



**T.C.
AMASYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DERİN ÖĞRENME İLE GÜNEŞ PANELLERİNDEKİ KİRLİLİĞİN
SINIFLANDIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SELİM GÜVENÇ

AĞUSTOS

SELİM GÜVENÇ

**YENİLENEBİLİR ENERJİ VE
UYGULAMALARI ANABİLİM DALI**

AĞUSTOS -2022

**DERİN ÖĞRENME İLE GÜNEŞ PANELLERİNDEKİ KİRLİLİĞİN
SINIFLANDIRILMASI**

Selim GÜVENÇ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
YENİLENEBİLİR ENERJİ VE UYGULAMALARI ANABİLİM DALI**

**Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Yavuz ÜNAL**

**AMASYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

AĞUSTOS 2022

Yüksek Lisans Tezi Kabul ve Onay Sayfası

Selim GÜVENÇ tarafından hazırlanan “Derin Öğrenme İle Güneş Panellerindeki Kirliliğin Sınıflandırılması” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ/OY ÇOKLUĞU ile Amasya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yenilenebilir Enerji ve Uygulamalar Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Yavuz ÜNAL

Bilgisayar Yazılımı Anabilim Dalı, Amasya Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum

Başkan: Dr. Öğr. Üyesi Bülent TURAN

Bilgisayar Yazılımı Anabilim Dalı, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum

Üye: Doç. Dr. Ünal KURT

Elektrik Makineleri Anabilim Dalı, Amasya Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum

Tez Savunma Tarihi: 22/08/2022

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....

Doç. Dr. Ümit YILDIRIM

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Amasya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Selim GÜVENÇ

22.08.2022

DERİN ÖĞRENME İLE GÜNEŞ PANELLERİNDEKİ KİRLİLİĞİN SINIFLANDIRILMASI

(Yüksek Lisans Tezi)

Selim GÜVENÇ

AMASYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Ağustos 2022

ÖZET

İnsan ihtiyacı olan enerjiyi kullanmadan önce üretmesi gerekmektedir. Enerjiyi üretmek için öncelikle fosil yakıtları tercih ettiler. Dünya ortaya çıkan çevre kirliliği sonucunda yeni enerji kaynakları aramaya başladılar. Arama sonucunda ortaya yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmaya başladılar. Dünya var olduğundan beri kullanılan ve çevreye zararı olmayan enerji kaynaklarından faydalanmaya başladılar. Yenilenebilir enerji kaynakları olarak rüzgâr, güneş, jeotermal, biyokütle ve dalga enerjisinden enerji üretimi gerçekleştirdiler. Yenilenebilir enerji kaynaklarının çevreci olması sebebiyle ülkeler daha çok arge çalışmaları yapmaya başladılar. Fosil yakıtların azalması, çevreye zararları ve dışa bağımlılık nedeniyle enerji üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarını tercih ettiler. Yenilenebilir enerji kaynaklarından en büyük ve enerji kaynağı en büyük olan güneş en çok tercih edilen enerji üretim kaynağıdır. Güneş enerjisinden fotovoltaik paneller vasıtası ile enerji üretilmektedir. Sadece kurulum açısından maliyeti olan fotovoltaik paneller, güneşin doğumu ile başlayarak güneşin batımına kadar olan sürede en az insan gücüne ihtiyaç duyarak enerji üretimi gerçekleştirmektedir. Dünyada hava şartları sebebi ile kirlenen fotovoltaik paneller enerji üretimini olumsuz etkilemektedir. Kirlenen fotovoltaik panellerdeki enerji üretimi düşmektedir. Yaptığım literatür çalışmada temiz fotovoltaik paneller ile üretilen enerji miktarı arasında doğru orantı olduğu görülmektedir. Güneş panelleri üzerine yapılan araştırmalara bakıldığında daha çok kirli panellerin elektrik üretimleri incelenmiştir. Fotovoltaik panellerin verimli kullanılabilmesi için temiz olması gerekmektedir. Bu tez çalışmada fotovoltaik paneller kirlilik seviyesi, güneş panel resimleri üzerinden derin öğrenme yöntemlerinden NasnetLarge ve MobilNet algoritmaları ile sınıflandırma analizi yapılmıştır. NasnetLarge ile yapılan sınıflandırma analizi %97, MobileNet ile yapılan sınıflandırma analizi %98 olarak bulunmuştur. Bu tez çalışması ile büyük alanlara kurulan güneş panellerinin kirlilik sınıflandırılması derin öğrenme ile hızlı ve daha kısa sürede yapılarak ilgili birimlere panellerin temizlenmesi için bildirilmesi hedeflenmiştir.

Sayfa Adedi : 66
Anahtar Kelimeler : Derin Öğrenme, Güneş Paneli, NasnetLarge, Mobilenet
Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Yavuz ÜNAL

CLASSIFICATION OF POLLUTION IN SOLAR PANELS BY DEEP LEARNING

(M. Sc. Thesis)

Selim GÜVENÇ

AMASYA UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

August 2022

ABSTRACT

Before people can use the energy they need, they must produce it. They primarily preferred fossil fuels to produce energy. The world began to look for new energy sources as a result of environmental pollution. As a result of the search, they started to use renewable energy sources. They started to benefit from energy sources that have been used since the world existed and that are not harmful to the environment. As renewable energy sources, they produced energy from wind, solar, geothermal, biomass and wave energy. Due to the environmental friendliness of renewable energy sources, countries have started to do more R&D studies. They preferred renewable energy sources in energy production due to the decrease in fossil fuels, their damage to the environment and foreign dependency. The sun, which is the largest renewable energy source and the largest energy source, is the most preferred energy production source. Energy is produced from solar energy by means of photovoltaic panels. Photovoltaic panels, which are only costly in terms of installation, produce energy by requiring the least manpower from the sunrise to the sunset. Photovoltaic panels polluted due to weather conditions in the world negatively affect energy production. Energy production in polluted photovoltaic panels decreases. In the literature study I have done, it is seen that there is a direct ratio between clean photovoltaic panels and the amount of energy produced. Considering the researches on solar panels, the electricity production of dirty panels has been examined. Photovoltaic panels must be clean in order to be used efficiently. In this thesis study, photovoltaic panels pollution level, classification analysis was made on solar panel pictures with NasnetLarge and MobilNet algorithms, which are deep learning methods. Classification analysis with NasnetLarge was 97%, and classification analysis with MobileNet was 98%. With this thesis, it is aimed to make the pollution classification of the solar panels installed in large areas quickly and in a shorter time with deep learning and to notify the relevant units for cleaning the panels.

Number Of Pages : 66
KeyWords : Deep Learning, Solar Panel, NasnetLarge, Mobilenet
Supervisor : Asst. Prof. Dr. Yavuz ÜNAL

ÖN SÖZ ve TEŞEKKÜR

Yenilenebilir enerji aslında dünya var olduğundan beri olan fakat biz insanların onu keşfedip kullanması ise uzun yıllar sürmüştür. İnsanların bir bu enerji kaynaklarını keşfetmesi için önce enerjiye ihtiyaç duyması gerekmektedir. İnsanlar gelişerek yaptıkları yeni keşiflerin sonucunda enerjiye ihtiyaç duyuldu. İlk olarak yel değirmenleri ile rüzgâr enerjisini kullanarak su taşımayı gerçekleştirdiler. Uzun yıllar bu teknoloji kullanıldı. Sanayi devriminin başlaması ile petrol ve kömür gibi fosil yakıtlar enerji üretiminde kullanılmaya başlandı. Günümüze kadar kullanılan bu fosil yakıtların zamanla yaşadığımız dünyaya zarar verdiği anlaşıldı ve bu enerji kaynakları yerine alternatif bir enerji kaynağı aranmaya başladı. Daha öncede kullanılan yel değirmenlerinden yararlanılarak rüzgâr türbinleri yapıldı ve rüzgâr enerjisi kullanılmaya başlandı. Peki rüzgarın yeterli olmadığı yerlerde enerji üretimi için başka yenilenebilir enerji kaynakları araştırılmaya başlandı. Bunlardan en büyük enerji kaynağı güneş kullanılarak önce panel ile su ısıtarak sonra ise fotovoltaik paneller ile elektrik ürettirler. İnsanların yaşamlarını devam ettirdiği süre içinde atıklar(çöpler) meydana geldi bunlar çevreye zarar veriyordu. Bu çöpleri ayrıştırarak elde edilen atıklardan metan gazı elde edilerek enerji elde edildi ve çöpler ortadan kaldırılarak hem enerji elde edilmiş hem de çöpler ortadan kaldırılmıştır.

Küresel ısınmanın arttığı, buzulların erimeye başladığı, mevsimlerin değiştiği yeni dünya da artık fosil yakıtlar bırakılarak yerine yenilenebilir enerji kaynakları ile temiz bir enerji üretmek istemektedirler. Çocuklarımıza daha temiz ve yaşanabilir bir dünya bırakmak için var gücümüzle çalışarak yeni yenilenebilir enerji kaynakları bulmalıyız. Gelişen teknoloji ile daha verimli yenilenebilir enerji üretimine yardımcı olmak için derin öğrenme tekniklerinden yararlanılması enerji üretiminin maksimum seviyede olmasına katkı sağlamaktadır. Derin öğrenme mimarisinde kullanılan birden fazla yapay zekâ algoritmaları sayesinde problem çözümlerinde daha verimli sonuçlar elde edilmektedir. Sonuç olarak bu tez çalışmasında yenilenebilir enerji kaynakları hakkında ve yenilenebilir enerji kaynaklarından güneş enerji santrallerinin kirliliklerinin derin öğrenme yöntemi ile tespit edilmesi hakkında bilgiler yer almaktadır.

Son olarak çalışmamda her zaman bana destek olan eşim Elif GÜVENÇ'e, çocuklarım Miraç, Zümra'ya ve kıymetli bilgilerini ve tecrübelerini benden esirgemeyen değerli danışman hocam Dr. Öğretim Üyesi Yavuz ÜNAL'a teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ÖN SÖZ ve TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
HARİTA DİZİNİ	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
1.GİRİŞ	1
1.1.Literatür Taraması	7
1.2.Araştırmanın Konusu	14
1.3. Araştırmanın Amacı	15
1.4. Araştırmanın Önemi	16
2. YENİLENEBİLİR ENERJİ.....	17
2.1. Güneş Enerjisi	19
2.2. Biyokütle Enerjisi.....	20
2.3. Jeotermal Enerji.....	21
2.4. Dalga Enerjisi	23
2.5. Rüzgâr Enerjisi.....	24
3.MATERTAL ve YÖNTEM.....	28
3.1. Materyal	29
3.2. Fotovoltaik Paneller	30
3.2.1. Fotovoltaik panel çeşitleri:	32
3.3. Derin Öğrenme	35
3.3.1. Derin öğrenme kütüphaneleri	37

3.4. Transfer öğrenme ve algoritmaları	39
3.4.1. NasNetLarge	39
3.4.2. MobileNet	40
3.5. Yöntem	41
3.6. Değerlendirme metrikleri	42
3.6.1. Karışıklık matrisi	42
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	45
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	54
KAYNAKLAR	56
ÖZGEÇMİŞ	66

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Yenilenebilir enerji kaynakları ve kullanım şekilleri (Süngü, 2020)	18
Çizelge 2.2. Biyokütle çeşitleri ve dönüşümleri (Enerjiportali, 2017)	21
Çizelge 2.3. Yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı kurulu güç gelişiminde gerçekleşen değerler ve 2023 hedefleri (Kavaz, 2019)	25
Çizelge 2.4. Türkiye'nin gelecekteki yenilenebilir enerji tahminleri (Güllü, 2021)	26
Çizelge 3.1. Derin öğrenme kütüphaneleri (Şeker, Diri ve Balık, 2017).....	38
Çizelge 3.2. Karışıklık matrisi	43
Çizelge 4.1. NasnetLarge performans karşılaştırma sonuçları	47
Çizelge 4.2. MobileNet performans karşılaştırması sonuçları	48

HARİTA DİZİNİ

Harita

Sayfa

Harita 1.1. Türkiye güneş enerjisi potansiyeli (Ekolojist, 2017)	3
--	---



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1.1. Türkiye'nin aylara göre güneşlenme süresi (Ünlütürk, 2019).....	4
Şekil 1.2. Yıllara göre Türkiye'de kurulan fotovoltaik güneş panel sistemleri (Enerji, 2022).....	4
Şekil 1.3. Yıllık Türkiye fotovoltaik güneş panelleri ile elektrik enerjisi üretimi payı (Enerji, 2022).....	5
Şekil 1.4. Yıllara göre dünyada kurulan fotovoltaik sistemler (Enerjiportalı, 2020) ..	5
Şekil 2.1. Yenilebilir enerji kaynakları (Ekolojist, 2018).....	18
Şekil 2.2. Yenilenebilir enerji çeşitleri (Sigmaenerji, 2022)	20
Şekil 2.3. Jeotermal enerji ile elektrik üretimi (Karfo-Endüstriyel, 2022)	22
Şekil 2.4. Dalga enerjisi ile elektrik üretimi (Şatıroğlu, 2022).....	24
Şekil 2.5. Paul la Cour'un yapmış olduğu yel değirmeni (Çeyrekmühendis, 2018) ...	25
Şekil 3.1. Örnek güneş paneli kirlenme görüntüsü veri seti	29
Şekil 3.2. Veri setinden kırılmış görüntüler	30
Şekil 3.3. Fotovoltaik güneş panelleri (Tubitak, 2021).....	31
Şekil 3.4. Fotovoltaik panel çalışma mantığı (enerjisistemlerimuhendisligi, 2022)....	32
Şekil 3.5. Fotovoltaik güneş pil çeşitleri (Özbey, 2018).....	32
Şekil 3.6. Yüz tanıma problemi başarı oranları (Kutlu, 2019).....	37
Şekil 3.7. Google caloboratory platform arayüzü	41
Şekil 3.8. Önerilen iş için akış şeması.	42
Şekil 4.1. NasnetLarge algoritma sonucunu ekran yazdıran python kodları	45
Şekil 4.2. MobileNet algoritması sonucunu ekrana yazdıran python kodları.....	46
Şekil 4.3. MobileNet'in karışıklık matrisi	49
Şekil 4.4. NasnetLarge modelinin karışıklık matrisi	50
Şekil 4.5. Eğitim ve doğruluk grafiği (Towardsdatascience, 2019)	51

Şekil	Sayfa
Şekil 4.6. NasnetLarge doğruluk performansı	52
Şekil 4.7. MobileNet doğruluk performansı	53



1. GİRİŞ

Sanayi devrimiyle insanların yaşamı değişti. Özellikle yaşamak ile ilgili olan yeme, barınma, seyahat gibi birçok alanda daha kolaylıklar sanayi devrimi ile gerçekleşti. Devletlerin ekonomik alandaki hedefleri sanayi devrimi ile hızla ilerledi ve dünyada bir rekabet ortamı oluşturdu. Üretilen ürünler rekabet ortamını artırdı. Üretilen ürünler arttıkça enerji ihtiyacı da bir o kadar arttı. Devletler ihtiyaç olan enerjiyi fosil yakıtlar ile elde ettiğinden dolayı bu fosil yakıtları her devlet kendi topraklarında bulmada zorlanmaktadır. Devletlerin kaynakları fosil yakıtlar bakımından zengin değilse bu fosil yakıtları başka devletlerden almaktadırlar. Fosil yakıtlar Dünya’da belli bölgelerde olduğu için diğer devletler için enerji üretiminde dışa bağımlılık ortaya çıkmaktadır. (Dışkaya, 2017).

Fosil yakıtların her bölgede olamaması, kaynakların giderek azalması ve ayrıca küresel ısınmaya çok fazla etki etmelerinden dolayı ülkelerin enerji politikalarını değiştirmelerine sebep olmuştur. Daha temiz bir gelecek için fosil yakıtlardan vazgeçip kendi enerjilerini üretirken çevreye zarar vermeden elde etmeyi hedeflemişlerdir. (Deringöl, 2020). Yapılan araştırmalar sonucunda da yenilenebilir enerjinin hem çevreye zararsız hem de ülkelerin dışa bağımlılığını azalttı için en büyük tercih sebebidir.

Diğer bir ifadeyle, dünya üzerinde artan nüfus, kırsaldan kentlere yapılan göçler, sanayileşme, teknolojinin gelişmesi ve yaygınlaşması, refah artışı ile ilişkili olarak enerji tüketiminin artması, enerji tüketiminin mümkün olduğunca en düşük seviyede tutulmasını, en tasarruflu ve verimli bir şekilde tüketilmesini gerektirmekle birlikte yeni alternatif enerji kaynakları üzerine dikkatleri çekmektedir. (Havan, 2017). Bu alternatif enerji kaynağı yenilenebilir enerjidir. Yenilenebilir enerjiye aslında evrende var olan enerjinin yön değiştirmesi diyebiliriz.

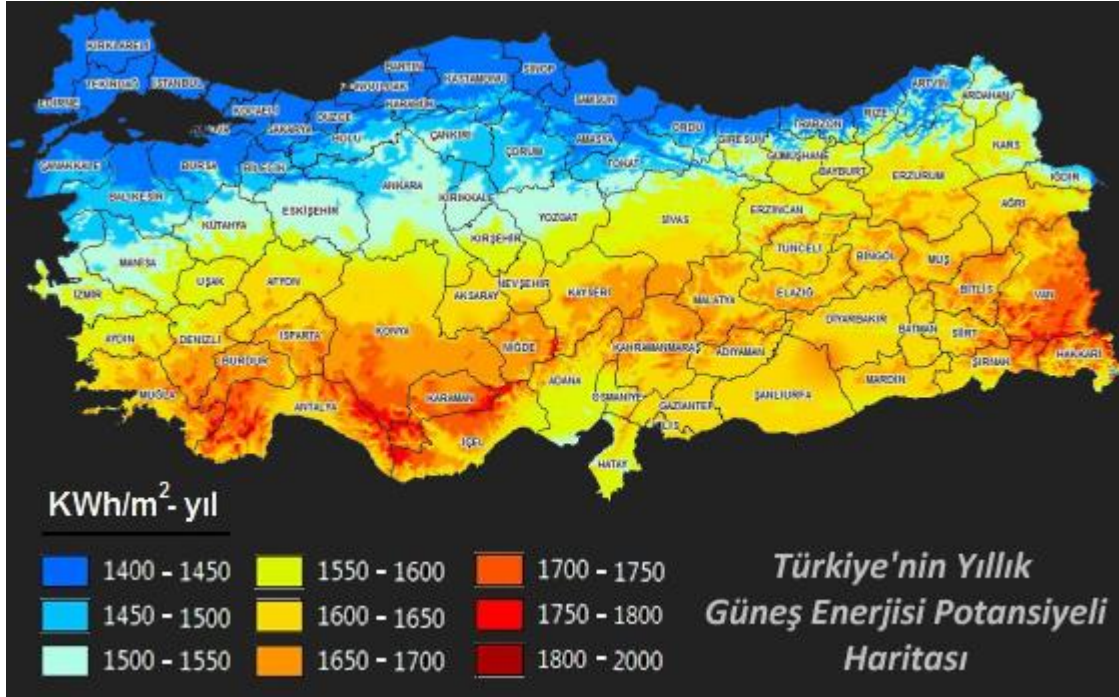
Gelişen teknoloji sayesinde sanayideki ve dünyanın refah düzeyinin artması, dünya nüfusunun artması ile enerjiye olan ihtiyaçta arttı. Gelişen teknoloji ile insan hayatının her alanında insanların refah düzeyi artmıştır. Gündelik hayatta birçok alanda enerjiye ihtiyaç duyulmaktadır. İhtiyaç olan enerjiyi mekanik, elektrik, ısı, kimyasal, nükleer olmak üzere çeşitli kaynaklardan enerji üretimi yapılmaktadır. Kaynaklarına göre enerji yenilenebilir ve yenilenemez olmak üzere iki sınıfa ayrılmaktadır. Yenilenemeyen enerji kaynakları dünya

üzerinde belirli alanlarda bulunmaktadır. Yenilenemeyen enerji kaynakları olmayan devletler enerji ihtiyacını karşılamak için yeni enerji kaynakları arayışlara başlamışlardır. Bu arayışların neticesinde yenilenemeyen enerji kaynakları yerine yenilenebilir enerji kaynaklarını keşfederek sürekliliği olan güneş, rüzgâr, su, jeotermal, biyokütle, dalga gibi birçok yenilenebilir enerji kaynağını kullanmaktadırlar. (Koç ve Kaya, 2015).

Yenilenebilir enerji kaynaklarından olan güneş enerjisi, güneşten gelen ışınların güneş (fotovoltaik) panelleri kullanılarak elektrik enerjisine dönüştürülmesine denir. Kurulan güneş panelleri sayesinde çok fazla kontrole ihtiyaç duymadan güneşin doğması ile enerji üretimine başlayarak güneşin batımına kadar güneş panellerinin içerisinde bulunan fotoseller sayesinde ısı enerjisini elektrik enerjisine dönüştürür. (Deringöl, 2020).

Teknolojinin gelişmesi ile insanlar gibi varlıkları tanıyan ve algılayan yapay zekâya sahip bilgisayarlar üretilmektedir. Derin öğrenme insanlar gibi karar verebilen bilgisayarlar olarak da tanımlanabilir. Derin öğrenmede öncelikle bilgisayarlara öğretilen durumlar (transfer öğrenme) olmalıdır ve bu öğretilen durumlara benzeyen başka durumlar ile karşılaşan bilgisayarların kullandıkları transfer öğrenme algoritmalar sayesinde tahminler yürütülmesidir. Görüntü işlemede ise eldeki problemin fotoğraflarının işlenmesi sonucu derin öğrenme algoritmaları kullanılarak sonuçları tahmin etmedir. (Kutlu, 2019).

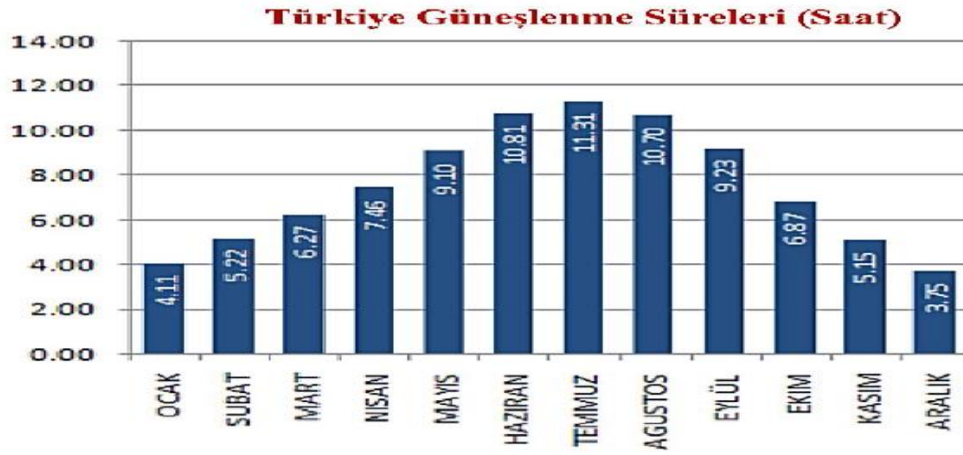
Coğrafi yapısı itibari ile ülkemiz Akdeniz kuşağında yer almaktadır. Akdeniz kuşağı ekvatora yakın olduğu için güneş alışı açısı ve süresi iyi durumdadır. Yenilenebilir enerji kaynağı bakımından faydalanması için ülkemizin Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın yapmış olduğu araştırmada Türkiye güneş enerji potansiyelinin çok iyi olduğu bilinmektedir. Ülkemizin yıllık güneş alma süresi 2.741 saat ölçülmüştür. Günlük güneş alma süresi 8 saat olarak alınmıştır. Yıllık güneşten elde edilen enerji ise 1.527kWh/m² olarak hesaplanmıştır. (Ünlütürk, 2019).



Harita 1.1 Türkiye güneş enerjisi potansiyeli (Ekolojist, 2017)

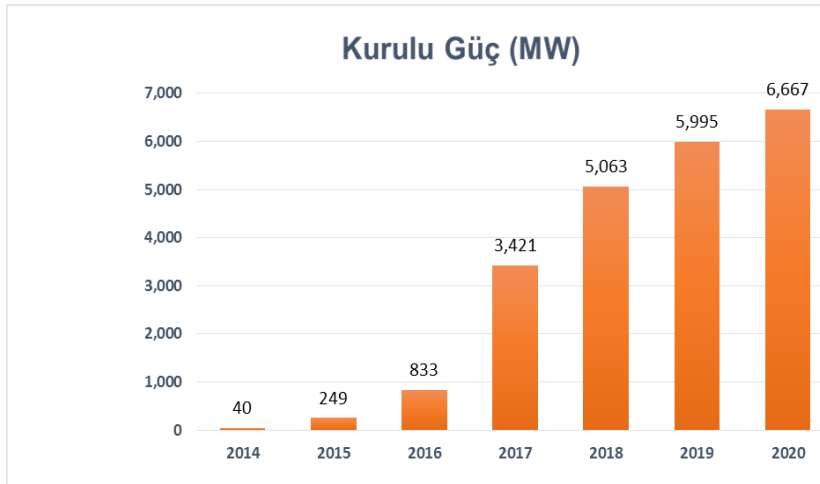
Harita 1.1'e bakıldığında ülkemizin büyük bir bölümü güneş enerjisi potansiyelinin yıl içinde 1400 kwh/m^2 - 1800 kwh/m^2 arasında olduğu görülmektedir. Türkiye'nin coğrafik olarak dünya üzerinde ekvator'a yakın olması günlük güneş alma süresinin ve güneş açısının güneş panelleri kurulumu için uygun olduğu gözlenmektedir. İç Anadolu, Güneydoğu Anadolu ve Doğu Anadolu bölgelerine güneş panel sistemleri kurulabilir.

Aylara göre güneş alma süresi açısından incelendiğinde ise ortalama yine güneş alma süresi aralık ayında en düşük 3,75 saat, ilk bahar ve son bahar aylarında 5-9 saat, haziran, temmuz ve ağustos aylarında 10 saat üzeri olduğu Şekil 1.1'de görünmektedir.

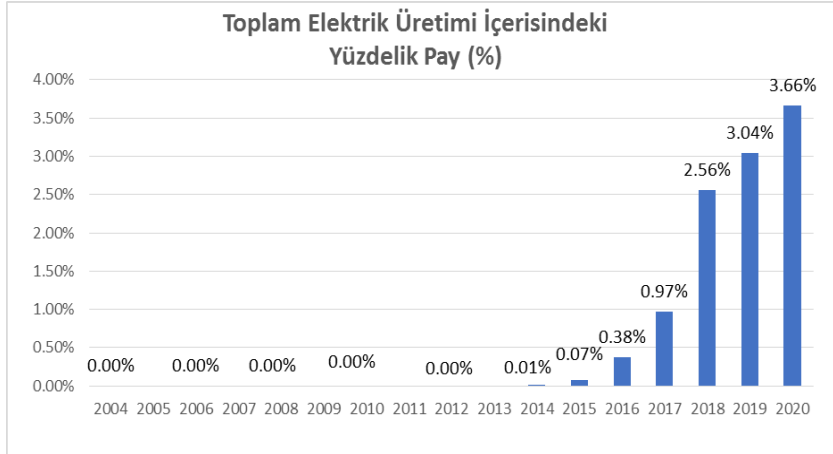


Şekil 1.1. Türkiye'nin aylara göre güneşlenme süresi (Ünlütürk, 2019)

Yenilenebilir enerji kaynaklarının gelişimi ile ülkemizde yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen enerji geçtiğimiz yıllara göre artmaktadır. İç Anadolu ve Ege bölgelerinde kurulan fotovoltaik güneş panelleri ile elektrik üretimi yapılmaktadır. Şekil 1.2'de görüldüğü üzere Türkiye'nin güneş enerjisinden ürettiği elektrik enerjisi yıllara göre 2014 yılında 40 BW, 2020 yılında ise 6,667 MW ile büyük bir artış gerçekleşmiştir. (Ünlütürk, 2019).

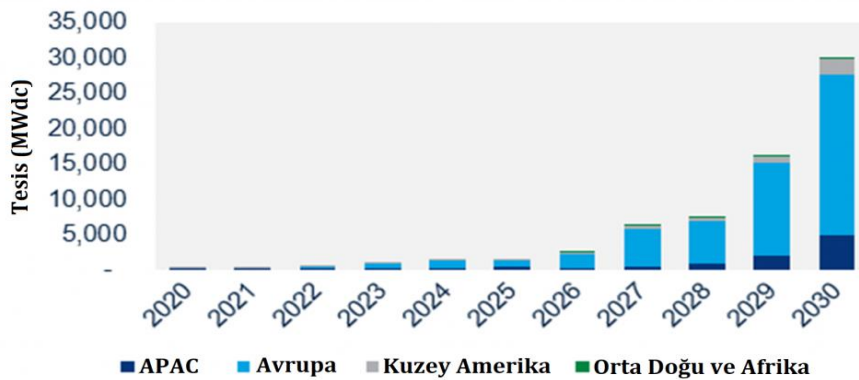


Şekil 1.2. Yıllara göre Türkiye'de kurulan fotovoltaik güneş panel sistemleri (Enerji, 2022)



Şekil 1.3.Yıllık Türkiye fotovoltaik güneş panelleri ile elektrik enerjisi üretimi payı (Enerji, 2022)

Güneş enerjisinden üretim yapılabilmesi için gerekli olan fotovoltaik sistemlerin kurulum maliyeti yüksektir. Türkiye’de güneş enerji sistemi kendisini 4 veya 16 yıl içerisinde kurulan sistem kendini amorti edebilir. Bu süreler güneş panellerinin kurulduğu bölgedeki güneş alma süresine göre değişmektedir. Üretilen enerji, güç açısından düşük olsa da kurulan santraller uzun yıllar kullanılmaktadır. Yine işletmenin kontrolünün kolay ve düşük maliyetli olması fotovoltaik sistemlerin kurulumunu artırmaktadır. (Saidan ve ark., 2016). Yine güneş enerjisinin karşılıksız olması, yenilenebilir enerji olması avantajlarından dolayı dünya üzerindeki tüm ülkelerin ilgisini çekmektedir. Ülkeler fotovoltaik sistemler üzerinde ar-ge çalışmaları yapmaktadırlar. (Menoufi ve ark., 2017).



Şekil 1.4. Yıllara göre dünyada kurulan fotovoltaik sistemler (Enerjiportalı, 2020)

Dünya üzerinde güneş enerjisinden faydalanan ülkeler genellikle ekvatora yakın olduğu için bu bölgeler genellikle çöl iklimi görülmektedir. Çöl ikliminden dolayı çok fazla kum

fırtınaları olmaktadır. Kum fırtınaları fotovoltaik sistemlerin enerji üretimini olumsuz etkilemektedir. (Saidan ve ark., 2016). Arap yarımadasında kurulu olan fotovoltaik sistemlerin 6 ay boyunca incelenmesi sonucunda kum fırtınaları ve kirlilikten dolayı enerji üretiminde % 40 kayıplar görülmektedir. (Said, 1990). Fotovoltaik sistemler üzerine Tayland'daki bir araştırmada tozun paneldeki üretime etkisi %11 olduğu gözlemlenmiştir. (Mastekbayev ve Kumar, 2000). İran'da yapılan bir araştırmada ise Tahran da kurulu olan fotovoltaik paneller üzerinde olumsuz hava koşulları sebebiyle enerji üretiminde %60 bir kayıp olduğu gözlemlenmiştir. (Asl-Soleimani ve ark., 2001). Afrika kıtasının kuzeyinde bulunan Mısır'da yapılan araştırmada kurulu olan fotovoltaik sistemin 6 ay gözlemlenmesi sonucunda fotovoltaik panellerde olumsuz hava koşulları sebebiyle üretimde %33.5 - %65.8 arasında düşüş tespit edilmiştir. (Hassan ve ark., 2005). Katar'da yapılan bir araştırmada ise fotovoltaik sistemler üzerinde 100 günlük incelemede toz ve kir nedeniyle üretimde %10'luk bir azalma tespit edilmiştir. (Touti ve ark., 2013). Uzak doğu ülkesi olan Endonezya'nın Surabaya şehrinde yapılan araştırmada fotovoltaik sistemler üzerinde 1 ile 4 hafta arasında olumsuz hava koşullarına maruz kalan panellerin enerji üretiminde %10.8 kayıplar gözlemlenmiştir. (Ramli ve ark., 2016).

Yapmış olduğumuz bu tez çalışmasında yenilenebilir enerji kaynaklarından olan güneş enerjisi kullanılarak güneş panellerinden üretilen elektrik enerjisinin kaybının en az düzeyde olması için derin öğrenme yönteminde görüntü işleme kullanılarak hava şartları sebebiyle üzeri kirlenen güneş panellerinin kirliliklerinin sınıflandırılması ile ilgili birimlere aktararak elektrik enerjisi üretiminin en yüksek düzeyde olması hedeflenmiştir. Kirlenen güneş panellerinin fotoğraflarından oluşan veri seti Google firmasının tüm kullanıcılara izin verdiği Colab platformunu kullanılarak derin öğrenme algoritmalarından NasnetLarge ve MobilNet kullanılarak kirlilik sınıflandırma analizleri yapılmıştır.

2 bölümde yenilenebilir enerji kaynakları hakkında bilgi verilmiştir. 3 bölümde materyal ve yöntemler hakkında bilgi verilmiştir. 4 bölümde bulgular ve tartışma, 5 bölümde sonuçlar ve öneriler hakkında bilgi verilmiştir. Ayrıca alandaki çalışmaların ne yöne doğru gittiği hakkında bilgi sunulmuştur.

1.1. Literatür Taraması

Doruk'un yaptığı araştırmada kompozitlerdeki hasar teşhisi için akustik emisyon (AE) sınıflandırmasında derin öğrenmenin uygulanması ile yapay sinir ağlarını kullanarak kompozit plak üzerindeki etkilerini incelemiştir. (Doruk,2021).

Altaee'in yaptığı araştırmada fotovoltaiik güneş panellerinin üzerinde verim ve güç değerlendirmesi ile elektronik kontrol ünitesi tesisi üzerinde araştırma yapmıştır. Sistemin uygunluğu için düşük maliyetle yüksek verim elde edilmiştir. (Altaee, 2021).

Pierdicca ve ekibinin yapmış oldukları çalışmada fotovoltaiik güneş panellerindeki arızaların tespiti için derin öğrenme metodunu kullanmışlardır. Derin öğrenme metodu olarak derin öğrenmede konvolsüyon sinir ağlarından yararlanmışlardır. Derin öğrenme algoritması olarak VGG-16'yı kullanmışlardır. Sonuç olarak %70 başarı elde etmişlerdir. Bu çalışma ile "Fotovoltaiik Görüntü seti oluşturulmuştur". Bu çalışma için insansız hava araçlarından yararlanılmıştır. (Pierdicca, R., vd.,2018).

Carletti ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada arızalı güneş panellerinin hasar tespiti için model tabanlı bir yaklaşım geliştirmişlerdir. Geliştirilen bu model ile görüntünün renk bilgilerinden tesisin içindeki güneş panellerinin tespit yapılmıştır. Değişen hava ve aydınlatma koşullarına göre tespitlerde değişiklik görülebilmektedir. Hasarlı güneş panellerinin tespiti için küresel sıcak nokta algılama tekniğinden faydalanılmıştır. Sıcaklık farkı olan panel bölgelerinin içinde düşük sıcaklık sonucu tespit edilen arızalı panelleri tespit eden algoritmalar geliştirmişlerdir. (Carletti, V., vd.,2020).

Al-Ammri ve arkadaşlarının Bağdat'ta yaptıkları çalışmada fotovoltaiik panellerin üzerindeki tozun ve kirliliğin fotovoltaiik panellerin enerji üretimdeki olumsuz etkilerini incelemişlerdir. İncelemeye alınan bu paneller yer seviyesinden 26 metre yüksekliktedir. Fotovoltaiik paneller 100x büyütme yapabilen özel bir mikroskopla incelenmiştir. Ayrıca fotovoltaiik panellerin üzerindeki biriken toz ve kirliliğin sebebi, boyutu, çeşitliliği incelenmiştir. Sonuçta kirliliğe sebep olan toz parçacıklarının morfolojisi düzensiz biçimlere sahiptir. Çoğu rafinerilerden gelen karbon bazlı kimyasallardır, kurulu olan güneş panelinde büyük bir kirliliğe neden olur.(Al-Ammri ve ark., 2013).

Kawamoto ve Shibata'nın yaptıkları çalışmada fotovoltaik paneller üzerindeki toz ve kirliliğin temizlenmesi için geliştirdikleri bir temizleme sistemi ile üretilen enerjinin arttığı gözlemlenmiştir. Geliştirilen sistem ile üretim kalitesi %90 artmıştır. Güneş panelinin üzerindeki kumun temizlenmesi için elektrostatik kuvvetli temizleme düzeneği kuruldu. Bu düzeneğin çalışma mantığı ise panel cam kapağın içine gömülü paralel tel vasıtası ile elektronlara tek fazlı yüksek gerilim uygulanarak cam yüzeye yapışan kumun %90'nı temizlendi. Geliştirilen sistemin enerji tüketimi çok küçüktür. (Kawamoto ve Shibata, 2015).

Kaycı'nın yaptığı araştırmada güneş panellerinin dört rotorlu iha kullanılarak termografi yöntemiyle derin öğrenme tabanlı hata tespit ve teşhisi yapabilmesi için termal görüntüsü ile oluşturulan veri seti Yolov3 derin öğrenme algoritması kullanılarak başarılı sonuçlar elde edilmişti. r(Kaycı, 2021).

Chamaria ve arkadaşlarının 2014 yılında yaptıkları çalışmada güneş panellerinin üzerinde biriken toz parçacıklarının enerji üretimini olumsuz etkilediği gözlemlenmiştir. Fotovoltaik panellerin üzerindeki tozun yüzeyi kaplaması sonucu fotovoltaik panellerin içindeki fotosel hücrelerine ulaşan güneş ışığının çok azaldığı gözlemlenmiştir. Fotovoltaik panellerin üzerindeki kirliliğin ve tozun güneş ışığının kalitesini nasıl etkilediği incelenmiştir. Ayrıca üretilen enerjideki kayıplarda kWh cinsinden gözlemlenmiştir. (Chamaria ve ark., 2014).

Saidan ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada toz ve kirliliğin fotovoltaik panellerdeki fotosel hücrelerini nasıl etkilediğini ve bu etkilenmeden dolayı üretilen enerjideki kayıplar üzerine bir inceleme yapmışlardır. Bu kayıpların ölçülebilmesi için deney ortamı oluşturularak ölçümler gerçekleştirilmiştir. Bu deneyde aylık, haftalık ve günlük olarak ölçüm yapılmıştır. Deneyde toza ve kire maruz bırakılan fotovoltaik panellerin üzerindeki üretim kayıpları aylık %18,74, haftalık %11.8 ve günlük %6.24 olarak ölçülmüştür. (Saidan ve ark., 2016).

Kabadayı'nın güneş panellerinde güneş ile gölge arasındaki oranların verimlilik üzerine etkileri ve analizi araştırmasında simülasyonu kurulan güneş odasının deney sonuçlarının güneş panelleri üzerindeki etkileri araştırılmış ve net sonuçlar elde edilmiştir. (Kabadayı, 2020).

Atay'ın çatı tipi güneş panellerinin verimini etkileyen çevresel parametrelerin incelenmesi araştırmasında güneş alım süresi ile doğru orantılı olduğu gözlenmiştir. Üretimin azalması hakkında 3 bölüm halinde sonuçlar elde edilmiştir. (Atay, 2020).

Kurşun'un Samsun koşullarında doğal toz birikiminin güneş panellerinin verimliliğine etkisi ile ilgili araştırmasında doğal tozun güneş panelleri üzerindeki etkisi ve güneş açılarının da güneş panellerindeki enerji üretimi üzerindeki etkileri üzerinde kesin sonuçlar elde etmiştir. Haftanın belirli günlerinde paneller üzerine düşen ışık sonucunda temiz ve kirli olan panellerin akım-gerilim ve güç çıkış incelemelerinden akım da 8.89 amper, gerilim de 30,3 volt ve güç de 34.3 kw/h kayıplar gözlemlenmiştir. (Kurşun, 2019).

Alshehri ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada kurak iklim olan bölgelerde kurulu olan fotovoltaiik panellerin üzerinde biriken toz ve kirlilik üzerinde incelemeler yapmışlardır. Kurak bölgelerde oluşan toz ve kirliliğin fotovoltaiik paneller üzerinde üretime olan zararlarını incelemişlerdir. Yaptıkları çalışmada fotovoltaiik paneller üzerindeki kirliliğin temizlenebilmesi için temizleme ekipmanları üretilerek enerji üretimine olumlu katkı sağlayacağını belirtmişlerdir. Temizleme yapabilmek için kategoriler oluşturmuşlardır. (Alshehri ve ark., 2014).

Al Hanai ve arkadaşlarının Birleşik Arap Emirlikleri'nde yaptığı çalışmada, güneş panellerinin bir ay boyunca doğal çevre koşullarını kayıt altına almışlardır.. Bir ayın sonunda güneş panellerinin üretim güç çıkışında %13 e yakın azalma gözlemlenildi. (Hanai, 2011).

F. Mejia, J. Kleissl ve J. L. Bosch'un birlikte yaptıkları çalışmada 84 kW lik ticari amaçlı kurulu bir santralin doğal çevre sebebi ile oluşan kirlilik nedeniyle üretim kayıplarını kayıt altına aldılar. Güneş panelinin çevresinde bulunan bir hava gözlem istasyonundaki kayıtlardan alınan verilerden yararlanarak yağmur ve güneşlenme ile ilgili verileri kullandılar. Kirlenmeden dolayı bir gün üretim veriminde % 0.21 düşüş gözlemlenildi. Yaz döneminde 108 günlük yağmur yağmayan dönem süresince verimi % 5,6 'dan % 7,2'e yükseldiği gözlemlendi. Tekrar yağmurların başlaması ile verimin tekrar % 7,1 indiğini gözlemlenmiştir. (Mejia, 2014).

Maghami ve arkadaşları fotovoltaik panellerin çevre şartları sebebiyle kirlenmenin ortaya çıkardığı güç kaybının tespitinin, verimliliğinin ve güç kaybının azalmasına neden olan önemli sebepleri gözden geçirip değerlendirmek amacıyla bir araştırma yapmışlardır. Çalışmada kirlilik nedeniyle oluşan gölgeleme, hava kirliliği ve az gölgelendirmeden elde edilen sonuçlar ile çok gölgeleme olmak üzere iki bölüme ayırarak güneş panellerinin çıkış akımı ve gerilim üzerindeki etkileri incelemişlerdir. (Maghami, 2016).

Ahmed ve arkadaşların yaptığı çalışmada kirliliğin güneş panellerinin verimi üzerindeki etkisini kayıt altına almışlardır. Çevre şartlarının derinlemesine incelenmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Çevre şartları olarak kirlilik, iklim şartlarının üretimi olumsuz etkilediğini belirterek performansın düştüğünü söylemişlerdir. (Ahmed ve ark., 2013).

Qasem'in çalışmasında kirliliğin güneş panellerindeki enerji üretimindeki olumsuz etkilerini araştırmışlardır. Kirlilik olarak tozun etkisinde kalan güneş panellerinin kullanım sürelerinde de azalma olmadığını tespit etmiştir. Kirlilik nedeniyle toz miktarı az olan panellerde üretilen enerjide % 14.8 iken toz miktarı çok olan panellerde ise kayıp %19.4 olarak tespit etmiştir. (Qasem, 2013).

Appels ve arkadaşları yaptığı çalışmada, Belçika'da güneş panellerine etki eden toz sorunu hakkında incelemeler yapmışlardır. Tozun güneş panellerindeki enerji üretimini olumsuz etkilediğini gözlemlemişlerdir. Ayrıca 35 derece sıcaklıkta hava şartları sebebiyle yağmur yağması esnasında enerji üretiminde % 3 azalma tespit edilmiştir. Yağan yağmurun güneş panellerini temizlediği tespit edilmiştir. (Appels, 2013).

Shafiqur ve Al-Emin tarafından yapılan çalışmada Suudi Arabistan çevre koşulları dikkate alınarak 5.28 kW'lık izole bir tesis için toz ve sıcaklık etkisini araştırdılar. Yüzey sıcaklığı ve tozun artmasıyla birlikte sistem performansında azalma olduğunu tespit ettiler. Temmuz ve ağustos aylarda yüksek sıcaklık sebebiyle üretimde azalma olduğu tespit edilmiştir. (Rehman, ve El-Amin, 2012).

Sancar'ın yaptığı çalışmada güneş panelinin verimliliğine etki eden sebepleri araştırmıştır. Güneş panelindeki üretim kaynaklı kayıplar olarak ısı, rüzgâr, nem ve güneş süreleri olarak inceleme yapmıştır. (Sancar, 2018).

Dişli'nin yaptığı araştırmada güneş panellerindeki toz yoğunluğunun görüntü işleme ile tespit etmiştir. Görüntü işleme olarak 4 aşamada incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar tablo ve grafikler ile gösterilmiş ve ilişkiler belirtilmiştir. Sonuç olarak kirlilik etkisi ve kirlilik oranı arasında doğru orantılı bir artış gözlemlenmiştir.(Dişli,2018).

Ovuz'un Kırıkkale ili iklim şartlarında polikristal güneş panellerinin üretim verimliliği üzerindeki etkisi hakkında inceleme yapmıştır. Sonuçlara göre 2017 yılı Aralık ayında çevre şartları sebebiyle üretim %2.65 düşmüş; 2017 yılı Temmuz ayında ise %12.55 azalmıştır. Kırıkkale için sıcaklık da üretimde etkili olduğunu gözlemlemiştir. (Ovuz, 2018).

Narimane ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada fotovoltaiik panellerin enerji üretimini etkileyen en büyük sebebin kirlilik olduğunu gözlemlemiştir. Kirliliğin nedenlerini ve enerji üretimini etkileyen sebepleri araştırmak için deneysel bir ortam oluşturulmuştur. Deney ortamında temiz ve kirli fotovoltaiik paneller üzerinde araştırmalar sonucunda kirliliğin enerji üretimini olumsuz etkilediğini gözlemlemiştir. (Narimane ve ark., 2018).

Salari ve Hakkaki-Fard'ın yaptıkları çalışmada güneş panellerinin üzerindeki kirliliğin enerji üretimine olan etkilerini incelemiştir. Deney ortamında güneş panelleri kirliliğe maruz bırakılarak sonuçlar elde edilmiştir. Kirlilik seviyesi 0 g/ m² den 8 g/m² çıkarılmasıyla enerji üretiminde %26.36 azaldığı gözlemlenmiştir. Kirlilik kriterleri olarak güneş ışığının kalitesi, deney ortam sıcaklığı kullanılmıştır. (Salari ve Hakkaki-Fard, 2019).

Ramli ve arkadaşlarının Endonezya'nın Subaraya şehrinde yaptıkları çalışmada fotovoltaiik paneller üzerinde enerji üretimindeki kayıpları incelemek için araştırma yapmışlardır. Deney ortamı için oluşturulan paneller normal çevresel faktörlere maruz bırakılarak deney sonucunda gerekli ölçümler yapılmıştır. Deneyde kullanılmak üzere geliştirilen mikrodenetleyici kontrol cihazı sayesinde sıcaklık, nem ve üretilen enerji gücü sonuçları ölçülmüştür. Deney sonucunda temiz panel yüzeyi ile kirli panel yüzeyi arasında enerji üretim farkı % 3.6 olduğu gözlemlenmiştir. Kirliliğin sebeplerinden olan tozun panel üzerindeki etkileri ortalama dört hafta gözlemlenmiştir. Dört hafta sonucunda kirli panel % 52.24 nemde, enerji üretimi % 10.8 azaldığı gözlemlenmiştir. Yine kirli panel yağmurlu hava koşullarında % 76.32 nemde, enerji üretiminin % 40 azaldığı gözlemlenmiştir.

Bulutlu hava koşulları baz alındığında % 60.45 nemde, enerji üretiminde % 45 azalma gözlemlenmiştir. (Ramli ve ark., 2016).

GafoorHaddad ve Dhaouadi'nin yaptıkları çalışmada bulundukları yerel bölgede fotovoltaik paneller üzerindeki güneş ışıyım kalitesi, günlük sıcaklık dereceleri ve kirlilik nedenleri incelemişlerdir. Güneş panellerinin kirliliğinin tahmini için zamana göre değişen kirlilik için Poisson dağılımını kullanarak sayısal bir formül elde etmişlerdir. Bu formül ile fotovoltaik paneller üzerindeki kirlilik tahmini ile üretilen enerjinin artırılabilceği sonucunu ön görmüşlerdir. (GafoorHaddad ve Dhaouadi, 2018).

Hammoud ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada ortadoğu ülkesi olan Lüban'ın Zahrani şehrinde fotovoltaik panel sistemleri üzerinde kirliliğin enerji üretimine olan etkileri incelenmiştir. Güneş panelleri yaz döneminde 15 Haziran ile 30 Eylül tarihleri arasında belirlenen tarihler arasında temizlenmişlerdir. Bu deney sonucunda güneş panellerindeki enerji üretiminde % 32.77'lik bir artış tespit edilmiştir. (Hammoud ve ark., 2018).

Turhan Cer'in yaptığı araştırmada gölgeleme bileşeni olarak kullanılan fotovoltaik panellerin enerji etkinliğinin değerlendirilmesi ile Türkiye genelindeki iller göz önünde bulundurularak güneş açılarının ve gölgenin fotovoltaik sistemler üzerindeki incelemeler doğrultusunda güneşin ışığının iyi olduğu İzmir'de üretim yüksek iken gölgenin çok, güneş ışığının az olduğu il Erzurum'da üretimin düşük çıktığı gözlemlenmiştir. (Cer, 2015).

Gaglia ve arkadaşlarının Yunanistan'ın Atina şehrinde yaptıkları çalışmada ise fotovoltaik panelleri yaz ve kış dönemlerini deneysel ortamda incelemişlerdir. Oluşturulan açık hava deney ortamında gerekli ölçümler ile enerji üretimine olan etkilerini araştırmışlardır. Yıllık olarak ölçümler sonucunda kış aylarında % 18 bir kayıp ölçülmüştür. Yine kış aylarında fotovoltaik panellerin verimliliğinde % 8.7 kayıp ölçülmüştür. (Gaglia ve ark., 2017).

Sulaiman ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada ise Malezya'da fotovoltaik paneller üzerindeki toz ve kirliliğin fotovoltaik paneller üzerine gelen güneş ışığının verimini düşürdüğü ve üretilen enerjinin toz ve kirlilik sebebiyle performansının çok düşük olduğunu gözlemlemişlerdir. Güneş ışığının, kirlilik sebebiyle ışık kalitesi, üretilen enerji gücü, biriken tozlar üzerine araştırmalar yapılmıştır. Bu araştırmalar aylık, haftalık, günlük

ve saatlik olarak ölçülmüştür. Çalışma sonucunda üretilen enerjide % 6 kayıp ölçülmüştür. (Sulaiman ve ark., 2015).

Kazem ve arkadaşlarının Umman'da yaptıkları çalışmada fotovoltaik paneller üzerindeki kirliliğin fotovoltaik panellerin üzerindeki camın yüzeyinin saydamlığının azalması sebebiyle üretimin azaldığını belirtmişlerdir. Fotovoltaik panellerdeki bu kirliliğin sebebindeki tozun rüzgârlar nedeniyle oluştuğunu belirtmişlerdir. Rüzgârlar sebebiyle oluşan tozlar yapısı itibari ağırlığı, parçacık boyutu gibi birçok alanda incelemeler yapmışlardır. Araştırmada ayrıca tozun üretime olan etkisi incelenmiştir. Araştırmada Umman'ın kuzeyindeki fotovoltaik paneller 3 aylık dönemde incelenerek sonuçlar kayıt altına alınmıştır. Toz parçacıklarının fiziksel boyutları hakkında bilgiler kayıt altına alınmıştır. Kirlilik sebebiyle diğer komşu ülkelerden üretim kaybı % 005 olduğu gözlemlenmiştir. Yine ölçümler sonucunda fotovoltaik panellerin enerji üretiminde % 35-% 40 kayıp ölçülmüştür. (Kazem ve ark., 2016).

Guan ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada fotovoltaik panellerin üzerine düşen sıcaklığın enerji üretimine olan etkisi, güneş ışığının geliş açısına ve çevresel faktörlere uygun bir deney ortamı oluşturularak ölçümler yapmışlardır. Çevresel faktörler sebebiyle oluşan kirliliğin fotovoltaik paneller üzerindeki sıcaklığı düşürdüğü ve enerji üretiminde de kayıplar oluştuğu gözlemlenmiştir. Testlerin sonucunda haftalık kayıp % 20 olarak ölçülmüştür. (Guan ve ark., 2017).

Tanesab ve arkadaşları Endonezya'nın Perth şehrinde iki farklı iklim alanında yaptıkları çalışmada fotovoltaik panellerin bozulmasına sebep olan kirliliği mevsimlere göre incelemişlerdir. Perth şehrinde mevsimlere göre yapılan kirlilik ölçümünde sonbahar ve kış aylarında enerji üretimi yaz aylarındaki enerji üretiminde daha performanslı olduğunu gözlemlemişlerdir. Sonbahar ve kış aylarında fotovoltaik panellerin yaz aylarına göre daha az bozulduğunu gözlemlemişlerdir. Gözlem sonucuna göre fotovoltaik paneller yaz aylarında tozdan oluşan kirlilik nedeniyle daha çabuk bozulduğu gözlemlenmiştir. (Tanesab ve ark., 2017).

Ünlütürk'ün 2019 yılında yaptığı çalışmada fotovoltaik panellerin kirliliğinin tespit edebilmek için deney ortamı oluşturmuştur. Bu çalışmada kullanılmak üzere geliştirilen bir mikrodenetleyici ile kirliliğin enerji üretimine etkisini araştırmıştır. Mikrodenetleyicide

kullanılmak üzere YSA tabanlı bir algoritma tasarlamıştır. Deney ortamı için 60 watt çıkışı olan bir fotovoltaik panel kullanılmıştır. Fotovoltaik panelde temiz ve 3 farklı kirlilik için ölçümler gerçekleştirmiştir. Kirlilik kriterleri olarak az kirli, orta kirli ve çok kirli belirlemişlerdir. Deney sonucunda temiz panelden 19.55 watt, az kirli panelde 16.96 watt, orta kirli panelde 13.99 watt ve çok kirli panelde ise 11.71 watt güç elde etmişlerdir. Fotovoltaik panellerde kirliliğin enerji üretimini olumsuz etkilediği gözlemlenmiştir. Temiz güneş paneli ile çok kirli panel arasında ortalama 7.8 watt enerji kaybı ölçülmüştür. (Ünlütürk, 2019).

Yapılan literatür taramasına göre yenilenebilir enerji kaynaklarından güneş panelleri konusunda birçok alanda makale ve tez çalışması mevcuttur. Güneş panellerindeki kirliliğin üretim üzerindeki etkileri hakkında araştırmalar yapılmıştır. Son yıllarda gelişen teknoloji sayesinde yapay sinir ağlarının gelişmesi ile artık daha fazla derin öğrenme alanında tez ve makale çalışmaları mevcuttur. Derin öğrenme alanındaki algoritmalar kullanılarak yapılacak araştırmalarda derin öğrenme daha fazla tercih edilmektedir. Yapay sinir ağları ve algoritmalar ile oluşturulan veri setleri uygun laboratuvar ortamlarında nihai sonuçlar elde edilmektedir. Ayrıca yenilenebilir enerji kaynakları hakkında yapılan araştırmalar neticesinde birçok makale ve tez çalışması olduğu gözlenmektedir. Küresel ısınma ve çevre kirliliği nedeniyle enerji üretimde kullanılan fosil yakıtlarda kısıtlamaya gidilerek yenilenebilir enerjinin her geçen gün önemi artmaktadır. Daha çevreci bir enerji üretimi için yenilenebilir enerji alanında çokça çalışma yapılmaktadır.

Yapılan tüm araştırmalar incelendiğinde yenilenebilir enerji alanında derin öğrenme yöntemi kullanılmadığı gözlenmektedir. Bu tez çalışmasında yenilenebilir enerji kaynaklarından olan güneş enerjisini kullanılarak güneş panellerindeki üretim miktarındaki hava şartları nedeniyle oluşan aksaklıkları gidermek için fotoğrafları çekilen güneş panellerinden oluşan veri seti üzerinde oluşan kirlilik ve kirlilik oranlarını tespit etmek için derin öğrenme modellerinden olan NasnetLarge ve MobileNet algoritmaları kullanılarak kirlilik tespiti yapılmıştır.

1.2. Araştırmanın Konusu

Dünya var olduğundan beri enerjiye ihtiyaç duyulmaktadır. İnsanların enerjiye hayatının her alanına ihtiyaç duymuştur ve hayatını daha rahat ve kolay yaşayabilmek için enerji

ihtiyacı artmıştır. Sanayi devrimiyle başlayan enerji açığını fosil yakıtlar ile karşılamışlardır. Fosil yakıt kullanımında ilk olarak kömür tercih edilmişlerdir. Petrolün bulunması ile enerji üretiminde en fazla petrol kullanılmıştır. Fosil yakıtların Dünya'nın her bölgesinde bulunmaması nedeniyle insanlar enerji üretiminde başka kaynak arayışına başlamışlardır. Fosil yakıtlar bulunan devletler enerji üretiminde tekelleşmeleri sorun olmaktadır. Fosil yakıtların ayrıca çevreye verdiği zararlardan dolayı çevreci enerji üretim için yeni kaynaklar arama çalışmalarına başladılar. İlk başlarda rüzgâr enerjisinden yararlanılarak yel değirmenleri ile su taşımışlardır. Yine rüzgâr enerjisinden yararlanılarak gemileri rüzgâr enerjisi ile denizlerde hareket ettirmişlerdir. Çevreye en az zarar veren ve tüm dünya tarafından kullanılabilir olan en büyük enerji kaynağı olan güneş, dünya var olduğundan beri hem dünyayı aydınlatmış hemde ısıtmıştır. Dünyanın tüm bölgelerinde bu kaynaktan yararlanılmaktadır. Güneş enerjisinden yararlanabilmek için ilk olarak ısıdan faydalanılmıştır. Güneş panellerinin bulunması ile güneş ışığından elektrik üretimi hem kolay hemde çevreye zararının az olduğundan dolayı çokça tercih edilmektedir. Güneş panelleri elektrik üretimi için güneşin doğmasıyla başlayarak güneşin batımına kadar devam etmektedir. Üretim için sadece panellerin kurulumu ve hattın şebekeye bağlanması yeterlidir. İnsan gücü en az seviyede tutularak enerji üretimi maksimum seviyede olmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarından olan güneş enerjisi, enerji üretiminde büyük bir katkısı vardır. Güneş enerjisi kullanılarak elektrik üretimi için solar güneş panellerinden faydalanılmaktadır. Olumsuz hava şartları nedeniyle solar panellerde oluşan kirlilik sebebiyle üretim kalitesi düşmektedir.

1.3. Araştırmanın Amacı

Büyük alanlara kurulan fotovoltaik panellerin kirlilik kontrolü çok uzun süreceğinden, bu alanların fotoğraflarının çekilerek oluşturulan veri setinin gerekli ayarlamaları yapılarak Google Colab platformunda bulunan derin öğrenme algoritmalarından MobileNet ve NasnetLarge kullanılarak daha önceden Google Drive yüklenen veri setinde kirlilik seviyelerini daha kısa sürede tespit edilerek uygun birimlere bildirilerek enerji üretimindeki aksaklıkların giderilmesi hedeflenmiştir.

1.4. Araştırmanın Önemi

Üretim kalitesi azalan panellerin kısa sürede tespit edilmesi ve temizlenirse enerji üretim kalitesi artacaktır. Üretim kalitesinin artması için panellerin temiz olması gerekmektedir. Paneller büyük alanlarda olduğundan her gün tek tek kontrol edilmesi için zaman ve insan gücüne ihtiyaç vardır. Büyük alanlarda kurulu olan panellerin kontrolü çok zaman kaybına neden olmaktadır. Zaman ve insan ihtiyacını en aza indirmek için derin öğrenme yöntemlerinden görüntü işleme tekniğinden yararlanarak en kısa zamanda kirliliğin tespiti ve sınıflandırılması hedeflenmiştir.



2. YENİLENEBİLİR ENERJİ

Yenilenebilir enerji evrenimizde bulunan doğal kaynakları(güneş, rüzgâr, su, vb.) evrenimize zarar vermeden enerji üretmektir. Fosil yakıtlar bölgesel olduğu için ve çevreye verdiği zararlardan dolayı fosil yakıtlardan(petrol, kömür, vb.) vazgeçilerek yenilenebilir enerjileri daha çok tercih edilmeye başlanmıştır. Fosil yakıtları olmayan ülkeler enerji üretiminde nükleer enerji kullanmaktadır. Nükleer enerji kullanan ülkeler nükleer santrallerinde olası bir patlamada çevreye en fazla zarar veren bir yapıya sahiptir. Yenilenebilir enerji kaynakları dünyanın her bölgesinde çeşitlilik göstermektedir. Bazı bölgelerde güneş enerjisinden faydalanılıyor güneş enerjisinin az olduğu yerlerde rüzgâr enerjisinden yararlanıyor, rüzgâr enerjisinin ve güneş enerjilerinin yeterli olmadığı yerlerde ise jeotermal enerjiden yararlanılmaktadır. Her devlet kendi bölgesinde bulunan yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanarak ürettiği enerji ile dışa bağımlılığı azaltmaktadır. Dışa bağımlılığın azalması olası savaşları da engellemektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artmasıyla doğal çevreye zarar vermemektedir. Ayrıca yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artması ithal enerjiyi azaltıp dışa bağımlılığı azaltarak servet aktarımını ülke dışına değil ülke içine aktararak ülke gelişimine olumlu katkı sağlamaktadır. (Dışkaya, 2017).

Üretilen yeni enerji kaynakları ile ülkelerin dışa bağımlılıkları azalarak dışa bağımlılıkları azalmaktadır. Üretilen enerjinin kaynak çeşitliliği ile daha geniş bir üretim elde edilmektedir. Yenilenebilir enerji denilince dünyada başarılı ülkeler: İngiltere, Fransa ve Almanya enerji üretiminde nükleer santralleri kapatarak yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını artırmıştır. (Planetoscope, 2015). Yenilenebilir enerji kaynakları çevre şartları uygun olan ülkelerde daha hızlı gelişmektedir. Amerika Birleşik Devletleri, Kanada, İngiltere, Norveç, Danimarka ve Hollanda enerji üretim politikalarında değişikliğe giderek enerji tasarrufuna ve yenilenebilir enerji kaynakları kullanımına geçerek enerji dışa bağımlılığını %40 altına indirmişlerdir. (Cirdei, 2014). Yenilenebilir enerji dünya genelinde üretim yapan ülkelerde çeşitlilik göstermektedir. Güneş enerjisinin fazla olduğu ülkelerde güneş panelleri ile enerji üretimi fazla iken rüzgârları fazla olan ülkelerde rüzgâr türbinleri fazla olmaktadır. Denizlerin ve gelgitleri fazla olan ülkelerde de dalga enerjisi kullanılarak enerji üretilmektedir.

Çizelge 2.1. Yenilenebilir enerji kaynakları ve kullanım şekilleri (Süngü, 2020)

Enerji Kaynağı	Enerji Dönüşümü ve Kullanım Şekli
Hidroelektrik	Enerji oluşturma, enerji meydana getirme, enerji üretme
Modern Biyokütle	Isı ve enerji meydana getirme, yakma, gazlaştırma, sindirme, proliz
Jeotermal	Kentsel ısıtma, enerji oluşturma, hidrotermal, kuru sıcak yapı, sera ısıtması, proses ısı temini, merkezi ısıtma \ soğutma
Güneş	Solar ev sistemi, güneş kurutucular, güneş ocakları
Doğrudan Güneş	Fotovoltaik, termal enerji oluşturma, su ısıtıcılar
Rüzgar	Elektrik meydana getirme, rüzgar türbinleri, rüzgar pervaneleri, su pompaları, taşımacılık, şarj sistemleri
Dalga-Gelgit	Tasarım- Baraj, gelgit akışı



Şekil 2.1. Yenilebilir enerji kaynakları (Ekolojist, 2018)

Danimarka dışa bağımlı fosil yakıtlardan elde edilen enerji üretimini son yıllardan itibaren azaltarak yenilenebilir enerji kaynakları ile kendi enerjisini dışa bağımlı enerji üretimini bırakmıştır. Almanya'da kendi ülkesinde bulunan nükleer enerji kaynaklarını azaltarak

yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını artırmış ve gelecekte tamamen nükleer enerjiyi bırakarak sadece yenilenebilir enerji ile ihtiyacını karşılamak üzere hedeflerini oluşturmuştur. Ülkeler yenilenebilir enerji üretimi için ar-ge çalışmalarını artırarak daha fazla enerji üretiminde yenilenebilir enerji tercih etmektedir. Yapılan ar-ge çalışmaları yenilenebilir enerji kaynaklarının daha hızlı gelişmesine yardımcı olmuştur. Son yıllarda kullanılan fosil yakıtların azalması ve çevre kirliliğinin artması ile yenilenebilir enerji kaynaklarının gelişimini olumlu yönde etkilemektedir. (Akova, 2011).

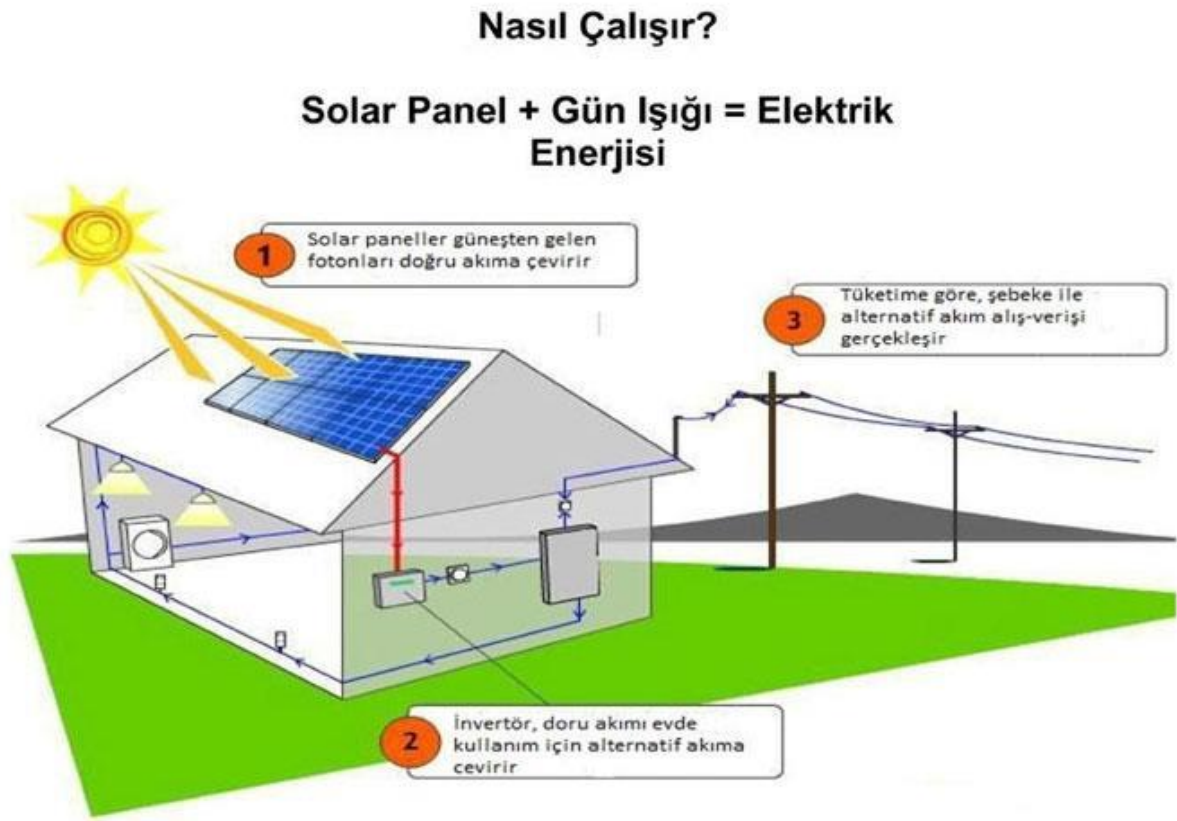
2.1. Güneş Enerjisi

Dünya var olduğundan itibaren su ile birlikte yaşamamıza yardımcı olan yegâne enerji kaynağı olan güneş dünyamızdan yaklaşık olarak 330000 kat büyüktür. Kullanılan fosil yakıtlardan yaklaşık olarak 160 kat büyük bir enerjiye sahiptir. (Çukurçayır ve Sağır, 2008).

Yaklaşık olarak 30 yıldır doğrudan veya dolaylı olarak elektrik enerjisi üretiminde, sıcak su elde edilmesinde, ısınma, sanayide, seraların ısı ile ısıtılmasında gibi birçok konuda temel olarak güneş enerjisinden faydalanılmaktadır. Dünya'nın en büyük enerji kaynağı olan güneş birçok alanda enerji üretiminde insanlara yararlı olmaktadır. (Kılıç, 1998). Teknolojinin gelişimi ile güneş enerjisinden daha fazla yararlanılmaktadır. Son yıllarda güneş enerjisinden elektrik üretmek için güneş panelleri tercih edilmektedir. Güneş panelleri, güneşin çok olduğu verimsiz arazilerde fotovoltaik sistemler kurularak elektrik enerjisi üretilmektedir. (Çukurçayır ve Sağır, 2008).

Verimsiz arazilere kurulan fotovoltaik sistemler sayesinde güneş ışığı aldığı süre boyunca enerji üretimi gerçekleştirilmektedir. Yapısı itibari ile güneş panellerindeki piller; güneşten gelen ışınları direkt olarak panellerin yüzeyine çarptığında bu ısıyı elektrik enerjisine çeviren yarı iletken malzemelerdir. Güneş panellerinin şekilleri dikdörtgen, kare ya da dairesel olabilmektedir. Yüzey alanlarına bakıldığında ise ortalama 100 santimetre yüzey alanı olarak üretilmekte, kalınlıkları ise 0,2- 0,4 milimetre arasında değişmektedir. Çalışma mantığı olarak "fotovoltaik" sistemi esas almaktadır. Güneş ışığının güneş panellerinin üzerine düşmesi ile güneş panelindeki yarı iletken malzemelerin uçlarında gerilim oluşması sebebiyle ışık enerjisi elektrik enerjisine dönüşmektedir. Ülkemiz güneş ışığı açısından zengindir. Güneş panelleri sayesinde ülkemizin de coğrafi konumu dolayısıyla İç Anadolu,

Güneydoğu Anadolu ve Doğu Anadolu bölgelerinde verimiz olan büyük alanlara güneş panelleri kurularak elektrik enerjisi üretimi yapılmaktadır. Güneş enerjisi kullanılarak güneş panellerinden elektrik üretimi insan gücünü en az kullanılarak ve çevreye en az zarar verilerek yapılmaktadır. (Çanka ve Kılıç, 2015).



Şekil 2.2. Yenilenebilir enerji çeşitleri (Sigmaenerji, 2022)

2.2. Biyokütle Enerjisi

Biyokütleden elde edilen enerji canlı organizmaların atıklarının belirli şartlarda çürütülerek elde edilen biyogazdan üretilen enerjidir. Biyokütle çevrede bulunabilirlik, devamlılık, çevre duyarlılığı katkısı bakımından enerji üretiminde tercih edilmektedir (Akdoğan, 2018). Biyokütle ile dünyada insanların, hayvanların ve diğer canlıların tüketimleri sonucu ortaya çıkan atıklardan elde edilen enerji ile hem dünyadaki çevre kirliliği azaltılırken aynı zamanda enerji üretilerek ülke ekonomilerine katkı sağlamaktadır. Bitkisel atıklar (tarım atıkları, orman atıkları), hayvansal atıklar ve insanların kullandıkları bitkisel ve hayvansal organizmaların atıklarının çürütülmesi sonucunda elde edilen biyogaz, elde edilen enerjiye ise biyokütle enerjisi denir. Özetle organik maddelerin kullanımları sonucunda elde edilen

atıkları çürütülmesi sonucunda elde edilen enerjidir. Elde edilen bu enerji çoğunlukla ısınmada ve elektrik üretiminde kullanılmaktadır. (Karayılmazlar, Saraçoğlu, Çabuk, Kurt, 2011).

Çizelge 2.2. Biyokütle çeşitleri ve dönüşümleri (Enerjiportalı, 2017)

BİYOKÜTLE	ÇEVİRİM YÖNTEMLERİ	YAKITLAR	UYGULAMA ALANLARI
Orman Atıkları	Havasız Çürütme	Biyogaz	Elektrik Üretimi, Isınma
Tarım Atıkları	Piloiz	Etenol	Isınma, Ulaşım Araçları
Enerji Bitkileri	Doğrudan Yanma	Hidrojen	Isınma
Hayvan Atıkları	Fermantasyon, Havasız Çürütme	Metan	Isınma, Ulaşım Araçları
Çöpler(Organik)	Gazlaştırma	Metanol	Uçaklar
Algler	Hidroliz		Sentetik Yağ Raketler
Enerji Ormanları	Biyofotoliz	Motorin	Ürün Kurutma
Bitkisel ve Hayvansal Yağlar	Esterleşme Reaksiyonu	Motorin	Ulaşım Araçları, Isınma, Seracılık

Yukarıda Çizelge 2.2’de biyokütle çeşitleri bunların çevrim yöntemleri elde edilen yakıtlar ve bu yakıtların uygulama alanları gösterilmektedir. Çizelge 2.2’e baktığımızda uygulama alanları genellikle ısınma, ulaşım araçları ve elektrik üretimi olduğunu görmekteyiz. Yukarıdaki çizelgede birçok alanda ortaya çıkan atıklardan elde edilen enerji çeşitleri ve bu enerjileri hangi yöntemlerle kullanıldığı hakkında geniş bilgi verilmektedir.

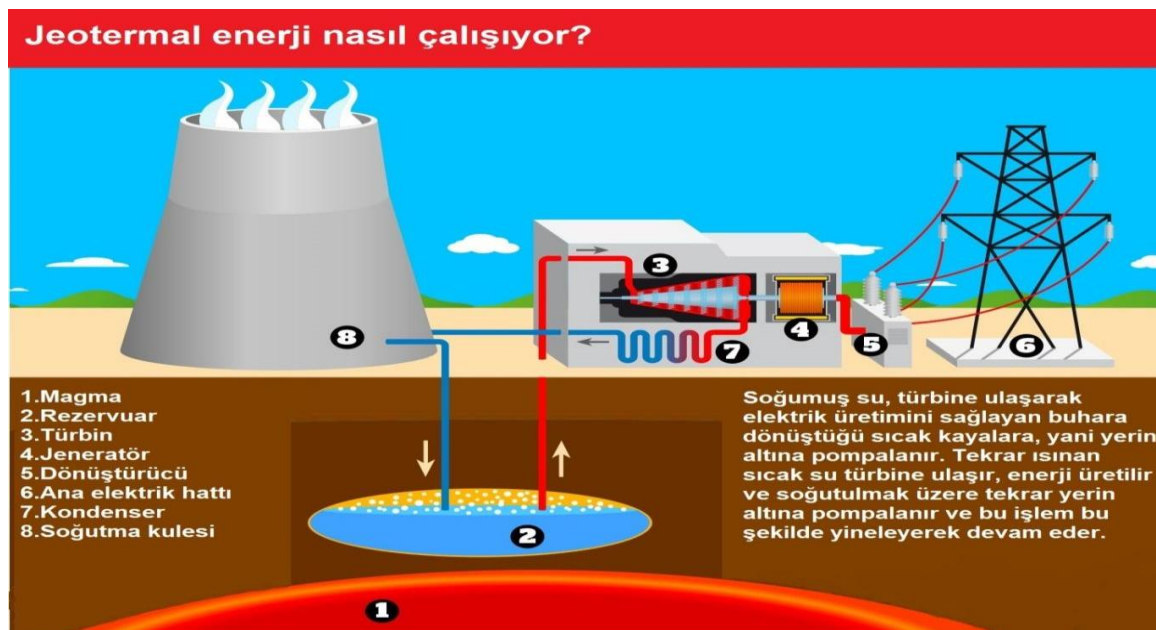
2.3. Jeotermal Enerji

Dünyanın merkezine doğru gidildikçe toprak ondan sonra su ve sudan sonra magma ve çekirdek bulunmaktadır. Bu şekilde dünyanın merkezine doğru gidildikçe ısının arttığı görülmüştür. Dünya üzerindeki toprağın hareketleri sonucunda yeraltına yapılan baskılar sayesinde magma ve ona yakın sıcak su zayıf bölgelerden yeryüzüne çıkmaktadır. Magma

ve suyun reaksiyonları sonucunda erimiş mineral, gazlar, tuzlar ve sıcak su olarak yeryüzüne çıkmaktadır. Tüm bunların sonucunda ortaya çıkan enerjiye jeotermal enerji denmektedir. (Adıyaman, 2012).

Jeotermal enerjiyi insanlar milattan önceki yıllarından itibaren kullanmaya başlamışlardır. Genellikle volkanik bölgelerde jeotermal enerji daha fazladır. Modern olarak ise 1900 yıllarda jeotermal enerji kullanılarak elektrik üretimi gerçekleştirilmiştir. (Zaim ve Çavşı, 2018).

Jeotermal kaynaklar çeşitliklerine göre sınıflandırılabilir. Bunlar sıcak sudan elde edilen buhar, su sıcaklığının ısı farkı ve su yoğunluğu. Sıcaklık farkları esas alınarak üç gruba ayırabiliriz. Sıcaklık ısısı düşük olanlar (20-70°C), sıcaklık ısısı orta olanlar (70-150 °C), sıcaklık ısısı yüksek olanlar (150 °C'den yüksek). Sıcaklık ısısı düşük ve orta olan jeotermal kaynaklar günümüzde evlerde ekonomik yönü bakımından ısınmada kullanılmaktadır. Ayrıca jeotermal enerji ziraat uygulamalarında, yiyeceklerin kurutulmasında, kerestelerin kurutulmasında, kâğıt ve dokunma sanayilerinde, soğutma sistemlerinde ve bunun gibi birçok alanda faydalanılmaktadır. Sıcaklık ısısı orta (70-150 °C) ve yüksek olan (150 °C'den yüksek) jeotermal kaynaklar elektrik enerjisi üretiminde kullanılmaktadır. (Adıyaman, 2012).



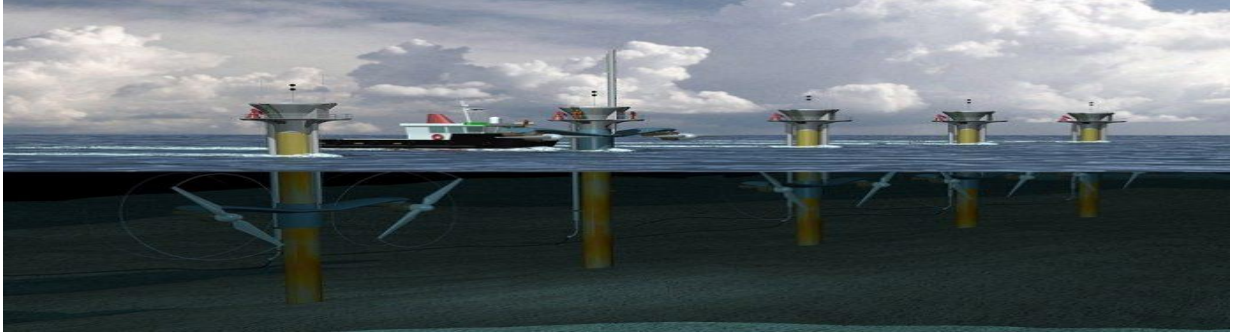
Şekil 2.3. Jeotermal enerji ile elektrik üretimi (Karfo-Endüstriyel, 2022)

2.4. Dalga Enerjisi

Yeryüzündeki denizler ve okyanuslar sayesinde dalga enerjisi üretimindeki yeri büyüktür. Bu enerjiyi üretmek için gelgitlerden ve dalgalardan faydalanılmaktadır. Okyanus ve denizde oluşan dalga üzerindeki potansiyel enerji kinetik enerjiye dönüşür. Yine suyun sıcaklık değişimi de dalga enerjisi olarak tanımlanabilmektedir. (Erdal, 2012).

Dünyadaki sıcaklık farklarından dolayı oluşan rüzgârların etkisi ile denizlerde ve okyanuslarda büyük dalgalar oluşmaktadır. Oluşan bu dalgalar sayesinde çok fazla su yer değiştirmektedir. Suyun yer değiştirmesi ile kurulu olan dalga enerjisi üretim sistemleri sayesinde enerji üretimi gerçekleşmektedir. Doğada hava şartlarıyla oluşan bu doğa olayı ile Dünya'nın 30-60 enlem arasında kalan bölgeler dalga enerjisi üretimi için uygun bölgelerdir. (Batı, 2013).

Denizlerde oluşan dalgaların oluşturduğu bu potansiyel enerji insanlar için enerji üretiminde bir kaynak oluşturmuştur. Dalga enerjisinin patentini tarihte ilk olarak “Girardlar” almışlardır. (António F. ve O. Falcão, 2010). Dalga enerjisinin nasıl oluştuğu yapılan incelemeler sonucunda dünyada oluşan deprem ve yer kabuğunun yer değiştirmesi sonucunda denizlerin dibinde oluşan çöküntülerin oluşturduğu dalgalar, hava hareketleri sebebiyle oluşan rüzgârların ve fırtınaların oluşturduğu dalgalar, yine denizlerde oluşan gelgitler sebebiyle oluşan dalgalar ile potansiyel enerji, dalga teknolojilerinden enerji üretiminde kullanılan teknik ekipmanlar sayesinde enerji üretilmektedir. (Uygur ve ark., 2006). Bu oluşumların teknoloji vasıtası ile elektrik enerjisine dönüştüren birçok sistem mevcuttur. Hale hazırda derinliklerde oluşan sıcaklık farkını kullanarak elektrik enerjisine dönüştüren makineler mevcuttur. Okyanus ve denizlerin yüzeyi ile tabanı arasındaki sıcaklık farkı ile çalışan makineler vasıtasıyla elektrik üretmektedirler. Bir diğer yöntem ise gel-git teknolojisi ile oluşan kinetik enerjiyi elektrik enerjisine çeviren sistemler mevcuttur. (Mert, 2012).



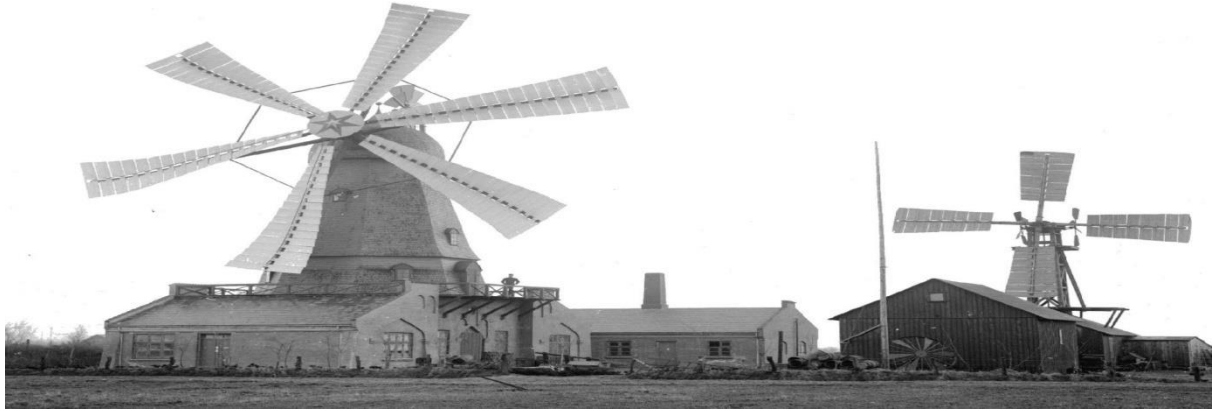
Şekil 2.4. Dalga enerjisi ile elektrik üretimi (Şatıroğlu, 2022)

2.5. Rüzgâr Enerjisi

Aslında güneş enerjisinin evrilmesi ile oluşan bir enerji kaynağıdır. Güneşten gelen ısının dünyadaki hava değişimleri ile %1-2'lik bir oranı rüzgâr enerjisine dönüşmektedir. Dünyanın dönmesi, yüzeyi ve atmosferin ısı ile değişimleri sonucunda basınç ve sıcaklık değişimleri sonucunda hava akımları oluşur. Oluşan hava daha fazla ısınırsa atmosferin üst katmanlarına geçer bu hava değişimi ile boşalan alana soğuk havanın gelmesi ile rüzgârlar oluşur. Başka bir tanımla rüzgâr yan yana bulunan iki basınç bölgesindeki basınç değişim sebebiyle yüksek basınçtan alçak basınca ilerleyen hava akımları topluluğudur. (Ygem, 2015).

Hava değişimleri sebebi ile sıcak ve soğuk hava ile tropikal bölgelerdeki güneş ışınlarının ısı farkları oluşturur. Bu olaylar nedeniyle atmosferin oluşan ısıyı dünyanın merkezinden kutuplara doğru hareket etmektedir. Bu akımlar sayesinde ısı kayıplarında % 30 oluşmaktadır. Oluşan bu ısı kayıpları ile rüzgârlar oluşmaktadır. Rüzgârları dünyanın dönüşü, sürtünmeler, yerel ısı gibi etmenler etkileyerek rüzgârları şekillendiriyor. Rüzgârları ayrıca bulundukları coğrafi bölgelerde etkilemektedir. Bu olaylar nedeniyle oluşan rüzgârların hızı yükseklik ile artmaktadır. Rüzgârlar yenilenebilir enerji kaynaklarının başında kullanılmaktadır. (Bayram, 2020).

Tarihsel gelişim olarak en eski kullanılan yenilenebilir enerji kaynağı diyebiliriz. Kaynağı milattan öncesine dayanan rüzgâr enerjisi gemilerin hareketi için karada ise yel değirmenleri vasıtası ile su taşımak ve ürünlerini öğütmek için kullanılmıştır. Sanayi devriminden sonra elektrik enerjisi üretebilmek için ise ilk olarak Danimarkalı Paul la Cour 1890'lı yıllarda yel değirmeninden elektrik üretmiştir. (Çeyrekmühendis, 2018).



Şekil 2.5. Paul la Cour'un yapmış olduğu yel değirmeni (Çeyrekmühendis, 2018)

Çizelge 2.3.Yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı kurulu güç gelişiminde gerçekleşen değerler ve 2023 hedefleri (Kavaz, 2019)

Kaynak	2019*	2023
Hidroelektrik	28.457	34.000
Rüzgâr	7.393	20.000
Güneş	5.594	5.000
Jeotermal	1.401	1.000
Biyokütle	683	1.000

Son yıllardaki gelişmelerle yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını artmıştır. Ülkemizde de yenilenebilir enerji kaynakları eskiden beri hidroelektrik santralleri ile devam ederken son yıllarda rüzgârların kullanım alanlarının çok olduğu kıyı bölgelerinde rüzgâr türbinleri İç Anadolu ve diğer bölgelerde güneş enerjisinin çok olduğu verimsiz arazilere fotovoltaik (güneş panelleri) kurularak enerji üretiminde dışa bağımlılık

azaltılmıştır. Bu alanda yeni gelişmeler yakından takip edilerek yeni tesisler kurulmuştur. Bunlara örnek olarak biokütle santrallerini verebiliriz.

Çizelge 2.4. Türkiye'nin gelecekteki yenilenebilir enerji tahminleri (Güllü, 2021)

YILLAR	JEOTERMAL Kurulu Güç	BİYOKÜTLE Kurulu Güç	HİDROLİK Kurulu Güç	RÜZGAR Kurulu Güç	GÜNEŞ Kurulu Güç
2020 Ocak	1.514,69	805,09	28.508,06	7.609,34	6.032,07
2021 Ocak	1.609,85	887,60	31.406,30	8.248,12	6.465,87
2022 Ocak	1.770,23	970,66	32.944,53	8.946,25	7.476,23
2023 Ocak Tahmin	1.930,72	1.053,72	34.482,76	9.644,39	8.486,59
2024 Ocak Tahmin	2.091,28	1.136,77	36.021,00	10.342,52	9.496,95
2025 Ocak Tahmin	2.251,90	1.219,82	37.559,23	11.040,65	10.507,31
2026 Ocak Tahmin	2.412,54	1.302,88	39.097,46	11.738,79	11.517,67
2027 Ocak Tahmin	2.573,21	1.385,94	40.635,70	12.436,92	12.528,03
2028 Ocak Tahmin	2.733,87	1.469,00	42.173,93	13.135,06	13.538,39
2029 Ocak Tahmin	2.894,52	1.552,07	43.712,16	13.833,19	14.548,75
2030 Ocak Tahmin	3.055,15	1.635,15	45.250,40	14.531,32	15.559,10

Çizelge 2.4’de görüldüğü gibi her geçen gün yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı artmaktadır. Daha temiz bir enerji için yenilenebilir enerji kullanımı sürekli artmaktadır. Her geçen gün artan enerji ihtiyacının karşılanabilmesi için fosil yakıtların azaltılarak yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı artırılmalıdır.



3. MATERTAL ve YÖNTEM

Gelişen teknoloji sayesinde her geçen gün enerjiye olan ihtiyaç artmaktadır. Ülkelerin ortak sorunu ise ihtiyaç olan enerjiyi üretmektir. Ülkeler bu enerji ihtiyacını fosil yakıtlardan elde etmektedirler. Fosil yakıtların belirli bölgelerde olması kendi bölgesinde bulunmayan ülkeleri dışa bağımlı hale getirmektedir. Bu dışa bağımlılık hem ülkeler arası anlaşmazlıklara hemde ekonomik sorunlara neden olmaktadır. Fosil yakıtların çevreye verdiği zararlar nedeniyle gelecek kuşaklarını düşünen ülkeler fosil yakıt kullanımını azaltarak yeni çevreye zararsız enerji kaynaklarını araştırmaya yöneltti.

Enerji üretiminde dışa bağımlılık ülkeler arasında siyasi anlaşmazlıklara neden olmaktadır. Gerilimler sonucunda ise çoğu ülke enerji üretimdeki dışa bağımlılık sebebiyle savaş çıkarmaktadır. Dünyanın belirli bölgelerinde bulunan fosil yakıtlar sebebiyle bu bölgelerdeki devletler fosil yakıtları istedikleri gibi kullanmaları savaş ve gerilimleri tetiklemektedir. Son dönemde Rusya ve Ukrayna'nın savaş sonucunda tüm dünya ülkelerini ve özellikle Avrupa bölgesindeki ülkelerin enerji tedarikini olumsuz etkilemektedir. Enerji tedarikindeki olumsuz etkiler ülkelerin enerji üretimi için yeni arayışlara yöneltmiştir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının her ülkeye özgü olması ülkelerin enerji üretiminde dışa bağımsız olmalarını sağlamıştır. (Avar, 2021).

Ülkelerin kendi bünyelerindeki yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanarak enerji üretimini gerçekleştirmektedirler. Ayrıca çevreye zararsız olmaları daha temiz bir gelecek için en çok tercih sebeplerinin başında yer almaktadır. Ekvator kuşağında günlük güneş alma süresi yıl boyunca en düşük 4 saat en yüksek 11 saattir. Bu güneş alma saatleri bakımından bu bölgelere güneş panelleri kurularak elektrik enerjisi üretimi için yeterli olmaktadır. Dünyanın dönüş hızının en fazla hissedildiği yer olan ekvator, dönüş hızı nedeniyle rüzgârları en fazla oluştuğu bölgedir. Yapısı itibari ile çöl ve kurak olan bu bölgelerde kurulan güneş panelleri çok kirlenmektedir. Oluşan kirlilik sebebiyle üretilen elektrik enerjisinde kayıplara neden olmaktadır. Büyük alanlara kurulan güneş panellerindeki kirliliğin tespit edilmesi ve temizlenmesi çok zaman almaktadır. Yaptığım araştırmada güneş panelleri hakkında çokça makale ve tez çalışması olduğu görülmektedir. Makale ve tez çalışmalarında genellikle üretilen gerilim üzerinde ölçümler yapılarak kirlilik tespit

etme yolu tercih edilmektedir. Güneş panellerinin genel sorunu kirlilik olarak ortaya çıkmaktadır.

Güneş panellerindeki kirliliğin tespiti için derin öğrenmeden yararlanılmadığı yaptığım çalışmalar sonucunda ortaya çıkmıştır. Gelişen bilgisayar teknolojilerinden yararlanılarak yapay zekâyâ sahip derin öğrenme algoritmalarından faydalanılması ile iş gücü yükü büyük ölçüde azaltılabilir. Derin öğrenmede kullanılan transfer öğrenmeler sayesinde daha önceden öğrenilen öğrenmeler yeni problemlere uygulanarak daha iyi sonuçlar elde edilmektedir.

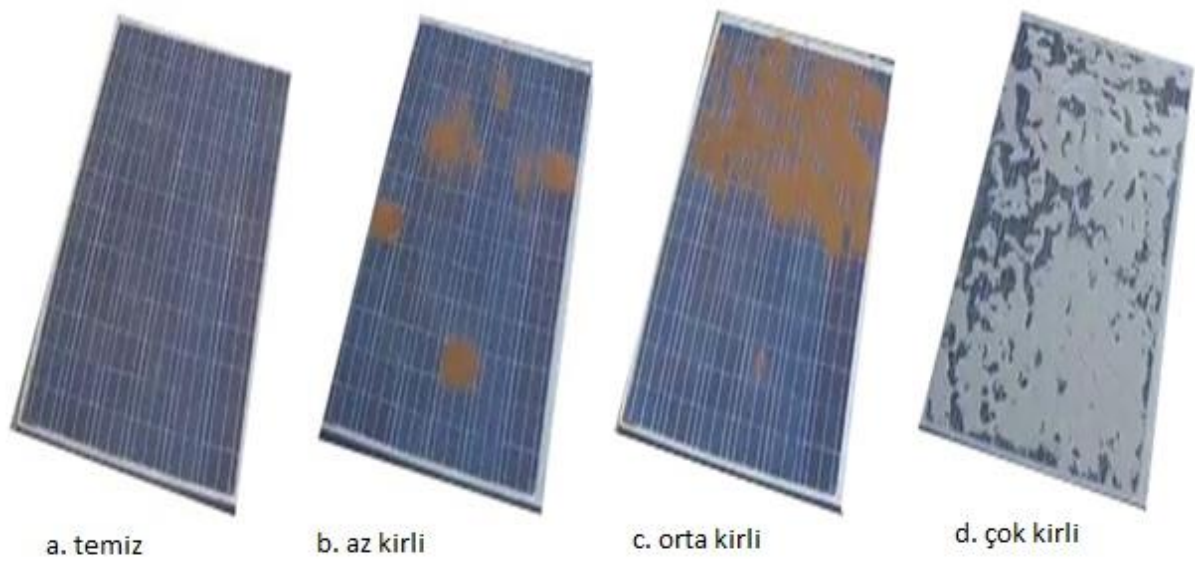
3.1. Materyal

Tez çalışmasında kullanılan veri seti 45754 adet güneş panel resminden oluşmaktadır. Bu veri seti Solar Panel Kirlenme Görüntüsü veri setidir. (Deep Solar Eye, 2018). Orijinal veri setinde görüntüler 192*192 piksel çözünürlükte ve dosya formatı ise jpeg'dir. Şekil 3.1'de orijinal veri setindeki görüntülerden birkaç tanesi görülmektedir.



Şekil 3.1. Örnek güneş paneli kirlenme görüntüsü veri seti

Veri setindeki fotoğraflardan uygun olanlar seçilerek 4 ana sınıf oluşturulmuştur. Bunlar temiz güneş paneli, az kirli, orta kirli ve çok kirli olarak sınıflandırılmıştır. Bu dört kirlilik düzeyi sınıflar için toplamda 4000 adet fotoğraf seçilerek bölümler klasörler halinde ayrılmıştır. Oluşturulan sınıflardaki tüm bölümler için kullanılan fotoğraflar fotoğraf kesme programı ile kırpılarak yeni veri seti elde edilmiştir. Şekil 3.2'de yeni oluşturulan veri seti örneği verilmiştir.



Şekil 3.2. Veri setinden kırpılmış görüntüler

Oluşturulan veri seti 4 sınıfa ayrılmıştır. Her sınıf oluşturulan 4000 adet resmin % 80 eğitim için % 20 test için kullanılmıştır.

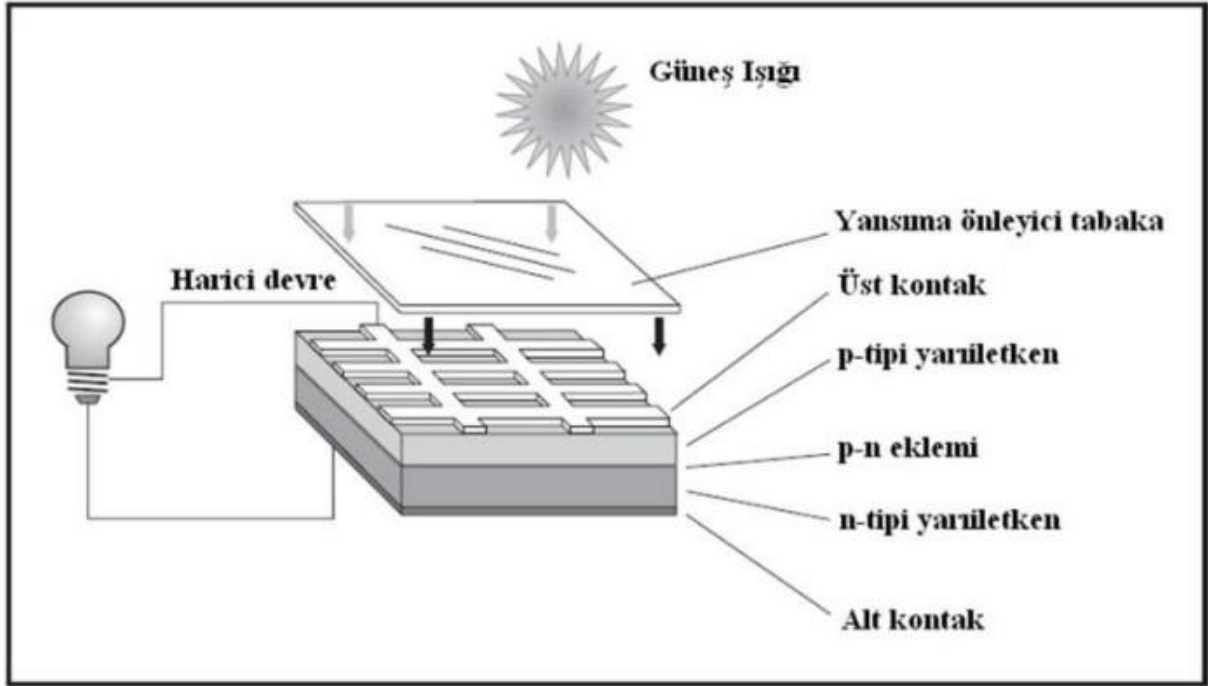
3.2. Fotovoltaik Paneller

Güneş ışınlarından elektrik enerjisi elde etmek için kullanılan cihazlara fotovoltaik paneller denir. Diğer bir deyişle fotovoltaik güneş hücreleri yarı iletken diyot gibi çalışarak güneşten gelen ışınları elektrik enerjisine dönüştürür. Fotovoltaik güneş hücrelerinin sağladığı elektrik enerjisi 0,5 voltur. Normal şartlarda 12 volt akülerin şarj edilmesi için 14-18 volt arasında elektrik gerilimine ihtiyaç vardır. Bu durum dikkate alınarak yaklaşık 36 adet fotovoltaik güneş panelinin birleştirilmesi ile akü şarj edilebilir. Tabi bu durum dikkate alındığında güneş ışığının durumuna ve akünün şarj gerilimine göre değişebilmektedir. Güneş panelleri doğal çevrede oldukları için çevresel faktörlere maruz kalmaktadır. Çevresel faktörlere yağmurlar, rüzgârlar, tozları örnek verebiliriz. Ayrıca güneşin geliş açısı ve kalitesi üretilen elektrik enerjisi üretimini etkilemektedir. Güneş panelleri sayesinde, yenilenebilir bir enerji kaynağı olan güneş enerjisi insanların enerji ihtiyacını karşılamak için kullanılabilir. (Çolak, 2010).



Şekil 3.3. Fotovoltaik güneş panelleri (Tubitak, 2021)

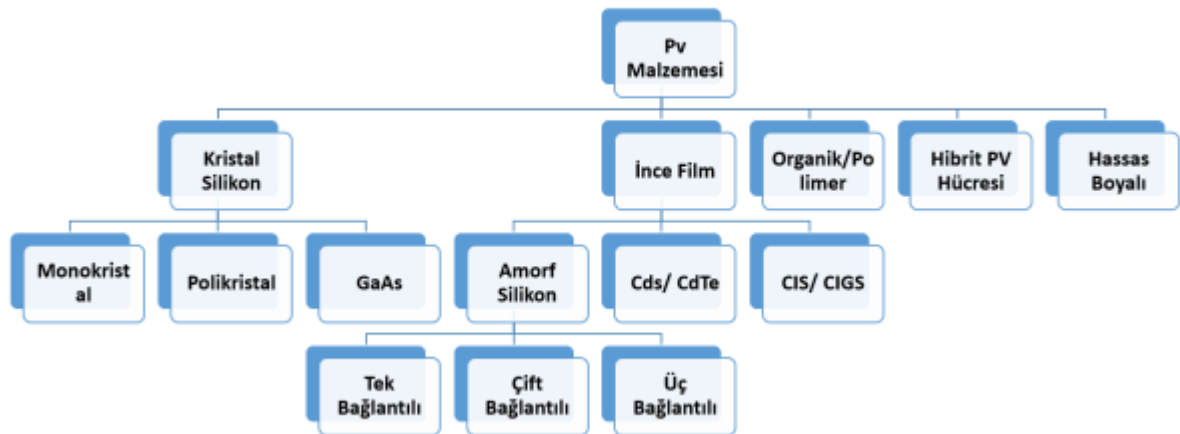
Fotovoltaik güneş panel sistemleri, amaçlanan gerilim ve akım için yeteri kadar fotovoltaik panelin bir araya getirilmesi ile oluşmaktadır. Fotovoltaik panellerin çalışma mantığı p-n ekleminden oluşan bir diyota benzer. Fotoelektrik prensibine dayanan fotovoltaik paneller fontlar tarafından koparılan elektronlar eklemde hareket geçer ve bir elektrik akımı oluşturur. Fotovoltaik panelin yapısında en çok kullanılan malzemeler ise silisyum, galyum, arsenit gibi yarı iletken malzemelerdir. Güneş ışınlarından gelen fotonlar sayesinde N tipi bölgede bulunan fazla elektronlar. Elektron eksikliği bulunan P tipi bölgeye doğru hareket ederler, bu hareket elektron-hol çiftlerini oluşturur. P ve N bölgelerinin elektron azlığı ve çokluğu her iki tarafta da elektrik alan oluşmasına sebep olur. Elektrik alan vasıtası ile birbirinden ayrılan elektron hol çiftleri Fotovoltaik panelin kontak uçları arasında bir güç çıkışı meydana getirir. (Karakan ve Oğuz, 2015).



Şekil 3.4. Fotovoltaik panel çalışma mantığı (Enerjisistemlerimuhendisligi, 2022)

3.2.1. Fotovoltaik panel çeşitleri:

Fotovoltaik güneş pilleri; kristal silikon piller, ince film piller, organik/polimer piller, hibrit piller ve hassas boyalı olmak üzere 5 ana grupta toplamak mümkündür. (Karakan ve Oğuz, 2015).



Şekil 3.5. Fotovoltaik güneş pil çeşitleri (Özbey, 2018)

Yukarıdaki Şekil 3.5’de fotovoltaik güneş pillerinin üretiminde kullanılan malzemeler bakımından çeşitleri görülmektedir.

3.2.1.1. Kristal malzemeler

Yapısında kristal silikon bulunduran güneş pilleridir. Diğer güneş pillerine göre en yüksek üretim kapasitesine sahiptir. Malzeme olarak silikonun kolayca temin edilebilir. (Özbey,2018).

3.2.1.1.1. Monokristal hücreler

Monokristal yapıya sahip güneş pili hücreleri polikristal yapıya sahip güneş pili hücrelerine oranla %15 daha fazla kazançla sahip olduğu için fotovoltaik panellerin yapımında daha çok tercih edilmektedir. Başka çeşit güneş pili malzemeleri karşısında ise %20’den fazla kazanç sağlamaktadır. Üretim firmalarının geri dönütleri sonucunda kazanç olarak monokristal yapıya sahip güneş pilleri % 15 ile % 17 arasında daha fazladır. Monokristal yapıya sahip güneş pilleri için silikona Czochralski tekniği uygulanarak elde edilir. Bu teknik saflık derecesi güçlü olan yarı iletken silikon malzeme yüksek sıcaklıkta eritilerek Bor ve Fosfor atomları ile karıştırılarak yeni bir p-tipi veya n-tipi yeni bir silikon elde edilir. (Özbey, 2018).

3.2.1.1.2. Polikristal hücreler

Polikristal yapıya sahip güneş pili hücreleri ise fotovoltaik panelleri geliştirmek ve üretim giderlerini azaltmak için bulunmuştur. Polikristal güneş panelleri de silikondan yapılır. Güneş hücrelerini oluşturmak için tek bir silikon kristali yerine birden çok silikon parçası birlikte eritilerek kullanılır. Silikon, birden çok kristalden oluştuğu için bu tür paneller polikristal olarak adlandırılmaktadır. Güneş hücresi, çok sayıda kristalden oluştuğu için elektronların hareket etme alanı daha azdır. Bu yüzden polikristal paneller, monokristal benzerlerine göre daha düşük verimlidir. (Manna ve Mahajan, 2007).

3.2.1.2. İnce film güneş pilleri

İnce film güneş pili, üst üste yerleştirilen aşırı ince yarı iletken katmanların birleşimi sonucunda ince film güneş pilleri elde edilir. İnce film güneş filmleri çok çeşitli malzemelerden yapılabilir. Çoğunlukla kullanılan ince film güneş pili amorf silikon malzemeden elde edilmektedir. Bunlardan başka hammadde bakımından kristal bakır indiyum diselenid ve kadmiyum tellür kullanılanlarda bulunmaktadır. İnce film güneş pili hücresi elde etmek için çeşitli çökeltme teknikleri vardır. Bu yöntemlerin maliyeti düşüktür. İnce film Güneş pili hücresi için kullanılan yöntem sonucunda 2×2 inç boyutundadır. Pil hücrelerinin tabakaları maliyeti düşük olan cam ya da plastik materyale sahip malzemelerin üzerine çökertilmesi sonucunda elde edilir. İnce film güneş pil hücreleri %8 ile %12 arası enerji üretimi gerçekleştirir. (Özbey, 2018).

3.2.1.3. Organik / Polimer güneş pilleri

Organik/polimer güneş pilleri içerisinde malzeme olarak organik molekül kullanılmaktadır. Bu organik malzemenin düşük maliyetli ve aynı zamanda daha kolay uygulanabilir olmasıdır. Organik güneş pili elde edilirken organik malzemenin nanometre seviyelerine kadar indirgenerek pil yüzey hücrelerine uygulanmaktadır. Uygulama işlemi organik malzemenin ısısı düşük ortamlarda sıyrıcı mala (doctorblade), döndürerek kaplama (spincoating), silindir döndürerek boyama (rolltorollprinting)ve elektrokimyasal yöntemle kaplama yapılmaktadır. Uygulanan bu yöntemler ileriki dönemlerde büyük sahalarda seri bir üretim elde edilmesine olanak sağlayacaktır. Düşük ısılarda kaplanması sayesinde malzemenin hareket kabiliyeti yüksek plastiklerin üzerine uygulamak mümkündür. (Alparslan, 2009).

3.2.1.4. Hibrit güneş pilleri

Hibrit güneş pilleri, çoğunlukla üzerine gelen ışığı soğurma yöntemi kullanır, hibrit olarak kullanılan organik / inorganik kalay ya da kurşun bazlı perovskite komponentlerden oluşur. (Giles, 2014). Hibrit güneş pillerinin çıkardığı problemlerden biri, uzun ömürlü olmamasıdır. Uzun ömürlü olmaması sebebi ise doğal çevresel olaylardır. Nem ve oksijen bu çevresel faktörlerin başında gelmektedir. Bu faktörlere ek olarak enerji üretimi sırasında ortaya çıkan ısı, enerji üretimi gibi birçok etken hibrit güneş pil yapısını bozabilmektedir.

Hibrit güneş pil yapısında bulunan metallerin su ile tepkimeye giren organik yapılar, neme maruz kalan hibrit güneş pilinin yapısını bozmaktadır. Hibrit güneş pillerindeki bozulmaları engellemek için güneş pilinin dış yüzeyleri şartlara göre uyarlanması gerekmektedir. (Karslı, 2018).

3.2.1.5. Hassas boyalı güneş pilleri

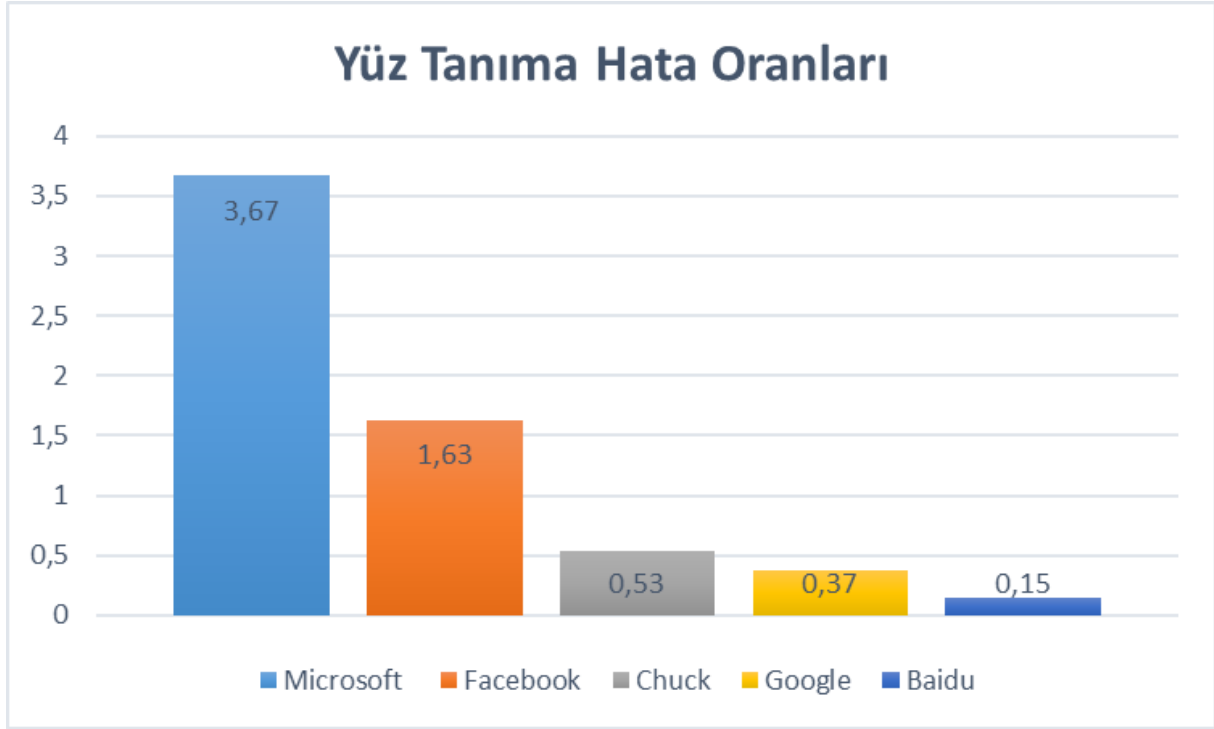
Hassas boyalı güneş pil hücreleri silikon benzeri yarı iletken maddeden oluşan su ve benzeri sıvı içerisinde çözünen tuzdan meydana getirilmiş, iletim yapan karışım elektrik iletimi yapabilen sıvıyı meydana getirir. Yarı iletken olan ve elektrik üretimi yapabilen bu sıvı üzerine güneş ışığı etki etmeye başladığında, elektrik üretimi için elektron çiftleri ayrılmaya başlar. Güneş ışıını ile ayrılan elektronların yüklendiği taşıyıcılara güneş pili hücresinin kaynağı olan hassas boyalardır. Genellikle bu kaynakta kullanılan boyalar iyodürdür. Bundan başka titanyum dioksit gibi nano yapıdaki malzemeler güneş pilinin iskelet yapısını oluşturmaktadır. Bu sistem bitkilerin fotosentez için klorofil hareketinden yola çıkılarak geliştirilmiştir. Bu sistem ışık emilimi güçlü olan boyalar geliştirilerek tercih edilmektedir. (Öztürk, 2013).

3.3. Derin Öğrenme

Derin öğrenme (Deep Learning), gelişen bilgisayar teknolojisi ile araştırmacıların ilgili araştırmalarda insanlar gibi karar verebilme yeteneklerini kullanarak sonuçları tahmin edebilen yapay sinir ağlarına dayalı bir tür makine öğrenmesi yöntemidir. Geleneksel makine öğrenimi yöntemleri, olayları basite indirgeyerek işlemleri uygularken derin öğrenme yöntemleri, daha büyük veri kümelerini inceleyerek sonuçlara daha iyi kararlar vermektedir. Görüntü sınıflandırma, makine çevirisi ve birçok alanda yapay zekâ görevlerinin performansını önemli ölçüde iyileştirdi buda derin öğrenmeyi kısa zamanda vazgeçilmez bir konuma getirmiştir. Derin öğrenme algoritmalarının her geçen gün gelişmesi ile birçok problem daha kısa sürede çözüme ulaştırılmaktadır. Kullanılan veri setlerinde gerekli ayarlamalarının yapılması ile istenilen programların içerisinde bulunan algoritmalar sayesinde gerekli analizler yapılarak elde edilerek ulaşılan sonuçlar problemin çözüm sürecini hızlandırmaktadır. (Altan, 2019).

Veri bilimcileri ve geliştiriciler, büyük ve karmaşık veri kümelerini analiz etmek, karmaşık ve doğrusal olmayan görevleri gerçekleştirmek ve metin, ses veya resimlere genellikle insanlardan daha hızlı ve daha doğru yanıt vermek için derin öğrenme yazılımlarını kullanır. Birçok pratik kullanım alanı olan bu özellikler, pek çok modern inovasyona olanak tanımıştır. (Song, H. A., & Lee, S. Y., 2013). Örnek olarak sürücüsüz arabaların görüntüleri işleyip yayaları diğer nesnelerden ayırt etmesini ya da akıllı ev cihazlarınızın sesli komutlarını anlamasını sağlayan şey derin öğrenmedir. Yine bir görüntünün içindeki metal paraları algılayarak onları ayırt etmesi bir derin öğrenmedir.

Veri hacmi arttıkça ve bilgi işlem kapasitesi daha güçlü ve ekonomik hale geldikçe perakende, sağlık hizmetleri, taşıma, üretim, teknoloji ve diğer sektörlerdeki şirketlerin yenilikleri hızlandırmak, yeni fırsatlar elde etmek ve rakiplerinin gerisinde kalmamak için derin öğrenmeye yatırım yapıyor. Böylece derin öğrenmenin önemi artıyor. Derin öğrenmede yüksek performanslı işlemler yapmak için grafik işlemci gücü yüksek bilgisayarlara ihtiyaç duyulmaktadır. Grafik kartları geliştikçe derin öğrenmede daha başarılı sonuçlar elde edilmektedir. Videolardan analizler, görüntülerden sınıflandırılmalar, konuşmalardan kelime ayırt etme gibi derin öğrenme alanında daha başarılı sonuçlar elde edilmektedir. Teknolojinin gelişmesi ile günlük hayatta daha fazla kamera kullanılmaya başlanmıştır. Kamera sayısı ve kalitesinin artması ile görüntüler daha kolay tanınabilmekte ve sınıflandırma yapılabilir. Görüntü kalitesi ile doğru orantılı olan derin öğrenme başarısı gün geçtikçe daha başarılı sonuçlar verecektir. Derin öğrenme ile sayısal görüntülerin ve videoların analizlerinin bilgisayarlar tarafından yapılarak insan gücü kullanımına gerek kalmadan başarılı sonuçları Şekil 3.6'da görülmektedir.



Şekil 3.6.Yüz tanıma problemi başarı oranları (Kutlu, 2019)

Yukarıdaki grafikten anlaşıldığı gibi gelişen grafik işlem birimleri sayesinde fotoğraf ve videoların piksel sayıları arttığından görüntü kalitesi çok artmış ve fotoğraflardan, videolardan yapılan analizlerden elde edilen sonuçların kalitesi artmıştır. Görüntü işleme alanında birçok yeni gelişmeler olmuştur. Bu yeni gelişmeler ile yeni algoritmalar sayesinde derin öğrenme alanında birçok probleme kısa vadede çözüm yolları elde edilmektedir. (Kutlu, 2019).

3.3.1. Derin öğrenme kütüphaneleri

Aşağıdaki Çizelge 3.1’de görüldüğü gibi derin öğrenme için geliştirilen birçok bilgisayar program kütüphanesi mevcuttur. Gelişen GPU(grafik işlemci birimi) destekli hızlı yüksek, kapasitesi yüksek grafik kartları kütüphanelerdeki uygun algoritmaları kullanarak hızlı sonuçları tahmin ederek iş yükünü azaltmaktadır. Yazılan yeni algoritmalar sayesinde her geçen gün kütüphaneler zenginleşmektedir. (Şeker, Diri ve Balık, 2017).

Çizelge 3.1. Derin öğrenme kütüphaneleri (Şeker, Diri ve Balık, 2017)

Kütüphane	Yazıldığı dil	Geliştirici	Öne çıkan özellikleri
Theano	Python	MILA Lab	- Öğreticileri (tutorial) çok etkili. - Keras, Blocks gibi API sayesinde matematiksel hesaplar kolaylaştırması. - GPU desteği.
Caffe	Python	Berkeley Vision and Learning Center (BVLC)	- Caffe Model Zoo üzerinden indirilebilecek ve hemen kullanılacak önceden eğitilmiş ağların bulunması. - GPU desteği.
Torch	Lua	Ronan Collobert, Clement Farabet, ...	- Algoritmaları oluşturma konusunda maksimum esnekliğe ve hıza sahip olması. - GPU desteği. (CUDA) - Kullanıcı dostu arayüz
Digits	C++	NVIDIA	- Çoklu GPU sistemleri üzerinde sinir ağları tasarımı ve eğitimi, - Gelişmiş görselleştirmelerle performansı gerçek zamanlı olarak izleme - Tamamen etkileşimli
TensorFlow	Python	Google	- Tek bir API ile bir masaüstü, sunucu veya mobil cihazdaki bir veya daha fazla CPU'ya veya GPU'ya dağıtma olanağı.
DeepLearning	Java	Adam Gibson	- JVM tabanlı
KNET	Julia	Deniz Yuret	- Kolay anlaşılır, kısa kodlama yeteneği. - İfade gücü. - GPU Desteği

3.4. Transfer öğrenme ve algoritmaları

İnsanlar bilgileri geleneksel olarak nesilden nesile aktarırlar. Aktarılan bilgiler birikimli olarak gelir ve sonuçta iyi bilgi birikimine sahip bireyler yetişir. Bu bireyler ilk defa karşılaştıkları problemlerde daha önceki bilgilerine başvurarak bir çözüm üretmeye çalışırlar, belki küçük birkaç değişiklik uygulayarak belki de öğrendikleri bilgileri doğrudan kullanarak bu problemlere çözüm üretirler. Örnek olarak tornavida kullanmayı bilen birisi yıldız tornavida kullanmayı öğreneceği zaman önceki öğrenmelerinden faydalanır. Bu öğrenme modeline transfer öğrenme denir. (Koçer, 2012).

Transfer öğrenme derin öğrenme için yeni bir kavram değildir ve makine öğrenmesinde de kullanılmıştır. Ancak makine öğrenmesi ile transfer öğrenme arasında belirgin bir fark vardır, makine öğrenmesinde kullanılan transfer öğrenimi sadece temsil ettiği sınıf üzerinde başarılı olur, derin öğrenmedeki transfer öğreniminde böyle bir durum söz konusu değildir. Bir modelden diğerine bilgi aktarabilir bir yapıya sahiptir. Transfer öğrenmede daha yeni modelleri eğitmek için eğitilmiş modellerden bilgi (ağırlık ve özellik) kullanılabilir. Hatta bu yöntem ile daha az veri ile model eğitme gibi güçlüklerin de üstesinden gelinebilmektedir. Bu tez çalışmasında NasnetLarge ve MobileNet transfer öğrenme algoritmaları kullanılmıştır.

3.4.1. NasNetLarge

NasNet derin öğrenme mimarilerin eğitiminde neural network oluşturma ve oluşturulan ağın yönetilmesi konusunda mimari mühendislik bilgisi gerektirmektedir. Bu zorluğu minimize etmek amacıyla Google firması 2017 yılında yapay zekâ araştırmacıları tarafından oluşturulacak ağın mimarisini kendi organize edebilen otomatik bir makine öğrenme sistemi tasarlamıştır. (Sesli ve ark., 2021).

NasNetLarge, otomatik makine öğrenmesi algoritmasıdır ve başta video olmak üzere görüntü tanıma alanındaki nesnelerin gerçek zamanlı olarak tanınmasında çok iyi performans göstermiştir. (BarretZoph, VijayVasudevan, JonathonShlens, Quoc V. Le, 2018).

NasNetLarge'in temel prensibi, her katman için ilk başta değişken olarak belirlenen çekirdek ve filtre sayısı gibi hiper parametreleri rastgele olarak kurmak ve öğrenmeye devam etmektir. Optimum filtre sayısı ve çekirdek sayısı, bir sonucu belirlemek için elde edilen doğruluğu değerlendirerek, hiper parametreyi sonucun tahmin olasılığının arttığı yönde yeniden ayarlayarak ve yeniden öğrenerek bulunur.

NASNet mimarisi, sırasıyla NASNetLarge ve NASNet Mobile mimarilerini elde etmek için 331×331 ve 224×224 boyutlarında iki tür giriş görüntüsüyle eğitilmiştir. NASNetMobile'dan NASNetLarge'a geçerken parametre sayısında kapsamlı bir büyüme var. NASNetMobile 53, 26, 716 parametreye sahiptir ve NASNetLarge 8, 89, 49, 818 parametreye sahiptir. (Radhika, Devika, ve ark. 2020).

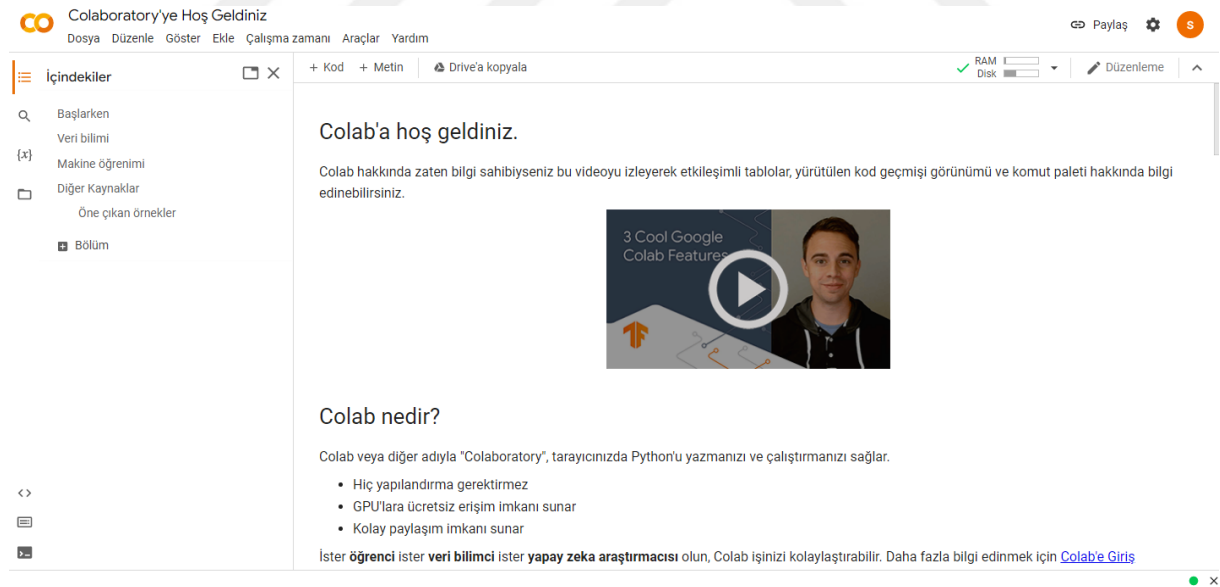
3.4.2. MobileNet

Derin öğrenmenin son on yılda bu kadar popüler olmasının belki de en önemli nedeni yarı iletken ve transistor teknolojisindeki gelişmelerdir. (Shen vd., 2017). Yeni gelişmeler sayesinde oluşturulan büyük veri kümelerini hızlı ve kısa süre içerisinde işleyen güçlü bilgisayarlar ile daha düşük maliyetle ulaşmak mümkün olmuştur. Ancak veri setleri arttıkça ve problemlerin zorluk dereceleri arttıkça derin öğrenme modelleri de bu oranda daha karmaşık hale gelmektedir. Eğitilecek parametre sayısı milyonlar seviyesine çıksa da hız açısından yeterli sonuçlar elde edilememektedir. Olayların bu şekilde gelişmesi ile araştırmacılar eğitim parametresi az olan küçük verimli derin öğrenme algoritmaları kullanarak mimariler geliştirdiler. MobileNet, kullanıcıların bulut bilgi işlem gücüne ihtiyaç duymadan mobil veya gömülü cihazlarda bilgisayar vizyonunu gerçekleştirmelerine yardımcı olan küçük ama yüksek performanslı bir evrişimli sinir ağı modelidir. MobileNet algoritma mimarisi ise bilgisayarlara daha düşük boyutlardaki veri setlerini işleme yeteneğine sahip MobileNet gömülü sistemlerde derin öğrenme alanında uygulamalar geliştirmeyi hedeflemişlerdir. 2019 yılında MobileNet mimarisi geliştirilerek daha hızlı ve verimli olması için güncellemeler yapılmıştır. Özellik haritalarının boyutu, 1×1 evrişimler kullanılarak azaltılır. ImageNet veri seti üzerinde MobileNet mimarisi kullanılarak yapılan testlerde kendisinden çok daha fazla parametre ile derin mimarilere çok yakın performans gösterdiği tespit edilmiştir. (Keras, 2020). MobileNet, derinlikli ve noktasal evrişimler haricinde 28 katmana sahiptir. (Howard vd., 2017). MobileNet mimarisi derinlemesine ayrılabilir evrişim işleminden faydalanarak parametre sayısını, işlem hacmini ve model

karmaşıklığını düşürmüş, bu sayede donanımsal olarak kısıtları olan mobil ve gömülü cihazlarda kullanılabilir hale getirilmiştir. (Howard vd., 2017).

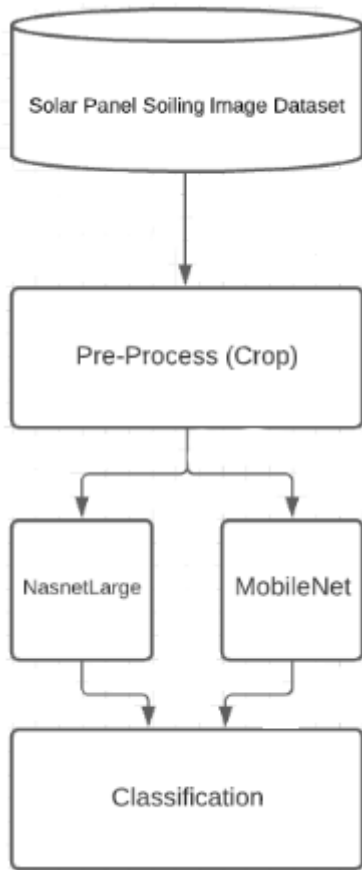
3.5. Yöntem

Yapılacak olan çalışmada kullanılacak akış diyagramı Şekil 3.8’de verilmiştir. Solar panel soling veri setinden alınan 4000 fotoğraf önce 4 ana sınıf haline getirilmiş ve bu fotoğraflar resim programı ile gereksiz alanları temizlenmiştir. Temiz, az kirli, orta kirli ve çok kirli olarak sınıflar oluşturulmuştur. cŞekil 3.7’de verilen Google firmasının kullanıcılara ücretsiz erişim izni verdiği Colab platformu ile görüntü işleme ve derin öğrenme yapabilmek için 12 GB ram ve 70 GB sabit disk kullanım hakkı sunmaktadır. Google drive ile bağlantılı oluşturularak önceden oluşturulan veri seti öncelikle Google drive yükleme yapılarak Colab platformu ile gerekli bağlantısı sağlanmıştır. Tüm bağlantılar sağlandıktan sonra NasnetLarge ve MobileNet algoritmaları tüm sınıflara uygulanacak tüm sonuçlar elde edilmiştir.



Şekil 3.7. Google caloboratory platform arayüzü

Şekil 3.8’de verilen diyagram için öncelikle veri setinden alınan fotoğraflar gerekli kırılma işlemi uygulanarak sınıflandırma analizine hazır hale getirilmiştir. Google drive platformuna yüklenen fotoğraflara NasnetLarge ve MobileNet derin öğrenme algoritmaları uygulanmıştır. Uygulama sonucunda temiz, az kirli, orta kirli ve çok kirli sınıflandırılması elde edilmiştir.



Şekil 3.8. Önerilen iş için akış şeması.

3.6. Değerlendirme metrikleri

Bu tez çalışmasında performans ölçütleri olarak doğruluk, kesinlik, hatırlama ve f1-puanı kullanılmıştır. Bu performans ölçütlerinin teorik açıklaması aşağıda verilmiştir.

3.6.1. Karışıklık matrisi

Karışıklık matrisi makine öğrenimi sınıflandırma problemi için bir performans ölçüsüdür. Tahmini ve gerçek değerlerin 4 farklı kombinasyonu içerir bunlar Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Karışıklık matrisi

Tahmin edilen: Hayır

Tahmin edilen: Evet

Gerçekleşen: Hayır	Gerçek Negatif	Yanlış Pozitif
Gerçekleşen: Evet	Yanlış Negatif	Gerçek Negatif

Karışıklık matrisi, çeşitli metrikleri hesaplamak için kullanılabilir. Bu terimler aşağıda basit bir şekilde açıklanmıştır.

TP: Gerçek pozitif

FP: Yanlış pozitif

TN: Gerçek negatif

FN: Yanlış negatif

Doğruluk: Doğru sınıflandırılan örneklerin yüzdesi. Doğruluk formülü aşağıda verilmiştir.

$$\text{Doğruluk} = \frac{TP+TN}{TP+FP+TN+FN} \quad (1)$$

Kesinlik: Pozitif olarak tahmin edilen değerlerden kaçının gerçekte pozitif olduğunu gösterir. Hassas formül aşağıda verilmiştir.

$$\text{Kesinlik} = \frac{TP}{TP+FP} \quad (2)$$

Hatırlama: Olumlu tahmin etmemiz gereken işlemlerin kaçının pozitif tahmin edildiğini gösteren bir ölçümdür. “Gerçek pozitiflerden kaç tanesi doğru bir şekilde tespit edildi”. Geri Çağırma formülü aşağıda verilmektedir.

$$\text{Hatırlama} = \frac{TP}{TP+FN} \quad (3)$$

F1 Puanı: F1 puanı, bir testin doğruluğunun bir ölçüsüdür - hassasiyet ve duyarlılığın harmonik ortalaması. En fazla 1 (mükemmel hassasiyet ve hassasiyet) ve minimum 0

olabilir. Genel olarak modelinizin kesinlik ve sağlamlığının bir ölçüsüdür. F1 skor formülü aşağıda verilmiştir.

$$F1=2*\frac{Kesinlik *Hatırlama}{Kesinlik+Hatırlama} \quad (4)$$



4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Bu çalışmada toplam 4000 adet güneş paneli görüntüsü kullanılmıştır. Bunların %80'i test, %20'i eğitim için kullanılmıştır. Colab platformunda analizleri yapabilmek için öncelikle Google drive istenilen veri setinin yüklenmesi yapılmıştır. Google drive'a yüklenen veri seti Colab platformuyla erişim yapılarak yeni bir analiz dosyası açılarak NasnetLarge algoritması uygulanmıştır. NasnetLarge sınıflandırma analiz sonucunu ekrana yazdırmak için python kodları aşağıdaki Şekil 4.1'de verilmiştir.

```
[ ] training_accuracy_vgg19      = nas_training.history['accuracy'][-1]
    training_loss_vgg19         = nas_training.history['loss'][-1]
    validation_accuracy_vgg19    = nas_training.history['val_accuracy'][-1]
    validation_loss_vgg19       = nas_training.history['val_loss'][-1]
    print("Training Accuracy VGG  :", training_accuracy_vgg19 )
    print("Training Loss VGG       :", training_loss_vgg19)
    print("Validation Accuracy VGG :", validation_accuracy_vgg19)
    print("Validation Loss VGG     :", validation_loss_vgg19)

Training Accuracy VGG  : 0.979687511920929
Training Loss VGG     : 0.0682617723941803
Validation Accuracy VGG : 0.9787499904632568
Validation Loss VGG    : 0.07442929595708847
```

Şekil 4.1. NasnetLarge algoritma sonucunu ekran yazdıran python kodları

Colab platformunda MobileNet algoritması uygulanmıştır. MobileNet algoritması sınıflandırma sonucunu ekrana yazdırmak için python kodları aşağıdaki Şekil 4.2'de verilmiştir.

```

▶ Training_accuracy_mobile = mobile_training.history['accuracy'][-1]
  Training_loss_mobile     = mobile_training.history['loss'][-1]
  validation_accuracy_mobile = mobile_training.history['val_accuracy'][-1]
  validation_loss_mobile    = mobile_training.history['val_loss'][-1]
  print("Training Accuracy VGG      :", Training_accuracy_mobile )
  print("Training Loss VGG          :", Training_loss_mobile)
  print("Validation Accuracy VGG     :", validation_accuracy_mobile)
  print("Validation Loss VGG         :", validation_loss_mobile)

▶ Training Accuracy VGG      : 0.9646875262260437
  Training Loss VGG         : 0.09429001808166504
  Validation Accuracy VGG    : 0.9662500023841858
  Validation Loss VGG       : 0.0968446284532547

```

Şekil 4.2. MobileNet algoritması sonucunu ekrana yazdıran python kodları

Her iki modelin performans karşılaştırmaları Çizelge 4.3 ve 4.4’de verilmiştir. Buna göre NasnetLarge ile yapılan sınıflandırmada sınıflandırma doğruluğu % 97.00 olarak bulunmuştur. MobileNet ile yapılan sınıflandırmada sınıflandırma doğruluğu % 98.00 olarak kalmıştır.

NasnetLarge algoritması uygulama sonuçlarından Kesinlik sınıflandırma kaynak raporuna bakıldığında temiz sınıflandırması 1.00, çok kirli sınıflandırması 0.97, orta kirli sınıflandırması 0.93, az kirli sınıflandırması ise 0.97 olarak tespit edilmiştir. Eğitim sonucunda kesinlik, sınıflandırma sonuçları için makro ortalaması 0.97 ve ağırlıklı ortalaması 0.97 sonuç elde edilmiştir. Bu eğitimde her sınıflandırma alanları olarak temiz, az kirli, orta kirli ve çok kirli sınıflandırması yapılmıştır. Bu alanların her bir sınıflandırma alanı için 200 adet eğitim fotoğrafı ve 800 adet test fotoğrafı kullanılmıştır. Toplamda her bir sınıflandırma birimi için 1000 toplamda ise 4000 adet fotoğraf kullanılmıştır.

NasnetLarge algoritması uygulama sonuçlarından Hatırlama sınıflandırma kaynak raporuna bakıldığında temiz sınıflandırması 1.00, çok kirli sınıflandırması 0.92, orta kirli sınıflandırması 0.95, az kirli sınıflandırması ise 1.00 olarak tespit edilmiştir. Eğitim sonucunda hatırlama sınıflandırma sonuçları için makro ortalaması 0.97 ve ağırlıklı ortalaması 0.97 sonuç elde edilmiştir. Bu eğitimde her sınıflandırma alanları olarak temiz, az kirli, orta kirli ve çok kirli sınıflandırması yapılmıştır. Bu alanların her bir sınıflandırma alanı için 200 adet eğitim fotoğrafı ve 800 adet test fotoğrafı kullanılmıştır. Toplamda her bir sınıflandırma birimi için 1000 toplamda ise 4000 adet fotoğraf kullanılmıştır.

NasnetLarge algoritması uygulama sonuçlarından F1-skor sınıflandırma kaynak raporuna bakıldığında temiz sınıflandırması 1.00, çok kirli sınıflandırması 0.94, orta kirli sınıflandırması 0.94, az kirli sınıflandırması ise 0.99 olarak tespit edilmiştir. Eğitim sonucunda F-1 skor sınıflandırma sonuçları için makro ortalaması 0.97 ve ağırlıklı ortalaması 0.97 sonuç elde edilmiştir. Bu eğitimde her sınıflandırma alanları olarak temiz, az kirli, orta kirli ve çok kirli sınıflandırması yapılmıştır. Bu alanların her bir sınıflandırma alanı için 200 adet eğitim fotoğrafı ve 800 adet test fotoğrafı kullanılmıştır. Toplamda her bir sınıflandırma birimi için 1000 toplamda ise 4000 adet fotoğraf kullanılmıştır.

Çizelge 4.1. NasnetLarge performans karşılaştırma sonuçları

Sınıflandırma Raporu				
	Kesinlik	Hatırlama	F-1 Skor	Kaynak
Az Kirli	0.97	1.0	0.99	200
Orta Kirli	0.93	0.95	0.94	200
Çok Kirli	0.97	0.92	0.94	200
Temiz	1.00	1.00	1.00	200
Doğruluk			0.97	800
Makro Ortalama	0.97	0.97	0.97	800
Ağırlıklı Ortalama	0.97	0.97	0.97	800

MobileNet algoritması uygulama sonuçlarından Kesinlik sınıflandırma kaynak raporuna bakıldığında temiz sınıflandırması 0.98, çok kirli sınıflandırması 0.97, orta kirli sınıflandırması 0.96, az kirli sınıflandırması ise 1.00 olarak tespit edilmiştir. Eğitim sonucunda kesinlik, sınıflandırma sonuçları için makro ortalaması 0.98 ve ağırlıklı ortalaması 0.98 sonuç elde edilmiştir. Bu eğitimde her sınıflandırma alanları olarak temiz, az kirli, orta kirli ve çok kirli sınıflandırması yapılmıştır. Bu alanların her bir sınıflandırma

alanı için 200 adet eğitim fotoğrafı ve 800 adet test fotoğrafı kullanılmıştır. Toplamda her bir sınıflandırma birimi için 1000 toplamda ise 4000 adet fotoğraf kullanılmıştır.

MobileNet algoritması uygulama sonuçlarından Hatırlama sınıflandırma kaynak raporuna bakıldığında temiz sınıflandırması 1.00, çok kirli sınıflandırması 0.96, orta kirli sınıflandırması 0.95, az kirli sınıflandırması ise 1.00 olarak tespit edilmiştir. Eğitim sonucunda hatırlama sınıflandırma sonuçları için makro ortalaması 0.98 ve ağırlıklı ortalaması 0.98 sonuç elde edilmiştir. Bu eğitimde her sınıflandırma alanları olarak temiz, az kirli, orta kirli ve çok kirli sınıflandırması yapılmıştır. Bu alanların her bir sınıflandırma alanı için 200 adet eğitim fotoğrafı ve 800 adet test fotoğrafı kullanılmıştır. Toplamda her bir sınıflandırma birimi için 1000 toplamda ise 4000 adet fotoğraf kullanılmıştır.

MobileNet algoritması uygulama sonuçlarından F1-skor sınıflandırma kaynak raporuna bakıldığında temiz sınıflandırması 0.98, çok kirli sınıflandırması 0.97, orta kirli sınıflandırması 0.96, az kirli sınıflandırması ise 1.00 olarak tespit edilmiştir. Eğitim sonucunda F-1 skor sınıflandırma sonuçları için makro ortalaması 0.98 ve ağırlıklı ortalaması 0.98 sonuç elde edilmiştir. Bu eğitimde her sınıflandırma alanları olarak temiz, az kirli, orta kirli ve çok kirli sınıflandırması yapılmıştır. Bu alanların her bir sınıflandırma alanı için 200 adet eğitim fotoğrafı ve 800 adet test fotoğrafı kullanılmıştır. Toplamda her bir sınıflandırma birimi için 1000 toplamda ise 4000 adet fotoğraf kullanılmıştır.

Çizelge 4.2. MobileNet performans karşılaştırması sonuçları

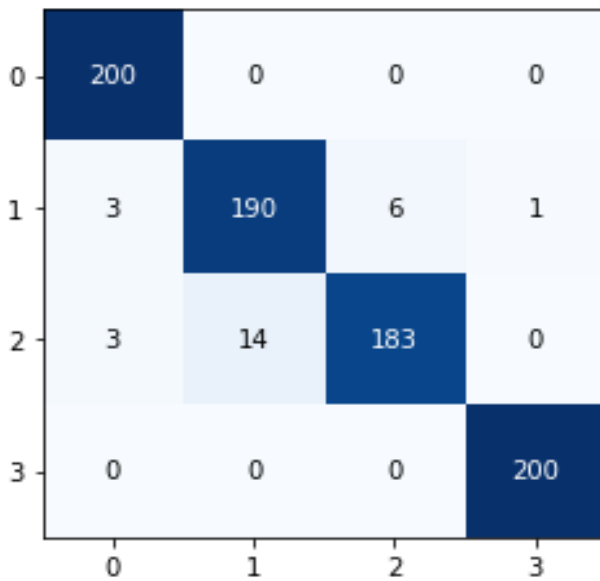
Sınıflandırma Raporu				
	Kesinlik	Hatırlama	F-1 Skor	Kaynak
Az Kirli	1.00	1.0	1.00	200
Orta Kirli	0.96	0.95	0.96	200
Çok Kirli	0.97	0.96	0.97	200
Temiz	0.98	1.00	0.99	200

Çizelge 4.3. MobileNet performans karşılaştırması sonuçları(devamı)

Doğruluk			0.98	800
Makro Ortalama	0.98	0.98	0.98	800
Ağırlıklı Ortalama	0.98	0.98	0.98	800

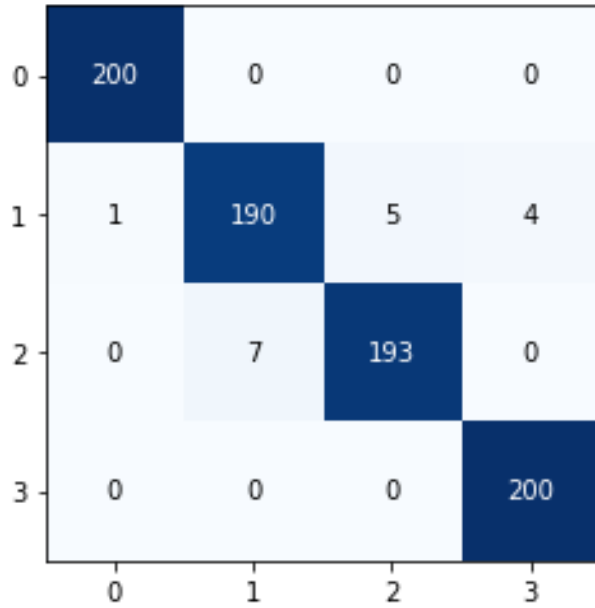
NasnetLarge algoritması analizi sonucu 0.97, MobileNet algoritması analizi sonucu ise 0.98'dir. Bu sonuçların 1.00 yakın olmasından dolayı yapmış olduğumuz analizlerin sonucunun başarılı olduğunu göstermektedir. Test için verilen fotoğrafları kullandığımız algoritmalar (NasnetLarge ve MobileNet) ile temiz, az kirli, orta kirli ve çok kirli olarak başarılı bir şekilde sınıflandırma yapmıştır.

MobileNet algoritmasının karışıklık matrisi Şekil 4.3'de verilmiştir. Buradaki seviyeler az kirli, orta kirli, çok kirli ve temizdir. Temiz, az kirli, orta kirli ve çok kirli sınıflandırma alanlarının analiz sonuçlarına bakıldığında eğitim için verilen fotoğrafların temiz ve çok kirli olanların tamamını az kirli olanların 190 tanesini, orta kirli olanların ise 183 tanesini doğru bulmuştur.



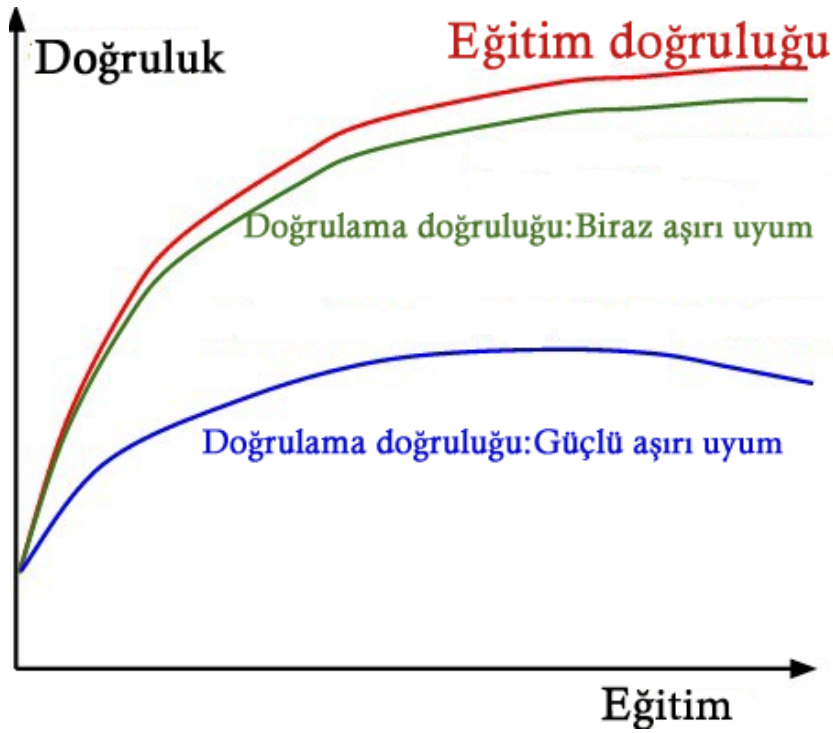
Şekil 4.3. MobileNet'in karışıklık matrisi

NasnetLarge algoritmasının karışıklık matrisi Şekil 4.4'de verilmiştir. Buradaki seviyeler az kirli, orta kirli, çok kirli ve temizdir. Temiz, az kirli, orta kirli ve çok kirli sınıflandırma alanlarının analiz sonuçlarına bakıldığında eğitim için verilen fotoğrafların temiz ve çok kirli olanların tamamını az kirli olanların 190 tanesini, orta kirli olanların ise 193 tanesini doğru bulmuştur.



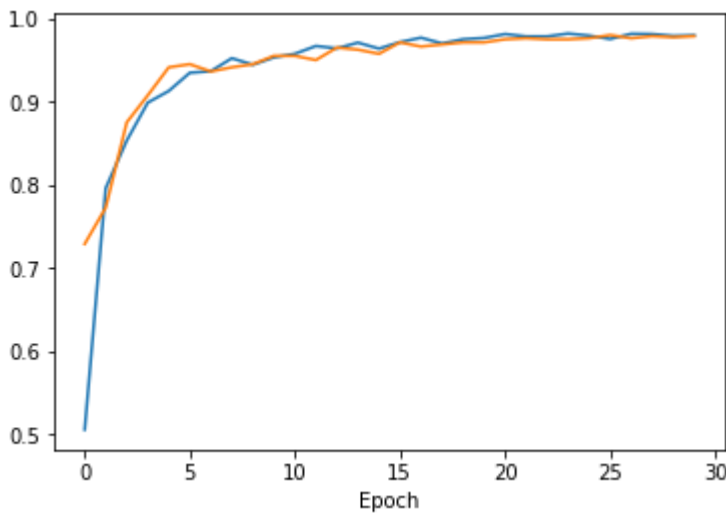
Şekil 4.4. NasnetLarge modelinin karışıklık matrisi

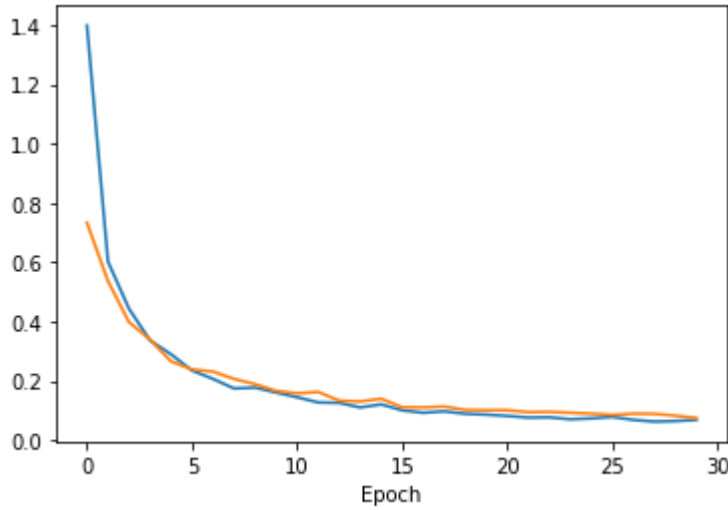
Eğitim ve doğrulama doğruluğu arasındaki boşluk, fazla uydurma miktarını gösterir. Üstteki şemada iki olası durum gösterilmektedir. Mavi doğrulama hata eğrisi, eğitim doğruluğuna kıyasla çok küçük doğrulama doğruluğunu gösterir, bu da güçlü aşırı uyumu gösterir (not, doğrulama doğruluğunun bir noktadan sonra düşmeye başlaması bile mümkündür). Bunu pratikte gördüğünüzde, muhtemelen düzenlileştirmeyi artırmak veya daha fazla veri toplamak istersiniz. Yeşil doğrulama, doğrulama doğruluğunun eğitim doğruluğunu oldukça iyi takip etmesidir. Bu durum, model kapasitenizin yeterince yüksek olmadığını gösterir: parametre sayısını artırarak modeli büyütmelisiniz.



Şekil 4.5. Eğitim ve doğruluk grafiği (Towardsdatascience, 2019)

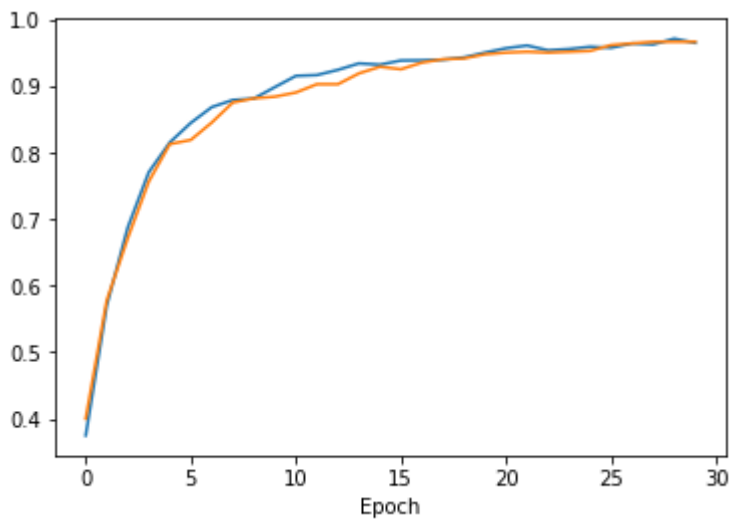
NasnetLarge algoritması uygulanması sonucunda doğrulama doğruluk ve eğitim grafiği Şekil 4.6'da verilmiştir. Buna göre mavi ile gösterilen eğri traning (eğitim) doğruluğunu, turuncu ile gösterilen validation (doğrulama) eğrisini göstermektedir. Grafiğe bakıldığında sınıflandırma analizinin başından sonuna kadar eğitim için yapılan öğrenmenin test verilerine uygulandığında doğru sonuçlar elde ettiği grafikte eğrilerin birbirleri ile uyum içinde olduğu görünmektedir.

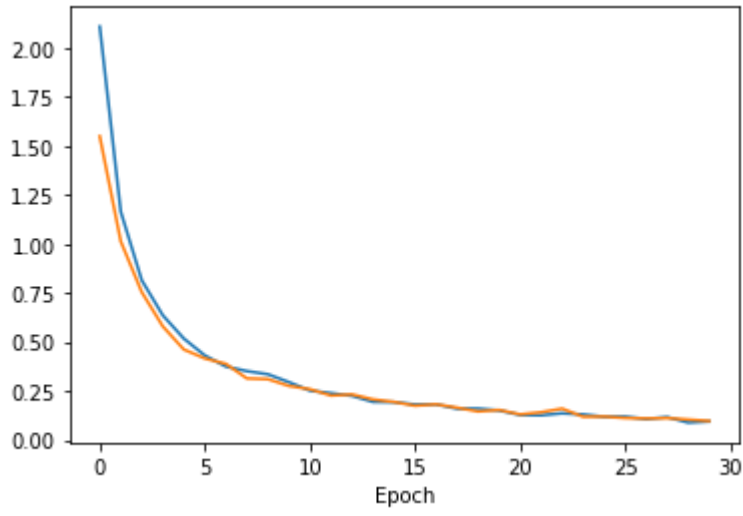




Şekil 4.6. NasnetLarge doğruluk performansı

MobileNet algoritması uygulanması sonucunda doğrulama doğruluk ve eğitim grafiği Şekil 4.7’de verilmiştir. Buna göre mavi ile gösterilen eğri traning (eğitim) doğruluğunu, turuncu ile gösterilen validation (doğrulama) eğrisini göstermektedir. Grafiğe bakıldığında sınıflandırma analizinin başından sonuna kadar eğitim için yapılan öğrenmenin test verilerine uygulandığında doğru sonuçlar elde ettiği grafikte eğrilerin birbirleri ile uyum içinde olduğu görülmektedir.





Şekil 4.7. MobileNet doğruluk performansı

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Enerji üretiminde yapılan yenilikler sayesinde daha kolay üretilen enerji refah seviyesinin artmasında önemli bir yer tutmaktadır. Enerji ve enerji alanındaki ekonomik çalışmalar arasındaki ilişki doğru orantılı olduğu gözlemlenmiştir. Enerji üretiminde hammadde yetersizliği ve sınırlılığı konusunda ülkeler dışa bağımlılığını birçok ülke için sorunlar oluşturmaktadır. Enerji üretiminde ülkeler bu sorunları yaşamamak için yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelerek kendi enerjilerini üretirken dışa bağımlılıklarını azaltmayı hedeflemektedirler. Enerjiye olan ihtiyaç her geçen gün artmaktadır. Enerji üretimi için dışa bağımlılık artmakta bu üretim ihtiyacı için ülkeler arası sorunlar oluşmaktadır. Ayrıca fosil yakıtlar ile enerji üretimi sonucunda çevresel sorunları ortaya çıkmaktadır. Ülkeler bu sorunlardan kurtulmak için yeni enerji kaynakları aramakta ve yenilenebilir enerji kaynakları için yatırımlar yapmaktadır. (Bayram,2020).

Yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı ile ülkelerin fosil yakıt temin ettikleri ülkelere olan bağımlılığı azalmıştır. Aynı zamanda dünyada şuan en büyük problem olan çevre kirliliği sorunlarından kurtulmasına ve daha temiz çevre olmasına katkı sağlamaktadır. Yenilenebilir enerji ile yeni istihdam kaynakları sağlanmıştır.

Derin öğrenmenin yapay zekâ uygulamalarına getirdiği üstün kabiliyetler sayesinde günümüzde birçok alanda kullanılmaktadır. Bunlar güvenlik, kontrol, arama-kurtarma, tarım, mühendislik ve daha birçok alanda insanlara yardımcı olmaktadır. (Kutlu, 2019).

Bu çalışmada 45754 adet fotoğraftan oluşan Solar Panel Kirlenme Görüntüsü veri seti kullanılmıştır. Fotoğrafların gereksiz kısımları temizlenmiştir. Temiz, az kirli, orta kirli ve çok kirli olarak toplam 4000 adet fotoğraf 4 sınıfa ayrılmıştır. Oluşturulan sınıflar Google drive bağlantılı Google Colab platformunda NasnetLarge ve MobileNet algoritmaları ile analizleri yapılmıştır. NasnetLarge ile sınıflandırma analiz sonucu % 97, MobileNet ile sınıflandırma analiz sonucu % 98 olarak bulunmuştur.

Derin öğrenme yöntemlerinin gelişmesi ile insan gücünün kullanıldığı alanlarda çok faydalı olmuştur. Derin öğrenmenin bir parçası olan transfer öğreneme sayesinde önceki öğrenmeler yeni öğrenmelere yardımcı olmaktadır. Küresel ısınmadan dolayı yenilenebilir

enerji, enerji üretimi için daha çok tercih edilmektedir. Ülkeler gelecek kuşaklara daha temiz bir dünya için yenilenebilir enerji için ar-ge çalışmaları yapmaktadırlar. Dünyada en çok kullanılan yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olan güneşten faydalanmak için güneş panellerinin sayısı her geçen artmaktadır. Güneş panellerinin kurulduğu alanlar çok büyük olduğu için bu alanların temizliğinin kontrol edilmesi uzun sürmektedir. Üretim veriminin yüksek olması için belirli periyotlar da kontrol edilmesi gerekmektedir. Bu kontroller uzun sürdüğünden dolayı zaman kaybına neden olmaktadır. Yaptığımız çalışmada bu kirlilik seviyeleri derin öğrenme ile hızlıca tespit edilerek gerekli birimlere temizlenmesi için bildirilmesi hedeflenmiştir.

Bu çalışmada güneş panel fotoğrafları derin öğrenme algoritmaları ile analiz edilerek kirlilik seviyeleri sınıflandırılmıştır. Güneş panellerindeki kirlilik panelin elektrik üretimini etkilemektedir. Panellerdeki kirlilik sınıflandırılmaları tespit edilerek üretilen elektrik enerjinin sürekli olarak en üst düzeyde tutulması hedeflenmiştir.

İlerleyen çalışmalarda daha fazla panel görüntüsü ile sınıflandırma doğruluğu arttırılabilir. Ayrıca derin öğrenmedeki farklı algoritmalar bu veri seti üzerinde denenebilir. Bunlara ek olarak her güneş panelinin üzerine basit yöntemler ile panel üzerine çeşitli elemanlar kullanılarak oluşturulacak bir silecek yardımı ile temizleme yapılabilir. Kirliliği analiz ile sınıflandırılan güneş panelleri kullanıcılar tarafından kendi geliştirdikleri temizleme yöntemleri ile kısa sürede çözüm üretmelerine katkı sağlamaktadır.

Temizlenen panellerin elektrik üretimi, kirli panele göre aynı sürede daha fazla olduğu için hem üretici hem de kullanıcı açısından büyük bir kazanımdır. Güneş panellerinden yararlanan ülkelerin mevcut iklim koşullarında çok fazla kirlenmeye maruz kaldığı yaptığım literatür çalışmasında ortaya çıkmıştır. Ülkelerin ortak sorunu enerji üretiminde kullanılan panellerin kirlenmesidir. Kirliliğin en kısa süre zarfında tespit edilerek temizlenmesi hem güneş panellerinin kullanım ömrünü maksimum düzeyde gerçekleştirilerek tamamlamasına hem de enerji üretimine tam kapasitede katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Adıyaman, Ç. (2012). *Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Politikalar*. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, Niğde Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Niğde.
- Ahmed, Z., Kazem, H. A., & Sopian, K. (2013). Effect Of Dust On Photovoltaic Performance: Review And Research Status. *Latest Trends In Renewable Energy And Environmental Informatics*, 34(6), 193-199.
- Akbel, M., & Kahraman, H. (2020). Çok Amaçlı Meta-Sezgisel Optimizasyon Algoritmalarının Performanslarının Karşılaştırılması. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 8(5), 185-199.
- Akdoğan, D. A. (2018). *Yenilenebilir Enerjide Kamu Politikaları Ve Türkiye*. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Akova, İ. (2011). Development Potential Of Windenergy In Turkey, *EchoGéo*, 16.
- Al Hanai, Tuka, et al. (2011). Environmental Effects On A Grid Connected 900 W Photovoltaic Thin-Film Amorphous Silicon System. *Renewableenergy*, 2615-2622.
- Al-Ammri, A. S., Ghazi, A. ve Mustafa, F. (2013). Dust Effects On The Performance Of PV Streetlight In Baghdad City, 2013 *International Renewable and Sustainable Energy Conference (IRSEC)*, 18-22.
- Alpaslan, Z. (2009). *Bazı İletken Polimerlerin Güneş Pili Uygulamaları*, Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Gebze.
- Alshehri, A., Parrott, B., Outa, A., Amer, A., Abdellatif, F., Trigui, H., Carrasco, P., Patel, S. ve Taie, I. (2014). Dust Mitigation In The Desert: Cleaning Mechanisms For Solar Panels In Arid Regions, *2014 Saudi Arabia Smart Grid Conference (SASG)*, 1-6.
- Altaee, F. (2018). *A Study On The Improvement Of Solar Pv Panel Efficiency And Power Output*, Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, Gaziantep Üniversitesi, Gaziantep.
- Altan, G. (2019). Grafiklerin Sınıflandırılmasında Derin Öğrenme Modelleri, *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi Özel Sayı*, 319-329.
- António F. and O. Falcão, (2010). Wave Energy Utilization: A Review Of The Technologies, *Renewable And Sustainable Energy Reviews*.
- Appels, R., Lefevre, B., Herteleer, B., Goverde, H., Beerten, A., Paesen, R., & Poortmans, J. (2013). Effect Of Soiling On Photovoltaic Modules. *Solar energy*, 96, 283-291.
- Asl-Soleimani, E., Farhangi, S. ve Zahibi, M. S. (2001). The Effect Of Tilt Angle, Air Pollution On Performance Of Photovoltaic Systems In Tehran, *RenewableEnergy*, 24(3-4), 459-468.

- Atay, S. (2020). *Çatı Tipi Güneş Panellerinin Verimini Etkileyen Çevresel Parametrelerin İncelenmesi*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş.
- Avar, Y. (2021). Avrupa Birliği'nin Rusya-Gürcistan Ve Rusya-Ukrayna Çatışmalarına Karşı Tutumu: Almanya Ve Fransa'nın Liderlikleri. *Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi (AKAD)*, 13(24), 310-321.
- Batı, O. (2013). *Türkiye'de Sürdürülebilir Kalkınma Ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı Uluslararası İktisat Bilim Dalı, İstanbul.
- Baydilli, Y. Y. (2021). Polen Taşıyan Bal Arılarının Mobilenetv2 Mimarisi İle Sınıflandırılması. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (21), 527-533.
- Bayram, Z. (2020). *Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Potansiyelinin Değerlendirilmesi: Türkiye Örneği*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Çalışma İktisadı Anabilim Dalı, Tekirdağ.
- Carletti, V., ve Ark. (2020). An Intelligent Flying System For Automatic Detection Of Faults In Photovoltaic Plants, *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 11 (5): 2027–2040.
- Cer, S. (2015). *Gölgeleme Bileşeni Olarak Kullanılan Fotovoltaik Panellerin Enerji Etkinliğinin Değerlendirilmesi*, Yayınlanmamış Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Ana Bilim Dalı, İstanbul.
- Chamaria, P., Dube, A. ve Mittal, A. P. (2014). Consequences Of Dust On Solar Photovoltaic Module And Its Generation, *2014 IEEE 6th India International Conference on Power Electronics (IICPE)*, 1-5.
- Chollet, F. (2017). Deep Learning With Depthwise Separable Convolutions. ArXiv:1610.02357 [Cs]. <http://arxiv.org/abs/1610.02357>
- Cirdei, I. A. (2014). National Security And Collective Security From The Perspective Of Ensuring Energy Security, *Revista Academiei Fortelor Terestre*, Vol. 19, Issue 2, 145-151.
- Cireşan, D., Meier, U., & Schmidhuber, J. (2012). Multi-Column Deep Neural Networks For Image Classification. Arxiv Preprint Arxiv:1202.2745.
- Çolak., S.Ç. (2010). *Fotovoltaik Paneller Yardımı İle Güneş Enerjisinden Elektrik Enerjisi Üretiminin Maliyet Analizi Ve Gelecekteki Projeksiyonu*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Çukurçayır, M. A., & Sağır, H. (2008). Enerji Sorunu, Çevre Ve Alternatif Enerji Kaynakları. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 257-278.

- Deringöl, N. (2020). *Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Karşılaştırmalı Ekonomik Analizi*, Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Ana Bilim Dalı, Elazığ.
- Dışkaya, S. (2017). *Marmara University Journal Of Political Science ,Marmara Üniversitesi Siyasal Bilimler Dergisi*. ISSN 2147-6934, 129-150.
- Dişli, F. (2018). *Fotovoltaik Panellerin Üzerindeki Toz Yoğunluğunun Görüntü İşleme İle Tespiti*, Yayınlanmış Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik-Elektronik Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Elazığ.
- Doruk, Ş. (2021). *Application Of Deep Learning To Classification Of Acoustic Emission (Ae) Measurements For Damage Detection In Composites*, Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Elibüyük, U., & Üçgül, İ. (2014). Rüzgâr Türbinleri, Çeşitleri Ve Rüzgâr Enerjisi Depolama Yöntemleri, *SDÜ Yekarum e-Dergi*, 2(3).
- Emniyetli, G. (2007). *Evsel Elektrik İhtiyacının Karşılınması İçin Rüzgâr Türbin Tasarımı*, Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.
- Erdal, L. (2012). Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Yatırımları Ve İstihdam Yaratma Potansiyeli. *Sosyal ve Beşeri Bilimler Dergisi*, 4(1), 171-181.
- Ertürk, F., Akkoyunlu, A., Varınca, K. (2006). Enerji Üretimi Ve Çevresel Etkileri, *Türk Asya Stratejik Araştırma Merkezi (TASAM) Yayınları*.
- Gaglia, A. G., Lykoudis, S., Argiriou, A. A., Balaras, C. A. ve Dialynas, E. (2017). Energy Efficiency Of PV Panels Under Real Outdoor Conditions-An Experimental Assessment In Athens, Greece, *RenewableEnergy*, 101, 236-243.
- Giles E. E., Samuel D. S., Christopher M., Michael B. J., Laura M. H. ve Henry J. S. (2014). Formamidinium Lead Trihalide: A Broadly Tunable Perovskite For Efficient Planar Heterojunction Solar Cells, 3(7), 982.
- Gökalp, S., ve Aydın, İ. (2021). Farklı Derin Sinir Ağı Modellerinin Duygu Tanımadaki Performanslarının Karşılaştırılması. *Muş Alparslan Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 2(1), 35-43.
- Guan, Y., Zhang, H., Xiao, B., Zhou, Z. ve Yan, X. (2017). In Situ Investigation Of The Effect Of Dust Deposition On The Performance Of Polycrystalline Silicon Photovoltaic Modules, *Renewabl eEnergy*, 101, 1273-1284.
- Güllü, M. (2021). Türkiye’nin Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının 2030 Yılına Kadar Tahmini, *19 Mayıs Sosyal Bilimler Dergisi*, 2.
- Güngör, S., Mehmet, K. A. Y. A., & Alhaji, R. (2021). Renklendirilmiş Bt Görüntülerinden Covid-19 Tespiti İçin Derin Öğrenmeye Dayalı Bir Yöntem. *Computer Science*, 391-399.

- Haddad, A. G. ve Dhaouadi, R. (2018). Model In Gand Analysis Of PV Soiling And Its Effect On The Transmittance Of Solar Radiation, *2018 Advances in Science and Engineering Technology International Conferences (ASET)*, 1-5.
- Hammoud, M., Shokr, B., Assi, A., Hallal, J. ve Khoury, P. (2019). Effect Of Dust Cleaning On The Enhancement Of The Power Generation Of A Coastal PV-Powerplant At Zahrani Lebanon, *Solar Energy*, 184, 195-201.
- Hassan, A. H., Rahoma, U. A., Elminir, H. K. ve Fathy, A. M. (2005). Effect Of Airborne Dust Concentration On The Performance Of PV Modules. *Journal of the Astronomical Society of Egypt*, 13(1), 24-38.
- Havan, C. (2017). *Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Politikası - TR 42 Doğu Marmara Bölgesi Örneği*, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli.
- Howard, A. G., Zhu, M., Chen, B., Kalenichenko, D., Wang, W., Weyand, T., Andreetto, M., & Adam, H. (2017). Mobilenets: Efficient Convolutional Neural Networks For Mobile Vision Applications. ArXiv:1704.04861.
- Höyland, J. (2010). *Challanges For Large Wind Turbine Blades*, Philosophiae Doctor Thesis, Norwegian University of Science and Technology.
- İnternet: Bilimgenc Tubitak. (2021). Url:<https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/gunes-tarlasi-nedir>, Son Erişim Tarihi:17/05/2022
- İnternet: ChenYanhui. From Alexnet To Nasnet: A Brief History And İntroduction Of Convolutional Neural Networks. (2021). URL: <https://towardsdatascience.com/from-alexnet-to-nasnet-a-brief-history-and-introduction-of-convolutional-neural-networks-cf63bf3320e1> Son Erişim Tarihi: 06/06/2022
- İnternet: Çeyrekmühendis. (2018). URL :<https://www.ceyrekmuhendis.com/poul-la-cour-kimdir/> Son Erişim Tarihi :01/03/2022
- İnternet: Çeyrekmühendis.(2018). URL:<https://www.ceyrekmuhendis.com/poul-la-cour-kimdir/>, Son Erişim Tarihi:18/02/2022
- İnternet: Deep Solar Eye (2018) Url: <https://deep-solar-eye.github.io/> Son Erişim Tarihi: 06/06/2022
- İnternet: Ekolojist.(2017), Url:<https://ekolojist.net/wp-content/uploads/2017/10/turkiye-gunes-enerjisi-potansiyeli.png>, Son Erişim Tarihi:20/05/2022
- İnternet: Ekolojist.(2018). URL: <https://ekolojist.net/yenilenebilir-enerji-kaynaklari-nelerdir/> Son Erişim Tarihi:18/02/2022
- İnternet: Enerji Sistemleri Mühendisliği. (2022). URL:<https://www.enerjisistemlerimuhendisligi.com/gunes-pili-fotovoltaik-panel-nasil-calisir.html>, Son erişim tarihi:17/05/2022

İnternet: Enerji.(2022), Url:<https://enerji.gov.tr/eigm-yenilenebilir-enerji-kaynaklar-gunes>, Son Erişim Tarihi:20/05/2022

İnternet: Enerjiportalı. (2017). URL:<https://www.enerjiportalı.com/biyokutle-enerjisi-nedir/>, Son Erişim Tarihi:18/02/2022

İnternet: Enerjiportalı. (2020), Url:<https://www.enerjiportalı.com/2020-2030-gunes-enerjisi-pazarında-en-buyuk-6-trend/>, Son Erişim Tarihi:20/05/2022

İnternet: Hilal Hava Özkılınç. (2014). Url:<http://hilalhavvaokilinc.tr.gg/11--Hafta-Hava-Grubu.htm>

İnternet: Karfo-Endüstriyel. (2022). URL:<https://www.karfo-endustriyel.com.tr/tr/cozumler/endustriyel-mikroskop-cozumleri/mineral-cevher-incelemeleri/jeotermal-enerji-tas-analizi>, Son Erişim Tarihi:18/02/2022

İnternet: Keras. (2020). Kerasdocumentation: KerasApplications.<https://keras.io/api/applications/> Url:<https://keras.io/api/applications/>, Son Erişim Tarihi:25/05/2022

İnternet: Pikacu. (2014). Url:<http://gijmoo35.blogspot.com.tr/2013/12/ruzgar-turbinleri-ve-generatorleri.html>, Son Erişim Tarihi:25/05/2022

İnternet: Sigmaenerji. (2022). URL:<https://www.sigmaenerji.com.tr/faydali-bilgiler/55/Gunes-Enerjisi-Elektrik-uretim-Sisteminin-Tasarlanmasi-ve-Maliyet-Hesabi>, Son Erişim Tarihi:18/02/2022

İnternet: Şatiroğlu. (2022). URL:<https://satirogluyapi.com.tr/?h1338/gelgit-enerjisi-ve-avantajlari>, Son Erişim Tarihi:18/02/2022

İnternet: Towardsdatascience, (2019). Url:<https://towardsdatascience.com/useful-plots-to-diagnose-your-neural-network-521907fa2f45> Son Erişim Tarihi:30/05/2022

İnternet: ImageNet. (2020). ImageNet. Url:<http://image-net.org/aboutoverview> Son Erişim Tarihi:25/05/2022

İnternet: Mühendisizbiz.net, (2014). http://www.muhendisizbiz.net/uploadlar/92/rzgar_enerjisi.pdf, Son Erişim Tarihi:25/05/2022

İnternet: Planetoscope.(2015), ‘Emissions De CO2 En Europe’, <http://www.planetoscope.com/atmosphere/626-emissions-deco2-en-europe.html>, Son Erişim Tarihi. 17.03.2021

İnternet: Rodriguez, IvanFelipe. (2018). Pollendataset. GitHub. <https://github.com/piperod/PollenDataset> Url: <https://github.com/piperod/PollenDataset>, Son Erişim Tarihi:25/05/2022

- İnternet: T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü (YEGM). (2015). Rüzgâr Enerjisi, Url: http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/ruzgar-ruzgar_enerjisi.aspx, Son Erişim Tarihi:25/05/2022
- Kabadayı, Ş. (2020). *Güneş Panellerinde Güneş İle Gölge Arasındaki Oranların Verimlilik Üzerine Etkileri Ve Analizi*, Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi, Karabük.
- Karabağ, S. (2011). Rüzgâr Türbini Kanadı İmalatı. *İzmir Rüzgâr Sempozyumu ve Sergisi*.
- Karakan, A., Oğuz, Y. (2015). Mevcut Yapılara Uygulanan Fotovoltaik Sistemlerin İncelenmesi: Afyonkarahisar Örneği. *2nd International Sustainable Buildings Symposium Gazi Üniversitesi*.
- Karayılmazlar, S., Saraçoğlu, N., Çabuk, Y., Kurt, R.. (2011). Biyokütlenin Türkiye’de Enerji. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 19, 63-75.
- Karim Menoufi, Hamdy F.M.Farghal, Ahmed A.Farghali, Mohamed H.Khedr. (2017). Dust Accumulation On Photovoltaic Panels: A Case Study At The East Bank Of The Nile (Beni-Suef, Egypt), *EnergyProcedia*, 128, 24-31.
- Karslı A. (2018). *Hibrit Perovskite Güneş Pillerinin Geliştirilmesi*, Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kavaz İ. (2019). Türkiye’nin Enerjide Gelecek Vizyonu. *Seta/Perspektif*, 252.
- Kawamoto, H. ve Shibata, T. (2015). Electrostatic Cleaning System For Removal Of Sand From Solar Panels, *Journal of Electrostatics*, 73, 65-70.
- Kaycı, B. (2021). *Güneş Panellerinin Dört Rotorlu İha Kullanılarak Termografi Yöntemiyle Derin Öğrenme Tabanlı Hata Tespit Ve Teşhisi*, Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi, Karabük.
- Kazem, H. A. ve Chaichan, M. T.(2016). Experimental Analysis Of The Effect Of Dust’s Physical Properties On Photovoltaic Modules In Northern Oman, *Solar Energy*, 139, 68-80.
- Kılıç, F.. (2015). Güneş Enerjisi, Türkiye’deki Son Durumu Ve Üretim Teknolojileri. *Mühendis ve Makina*, 671.
- Kılıç, N. (1998), Dünyada Ve Türkiye’de Enerji Sektörüne Bakış Ve Jeotermal Enerji Potansiyelinin İrdelenmesi, *İzmir Ticaret Odası Yayınları*.
- Koç, E. & Kaya, K. (2015). Enerji Kaynakları Yenilenebilir Enerji Durumu. *Mühendis ve Makina*, 56(668), 36-47.
- Koçer, B. (2012), *Transfer Öğrenmede Yeni Yaklaşımlar*, Yayınlanmış Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.

- Köse, U. (2017). *Yapay Zeka Tabanlı Optimizasyon Algoritmaları Geliştirilmesi*, Yayınlanmış Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Kurşun, M. (2019). *Samsun Koşullarında Doğal Toz Birikiminin Güneş Panellerinin Verimliliğine Etkisi*, Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yenilenebilir Enerji ve Uygulamaları Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Samsun.
- Kusuma, G. P. (2019). Classification Of C2C E-Commerce Product Images Using Deep Learning Algorithm. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 10(9).
- Kutlu, Ö.(2019). *İnsansız Hava Aracı İle Elde Edilen Görüntülerin Derin Öğrenme Yöntemleri İle Analizi*, Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Maghami, M. R., Hizam, H., Gomes, C., Radzi, M. A., Rezadad, M. I., &Hajighorbani, S. (2016). Power Loss Due To Soiling On Solar Panel: A Review. *Renewable And Sustainable EnergyReviews*, 59, 1307-1316.
- Manna, T.K. ve Mahajan, S.M. (2007). Nano Technology In The Development Of Photovoltaic Cells. *IEEE*:379–86.
- Manwell, J. F., McGowan, J. G., Rogers, A. L. (2002). Wind Turbine Explained, Theory Designand Application, *John Wiley&Sons*.
- Mastekbayeva, G. A. ve Kumar, S. (2000). Effect Of Dust On The Transmittance Of Low Density Polyethylene Glazing In A Tropical Climate, *Solar Energy*, 68(2), 135-141.
- Mejia, F., Kleissl, J., &Bosch, J. L. (2014). The Effect Of Dust On Solar Photovoltaic Systems. *EnergyProcedia*, 49, 2370-2376.
- Mert, S. (2012). *Dalga Enerjisi Dönüşüm Sistemi Tasarımı Ve Deneysel Çalışması*, Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kıyı Bilimleri ve Mühendisliği Ana Bilim Dalı, İstanbul.
- Murat, S. (2021). *İnsansız Hava Aracı Görüntülerinden Derin Öğrenme Yöntemleriyle Nesne Tanıma*, Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, Maltepe Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.
- Narimane, K., Ahmed, D., Khadidja, B., Bilal, D. M., Halima, B. ve Gougui, A. (2018). In-Situ Investigation The Effect Of Dust Deposition On The Polycrystalline Silicon Photovoltaic Modules In Ouarglaregion, *2018 International Conference on Communications and Electrical Engineering (ICCEE)*, 1-5.
- Nurbay, N.,& Çınar, A. (2005). Rüzgar Türbinlerinin Çeşitleri Ve Birbirleriyle Karşılaştırılması. *III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu*, 19-21.

- Oluklu, D. (2021). *Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Üretimi Açısından İncelenmesi Ve Modellemesi*, Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, Başkent Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı Endüstri Mühendisliği Bilim Dalı, Ankara.
- Ovuz K. (2018). *Kırıkkale İklim Şartlarında Sıcaklığın Polikristal Fotovoltaik Panelin Enerji Verimliliği Üzerine Etkisinin Araştırılması*, Yayınlanmış Lisans Tezi, Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fizik Ana Bilim Dalı, Kırklareli.
- Önal, Eylem ve Yarbay, Rahmiye Zerrin. (2010). Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli Ve Geleceği, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 9(18), 77-96.
- Özbey, U. (2018). *Yoğunlaştırıcı Fotovoltaik (Cpv) Sistemlerde Fotovoltaik (Pv) Yüzey Sıcaklığının Sistem Performansına Etkisinin İncelenmesi*, Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Bartın.
- Pierdicca, R., vd., (2018). Deep Convolutional Neural Network For Automatic Detection Of Damaged Photovoltaic Cells, *International Archives of ThePhotogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 42 (2), 893–900.
- Prof. Dr. H. Hüseyin Öztürk. (2013). *Yenilenebilir Enerji Kaynakları*. Birsen Yayınevi, İstanbul, ISBN: 978-975-511-589-4.
- Qasem, H., Betts, T. R., &Gottschalg, R. (2013). Spatially-Resolved Modelling Of Dust Effect On Cadmium Telluride Photovoltaic Modules. *Solar Energy*, 90, 154-163.
- Radhika, K., Devika, K., Aswathi, T., Sreevidya, P., Sowmya, V., & Soman, K. P. (2020). Performance Analysis Of Nasnet On Unconstrained Recognition. *In Nature Inspired Computing for Data Science*, 57-82.
- Ramli, M. A. M., Prasetyono, E., Wicaksana, R. W., Windarko, N. A., Sedraoui, K. ve Al-Turki, Y. A. (2016). On The Investigation Of Photovoltaic Output Power Reduction Due To Dust Accumulation And Weather Condition. *Renewable Energy*, 99, 836-844.
- Rehman, S.,& El-Amin, I. (2012). Performance Evaluation Of An Off-Grid Photovoltaic System In Saudi Arabia. *Energy*, 46(1), 451-458.
- S. Mehta, A. P. Azad, S. A. Chemmengath, V. Raykarand S. Kalyanaraman. (2018).<https://arxiv.org/abs/1710.03811>deepsolareye: Power Loss Predictionand Weakly Supervised Soiling Localizationvia Fully Convolutional Networks For Solar Panels, *IEEE Winter Conference on Applications of ComputerVision (WACV)*, 333-342.
- Said, S. (1990). Effects Of Dust Accumulation On Performances Of Thermal And Photovoltaic Flat-Plate Collectors, *Appliedenergy*, 37(1), 73-84.

- Saidan, M., Albaali, A. G., Alasis, E. ve Kaldellis, J. K. (2016). Experimental Study On The Effect Of Dust Deposition On Solar Photovoltaic Panels In Desert Environment, *Renewable Energy*, 92, 499-5055.
- Salari, A. ve Hakkaki-Fard, A. (2019). A Numerical Study Of Dust Deposition Effects On Photovoltaic Modules And Photovoltaic-Thermal Systems, *Renewable Energy*, 135, 437-449.
- Sancar M. (2018). *Fotovoltaik Panelin Performansına Etki Eden Faktörlerin Araştırılması*, Yayınlanmış Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Enerji Sistemleri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Isparta.
- Sandler, M., Howard, A., Zhu, M., Zhmoginov, A., &Chen, L.-C. (2019). Mobilenetv2: Inverted Residual Sand Linear Bottle Necks. ArXiv:1801.04381 [Cs].<http://arxiv.org/abs/1801.04381><http://arxiv.org/abs/1801.04381>.
- Schubel, P. J., Crossley, R. J. (2012). Wind Turbine Blade Design, *Enegies*, 5.
- Sesli, A., Arslan Tuncer, S. ve Bilek, F. (2021). Plantar Basınç Dağılımı Sinyalleri Kullanılarak Erken MS'liler De Ataksinin Hybrt CNN Modelleri İle Belirlenmesi, *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi Özel Sayı 28*, 579-583.
- Shen, D., Wu, G., &Suk, H.-I. (2017). Deeplearning In Medical İmage Analysis, *AnnualReview of Biomedical Engineering*, 19(1), 221–248. <https://doi.org/10.1146/annurev-bioeng071516-044442>
- Song, H. A.,& Lee, S. Y. (2013). Hierarchical Representation Using NMF. *In International Conference On Neural İnformation Processing*, 466- 473.
- Sulaiman, S. A., Mat, M. N. H., Guangul, F. M. ve Bou-Rabee, M. A. (2015). Real-Time Study On Theeffect Of Dustaccumulation On Performance Of Solar PV Panels In Malaysia, *International Conference on Electricaland Information Technologies (ICEIT)*, 269-274.
- Süngü M. (2020). *Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları Politikasının Analizi Ve Bir Model Önerisi*, Yayınlanmış Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Ana Bilim Dalı, Ankara.
- Szegedy, C., Ioffe, S., Vanhoucke, V., & Alemi, A. A. (2017). Inception-V4, Inception-Resnet And The Impact Of Residual Connections On Learning, *Thirty-First AAAI Conference on ArtificialIntelligence (AAAI-17)*, 4278–4284.
- Şeker, A., Diri, B., & Balık, H. H. (2017). Derin Öğrenme Yöntemleri Ve Uygulamaları Hakkında Bir İnceleme. *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi (GMBD)*, 3(3), 47-64.
- Tanesab, J., Parlevliet, D., Whale, J. ve Urmee, T. (2017). Seasonaleffect Of Dust On The Degradation Of PV Modules Performance Deployed In Different Climate Areas, *Renewable Energy*, 111, 105-115.

- Touati, F., Massoud, A., Hamad, J. A. ve Saeed, S. A. (2013). Effects Of Environmental And Climatic Conditions On PV Efficiency In Qatar, *International Conferance on Renewable Energies And Power Quality(ICREPO'13)*, 20-22.
- Uçar, M. (2021). Glokom Hastalığının Evrişimli Sinir Ağı Mimarileri ile Tespiti. *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 23(68), 521-529.
- Uygur, İ. ve Diğerleri. (2006). Batı Karadeniz Bölgesindeki Dalga Enerjisi Potansiyelinin Araştırılması, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 1.
- Uysal, A. (2008). *Rüzgâr Türbini Kanat Malzemelerinin Mekanik Özelliklerinin İncelenmesi*, Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.
- Ünlütürk M. (2019). *Fotovoltaik Panel Yüzeyinde Görüntü İşleme Teknikleri Kullanarak Kirlilik Tespiti*, Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi, Konya Teknik Üniversitesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.
- Yılmaz, M. (2012). Türkiye'nin Enerji Potansiyeli Ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Açısından Önemi. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 4(2), 33-54.
- Zaim, A. Ve Çavşı, H. (2018). Türkiye'deki Jeotermal Enerji Santrallerinin Durumu, *Mühendis ve Makina*, 45-58.
- Zoph, B., Vasudevan, V., Shlens, J., & Le, Q. V. (2018). Learning Transferable Architectures For Scalable Image Recognition. *In Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition*, 8697-8710.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı-Soyadı : Selim GÜVENÇ

Uyruğu :

Doğum yeri ve Tarihi :

Eğitim Derecesi Lise : Aksaray Anadolu Ticaret Meslek Lisesi (1997-2001)

Eğitim Derecesi Lisans: Selçuk Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Bilgisayar Sistemleri Öğretmenliği (2003-2008)

Çalıştığı Kurumlar : Kumru Erçallar Çok Programlı Lisesi KUMRU/ORDU(2009-2012)

Onur Ateş Anadolu Lisesi ATAUM/SAMSUN(2012-2013)

Taflan Yalı Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi
ATAUM/SAMSUN(2013-2020)

Atakum Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi(2020-Halen)

Bilimsel Faaliyet : Güvenç. S. ve Ünal. Y. (2021). Classification Of Pollution Level In Solar Panels By Deep Learning. *International Conference on Engineering, Natural and Applied Science 2021 (ICENAS'21)* .