

**T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
YENİLENEBİLİR ENERJİ VE UYGULAMALARI ANA BİLİM DALI**



YENİLENEBİLİR ENERJİDE TEKNOLOJİ ANALİZİ

Yüksek Lisans Tezi

Yunus Emre ÖZDEMİR

Danışman

Prof. Dr. Metin YAVUZ

SAMSUN
2022

TEZ KABUL VE ONAYI

Yunus Emre ÖZDEMİR tarafından, Prof. Dr. Metin YAVUZ danışmanlığında hazırlanan “YENİLENEBİLİR ENERJİDE TEKNOLOJİ ANALİZİ” başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından 16.9.2022 tarihinde yapılan sınav sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

	Unvanı Adı Soyadı Üniversitesi Ana Bilim/Ana Sanat Dalı	İmza	Sonuç
Başkan	Prof. Dr. Metin YAVUZ Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fizik Ana Bilim Dalı		<input checked="" type="checkbox"/>
			Kabul
			<input type="checkbox"/>
			Ret
Üye	Prof. Dr. Yavuz KÖYSAL Ondokuz Mayıs Üniversitesi Elektrik ve Enerji Bölümü		<input checked="" type="checkbox"/>
			Kabul
			<input type="checkbox"/>
			Ret
Üye	Doç. Dr. Ünal KURT Amasya Üniversitesi Elektrik Makineleri Ana Bilim Dalı		<input checked="" type="checkbox"/>
			Kabul
			<input type="checkbox"/>
			Ret

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen ve yukarıda adları yazılı jüri üyeleri tarafından uygun görülmüştür.

ONAY

... / ... / ...

Prof. Dr. Ali BOLAT
Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

Hazırladığım Yüksek Lisans tezinin bütün aşamalarında bilimsel etiğe ve akademik kurallara riayet ettiğimi, çalışmada doğrudan veya dolaylı olarak kullandığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin Kaynaklar'da gösterilenlerden oluştuğunu, her unsurun enstitü yazım kılavuzuna uygun yazıldığını ve TÜBİTAK Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu Yönetmeliği'nin 3. bölüm 9. maddesinde belirtilen durumlara aykırı davranılmadığını taahhüt ve beyan ederim.

Etik Kurul Gerekli mi?

Evet (Gerekli ise ekler kısmına ekleyiniz)

Hayır

İmza

... / ... / 20...

Yunus Emre ÖZDEMİR

TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI

Tez Başlığı: YENİLENEBİLİR ENERJİDE TEKNOLOJİ ANALİZİ

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışması için şahsım tarafından 10.06.2022 tarihinde intihal tespit programından alınmış olan özgünlük raporu sonucunda;

Benzerlik oranı : % 11

Tek kaynak oranı : % 5 çıkmıştır.

İmza

... / ... / 20...

Prof. Dr. Metin YAVUZ

ÖZET

YENİLENEBİLİR ENERJİDE TEKNOLOJİ ANALİZİ

Yunus Emre ÖZDEMİR
Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Yenilenebilir Enerji ve Uygulamaları Anabilim Dalı
Yüksek Lisans, Haziran/2022
Danışman: Prof. Dr. Metin YAVUZ

Bu tezde; yenilenebilir enerji alanında alınan patentler ile elde edilen veriler ele alınarak grafiklerle bu verilerden ne gibi çıkarımlar yapıldığı ele alınmıştır. Bir buluş, içerisinde buluşla ilgili bilgiler barındırırken bir alandaki bütün buluşları topluca ele almak o alanın geneli hakkında bilgi verebilmektedir. Çalışmada, belirtildiği üzere yenilenebilir enerji alanındaki buluşlar, bu alandaki anahtar kelimeler kullanılarak bir yazılımdan elde edilen grafikler yardımıyla sunulmuş ve yorumlanmıştır. Bu elde edilen veriler hem Dünya ölçeğinde hem de Türkiye ölçeğinde ele alınmış yer yer karşılaştırmalı olarak da verilmiştir.

Tezdeki amaç yenilenebilir enerjide teknolojinin ne tarafa gittiğini görmektir. Bu konuda amaca ulaşırken yenilenebilir enerjiden bahsedilmiş daha sonra yöntem olarak kullanılan Orbit yazılımındaki başlıklar ve yazılımın sundukları anlatılmıştır. Daha sonra yazılımdan alınan çıktılar detaylı olarak ele alınmıştır. Sonuçta, yenilenebilir enerjideki ilginin yoğunlaştığı alanlar başta olmak üzere, bu teknolojideki patentlerin hangi alanlardan alındıkları bilgileri verilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Yenilenebilir enerji, Patent, Teknoloji kapsam analizi

ABSTRACT

TECHNOLOGY ANALYSIS IN RENEWABLE ENERGY

Yunus Emre ÖZDEMİR

Ondokuz Mayıs University

Institute of Graduate Studies

Department of Renewable Energy and Applications Programme

Master, June/2022

Supervisor: Prof. Dr. Metin YAVUZ

In this thesis; The data obtained with the patents obtained in the field of renewable energy are discussed and inferences are made from these data with graphics. While an invention contains information about the invention, considering all the inventions in a field collectively can provide information about the field in general. In the study, as stated, the inventions in the field of renewable energy are presented and interpreted with the help of graphics obtained from software by using the keywords in this field. These obtained data have been discussed both on the world scale and on the scale of Turkey, and have been given comparatively from place to place.

The aim of the thesis is to see where technology is going in renewable energy. While reaching the goal in this subject, renewable energy was mentioned and then the titles in the Orbit software used as a method and what the software offered were explained. Then, the outputs from the software are discussed in detail. As a result, information on the areas where the patents in this technology were obtained, especially the areas where the interest in renewable energy is concentrated, is given.

Keywords: Renewable energy, Patent, Technology landscape analysis

ÖN SÖZ VE TEŞEKKÜR

Çalışmamda bana yol gösterici olan, her zaman desteklerini hissettiğim, beni yüreklendiren, öğrencisi olmaktan gurur duyduğum, tezde dikkat etmem gereken noktalarda bilgisinden yararlandığım danışman hocam Prof. Dr. Metin YAVUZ hocama teşekkürü borç bilirim.

Yüksek lisans eğitimim boyunca bilgileriyle ışık tutan başta anabilim dalı başkanımız Prof. Dr. Recep TAPRAMAZ hocam olmak üzere Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yenilenebilir Enerji Yüksek Lisans ABD hocalarıma teşekkür ederim.

Bu çalışmada yazılımlarının kullanımına izin verip gerekli verileri sağlayan Questel firmasına ve bana bu konuda yardımcı olan Kamran NABİ Bey'e de teşekkür ederim.

Beni yüksek lisans sürecine taşıyan lisans eğitimimi tamamladığım Çukurova Üniversitesi Endüstri Mühendisliği bölümündeki tüm hocalarıma teşekkür ederim.

Yüksek lisans sürecim boyunca yardımlarını esirgemeyen, tüm öğrenci arkadaşlarıma ve hocalarıma da ayrıca desteklerinden dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca, beni bu günlere taşıyan, haklarını asla ödeyemeyeceğim anneme ve babama teşekkürlerimi sunarım.

Yunus Emre ÖZDEMİR

İÇİNDEKİLER

TEZ KABUL VE ONAYI	i
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI	ii
TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
TABLolar DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Yenilenebilir Enerji Kaynakları	4
2.1.1. Rüzgar Enerjisi	4
2.1.2. Güneş Enerjisi	5
2.1.3. Hidroelektrik Enerji	7
2.1.4. Biyokütle Enerjisi	9
2.1.5. Jeotermal Enerji	11
2.1.6. Dalga Enerjisi	13
2.1.7. Hidrojen Enerjisi	14
2.2. Dünya'daki ve Türkiye'deki Yenilenebilir Enerji Durumu	15
2.2.1. Dünya'da Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Durumu	15
2.2.2. Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımı	18
2.3. Teknoloji Analizi	19
2.3.1. Temel Patent Kavramları	22
2.3.2. Koruma Çeşitleri	22
2.3.3. Patent Sınıflandırma Sistemleri	23
2.3.4. Patent Haritalama Kavramları	24
2.3.5. Patent Haritası	25
3. MATERYAL METOT	32
3.1. Patent Aktivitesi	32
3.2. Anahtar Oyuncular	32
3.3. Pazar	32
3.4. Anahtar Kelime Analizi	33
3.5. Teknoloji Alanları ve Bilimsel Etkinlik	33
4. BULGULAR	34
4.1. Patent Aktivitesi	34
4.1.1. Dünya'daki Yenilenebilir Enerji Buluşları	34
4.1.2. Türkiye'deki Yenilenebilir Enerji Buluşları	35
4.2. Coğrafi Durum Göstergeleri	36
4.3. Fikri Haklar Alanındaki Başvuru Sahipleri	37
4.4. Pazar	38
4.4.1. Yenilenebilir Enerjinin Dünya'daki Harcama Hacmi	38
4.4.2. Yenilenebilir Enerjinin Türkiye'deki Harcama Hacmi	38
4.5. Anahtar Kelime Analizi	39
4.5.1. Dünya'daki Buluşların Anahtar Kelimeleri Analizi	39
4.5.2. Türkiye'deki Buluşların Anahtar Kelimeleri Analizi	40
4.6. Teknoloji Alanları	41
4.6.1. Dünya'daki Ana Teknoloji Alanları	41
4.6.2. Türkiye'deki Ana Teknoloji Alanları	42
4.7. Bilimsel Etkinlik	43
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	45
KAYNAKÇA	47

ÖZ GEÇMİŞ	49
------------------------	-----------

SİMGELER VE KISALTMALAR

kW	: Kilowatt
MW	: Megawatt
GW	: Gigawatt
TW	: Terawatt
kWh	: Kilowatt-saat
MWh	: Megawatt-saat
GWh	: Gigawatt-saat
TWh	: Terawatt-saat
kWhe	: Kilowatt-saat eşdeđeri
CO ₂	: Karbondioksit
CO ₂ eq	: Karbondioksit eşdeđeri
IPC	: Uluslararası Patent Sınıflandırması (The International Patent Classification)
CPC	: Ortak Patent Sınıflandırması (Cooperative Patent Classification)
m ²	: Metrekare

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. 2020 yılında kurulan rüzgar enerjisi kapasitesinde lider ülkeler (MW)	5
Şekil 2.2. 2020 itibariyle küresel kümülatif güneş fotovoltaik kapasitesi (GW)	7
Şekil 2.3. 2020'de Dünya çapında en fazla hidroelektrik üreten ülkeler (TWh).....	9
Şekil 2.5. Kurulu güç üretim kapasitesine dayalı en iyi 10 jeotermal ülke (MW).....	13
Şekil 2.6. Kaynağına göre yenilenebilir enerji üretimi	16
Şekil 2.7. Dünya'nın farklı bölgelerine göre yenilenebilir enerji tüketimi	17
Şekil 2.8. Bölgelere göre elektrik üretiminde yenilenebilir enerji payı	18
Şekil 2.9. Kaynakların kurulu güç dağılımı	19
Şekil 2.10. Oran grafiği örneği	27
Şekil 2.11. Çubuk grafiği örneği.....	28
Şekil 2.12. Trend haritası örneği.....	28
Şekil 2.13. Radar haritası örneği.....	29
Şekil 2.14. Matris haritası örneği.....	30
Şekil 4.1. 1996-2020 yılları arasında yıllara göre Dünya'daki yenilenebilir enerji alanındaki patent sayıları.....	34
Şekil 4.2. Dünya'daki temiz enerji yatırımları	35
Şekil 4.3. Türkiye'deki yenilenebilir enerji alanındaki patent sayıları.....	36
Şekil 4.4. Ülkelere göre korunan patent sayıları	37
Şekil 4.5. Fikri haklar alanındaki başvuru sahipleri.....	38
Şekil 4.6. Dünya'daki yenilenebilir enerji harcama hacmi.....	38
Şekil 4.7. Türkiye'deki yenilenebilir enerji harcama hacmi.....	39
Şekil 4.8. Dünya'daki buluşların anahtar kelime analizi	40
Şekil 4.9. Türkiye'deki buluşların anahtar kelime analizi	41
Şekil 4.10. Dünya'daki ana teknoloji alanları	42
Şekil 4.11. Türkiye'deki ana teknoloji alanları	43
Şekil 4.12. Bütün bilimsel çalışmalardaki bilimsel alanlar.....	44

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 2.1. Yenilenebilir Enerji Kurulu Güç Gelişimi (MW).....	19
Tablo 2.2. TEMPPS haritası örneği	31

1. GİRİŞ

Bilgi-ekonomisi, inovasyonu temel almaktadır. İnovasyon ise çoğunlukla patent belgesi alınarak koruma altına alınmaktadır. Patentler, bilimsel bilgiler içerdiğinden bu alanda yapılan çalışmalar bunların önemli göstergelerindedir. Patentler, nicel ya da nitel faaliyetlerin oluşumunu, gideceği yeri ve etki alanlarını bize gösterebilir.

Teknoloji kimi zaman ihtiyaçları yönlendiren bir araç konumundayken, kimi zaman da toplumda bir ihtiyaç oluşturma konumundadır. Bundan dolayı da teknolojiyi anlamak ve gelişimini, eğilimini takip etmek ve bunları tahmin edebilmek, bunlara bağlı olarak da rekabet gücünü üstün kılmak adına önemlidir. Bunları gerçekleştirmek adına bir dizi analiz metodu vardır. Teknoloji analizleri (bu kavram literatürde Türkçe ve İngilizce karışık olarak “Technolgy Landscape”, "Patent Haritalama", “Patent Trend Analysis”, "Technology Oppurtunity Analysis" vb. şeklinde yer almaktadır ve bu kavramların yerine bu çalışmada “Teknoloji Analizi” olarak kullanılmıştır.) çeşitli teknikler ile yapılabilmektedir. Teknoloji öngörüsü; nitel ve nicel olarak TRIZ, zaman serileri, trend analizi yöntemleri, Delphi, simülasyon modellemeleri, bilimsel literatür analizi, regresyon analizi, istatistik analizleri gibi yöntemlerle yapılabilmektedir (Özdemir & Yavuz, 2021).

Yenilenebilir enerji, ülkelerin dışa bağımlı olmadan kendine yetebilecek enerjiyi üretme bakımından oldukça önemlidir. Enerjinin nesiller boyu hep önemli olması; fosil kaynakların da tükenebilir olması, çevreye zararları, maliyetli olması ve belirli kaynaklardan geliyor olmasından dolayı yenilenebilir enerji gibi alternatif yöntemler önem kazanmıştır.

Alternatif yöntemlerin belirlenmesinde tabii ki doğal kaynaklar ön plana çıkmakta ancak doğal kaynaklardan enerji özellikle de elektrik enerjisi dönüşümünü sağlamak her zaman verimli olmamaktadır. Günden güne gelişen teknolojiler ve yeni yapılan araştırmalar neticesinde bu elbette verimlilik oranını arttırmaktadır.

Diğer alanlarda olduğu gibi yenilenebilir enerji alanında da bu teknolojik gelişmeleri takip etmek, teknolojinin yönelimine bakmak ve bu yönde aksiyon almak adına önemlidir.

Patentler, ticari olarak öyle çok önemli hale gelmişlerdir ki şirketler ve ülkeler bu alandaki gelişmeleri takip edebilmek için çeşitli yazılımlar geliştirmişlerdir. Bu

yazılımlardan elde edilen grafiksel veriler öngörüde bulunabilmemizi sağlayabilmektedir (Özdemir & Yavuz, 2021).

2. GENEL BİLGİLER

Enerji tüm canlıların yaşamsal faaliyetleri sürdürebilmesi için en temel ihtiyaçlardan biridir. Kullanılacak olan enerjinin üretilmesinde ve tüketilmesinde çevresel ve toplumsal zararları minimize etmek ve canlıların yaşam kalitesini artırabilmek için daha temiz enerji kaynaklarına ihtiyaç vardır. Bu bağlamda; yapılan araştırmalar, günlük hayatımızda insanoğlunu sürekliliği olan kaynaklara itmiştir. Bunun sonucunda; rüzgardan, sudan, Güneş'ten, biyokütleden vb. kaynaklardan enerji elde etmenin yolları bulunmuş olup önemli yatırım alanları haline gelmiştir.

Sanayileşme ile birlikte fosil yakıtların kullanımı artmıştır ancak, 1973 petrol krizinden sonra petrole bağımlı olmak istemeyen devletler fosil olmayan yenilenebilir kaynaklara ihtiyaç duymuştur. 1980 yılından itibaren sermaye hibeleri, krediler ve vergi indirimleri gibi teşvikler Avrupa ülkelerinde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını ve santrallerin kurulmasını hızlandırmıştır (Süslü, 2021).

Yenilenebilir enerji kaynakları ya kısa sürede yeri doldurulabilen veya Dünya'nın oluşumundan bu yana var olan doğal yollarla üretilebilen enerji kaynakları olarak tanımlanabilmektedir. Bu kaynaklar alternatif enerji kaynakları olarak da isimlendirilmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları kullanıldıkça eksilmezler, fosil yakıtlar kadar doğaya zarar vermezler (Süslü, 2021).

Yenilenebilir enerji; ekonomiyi, çevreyi, ulusal güvenliği ve insan sağlığını önemli derecede etkiler. Yenilenebilir enerjinin önemli bazı faydaları aşağıda maddeler halinde sıralanmıştır:

- Ülkenin elektrik şebekesinin gelişmiş güvenilirliği, güvenliği ve esnekliğini artırır.
- İklim değişikliği ile mücadeleye katkı sağlar.
- Yenilenebilir enerji endüstrilerinde istihdam yaratır.
- Enerji üretiminden kaynaklanan azaltılmış karbon emisyonları ile hava kirliliğini önlemeye katkı sağlar.
- Enerji bağımsızlığını artırır.
- Birçok yenilenebilir enerji türü, geleneksel enerji kaynaklarıyla maliyet açısından rekabetçi olduğundan, artan satın alınabilirlik sağlar.

- Şebekeye bağlı olmayan veya uzak, kıyı veya ada toplulukları için genişletilmiş temiz enerji erişimi sağlar.

Yenilenebilir enerjinin avantajları olduğu gibi dezavantajları da elbette vardır. Bunlar aşağıdaki şekilde sıralanmıştır:

- Elektrik üretiminin depolanması için yatırım ve teknoloji eksikliği vardır.
- Çevresel şartların, ekolojinin ve meteorolojik verilerin değişebilirliğinden etkilenmektedir.
- Verim oranı hala yeterince iyi seviyede değildir.
- Yüksek bedelleri halen yüksektir.
- Pahalı depolama maliyetleri vardır.
- Her zaman ticari olarak uygulanabilir bir seçenek değildir.
- Hala kirlilik üretmektedir.
- Şehirler üzerinde mimari etkileri vardır

2.1. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

2.1.1. Rüzgar Enerjisi

Bir zamanlar yel değirmenleri olarak adlandırılan, rüzgarın gücünden faydalanmak için kullanılan teknoloji, son on yılda önemli ölçüde ilerlemiştir. Şimdiki adıyla rüzgar türbinleri, rüzgarın ürettiği kinetik enerjii toplar ve şebekeye güç sağlamak için elektriğe dönüştürür.

Rüzgar enerjisi aslında Güneş'in bir yan ürünüdür. Güneş'in atmosferi düzensiz ısıtması, Dünya'nın düzensiz yüzeyleri (dağlar ve vadiler) ve gezegenin Güneş etrafındaki dönüşü, hepsi bir araya gelerek rüzgarı oluşturur. Rüzgar bol miktarda bulunduğundan, Güneş ışınları gezegeni ısıttığı sürece sürdürülebilir bir kaynaktır (Wind Energy Basics, 22).

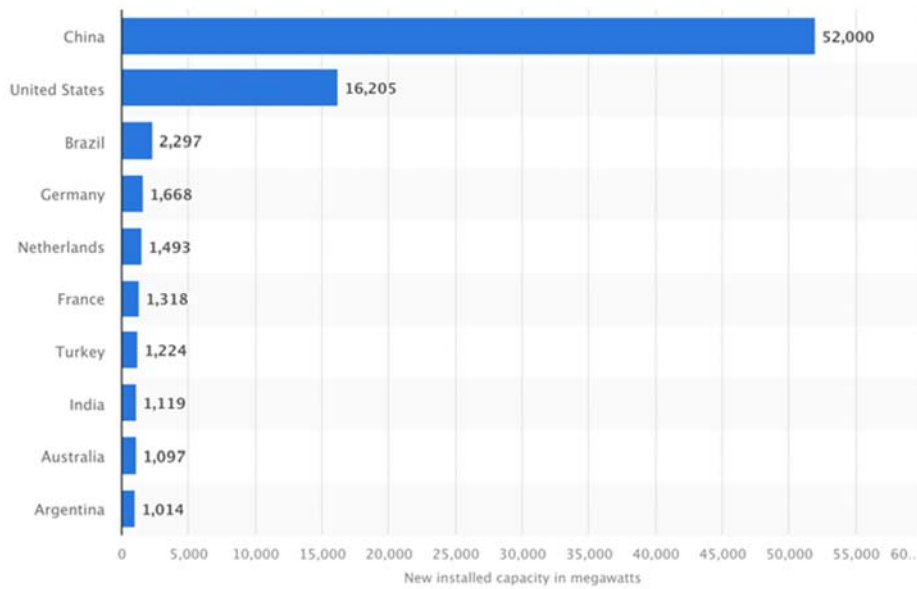
Rüzgar, havanın Dünya'nın yüzeyindeki hareketi sonucu oluşmaktadır. Bu hareket genel olarak yatay olup yüksek basınçtan alçak basınca doğru havanın hareketi olarak tanımlanabilir.

Rüzgar enerjisi ise bu hareket sonucu oluşan enerji olarak tanımlanabilir.

Rüzgar enerjisinden yel değirmenlerinde mekanik özelliğinden, rüzgar güllerinde ise elektrik enerjisi elde etmek üzere iki farklı şekilde yararlanılır. Mekanik enerji çok öncelerden beri kullanılan rüzgarın hareket ettirme gücünden faydalanarak klasik teknoloji olarak da tanımlanan uygulamalar olarak tanımlanabilir. Elektrik enerjisi olarak faydalanılmada ise rüzgar türbinleri yardımıyla rüzgar enerjisinden elektrik enerjisi elde edilme olarak tanımlanabilir (Erdoğan, 2014).

Statista sitesinden alınan Rüzgar enerjisinde ise 2020 yılında yeni kurulmuş rüzgar enerji kapasitesi hakkında Şekil 2.1'deki grafik bilgi vermektedir. Yeni kurulan rüzgar enerjisi kapasitesinde Çin'in 52.000 MW ile yine açık ara farkı görünmekte ve onu Amerika Birleşik devletleri 16.205 MW ile takip etmektedir. Brezilya 2.297 MW ile bu iki ülkeyi takip ederken Türkiye ise 1.224 MW ile 7. Sırada yer almaktadır (Leading countries in new installed wind power capacity in 2021, 2022).

Şekil 2.1'de ve diğer statista sitesinden alınan tablo içindeki sayılarda verilen binlik ayraç olarak virgüller ülkesel farklılıklardan kaynaklanmakta olup, tez yazımında noktayı temsil etmektedir.



Şekil 2.1. 2020 yılında kurulan rüzgar enerjisi kapasitesinde lider ülkeler (MW)

2.1.2. Güneş Enerjisi

Güneş enerjisi doğal bir döngünün sonucunda Dünya üzerine sürekli periyodik olarak gelmektedir. Gelen bu ışınların sahip olduğu enerji ve momentum

özelliklerinden yararlanarak yarı iletken teknoloji ile birlikte Güneş'ten elektrik enerjisi elde edilmektedir. Güneş enerjisinin tercih edilmesinin asıl sebebi, Dünya yüzeyine bir buçuk saatte çarpan ışın miktarının, yer yüzünün bir yıllık enerji tüketimini karşılamaya yeterli olmasıdır. Güneş enerjisi dönüşüm teknolojileri, Güneş'ten gelen radyasyonun fotovoltajik (PV) paneller veya Güneş'ten gelen radyasyonu yoğunlaştıran verimi yüksek yansıtıcılar vasıtasıyla elektrik enerjisine dönüştürür. Bu elde edilen enerji, elektrik üretmekte kullanılabilir. Depolanması için sodyum iyon piller veya termal depolama araçları kullanılabilir.

Güneş'ten gelen radyasyon, Güneş tarafından yayılan elektro manyetik enerji olarak da bilinmektedir. Dünya üzerine gelen ışığın yüzeyde ulaştığı her noktadaki enerji ve momentum değerleri değişkendir. Mevcut güneş enerji sistemleri bu enerji ve momentumu daha iyi yakalayabilecek şekilde dizayn edilir ve çevresel şartlara uygun olarak yerleştirilir. GES teknolojilerinin sahaya yerleştirilmesinde güneş ışığından maksimum faydalanma esas alınarak monte edilir. Bu şekilde yararlı enerji dönüşümü gerçekleştirilmiş olur.

Güneş, yaydığı ısı ve ışık ile Dünya'mızın ısınmasını sağlayan aynı zamanda büyük bir enerji kaynağı olan Güneş sisteminin merkezinde yer alan bir yıldızdır. Güneş, Dünya'nın çapının yaklaşık 109 katına sahip ve Dünya'dan yaklaşık 150 milyon kilometre uzakta yer almakta ve hacminin çoğu hidrojen tarafından oluşmaktadır. Güneş'in yüzeyindeki hidrojenin füzyon tepkimeleri ile helyuma dönüşmesi ile enerji açığa çıkmaktadır. Bu enerji ışınım yoluyla atmosfere yayılmakta ve bir kısmı da Dünya'ya ulaşmaktadır.

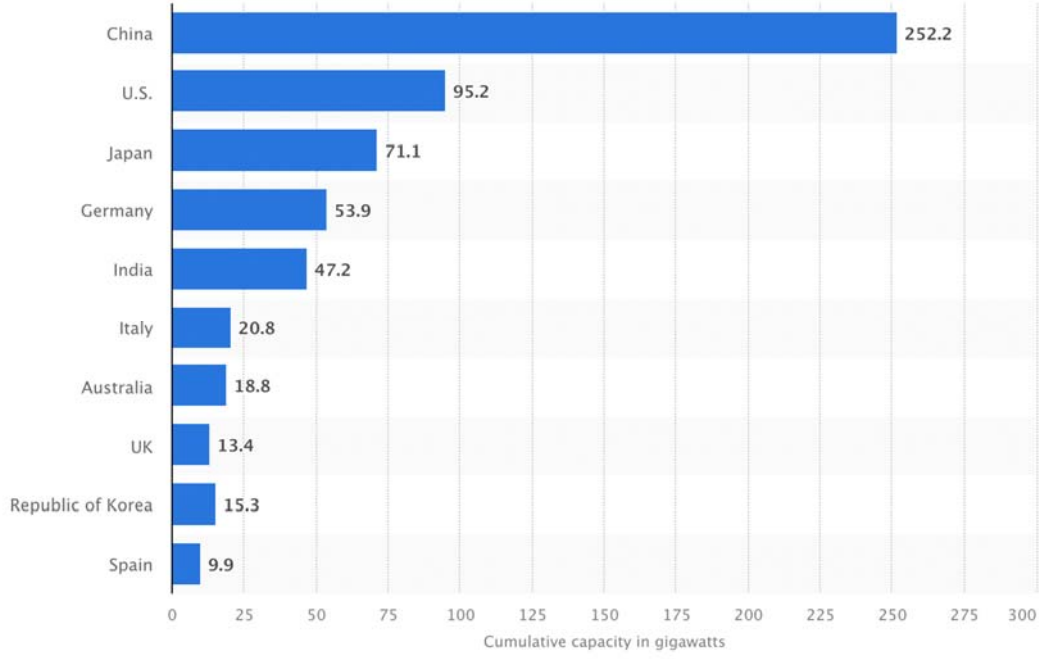
Ölçümlerde çıkan değerlere göre Dünya'ya gelen ışınlar $1,35 \text{ kW/m}^2$; 10 m^2 yüzey alanından yaklaşık olarak 1 kW güneş enerjisi elde edilmektedir. Yeryüzüne gelen bu güneş enerjisinden hesapla Güneş'in bir yılda ortaya çıkardığı enerji, var olduğunu bildiğimiz kömürden oluşacak enerjinin 50 katı civarında olduğu sonucunu çıkarmaktır (Erdoğan, 2014).

Güneş enerjisinden yararlanmak ise elektrik ve ısı enerjisi şeklinde olmaktadır.

Şekil 2.2'deki grafikte statista sitesinden alınan 2020 yılı itibariyle küresel kümülatif güneş fotovoltajik kapasitesini gösteren grafik yer almaktadır. Toplam kurulu güçte Çin liderliği 252 GW ile çekerken onu Amerika Birleşik Devletleri 95 GW , Japonya ise 71 GW ile takip etmektedir. Türkiye'nin 2020 yılı sonunda 6.667

Mayıs 2021 verisine göre ise 7.065 GW saat ile 15. Sırada yer almaktadır (Cumulative solar photovoltaic capacity globally as of 2020, by select country(in gigawatts), 2022).

Şekil 2’de ve diğer statista web sitesinden alınan tablo içindeki sayılarda verilen kusurat olan noktalar ülkesel farklılıklardan kaynaklanmakta olup, tez yazımında virgüli temsil etmektedir.



Şekil 2.2. 2020 itibariyle küresel kümülatif güneş fotovoltaik kapasitesi (GW)

2.1.3. Hidroelektrik Enerji

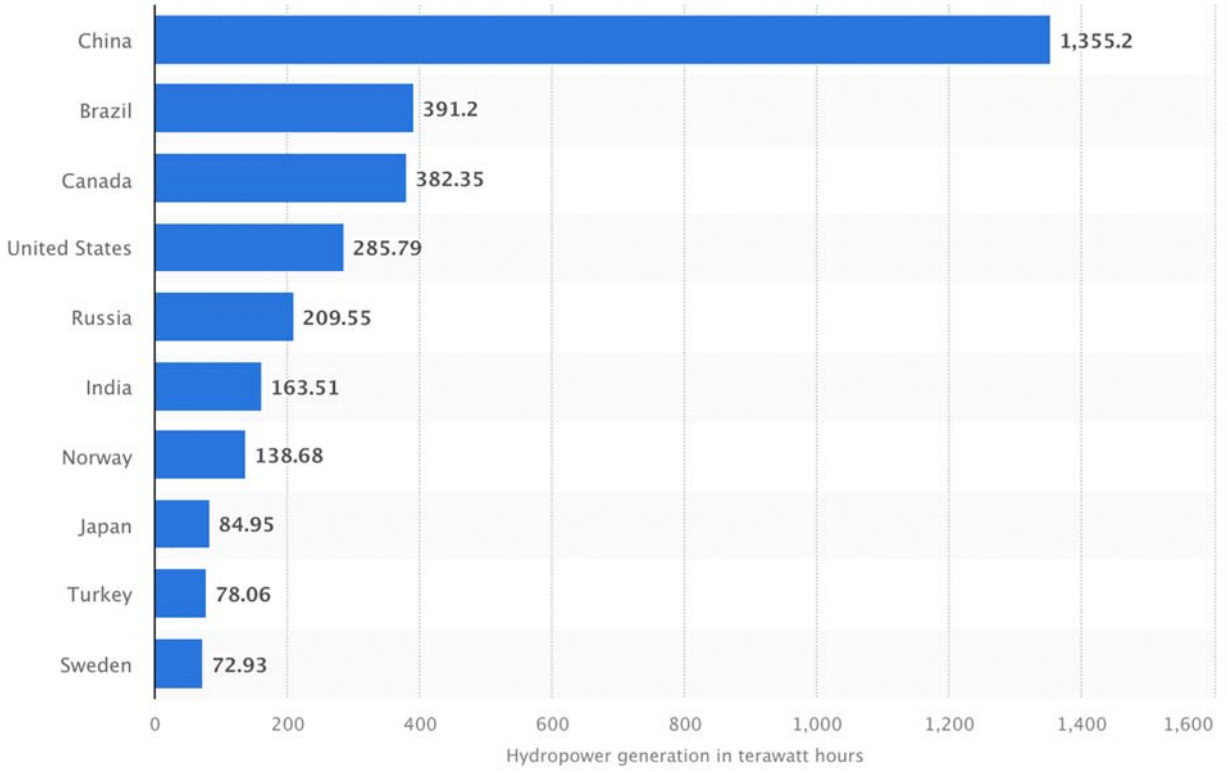
Hidroelektrik veya hidroelektrik enerji, elektrik üretmek için hareketli suyun doğal akışını kullanan en eski ve en büyük yenilenebilir enerji kaynaklarından biridir.

Çoğu insanın enerji kaynağı denilince aklına kocaman bir nehrin gücünü kullanan Keban barajı gibi tesisler gelse de her boyutta hidroelektrik santralleri mevcuttur. Bazıları çok büyük olabilir, ancak belediye su tesislerinde veya sulama hendeklerindeki su akışlarından yararlanarak küçük de olabilirler. Su, ana nehre yeniden katılmadan önce bir akımın bir kısmını bir elektrik santrali aracılığıyla kanalize eden saptırmalar veya nehir akışı tesisleri ile “barajsız” bile olabilirler. Yöntem ne olursa olsun, hidroelektrik elde edilmesi çok daha kolaydır ve çoğu insanın düşündüğünden daha yaygın olarak kullanılır.

Hidroelektrik teknolojileri, bir taraftan içeri akan ve diğer taraftan çok aşağıdan dışarı akan suyun bir baraj veya derivasyon yapısının yarattığı kot farkını kullanarak elektrik üretir (Hydropower Basics, 2022).

Hidroelektrik enerjisi suyun mevcut olan potansiyel enerjisinin hareketinden dolayı kinetik enerjiye dönüştürülmesi sayesinde oluşan enerjidir. Suyun yükseklik farkından oluşan ve yerçekimi yardımıyla yukarıdan aşağıya doğru suyun hareketi ile türbinlerin çevrilmesi yardımıyla elde edilir. Bu enerji türü yağış, sıcaklık vb. doğal faktörlerden etkilendiği için iklim şartlarına göre enerji miktarı değişiklik göstermektedir (Erdoğan, 2014).

Dünya'daki hidroelektrik üretimlerine baktığımızda Şekil 2.3'teki grafik bize Dünya'da en çok hidroelektrik üreten bazı ülkelerin verilerini sağlamaktadır. Grafikten de görüldüğü üzere Çin 1.355 TWh ile açık ara liderliği çekmektedir. Çin'i 391 TWh ile Brezilya ve onu çok yakın miktarlarda 382 TWh ile Kanada takip etmektedir. Ekonomik olarak büyük ülkelerden Amerika Birleşik Devletleri 285 TWh, Rusya ise 209 TWh elektriği hidroelektrik santrallerinden üretmektedir. Türkiye ise 78 TWh elektriği hidroelektrik santrallerinden sağlamaktadır (Largest hydroelectric power generating countries worldwide in 2020(in terawatt hours), 2022).



Şekil 2.4. 2020'de Dünya çapında en fazla hidroelektrik üreten ülkeler (TWh)

2.1.4. Biyokütle Enerjisi

Yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde yer alan ve biyokütlenin çeşitli yöntemler kullanılarak enerji dönüştürülmesine biyoenerji denir. Bu yöntemde temel amaç diğerlerinde olduğu gibi canlıların enerji ihtiyacını daha temiz ve sürdürülebilir kılmaktır. Bu bağlamda; biyokütle enerjisi ısı, aydınlatma ve cihazların ihtiyacı olan elektrik enerjisine dönüştürülmektedir.

Güçlü bir biyoenerji sektörü bol ve yenilenebilir enerji yerli enerji kaynağı temini olarak, petrole bağımlılığın azaltılmasında, sektördeki yeni iş imkanlarının oluşturulması ve kırsal ekonomileri canlandırması açısından oldukça faydalıdır.

Biyokütle, içerisinde organik bileşik bulunan tüm canlılardan elde edilebilen bir enerji kaynağıdır. Bunların içerisinde;

- Mahsul atıkları,
- Orman kalıntıları,
- Amaca uygun yetiştirilen otlar,
- Odunsu enerji bitkileri,

- Mikroalgler,
- Kentsel odun atıkları,
- Yemek atıkları

yer almaktadır.

Biyokütle enerjisi, çok amaçlı bir enerji aracı olduğundan kara, deniz ve hava ulaşımında kullanılan tüm araçlar için fosil yakıtlara eşdeğer bir yakıt olarak kullanılabilir.

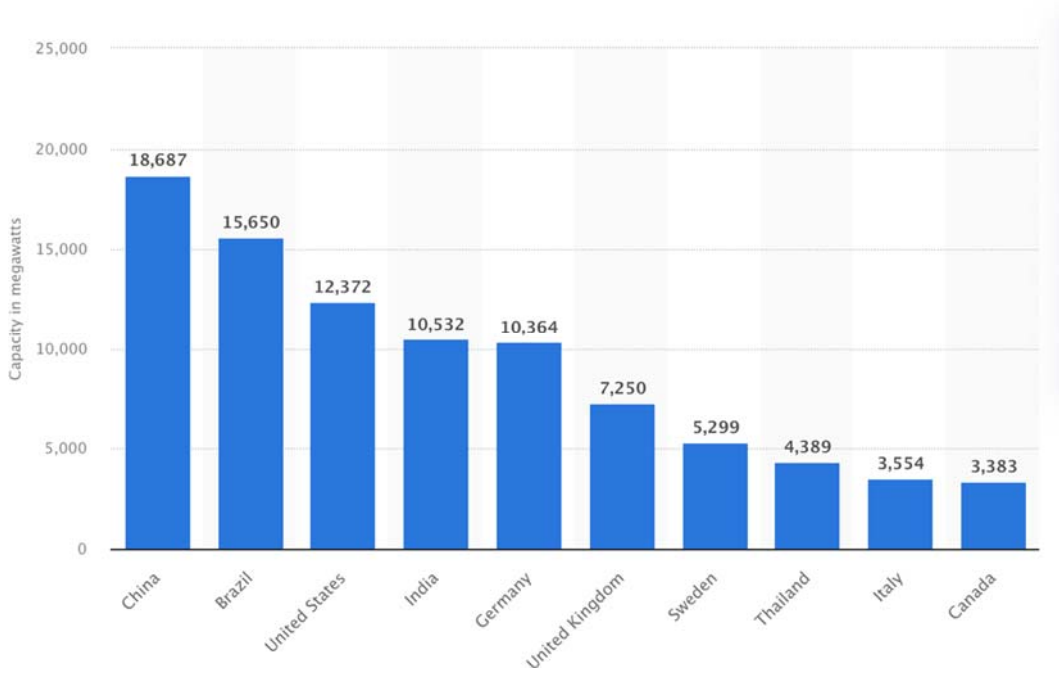
Fosil yakıtlardan elde edilen gücün biyokütle tarafından elde edilmesi arasında pek bir fark yoktur. Fosil yakıtlarda güç, yanma ve sıkıştırma yoluyla elde edilirken biyoenerjide yakma, bakteriyel çürüme, sıvı-gaz yakıtı dönüştürme olmak üzere üç farklı yöntem vardır. Biyoenerji, diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına göre daha güvenilir olmasından ötürü fosil yakıtlardan elde edilen enerjinin yerini tutabilecek esnekliğe sahiptir. Bu bağlamda; elektrik santrallerinde kullanılan karbon temelli yakıtların kullanımı ve çevreye olan zararları azaltılabilir.

Biyokütle, enerji ihtiyacını karşılamanın yanı sıra temel ihtiyaç ürünlerinin üretilmesinde de önemli bir role sahiptir. Biyokütlenin enerji dönüşümü sonrasında meydana gelen atıklar biyoürünleri oluşturarak doğadaki geri dönüşüm miktarını artırarak çevresel zararları indirir. Petrol rafinerisiyle aynı mantıkla çalışan entegre biyorafineriler, biyoyakıtlardan biyolojik atıkların yan ürünleri üretebilir. Bu üretim stratejisi, ülkelerin biyokütle kaynaklarının kullanımına yönelik daha verimli, uygun maliyetli ve entegre bir yaklaşım sunar. Biyoürünlerden elde edilen gelir ayrıca katma değer sunarak biyorafineri operasyonlarının ekonomisini iyileştirir ve maliyet açısından daha rekabetçi biyoyakıtlar yaratır.

Biyokütle enerjisi, karbo-hidrat bileşikleri olan bitkisel ve hayvansal kökenli kaynaklardan üretilen enerji olarak tanımlanmaktadır. Biyokütle enerjisi elde etmede; ağaç artıkları, ayçiçeği, kolza, aspir gibi yağlı tohum bitkileri, bitkisel atıklar, hayvansal atıklar ve uygun içerikli şehirsal atıklar kullanılabilir. Bazı süreçler sonucunda biyokütleden pek çok halde biyoyakıt elde edilmektedir (Erdoğan, 2014).

Şekil 2.4'teki grafikte 2020 yılı için Statista web sitesinden aldığımız ülkere bazındaki biyoenerji kapasite verilerine baktığımızda Çin'in öncülüğünü görmekteyiz. Çin 18.687 MW ile lider konumda iken, Çin'i 15.650 MW ile Brezilya onu da Birleşik

Devletler 12.372 MW ile takip etmektedir. Türkiye’de ise 2.000 MW civarındadır (Leading bioenergy capacity worldwide in 2021, by country(in megawatts), 2022).



Şekil 2.5. 2020 yılında ülkelere göre lider global biyoenerji kapasiteleri (MW)

2.1.5. Jeotermal Enerji

Jeotermal kaynaklar, yer yüzünün altında gerçekleşen sıcaklık değişiklikleri ve yer yüzünün altında yer alan sıcak su rezervleridir. Bu rezervlerden elektrik üretmek, doğrudan sıcak su kaynağı olarak kullanmak, ısınmak dahil olmak üzere miller ya da derin kuyular açarak yararlanılabilir.

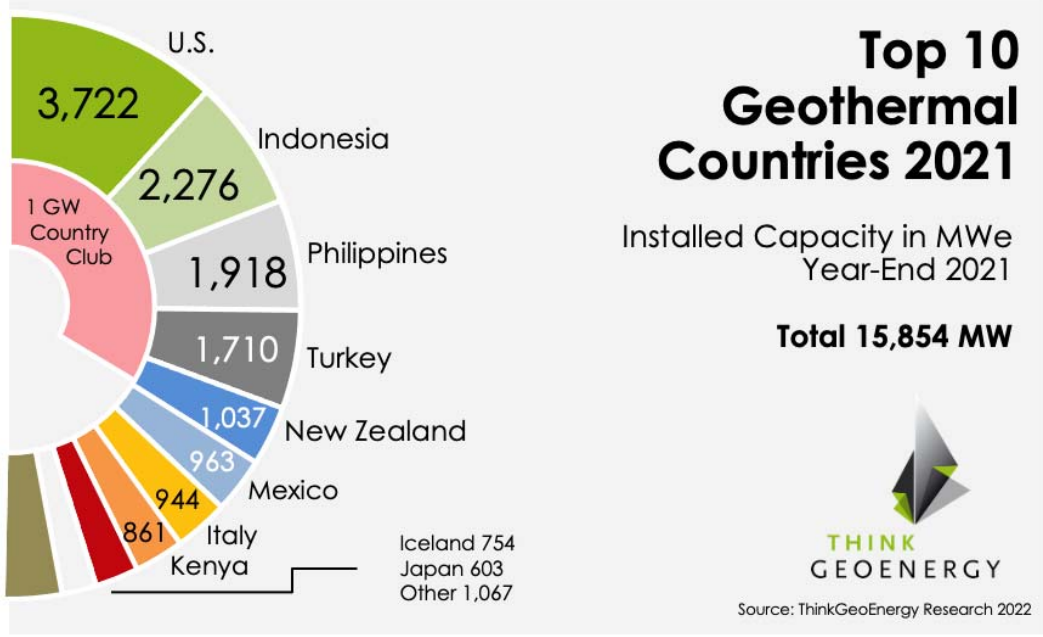
Jeotermal enerjinin faydalarına gelirsek:

- Rezervlerin uygun yönetimiyle, enerji çıkarma hızı ile rezervlerin yeniden doldurma hızı dengelenebilir.
- Jeotermal enerji santralleri, meteorolojik verilerden bağımsız olarak haftanın 7 günü 24 saat boyunca kesintisiz çalışabilir ve sürekli elektrik üretimi yapabilir.
- Jeotermal enerji santralleri, hava koşullarından bağımsız olarak günde 24 saat, haftada 7 gün çalışarak tutarlı bir şekilde elektrik üretir.
- Yerli jeotermal kaynakları, yakıt ithal etmeden enerji üretimi için kullanılabilir.

- Jeotermal enerji santralleri kompakttır; GWh başına (404m²) kömürden (3.642m²) rüzgardan (1.335m²) veya merkez istasyonlu güneş PV'sinden (3.237m²) daha az arazi kullanımı gerektirir.
- Kapalı çevrim jeotermal enerji santrallerinde sera gazı salınımı yoktur. Yaşam döngüsü karbon ayak izi emisyonları (50g CO₂ eq /kWh) güneş fotovoltaik enerjisinden dört kat, doğal gazdan ise altı ila yirmi kat daha düşüktür. Bu santraller, geleneksel çoğu üretim teknolojilerine oranla daha az su tüketimi gerçekleştirir.

Yer altının çeşitli derinliklerinde birikmiş ısıya jeotermal kaynak ve bu kaynaklardan faydalanılması ile elde edilen enerjiye ise jeotermal enerji denilmektedir. Enerjinin elektrik enerjisine dönüştürülmesi ise ısı enerjisini elektriğe çeviren santraller sayesinde olmaktadır (Erdoğan, 2014).

Bu konuda literatürde oldukça fazla veri vardır. Bunlardan güvenilir bir tanesi olan Şekil 2.5'teki ThinkGeoEnerji araştırmalarından alınan verilere göre jeotermal enerjide Amerika Birleşik Devletler 3722 mW ile lider konumda iken onu Endonezya 2.276 mW ile onu da Filipinler 1.918 mW ile takip etmektedir. Türkiye ise listede 1.710 mW ile dördüncü sırada yer almaktadır. Dünya'da ise 2021 yılı itibarıyla 15.854 mW jeotermal kurulu gücü yer almaktadır (ThinkGeoEnergy's Top 10 Geothermal Countries 2021 – installed power generation capacity (MWe), 2022).



Şekil 2.6. Kurulu güç üretim kapasitesine dayalı en iyi 10 jeotermal ülke (MW)

2.1.6. Dalga Enerjisi

Rüzgarların deniz yüzeyine esmesi ile oluşan dalgaların hareketinden faydalanılarak elde edilen enerjiye dalga enerjisi denilmektedir.

Deniz ve hidrokinetik enerji veya deniz yenilenebilir enerjisi olarak da bilinen deniz enerjisi, dalgalar, gelgitler ve nehir ve okyanus akıntıları dahil olmak üzere suyun doğal hareketinden yararlanan yenilenebilir bir güç kaynağıdır. Deniz enerjisi, okyanus termal enerji dönüşümü olarak bilinen bir süreç aracılığıyla sudaki sıcaklık farklılıklarından da yararlanılabilir.

Deniz enerjisi teknolojileri, temiz enerji üretmek için dalgaların, akıntılarının, gelgitlerin ve derin soğuk suyun termal enerjisini yüzey suyuna dönüştürmenin kinetik enerjisini kullanır. Örneğin, bazı dalga enerjisi dönüştürücüleri, okyanusun dikey ve yatay hareketinden enerji yakalamak için şamandıralar kullanırken, türbinler gelgitlerden ve akıntılardan gelen enerjiyi kullanabilir

Çoğu deniz enerjisi teknolojisi su altında veya başka bir şekilde denizde bulunur. Biz genelde göremeyiz veya estetik şekilde görürüz ve bu demektir ki güzel okyanus ve su manzaralarını korurken aynı zamanda da temiz enerji üretirler. Bu teknolojiler aynı zamanda, haritası çıkarılmamış okyanusu incelemek, temiz içme suyu sağlamak

için tuzdan arındırma sistemlerini arıtmak ve mavi ekonomi uygulamalarını daha fazla keşfetmek gibi ek çabalara da güç sağlayabilir (Marine Energy Basics, 2022).

2020 yılındaki verilere baktığımızda 865 kW gelgit enerjisi santrali kurulmuş olup toplamda 36,3 MW kurulu güç gelgit enerjisi santrali vardır. Dalga Enerjisinde ise 2020 yılında 700 kW kurulmuş olup toplamda 23.3 MW kurulu güç vardır (Ocean Energy Key Trends and Statistics 2020 , 2021).

2.1.7. Hidrojen Enerjisi

Hidrojen enerjisi, verimli enerji, sosyal ve çevresel artılarının yanında ekonomik olarak da rekabet gücü ile ihtiyaç duyulan enerjiyi üretmek için kullanılan hidrojen veya hidrojen içeren bileşikleri içerir. Hidrojen bir yakıt olarak kullanıldığında çıktı olarak sadece su üreten bir temiz yakıttır. Hidrojen diğer yenilenebilir enerji kaynaklarından biyokütle, Güneş, rüzgar gibi yerel kaynaklar kullanılarak üretilir. Bu yakıt araçlarda, konutlarda ve daha birçok uygulamada kullanılabilir.

Hidrojen, aynı zamanda diğer enerji kaynaklarından çeşitli şekillerde üretilen enerjiyi taşımak, depolamak ve iletimi için kullanılabilen de bir enerji kaynağı olarak söylenebilir.

Günümüzde hidrojen yakıtı çeşitli yöntemlerle üretilmektedir. Şu an en yaygın yöntemlerden birisi, doğal gaz reformasyonu (bir termal süreç) ve elektrolizdir. Diğerleri ise güneş enerjisi kullanarak çalışan ve bazı biyolojik süreçleri içerir.

Termal süreçler; hidrojenin üretimi için uygulanan termal işlemler buhardan hidrojen üretmek için bir proses olan buhar reformasyonunu içinde barındırır. Doğal gaz, dizel, yenilenebilir sıvı yakıtlar, gazlaştırılmış kömür veya gazlaştırılmış biyokütle dahil olmak üzere birçok hidrokarbon yakıtı hidrojen üretmek için yeniden şekillendirilebilir. Bugün, tüm hidrojenin yaklaşık %95'i, doğal gazın buharla reformasyonundan üretilmektedir (Hydrogen Fuel Basics, 2022).

Elektrolitik prosesler; su, elektroliz adı verilen bir işlemle oksijen ve hidrojene ayrılabilir. Elektrolitik işlemler, tersine yakıt hücresi gibi işlev gören bir elektrolizörde gerçekleşir. Bir yakıt hücresinin yaptığı gibi bir hidrojen molekülünün enerjisini kullanmak yerine, bir elektrolizör su moleküllerinden hidrojen oluşturur.

Güneş enerjisiyle çalışan süreçler; hidrojen üretimi için ajan olarak ışığı kullanır. Fotobiyolojik, fotoelektrokimyasal ve güneş termokimyasal dahil olmak üzere birkaç Güneş güdümlü süreç vardır. Fotobiyolojik süreçler, hidrojen üretmek için bakteri ve yeşil alglerin doğal foto sentetik aktivitesini kullanır. Foto elektro kimyasal süreçler, suyu hidrojen ve oksijene ayırmak için özel yarı iletkenler kullanır. Güneş termo kimyasal hidrojen üretimi, genellikle metal oksitler gibi diğer türlerle birlikte su ayırma reaksiyonlarını yürütmek için yoğunlaşmış güneş enerjisi kullanır.

Biyolojik süreçler; bakteri ve mikroalg gibi mikropları kullanır ve biyolojik reaksiyonlar yoluyla hidrojeni üretebilir. Mikrobiyal biyokütle dönüşümünde, mikroplar hidrojen üretmek için biyokütle veya atık su gibi organik maddeleri parçalarken, fotobiyolojik süreçlerde mikroplar enerji kaynağı olarak güneş ışığını kullanır (Hydrogen Fuel Basics, 2022).

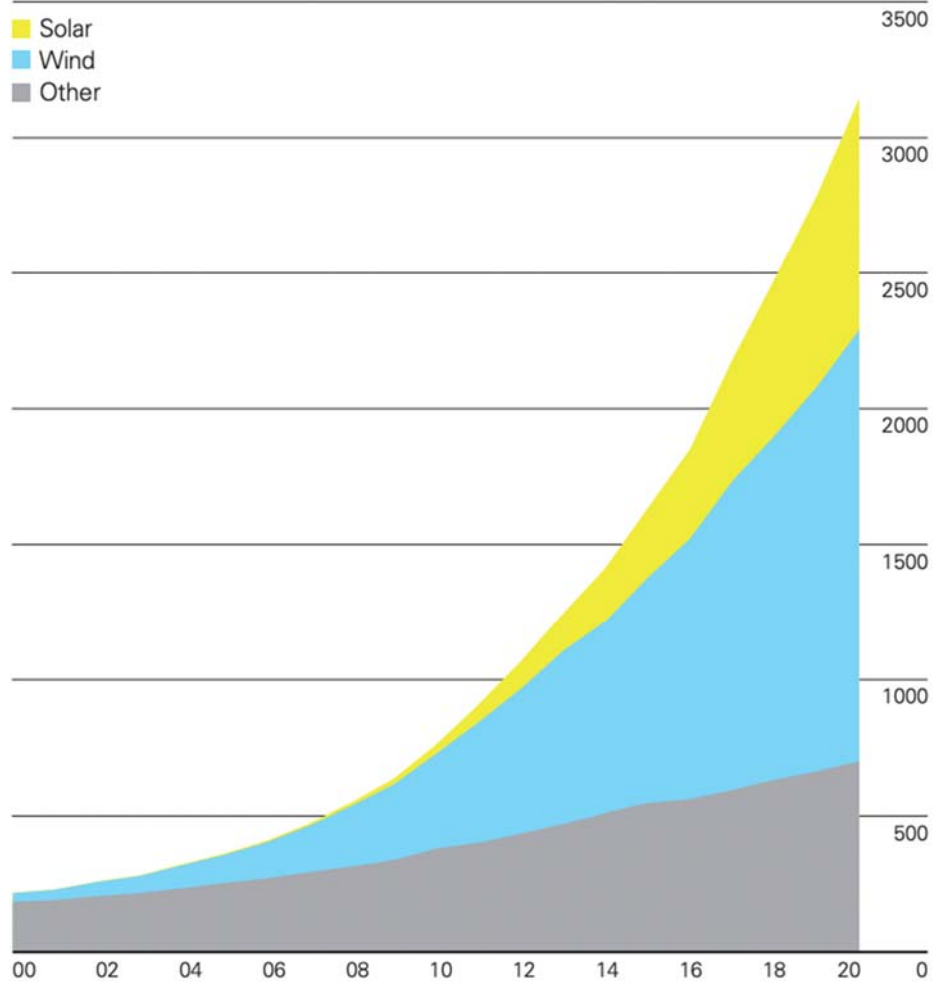
2.2. Dünya'daki ve Türkiye'deki Yenilenebilir Enerji Durumu

2.2.1. Dünya'da Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Durumu

Şekil 2.6.'daki grafikte "BP Statistical Review of World Energy 2021" raporunda kaynağa göre yenilenebilir enerji üretimi grafiği yer almaktadır. Grafikte Güneş, Rüzgar ve diğer enerji kaynakları gösterilmektedir. Bu kaynakların 2000 yılından itibaren 2020 yılına kadar geçen süredeki artışını görebilmekteyiz. Grafikten de görüldüğü üzere en büyük artış rüzgar enerji kaynağındadır (Statistical Review of World Energy, 2021).

Renewables generation by source

Terawatt-hours

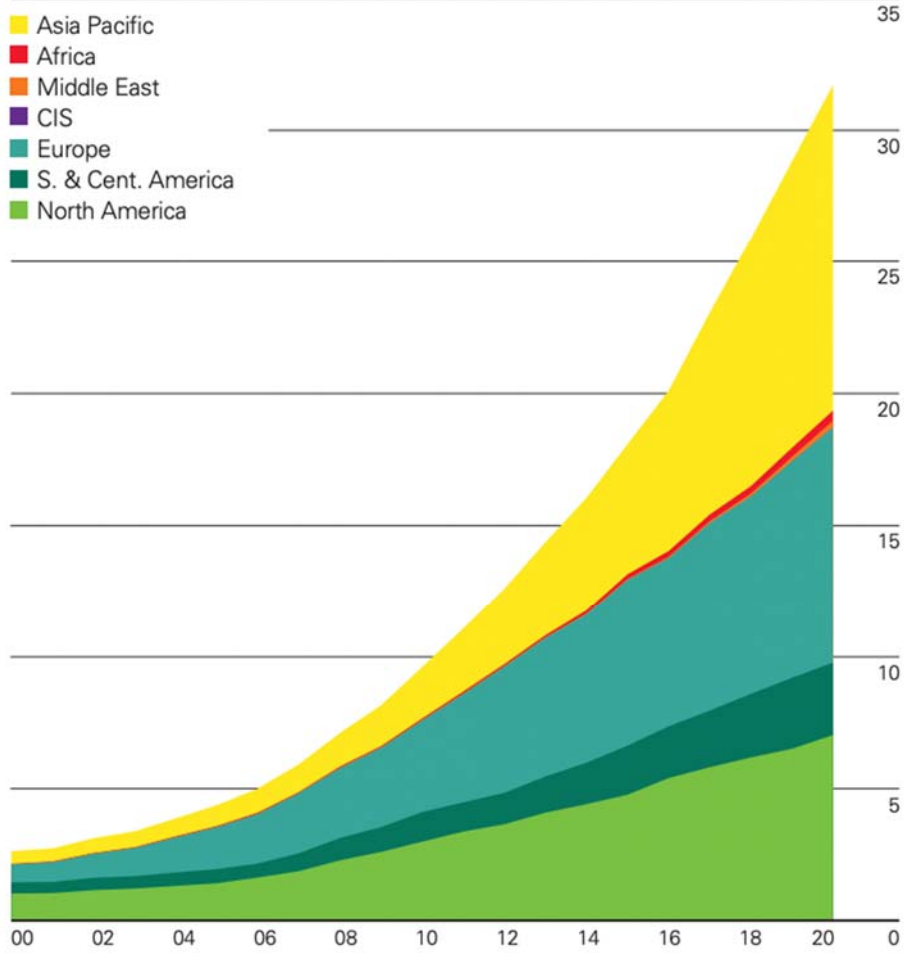


Şekil 2.7. Kaynağına göre yenilenebilir enerji üretimi

Şekil 2.7’deki grafikte “BP Statistical Review of World Energy 2021” raporunda kıtalara göre yenilenebilir enerji tüketimi grafiği yer almaktadır. Yine bu veriler 2000-2020 yılları arasındaki artış dinamiklerini göstermiştir. Yenilenebilir kaynaklar Asya Pasifik kısmında en fazla düzeyde olmakta iken Afrika ve Orta Doğu kısmında minimum düzeydedir (Statistical Review of World Energy, 2021).

Renewables consumption by region

Exajoules

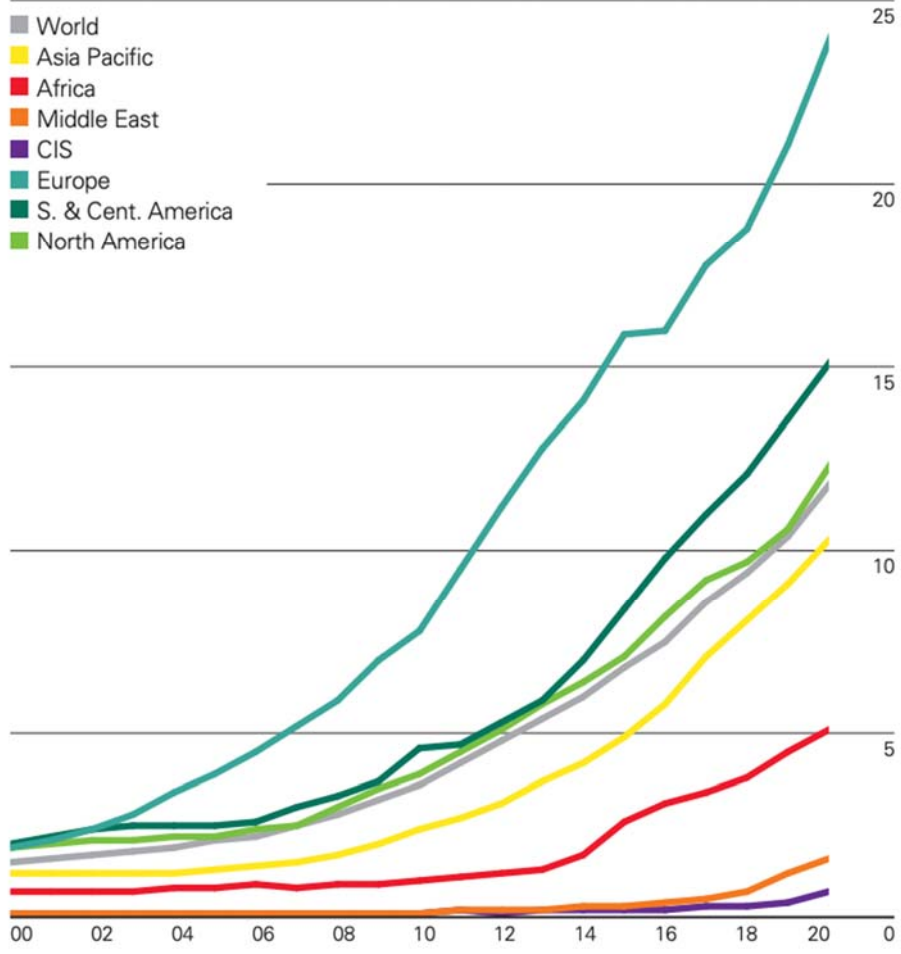


Şekil 2.8. Dünya'nın farklı bölgelerine göre yenilenebilir enerji tüketimi

“BP Statistical Review of World Energy 2021” Raporunda Dünya'nın farklı bölgelerine göre elektrik üretiminde yenilenebilir enerji payı Şekil 2.8.'de verilmiştir. Bu grafikten elde edilen verilerde ise Avrupa elektrik üretiminde neredeyse yüzde 25 oranında yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretmektedir. Avrupa'yı yüzde 15 civarlarında güney ve merkez Amerika onu ise kuzey Amerika takip etmektedir. Yine bu grafikten elde edilen veride ise Dünya ortalaması yüzde 12 civarında olduğu söylenebilmektedir. Bu veriler 2020 verileri iken bu oranlar 2000 yıllarında oldukça düşük hatta yüzde 5'in altında olduğu görülmektedir (Statistical Review of World Energy, 2021).

Renewables share of power generation by region

Percentage



Şekil 2.9. Bölgelere göre elektrik üretiminde yenilenebilir enerji payı

2.2.2. Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımı

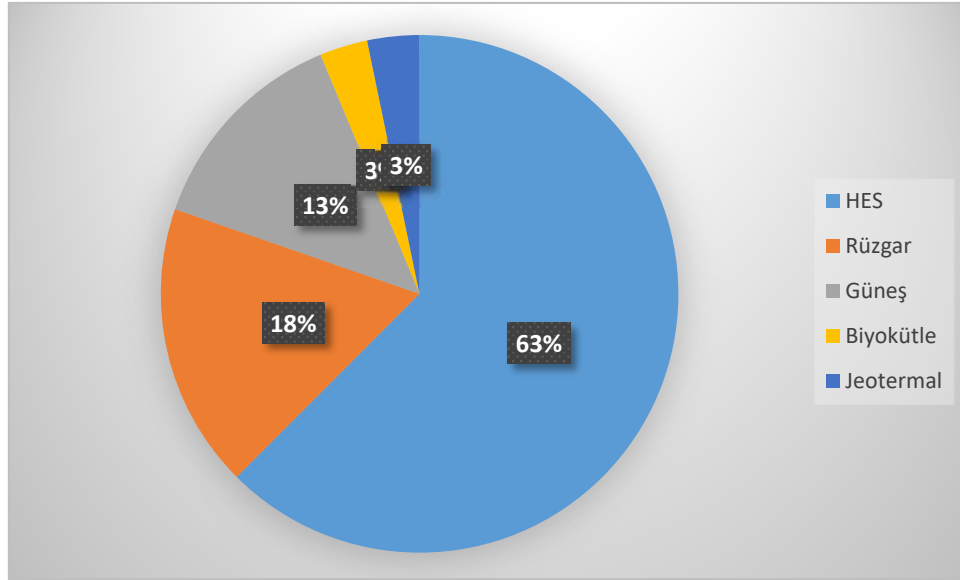
Türkiye’de Yenilenebilir Enerji kurulu gücü yıllardır artmaktadır. Türkiye Sınai ve Kalkınma Bankası (TSKB)’nin verilerine göre 2013 yılından beri gösterilen tabloda toplam yenilenebilir enerji 2013 yılından 2020 yılına kadar neredeyse yüzde yüz artmıştır. Tablo 2.1’de ayrıca görülüyor ki Hidroelektrik santralleri 2013’te 22289 MW’dan 2020 yılı itibari ile 30.984 MW’a Rüzgar Türbinlerinin gücü 2.760 MW’tan 8.832 MW’a Güneş Enerji Santrallerinin gücü sıfırdan 6.667 MW’a Biyokütle’de 224 MW’tan 1.485 MW’a Jeotermal ise 311 MW’tan 1.613 MW’a çıkmıştır (Enerji Görünümü, 2021).

Tablo 2.1. Yenilenebilir Enerji Kurulu Güç Gelişimi (MW)

Kaynak	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021/9
Hidroelektrik	22.289	23.643	25.868	26.682	27.273	28.291	28.503	30.984	31.447
Rüzgâr	2.760	3.630	4.498	5.751	6.516	7.005	7.591	8.832	10.168
Güneş	0	40	310	833	3.421	5.063	5.995	6.667	7.534
Biyokütle	224	288	345	467	575	739	1.163	1.485	1.782
Jeotermal	311	405	624	821	1.064	1.283	1.515	1.613	1.650
Yenilenebilir Toplam	25.583	28.006	31.645	34.554	38.849	42.381	44.768	49.581	52.581

Kaynak: TEİAŞ, TSKB

Şekil 2.9'dan ülkemizdeki kurulu gücün grafiksel olarak dağılımına baktığımızda ise yüzde 63 ile en fazla payı alan HES'i görmekteyiz. En az ise Jeotermal ve Biyokütle olduğu görülmektedir.



Şekil 2.10. Kaynakların kurulu güç dağılımı

2.3. Teknoloji Analizi

Tükenebilir diğer bir isimlendirme ile fosil kaynakların yerine doğal kaynaklardan elde edilen yenilenebilir enerji kavramı son dönemlerde oldukça karşımıza çıkmaktadır. Enerji kaynakları kullanımına göre yenilenebilir ve fosil kaynaklar olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

Fosil kaynaklar yani yenilenemeyen enerji kaynaklarından petrol, kömür, doğalgaz bulunmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarından ise tükenmeden varlığına devam eden, eksilmeyen ve çevreye herhangi bir zararlı gaz aktarmayan dolayısıyla zararsız enerji kaynaklarıdır. Bu kaynaklara hidroelektrik enerjisi, güneş

enerjisi, hidrojen, biyokütle enerjisi, rüzgar enerjisi, dalga enerjisi ve jeotermal enerji kaynakları örnek olarak gösterilebilmektedir (Kaya & Koç, 2015).

Fosil kaynakların çevreye vermiş oldukları zarar, maliyetinin yerel etkenlere bağlı oluşu ve buna bağlı olarak pahalılığın politik koşullara göre çok değişkenlik gösterebilmesi, günden güne azalması ve gelecekte de kıtlık sorunu olabileceğinden kullanılamayacaktır. Bu gibi sebeplerden ötürü yenilenebilir enerji kaynaklarına önem fosil kaynaklarda olanın tersine günden güne artmaktadır. Bu durum gelecekte değil günümüzde de oldukça hissedilmekte ülkeler bu alanda yatırımlarını artırmakta teşviklerini çoğaltmakta ve sürdürülebilir enerji kaynaklarını kullanabilmek adına her türlü çalışmayı yapmaya çalışmaktadır. Aynı şekilde şirketler ve üniversiteler de yenilenebilir enerji kaynaklarındaki verimliliği artırmak için çalışmalarına devam etmekte ve günden güne yeni teknolojiler ile bu alanda katkı sağlamaktadırlar.

Enerjide yenilenebilir enerji alanındaki yatırım ve çalışmalar; artan enerji ihtiyacı, teknoloji ve bilimdeki gelişmeler, yenilenebilir olmayan diğer enerji kaynaklarının doğaya vermiş oldukları zararlar sebebiyle artmaktadır. Bu konuda teknoloji analizleri yaparak bu alandaki yönelimin ne tarafta olduğunu gözlemlemek ve yatırım konusunda da hangi alanlara yatırım yapacağına karar vermeyi kolaylaştırmak mümkün olabilmektedir.

Bu tezde, yenilenebilir enerjide Dünya’da ve Türkiye’de özellikle fikri haklar konusundaki başvurular olmak üzere bilimsel araştırmalar dahil hangi alana yöneldiği analiz edilmiştir. Yer yer karşılaştırmalı olarak da sunulan bu analizler, daha spesifik olarak da hangi alanda daha çok buluş olduğu hangi alanlarda henüz buluş olmadığı ve yatırım yapılabilir veya henüz zamanı gelmediği gibi yorumlamalara imkan sağlamaktadır. Bu analizler aynı zamanda yatırım yapacaklar için de bir yol haritası görevi görmektedir.

Araştırmalar ve yayınlara baktığımızda, bilim ve teknoloji alanındaki patent ve faydalı modellerde yer alan bilgilerin yaklaşık yüzde sekseninin başka bir yerde yayınlanmadığı yer almaktadır. Yayınlanan bu belgelere baktığımızda ise burada yer alan bilgilerin kamuoyu ile paylaşıldığı görülmektedir. Bu bilgilerin direkt kullanılması da mümkün olabilmekte iken verilerin bazı analiz araçları kullanılarak topluca incelenmesi ile analizler sunulması sonucunda karar vermede kullanılacak karar destek sistemleri haline de getirilebilir (Aggarwal & Chandra, 2021).

Teknoloji Kapsam Analizi kanıtlanmış çok amaçlı bir süreçtir. Hem bilgisayar yazılımlarını hem de insan çabasını içeren çok sayıda patent verisi kullanılarak Teknoloji Kapsam Analizleri yapılır. Bu nedenle, bu analiz ile teknolojinin altında yatan yeniliklere bir bakış açısı sunmaktadır. Bu veriler, şirketlerin, girişimlerin, kurum ve araştırma kuruluşlarının zaman ve sermaye gibi kaynaklarını yenilikçi teknolojiye ve ürün evrimine yatırmadan önce anlamlı karar vermelerini sağlar (Aggarwal & Chandra, 2021).

Bir patent ortamı, belirli bir teknoloji araştırma ve geliştirme faaliyetlerinde derlenen patentlere genel bir bakış sağlar ve bu alanları politika tartışmalarını bilgilendirmek veya potansiyel rakipleri izlemek için değerlendirir (Renaldi, Miranda, Khosla, & McCulloch, 2021).

Bu çalışmada, teknoloji analizi yapılarak patent/faydalı model, şirket bilgileri, o alanda yapılan akademik çalışmalar vb. bilgiler incelenmiştir. Bu bilgilere erişmek her zaman kolay olmayabilmektedir. Bir patentin sahibini bulmak ve hangi teknolojilere çalıştığını görmek için çeşitli yazılımları kullanmak gerekebilmektedir.

Bu çalışmada, Questel firmasının Orbit Innovation yazılımı kullanılarak yapılan “*Yenilenebilir Enerji-Renewable Energy*” aramasında, yenilenebilir enerji alanındaki patentlerin, akademik çalışmaların vb. kaynakların hangi durumda olduğu, bu alandaki yönelimin ne tarafa doğru yoğunlaştığı ve hangi yeni teknolojinin hangi alanlarda yoğunlaştığı ve yöneldiği analiz edilmiştir. Bu çalışmada yazılımın dili İngilizce olduğu için araştırma aramak istediğimiz terimlerin İngilizce karşılığı girilerek yapılmıştır. Bu nedenle bu başlık altında hem Türkçe hem de İngilizcesi beraber verilmiştir. Yenilenebilir enerjinin alt başlığı olarak ise “*sustainable energy-sürdürülebilir enerji, green energy-yeşil enerji, renewable source-yenilenebilir kaynaklar, wind energy-rüzgar enerjisi, renewable electricity-yenilenebilir elektrik, biomass energy-biyokütle enerjisi, solar cell-güneş paneli, solar energy-güneş enerjisi, wind turbine-rüzgar türbini, hydroelectric power plant-hidroelektrik santral, geothermal energy-jeotermal enerji*” şeklinde girilerek arama alanı daha spesifik hale getirilip sonuca daha doğru verilerle ulaşılmak istenmiştir.

Teknoloji analizinde patent verilerinin son iki yılındaki patent başvuruları henüz tescil edilememiş olabileceğinden, bu veriler tahminde göz önünde bulundurulmayabilir.

2.3.1. Temel Patent Kavramları

Çalışmamızın temelini patent datası oluşturmaktadır. Dolayısıyla patenti anlamak ve bilmek çalışmayı daha iyi anlamak için oldukça elzemdir. Çalışmanın bu kısmında teknoloji analizinde kullandığımız patent verilerini anlamak için gerekli bilgiler anlatılmıştır.

Buluş; Genel olarak bir buluş, teknik bir sorunu çözen yeni bir ürün ya da prostestir. Bu, zaten var olan ancak henüz bulunamayan bir keşiften farklıdır (Inventions and Patents, 2010).

Örnek vermek gerekirse, Benjamin Franklin'in yıldırımın elektriksel etkilerini keşfetmesi, onu 1752 civarında paratoneri icat etmeye yöneltti. Bu buluş bugün hala kullanılmaktadır ve binaları fırtınalar sırasında çok daha güvenli yerler haline getirmiştir.

2.3.2. Koruma Çeşitleri

Türk patent ve marka kurumu buluşlara iki tip koruma çeşidi sunmaktadır. Bunlar faydalı model ve patentlerdir. Faydalı modele 10 yıllık bir koruma verirken faydalı modelde buluşun yeni ve sanayiye uygulanabilir olması kriterlerine bakılmaktadır. Patentte ise 20 yıllık bir koruma verilirken patentin faydalı modeldeki gibi yeni ve sanayiye uygulanabilir olması aynı zamanda da buluş basamağına sahip olması kriterleri aranmaktadır.

Patent, bir otorite tarafından bir mucit için bir mülkiyet hakkı verilmesidir. Bu hak, buluşun kapsamlı bir şekilde açıklanması karşılığında buluş sahibine belirli bir süre için patentli süreç, tasarım veya buluş için münhasır haklar sağlar.

Sınai mülkiyet kanununda patent verilemeyecek konular vardır. Bu patent verilemeyecek konular Sınai Mülkiyet Kanununun 82'nci maddesinde belirtilmiştir (Sınai Mülkiyet Kanunu, 2017).

Aşağıda belirtilenler buluş niteliğinde sayılmaz. Patent başvurusu veya patentin aşağıda belirtilen konu veya faaliyetlerle ilgili olması hâlinde, sadece bu konu veya faaliyetlerin kendisi patentlenebilirliğin dışında kalır:

- a) Keşifler, bilimsel teoriler ve matematiksel yöntemler.
- b) Zihni faaliyetler, iş faaliyetleri veya oyunlara ilişkin plan, kural ve yöntemler.

- c) Bilgisayar programları.
- d) Estetik niteliği bulunan mahsuller, edebiyat ve sanat eserleri ile bilim eserleri.
- e) Bilginin sunumu.

Buluş niteliğinde olmalarına rağmen aşağıda belirtilen buluşlara patent verilmez:

- a) Kamu düzenine veya genel ahlaka aykırı olan buluşlar.
- b) Mikrobiyolojik işlemler veya bu işlemler sonucu elde edilen ürünler hariç olmak üzere, bitki çeşitleri veya hayvan ırkları ile bitki veya hayvan üretimine yönelik esas olarak biyolojik işlemler.
- c) İnsan veya hayvan vücuduna uygulanacak teşhis yöntemleri ile cerrahi yöntemler dâhil tüm tedavi yöntemleri.
- d) Oluşumunun ve gelişiminin çeşitli aşamalarında insan bedeni ve bir gen dizisi veya kısmi gen dizisi de dâhil olmak üzere insan bedeninin öğelerinden birinin sadece keşfi.
- e) İnsan klonlama işlemleri, insan eşey hattının genetik kimliğini değiştirme işlemleri, insan embriyosunun sınai ya da ticari amaçlarla kullanılması, insan ya da hayvanlara önemli bir tıbbi fayda sağlamaksızın hayvanlara acı çektirebilecek genetik kimlik değiştirme işlemleri ve bu işlemler sonucu elde edilen hayvanlar

Sınai Mülkiyet Kanununun 82 nci maddesinin ikinci ve üçüncü fıkralarına ek olarak faydalı model ile

- a) Kimyasal ve biyolojik maddelere veya kimyasal ve biyolojik usullere ya da bu usuller sonucu elde edilen ürünlere ilişkin buluşlar
- b) Eczacılıkla ilgili maddelere veya eczacılıkla ilgili usullere ya da bu usuller sonucu elde edilen ürünlere ilişkin buluşlar,
- c) Biyoteknolojik buluşlar,
- d) Usuller veya bu usuller sonucu elde edilen ürünlere ilişkin buluşlar

korunmazlar.

2.3.3. Patent Sınıflandırma Sistemleri

Uluslararası Patent Sınıflandırması (IPC), 1971 Strasbourg Anlaşması ile kurulan IPC, patentlerin ve faydalı modellerin ilgili oldukları farklı teknoloji alanlarına

göre sınıflandırılması için dilden bağımsız sembollerden oluşan hiyerarşik bir sistem sağlar. IPC’de her yeni versiyon her sene 1 Ocak'ta yürürlüğe girer.

IPC aşağıda belirtilen 8 ana bölümden oluşur. Bu bölümler aşağıda belirtilen şekildedir;

BÖLÜM A: İnsan İhtiyaçları

BÖLÜM B: İşlemlerin Uygulanması; Taşıma

BÖLÜM C: Kimya; Metalürji

BÖLÜM D: Tekstil; Kâğıt

BÖLÜM E: Sabit Yapılar (İnşaat)

BÖLÜM F: Makine Mühendisliği, Aydınlatma, Isıtma, Silahlar, Tahrip

Malzemeleri

BÖLÜM G: Fizik

BÖLÜM H: Elektrik

Sınıfların sembolleri alt basamaklara indiğinde sayı ve harf şeklinde devam etmektedir. Örneğin İnsan ihtiyaçları olan A'nın bir alt basamağı “A01 Tarım; Ormancılık; Hayvancılık; Avcılık; Tutma; Balık Tutma” şeklinde olurken bir alt basamağı olan “A01D Hasat Etme, Biçme” şeklindedir.

Diğer bir sınıflandırma sistemi ise Avrupa Patent Ofisi ve Birleşik Devletler Patent ve Marka Ofisi ile beraber hazırlanan Ortak Patent Sınıflandırma Sistemi'dir. Bu Sistem CPC kodlaması olarak geçmektedir ve genellikle IPC kodları temelinde hazırlanmış bu sisteme detaylı alt grupların barındırıldığı Y kodlu bir bölüm eklenmiştir.

2.3.4. Patent Haritalama Kavramları

Patent haritalama, patent verilerini görselleştirmenin grafiksel bir yöntemidir. Bu verilerin grafiksel olarak modellenmesinin amacı, şirketlerin özellikle dahil oldukları teknoloji ile ilgili patentleri belirlemelerine yardımcı olmaktır. Ayrıca, bu patentler arasındaki ilişkiyi tanımlamaya ve olabilecekleri herhangi bir yer olup olmadığını belirlemeye yardımcı olur (Patent Mapping, 2022).

Patent Haritalama Yöntemleri nicel ve nitel olarak ikiye ayrılmaktadır.

2.3.4.1. Nicel Analiz

Patent bilgilerinin sayısal istatistikleri aracılığıyla patenti anlama ve analiz etme yöntemi olarak nicel analiz kullanılabilir. Kullanılabilir verilerin çoğu, patent başvurularının sayısı, atananlar, mucitler veya patent sınıflandırma kodları vb. dahil olmak üzere bibliyografik bilgilerden gelir (Patent Map, 2022).

- a) Miktar bazlı analiz
- b) Zamana dayalı analiz
- c) Sıralama analizi, vb

2.3.4.2. Nitel Analiz

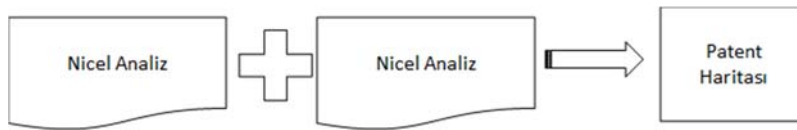
Patent içeriğini anlama ve analiz etme yöntemi olarak nitel analiz kullanılabilir. Genel olarak, bu analiz yöntemi, teknoloji içeriği veya patent sınıflandırma kodu, devralan, başvuru tarihi vb. dahil olmak üzere aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir (Patent Map, 2022).

- a) Çekirdek patentin seçimi
- b) Teknoloji geliştirme haritası, vb.

2.3.5. Patent Haritası

Patent haritası, karmaşık ve çeşitli patent bilgilerini kolay ve etkili bir şekilde anlamak için toplam patent analiz sonuçlarının görselleştirilmiş ifadesidir.

Patent haritası, bir hedef teknoloji alanına ait ilgili patent bilgilerinin toplanması, işlenmesi ve analiz edilmesiyle üretilir (Patent Map, 2022).



Patent haritasından elde edilecek çıktılar üç başlık altında aşağıda sunulmuştur. Bunlardan ilki yönetim ve planlama diğeri araştırma ve teknoloji teşviği üçüncüsü ve sonuncusu ise teknoloji yönetimidir (Patent Map, 2022).

Yönetim/planlama

- Gelişme eğilimi
- Pazar araştırması
- Şirketlerin ilişkisi

Araştırma / teknoloji teşviki

- Teknoloji trendi
- Teknoloji boşluğu
- Teknoloji bölümü
- Teknoloji ilişkisi

Teknoloji Yönetimi

- Olası ihlal
- Talepleri Analiz Et
- Yeni patent ayarla
- Başvuru Yönü

2.3.5.1. Patent Haritası Sonuçlarının Çeşitleri

Patent haritası çıktıları çeşitli şekillerde olabilmektedir. Bunlardan bazıları Nicel ve Nitel analiz haritaları başlıkları altında aşağıda verilmiştir.

Nicel Analiz Haritası (İstatistiksel Analiz Haritası)

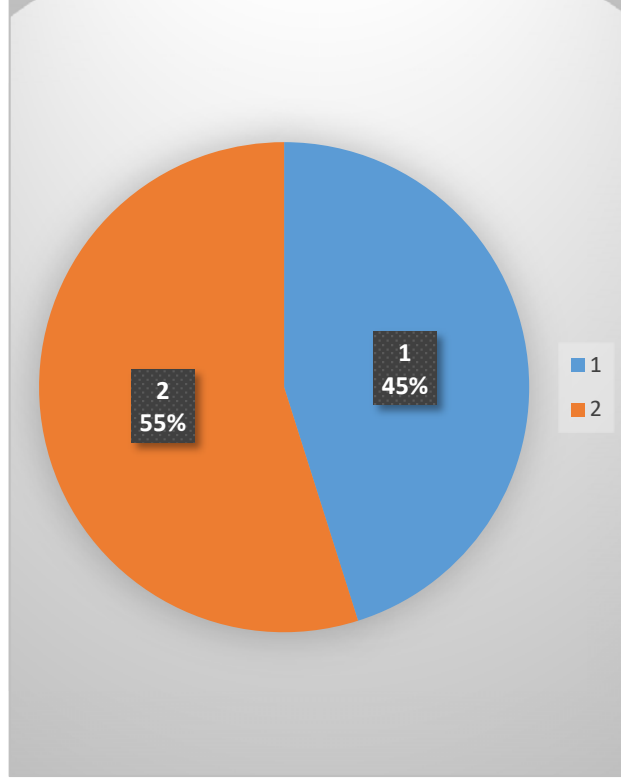
- Oran Grafiği (Pasta Grafikler)
- Numara Haritası (Çubuk Grafikler)
- Trend Haritası
- İlişki Haritası
- Radar Haritası
- Porsiyon Haritası vb.

Nitel Analiz Haritası

- Liste Haritası
- Matris Haritası
- TEMPSS Haritası
- Geliştirme Haritası
- Sorunlar ve Çözümler Haritası vb.

Yukarıda maddeler halinde verilen haritalara baktığımızda aşağıda bazıları örnekler halinde sunulmuştur. Bunlardan oran haritası:

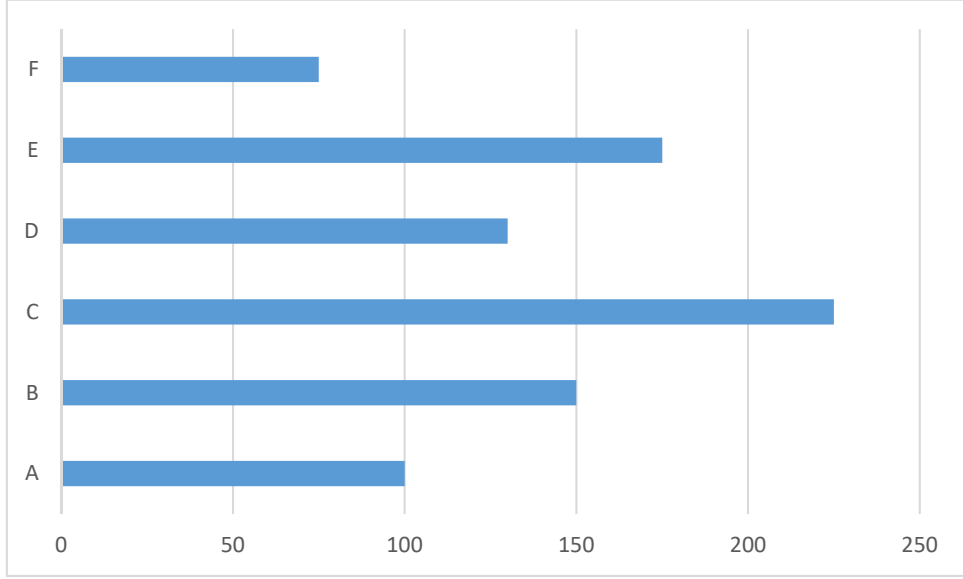
Pasta grafikler, oranların vurgulanması için faydalıdır. Bir bütüne bölümlerin ilişkisini göstermek için bir dairenin dilimlerini kullanırlar. Pasta grafikler, tek bir veri serisi çizer. Şekil 2.10’da bir oran grafiği örneği yer almaktadır.



Şekil 2.11. Oran grafiği örneği

Numara Haritası (Çubuk Grafikler):

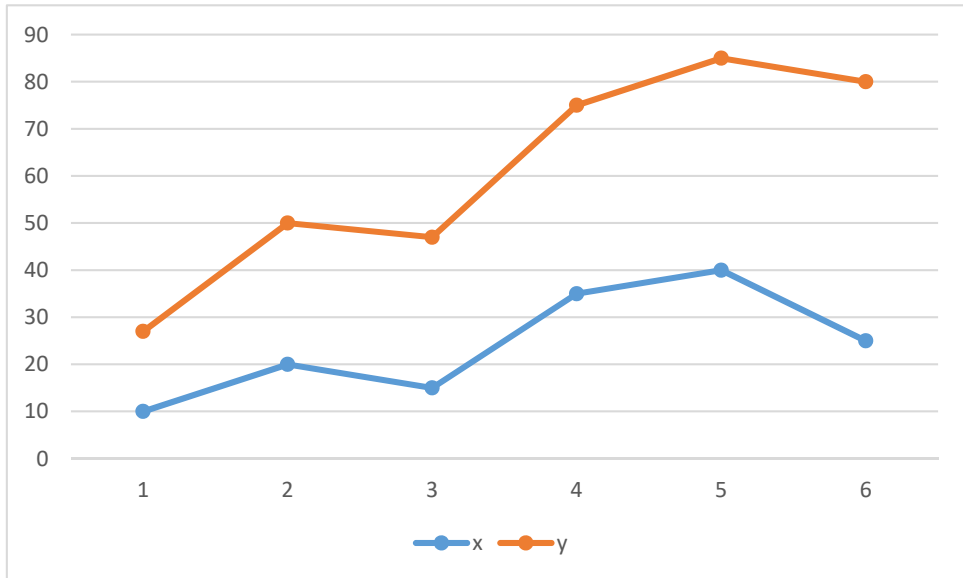
Çubuk grafikleri, zaman içerisinde verilerin eğilimlerini göstermek ve birçok veri serisini bir arada çizmek için faydalıdır. Çubuk grafikler, kişisel değerleri karşılaştırmak için Şekil 2.11’de de görüldüğü üzere yatay veri işaretçilerini kullanır.



Şekil 2.12. Çubuk grafiği örneği

Trend Haritası:

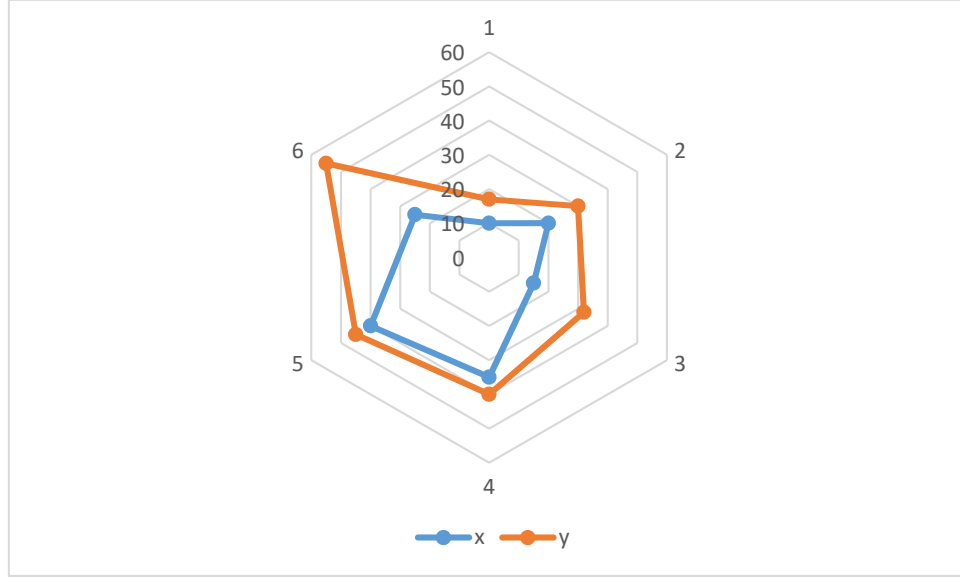
Trend haritaları iki ve üç boyutlu olabilmekte ve bir veri setindeki trend dağılımını göstermektedir. Şekil 2.12’de iki boyutlu bir trend haritası örneği yer almaktadır.



Şekil 2.13. Trend haritası örneği

Radar Haritası:

Radara benzeyen yapıları nedeniyle bu isimle anılmaktadır. Radar grafikleri, iki veya daha fazla öğeyi veya grubu çeşitli özellikler üzerinde karşılaştırmak üzere kullanılır. Şekil 2.13'te radar haritası örneği yer almaktadır.

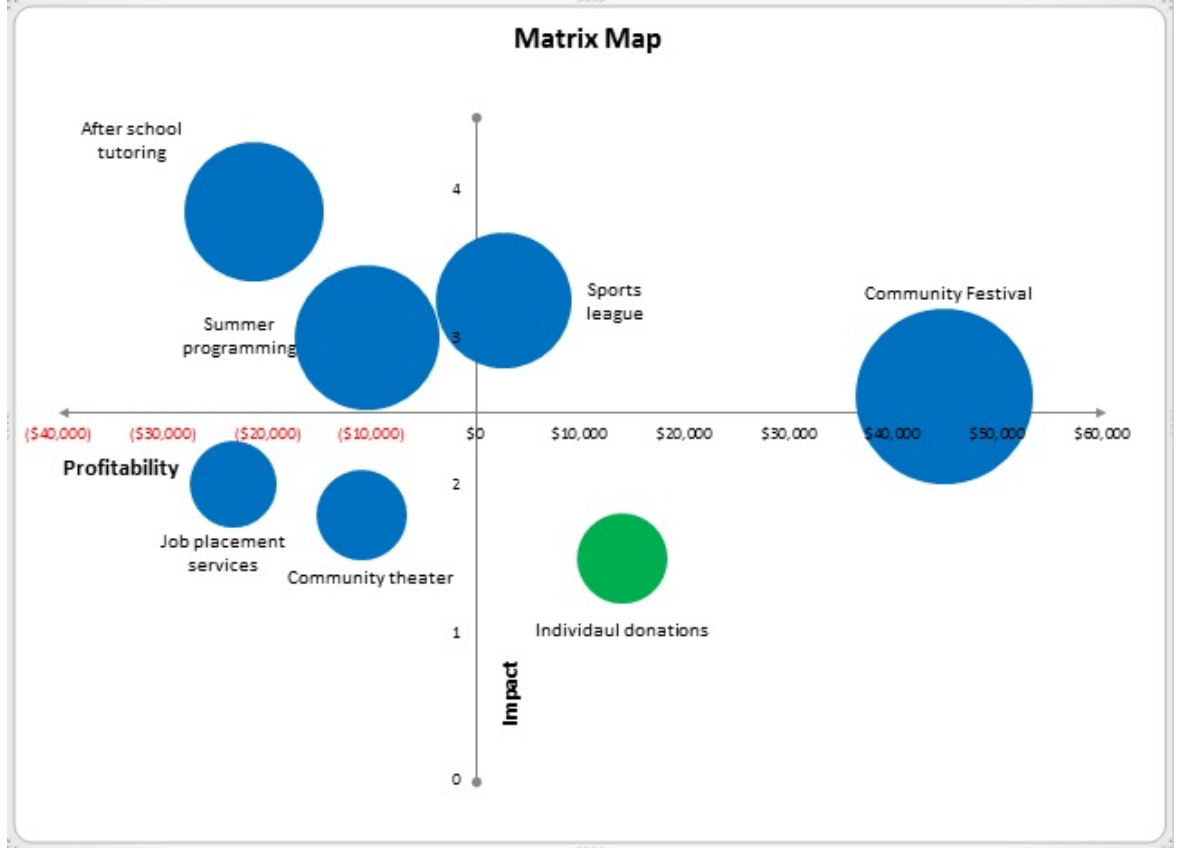


Şekil 2.14. Radar haritası örneği

Matris Haritası:

Matris haritası, patent bilgisinden elde edilen teknik unsurlar (amaç ve teknik kalem gibi) arasındaki korelasyonu matris şeklinde gösterir. Bir teknoloji alanının gelişimini etkileyen önemli problemlerin bulunmasına yardımcı olur. Ayrıca bir zaman ekseninin eklenmesiyle teknolojik gelişmeyi etkileyen problemlerdeki eğilimler de gözlemlenebilmektedir.

Matris Haritası, yalnızca programlarını değil, organizasyonun tüm faaliyetlerini tek ve çekici bir görüntüde gösteren görsel bir araçtır. Kuruluşun iş modelini tüm faaliyetlerin ve her birinin finansal ve misyon etkisinin bir resmi aracılığıyla göstererek, gerçekten stratejik tartışmaları destekler. Şekil 2.14'te matris haritası örneği görülmektedir (The Matrix Map: A Powerful Tool for Mission-Focused Nonprofits, 2014).



Şekil 2.15. Matris haritası örneği

TEMPPS Haritası:

TEMPPS Haritası, farklı analiz görünümüne dayalı teknoloji analizini veya sınıflandırmayı gösterir. Tablo 2.2’de TEMMPS haritasının örneği yer almakta olup T-Tedavi, E-Etki, M- Malzeme, P- İşlem, P – Ürün ve S ise Yapı’yı temsil etmektedir (The Matrix Map: A Powerful Tool for Mission-Focused Nonprofits, 2014).

Tablo 2.2. TEMPPS haritası örneği

Analiz Görünüm Noktası		Örnekler
T	Tedavi (Treatment)	Sıcaklık, Hız, Zaman, Frekans, Basınç, vb.
E	Etki (Effect)	Amaç, performans, Verimlilik, vb.
M	Malzeme (Material)	Malzeme, bileşen, bileşik, ekleme vb.
P	İşlem (Process)	Üretim yöntemleri, Sistem, Prosedür vb.
P	Ürün (Product)	Ürün, Parçalar, Sonuçlar, Çıktılar vb.
S	Yapı (Structure)	Yapı, Form, Cihaz, Bileşen, Devre vb.

3. MATERYAL METOT

Bu çalışmada, Orbit Innovation yazılımı yeni adıyla Orbit Insight yazılımı kullanılmış ve teknoloji analizi yapılmıştır. Bu yazılım kullanılarak; patent aktivitesinde patent faaliyetleri, başvuru ve patent sahipleri kısmında anahtar oyuncular, pazar büyüklüklerinde firmalar ve çalışan ekipler tarafından üretilen harcama hacmi, anahtar kelime analizi kullanarak teknoloji alanlarının tespiti, bilimsel ve akademik etkinliklerin analizi gibi verilere erişilebilmektedir.

3.1. Patent Aktivitesi

Patent faaliyeti, yenilenebilir enerji teknolojilerinde patentlerin trend durumunun sorgulandığı kısımdır. Bu bölümde son 20 yılda başvuru patent ve faydalı modellerin analizi yapılarak oluşturulan verilere yer verilmektedir. Burada oyuncuların ilgili alanlardaki faaliyetleri gösterilir. Bu alanlarda hala yatırımlar var mı? Yoksa şimdi bağlantıyı kesmeye mi başlıyorlar? Sorularına cevap aranmaktadır.

Yıllara göre ülkelerin aldıkları patentler burada gösterilmektedir ve aynı zamanda yenilenebilir enerji alanındaki korunan patentler konusunda öne çıkan ülkelerin gösterildiği kısım da burasıdır. Bu aşamada patent ailelerinin korunan ülkelerini analiz ederek bu alanda çok başvuru yapılan ve hiç yapılmayan yani bu teknolojinin henüz gelmediği alanlar tespiti yapılabilmektedir.

3.2. Anahtar Oyuncular

Bu kısımda, yenilenebilir enerji alanında yapılan başvuru sayılarına göre, başvuru sahiplerinin başvuru sayılarıyla beraber grafiksel olarak gösterildiği yerdir.

Yenilenebilir enerji alanındaki piyasada en büyük oyuncuların hangileri olduğu bu aşamada gösterilmektedir.

3.3. Pazar

Bu kısımda, yenilenebilir enerji alanındaki şirketler ve çalışan ekipler tarafından üretilen harcama hacmi, pazar yoğunluğunun ve doygunluğunun bir ölçüsü olarak görülebilmektedir. Burada grafiklerle Yenilenebilir Enerjinin Dünya'daki bazı çalışmaların büyüklüğüyle karşılaştırması yapılabilir.

3.4. Anahtar Kelime Analizi

Bu kısımda ise yenilenebilir enerji alanında yer alan patentlerdeki bulunan en yaygın kelime veya kelime öbekleri analiz edilip, ana akım teknolojilerin görüldüğü kısımdır.

Burada yer alan etiketler, patent dokümanlarındaki tam metinlerde en yaygın on kelime veya kelime grubunun çıkarılması ile hesaplanmakta ve patent istemlerinde de yer alıyorsa belirli kavramlara daha güçlü ağırlık verilmektedir.

3.5. Teknoloji Alanları ve Bilimsel Etkinlik

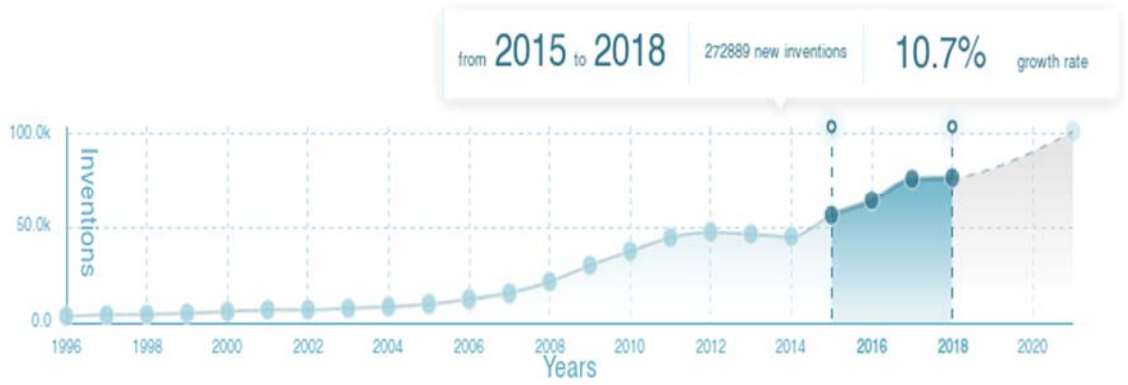
Burada yenilenebilir enerjinin en çok hangi uygulamalarda kullanıldığını ve yenilenebilir enerjinin bilimsel makaleler içerisinde hangi bilimsel alanlarda kullanıldığını göstermektedir.

4. BULGULAR

4.1. Patent Aktivitesi

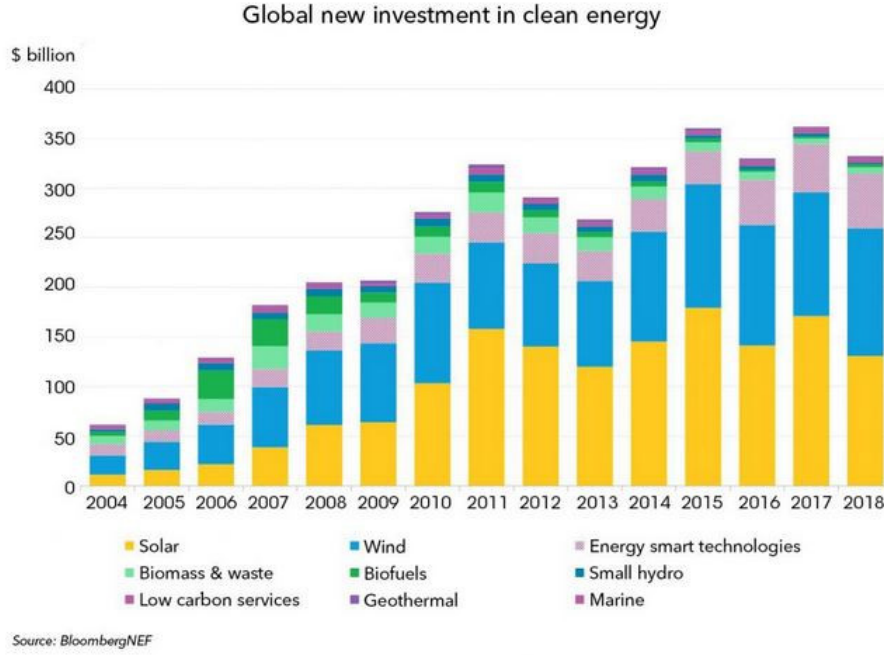
4.1.1. Dünya'daki Yenilenebilir Enerji Buluşları

Dünya'da yenilenebilir enerji alanındaki patent sayılarına baktığımızda 1996 yılında sıfırdan başlayıp 2018 yılına kadar neredeyse düzenli olarak arttığını Şekil 4.1'deki grafikten görmekteyiz. Bu grafikte de görüldüğü üzere 2015-2018 yılları arasındaki üç yıllık dönemde yaklaşık yüzde 10'luk bir artışla Dünya'daki başvuruların günden güne arttığı görülmektedir (Özdemir & Yavuz, 2021).



Şekil 4.1. 1996-2020 yılları arasında yıllara göre Dünya'daki yenilenebilir enerji alanındaki patent sayıları

Dünya'daki bu patent sayılarının artışını temiz enerji alanındaki yatırımlarla karşılaştırdığımızda ise Şekil 4.2'de görüldüğü üzere benzer bir artışın burada da olduğu görülmektedir (Amelang, 2019).



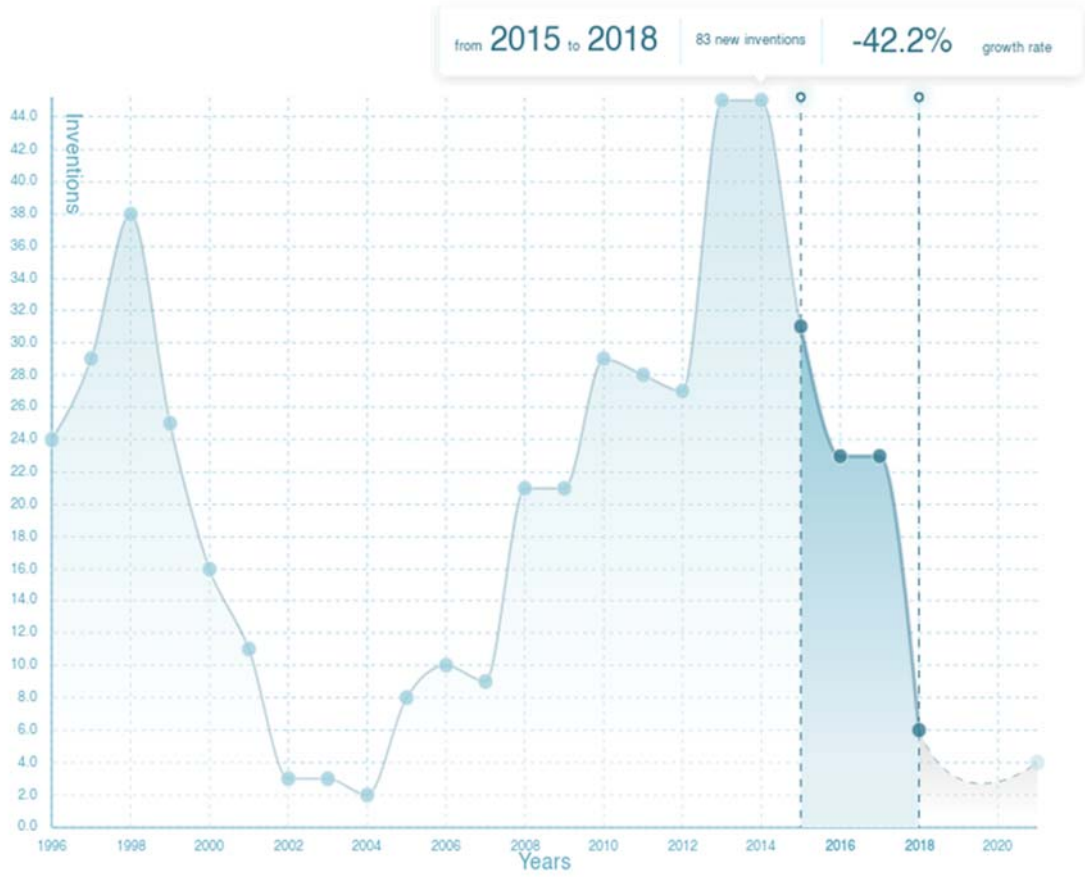
Şekil 4.2. Dünya'daki temiz enerji yatırımları

4.1.2. Türkiye'deki Yenilenebilir Enerji Buluşları

Türkiye'deki yenilenebilir enerji alanında yer alan patent sayıları incelendiğinde ise, Şekil 4.3'teki grafikte yer alan patent sayılarının görece az olması ve bu sayıların azlığından dolayı da ufak değişimlerin büyük dalgalanmalar olarak grafiklerde görüleceği üzerine net bir artıştan ve azalıştan söz etmek mümkün olmamaktadır. Bu grafikten 2015-2018 yılları arasındaki üç yıllık dönemde yer alan yüzde kırk ikilik azalış ise yine burada patent sayılarındaki azlık neticesinden olduğu görülmektedir. Dünya'daki patent sayılarıyla Türkiye'deki patent sayılarını karşılaştığımızda ise Dünya ortalamalarının oldukça gerisinde olduğumuz söylenebilir. Bu alanda ülkemizde yapılacak patent başvuruları hem o alanda buluş sahibinin ön plana çıkması hem de koruma sağlanması açısından oldukça fayda sağlayacaktır (Özdemir & Yavuz, 2021).

Grafiğe baktığımızda; 1998 yılından itibaren 2004 yılına kadar patent sayılarındaki azalma ciddi seviyelere ulaşmıştır. 2004 yılından itibaren tekrar artış başladığı görülmüştür. Bu azalış 2001 krizinin ülkedeki özel sektöre etkisi olarak yorumlanabilir. Bu durum grafikteki patent sayılarıyla da paralellik göstermektedir. Yüksek öğretim ve kamu kurumlarındaki Ar-Ge harcamalarının artması ise

yenilenebilir enerji alanında patent çıktısı olarak yansımadağı şeklinde de yorumlanabilir (Özdemir & Yavuz, 2021).



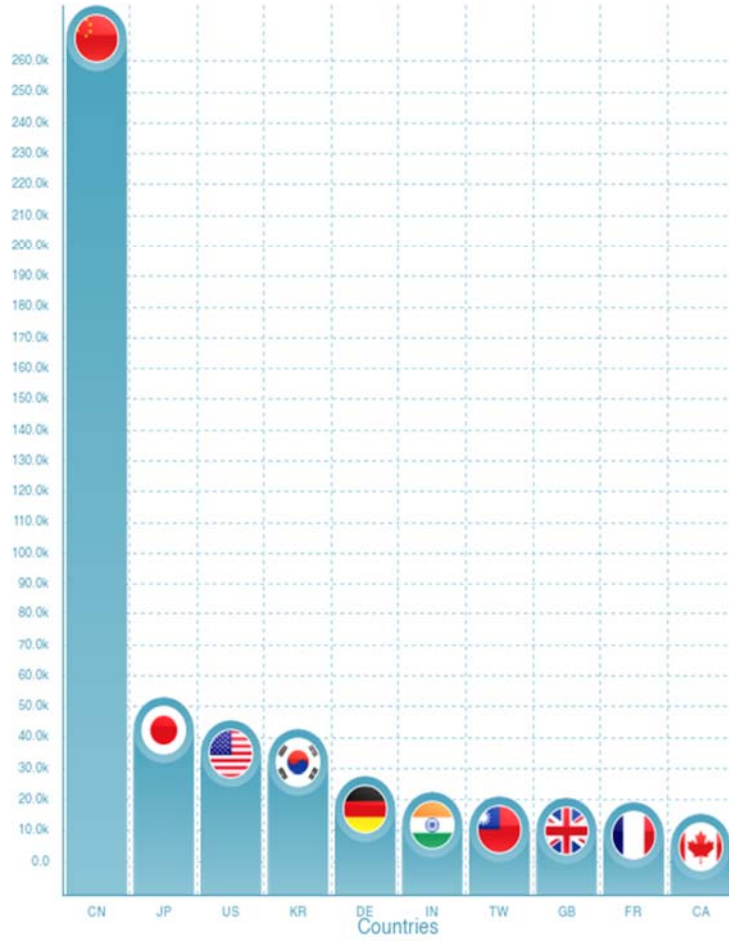
Şekil 4.3. Türkiye'deki yenilenebilir enerji alanındaki patent sayıları

Grafiklerde 2008 yılındaki küresel ekonomik krizin hem Türkiye'deki hem de Dünya'daki yenilenebilir enerjideki patent sayılarına doğrudan bir etkisi görülmemiştir.

4.2. Coğrafi Durum Göstergeleri

Son 10 yıl içerisinde ülkesel olarak korunan patentlerin büyüklükleri Şekil 4.4'teki grafikte görülmektedir. Şekildeki grafikte yenilenebilir enerji alanında Çin'in üstünlüğü bariz şekilde görülürken Çin, kendisini takip eden beş ülkenin toplamı kadar patent üretmiştir. Çin'i bu listede Japonya ve Amerika Birleşik Devletleri takip ettiği görülmektedir (Özdemir & Yavuz, 2021).

Çin'in başarısının ardında yatan nedenleri araştırdığımızda 2006 yılında çıkarmış olduğu "Yenilenebilir Enerji Kanunu"nu örnek olarak gösterebiliriz. Çin, bu modeli Almanya'dan alarak daha da ileriye götürmüştür (Kaya & Bayraktar, 2019).

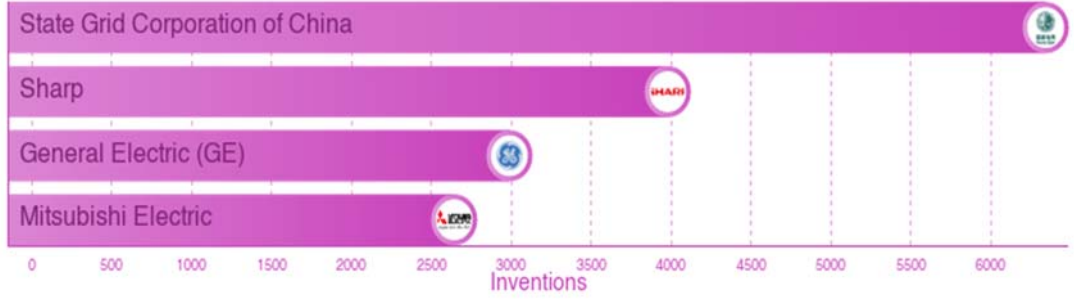


Şekil 4.4. Ülkelere göre korunan patent sayıları

Bloomberg 2018 küresel yenilenebilir yatırım raporuna göre Çin, 100,1 milyar dolarlık toplam yatırımla liderliğini koruyor, onu ABD 64.2 milyar dolar ile Japonya 27,2 milyar dolar ile Hindistan 11.1 milyar dolar ve Almanya ise 10,5 milyar ile izliyor (Amelang, 2019). Bu veriler Şekil 4.4'teki verilerle oldukça yakınlık göstermektedir. Yapılan yatırımlarda Çin'in başarısının sırrı ise görülebilmektedir.

4.3. Fikri Haklar Alanındaki Başvuru Sahipleri

Bu alandaki Dünya'daki oyunculara bakıldığında ise, Şekil 4.5'teki grafik ortaya çıkmaktadır. Bu grafikte 6.340 icattan oluşan patentleri ile yenilenebilir enerji alanındaki en büyük oyuncu Çin'li şirket State Grid Corporation of China (SGCC)'dir.



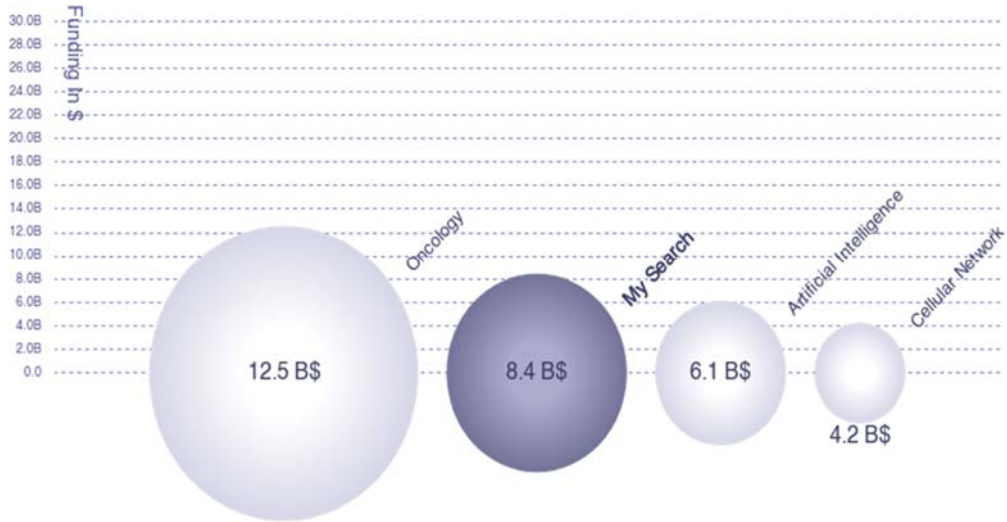
Şekil 4.5. Fikri haklar alanındaki başvuru sahipleri

Diğer üç oyuncuyla beraber ilk yüzde yüzün 13,05'ini oluşturmaktadır (Özdemir & Yavuz, 2021).

4.4. Pazar

4.4.1. Yenilenebilir Enerjinin Dünya'daki Harcama Hacmi

Dünya'da bu alandaki harcama hacimleri Şekil 4.6'teki grafikte görülmektedir. Bu grafikte Dünya'daki yenilenebilir enerji alanında yapılan harcamaların grafiği yer almaktadır. Dünya'daki Onkoloji alanındaki buluşlarının üretim hacmi 12.5 milyar dolar civarındayken yenilenebilir enerjinin 8.4 milyar dolar seviyelerinde olduğu görülmektedir (Özdemir & Yavuz, 2021).

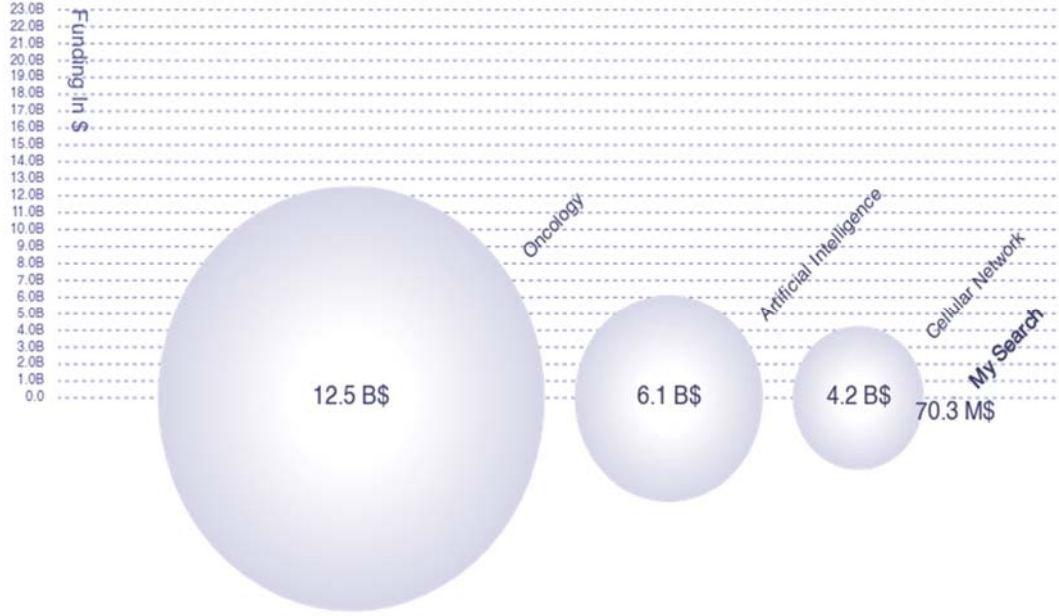


Şekil 4.6. Dünya'daki yenilenebilir enerji harcama hacmi

4.4.2. Yenilenebilir Enerjinin Türkiye'deki Harcama Hacmi

Türkiye'de bu alandaki harcama hacimleri Şekil 4.7'deki grafikte görülmektedir. Bu grafikte Türkiye'deki yenilenebilir enerji harcama hacmi grafiği yer almakta olup Dünya'da hücresel ağlarla ilgili buluşların üretim hacmi 4.2 milyar dolar civarında

iken Türkiye'deki yenilenebilir enerji alanındaki buluşlardaki harcama hacmi 70.3 milyar dolar civarında yer almaktadır. Şekil 4.6 ile Şekil 4.7 karşılaştırıldığında ise Türkiye'nin pazar payının az olduğu görülmekte ancak karşılaştırmanın tüm Dünya ile yapıldığı göz önüne alınmalıdır (Özdemir & Yavuz, 2021).



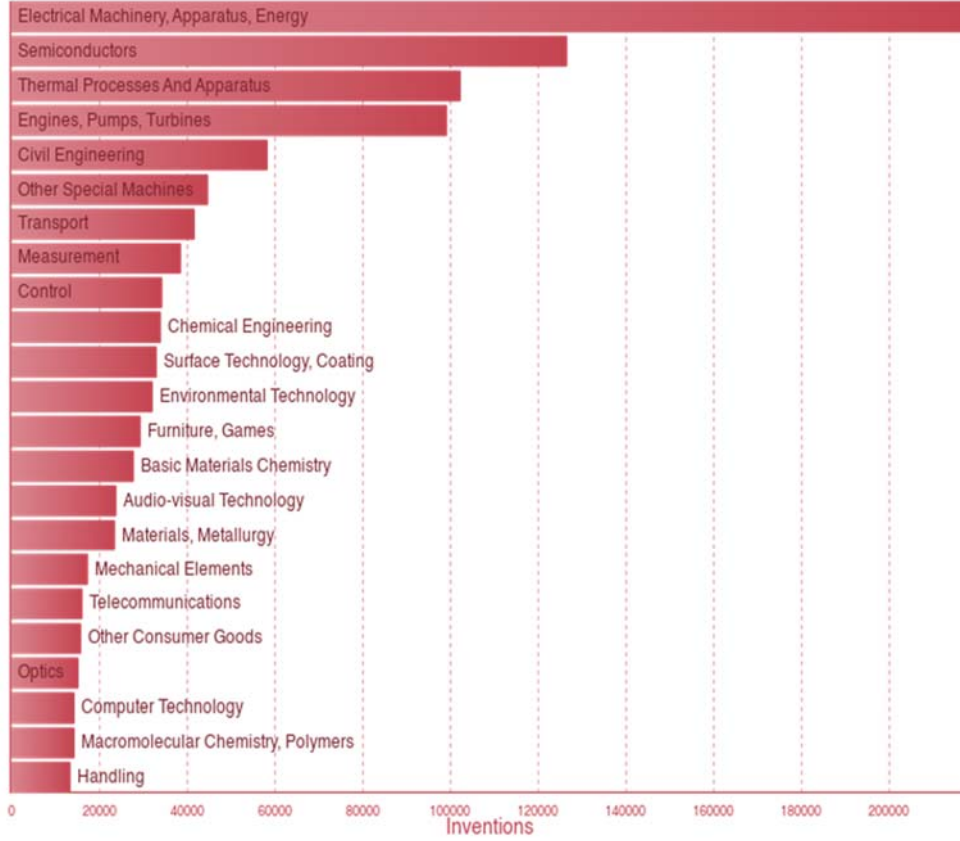
Şekil 4.7. Türkiye'deki yenilenebilir enerji harcama hacmi

4.5. Anahtar Kelime Analizi

4.5.1. Dünya'daki Buluşların Anahtar Kelimeleri Analizi

Dünya'daki yenilenebilir enerji alanındaki patentlerin anahtar kelimelerinin analizlerinden elde edilen veriler Şekil 4.8'deki grafikte verilmiştir. Yenilenebilir enerji alanındaki patentlerde Dünya'daki en fazla yoğunlaşma şeklindeki grafikte "solar cell-güneş hücresi" kelime öbeğinde olmaktadır. İkinci olarak "solar panel-güneş panelleri" şeklinde yer almaktadır (Özdemir & Yavuz, 2021).

termal süreçler ve aparatları onu ise motorlar, pompalar ve türbinler takip etmektedir (Özdemir & Yavuz, 2021).

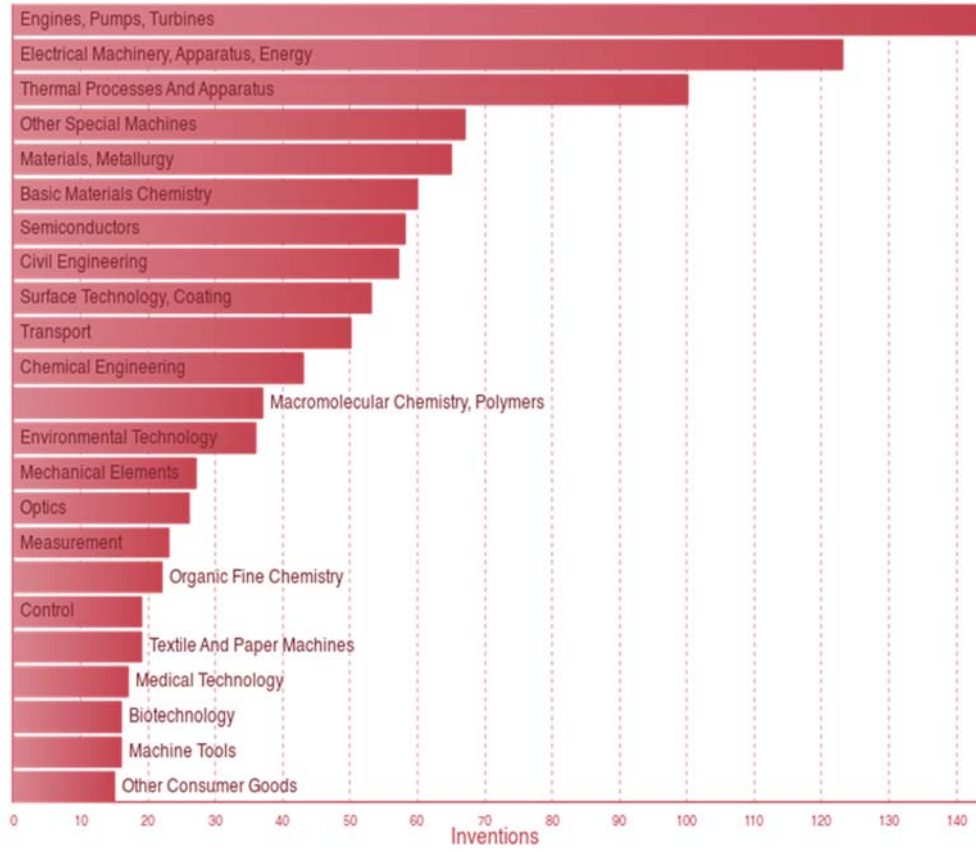


Şekil 4.10. Dünya'daki ana teknoloji alanları

Bu bilgiler ve tablonun geri kalan kısmı Şekil 4.10'daki grafikte yer almaktadır. Yine grafikten elde edilen verilerde ilk basamakta yer alan elektrikli makineler, aparatlar ve enerji alanında 200.000'den fazla buluş yer almaktadır. Yarı iletkenler alanında ise 120.000'den fazla buluş yer almaktadır.

4.6.2. Türkiye'deki Ana Teknoloji Alanları

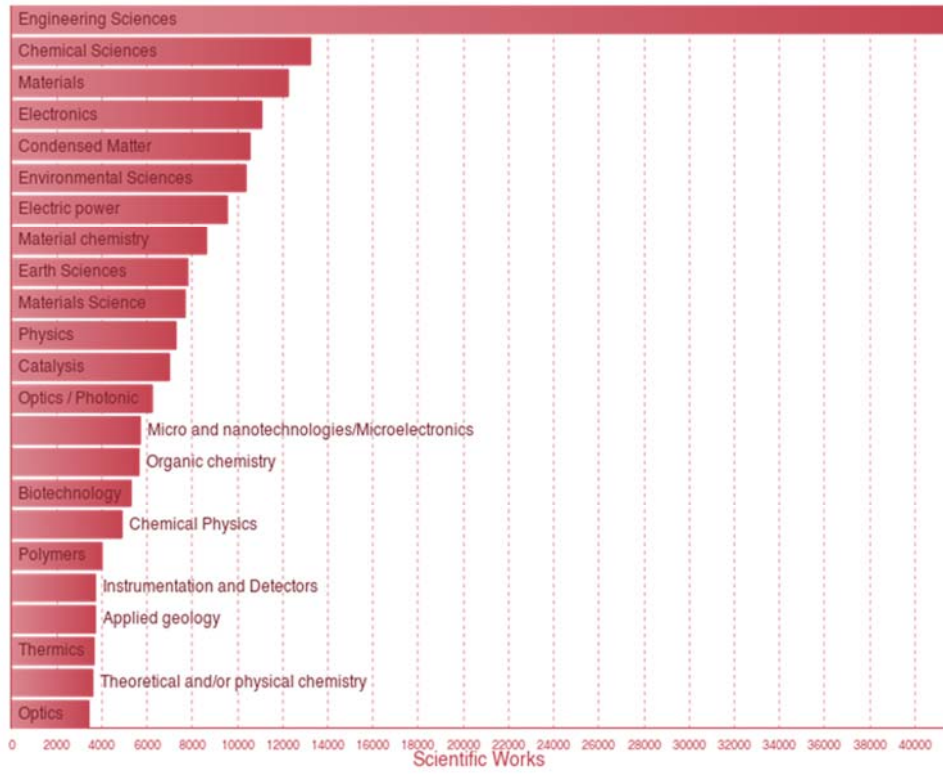
Yenilenebilir enerjide, Türkiye'deki ana teknoloji alanlarına baktığımızda Şekil 4.11'deki grafikten de görüldüğü üzere bu patentler en fazla motorlar, pompalar ve türbinlerde kullanılmıştır. Bu alanda 140'tan fazla buluş yer almaktadır. Bunu elektrikli makineler, aparatlar ve enerji takip ederken bu alanda 120 civarında buluş yer almaktadır. Termal süreçler üçüncü sırada yaklaşık 100 buluş ile yer alırken diğer teknolojilerle ilgili bilgiler şekildeki grafikte yer almaktadır (Özdemir & Yavuz, 2021).



Şekil 4.11. Türkiye'deki ana teknoloji alanları

4.7. Bilimsel Etkinlik

Teknoloji analizinde bilimsel çalışmaların da sonuçlarına baktığımızda yenilenebilir enerji tarafında en çok bilimsel çalışma Şekil 4.12'den de görüldüğü üzere mühendislik bilimi alanında olduğu görülmektedir. 40.000'den fazla çalışma ile ilk sırada yer alan mühendislik bilimini 13.000 civarındaki çalışma ile kimyasal bilim takip etmektedir. Üçüncü sırada ise 12.000 civarındaki çalışma ile malzeme yer almaktadır (Özdemir & Yavuz, 2021).



Şekil 4.12. Bütün bilimsel çalışmalardaki bilimsel alanlar

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Günümüzde yatırım yapılacak alanın belirlenmesi en az yatırım kadar önemlidir. Bu yatırım yapılacak alanların belirlenmesi teknolojinin hangi alana yöneldiğini bilmek ve bunu tahmin edebilmekten geçmektedir. Teknolojinin yöneldiği tarafın tersinde hareket etmek hem enerjiyi boşa harcamak hem de fırsat ve para kayıplarına sebep olabilmektedir.

Patentler bu teknolojinin nereye yöneldiği ve hangi alanlarda yatırımların hangi firmalar ve kuruluşlar tarafından yapıldığı konusunda geniş çerçevede bilgiler sunmakta ve hatta bu teknolojilerin ne olduğunu da patent dokümanlarında açıklamaktadırlar.

Türkiye doğal kaynaklar bakımından oldukça zengin bir ülkedir. Gerek yeryüzündeki konumu gerekse yer yüzü şekilleri ve yer altı kaynakları konusunda yenilenebilir enerji kaynaklarından özellikle rüzgar, Güneş, jeotermal, hidroelektrik enerjileri konusunda avantajlı bir konumdadır. Dünya'daki yenilenebilir enerji alanındaki buluşlara bakıldığında 2015-2018 yılları arasında yüzde 10'luk bir artış gözlenirken Türkiye'nin bu alandaki patent sayıları Dünya'nın 10.000'de 3'ü civarındadır. Bu alanda Dünya'da en fazla patent olan ülkeye bakıldığında ise Çin'in gerek bu alandaki yatırımları gerekse bu alana verdiği önemden dolayı ilk sırada olduğunu görebilmekteyiz. Bu sonuç yine Çin'li bir şirket olan State Grid Corporation of China'nın bu alandaki patent şampiyonu olduğu sonucunu da beraberinde getirmektedir. Pazar büyüklük göstergelerinde ise Türkiye'nin 70,3 milyon dolar civarında bir pazar büyüklüğüne sahip olduğunu ve hala bu alana ciddi yatırım yapılabileceği sonucu çıkarılabilir.

Patentlerdeki anahtar kelimeler analiz edilerek çıkan sonuçlara bakıldığında Dünya'da daha çok güneş panelleri ve solar enerji kavramları ön plana çıkarken Türkiye'de başvurusu yapılan patentlerde daha çok rüzgar türbini anahtar kelime öbeği ön plana çıkmaktadır. Yenilenebilir enerji alanındaki patentlerin en fazla uygulandığı alanlarda Dünya'da elektrik makineleri ve enerji ön plana çıkmakta iken Türkiye'de motorlar, pompalar ve türbinler ön plana çıkmaktadır. Bilimsel ve akademik çalışmalarda yenilenebilir enerjide Dünya çapındaki çalışmalarda mühendislik ön plana çıkmaktadır.

Sonuç olarak son dönemlerde ülkemizde de yenilenebilir enerji yatırımları oldukça artmış ancak hala görülmektedir ki Dünya'nın gerisindeyiz. Yatırımların buluşları da beraberinde getireceğini düşünürsek patent sayıları da yatırımlar arttıkça artacağı düşünülebilir.

KAYNAKÇA

- Özdemir, Y. E., & Yavuz, M. (2021). Yenilenebilir Enerjide Teknoloji Analizi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 138-143.
- Aggarwal, S., & Chandra, A. (2021). An Insight into Patent Landscape Analysis of Plant Stem Cells. *World Patent Information*.
- Amelang, S.(2019). Journalism for the energy transtion. Germany comes 5th in global renewable investment ranking, Erişim: 1 Nisan 2022, www.cleanenergywire.org/news/germany-comes-5th-global-renewable-investment-ranking
- Cumulative solar photovoltaic capacity globally as of 2020, by select country(in gigawatts), Erişim: 01.04.2022, www.statista.com/statistics/264629/existing-solar-pv-capacity-worldwide
- Enerji Görünümü, (2021). www.tskb.com.tr: Erişim: 19 Mart 2022 www.tskb.com.tr/i/assets/document/pdf/enerji-sektor-gorunumu-2021.pdf.
- Erdoğan, M. (2014). *Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Potansiyelinin Termodinamik Analiz Yöntemi ile İncelenerek Yenilenebilir Enerji Kullanımının Gelecek Projeksiyonlarının Değerlendirilmesi*. İstanbul, Türkiye: İstanbul Aydın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Hydrogen Fuel Basic, Erişim: 21 Nisan 2022 <https://www.energy.gov/eere/fuelcells/hydrogen-fuel-basics>
- Hydropower Basics, Erişim: 20 Mart 2022 www.energy.gov/eere/water/hydropower-basics
- Inventions and Patents, (2010). Erişim: 21 Mart 2022 https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/patents/925/wipo_pub_925.pdf
- Kaya, H. İ., & Bayraktar, Y. (2019). Hukuki Düzenlemeler, Politika Destekleri ve Mali Teşviklerin Yenilenebilir Enerjinin Gelişimindeki Rolü: Çin Halk Cumhuriyeti Örneği. *C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 20(1).
- Kaya, K., & Koç, E. (2015). Enerji Üretim Santralleri Maliyet Analizi. *Mühendis ve Makine*, 61-68.
- Largest hydroelectric power generating countries worldwide in 2020(in terawatt hours) Erişim: 20 Mart 2022, <https://www.statista.com/statistics/474799/global-hydropower-generation-by-major-country>
- Leading bioenergy capacity worldwide in 2021, by country(in megawatts), Erişim: 20 Mart 2022, <https://www.statista.com/statistics/476416/global-capacity-of-bioenergy-in-selected-countries>
- Leading countries in new installed wind power capacity in 2021, Erişim: 20 Mart 2022, <https://www.statista.com/statistics/185514/leading-countries-in-new-installed-windpower-capacity>
- Marine Energy Basics, Erişim: 20 Mart 2022, <https://www.energy.gov/eere/water/marine-energy-basics>
- Ocean Energy Key Trends and Statistics 2020,(2021), Erişim: 22 Mart 2022, www.weamec.fr/en/wp-content/uploads/sites/2/2021/03/OEE-Stats-Trends-2020.pdf
- Patent Map , Erişim : 1 Nisan 2022 , www.wipo.int/edocs/mdocs/sme/en/wipo_ip_bis_ge_03/wipo_ip_bis_ge_03_16-annex1.pdf

- Patent Mapping, Erişim: 1 Nisan 2022, www.publichealth.buffalo.edu/cat/kt4tt/best-practices/need-to-knowledge-ntk-model/ntk-commercial-devices/master-list-of-tools/business-tools/patent-mapping.html
- Renaldi, R., Miranda, N. D., Khosla, R., & McCulloch, M. (2021). Patent Landscape of not-in-kind Active Cooling Technologies Between 1998 and 2017. *Journal of Cleaner Production*.
- Renewable Energy, Erişim: 2 Nisan 2022, <https://www.energy.gov/eere/renewable-energy>,
- Süslü, G. (2021). *Yenilenebilir enerji kaynaklarının düzenlenmesi, denetlenmesi ve yenilenebilir enerji politikaları*. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Kamu Hukuku Anabilim Dalı, Ankara
- Sınai Mülkiyet Kanunu. (2017, 01 10). Resmi Gazete.
- Shinn, L.(2018).*Renewable Energy: The Clean Facts*. Erişim: 23 Mart 2022,, <https://www.nrdc.org/stories/renewable-energy-clean-facts#sec-whatis>
- Statistical Review of World Energy. (2021), Erişim: 24 Mart 2022, www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-full-report.pdf
- The Matrix Map: A Powerful Tool for Mission-Focused Nonprofits, Erişim: 1 Nisan 2022, <https://nonprofitquarterly.org/the-matrix-map-a-powerful-tool-for-mission-focused-nonprofits>
- "ThinkGeoEnergy's Top 10 Geothermal Countries 2021 – installed power generation capacity (MWe), Erişim: 1 Mayıs 2022, www.thinkgeoenergy.com/thinkgeoenergys-top-10-geothermal-countries-2021-installed-power-generation-capacity-mwe
- What is Renewable Energy, Erişim: 1 Nisan 2022, www.conserve-energy-future.com/advantages-and-disadvantages-of-renewable-energy.php, (01.04.2022).
- Wind Energy Basics, Erişim (1 Nisan 2022) www.energy.gov/eere/wind/wind-energy-basics.
- Tapramaz, R. (2022). *Yenilenebilir Enerji Teknolojilerinin Fizik Temelleri*. Nobel Akademik Yayıncılık.

ÖZ GEÇMİŞ

Yunus Emre ÖZDEMİR, Samsun 19 Mayıs Lisesi'ni bitirdikten sonra Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi'nden 2014 yılında mezun oldu. 2017 yılında OMÜ Yenilenebilir Enerji Uygulamaları Yüksek Lisans programına girdi. Şu an Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü bünyesinde Endüstri Mühendisi olarak görevini yürütmektedir.

İletişim Bilgileri

Öğrenci No: 17210926

ORCID ID: 0000-0003-0379-5278

Yayımlar:

1. Özdemir, Y. E. & Yavuz, M. (2021). Yenilenebilir Enerjide Teknoloji Kapsam Analizi. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (29), 138-143.

