



İSTANBUL MEDENİYET ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
MÜHENDİSLİK YÖNETİMİ ANABİLİM DALI

**Elektrikli Araçlarda Kullanılan Tahrik Sistemleri İçin
Öngörü Çalışması**

Yüksek Lisans Tezi
Necati Fatih Demiral

Haziran 2023



İSTANBUL MEDENİYET ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
MÜHENDİSLİK YÖNETİMİ ANABİLİM DALI

**Elektrikli Araçlarda Kullanılan Tahrik Sistemleri İçin
Öngörü Çalışması**

Yüksek Lisans Tezi

Necati Fatih Demiral

Danışman

Doç. Dr. Hasan Köten

Haziran 2023

TEZ JÜRİSİ ONAYI

Necati Fatih Demiral tarafından hazırlanan "Elektrikli Araçlarda Kullanılan Tahrik Sistemleri İçin Öngörü Çalışması" başlıklı bu Yüksek Lisans Tezi, Mühendislik Yönetimi Anabilim Dalı'nda hazırlanmış ve jürimiz tarafından kabul edilmiştir.

JÜRİ ÜYELERİ

İMZA

Tez Danışmanı:

Doç. Dr. Hasan Köten

Kurumu: İstanbul Medeniyet Üniversitesi

Üyeler:

Doç. Dr. Fatih Öztürk

Kurumu: İstanbul Medeniyet Üniversitesi

Doç. Dr. Mustafa Yılmaz

Kurumu: Marmara Üniversitesi

Tez Savunma Tarihi: / / 20....

BEYANLAR

Yazım ve Kaynak Gösterme Kılavuzu Beyanı

Danışmanlığımda yazılan bu tezin Vancouver yazım ve kaynak gösterme kılavuzunda belirtilen kurallara uygun olarak yapılandırıldığı ve bu kılavuzun kaynak gösterme standartlarının bu tezde tutarlı olarak uygulandığı tarafımdan incelenerek teyit edilmiştir.

Doç. Dr. Hasan Köten

Etik İlkeler Sadakat Beyanı

Hazırladığım bu tezin tamamen kendi çalışmam olduğunu, akademik ve etik kuralları gözeterek çalıştığımı ve her alıntıya kaynak gösterdiğimi beyan ederim.

Necati Fatih Demiral

ÖZET

Elektrikli araçlarda Kullanılan Tahrik Sistemleri İçin Öngörü Çalışması

Demiral, Necati Fatih

Yüksek Lisans Tezi, Mühendislik Yönetimi Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Hasan Köten

Haziran 2023

Bu çalışmada, günümüzde gitgide yaygınlaşmaya başlayan elektrikli araçları harekete geçiren tahrik sistemlerinin patent verileri ile geleceğinin tahminlenmesi konusunda çalışılmıştır. Araç tahrik sisteminde kullanılan, klasik veya geleneksel olarak isimlendirilebilen içten yanmalı motorlar günümüzde pazarda baskın konumdadır. Fosil kaynakların tükenebilir olmaları, emisyon değerleri ve temiz çevre yaklaşımı gibi durumlardan ötürü alternatif bir teknoloji olan elektrikli araç sektörü de gelişmeye başlamıştır. Özellikle son yıllarda satış grafiği yukarı yönlü olarak hareket eden elektrikli araçlar inovasyon konusunda da iyi bir araştırma konusu olmuştur. Bu durum, üreticilerin geliştirmekte olan bu sektöre yönelik yatırım yapmaya başlamasını sağlamıştır. Elektrikli araç sektöründe batarya teknolojilerinden tahrik sistemi için gerekli olan motor teknolojilerine kadar gelişime açık çok sayıda araştırma konusu vardır. En genel haliyle üreticilerin geliştirmiş veya bulmuş oldukları teknolojileri korumasını sağlayan patent sistemi ile buluş sahibi önemli avantajlar elde etmektedir.

Sektördeki rekabet ve ilgili buluş alanında öncü olma isteği ile araştırma ve geliştirme faaliyetleri de paralel olarak artmaktadır. Bu da şirketleri ilgilendikleri teknoloji alanı ile ilgili patent üretimine teşvik etmektedir. Bir konu ne kadar gündemdeyse ve gelecek vadediyorsa benzer oranda araştırılacağı düşünüldüğünden üretilen patent sayısı ile teknolojinin geleceği arasında doğru orantı olduğu söylenebilir.

Bu çalışma içinde ilk olarak elektrikli araç türleri incelenmiştir. Elektrikli araç türleri belirtildikten sonra elektrikli araçlarda kullanılan ve araca tahrik sağlayan elektrik motor türleri incelenmiştir. Ardından patent analizi ile ilgili bilgiler derlenmiştir ve en çok kullanılan patent arama motorları hakkında bilgiler verilmiştir. Ardından Google Patents patent arama motoru ile sorgu ekranına istenilen kriterler girilmiş ve sonuçlar grafiksel olarak incelenmiştir. Yıl bazlı ve ülke bazlı üretilen patent sayısı grafiklerinin incelenmesi sonucunda değerlendirmelerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Elektrikli Araç, Motor, Tahrik, Patent, Tahmin

ABSTRACT

Forecast Study For Drive Systems Used In Electric Vehicles

Demiral, Necati Fatih

Master's Thesis, Department of Engineering Management

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Hasan Köten

June 2023

In this study, it has been studied to predict the future of the drive systems that drive electric vehicles, which are becoming more and more widespread today, with patent data. The internal combustion engines used in the vehicle propulsion system, which can be named classical or traditional, are dominant in the market today. The electric vehicle sector, which is an alternative technology, has also started to develop due to situations such as the depletion of fossil resources, emission values and clean environment approach. Especially in recent years, electric vehicles, whose sales graph has been moving upwards, have also been a good research topic in innovation. This has enabled manufacturers to start investing in this developing sector. There are many research topics open to development in the electric vehicle industry, from battery technologies to engine technologies required for the propulsion system. In its most general form, the inventor gains significant advantages with the patent system, which enables manufacturers to protect the technologies they have developed or found.

Research and development activities are increasing in parallel with the competition in the sector and the desire to be a pioneer in the field of related inventions. This encourages companies to produce patents related to the technology field they are interested in. It can be said that there is a direct proportion between the number of patents produced and the future of technology; since it is thought that the more a topic is on the agenda and promising, the similar amount of research will be done.

In this study, firstly, the types of electric vehicles were examined. After specifying the types of electric vehicles, the types of electric motors used in electric vehicles and providing propulsion to the vehicle were examined. Then, information about patent analysis was compiled and information about the most used patent search engines was given. Then, the desired criteria were entered into the query screen with the Google Patents patent search engine and the results were examined graphically. Evaluations were made as a result of examining the year-based and country-based number of patents graphics.

Keywords: Electric Vehicle, Motor, Drive, Patent, Forecast

TEŞEKKÜR

Bu çalışma sırasında yönlendirmeleri ve destekleri için sayın danışmanım ve hocam Doç. Dr.Hasan KÖTEN'e ve aileme çok teşekkür ederim.

TABLO LİSTESİ

Tablo 1. Bazı elektrikli araç markaları ve tahrik için kullanılan motor türleri(31).	11
--	----

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1. Tamamen elektrikli araçların temel çalışma prensibi(12).	6
Şekil 2. Hibrid elektrikli araç tipleri(16).	6
Şekil 3. Plug-in hibrid elektrikli araç diyagramı(24).....	9
Şekil 4. Yakıt hücreli EV(13,27).	10
Şekil 5. Fırçalı DC motorun yapısı(35,36).	12
Şekil 6. Asenkron motor yapısı(41).....	13
Şekil 7. Sabit Mıknatıslı Senkron Motor yapısı(43).	14
Şekil 8. SRM yapısı(50).	16
Şekil 9. Patentlenebilirlik şartları(54).....	18
Şekil 10. Espacenet örnek ara yüzü(55).	21
Şekil 11. Espacenet verilen örnek için sorgu ekranı (55).	22
Şekil 12. Arama sonucu ulaşılan patent dokümanları (55).....	23
Şekil 13. Google Patents gelişmiş sorgu ekranı(8,68).....	25
Şekil 14. Türk Patent gelişmiş arama ekran görüntüsü(69).....	27
Şekil 15. Arama kriterlerine dair ekran görüntüsü(69).....	27
Şekil 16. Arama kriterine bağlı koşullara dair ekran görüntüsü(69).	28
Şekil 17. Elektrikli araçların tahrik sisteminde kullanılan doğru akım motorları (DC) için üretilen patentlere dair arama sorgusu ve şirket bazlı veriler.	29
Şekil 18. Elektrikli araçların tahrik sisteminde doğru akım (DC) motorlarına dair yıllar bazında oluşturulan patent verileri grafiği.	30
Şekil 19. Elektrikli araçların tahrik sisteminde doğru akım (DC) motorlarına dair yıllar bazında oluşturulan kümülatif patent verileri grafiği.....	30
Şekil 20. Elektrikli araçların tahrik sisteminde doğru akım (DC) motorlarına dair ülkeler bazında oluşturulan patent verileri grafiği.	31
Şekil 21. Elektrikli araçların tahrik sisteminde kullanılan sabit mıknatıslı senkron motorlarına (PMSM) için üretilen patentlere dair arama sorgusu ve şirket bazlı veriler.	32
Şekil 22. Elektrikli araçların tahrik sisteminde kullanılan sabit mıknatıslı senkron motorlarına (PMSM) dair yıllar bazında oluşturulan patent verileri grafiği.	32
Şekil 23. Elektrikli araçların tahrik sisteminde kullanılan sabit mıknatıslı senkron motorlarına (PMSM) dair yıllar bazında oluşturulan kümülatif patent verileri grafiği.....	33
Şekil 24. Elektrikli araçların tahrik sisteminde kullanılan sabit mıknatıslı senkron motorlarına (PMSM) dair ülkeler bazında oluşturulan patent verileri grafiği.	33
Şekil 25. Elektrikli araçların tahrik sisteminde kullanılan anahtarlamalı relüktans motorları (SRM) için üretilen patentlere dair arama sorgusu ve şirket bazlı veriler.	34
Şekil 26. Elektrikli araçların tahrik sisteminde kullanılan anahtarlamalı relüktans motorlarına (SRM) dair yıllar bazında oluşturulan patent verileri grafiği.	35
Şekil 27. Elektrikli araçların tahrik sisteminde kullanılan anahtarlamalı relüktans motorlarına (SRM) dair yıllar bazında oluşturulan kümülatif patent verileri grafiği.....	35
Şekil 28. Elektrikli araçların tahrik sisteminde kullanılan anahtarlamalı relüktans motorlarına (SRM) dair ülkeler bazında oluşturulan patent verileri grafiği.	36
Şekil 29. Elektrikli araçların tahrik sisteminde kullanılan asenkron motorlar (ASM) için üretilen patentlere dair arama sorgusu ve şirket bazlı veriler.	37
Şekil 30. Elektrikli araçların tahrik sisteminde kullanılan asenkron motorlarına (ASM) dair yıllar bazında oluşturulan patent verileri grafiği.....	38
Şekil 31. Elektrikli araçların tahrik sisteminde kullanılan asenkron motorlarına (ASM) dair yıllar bazında oluşturulan kümülatif patent verileri grafiği.	38
Şekil 32. Elektrikli araçların tahrik sisteminde kullanılan asenkron motorlarına (ASM) dair ülkeler bazında oluşturulan patent verileri grafiği.....	39

Şekil 33. Elektrikli araçların 2010-2021 yılları arasındaki küresel çapta satış miktarlarını gösteren grafik(70).....	40
Şekil 34. Dünyadaki toplam elektrikli ve plug-in araç satış büyüme grafiği(71).....	40
Şekil 35. 2020-2030 küresel çaplı satış tahmin grafiği(72).	41

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
TABLO LİSTESİ	ii
ŞEKİL LİSTESİ	iii
İÇİNDEKİLER.....	v
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR TARAMASI	3
3. ELEKTRİKLİ ARAÇ TÜRLERİ.....	4
3.1. Tamamen Elektrikli Araçlar.....	5
3.2. Hibrid Elektrikli Araçlar	6
3.2.1. Seri Hibrid Elektrikli Araçlar.....	7
3.2.2. Paralel Hibrid Elektrikli Araçlar	7
3.2.3. Seri - Paralel Hibrid Elektrikli Araçlar	7
3.2.4. Kompleks Hibrid Elektrikli Araçlar.....	8
3.2.5. Plug-In Hibrid Elektrikli Araçlar	8
3.3. Yakıt Hücreli Elektrikli Araçlar.....	9
4. ELEKTRİKLİ ARAÇLARDA KULLANILAN MOTOR TÜRLERİ.....	10
4.1. Fırçalı DC Motorlar	11
4.2. Asenkron Motorlar	12
4.3. Sabit Mıknatıslı Senkron Motorlar.....	13
4.4. Fırçasız DC Motorlar	15
4.5. Anahtarlama Relüktans Motorlar.....	15
5. PATENT ANALİZİ VE PATENT ARAMA MOTORLARI	17
5.1. Patent Analizi.....	17
5.2. Patent Arama Motorları	20
5.2.1. Ecpacenet	20
5.2.2. Google Patents	24
5.2.3. Türk Patent.....	26
6. TAHRİK SİSTEMLERİNE GÖRE ELEKTRİKLİ ARAÇ PATENT ARAŞTIRMASI	28
6.1. Kullanılacak Operatörler ve Araştırma	28
6.1.1. Doğru Akım Motorlarına Dair Patent Verileri.....	29
6.1.2. Sabit Mıknatıslı Senkron Motorlarına Dair Patent Verileri	31
6.1.3. Anahtarlama Relüktans Motorlarına Dair Patent Verileri	34
6.1.4. Asenkron Motorlara Dair Patent Verileri.....	37
7. GÜNCEL ELEKTRİKLİ ARAÇ GELİŞMELERİ	39
8. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME	42

KAYNAKLAR.....	44
----------------	----

1. GİRİŞ

Günümüzde binek araç endüstrisinde yenilenemeyen enerji kaynaklarından fosil yakıtların kullanıldığı içten yanmalı motorların kullanımı lider pozisyonundadır. Fosil yakıtların yoğun kullanımı çevreyi ve dünyanın geleceğini tehdit etmekte aynı zamanda bu yakıtlar gelecekte tükenme riskini barındırdığından sürdürülebilirlik açısından elverişli görülmemektedir. Özellikle gelişmiş devletler yenilenebilir enerji kaynakları konusunda yatırımlarını ve araştırmalarını arttırmışlardır. Bu alana yönelik patent çalışmaları da elektrikli araçların geleceğine yönelik güçlü ipuçları vermektedir. Çünkü yapılan Ar-Ge çalışmaları ve patentler sadece akademik bir araştırma olmasının ötesinde çoğunlukla kar amacı güden bir düşünceye sahip olduğundan şirketler ve kurumları bunlara yönelik yatırım ve çalışmalarını yapmaktadırlar. Bu durum da patent araştırmalarının elektrikli araçların geleceğine yönelik temelli bir yorum yapılabilmesine olanak vermektedir.

Enerjinin elde edilme biçimine bağlı olarak sistemi harekete geçirmek için kullanılacak tahrik sistemlerinde kullanılan motorlar da buna bağlı olarak değişmektedir. İçten yanmalı olarak tanımlanan motorlarda fosil yakıtların yakımı sağlanarak elde edilen yanma enerjisi kinetik enerjiye çevrilerek tahrik ünitesine iletilirken elektrik motorlarında ise motora gelen elektrik enerjisi elektromanyetik olarak kinetik enerjiye çevrilerek tahrik ünitesine iletilir. İşlemlerin sonunda içten yanmalı motorlarda ısı ve fosil atıklar meydana gelirken elektrik motorlarında sadece ısı meydana geldiği söylenebilir. Bunun yanında elektrikli araçlarda özellikle batarya sistemleri, menzil ve şarj sorunları dezavantaj olarak görünmekte ve konuyla ilgili araştırmalar yapılmaktadır.

Aşağıda tamamen elektrikli araçlar ve geleneksel içten yanmalı motorların kullanıldığı araçlar karşılaştırılmıştır(1):

Çalışma durumunda ve boşta durma performansları yönünden incelendiğinde içten yanmalı motorları çalıştırabilmek için marş motoru vasıtasıyla krank mili ve harekete geçmesi için boşta bekleme hızına ulaşması gerekmektedir fakat elektrikli araçlarda buna lüzum olmamakla birlikte herhangi bir devirde anlık moment elde etmek mümkün olabilmektedir. Ayrıca klasik içten yanmalı motor araç verimini artırmak ve emisyonu azaltmak için başlatma/durdurma kontrolü ihtiyaç gerekirken elektrikli araçta buna gerek yoktur(1,2).

Gürültü ve moment dalgalanması yönünden bakıldığında İYM gürültü ve titreşimlere sebep olan yüksek moment dalgalanmalarına sahip olup aynı zamanda moment üretimi sürekli değildir bu sebeple krank milini dengelemek ve vites geçişi sırasında oluşan moment boşluklarını minimize etmek amacıyla volan eklenmektedir. Fakat elektrik motorlarında İYM'nin aksine mekaniksel gürültü ve titreşim problemleri yoktur. Asenkron motor (ASM) veya kalıcı mıknatıslı senkron motor (PMSM) gibi elektrik motorlarında moment dalgalanması makinanın dizaynı ve kontrol yöntemleri ile minimize edilebilir(1,3).

Bir elektrik motorunun herhangi bir devirde anlık moment elde edebilmesi gaz(tetikleme) pedalına basıldığı anda motorun tam dönme gücü elde edebilmesini sağlamaktadır fakat İYM'ler maksimum momente çok yüksek devirlerde ulaşabilmektedir. Ayrıca İYM'ler maksimum momente ulaştığı anda hızı çok çabuk düşmeye başlar bu da sınırlı moment aralığı problemini oluşturur. Bu sorun farklı vites dişli oranları ile kompanze edilmeye çalışılmaktadır. Elektrik motorunda maksimum moment belirli bir değere kadar sabit kalmakta sonrasında yavaş bir şekilde düşmeye başlamaktadır. Düşük devirlerde elde edilen geniş moment aralığı ile sıfırdan maksimum hıza kadar tek vites kullanılmaktadır ve aracın geri gitmesi motorun ters yönde çalıştırılmasıyla gerçekleştirildiğinden geri vites ihtiyacı olmamaktadır. Bu da vites değişimi gibi ek yükten kurtulmayı sağlamaktadır. Bu tasarım ise elektrikli araçları hem basit, güvenilir ve kullanışlı yapmaktadır. Kullanım kolaylığı sayesinde keyifli bir sürüş sağlamaktadır.(1,4).

Elektrikli bir otomobilin çalışma masraflarının çoğunu batarya bakımı oluşturmaktadır. Bunun sebebi elektrikli bir aracın motorunda basit yapısı sayesinde az sayıda hareketli parça varken İYM'ye sahip araçta ise yüzlerce parça bulunmaktadır. İçten yanmalı motorlarda bakım maliyetlerinin daha uygun olması avantaj olarak görülebilse de gelecek yıllarda elektrikli araçlardaki batarya sistemlerinin daha ekonomik ve daha uzun ömürlü olarak geliştirilmesiyle elektrikli araçlar bu konuda daha avantajlı bir konuma gelebilir(1,5). Mevcut durumda piyasanın İYM ile çalışan araçlar lehine olması ile hareketli parçaların kolay bulunabilir ve düşük maliyetli olmasında da etken olduğu söylenebilir. Batarya teknolojisi ise gelişmekte olan bir teknoloji olarak değerlendirilebileceğinden elektrikli araç teknolojisi ilerleyen yıllarda sektörde hakim teknoloji olduğunda elektrikli araçlarla çalışan araçlardaki parça ve ünitelerin maliyetlerinin de düşebileceği düşünülebilir.

Bir dizel aracın optimal durumda verimi yaklaşık olarak %32 iken kalıcı mıknatıslı senkron motorun (PMSM) verimi %95 civarındadır. Elektrik motoru çift yönlü olarak (hem motor hem de generatör modunda) çalışabilmektedir ve bu sayede bataryaları da şarj edebilmektedir. Aynı zamanda bataryaların enerji yoğunluğu elektrikli araçların sürüş menzili için çok önemli bir parametredir(1). Enerji yoğunluğu yönünden karşılaştırıldığında benzin ile aynı enerji yoğunluğuna eşdeğerliğinde olan elektrikli araç bataryasının ağırlığının tonlarca olduğu görülmektedir(3,4). Verim yönünden karşılaştırıldığında elektrikli araçların İYM sahip araçlara göre verimleri 3 kat daha fazla olsa da yukarıdaki karşılaştırma göz önüne alındığında fosil yakıtların enerji yoğunluğu konusunda hala çok üstün olması sebebiyle elektrikli araçlar için bu konu hala en büyük dezavantajdır(1).

İçten yanmalı motora sahip araçların sayısının elektrik motorlu araçlardan yüksek olması sebebiyle elektrikli araç şarj istasyonlarının sayısı yakıt istasyonu sayısından daha düşüktür ancak elektrikli araç sayısı da yıllara göre artmaktadır(1,6). Şarj istasyonu sayısının benzin istasyonlarının sayısını yakalaması için belirli bir zamana ihtiyaç olduğu açıktır. Bu durum kısa mesafede bir karşılaşılan benzin istasyonlarının aksine elektrikli araç sahiplerinin yola çıkmadan önce şarj istasyonlarına bakma zorunluluğu getirmekte ve konforu azaltmaktadır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Araştırmacılar gözlemlenmek istenilen durumlar için patent verilerini toplayıp çeşitli çalışmalar yapmışlar ve buna istinaden geleceğe yönelik yorumlar yapmışlardır. Yakın zamanda yapılan birkaç çalışma aşağıda yer almaktadır.

Yuan ve Cai yapmış oldukları çalışmada çevre bilincinin artışıyla beraber düşük emisyonlu araçlara yönelimin olduğunu fakat bunun trendin belirsiz olduğunu belirtmiş olup çalışmada hibrid elektrikli (HEV), akülü elektrikli araçlar (BEV) ve yakıt hücresel elektrikli araçlar (FCEV) teknolojileri içten yanmalı araç teknolojilerine alternatif olarak gösterilen ve düşük emisyonlu araç teknolojileri olup yapılan çalışma patent analizinde kullanılan S eğrisi simülasyonu ile yapılmış olup bunun sonucunda hibrid elektrikli

araçların en umut verici geleceğe sahip olduğunu ardından akülü elektrikli araçların ve içten yanmalı motorların geldiğini ve yakıt hücreli elektrikli araç teknolojisinin ise yavaş ilerlediğini belirtmişlerdir(7,8).

Nagula yapmış olduğu çalışmada 1976-2012 yılları arasında ABD Patent ve Ticari Marka Ofisi'nden alınan yakıt hücresi teknolojisi patent verileri Uluslararası Patent Sınıflandırması (IPC) yardımı ile gruplandırılmış olup bir büyüme eğrisi türü olan Gompertz eğrisinin yakıt hücresi teknolojisi için en iyi büyüme eğrisi türü olduğu kabul edilmiştir ayrıca tahmin hataları çeşitli yöntemlerle kontrol edilmiştir ve analizden sonra yakıt hücresi teknolojisinin gelişmekte olan teknoloji olduğu belirtilmiştir(8,9).

Ranaei, Karvonen, Suomien ve Kassi 1990-2010 yıllarına dair patent verilerini toplayıp elektrikli ve yakıt hücreli araçlara dönük patent analizi gerçekleştirmişlerdir ve yapılan analiz ve araştırma sonucunda elektrikli araçların yüksek bir Ar-Ge payıyla hidrojen bazlı araçlara göre ilerlemesinin daha kolay olacağını belirtmişlerdir(8,10).

Sinigaglia, Martins ve Siluk yapmış oldukları çalışmada ABD Patent ve Ticari Marka Ofisi ve Avrupa Patent Ofisi aracılığıyla yayınlanmış olan patent verilerini toplayıp içten yanmalı motorlara potansiyel alternatif olan akülü elektrikli araçlar, yakıt hücreli elektrikli araçlar ve hibrid elektrikli araçlar bazında her bir araç için teknolojik olgunluk düzeylerinin araştırmalarını yapmışlardır ve bunun sonucunda yakıt hücreli elektrikli araç teknolojisinin teknolojik olgunluğa ulaştığını ve doyumluğa çok yakın olduğunu (2018 ve 2024 arasında), içten yanmalı motorların 2037-2043 arasında beklenen doyumluğu ile olgun bir teknoloji olduğu ve hibrid elektrikli araç ve bataryalı elektrikli araç teknolojilerinin ise sıcak teknolojik harekette bulunduğunu ve bu durumun daha fazla Ar-Ge çalışmalarını sağladığını belirtmişlerdir(8,11).

3. ELEKTRİKLİ ARAÇ TÜRLERİ

Tahrik sistemlerine enerji sağlayan güç kaynağına bağlı olarak çeşitli elektrikli araç tipleri mevcuttur. Günümüzde bu araçların verimlerinin artması ve kullanımının yaygınlaşması amacıyla çeşitli araştırma ve geliştirme çalışmaları yapılmakta olup özellikle hız, menzil ve depolama yönünden düşünüldüğünde batarya teknolojileri ve motor verimleri bu

yönüyle ana araştırma alanları olarak sınıflandırılabilir. Elektrikli araçlar genel olarak aşağıdaki gibi 4 grupta sınıflandırılabilirler.

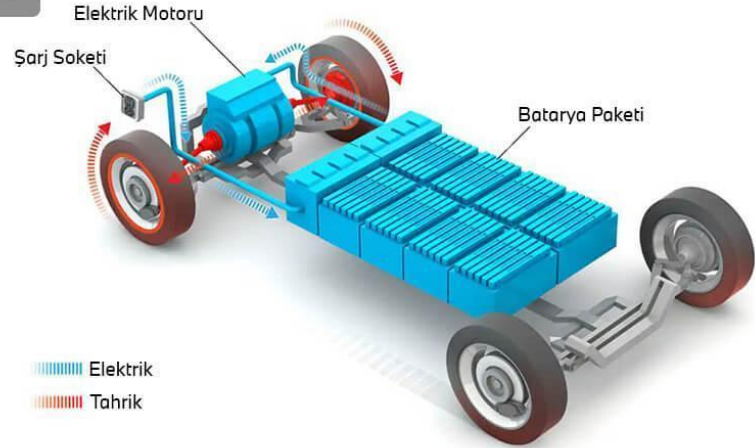
- Tamamen Elektrikli Araçlar
- Hibrid Elektrikli Araçlar
- Plug-in Hibrid Elektrikli Araçlar
- Yakıt Hücresi Elektrikli Araçlar

3.1. Tamamen Elektrikli Araçlar

İYM'ler yakıtın yanmasıyla elde ettiği enerji ile çalışırken elektrik motorları bataryadan aldığı elektriği enerjiye çevirirler. Menzili yani tek bir batarya şarjı ile gidebileceği mesafeyi bataryanın kapasitesi belirlemektedir. Tümü elektrikli araçlar (BEV) sadece elektrik ile çalışmaktadır. İçten yanmalı motoru olmadığı için yani fosil kökenli yakıt tüketmediği için lokal emisyonu bulunmamaktadır ve diğer araç türleriyle karşılaştırıldıklarında ise en çevreci araç tipi olarak öne çıkmaktadır(12).

Sıfır emisyon ve çevreci olmaları, sessiz şekilde çalışmaları, fren ömürlerinin rejeneratif frenleme sayesinde uzun olması ve elektrik motorunun ayı zamanda generatör olarak da kullanılıp bataryaları beslemesi, yakıt ve bakım maliyetlerinin klasik araçlara göre çok daha az olması gibi durumlar avantajları olarak gösterilebilir. Bunun yanında elektrikli araçların üretimindeki yüksek maliyetin satışa yansımından dolayı pazar payını daraltması, bataryaların oldukça ağır olması, araç menzilinin sınırlı olması, şarj süresinin uzun olması gibi durumlar bu taşıtlar için dezavantaj olarak nitelendirilebilir(13). Farklı batarya tipleri üzerindeki araştırma ve geliştirme çalışmaları ile birlikte enerji yoğunluğu ve ağırlık probleminin kalması da mümkün olabilecektir.

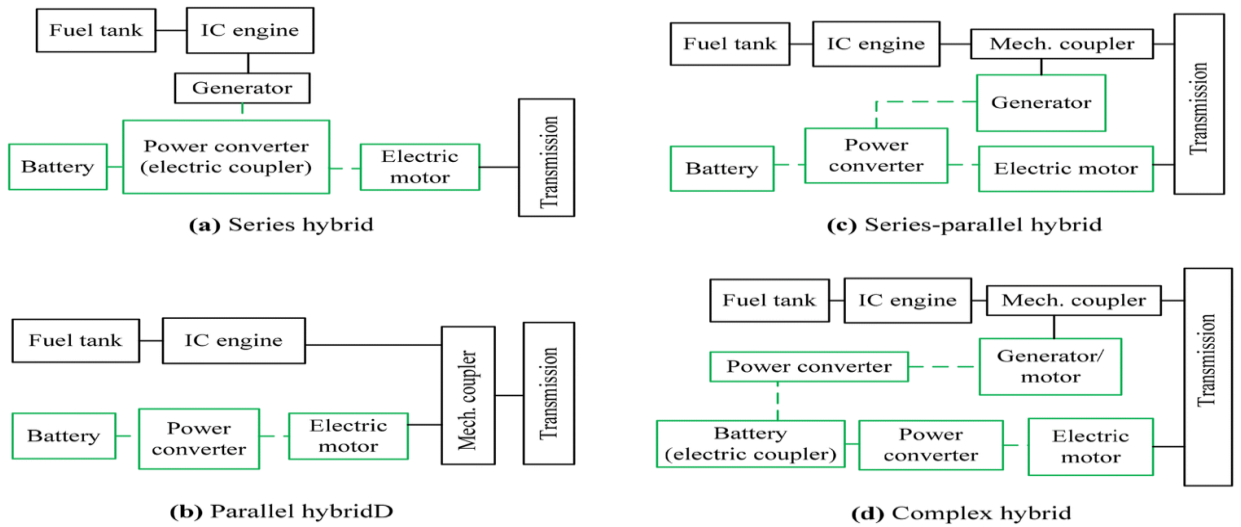
TAMAMEN ELEKTRİKLİ OTOMOBİLLER



Şekil 1. Tamamen elektrikli araçların temel çalışma prensibi(12).

3.2. Hibrid Elektrikli Araçlar

Hibrid elektrikli araçlar hareket için gerekli olan enerjinin iki veya daha fazla çeşitte kaynaktan elde edildiği ve kaynaklardan en az bir tanesinin elektrik enerjisi olduğu araçlar olarak nitelendirilebilir(14,15). İYM motorun varlığı ile tamamen elektrikli araçlardaki dezavantaj olarak nitelendirilen menzil problemini ortadan kaldırırsa da yakıt kullanımı sebebiyle sıfır emisyon değildir fakat tamamen elektrikli araçlara göre enerji depolama sorununu ortadan kaldırdığı için maliyeti azalmıştır. 4 ana grup altında sınıflandırılabilir(14).



Şekil 2. Hibrid elektrikli araç tipleri(16).

3.2.1. Seri Hibrid Elektrikli Araçlar

İçten yanmalı motordan sağlanan mekanik enerji jeneratör yardımı ile elektrik enerjisine çevrilir. Çevrilen elektrik enerjisi ya bataryayı doldurur ya da bataryadan bağımsız bir bara üzerinden elektrik motoruna iletir. Üç tahrik makinasına (İYM, jeneratör ve elektrik motoru) gereksinim olması eksi olarak görülmektedir. Ayrıca bir diğer eksi olarak değerlendirilebilecek özelliği ise bu hibrid elektrikli araç uzun mesafeler için dizayn edilirse, belirtilen bütün tahrik makinalarının sürekli gücü maksimumda tutmak için boyutlandırılması gerekmektedir. Fakat nispeten kısa süreli kullanımlar için motorlar ve jeneratörler daha küçük bir boyutta dizayn edilebilir.(14,17,18).

3.2.2. Paralel Hibrid Elektrikli Araçlar

Seri hibrid elektrikli araçta tahrik için elektrik motoru tekerleklerle güç sağlarken paralel hibrid elektrikli araçta hareket için hem içten yanmalı motor hem de elektrik motoru paralel olarak güç sağlayabilir. İYM ve elektrik motoru genel olarak iki adet debriyaj aracılığıyla tekerleklerin hareket miline bağlandığı için tahrik gücünü sadece içten yanmalı motor veya iki motor da sağlayabilir. Mantıken daha düşük miktarda emisyon açığa çıkması ve daha az miktarda yakıt harcanmasını gerçekleştirebilmek için elektrikle desteklenmiş bir içten yanmalı motorlu araç gibi düşünülebilir. Aynı zamanda elektrik motorunun, momentumun ihtiyaçtan fazla olması durumunda, rejeneratif frenleme veya motorun sağladığı emiş gücüyle bataryayı doldurmak amacıyla bir jeneratör olarak kullanılabilmesi mümkündür. Paralel hibrid araçta, seri hibrid araçlara kıyasla tahrik sağlayan iki motorun olması oldukça avantajlıdır. Seri hibrid araçlardan eksik yönüyle, bataryası boşalana kadar aynı performansı sağlaması için daha büyük boyutlarda içten yanmalı motor gerektirebilmesi ve aynı şekilde kullanılacak elektrik motorunun görece daha büyük olabilmesidir. Başka bir dezavantajıysa uzun yolculuklarda sadece içten yanmalı motor en yüksek seviyede devamlı güce sahip olmalıyken, seri hibrid araca kıyasla elektrik motorunun neredeyse iki katı kadar büyük olmasıdır(14,17,19).

3.2.3. Seri - Paralel Hibrid Elektrikli Araçlar

Bu elektrikli araç türü seri ve paralel hibrid elektrikli araçların özelliklerinin ikisini de içermesine rağmen seri hibrid araçla mukayese edildiğinde mekanik bir ek bağlantı, paralel hibrid araçla kıyaslandığındaysa ek olarak bir jeneratör içerir. Seri ve paralel

hibrid elektrikli araçların avantaj sağlayan niteliklerine sahip olsa da, onlara göre daha kompleks ve maliyetlidir. Ayrıca kontrol ve üretim teknolojilerindeki gelişmelerle bu sistemi benimsemeyi tercih eden modern hibrid elektrikli araçlar vardır(14,18,20).

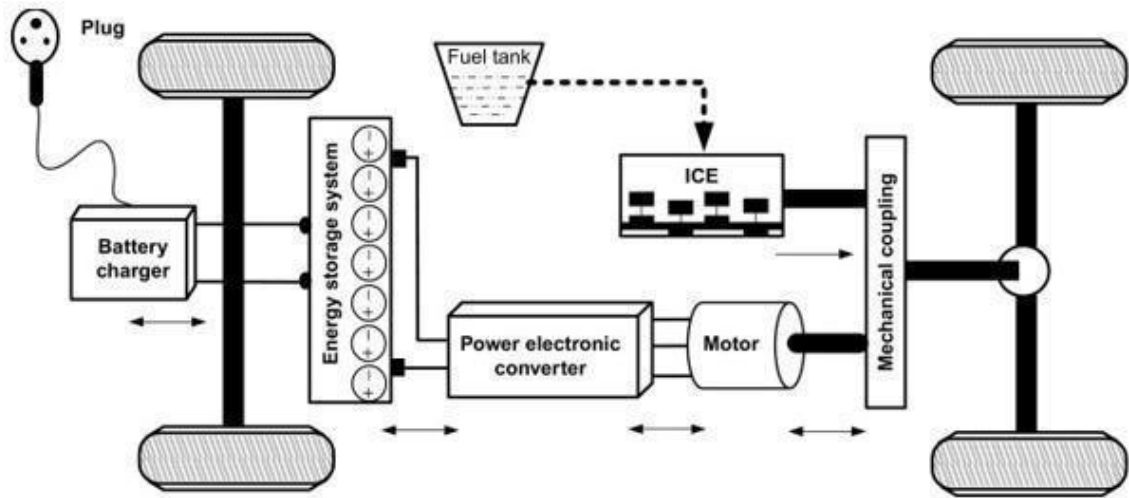
3.2.4. Kompleks Hibrid Elektrikli Araçlar

Kompleks hibrid araçlar, seri-paralel hibrid araçlarla yapısal olarak benzerdir çünkü benzerlikteki esas etmen generatörle elektrik motorunun aynı makinelerdir. Ek olarak asıl farklılık, güç kaynağı olarak kompleks hibrid araçtaki elektrik motorunun çift yönlü, seri-paralel hibrid araçtaki jeneratörün ise tek yönlü olmasıdır, bu iki yönlü çalışma durumu ele alındığında çok yönlü olarak da çalışabilir ve özellikle de seri-paralel hibrid ve paralel hibrid araçlar ile gerçekleştirilemeyen üç tahrik gücünü mümkün kılabilir. Seri-paralel hibrid elektrikli araçlara benzer olarak, kompleks hibrid nispeten yüksek komplekslik ve maliyet yönüyle avantajsız olarak değerlendirilebilir. Ayrıca bazı yeni ortaya çıkmış hibrid elektrikli araçlar bu sistemi çift aks tahrikine uyarlanırlar(14,17,21).

3.2.5. Plug-In Hibrid Elektrikli Araçlar

Plug-in hibrid elektrikli araçlar klasik hibrid araçların dışarıdan şarj edilebilir türü olarak değerlendirilebilir. Bu tip araçlar, genellikle içten yanmalı motor aracılığıyla tahrik edilmekte olup elektrik motoru çalışmaya destek sağlamaktadır. Plug-in hibrid elektrikli araçların sadece elektrik kullanarak gidebilecekleri menzilleri sınırlıdır. Genellikle bu tipteki araçlar, klasik hibrid versiyonları ile kıyaslandıklarında batarya kapasitesi yönünden daha üstün durumdadırlar. Yapısal olarak temelde aynı olmalarından ötürü bu tür araçlar klasik HEV'lerin olumsuz özelliklerini yok etmekte zorlanmaktadırlar. İlerletici enerjinin hem İYM hem de elektrikli ünitelerce paylaşılma durumundan ötürü, elektrik ile yapılan yolculuk sadece şehir içi kullanım durumlarında ve sınırlı olarak yapılması mümkündür. PHEV'ler için iki farklı çalışma durumu vardır. Bunlardan ilki ilk çalışma esnasında elektrikli araç (EV) modunda olan PHEV'ler bu şekilde başlarlar ve pil şarjının düştüğü durumlarda ya da ani ivmelenme ihtiyacı halinde hibrid çalışma durumuna geçerler ancak aracın her zaman tam performansta çalışması istendiği zaman içten yanmalı motora gereksinim duyar. Karışık modunda çalışan plug-in hibrid elektrikli

araçlarda ise araç ilk çalışma ve sonrasında geleneksel bir HEV gibi yol almaktadır ve içten yanmalı motor ise sürekli etkindir(22,23).



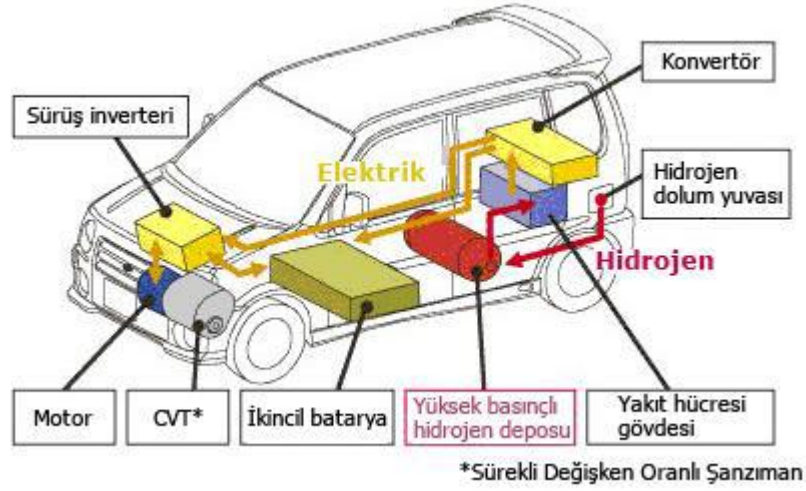
Şekil 3. Plug-in hibrid elektrikli araç diyagramı(24).

3.3. Yakıt Hücreli Elektrikli Araçlar

FCEV (yakıt hücreli araçlar), elektrik motoruyla çalıştığından dolayı elektrikli araç türünde yer alır. Bu tür araçların içerisinde bulunan yakıt hücresi motorunun çalışma prensibi; içerisindeki depolanmış ve sıkıştırılmış haldeki hidrojenin oksijen ile kimyasal reaksiyona girdikten sonra ürettiği elektriğin bataryaya iletmesi şeklinde gerçekleşir. Bu sebepten ötürü yakıt hücreli elektrikli araçların çalışma şekli kendi elektriğini üretme yoluyla gerçekleşir(25).

Tamamen elektrikli araçlara benzer bir şekilde elektrik motoruna sağlanan güç üretilen elektrikten gelir ve diğer elektrikli araçlardan farklı olarak yakıt hücreli araçlar üretilen elektriği yakıt hücrelerinden sağlarlar. Yalnızca bir pilden elektriği çekmek yerine hidrojen ile çalışmakla birlikte aracın dizayn sürecinde araç üreticisi, uygun boyuttaki yakıt hücresi ve pil setinden elektriği alan elektrik motor veya motorlarının ebatına istinaden aracın gücünü tanımlamaktadır. Araç üreticileri tarafından bataryayı şarj etmek amacıyla eklenti özelliklerine sahip olan bir yakıt hücreli elektrikli araç tasarlanabilmesi de bugün çok sayıda yakıt hücreli araç fren enerjisini tekrar yakalamak, kısa hızlanma durumları esnasında ilave güç elde etmek ve yakıt hücresinden sağlanmış olan gücü

yumuşatmak amacıyla pili kullanmaktadırlar. Düşük güce ihtiyaç esnasında yakıt hücresi rölanti modunda çalıştırılmalı veya kapatılmalıdır(26).



Şekil 4. Yakıt hücresel EV(13,27).

4. ELEKTRİKLİ ARAÇLARDA KULLANILAN MOTOR TÜRLERİ

Elektrikli araçlarda kullanılan motor tipleri aracın tipine göre değişebilmektedir. Araçta elektrik motoru sabit olarak bulunurken İYM motoru aracın tipine göre olabilir veya olmayabilir. Elektrikli araçlarda ağırlıklı beş temel tip elektrik çekiş motoru kullanılmaktadır;

- Fırçalı DC motorlar,
- Asenkron Motorlar (ACIM),
- Kalıcı Mıknastıslı Senkron Motorlar (PMSM),
- Fırçasız DC Motorlar (BLDC)
- Anahtarlamalı Relüktans Motorlar (SRM)' dir(28–30).

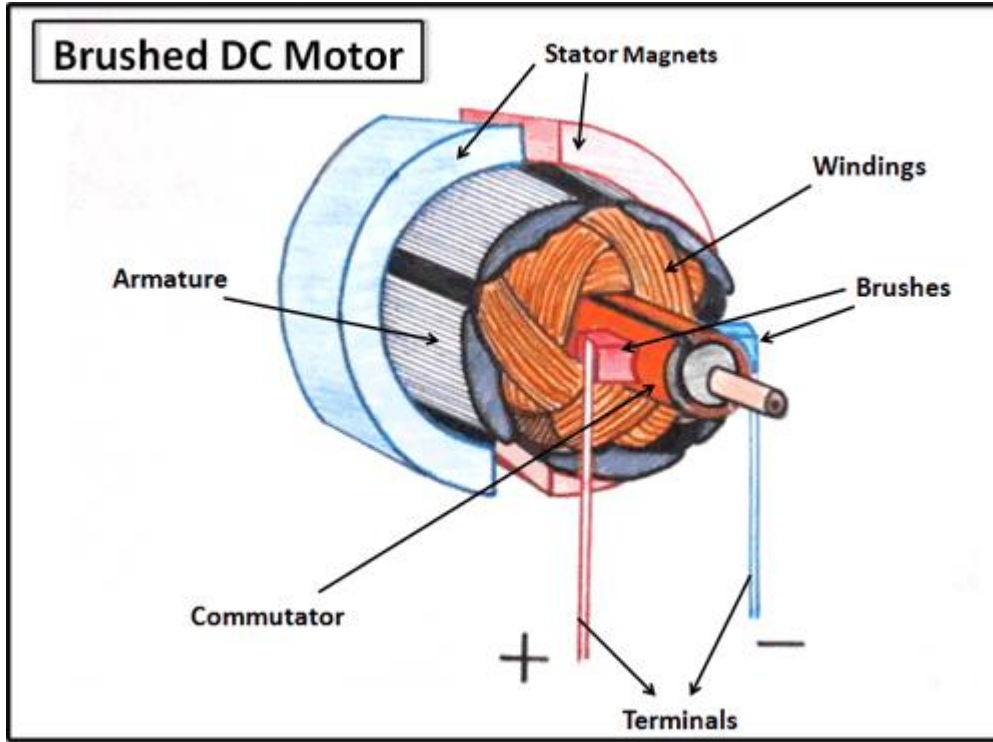
Şirket	Model	Motor
Fiat	Fiat Panda Elettra	Seri DC motor
Fiat	Fiat Seicento Elettra	Asenkron motor
Honda	Honda EV Plus	PMSM
Mazda	Mazda Bongo	Paralel DC motor
Nissan	Nissan Altra	PMSM
Toyota	Toyota RAV 4	PMSM
General Motors	GM EVI	Asenkron motor

Tablo 1. Bazı elektrikli araç markaları ve tahrik için kullanılan motor türleri(31).

4.1. Fırçalı DC Motorlar

Doğru akım serisi motorların başlangıçta büyük tork kapasiteleri, fırçalı doğru akım motorlarını çekiş uygulaması için iyi bir opsiyon durumuna getirir. Hız kontrolünün basit olması ve ani yük değişimlerine dirençli olması bu motorun avantajlarıdır. Üretilen tork ile akımın karesi arasında doğru bir orantı vardır. Bu motorlar yüksek güçlü olarak demiryollarında sıkça kullanılmaktadır(28,32). Doğru akım motorunun EA uygulamalar için kullanımını limitlendiren negatif özelliği ise mekanik fırçaların aşınma ve yıpranma gibi hasarlanma eğiliminde olmaları ve arıza oranlarının ise yüksek olmasıdır(28,33).

Komütatörler zamanla aşınır ayrıca bu motorun bir diğer dezavantajı da fırçalar ve komütatörler arasındaki sürtünmenin maksimum motor hızını sınırlamasıdır. Düşük güçlü araçlarda kullanım için doğru akım fırçalı motorlar tercih edilir. Doğru akım seri sargılı motor, yüksek başlangıç torkuna sahiptir. Ayrıca, tork arttıkça hız da azalır(8,34).

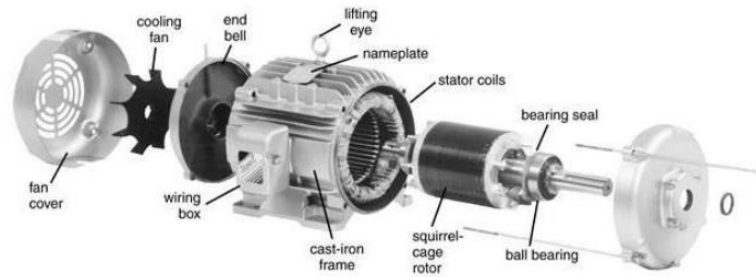


Şekil 5. Fırçalı DC motorun yapısı(35,36).

4.2. Asenkron Motorlar

Asenkron motor (ASM) basit yapısı, sağlamlığı, mali yönden ucuz olması, hız kontrol yöntemlerinin ileri seviyede olması ve PMSM'lere kıyasla daha yüksek sıcaklıklarda çalışmasının mümkün olabilmesi nedeniyle EA'larda tahrik motoru olarak seçim sebebidir(37–40). ASM'lerde demagnetizasyon riskinin bulunmaması sebebiyle statordaki sargıların izolasyon limitleri göz önünde bulundurularak çok daha yüksek sıcaklıklarda sınırsız bir şekilde kullanılabilirler. Yüksek sıcaklığa karşı dayanıklılığının ileri seviyede olmasına rağmen elektrikli otomobillerde kullanımlarında devamlı çıkış gücü süresini yükseltmek amacıyla sıvı soğutma yöntemi ile tercih edilmektedirler. EV ve gelişmiş benzerlerinden farklı olarak hafif elektrikli araçlarda ($>1\text{kW}$, $<15\text{kW}$) sıvı soğutmanın maliyet kaynaklı sebepler ve bu sistemle beraber ilave olacak olan ek ünitelerin yapısal entegrasyonu problemi nedeniyle sıvı soğutma nadir olarak kullanılır. Hafif EV'lerde bu sistemin bulunmaması nedeniyle bu tip araçlarda PMSM'lerin kullanımı en büyük sorunlardan birisidir. Bu nedenle hafif EV'lerin büyük bir kısmında ASM'ler sıkça kullanılır(37).

Endüstriyel tipte olan bir ASM'nin yalnızca stator sargısını değiştirerek elektrikli araçlar için kullanıma müsait duruma getirilebileceği kanısı doğru olmayan bir değerlendirmedir. Elektrikli araçlar için kullanılacak olan motorların tasarımları başka bir konu olup esasında stator ve rotor boyutları en düşük motor hacminde en yüksek momenti sağlayabilecek şekilde belirlenmeli, geniş bir hız-moment aralığında en yüksek verimi ve en yüksek güç katsayısını verebilmeli ve motor ebatlandırması da sürüş çevrimi ile soğutma sistemi arasındaki ilişki neticesinde meydana gelecek olan ısı yükselmelerinin limitler ile uygunluğu göz önüne alınarak gerçekleştirilmelidir(37,38).



Şekil 6. Asenkron motor yapısı(41).

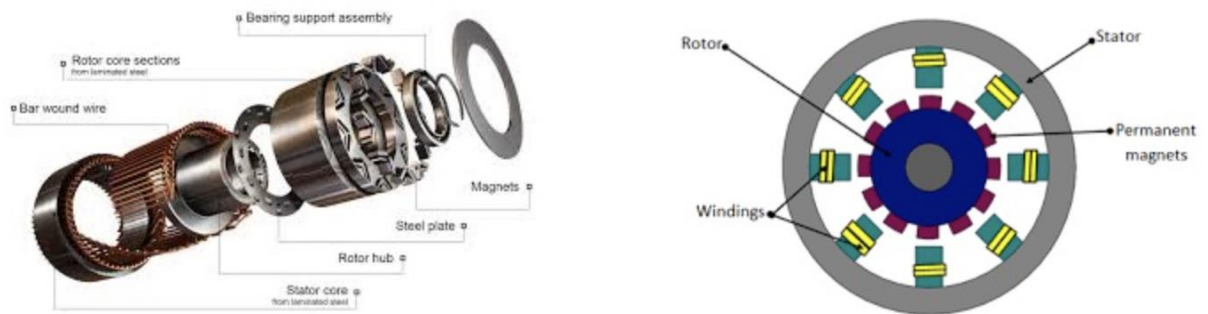
4.3. Sabit Mıknatıslı Senkron Motorlar

Sabit mıknatıslı senkron motorlar (PMSM) bugünlerde son derece yaygın olan motorlardır. Pazara yeni çıkmış olan pek çok elektrikli ve hybrid araçta bulunmaktadır. Örneğin; Toyota Corolla Hybrid aracında ve Kia firması Niro araçlarında bu motor tipi kullanmıştır(42).

Bu motorlarda manyetik alanı üretebilmek için motorun statorunda sargı yerine mıknatıslar bulunur. Böylece motorun rotorunda oluşan kayıpların azalmasının yanında motorun bakım ihtiyacı azalmıştır. Asenkron motorlardan farklı olarak kayma meydana gelmemektedir. Bu motor türünün rotor ve statoruna uygulanan gerilimin türü diğer motorlara göre farklıdır, stator kısmından alternatif akım (AC) geçerken rotorundaki

manyetik alan mıknatıslar ile üretildiğinden ayrıca bir doğru akım (DC) kaynağına gereksinim yoktur(42).

Elektrikli araçlarda istenilen belirli bir tork ve güç değerini sağlayan en düşük boyut ve en düşük ağırlık genel olarak sabit mıknatıslı senkron motorlar (PMSM) ile yapılır, bu sebeple elektrikli araçlar için en fazla tercih edilen motor türüdür. Verimliliğinin yüksekliği, tork-güç yoğunluğu, atalet oranının yüksekliği, öbür elektrik motorlarına kıyasla daha küçük boyutta ve hafif yapıda olması ile yaygındır. PMSM’da meydana gelen kayıplar demir kayıpları olup genellikle stator bölümünde oluşmaktadır. Demir kayıpları statorun basit bir şekilde soğutulabilmesinden ötürü en düşük seviyeye düşürülebilir. Bunun yanında dezavantaj olarak bu motorlarda kullanılmakta olan nadir toprak elementi mevcuttur ve bu durum maliyet gerektirmektedir ayrıca çoğunlukla Çin’de vardır bu nedenle elde etmek bir miktar zor olmaktadır(42).



Şekil 7. Sabit Mıknatıslı Senkron Motor yapısı(43).

Teknolojinin gelişimiyle beraber içinde sabit mıknatıs olan PMSM’ler fırçalı DC motorların yerine geçmiştir. Kullanılan akım bazında alternatif akım(AC) ve doğru akım(DC) sargıları olarak iki gruba ayrılabilir. Kutup akısını meydana getiren doğru akım(DC) sargılarının yerine kalıcı mıknatıslar da kullanılabilir. Senkron motorların dönüş hızları sabittir ve besleme frekansı ile bağlantılı olarak yüke göre bu hız değişmez. Stator ve rotordan oluşmaktadır. PMSM’nin rotor kısmında asenkron makinelerdeki sincap kafestekinden farklı olarak sabit mıknatıslar bulunur. Bu sayede aynı hacimli ASM’ye kıyasla daha çok moment yoğunluğu sağlanır. Ek olarak senkron motorlarda sincap kafesli asenkron motorun kısa devre çubuklarında meydana gelen bakır omik

kayıpları oluşmamaktadır. Fakat sabit mıknatıslar tarafından oluşturulan sabit akı sebebiyle güç bölgesinde limit vardır. Senkron motorların doğrudan yol alamamaları onlar için yardımcı bir sistemi zaruri kılmaktadır. Bu yardımcı sistemler sayesinde rotor manyetik alanı stator manyetik alan vektörünü takip edebilir(44).

4.4. Fırçasız DC Motorlar

Fırçasız DC Motorlarında adından da belli olduğu üzere akımın yönünü değiştirmek amacıyla fırça kullanmak yerine elektronik bir şekilde değişim gerçekleştirilmektedir. Fırçasız DC motorlarında çalışma bakımından fırçalı DC motorlara kıyasla verim daha yüksektir. Aynı giriş gücü baz alındığında, fırçasız motor fırçalı motora kıyasla elektrik gücünü mekanik güce daha verimli bir şekilde çevirmektedir. Stator kısmına yerleştirilen sargılar sayesinde soğutulmaları basitleşmektedir. Bu durum motorun daha çok yüklenmesine olanak tanımaktadır. Bu motorun yapısında fırça ve kolektör bulunmadığından fırça kayıpları ve kıvılcım oluşması gibi problemler yoktur. Rotor kısmı şekil olarak tamamen silindirik yapıda olabilir. Bu durum titreşim sorunlarını azaltmaktadır. Rotor çapı, güçlü mıknatısların kullanımı ile küçültülebilir bu sayede ivmelenme süresi kısalmış olur(45,46).

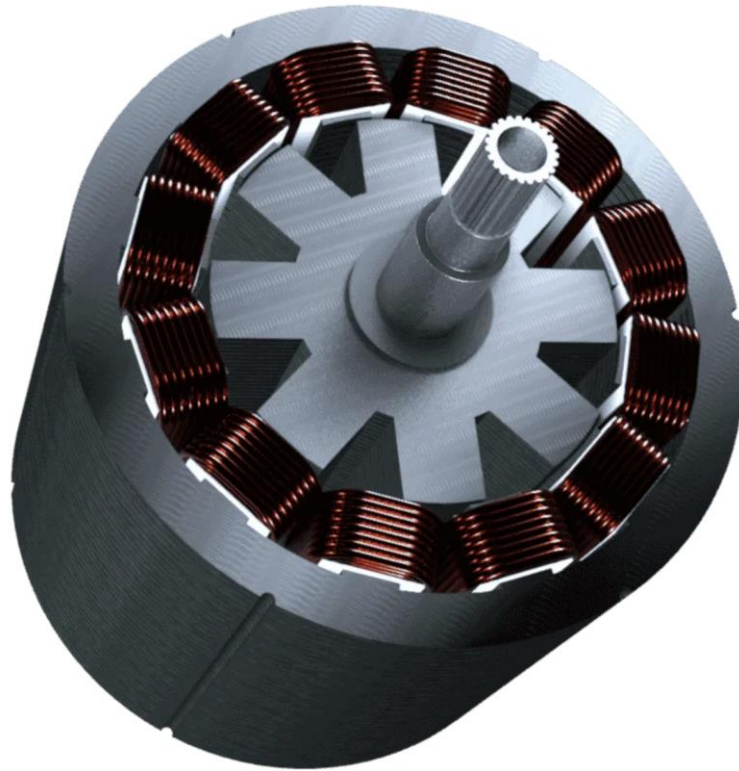
Direkt-drive olarak isimlendirilen motor sürme tekniğinde, endüstriyel uygulamalarda ve elektrikli taşıtlarda daha büyük güçte uygulamalar kullanılmaktadır. Örnek verilecek olunursa ülkemizde bazı şirketler fırçasız DC motor içeren bulaşık makinesi üretmektedir. Bu sayede şebeke gerilimdeki artış ve azalışların sebep olduğu sorunların çözülmesi sağlanmaktadır. Fırçasız motorların birim enerji yoğunluklarının daha iyi olmasından ötürü otomobillerde, helikopterlerde yüksek performans elde etmek amacıyla tercih edilirler(45).

4.5. Anahtarlama Relüktans Motorlar

Anahtarlama relüktans motorları (ARM); relüktansın değişen etkisiyle elektrik enerjisini mekanik enerjiye çeviren, bu işlemi yaparken de çevirici güç elektroniği parçalarına gereksinimi olan basit yapıda ancak üstün özellikleri olan elektrik makinalarıdır(47).

Anahtarlama relüktans motoru, değişken relüktans yöntemiyle tork üretir. Stator bobinlerine enerji verildiğinde, stator ve rotor arasındaki hava boşluğunda değişken bir

relüktans oluşur. Rotor, en az relüktansa sahip bir konuma doğru hareket etme eğilimindedir ve bu da torka neden olur. Anahtarlama relüktans motoru yüksek başlangıç torku, geniş hız aralığı ve doğal olarak iyi hata toleransı kapasitesi gibi özelliklere sahiptir ki bu da onu elektrikli araç uygulaması için uygun kılar(8,30,48). Gerekli elektrikli araç uygulaması için en uygun motoru seçmek için dikkate alınması gereken bazı parametreler; güç-ağırlık oranı, tork-hız özellikleri, verimlilik, kontrolör maliyeti, motor maliyetidir(8,30,49).



Şekil 8. SRM yapısı(50).

Rotorunun fırçasız olmasından dolayı yüksek hızda çalışabilmesi, yüksek güce ve momente sahip olması, sargıların sadece motorun statorunda bulunması sebebiyle soğutma konusunda kolaylık sağlaması, fazlarının birbirinden bağımsız bir şekilde olması sebebiyle fazlardan birinde arıza oluşsa bile motorun çalışmayı devam ettirebilmesi ve veriminin yüksek olması gibi avantajlarından ötürü SRM elektrikli araç uygulamalarında kullanılmaktadır(51,52).

5. PATENT ANALİZİ VE PATENT ARAMA MOTORLARI

Bu çalışma elektrikli araçlarda kullanılan elektrikli araçların tahrik sistemlerine yönelik bir gelecek tahminlemesi yapılacağından elektrikli araçlar ve bu araçlarda en çok kullanılan motor türlerine yönelik patent araştırması yapılmıştır.

Şirketler ve kurumlar belirli bir teknolojiyi geliştirmek üzere araştırma ve geliştirme çalışmaları yaparlar. Bu çalışmalar genel olarak verimi artırmaya yönelik olduğu gibi maliyeti düşürme üzerine de olabilir. Özellikle literatüre katkı sağlamanın haricinde şirketler bundan maddi yarar da göttükleri için gündemde olan konulara yönelik araştırmalara öncelik verildiği söylenebilir. Satışı, maddi getirisi ve geleceği parlak görünen konulara yönelik araştırmaların yapılması bu sebeple bir konunun ya da ürünün geleceğine yönelik tahminleme yapmaya yardımcı olabilmektedir.

5.1. Patent Analizi

Bilgi çağındaki hızlı büyümeyle beraber işletmeler açısından fikri ve sınai hakların önemi de hızlı bir şekilde yükselmiştir. Fikri ve sınai haklar, araştırma-geliştirme merkezlerindeki yeni ve teknolojik ürünlerin korunması ve geliştirilmesi konusunda çok önemlidir. Fikri haklar içeriğinde telif haklarını korumaktayken sınai haklar ise patent, faydalı model, marka ve tasarımı oluşturmaktadır. Buluş, patent kavramını meydana getiren temel ögedir. Buluşu meydana getiren birinci öncelikli ögeyse teknolojik olarak ilgili alanda gerçekleştirilen yeniliktir veya problemi çözebilmesidir. Fikri ve sınai haklar bu sebeple şirketlerin büyümelerinde ve karlılık oranlarında artışı noktasında önemli bir yerde bulunmaktadır. Şirketler bünyelerindeki fikri ve sınai haklarını aktif olarak ve verimli kullanarak katma değer üretme konusunda rekabete başlamışlardır. Buluşla ilgili hakların buluşun sahiplerine mutlaka haber verilmesi gereklidir ayrıca başvuru süreci tamamlanmış olan ve tescillenmiş olan patentin değer ölçümü yapılırken değerlendirme zamanı da mutlaka tanımlanmalıdır. Bir varlığın değeri gelecek süreçte getireceği faydanın değişkenlik durumuna göre hesaplanır. Patent değeri ölçümünde ise oluşturmuş olduğu veya oluşturabileceği parasal değer belirlenmesi süreciyle bu işlem yapılabilir. Patent değerlendirme işlemleri patentin teknolojik, hukuki ve pazar durumunu içerecek üç ana öge temelinde yapılır(53).

Bir diğ er deyişle patent, buluş yapmaya, yenilikleri ve yaratıcı fikri  z endirmeye ek olarak buluşlar ile bulunmuş olan teknik     mlerin sanayi ortamında uygulanmasını sağlamak için buluşun veya kullanım hakkının kime ait olduğunu belirten resmi bir belge olarak açıklanabilir(54).



şekil 9. Patentlenebilirlik şartları(54).

Günümüzde patent belgeleri hem teknoloji hem de inovasyon bakımından büyük bir hızla gelişen dünyada teknik bilgilerin biriktirildiği en önemli kaynaklardan biridir. Patent hakkı sayesinde teknik yönü olan yenilikler diğer bir deyişle buluşlar patent sahiplerine belirli bir süre kanuni olarak tekel hakkı vermektedir. Patent sistemi ekonomik ve teknolojik büyüme konusunda önemli bir role sahiptir. Bu da patent belgelerinde bulunan teknik verilerin devamlı olarak genişlemesini sağlamaktadır(55).

Patent analizi kavramı şirketler,işletmeler ve sektörler ile ilgili verileri teknolojik alandaki yarış ve şirketlerin kendilerini gelişmesi için işe yarar veriye çevirmek maksadıyla kullanılmaktadır. Patent analizi gibi patent araştırması da yaygın olarak yapılır. Fakat aralarındaki farka bakılırsa patent araştırması patenti yenilik yönünden, geçerlilik yönünden ve tescil edilebilirlik yönünden incelerken patent analizi ise patentin geleceği

hakkında bilgi verir. Patent analiziyle ilgili bazı önemli noktalar aşağıda verilmiştir(56,57).

1. Analiz istatistiksel yöntemler kullanılarak yapılır(57).
 2. Patentler çok sayıda veri içermektedirler ve bu veriler incelenmesiyle beraber gelecek ile ilgili teknolojilerdeki oluşumun nasıl şekillendiği saptanabilir(57).
 3. Patent analizini üst düzey yönetimler yapmaktadır çünkü rakip şirketler hakkında veri toplanma yönünden olmazsa olmaz bir süreçtir(57).
 4. Patent analizi genel olarak aşağıdaki 3 teknolojik kabiliyetin oluşmasında önemlidir(57),
 - a) Edinim (AR-GE Yönetimi), b) Tanımlama, c) Koruma(57).
 5. Bir şirketin patentlerinin analiziyle beraber, ilgili şirketin çeşitli yönlerden incelenmesi sağlanabilir (güçlü-zayıf yanları) ayrıca patent analizi şirket yöneticileri tarafından uygulanmış olan fikrî mülkiyet stratejilerinin belirlenmesi yönünden fazlasıyla önemli bir analizdir(57).
 6. Analiz neticesinde araştırması yapılan şirketle ilgili olarak ne kadar patentinin olduğu, kullandığı teknolojinin büyüme şekli, inovasyon konusuna ne kadar önem yani ilgili patent ile alakalı kaç defa araştırma-geliştirme planlamasının yapıldığı gibi verilere ulaşılması, detaylı bir rekabet analizinin gerçekleştirilmesi bilgilerine erişilir(57).
 7. İncelenmekte olan patentler ortak olan atıflarına göre sınıflandırılabilir(57).
 8. Patent analizleri şirketlerin teknolojik olarak bulunduğu yer ile ilgili çok önemli veriler, ortaya koyabilir ve yatırımın yapılması gereken teknolojilerin belirlenmesini sağlar(57).
- Bu kavramı açıklarken ileri patent analizi yönteminden de söz edilmesi gerekir. Bu metod ile patent analizi neticesinde ulaşılan veriler “S eğrisi” ismi verilen grafiksel ifadeler ile gösterilir. Grafiksel gösterim sayesinde patent analizi yapan şirketler ulaştıkları verileri daha anlaşılabilir hale getirir ve bu gösterim analiz yapan şirketlerin sık kullandıkları bir yöntemdir. S-eğrilerinin çiziminin yapılabilmesi amacıyla öncelikle bir performans metriği üstünden boylamsal veriler toplanıp sonrasında dönüşümü incelemek için eğri çizilmektedir. Ardından oluşan bu eğri, nihai bir karara ulaşmak için yorumlar yapılarak kullanılmaktadır(57,58). Bu eğrilerin yorumlaması yapılırken patentin hangi aşamada olduğuna dikkat edilir. Olgunluk ve yaşlılık olarak adlandırılan aşamalarında olan patentler yatırım yapılabilme yönüyle olumlu görülüyorken kuluçka ve yükselme

aşamasındaki patentler yatırım yapılabilme açısından olumlu görülmektedir. Kısacası, S-eğrileri yatırım yapılabilirlik konusunda karar verilebilmesi yönünden gayet önemli eğrilerdir(57).

İşletmelerin tarafından yapılmış olan ileri patent analizleri sadece yeni yatırımın yapılacağı alanların belirlenmesinde kalmayıp bununla beraber işletmenin hali hazırdaki yatırımların durumunu da göstermesiyle de çok gerekli bir işlemdir. Bu sayede işletmeler, hali hazırda sahip oldukları yatırımlarını S eğrisinin üstünden inceleyip belirtilen aşamaların hangisinde bulunduğunu belirleyebilmektedir. Araştırmalar neticesinde işletme olgunluk ya da yaşlılık aşamasında mevcutta bulunan bir yatırımı olduğunu belirlerse bahsedilen yatırımı inceleyip güncellemek zorunda kalmaktadır(57).

5.2. Patent Arama Motorları

Halihazırda çok sayıda ücretsiz patent arama motoru bulunmaktadır. Hepsinde patentlerin araştırma gereklilikleri açısından birbirlerine benzer olmalarına rağmen ara yüzleri, kullanım kolaylıkları, araştırma için sunulmuş olan özellikleri, ulaşılabilen patent evraklarının miktarları gibi konularda değişken özellikleri vardır. Patente dair araştırmanın yapılma amacına bakıldığında arama motorları birbiriyle kıyaslandığında bazıları diğerlerine göre avantaj sağlayabilmektedir(55,59). En yaygın şekilde kullanılan patent arama motorlarına Espacenet(55,60), Google Patent, Türk Patent ve Marka Kurumu örnek olarak verilebilir. Kullanıcılar bu arama motorları için patent araştırması hakkında önemli bilgileri anladıktan sonra diğer bütün patent arama motorlarını da üst düzey bir verim ile kullanabilirler(55).

5.2.1. Espacenet

EPO 1998 yılında Espacenet adlı patent arama motorunu kullanıma sunmuştur(55,61). Arama motorunun veri tabanındaki patent dokümanlarının sayısı 90 milyondan fazladır. Hem ulusal hem de uluslararası başvurulara erişilebilir(55,62). Araştırma seçenekleri arasında “Smart Search”, “Advanced Search”, “Classification Search” olmak üzere üç seçenek vardır. Verilen araştırma seçenekleri içinde en fazla kullanılan ise “Advanced Search” yani gelişmiş arama olarak isimlendirilen seçenektir(55).

Şekil 10. Espacenet örnek ara yüzü(55).

Şekil 10’da verilen şekildeki gibi birincil araştırma yapılabilecek kısımlar patentin başlığı ya da özetidir. Araştırma yapılmak istenilen buluşla alakalı anahtar kelimeler belirlenerek alakalı dokümanlara ulaşım sağlanabilir. Doğru sonucu elde etmek için anahtar kelimelerin doğru ve sonuca yönelik seçilmesi gereklidir(55,63). Başlık kısmında yapılacak arama daha az bir patent sonucu verirken özet kısmında yapılacak bir araştırma daha fazla sonuç vermektedir. Şekil 11’de verilmiş olan örnek çalışmada konu olarak “cep telefonlarına içinde bulunulan lokasyonla bağlantılı olan reklam promosyon vb. bilgilerin iletilmesi” seçilmiş olup sorgunun nasıl yapıldığı gösterilmiştir. İlgili patentlerin elde edilebilmesi amacıyla araştırma yapılması gerekli olan esas kriterler cep telefonu, lokasyon bilgisi ve reklam iletimi olarak belirlenmiştir. Sorgu kısmında belirtilen üç temel kriterin beraber bulunduğu patent başvuruları doğru sonuca götürecektir. Patentlerde cep telefonunu sorgulamak için belirlenecek olan anahtar kelimeler; mobile device, smart phone, mobile phone gibi kelimeler olarak seçilebilir. Konum bilgisinin saptanması amacıyla kullanılacak anahtar sözcükler; location, position, coordinate gibi kelimeler olabilir. Üçüncü ana kriter olan reklam iletimi konusunda kullanılacak sözcükler; advertisement, ads, notification, message gibi kelimeler olabilir. İlgili birçok anahtar kelime istenilen sonuçların elde edilmesinde yararlı olabilecektir. Belirtilen anahtar sözcükleri başlık kısmında ya da özet kısmında aratmak veya bazı sözcükleri başlık kısmında bazı sözcükleri ise özet kısmında aratmak da karşılaşılabilecek dokümanlar açısından önemli bir husustur. Örneğin, buluş direkt olarak cep telefonları ile ilgili olduğu

için cep telefonu araştırmanın ana unsuru olarak belirlenebilir bu sebeple bununla ilgili sözcükler başlık bölümünde aratılırken sözcükler özet bölümünde aratılabilir. Eş veya benzer anlam ifade eden sözcükler “or” operatörünün kullanımı ile yazılıyorken araştırılması yapılacak olan ögeler “and” operatörünün kullanımı ile birbirlerine bağlanmaktadır(55).

Advanced search

Select the collection you want to search in 
Worldwide - collection of published applications from 90+ countries 

Enter your search terms - CTRL-ENTER expands the field you are in

Enter keywords

Title:  plastic and bicycle
(mobile device) or (mobile phone) or (smart phone) or (portable device) or (cellular phone)

Title or abstract:  hair
(location or position or coordinate) and (advertisement or advertising)

Şekil 11. Espacenette verilen örnek için sorgu ekranı (55).

Result list		
☐ Select all (0/50)	☐ Extended	☐ Export (CSV XLS)
☐ Download covers	☐ Print	
Approximately 189 results found in the Worldwide database for: (mobile device) or (mobile phone) or (smart phone) or (portable device) or (cellular phone) in the title AND (location or position or coordinate) and (advertisement or advertising) in the title or abstract		
Sort by Publication date Sort order Descending Sort		
1. SYSTEM AND METHOD FOR PROVIDING ADVERTISEMENT USING APP LOCK OF SMART PHONE	Publication info: KR20160110605 (A)	2016-09-22
2. MOBILE COMPUTING DEVICE, ADVERTISEMENT, POSITIONING AND DYNAMIC RE POSITIONING	Publication info: US2016292743 (A1)	2016-10-06
3. ADVERTISEMENT TRANSMITTING METHOD FOR MOBILE DEVICE OF A LARGE SHOPPING MALL USING LTE BROADCAST	Publication info: KR20160097792 (A)	2016-08-18
4. MARKETING SYSTEM USING MOBILE DEVICE AND METHOD THEREFOR	Publication info: US2016253705 (A1)	2016-09-01
5. APPARATUS AND METHOD FOR IN-VEHICLE LOCATION OF A MOBILE DEVICE	Publication info: US2016248905 (A1)	2016-08-25
6. Location-Aware Content and Location-Based Advertising with a Mobile Device	Publication info: US2016232571 (A1)	2016-08-11
7. METHOD FOR PROVIDING SERVICE RELATED TO ADVERTISEMENT, SET-TOP BOX, SERVER AND MOBILE DEVICE	Publication info: KR20160076922 (A)	2016-07-01

Şekil 12. Arama sonucu ulaşılan patent dokümanları (55).

Patent sorgusu yapma ekranındaki diğer bir opsiyon ise patent sınıfı baz alınarak yapılan aramalardır. Patent sınıfı, patent dokümanlarının konu edindiği buluşa ait olan teknolojik alanlara atanmış olan kodlardır. 1971 yılında yürürlüğe girmiş olan IPC (International Patent Classification) sistemi sorgunun daha kolay yapılabilmesi için patent bilgileri teknolojik alanlara bazında kategorize edilmiştir(55,64). Patentleri belirtilen biçimde sınıflandırmak patent bilgilerinden yarar sağlama açısından önemli miktarda katkı sağlamıştır. Teknolojideki gelişmeyle ve teknolojik yeni alanların ortaya çıkmasıyla beraber patent sınıflandırma sistemlerinde de sürekli güncelleme olmaktadır(55,65). 2013'te EPO ve Amerika Patent ve Marka Ofisinin (USPTO) çalışmaları ile IPC sistemi genişletilip CPC (Cooperative Patent Classification) adlı sistem oluşturulmuştur(55,66). Espacenet sorgu ekranında her iki patent sınıfı için de araştırma yapılabilir(55).

Araştırma yapılacak konuyla ilgili olarak anahtar sözcükler ile IPC sınıfı kriterleri birlikte kullanılabilirdiği gibi ayrı bir şekilde de kullanımları mümkündür. Sorgularda hem anahtar

sözcük hem de IPC kodlarının kullanımlarıyla daha iyi elde edilen buluş konuları mevcuttur(55,67). Bu yüzden araştırma yaparken bahsedilen iki kriterin en uygun şekilde kullanımı önemlidir. Espacenet araştırmada değişik özellikler sunabilme kapasitesine sahip olsa da bahsi geçen bu temel özellikler patent kaynaklarına ulaşabilme açısından kritik önem göstermektedir(55,59). Benzer olarak öbür patent araştırma motorlarında da bu ana özellikler kapsamında araştırma gerçekleştirilmekte olup bahsi geçen özelliklere ilave takımlar ve kullanım konularında değişiklikler vardır(55).

5.2.2. Google Patents

Google Patents bir diğer patent sorgulama sayfasıdır. Google Patents üzerindeki araştırmalar bazı operatörler ve kriterlere göre yapılmaktadır. Aşağıda bazı operatör ve kriterler açıklanmıştır(8,68):

‘AND’ – “AND” operatörü sorgu kısmında belirtilen her bir kelimenin arama sonucunda çıkmasını sağlamak için kullanılır(8,68).

‘OR’ – “OR” operatörü sorgu kısmında belirtilen kelimelerden herhangi birinin arama sonucunda çıkmasını sağlamak için kullanılır(8,68).

‘*’ – “*” operatörü sorgu kısmında bir kök sözcüğün farklı türevlerini arama sonuçlarında göstermek için kullanılır. Örneğin; abut* şeklinde bir arama yapılacaksa “abutted”, “abutment”, “abutting” vb. gibi “abut” ile başlayan tüm farklı kelimeler arama sonucunda çıkar(8,68).

‘-’ – “-” operatörü sorgu yapılan bir kelime için o kelimenin birlikte bulunduğu başka bir kelimeyi kaldırıp arama sonuçlarda istenilmeyen kelimeleri kaldırmaya yarar. Örneğin, ((engine)-diesel) şeklinde bir sorgu yapıldığında sonuçlarda “diesel” kelimesini içermeyen fakat “engine” kelimesini içeren patentler çıkacaktır(8,68).

‘NEAR’ – “NEAR” operatörü sorgularda kelimelerin birbirine yakınlığıyla alakalı sonuçlar çıkartmaya yarar . “NEAR”, “NEARx”, “NEAR/x”, yada “/xw” operatörleri sorgu yapılırken bu operatör kullanılan kelimelerin arasında maksimum “x” kelime kadar uzaklıktaki sonuçları herhangi bir sırayla gösterir(8,68).

‘WITH’ – “WITH” operatörü kullanımı “NEAR” operatörü gibi olan ve sorgu terimlerini sonraki 20 kelime içinde sonuçlarda gösteren bir yakınlık operatördür(8,68).

‘SAME’ – “SAME” operatörü bir diğer yakınlık operatörü olup sorgu terimlerini herhangi bir sırayla sonraki 200 kelime içinde gösteren sonuçlarda gösterir(8,68).

‘AJD’, ‘AJDx’, ‘ADJ/x’, ‘xw’ – Bu operatörler “NEAR” operatörü ile benzer operatör olup kelimeler herhangi bir sıralama ile değil aynı sıralamada sonuçlarda gösterilir(8,68).

Şekil 13. Google Patents gelişmiş sorgu ekranı(8,68).

Kullanıcı istediği patent aramalarını yukarıdaki resimden de görülebileceği gibi birçok alan üzerinden gerçekleştirebilir. Belirtilen her arama alanı farklı aramalar için farklı şekilde kullanılmaktadır. Aşağıda bu arama alanları ile ilgili bilgiler verilmiştir(8,68).

‘**Search Terms**’ – Tüm anahtar kelimeler bu kısma girilir(8,68).

‘**Before priority/filing/publication**’ – Kullanıcının rüçhan tarihini, dosyalama tarihini veya yayınlama tarihini girebildiği yerdir. Bu özellik sayesinde dosyalanmış, yayınlanmış veya belirli bir tarihten önce rüçhan tarihi olan belgeler aranabilir. Bu özelliğin bir kullanımı da araştırmacının belirli bir tarihten önce yayınlanmış olan belgeleri araması gereken geçersizlik aramalarıdır(8,68).

‘Assignee’ – Kullanıcının belirli bir kişi veya belirli bir şirket tarafından dosyalanan patentleri aramasını sağlar ve kullanıcının o kişi veya şirketin patent başvuru faaliyetlerini takip edebilmesine olanak sağlar(8,68).

‘After priority/filing/publication’ – Kullanıcıların belirli bir tarihten sonraki patentleri arayabilmesini sağlar. Bu özellik başlıca işletme özgürlüğü aramalarında kullanılmaktadır(68).

‘Inventor’ – Kullanıcıya sadece belirli bir mucit tarafından oluşturulan patentleri arayabilmesini sağlar ve kullanıcıya o mucidin patent oluşturma aktivitelerini takip edebilmesine izin verir(8,68).

‘Patent Office’ – Kullanıcın belirli yetkili alanlarda patent aramasına olanak sağlar. Bu alanlar are as follows ABD, Avrupa, Japonya, Çin, Güney Kore, WIPO, Rusya, Almanya, Birleşik Krallık, Kanada, Fransa, İspanya, Belçika, Danimarka, Finlandiya, Lüksemburg, Hollanda, Avusturya, Avustralya, Brezilya, İsviçre, Tayvan(8,68);

‘Languages’ – Kullanıcın 14 farklı dilde doküman araması yapabilmesini sağlar(68);

‘Filing Status’ – Kullanıcının yalnızca uygulamaları ya da yalnızca izin verilen uygulamaları aramasına olanak sağlar(8,68);

‘Patent Type’ – Kullanıcıların yalnızca faydalı patentleri ya da sadece dizayn patentlerini aramasına olanak sağlar(8,68);

‘Citing Patent’ – Kullanıcının incelemede her zaman atıfta bulunulan belirli bir belgenin bulunduğu patent belgelerini aramasını sağlar.(8,68);

‘CPC’ – Kullanıcının belirli bir CPC ile patent belgelerini aramasını sağlar(8,68).

Ayrıca arama terimleri ve operatörler aranacak olan patentler için başlık **(TI)** veya özet **(AB)** kısmında da olabilir(8,68).

5.2.3. Türk Patent

Patent araştırması ile ilgili olarak üç ekran vardır. “Dosya Takibi” modülünden “Başvuru Numarası”, “Evrak Numarası”, “Tescil Numarası” kısımlarıyla arama yapılabilir(69).

“Detaylı Arama” kısmından “Buluş Başlığı”, “Buluş Özeti”, “Başvuru Numarası”, “Avrupa Patenti Yayın Numarası (B1)”, “PCT Başvuru Numarası”, “PCT Yayın Numarası”, “Rüçhan Numarası”, “Yayın Tarihi”, “Başvuru Sahibi”, “Buluş Sahibi”, “IPC Sınıfı”, “CPC Sınıfı” bölümleri doldurularak arama yapılabilir(69).

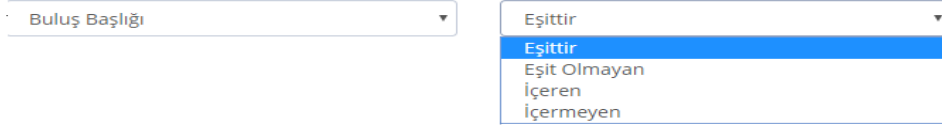
“Gelişmiş Arama” bölümünden “Buluş Başlığı”, “Buluş Özeti”, “Başvuru Numarası”, “Avrupa Patenti Yayın Numarası (B1)”, “PCT Başvuru Numarası”, “PCT Yayın Numarası”, “Rüçhan Numarası”, “Yayın Tarihi”, “Başvuru Sahibi”, “Buluş Sahibi”, “IPC Sınıfı”, “CPC Sınıfı” bölümleri üzerinden çeşitli sorgu şekilleriyle arama yapılabilir(69).

Gelişmiş Arama ekranı aşağıdaki gibidir(69):

Şekil 14. Türk Patent gelişmiş arama ekran görüntüsü(69).

Arama kutucuklarında 'VE'/'VEYA' olarak 2 seçenek bulunmaktadır. Üst arama kutucuklarındaki operatörler alt kutucuklardaki operatörleri birbirine bağlar ve yanlarında yer alan “Alan Ekle” sekmesinden kriterler kullanıcının istediği şekle göre çoğaltılıp sorgula butonu ile arama yapılabilir. Eklenen alanlar boş geçilememektedir, eğer sorgulama yapılmayacaksa bol alanlar silinmelidir ve arama yapılırken virgül “,” kullanılmamalıdır(69).

Şekil 15. Arama kriterlerine dair ekran görüntüsü(69).



Şekil 16. Arama kriterine bağlı koşullara dair ekran görüntüsü(69).

Seçilen arama kriterlerine göre kritere bağlı koşullar aktif olacaktır(69).

6. TAHİRİK SİSTEMLERİNE GÖRE ELEKTRİKLİ ARAÇ PATENT ARAŞTIRMASI

Önceki başlıklarda elektrikli araçlarda en çok kullanılan motor türlerinden ve patent araştırmasında kullanılan bazı patent arama motorlarından bahsedilmiştir. Patent araştırması yapılacak olan motorların yapılarından ve avantaj-dezavantajlarından söz edilmiştir. Literatür taramasında daha önce patent araştırması ile yapılmış olan farklı araştırma parametrelerine göre gelecek tahmini araştırmaları ile tahminleri de yapılmıştır. Tezin ana araştırma kaynağı ise elektrikli araçlara tahrik sağlayan elektrikli motorlarının patentlerde ne yaygınlıkla kullanıldığıdır. Bu çalışmada kullanılacak olan patent arama motoru Google Patents olacaktır.

6.1. Kullanılacak Operatörler ve Araştırma

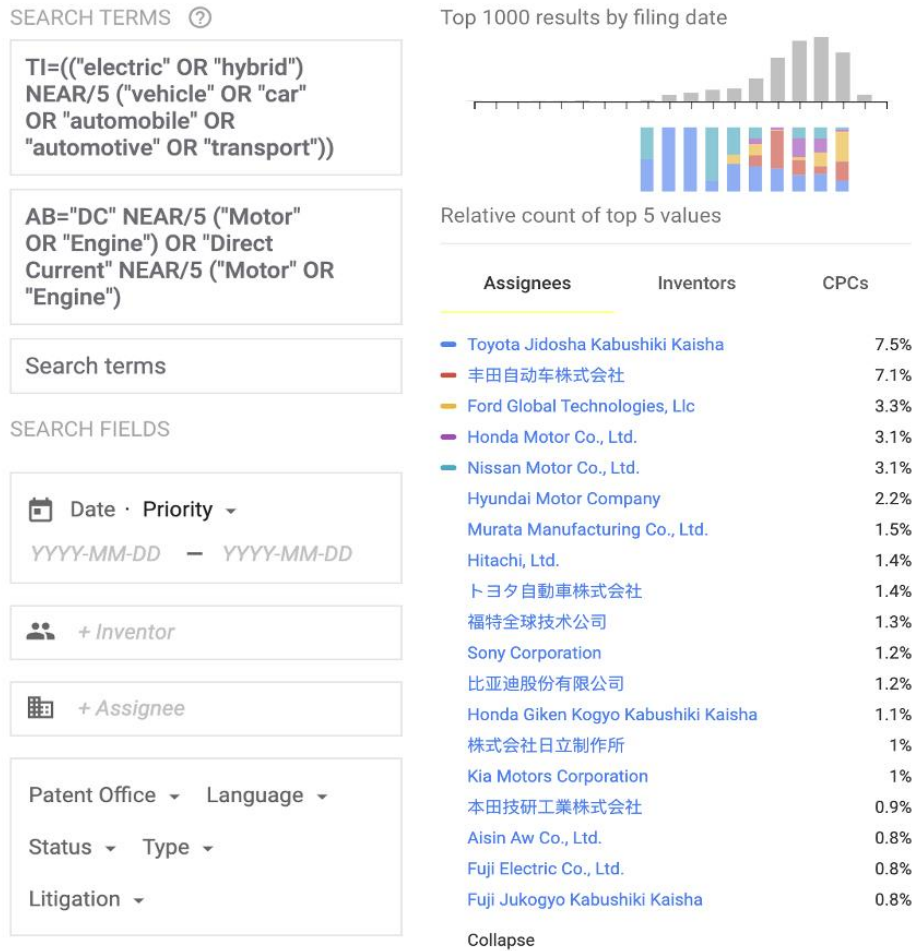
Yukarıda verilen ve elektrikli araçların tahrikinde en çok kullanılan motor tiplerinden doğru akım motorları, kalıcı mıknatıslı senkron motorlar, anahtarlamalı relüktans motorları ve asenkron motorlar ile patent sayısı araştırılacaktır. Patent tarihi olarak genel bir aralık kullanılmıştır özel bir tarih aralığı belirtilmemiştir. 2023 yılına dair verilerin sayısındaki düşüşün sebebi bu çalışmanın bu yıl başlarında yapılıyor olmasından kaynaklanmaktadır.

6.1.1. Doğru Akım Motorlarına Dair Patent Verileri

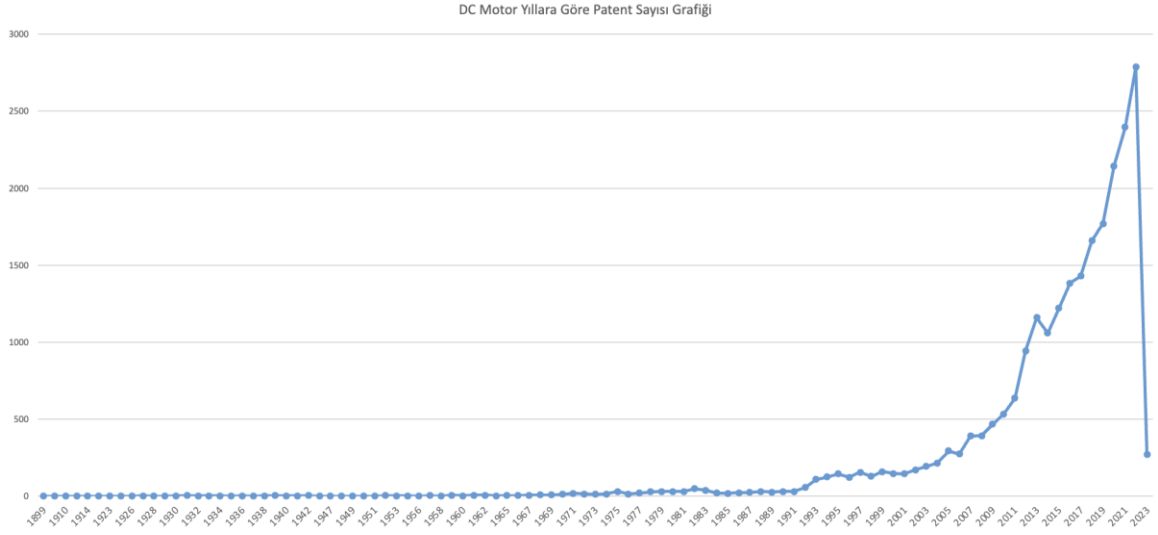
Daha önce özellikleri verilmiş olan doğru akım (DC) motorlarına dair geniş çaplı patent verilerini elde edebilmek için aşağıdaki sorgu ekranındaki operatörler ile arama yapılmıştır. Aramada başlık kısmında elektrikli veya hibrid araçlar ifadesi geçmesi istenirken özet kısmında ise doğru akım motorlarının geçmesi istenmiştir. Bu sayede hem alakalı sonuçlar çıkarken hem de daha geniş sayıda araştırma sonucu elde edilmiştir.

Ayrıca sorgu sonrasında konu ile ilgili patent sonuçlarında en fazla üretim yapan şirket verileri de elde edilmiştir.

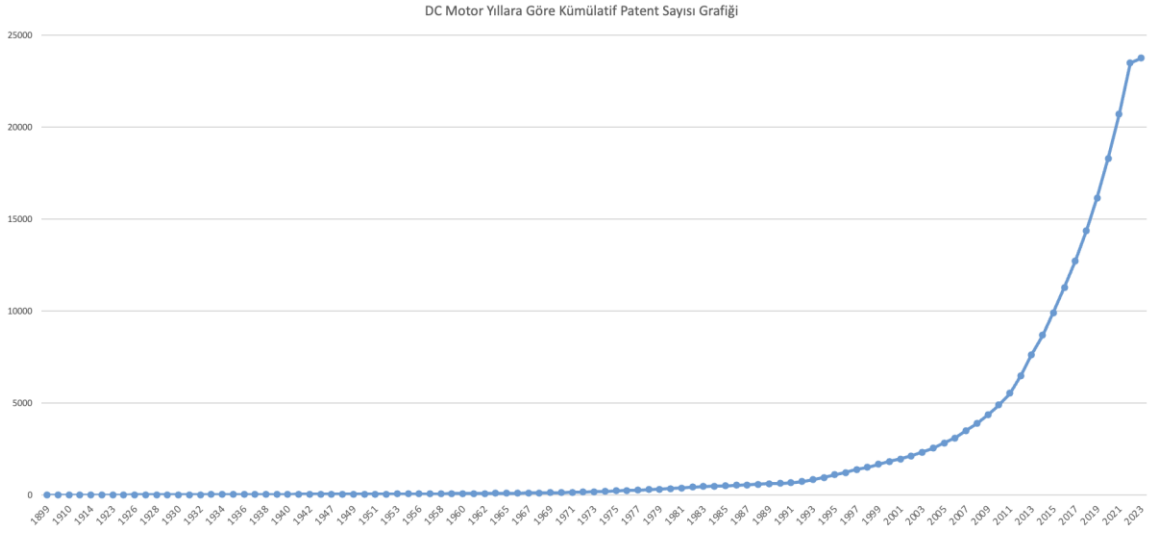
İlk grafikte yıllara göre patent sayılarının değişimi verilmiştir. İkinci grafikte ise yıllara göre ülke bazlı üretilen patent sayıları verilmiştir.



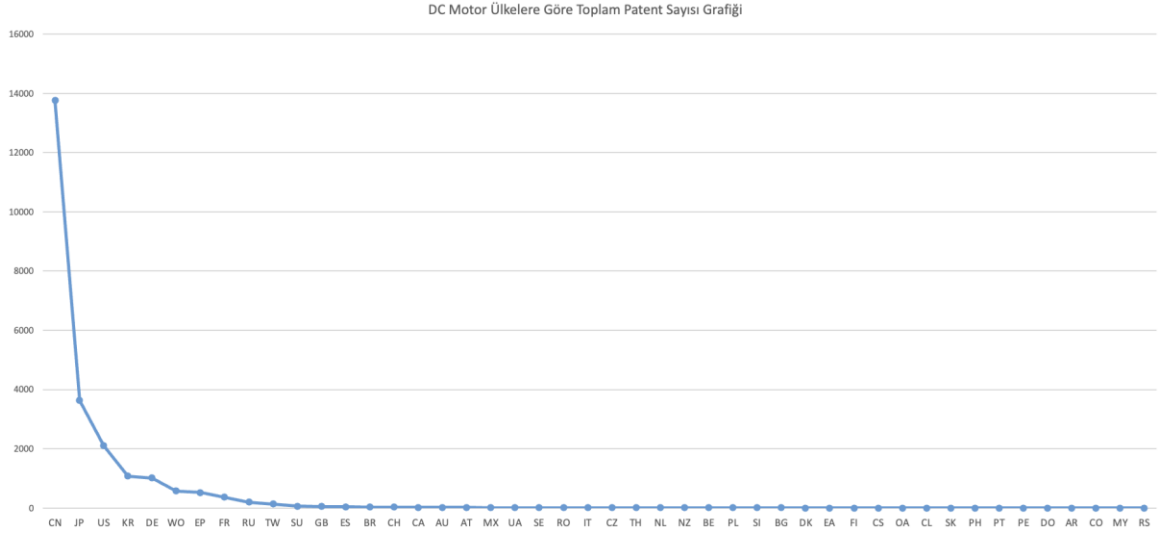
Şekil 17. Elektrikli araçların tahrik sisteminde kullanılan doğru akım motorları (DC) için üretilen patentlere dair arama sorgusu ve şirket bazlı veriler.



Şekil 18. Elektrikli araçların tahrik sisteminde doğru akım (DC) motorlarına dair yıllar bazında oluşturulan patent verileri grafiği.



Şekil 19. Elektrikli araçların tahrik sisteminde doğru akım (DC) motorlarına dair yıllar bazında oluşturulan kümülatif patent verileri grafiği.



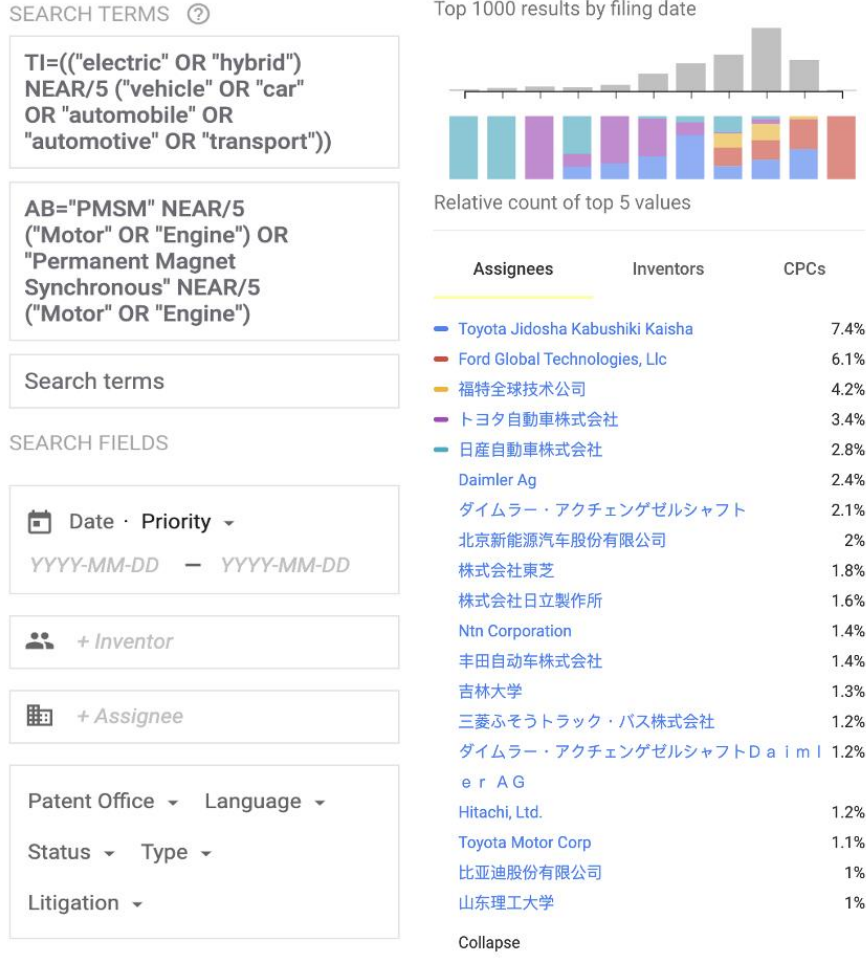
Şekil 20. Elektrikli araçların tahrik sisteminde doğru akım (DC) motorlarına dair ülkeler bazında oluşturulan patent verileri grafiği.

Grafik sonuçlarına göre doğru akım motorlarını konu edinen patentlerin üretiminde yıllara göre bazen küçük miktar olarak adlandırılabilir düşüşler de olsa genel eğitimin yukarı yönlü olduğu görülebilir.

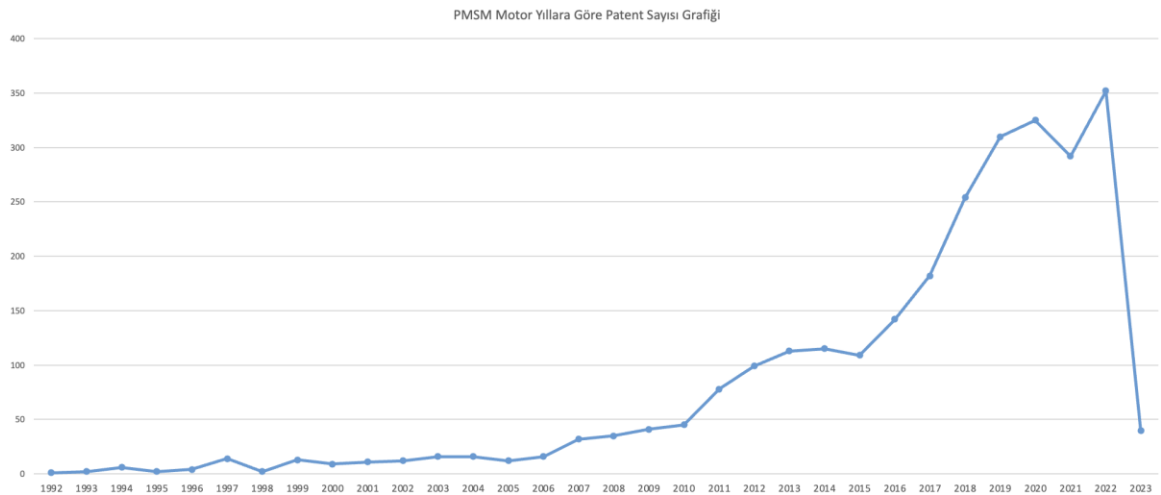
Ayrıca bu konuda en çok patent üretilen ülkenin Çin olduğu ardından Japonya ve ABD olduğu da görülebilmektedir.

6.1.2. Sabit Mıknatıslı Senkron Motorlarına Dair Patent Verileri

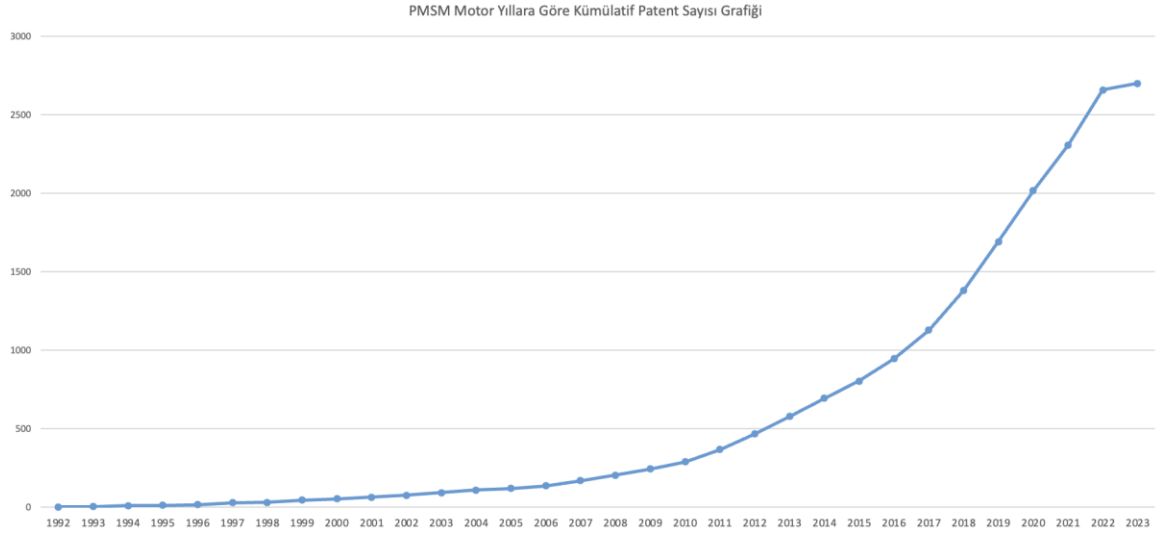
Yukarıda doğru akım motorları için verilmiş olan sorgu ekranında motor kısmı sabit mıknatıslı senkron motorlar (PMSM) olarak güncellenip arama aynı şekilde yapılmıştır. Elde edilen veriler DC motorlarda yapıldığı gibi grafik haline dökülmüştür.



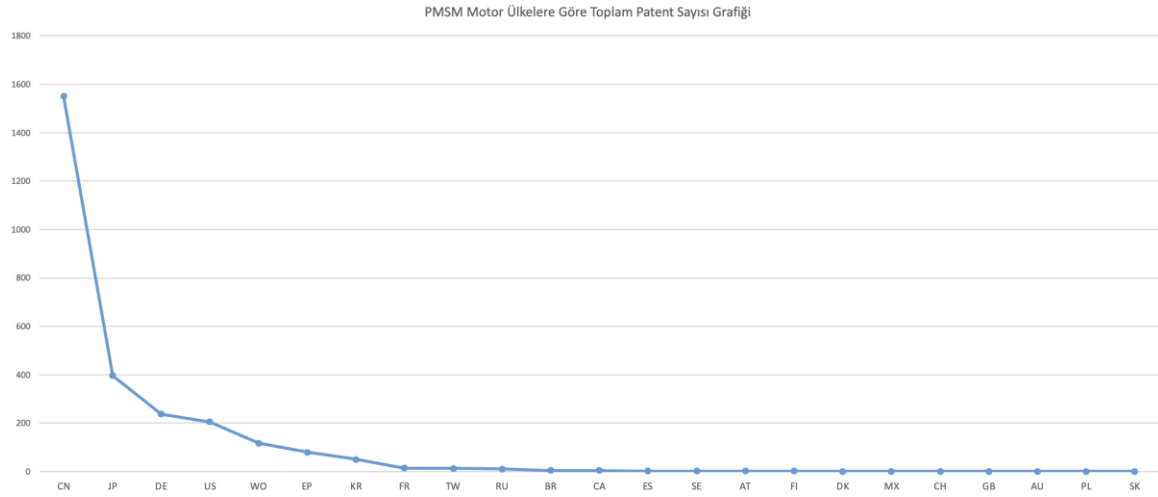
Şekil 21. Elektrikli araçların tahrik sisteminde kullanılan sabit mıknatıslı senkron motorlarına (PMSM) için üretilen patentlere dair arama sorgusu ve şirket bazlı veriler.



Şekil 22. Elektrikli araçların tahrik sisteminde kullanılan sabit mıknatıslı senkron motorlarına (PMSM) dair yıllar bazında oluşturulan patent verileri grafiği.



Şekil 23. Elektrikli araçların tahrik sisteminde kullanılan sabit mıknatıslı senkron motorlarına (PMSM) dair yıllar bazında oluşturulan kümülatif patent verileri grafiği.

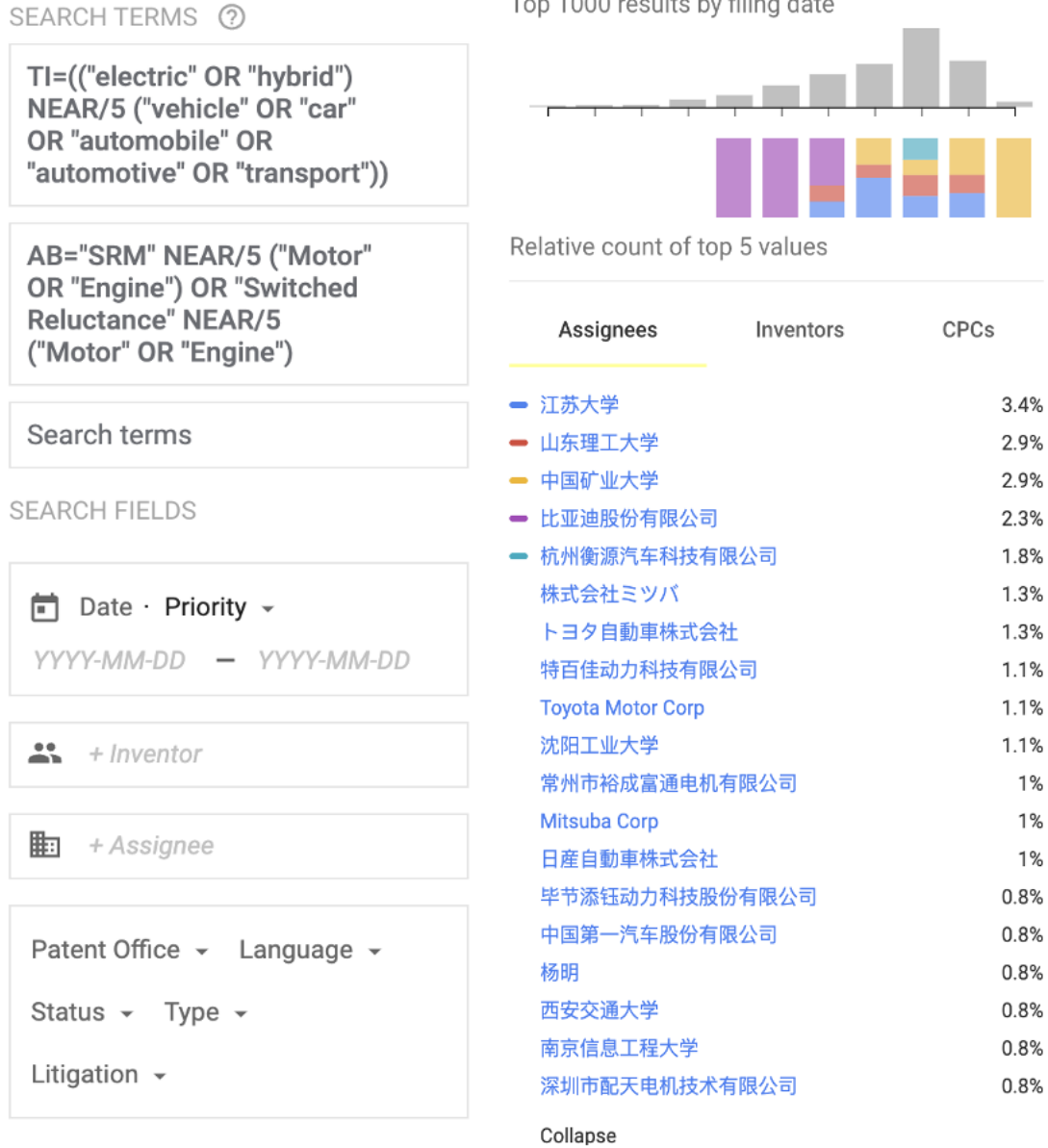


Şekil 24. Elektrikli araçların tahrik sisteminde kullanılan sabit mıknatıslı senkron motorlarına (PMSM) dair ülkeler bazında oluşturulan patent verileri grafiği.

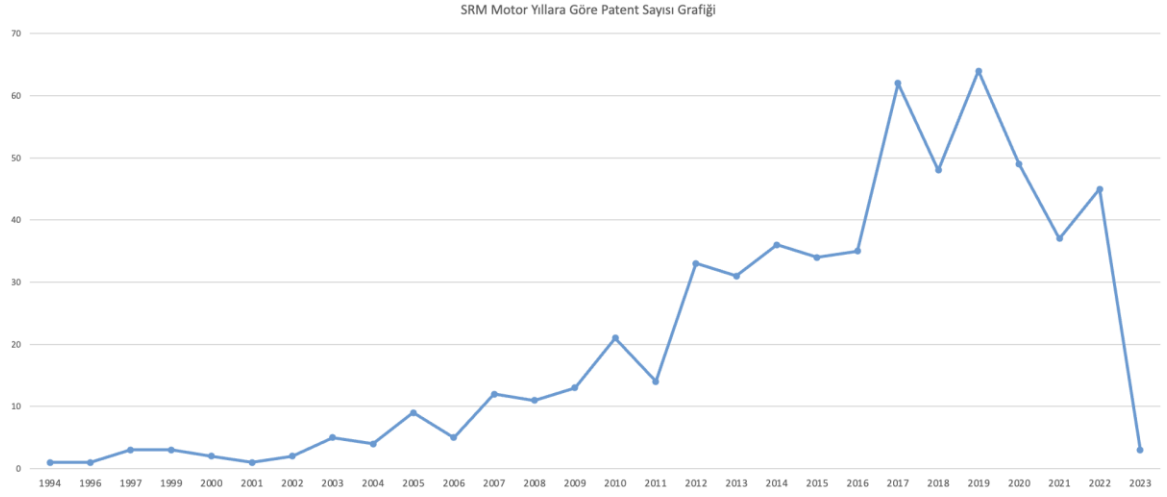
Grafikler incelendiğinde ara ara düşüslere rağmen özellikle 2015-2019 yılları arasında ciddi bir sıçrayış olduğu görülmektedir. Grafikler incelendiğinde hepsini kapsamasa da genel olarak Covid-19 pandemisinin araştırma ve patent sektörüne etkisinden de bahsedebilmek mümkündür. Ayrıca yıl bazlı patent sayısında genel olarak bir artıştan bahsedilebilir.

6.1.3. Anahtarlamalı Relüktans Motorlarına Dair Patent Verileri

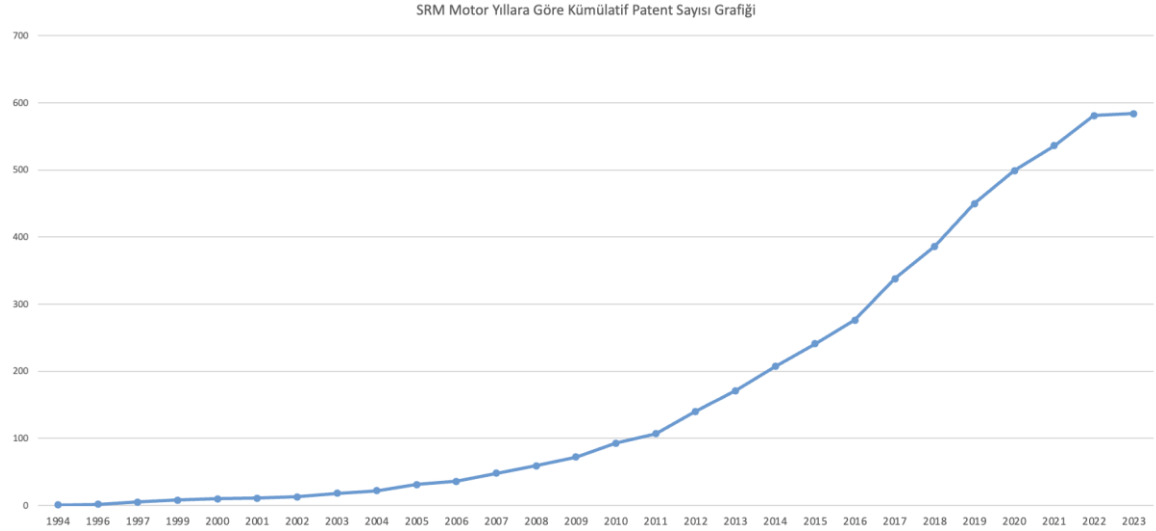
Önceki aramalara benzer şekilde sorgu ekranındaki motor kısmını anahtarlamalı relüktans motoru (SRM) olarak değiştirildiğinde aşağıdaki sorgu ekranı çıkmaktadır.



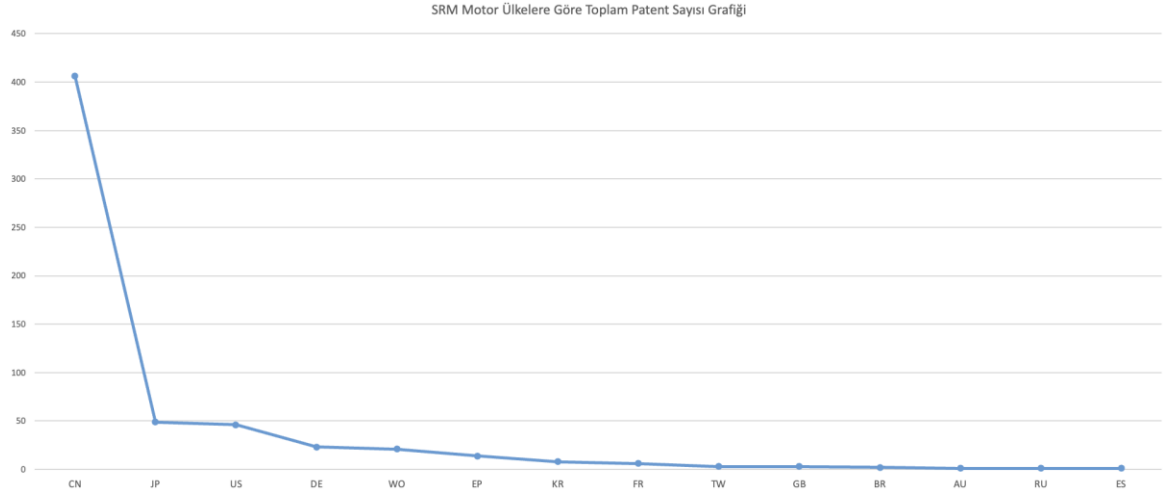
Şekil 25. Elektrikli araçların tahrik sisteminde kullanılan anahtarlamalı relüktans motorları (SRM) için üretilen patentlere dair arama sorgusu ve şirket bazlı veriler.



Şekil 26. Elektrikli araçların tahrik sisteminde kullanılan anahtarlamalı relüktans motorlarına (SRM) dair yıllar bazında oluşturulan patent verileri grafiği.



Şekil 27. Elektrikli araçların tahrik sisteminde kullanılan anahtarlamalı relüktans motorlarına (SRM) dair yıllar bazında oluşturulan kümülatif patent verileri grafiği.



Şekil 28. Elektrikli araçların tahrik sisteminde kullanılan anahtarlamalı relüktans motorlarına (SRM) dair ülkeler bazında oluşturulan patent verileri grafiği.

Bu grafikler incelendiğinde ise doğru akım ve sabit mıknatıslı senkron motorlardan bir takım farklılıklar mevcuttur. Genel olarak yıllar bazında üretilen patent olarak bir artıştan bahsedilebilse de özellikle son yıllardaki dalgalanma daha doğrusu iniş çıkışlar bu motor türünde çok daha belirgindir. Buna rağmen yine de genel olarak patent sayısı bakımında artan bir trend olarak bahsedilebilir.

6.1.4. Asenkron Motorlara Dair Patent Verileri

Asenkron motorlara dair arama sorgusu aşağıda yer almaktadır.

SEARCH TERMS ?

TI=((**"electric"** OR **"hybrid"**)
NEAR/5 (**"vehicle"** OR **"car"**
OR **"automobile"** OR
"automotive" OR **"transport"**))

AB=**"ASM"** NEAR/5 (**"Motor"**
OR **"Engine"**) OR
"Asynchronous" NEAR/5
(**"Motor"** OR **"Engine"**)

Search terms

SEARCH FIELDS

📅 Date · Priority ▾

YYYY-MM-DD — YYYY-MM-DD

👤 + Inventor

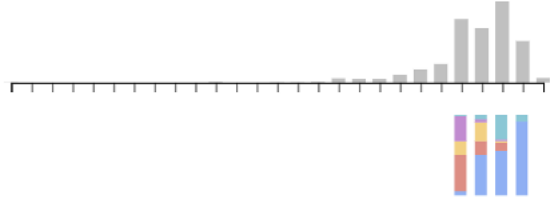
🏢 + Assignee

Patent Office ▾ Language ▾

Status ▾ Type ▾

Litigation ▾

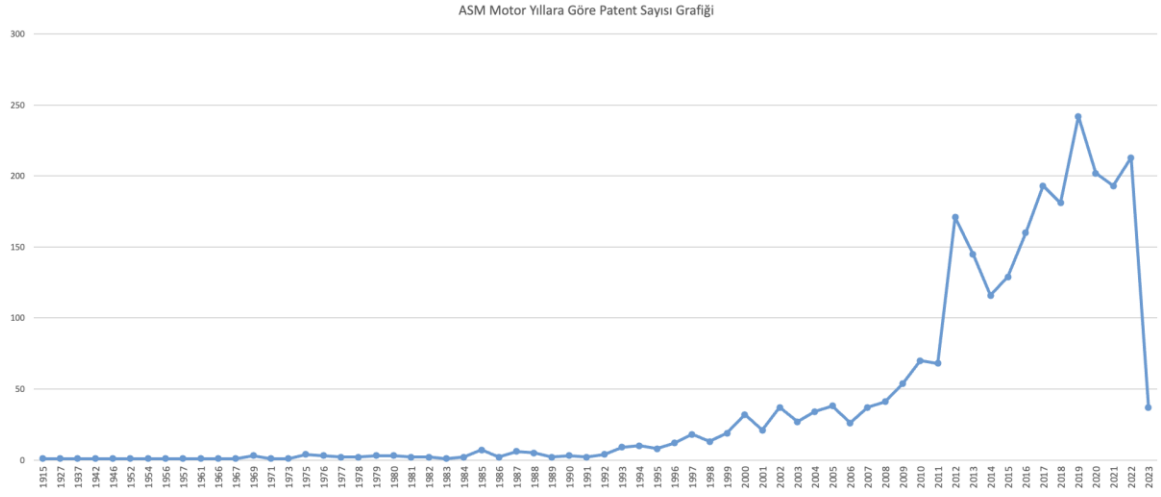
Top 1000 results by filing date



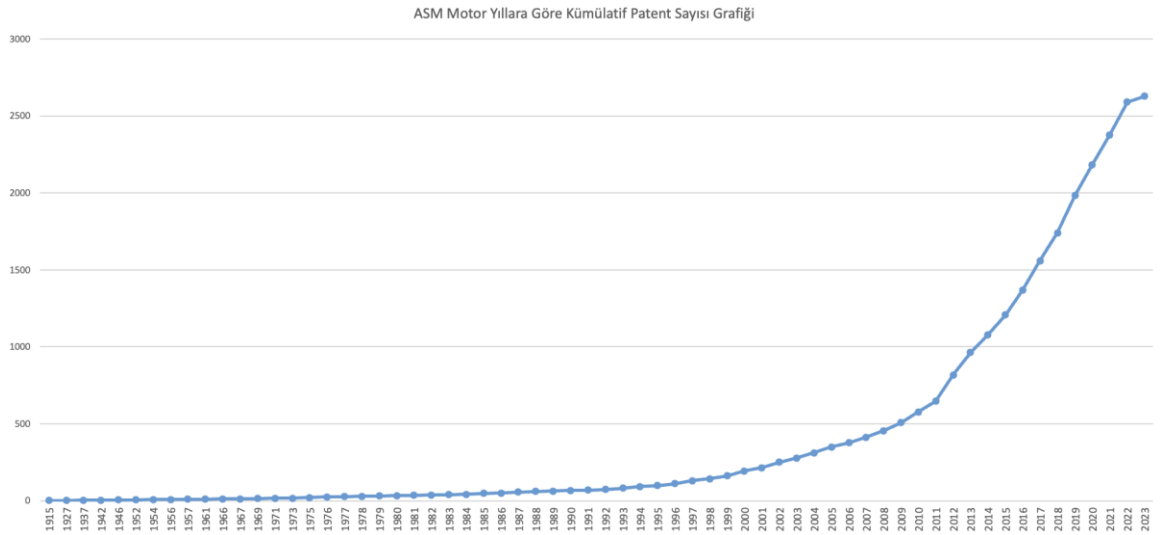
Relative count of top 5 values

Assignees	Inventors	CPCs
Murata Manufacturing Co., Ltd.		6.7%
ソニー株式会社		4%
Sony Corporation		2.3%
Sony Corp		2.1%
株式会社村田製作所		2%
北京理工大学		1.2%
Daimler Ag		1.2%
Volkswagen Ag		1%
比亚迪股份有限公司		1%
清华大学		1%
株式会社日立製作所		0.9%
中国第一汽车股份有限公司		0.8%
Zf Friedrichshafen Ag		0.8%
沈阳工业大学		0.7%
吉林大学		0.7%
Volkswagen Aktiengesellschaft		0.7%
Siemens Aktiengesellschaft		0.6%
Robert Bosch GmbH		0.6%
英泰集团有限公司		0.6%
Collapse		

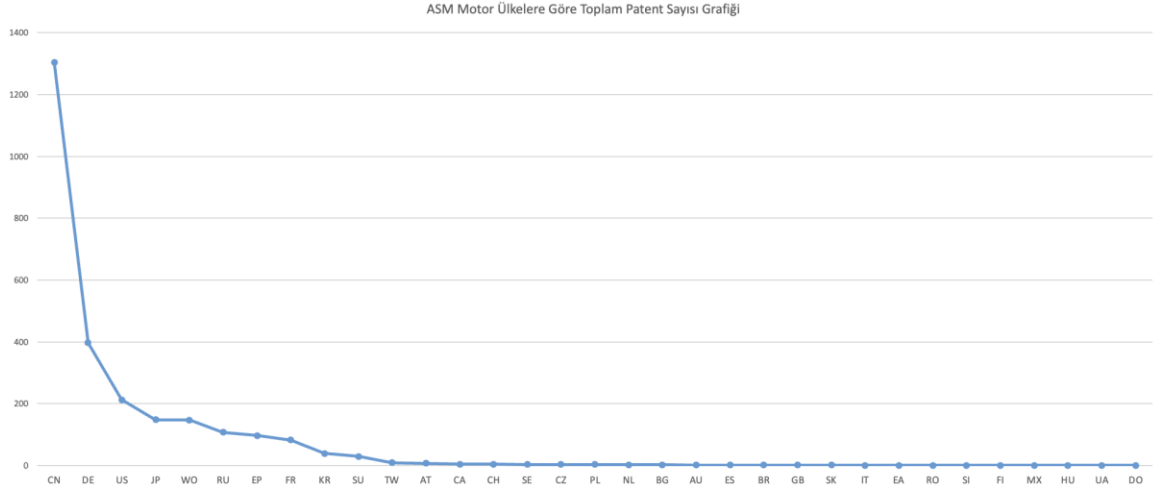
Şekil 29. Elektrikli araçların tahrik sisteminde kullanılan asenkron motorlar (ASM) için üretilen patentlere dair arama sorgusu ve şirket bazlı veriler.



Şekil 30. Elektrikli araçların tahrik sisteminde kullanılan asenkron motorlarına (ASM) dair yıllar bazında oluşturulan patent verileri grafiği.



Şekil 31. Elektrikli araçların tahrik sisteminde kullanılan asenkron motorlarına (ASM) dair yıllar bazında oluşturulan kümülatif patent verileri grafiği.



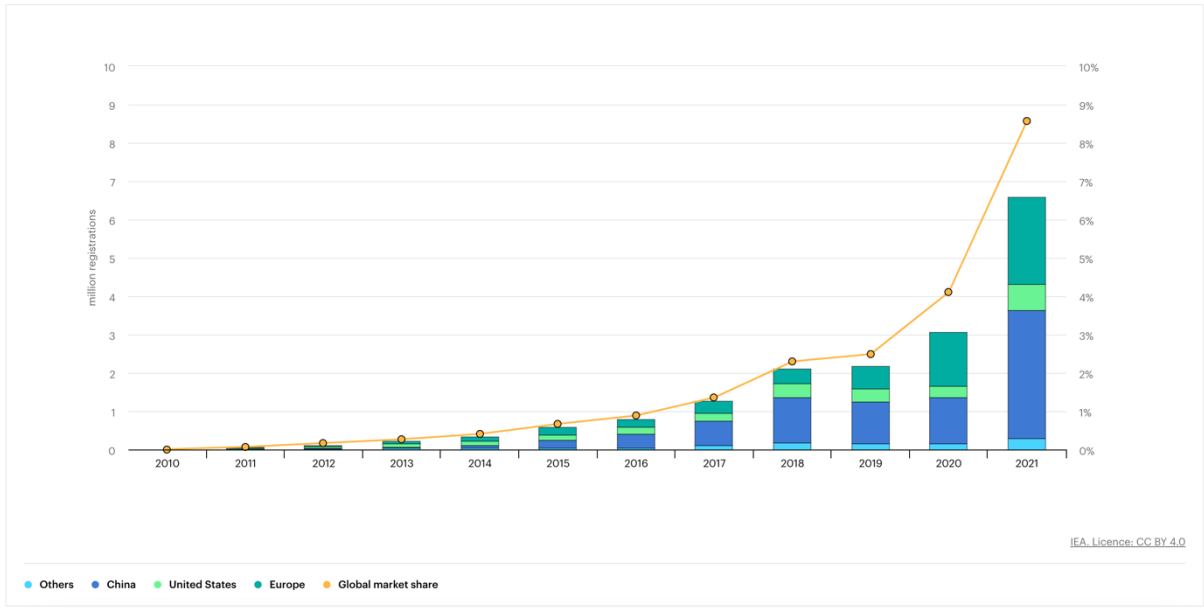
Şekil 32. Elektrikli araçların tahrik sisteminde kullanılan asenkron motorlarına (ASM) dair ülkeler bazında oluşturulan patent verileri grafiği.

Yıl bazlı patent üretimi grafiği incelendiğinde 2011 yılında ciddi bir artış göze çarpmakta olup sonraki yıllarda bazı iniş çıkışlar olsa da genel itibariyle patent üretiminde bir artış olduğu görülebilmektedir.

7. GÜNCEL ELEKTRİKLİ ARAÇ GELİŞMELERİ

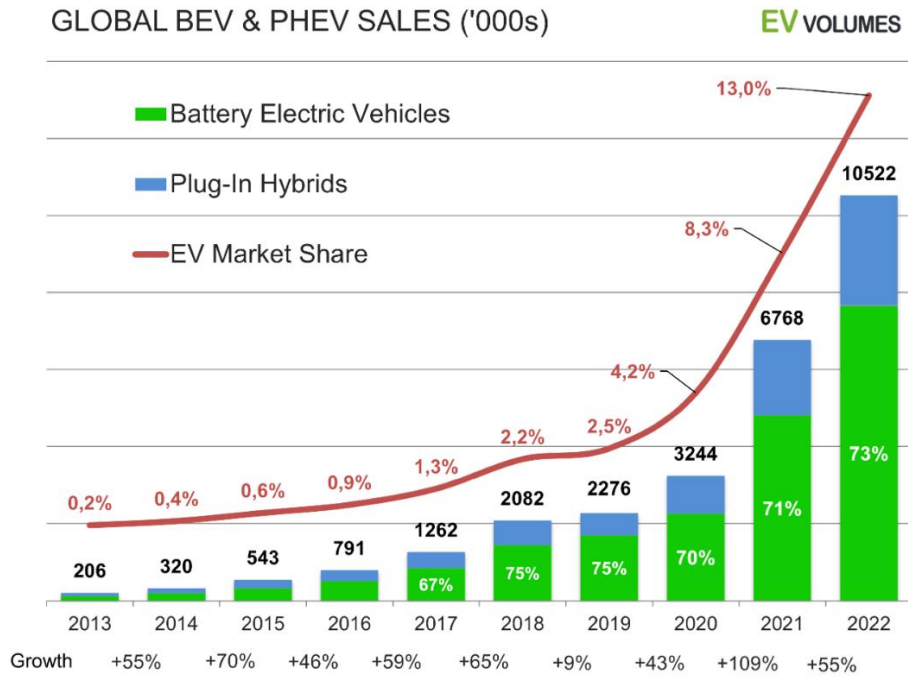
Elektrikli araçların geleceği hakkında fikir edinmek için satış grafikleri kullanılabilir. Bu grafikler elektrikli araçların geleceği konusunda fikir vermektedir. Global piyasadaki maddi hedefler araştırma kaynaklarının o alana yönelimini de desteklemektedir. Aşağıda yer alan grafikler incelendiğinde elektrikli araçların satışında yükselen bir trend olduğu görülmektedir.

Aşağıdaki grafikte 2010-2021 arasında dünyanın çeşitli bölgelerinde satışı yapılan elektrikli araçların sayısı görülmektedir. 11 yılda dünyanın tüm bölgelerinde satış sayısının artmış olduğu gözlemlenebilir.



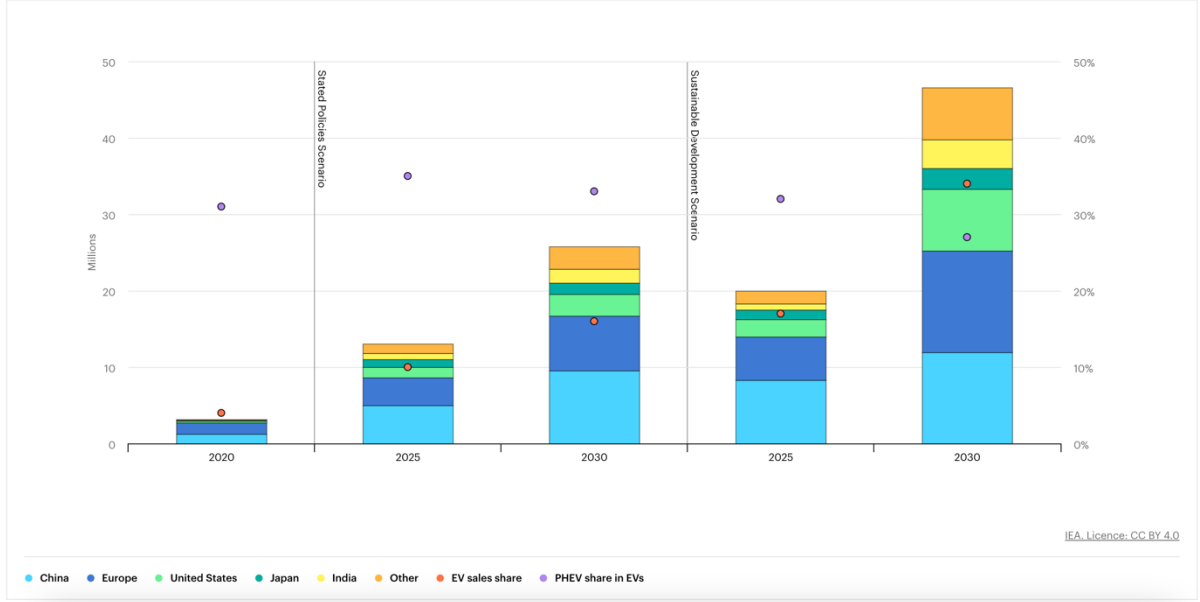
Şekil 33. Elektrikli araçların 2010-2021 yılları arasındaki küresel çapta satış miktarlarını gösteren grafik(70).

Aşağıdaki grafikte ise elektrikli araç tipi bazlı büyüme oranı net bir şekilde görülebilir.



Şekil 34. Dünyadaki toplam elektrikli ve plug-in araç satış büyüme grafiği(71).

Ayrıca aşağıdaki grafikte de 2030 yılına kadar satılması öngörülen toplam elektrikli araç sayısının dünyanın çeşitli bölgelerine göre tahmini görülmektedir.



Şekil 35. 2020-2030 küresel çaplı satış tahmin grafiği(72).

Küresel ölçekte talep arttıkça arz da benzer biçimde artmakta olup ticari kazanç elde etmek amacıyla bilimsel araştırmalar da buna paralel olarak artmaktadır. Benzer şekilde elektrikli araçların tahrik sistemlerinde kullanılan elektrik motoru patent araştırma sayısı da paralel biçimde arttığı gözlemlenmektedir.

2021 yılındaki satışlara kıyasla %188'lik bir artış ile toplamda 8210 adet elektrikli otomobil satılmıştır. 2021 yılında toplam 2849 adet elektrikli araç satılmıştır. Hibrid otomobil satış sayılarına bakıldığında 2022 yılında 19.126 adet hibrid elektrikli araç satışı gerçekleşmiştir. Bu bağlamda bir önceki seneye kıyasla 1789 adetlik düşüş yaşanmıştır(73). Buna göre Türkiye’de de benzer biçimde elektrikli araçlara talebin artışta olduğu görülmektedir.

Elektrikli araçların satışındaki artışla beraber şarj edilebilir araçlar için bir ihtiyaç olan şarj istasyonlarının sayılarında da artış yaşanmıştır. Türkiye örneği için konuşulacak olursa sadece büyük şehirlerde değil artık nispeten küçük şehirlerde de elektrikli araç istasyonlarında artış yaşanmıştır. Elektrikli araç satışlarının artışıyla beraber buna paralel olarak şarj istasyonu sayısında artış beklenmektedir.

Çevre, emisyon ve temiz çevre amacı düşünüldüğünde ülkeler ve uluslararası kuruluşlar da bununla ilgili aksiyonları almaya başlamışlardır. Fosil yakıtların emisyonlarını azaltmak için ulaşım sektörü ele alındığında elektrikli araçların devrinin başlamış olduğu görülmektedir.

Benzer gelişmeler elektrikli araç teknolojisindeki en büyük dezavantajlardan biri olarak görülen batarya teknolojilerinin geliştirilmesi noktasında da yaşanmaktadır. Çeşitli batarya tiplerinde araştırma ve geliştirme çalışmaları yapılmaktadır. Bu konudaki geliştirmeler sayesinde birbiri ile ilintili olan diğer dezavantaj özellikleri de çözülebilir ve bu sayede elektrikli araçların yaygınlaşması önündeki en büyük engellerden biri kaldırılabilir.

8. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Elektrikli araçların ilk çıktığı tarih çok yeni olmamasına rağmen hız ve menzil gibi kullanıcının araç içerisinde geçirdiği zaman faktörünü de etkileyen etmenler araç üreticilerini içten yanmalı motorlara yönlendirmiştir. Özellikle çevre kirliliği ve iklim değişikliği gibi iki ana unsur fosil yakıtlara olan bağımlılığın azaltılması için önemlidir. Aynı zamanda sanayi devriminden itibaren kullanılagelen fosil kaynakların bu hızla devam edildiğinde tükenme riski de düşünüldüğünde sadece araç motorları için dünya genelinde enerji üretimi konusunda alternatif yenilenebilir ve temiz enerji kaynaklarına yönelim olduğu görülmektedir.

Özellikle son yıllarda teknolojinin gelişmesi ile beraber elektrikli araçlardaki hız, menzil ve batarya teknolojileri konusunda oldukça önemli gelişmeler yaşanmıştır. Araç üreticilerinin model güncellemeleri ve iyileştirmeleri günden güne artış göstermektedir.

Ülkeler de mevzuatlarla birlikte elektrikli araçların yaygınlaşmasını sağlamaya başlamışlardır. Yakın sayılabilecek bir zamanda tamamen elektrikli araçlara geçiş ile ilgili mevzuatlar da düzenlenmeye başlandığı bilinmektedir.

Bahsedilen motorlara dair patent araştırmalarında göze çarpan bir husus ise sorgu ekranı yanında çıkan şirketlerdir. Küresel çapta tanınan ve popüler bu şirketlerin patent araştırmasına verdikleri önem buradan görülebilmektedir. Pazar payını artırma isteği ve sektörde öncü olma arzusunun kazanç sağlama hedefiyle patent araştırmalarını

desteklediği kanısına varılabilir. Bu da elektrikli araç sektörünün geleceği konusunda patent sayısının iyi bir parametre olarak kabul edilmesini sağlar.

Elektrikli araçlarda en çok kullanılan motor patentlerine göre ilgili araştırma sonuçlarında elektrikli araçlara yönelik patent araştırmalarının gittikçe arttığı gözlemlenmektedir. Yine yukarıda paylaşılan satış grafikleri de incelendiğinde de elektrikli araçların satışında ciddi bir artış olduğu görülmektedir. Yıllara göre elektrikli araçlarda kullanılan motorlar üzerinde yapılan patent araştırmaları ile elektrikli araçların satış grafikleri arasında paralel bir görüntü olduğu ortaya çıkmaktadır.

Grafiklerdeki eğrilerin trendi elbette önemlidir. Ancak burada dikkat edilmesi gereken bir diğer husus ise toplan ne kadar patent çalışmasının yapıldığıdır. Elde edilen verilerden konuyla ilgili en fazla patent araştırmasının DC motorlar ile en az patent araştırmasının ise SRM üzerinde yapıldığı görülebilir.

Tüm bu verilerden yola çıkarak elektrikli araçlarda kullanılan tahrik sistemlerindeki patent araştırmalarındaki artış ile gelecekte elektrikli araçların sektörde hakim pozisyona gelmesinin beklendiği söylenebilir.

KAYNAKLAR

1. Gürbüz Y, Kulaksız AA. Elektrikli Araçlar ile Klasik İçten Yanmalı Motorlu Araçların Çeşitli Yönlerden Karşılaştırılması. Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilim Enstitüsü Derg. 31 Temmuz 2016;6(2):117.
2. Guzzella L, Onder CH. Introduction to Modeling and Control of Internal Combustion Engine Systems [Internet]. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2010 [a.yer 28 Mart 2023]. Erişim adresi: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-10775-7>
3. Karamuk M. A survey on electric vehicle powertrain systems. İçinde: International Aegean Conference on Electrical Machines and Power Electronics and Electromotion, Joint Conference [İnternet]. Istanbul, Turkey: IEEE; 2011 [a.yer 28 Mart 2023]. s. 315-24. Erişim adresi: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6490617>
4. URL-1 [İnternet]. 2015. Erişim adresi: <http://my.teslamotors.com / roadster / technology/motor>
5. URL-2. İçinde 2016. Erişim adresi: https://tr.wikipedia.org/wiki/Elektrikli_otomobil-cite_note-49
6. URL-5. URL [İnternet]. 2016 [a.yer 22 Nisan 2023]. Erişim adresi: https://www.google.com/search?q=http%3A%2F%2Fpetbayder.org+%2Fsayfa+%2F312+%2F+akaryakit-sektorunde-13630-lisansvar&rlz=1C5CHFA_enTR1027TR1027&oq=http%3A%2F%2Fpetbayder.org+%2Fsayfa+%2F312+%2F+akaryakit-sektorunde-13630-lisansvar&aqs=chrome..69i57j69i58.4393j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8
7. Yuan X, Cai Y. Forecasting the development trend of low emission vehicle technologies: Based on patent data. Technol Forecast Soc Change. 2021;166:120651.
8. Google Çeviri [İnternet]. 2023 [a.yer 13 Nisan 2023]. Erişim adresi: <https://translate.google.com/?hl=tr>
9. Nagula M. Forecasting of fuel cell technology in hybrid and electric vehicles using Gompertz growth curve. J Stat Manag Syst. 2016;19(1):73-88.
10. Ranaei S, Karvonen M, Suominen A, Kässi T. Patent-based technology forecasting: case of electric and hydrogen vehicle. Int J Energy Technol Policy. 2016;12(1):20-40.
11. Sinigaglia T, Martins MES, Siluk JCM. Technological forecasting for fuel cell electric vehicle: A comparison with electric vehicles and internal combustion engine vehicles. World Pat Inf. 2022;71:102152.
12. Elektrikli Otomobil Türleri Nelerdir? | BMW Türkiye [İnternet]. [a.yer 28 Mart 2023]. Erişim adresi: <https://www.bmw.com.tr/tr/topics/fascination-bmw/bmw-i-ve-e-mobilite/elektrikli-otomobil-turleri.html>
13. Kerem A. Elektrikli Araç Teknolojisinin Gelişimi ve Gelecek Beklentileri. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilim Enstitüsü Derg. 01 Haziran 2014;5(1):1-13.
14. ALPSALAZ F. Hibrit ve elektrikli araçlarda süperkapasitör ve lityum iyon bataryaların kontrol edilerek güç sistemlerinde kullanılması [İnternet]. [tez.yok.gov.tr]: Cumhuriyet Üniversitesi; 2018. Erişim adresi: https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=ZfU9oYBSP4UZ3_f_JwPsxQ&no=QU3o2hy4seqedNxholh9UA

15. Amjad S, Neelakrishnan S, Rudramoorthy R. Review of design considerations and technological challenges for successful development and deployment of plug-in hybrid electric vehicles. *Renew Sustain Energy Rev.* 01 Nisan 2010;14(3):1104-10.
16. Singh KV, Bansal HO, Singh D. URL-3. *J Mod Transp.* 01 Haziran 2019;27(2):77-107.
17. Chau KT, Wong YS. Overview of power management in hybrid electric vehicles. *Energy Convers Manag.* 01 Ekim 2002;43(15):1953-68.
18. Ripaccioli G, Bernardini D, Di Cairano S, Bemporad A, Kolmanovsky IV. A stochastic model predictive control approach for series hybrid electric vehicle power management. *İçinde: Proceedings of the 2010 American Control Conference.* 2010. s. 5844-9.
19. Zeng X, Wang J. A Parallel Hybrid Electric Vehicle Energy Management Strategy Using Stochastic Model Predictive Control With Road Grade Preview. *IEEE Trans Control Syst Technol.* Kasım 2015;23(6):2416-23.
20. Xiong W, Zhang Y, Yin C. Optimal energy management for a series-parallel hybrid electric bus. *Energy Convers Manag.* 01 Temmuz 2009;50(7):1730-8.
21. Millo F, Rolando L, Fuso R, Bergshoeff E, Shafiabady F. Analysis of Different Energy Management Strategies for Complex Hybrid Electric Vehicles. *Comput-Aided Des Appl.* 30 Mayıs 2014;11(sup1):S1-10.
22. Güner C. Dışarıdan şarj edilebilen hibrit elektrikli araç ile menzil artırıcı elektrikli araç konseptlerinin karşılaştırmalı analizi [İnternet] [masterThesis]. Fen Bilimleri Enstitüsü; 2018 [a.yer 29 Mart 2023]. Erişim adresi: <https://acikbilim.yok.gov.tr/handle/20.500.12812/643319>
23. Edwards R, Larive' JF, Beziat JC. JRC Publications Repository. 2011 [a.yer 29 Mart 2023]. Well-to-Wheels Analysis of Future Automotive Fuels and Power Trains in the European Context - Report, Version 3c. Erişim adresi: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC65998>
24. Block-diagram-of-Hybrid-Electric-Vehicle.jpg (638×307) [İnternet]. [a.yer 29 Mart 2023]. Erişim adresi: <https://www.researchgate.net/publication/348483811/figure/fig2/AS:980185679683589@1610705885722/Block-diagram-of-Hybrid-Electric-Vehicle.jpg>
25. Elektrikli Araç Teknolojisi Nedir? HEV, PHEV, BEV | EV Hedef Filo [İnternet]. [a.yer 29 Mart 2023]. Erişim adresi: <https://ev.hedef filo.com/ev-gundem/blog/elektrikli-arac-teknolojisi-nedir-hev-phev-bev-ne-demektir>
26. experixc. Hidrojen Yakıt Hücreli Elektrikli Araçlar Nasıl Çalışır? [İnternet]. Experix Oto Ekspertiz. 2022 [a.yer 29 Mart 2023]. Erişim adresi: <https://experix.com.tr/hidrojen-yakit-hucreli-elektrikli-araclar/>
27. URL-4 [İnternet]. [a.yer 02 Ocak 2014]. Erişim adresi: <http://www.daihatsu.com.tr/cevrepolitikasi.html>
28. Kaymaz H, Demir MF. Elektrikli Otomobiller için Çekiş Motor Tip Seçimi. *Marmara Univ.* 30 Nisan 2020;2(1):35-41.
29. Yumpu.com. yumpu.com. [a.yer 29 Mart 2023]. Digital Control. Erişim adresi: <https://www.yumpu.com/en/document/read/21059104/digital-control>
30. Ravindra Jape S, Thosar A. COMPARISON OF ELECTRIC MOTORS FOR ELECTRIC VEHICLE APPLICATION. *Int J Res Eng Technol.* 15 Eylül 2017;06(09):12-7.

31. Raut KH, Shendge A. Multiple Electric Motors used in Electric Vehicles.
32. BySri Hari Karthik. Url [Internet]. 2019. Erişim adresi: <https://circuitdigest.com/article/different-types-of-motors-used-in-electric-vehicles-ev>
33. Karthik SH. Types of Motors used in Electric Vehicles [Internet]. 2019 [a.yer 30 Mart 2023]. Erişim adresi: <https://circuitdigest.com/article/different-types-of-motors-used-in-electric-vehicles-ev>
34. Thattil A, Vachhani S, Raval D, Patel P, Sharma P. Comparative Study of using Different Electric Motors for EV. 2019;06(04).
35. ResearchGate [Internet]. [a.yer 30 Mart 2023]. Fig.1. Components of brushed DC motor. Erişim adresi: https://www.researchgate.net/figure/Components-of-brushed-DC-motor_fig1_301417561
36. Halicioglu R. SPEED CONTROL SYSTEM: EXPERIMENTAL TUTORIAL. 2016 Nis.
37. Ocak C, YeniPinar B. Hafif Elektrikli Araçlar için Asenkron Motor Tasarımı ve Uygulaması. Eur J Sci Technol [Internet]. 26 Haziran 2021 [a.yer 30 Mart 2023]; Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/doi/10.31590/ejosat.949092>
38. Manuel Terras J, Neves A, Sousa DM, Roque A. Estimation of the induction motor parameters of an electric vehicle. İçinde: 2010 IEEE Vehicle Power and Propulsion Conference. 2010. s. 1-6.
39. Bitar Z, Jabi SA. Studying the Performances of Induction Motor Used in Electric Car. Energy Procedia. 01 Ocak 2014;50:342-51.
40. Ulu C, Korman O, Kömürgöz G. Electromagnetic and thermal analysis/design of an induction motor for electric vehicles. İçinde: 2017 8th International Conference on Mechanical and Aerospace Engineering (ICMAE). 2017. s. 6-10.
41. Demir U, Aküner MC. Analysis of In-Wheel Asynchronous Motor with Conical Geometry for Electric Vehicle. J New Results Sci. 20 Nisan 2018;7(1):29-37.
42. Güler S. Elektrikli otomobillerde doğru elektrik motoru seçimi [Internet]. Medium. 2020 [a.yer 30 Mart 2023]. Erişim adresi: <https://medium.com/@serhatgulerr1/elektrikli-otomobillerde-do%C4%9Fru-elektrik-motoru-se%C3%A7imi-259ae6163d84>
43. Permanent-Magnet-Synchronous-Motor.jpg (707×311) [Internet]. [a.yer 30 Mart 2023]. Erişim adresi: <https://www.theengineeringknowledge.com/wp-content/uploads/2019/12/Permanent-Magnet-Synchronous-Motor.jpg>
44. Tümbek M. Elektrikli araçlar için dış rotorlu doğrudan yol vermeli senkron motor tasarımı, analizi ve sürülmesi [Internet] [Doctoral Thesis]. Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü; 2019 [a.yer 30 Mart 2023]. Erişim adresi: <https://gcris.pau.edu.tr/handle/11499/28194>
45. Ulu B. Fırçasız doğru akım motor (BLDC) hız kontrolü [Internet] [masterThesis]. İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü; 2011 [a.yer 30 Mart 2023]. Erişim adresi: <http://abakus.inonu.edu.tr/xmlui/handle/11616/6190>
46. Erol Y. Fırçasız DA Motorlarının Çalışma Karakteristikleri. Tübitak Yayınları; 2004.
47. BÜYÜKBIÇAKCI E. BİPOLAR UYARTIMLI SEGMENTAL ROTORLU 5-FAZLI BİR ANAHTARLAMALI RELÜKTANS MOTOR İÇİN Pİ DENETİMLİ SÜRÜCÜ SİSTEMİNİN TASARIMI VE UYGULAMASI [Internet] [Doktora Tezi]. [tez.yok.gov.tr]:

- Sakarya Üniversitesi; 2013. Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/TezGoster?key=1zw6GvYMe-q3Hf6HR-3US7vi2-B2pceNlU0FWvbq6gYPtrxdpcjKDsEcM4-AR2u3>
48. Cheng H, Chen H, Wang Q, Xu S, Yang S. Design and control of switched reluctance motor drive for electric vehicles. İçinde: 14th International Conference on Control, Automation, Robotics and Vision, ICARCV 2016, Phuket, Thailand, November 13-15, 2016. IEEE; 2016. s. 1-6.
49. Araujo RE, Teixeira H, Barbosa J, Leite V. A Low Cost Induction Motor Controller for Light Electric Vehicles in Local Areas. İçinde: Proceedings of the IEEE International Symposium on Industrial Electronics, 2005 ISIE 2005. 2005. s. 1499-504.
50. Reluctance Motor Types Overview and detailed Function [Internet]. OSWOS. [a.yer 30 Mart 2023]. Erişim adresi: <https://oswos.com/reluctance-motor/>
51. SARITAŞ İ, NEŞELİ S, TERZİOĞLU H, AĞAÇAYAK AC, YALÇIN G, GÜNTAY S, vd. MÜHENDİSLİK ALANINDA AKADEMİK ÇALIŞMALAR-2 [Internet]. NEŞELİ S, AĞAÇAYAK AC, editörler. İKSAD; 2021 [a.yer 30 Mart 2023]. Erişim adresi: <https://iksadyayinevi.com/wp-content/uploads/2022/01/MUHENDISLIK-ALANINDA-AKADEMIK-CALISMALAR-2.pdf>
52. Kumar M, Moulik B. Dynamic Modeling and Analysis of Control Techniques of an Induction Motor Drive for Application in an Electric Vehicle. İçinde: 2021 International Conference on Computing, Communication, and Intelligent Systems (ICCCIS). 2021. s. 1037-42.
53. Bal S, Taşci T. PATENT DEĞERLEME SÜRECİNDE DOĞRUDAN VE DOLAYLI GÖSTERGELERİN BELİRLENMESİ VE BİR İKLİMLENDİRME FİRMASINDA UYGULANMASI. Eur J Sci Technol [Internet]. 27 Nisan 2021 [a.yer 01 Nisan 2023]; Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/doi/10.31590/ejosat.839969>
54. Patent Nedir? – İnter Patent [Internet]. [a.yer 01 Nisan 2023]. Erişim adresi: <http://www.interpatent.com.tr/patent-nedir/>
55. Kayakökü A, Demirbaş Ş. PATENT ARAMA MOTORLARININ KULLANIMI ÜZERİNE BİR İNCELEME. Gazi Univ J Sci Part C Des Technol. 15 Eylül 2017;5(3):149-65.
56. Çetindamar D, Phaal R, Probert D. Teknoloji Yönetimi Faaliyetler ve Araçları. Efil Yayınevi; 2013.
57. Kaya MH. Elektrikli Araçların Patent Analizlerinin İncelenmesi ve Askerî Araçlar Üzerindeki Uygulamaları. Savun Bilim Derg. 02 Kasım 2020;(38):69-103.
58. Daim TU, Rueda G, Martin H, Gerdri P. Forecasting emerging technologies: Use of bibliometrics and patent analysis. Technol Forecast Soc Change. 01 Ekim 2006;73(8):981-1012.
59. Jürgens B, Herrero-Solana V. Espacenet, Patentscope and Depatisnet: A comparison approach. 2015;42:4-12.
60. European Patent Office. Espacenet. 25 Ocak 2017; Erişim adresi: https://worldwide.espacenet.com/?locale=en_EP
61. Free patent databases come of age. World Pat Inf. 2008;30(185-186).
62. European Patent Office. Espacenet Patent Search [Internet]. 2017 [a.yer 01 Nisan 2023]. Erişim adresi: <https://www.epo.org/searching-for-patents/technical/espacenet.html#tab3>

63. Hitchcock D. Understanding Keyword Searching. Pat Search Made Easy ABD Nolo. 2009;29-40.
64. Bozkurt K. Patent Verileri ve Teknolojik Sınıflama Sistemleri. Adnan Menderes Üniversitesi Sos Bilim Enstitüsü Derg. 1:65-80.
65. Foglia P. Patentability search strategies and the reformed IPC: A patent office perspective. World Pat Inf. 2007;29:33-53.
66. Cooperative Patent Classification. İçinde: Wikipedia [Internet]. 2022 [a.yer 06 Nisan 2023]. Erişim adresi: https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Cooperative_Patent_Classification&oldid=1081736642
67. Eisenschitz TS, Crane JA. Patent Searching Using Classifications and Using Keywords. World Pat Inf. 1986;8:38-40.
68. GreyB T. Google Patents Search - A Definitive Guide by GreyB [Internet]. GreyB. 2020 [a.yer 08 Nisan 2023]. Erişim adresi: <https://www.greyb.com/blog/google-patents-search-guide/>
69. Türk Patent ve Marka Kurumu. Portal Kullanım Kılavuzu [İnternet]. 2023 [a.yer 20 Nisan 2023]. Erişim adresi: <https://portal.turkpatent.gov.tr/yardim/kilavuz/patent-arastirma>
70. IEA [Internet]. [a.yer 30 Nisan 2023]. Global sales and sales market share of electric cars, 2010-2021 – Charts – Data & Statistics. Erişim adresi: <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/global-sales-and-sales-market-share-of-electric-cars-2010-2021>
71. EV-Volumes - The Electric Vehicle World Sales Database [İnternet]. [a.yer 30 Nisan 2023]. Erişim adresi: <https://www.ev-volumes.com/country/total-world-plug-in-vehicle-volumes/>
72. IEA [Internet]. [a.yer 30 Nisan 2023]. Global EV sales by scenario, 2020-2030 – Charts – Data & Statistics. Erişim adresi: <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/global-ev-sales-by-scenario-2020-2030>
73. 2022 Yılı Elektrikli ve Hibrid Otomobil Satış Rakamları belli oldu. | TEHAD [İnternet]. 2023 [a.yer 30 Nisan 2023]. Erişim adresi: <https://www.tehad.org/2023/01/10/2022-yili-elektrikli-ve-hibrid-otomobil-satis-rakamlari-belli-oldu/>