yeniden Tanımlıyor*, 10 Kasım 2019 tarihinde <http://www.milscint.com/tr/otokar-akrep-ii-ile-silahli-kesifi-yeniden-tanimliyor/> adresinden alınmıştır.

Irle, R. (2019). *Global EV Sales for the 1st Half of 2019*. . 07 Aralık 2019 tarihinde <http://www.ev-volumes.com/country/total-world-plug-in-vehicle-volumes/> adresinden alınmıştır.

Judson, J. (2017). *Hydrogen Fuel Cell Technology Could Bring Stealth to Army Vehicles*. 17 Ekim 2019 tarihinde <https://www.defensenews.com/land/2017/04/03/hydrogen-fuel-cell-technology-could-bring-stealth-to-army-vehicles/> adresinden alınmıştır.

- Kane, M. (2019). *Global EV Sales In October 2019 Shrunk 28%: Tesla Extends its Lead*. 07 Aralık 2019 tarihinde <https://insideevs.com/news/385302/global-ev-sales-october-2019/> adresinden alınmıştır.
- Katers, N. (2012). *U.S. Army Previews FED Beta Hybrid Vehicle - Greener Ideal*. 07 Aralık 2019 tarihinde <https://greenerideal.com/news/vehicles/0508-us-army-previews-fed-beta-hybrid-vehicle/> adresinden alınmıştır.
- Nikola Corp. (2019). *Reckless*, 10 Aralık 2019 tarihinde, <https://nikolamotor.com/reckless> adresinden alınmıştır.
- Öğretmenoğlu, O. (2016). *General Motors ve Honda'dan Hidrojen Yakıtlı Otomobiller İçin Tarihi Karar*. 26 Mayıs 2019 tarihinde, <https://www.log.com.tr/chevrolet-colorado-zh2-savasmaya-hazir-galeri/> adresinden alınmıştır.
- Recognition, A. (2019). *ULV Ultra Light Vehicle 4x4 hybrid armoured* (2013).07 Aralık 2019 tarihinde, https://www.armyrecognition.com/us_army_wheeled_and_armoured_vehicle_uk/ulv_ultra_light_vehicle_4x4_hybrid_armoured_technical_data_sheet_specifications_description_pictures.html adresinden alınmıştır.
- SEP Modular Armoured Tactical System - *Army Technology*. (2004). 07 Aralık 2019 tarihinde, <https://www.army-technology.com/projects/sep/> adresinden alınmıştır.
- USA Today: *Army/Marines testing PHEV Humvees*. (2006). 07 Aralık 2019 tarihinde, <http://www.calcars.org/calcars-news/299.html> adresinden alınmıştır.