

T. C.
İSTANBUL GELİŞİM ÜNİVERSİTESİ
İKTİSADİ, İDARİ VE SOSYAL BİLİMLER FAKÜLTESİ

Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü

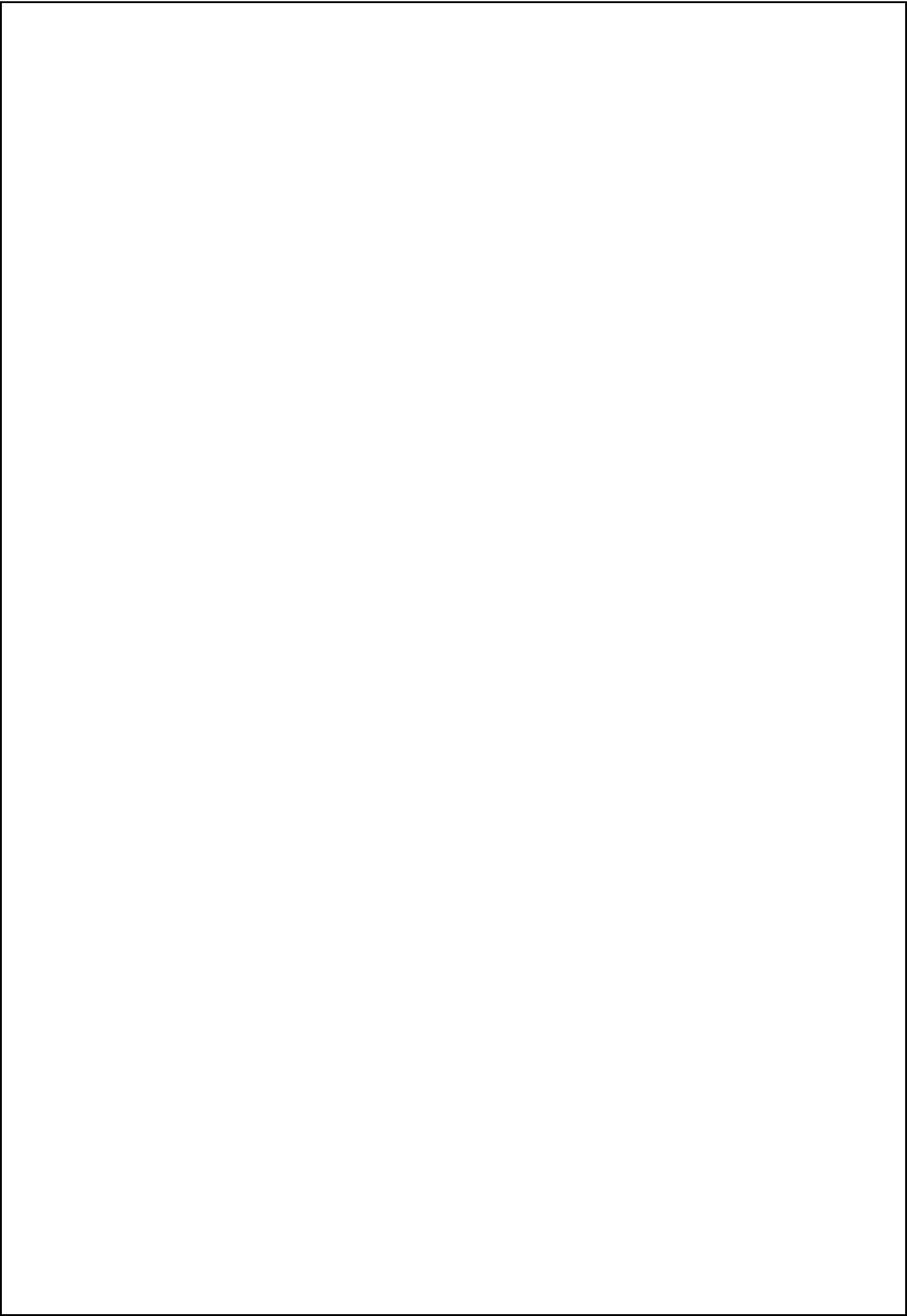
İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN KURAKLIK ÜZERİNDEKİ
ETKİLERİNİN ANALİZİ

Lisans Tezi

AHMET ENSAR ALTUNAY
ALİ RIZA YÜKSEL
BERKAY VATANSEVER
METEHAN CEBECİ

Danışman
Dr. Öğr. Üyesi ŞEYMA BOZKURT UZAN

İstanbul – 2023



TEZ TANITIM FORMU

Yazar Adı Soyadı : Ahmet Ensar ALTUNAY, Ali Rıza YÜKSEL,
Berkay VATANSEVER, Metehan CEBECİ

Tezin Dili : Türkçe

Tezin Adı : Uluslararası Örgütler ve Türkiye'ye Etkileri

Enstitü : İstanbul Gelişim Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Anabilim Dalı : Yönetim Bilişim Sistemleri

Tezin Türü : Lisans Tezi

Tezin Tarihi : 29.05.2023

Sayfa Sayısı : 105

Tez : 1. Dr. Öğr. Üyesi Şeyma BOZKURT UZAN

Danışmanları

Dizin Terimleri :

Türkçe Özet :

Dağıtım Listesi :

İmzası

Adı SOYADI

T. C.
İSTANBUL GELİŞİM ÜNİVERSİTESİ
İKTİSADİ, İDARİ VE SOSYAL BİLİMLER FAKÜLTESİ

Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN KURAKLIK ÜZERİNDEKİ
ETKİLERİNİN ANALİZİ

Lisans Tezi

AHMET ENSAR ALTUNAY
ALİ RIZA YÜKSEL
BERKAY VATANSEVER
METEHAN CEBECİ

Danışman
Dr. Öğr. Üyesi ŞEYMA BOZKURT UZAN

İstanbul – 2023

BEYAN

Bu tezin hazırlanmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğu, kullanılan verilerde herhangi tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez olarak sunulmadığını beyan ederim.

Adı SOYADI

TARİH

ÖZET

Su; tüm tabiat için önemli bir yaşam kaynağıdır. Bu yaşam kaynağına sahip olup bundan faydalanmanın dışında gelecek nesiller için bu kaynağı sürdürülebilir bir biçimde saklamakta önemli bir husustur. Küresel ısınma ve vahşi kullanım gibi birçok sebepten ötürü tehlike altında kalan su, bir an önce güvenli bir biçimde saklanılıp üzerine planlamalar yapılan bir yapıya ulaşmalıdır. Bu noktada sürdürülebilirlik kavramı devreye girmektedir. Sürdürülebilirlik üç boyuta sahiptir. Bu boyutlar: Ekonomi, toplum ve çevredir. Bunlar içerisinde çevre, insanlığın devamı için en gereklisidir. Çevre boyutu da içerisinde birçok değişkeni barındırmaktadır. Bu değişkenler arasından en önemlisi ise su olarak kabul edilmektedir. Çünkü su insanlık için en gerekli ihtiyaç ve yaşam kaynağıdır. Yapılan sürdürülebilirlik çalışmaları sayesinde suyun sürdürülebilirliği sağlanacaktır. Suyun sürdürülebilirliğinin sağlanması demek Dünya yaşamının devam etmesi demektir. Lakin bu konuyu ele alan çalışma literatürde oldukça sınırlıdır. Bu araştırma içerisinde ise tüm bu uygulama ve planlamalara ön ayak oluşturacak bir çalışma yapılmıştır. Araştırmada Dünya'nın tüm bölgelerinden seçilen ülkelere yer verilmiştir. Oluşturulan örneklemin dışında araştırma içerisinde belirlenen değişkenler şu şekilde sıralanmıştır: Kişi başına orman alanı (metrekare), Kişi başına düşen yenilenebilir tatlı su kaynakları(metreküp), Yılda ortalama yağış (mm), Temel Su Stresi. Oluşturulan bu veri seti içerisinde; ön işlemenin haricinde gerçekleştirilen, veri görselleştirme ve regresyon çıkarımı için Python programlama dili ve Microsoft Power Bi kullanılmıştır. Yapılan analizler sonucunda “Yılda ortalama yağış (mm)” ile “Temel Su Stresi” ilişkisini Lineer regresyon modeli ile inceleyip “Yılda ortalama yağış (mm)” değişkeninin “Temel Su Stresi” değişkenini tahminlerken yardımcı olabileceği tanısına varılmıştır. Sonuç olarak ülkelerin aldığı yıllık yağış miktarının su stresinde belirleyici rol oynayabileceği ön görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Su, Su Stresi, Regresyon, Makine Öğrenmesi

SUMMARY

Water is an essential source of life for all nature. In addition to benefiting from this vital resource, it is important to sustainably preserve this resource for future generations. Due to many reasons such as global warming and reckless usage, water is endangered and should reach a structure where it can be safely stored and planned upon as soon as possible. At this point, the concept of sustainability comes into play. Sustainability has three dimensions: economy, society, and environment. Among these dimensions, the environment is the most essential for the continuity of humanity. The environmental dimension also contains many variables, the most important of which is considered to be water. Because water is the most essential need and source of life for humanity. By means of sustainability studies, the sustainability of water will be ensured. Ensuring the sustainability of water means the continuation of life on Earth. However, the literature on this subject is quite limited. In this research, a study that will lead the way for all these applications and planning has been conducted. Countries selected from all regions of the world have been included in the sample created. In addition to the pre-processing, the following variables have been identified in the study: Forest area per capita (square meters), Renewable freshwater resources per capita (cubic meters), Average annual precipitation (mm), Basic Water Stress. In this data set created, Python programming language and Microsoft Power Bi have been used for data visualization and regression inference, except for pre-processing. As a result of the analyses conducted, it has been concluded that the Linear regression model can be used to predict the "Basic Water Stress" variable with the "Average annual precipitation (mm)" variable, and that the amount of annual rainfall received by countries may play a decisive role in water stress.

Keywords: Water, Water Stress, Regression, Machine Learning

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
SUMMARY	ii
İÇİNDEKİLER	iii
KISALTMALAR.....	vi
TABLolar LİSTESİ.....	vii
GRAFİKLER LİSTESİ.....	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	ix
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

DÜNYA, İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ, SU VE YAPAY ZEKA

1.1. Dünya.....	4
1.1.1. Dünya'nın jeolojik yapısı ve oluşumu.....	4
1.1.2. Dünya'nın iklimi ve iklim özellikleri	5
1.2. İklim Değişikliği.....	6
1.2.1. İklim değişikliğinin nedenleri.....	7
1.2.2. İklim değişikliğinin ölçümleri	7
1.2.3. İklim değişikliğinin etkileri	8
1.2.4. Geçmişte yaşanan iklim değişikliklerinin etkileri ve önemi	9
1.2.5. Geçmişten günümüze iklim değişikliği politikaları.....	10
1.2.6. İnsan kaynaklı iklim değişikliği	11
1.3. Suyun Önemi	12
1.3.1. Su kaynaklarının türleri	13
1.3.2. Su kaynaklarının kirlenmesi ve kirliliğin etkileri	15
1.3.3. Su ve sağlık arasındaki ilişki	17
1.3.4. Su kıtlığı ve su çatışmaları.....	18
1.4. Su Döngüsü.....	22
1.4.1. Su döngüsüne yardımcı olmak	24
1.4.2. Su döngüsünün yerel ve küresel ölçekteki etkileri	26
1.5. Su ve İnsan.....	28

1.5.1. Suyun insan sağlığına etkileri.....	28
1.5.2. İnsanlar suyu nasıl kullanır ve tüketir?	30
1.6. İklim Değişikliği ve Yapay Zeka.....	31
1.6.1. Yapay Zeka	31
1.6.1.1. Yapay Zeka kronolojisi	34
1.6.1.2. Yapay Zeka kullanım alanları	36
1.6.2. Yapay zeka, iklim değişikliği ile mücadelede kullanımı.....	36
1.6.3. İklim verilerinin toplanması ve analizi için yapay zeka kullanımı.....	37

İKİNCİ BÖLÜM

LİTERATÜR ÇALIŞMASI

2.1. Literatür Çalışması	38
--------------------------------	----

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

REGRESYON ANALİZİ VE MAKİNE ÖĞRENMESİ

3.1. Regresyon Analizi	49
3.1.1. Regresyon analizi nedir?	49
3.1.1.1. En küçük kareler yöntemi.....	50
3.1.2. Regresyon analizi kullanım alanları	51
3.1.3. Doğrusal Regresyon	52
3.1.3.1. Doğrusal Regresyon analizinde yaygın kullanılan yöntemler.....	53
3.1.4. Lojistik Regresyon.....	54
3.1.4.1. İkili Lojistik Regresyon	54
3.1.4.2. Sıralı Lojistik Regresyon.....	55
3.1.4.3. Nominal Lojistik Regresyon	55
3.2. Makine Öğrenmesi	55
3.2.1. Makine Öğrenmesi algoritma seçimi.....	56
3.2.2. Makine Öğrenmesi kullanım alanları	60
3.3. Derin Öğrenme	61
3.2.1. Derin Öğrenme katmanları	62
3.2.2. Derin Öğrenme ve Makine Öğrenmesi arasındaki farklar.....	65

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

SU STRESİ MODELLEMESİ

4.1. Su Stresi	66
4.2. Su Stresi Modeli	67
4.2.1. Veri seti.....	68
4.2.2. Veri setinin istatistiki bilgileri	70
4.2.3. Model.....	75
4.2.3.1. Regresyon grafikleri	76
4.2.3.2. Modelde en küçük kareler yöntemi	78
4.2.3.3. Makine öğrenmesi	79
SONUÇLAR VE ÖNERİLER	80
KAYNAKÇA	81

KISALTMALAR

YPA	:	Yapay Sinir Ağları
YZ	:	Yapay Zeka
SVM	:	Support Vector Machine (Destek Vektör Makineleri)
IOT	:	Internet of Things (Nesnelerin İnterneti)
K-NN	:	K-Nearest Neighbors (K-En Yakın Komşu)
DW	:	Durbin Watson

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1. Yapay zekâ çalışmaları kronolojisi.....	35
Tablo 2. Su stresi modellemesinde kullanılan veri seti	68
Tablo 3. Değişkenlerin bölgelere göre min. mak. ort. değerleri.....	71
Tablo 4. Korelasyon tablosu.....	75
Tablo 5. Temel Su Stresi değişkeni ile Yılda ortalama yağış (mm) değişkeni arasındaki en küçük kareler yöntemi tablosu.....	78
Tablo 6. Temel Su Stresi değişkeni ile Yılda ortalama yağış (mm) değişkeni arasındaki en küçük kareler yöntemi katsayılar tablosu.....	79

GRAFİKLER LİSTESİ

Grafik 1. Veri setinde yer alan bölgelerdeki ülke sayısı	70
Grafik 2. Bölgelere göre kişi başına düşen orman alanı	72
Grafik 3. Bölgelere göre yılda ortalama yağış	73
Grafik 4. Ülkelerin yıllara göre toplamada kişi başına düşen yenilebilir su kaynakları	74
Grafik 5. Kişi başına düşen yenilenebilir tatlı su kaynakları(metreküp) değişkeninin Temel Su Stresi değişkenine göre regresyon grafiği	76
Grafik 6. Yılda ortalama yağış (mm) değişkeninin Temel Su Stresi değişkenine göre regresyon grafiği	77
Grafik 7. Yılda ortalama yağış (mm) değişkeninin Temel Su Stresi değişkenine göre regresyon grafiği	77

RESİMLER LİSTESİ

Resim 1. Su döngüsü	23
Resim 2. Yapay zeka görseli.....	32
Resim 3. İstanbul şehrinin uydu görüntüsü	37
Resim 4. 2040 Su Stresi Dünya haritası.....	66

GİRİŞ

Günümüzde, iklim değışikliği ve su kaynakları üzerindeki etkisi dünya genelinde ciddi bir endişe kaynağı haline gelmiştir. İklim değışikliği, yüksek sıcaklıklar, kuraklık, seller, deniz seviyesi yükselmesi ve su kaynaklarındaki değışiklikler gibi çeşitli faktörler nedeniyle, su kaynaklarının verimliliği ve kullanılabilirliği üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Bu etkiler, su kaynaklarının yönetimi ve sürdürülebilir kullanımı açısından büyük zorluklar yaratmaktadır.

İnsanların şu an yaşadığı dünya da kullandığı kaynaklar içerisinde su ne derece önemli bir yere sahip ise gelecekteki dünya yaşamı içinde aynı derecede önemli bir yere sahip olacağını unutmamak gerek. Bu bilinç ile gelecek nesiller için yapılacak planlamaların tümünü kapsayan başlık ise sürdürülebilirliktir. Sürdürülebilirlik; insanların gelecek nesiller için şimdiden planlayıp uygulayacağı, gelecek nesiller için yaşanılabilir bir dünya bırakmayı hedeflediği bir yapıdır (Aktaş, 2013). Son yıllarda geleceğe dair öngörülerde su kaynaklarına dair bilim insanları ve konu ile çalışan başlıca kurumlar olumsuz senaryolar türetmektedir. Bu senaryolarla gelecek nesillerin karşı karşıya kalma ihtimalleri ise gün geçtikçe artmaktadır. Bu noktadan bakıldığında su kaynaklarının gelecek nesillere miras bırakılması yaşam döngüsünün devamı açısından son derece önemli olduğunun kanısına varmışlardır (Yaman & Avdan, 2021). İşte tüm bunlar elde kısıtlı olarak bulunan ve gelecek için de bir gereklilik olan suya karşı duyarlı ve bilinçli bir yapıda davranmak gerektiğini bir kez daha hatırlatmaktadır.

Dünyada su konusunda şanslı olanlar kadar şanssız durumda olanlar ağır şartlarda kuraklık çeken devletler ve milletler bulunmaktadır. Bu mevcut durumun tanımyken Terzi ve Dündar; Günümüzde, su sıkıntısı kuraklık çeken ülkelere, şayet gerekli önlemler alınmazsa yeni ülkeler eklenebileceğini vurgulamıştır (Terzi & Dündar, 2020). Yakın gelecekte de bu sorunun tüm dünyada ortak bir sorun haline geleceğinin farkına varılmaktadır. Ayrıca Terzi ve Dündar (2020); Su ve Sağlık isimli çalışmalarında belirttiği gibi "Ülkelerin geleceklerine yön verebilmek ve gerekli politikaları geliştirebilmek için mevcut koşulların iyi analiz edilip, sorunların saptandığı ve etkin çözüm önerilerinin geliştirilebildiği çeşitli bilimsel araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır." Milli literatürde halkın suya olan ihtiyacı, su tasarrufu ve su

yönetimi ile ilgili araştırma ve değerlendirme sayılarının oldukça düşük seviyede olduğu görülmektedir.

Bu probleme bir ön ayak oluşturması amacıyla kurulmuş olan modelleme neticesinde devletlerin su kaynakları, devletlerin sahip olduğu ağaçlık alanlar, yıllık yağış miktarları, nüfus gibi verilerden sonuç çıkarımı gerçekleştirilmiştir.

Modellemede kurulan yağmur döngüsünün kurulma amacı ise; Bilim ve Aydınlanma Akademisinde şöyle ifade edilmiştir: Yeryüzünde mevcut olan sınırlı su miktarı sürekli olarak bir döngü halindedir. Döngünün gerçekleşme biçimi güneş enerjisi ile buharlaşıp yükselen su buharının gökyüzünde yoğunlaşarak tekrar yer yüzüne ulaşması şeklinde gerçekleşir (Su Kaynaklarının Mevcut Durumu, 2020). Daha gerçekçi sonuç çıkarımı için dünya yüzeyinde bulunanın dışında gökyüzünde yoğunlaşan ve yağışa geçmeye hazır olan yağmur değişkeni de araştırmada ele alınmıştır.

Çalışma dört bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde Dünya hakkında genel bilgi verilmiştir. Ardından iklim değişikliği konusu incelenmiştir. Daha sonra suyun önemi ve döngüsü ile alakalı konulardan bahsedilmiştir. Bu konulardan sonra su ve insan etkileşiminin nasıl olduğuna ve önemine değinilmiştir. Son olarak iklim değişikliği ve yapay zekâ arasındaki ilişki ele alınmıştır.

İkinci bölümde bu çalışmada ele alınan konu ile alakalı literatürde yer alan geçmiş, benzer çalışmalara yer verilmiştir. Çalışmanın üçüncü bölümünde çalışmada kullanılacak regresyon analizi ve makine öğrenmesi ile alakalı bilgiler verilmiştir. Çalışmanın dördüncü bölümünde su stresinin farklı değişkenler aracılığı ile makine öğrenmesi kullanılarak yapay zekâ tahminleme modeli kurulmuştur. Bu probleme bir ön ayak oluşturması amacıyla kurulmuş olan modelleme neticesinde devletlerin su kaynakları, devletlerin sahip olduğu ağaçlık alanlar, yıllık yağış miktarları, nüfus gibi verilerden sonuç çıkarımı gerçekleştirilmiştir.

Modellemede kurulan yağmur döngüsünün kurulma amacı ise; Bilim ve Aydınlanma Akademisinde şöyle ifade edilmiştir: Yeryüzünde mevcut olan sınırlı su miktarı sürekli olarak bir döngü halindedir. Döngünün gerçekleşme biçimi güneş enerjisi ile buharlaşıp yükselen su buharının gökyüzünde yoğunlaşarak tekrar yer

yüzüne ulaşması şeklinde gerçekleşmektedir (Su Kaynaklarının Mevcut Durumu, 2020). Daha gerçekçi sonuç çıkarımı için dünya yüzeyinde bulunanın dışında gökyüzünde yoğunlaşan ve yağışa geçmeye hazır olan yağmur değişkeni de araştırmada ele alınmıştır. Araştırmada modelleme sonucunda çıkan bulgular sonuç kısmında belirtilmiştir.

BİRİNCİ BÖLÜM

DÜNYA, İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ, SU VE YAPAY ZEKA

1.1. Dünya

Dünya, güneş sistemindeki üçüncü gezegendir ve yaşamın var olduğu tek bilinen gezegendir. Dünya, yaklaşık 4,54 milyar yıl önce oluştu ve yaklaşık 4,6 milyar yıl önce oluşan güneşin etrafında dönmektedir. Gezegen, 149,6 milyon kilometrelik ortalama uzaklığıyla güneşe 365,25 günlük bir yörünge süresiyle dönmektedir. (Aksu, 2016)

Dünya, beş ana kıtadan ve birçok küçük adadan oluşan bir gezegendir. Kıtalar: Afrika, Amerika, Asya, Avrupa ve Okyanusya'dır. Dünya, yaklaşık 7,9 milyar nüfusu ile en kalabalık gezegendir ve insanlar tarafından çeşitli amaçlarla kullanılmaktadır. Gezegenin iklimi, çeşitli faktörlere bağlı olarak değişebilir ve sıcaklıklar, yağış miktarları ve rüzgâr şiddeti gibi değişkenler yıl boyunca farklılık göstermektedir. Dünya'nın yüzeyi, okyanuslar, denizler, nehirler, göller, çöller, ormanlar ve buzullar gibi çeşitli ekosistemler ve coğrafi özelliklerle kaplıdır. Dünya'nın kaynakları arasında su, toprak, mineral kaynakları ve fosil yakıtlar yer almaktadır (Karnıbüyük, 2016).

Dünya, yeryüzünde yaşayan tüm canlıların doğal yaşam alanıdır ve doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımı ve korunması önemlidir. Gezegenin ekolojik dengesi, insan faaliyetleri gibi faktörler nedeniyle tehdit altındadır ve bu nedenle, gezegenin geleceği için çevresel sürdürülebilirliğin sağlanması önem arz etmektedir. Avustralya, Sao Paulo, Pekin, Miami, Kahire, vb. gibi örnekler incelendiğinde, genel olarak yaşanan kuraklık olaylarının, insanların yaşamsal koşullarını ve sosyo-ekonomik durumlarını, halk sağlığını ve ekolojik sistemleri doğrudan ya da dolaylı olarak etkilediği görülmüştür (Partigöç & Soğancı, 2019).

1.1.1. Dünya'nın Jeolojik Yapısı

Dünya, yaklaşık 4,54 milyar yıl önce oluşan bir gezegendir ve güneş sistemindeki üçüncü gezegendir. Dünya'nın oluşumu, şu anda kabul edilen bir teoriye göre, birkaç aşamadan oluşmaktadır (Dölek & Akengin, 2013).

İlk aşama, güneşin oluşumudur. Güneş, bir gaz ve toz bulutunun çökmesi sonucu oluşmuştur. İkinci aşama, gezegenlerin oluşumuyla ilgilidir. Dünya, bir protoplanet olarak adlandırılan büyük bir kütlenin çekirdeği etrafında toz ve gazdan oluşan bir diskten oluşmuştur. Bu disk, çekirdek etrafında dönmüştür ve yerçekimi etkisiyle çarpışan toz ve kaya parçaları birleşerek büyük kaya kütesine dönüşmüştür. Son aşama, Dünya'nın yüzeyinin oluşumudur. Bu aşamada, volkanik patlamalar ve kayaçların soğuması sonucu kabuk oluşmuştur.

Dünya, katmanlardan oluşan bir yapıya sahiptir. En içteki katman, nikel- demir çekirdektir. Çekirdeğin çevresinde, manto adı verilen daha yoğun bir katman bulunur. Üstünde, kabuk olarak adlandırılan en dış katman bulunmaktadır. Kabuk, kıtaları ve okyanus tabanını oluşturan kayaçlardan oluşur. Dünya, jeolojik süreçlerin etkisiyle sürekli olarak değişmektedir. İç ısısı, gezegenin kabuğunu hareket ettirmekte ve bu hareketler sonucu depremler, volkanik patlamalar ve dağ oluşumları meydana gelmektedir. Dünya'nın plakaları adı verilen kıtaları ve okyanus tabanlarını kaplayan büyük levhalar, kabuğun hareketlerinin ana kaynağıdır. Plakalar, birbirine çarparak veya ayrılarak, yeni dağların oluşmasına, okyanus tabanının genişlemesine ve volkanik patlamalara neden olmaktadır (Gürbüz & Kazancı, 2017).

Sonuç olarak; Dünya, uzun ve karmaşık bir oluşum sürecinden geçmiştir ve jeolojik yapısı, iç ısısı ve plakaların hareketi nedeniyle sürekli olarak değişmektedir. Jeolojik süreçler, gezegenin çeşitli coğrafi özelliklerinin oluşmasına ve yaşamın sürdürülebilmesine katkıda bulunmaktadır. Araştırmacılara göre, iklim kuşakları yer kürenin jeolojik geçmişinde olduğu gibi, ekvatorlardan kutuplara doğru yüzlerce kilometre kayabilecek, bunun sonucunda Türkiye, bugün Orta Doğu ve Kuzey Afrika'da hâkim olan sıcak ve kurak iklim kuşağının etkisine girmektedir (Aparı Çetinsoy, 2010).

1.1.2. Dünya'nın İklimi ve İklim Özellikleri

Dünya'nın iklimi, gezegenin coğrafi konumuna, yüzey şekillerine, atmosfer bileşimine ve güneş ışınlarının dağılımına bağlıdır. Dünya'nın iklimi, sıcaklık, nem, yağış ve rüzgâr gibi özellikler tarafından belirlenmektedir.

Dünya'nın iklimi, Ekvator bölgesinde sıcak ve nemli, kutup bölgelerinde ise soğuk ve kuru olarak değişmektedir. Bu farklılıklar, dünya üzerinde güneş ışınlarının dağılımından kaynaklanmaktadır. Ekvatora yakın bölgeler, güneş ışınlarının dik açıyla geldiği için daha fazla ısı almaktadır. Kutuplara yakın bölgeler ise güneş ışınlarının daha düşük açıyla geldiği için daha az ısı almaktadır (Kurnaz, 2018).

Dünya'nın iklimi, aynı zamanda yüzey şekillerine bağlı olarak da değişmektedir. Dağlar, ovalar ve okyanuslar gibi farklı yüzey şekilleri, rüzgarların hareketini, nem miktarını ve yağışları etkileyerek iklimi değiştirmektedir. Atmosfer bileşimi de dünya iklimini etkilemektedir. Atmosfer, sera gazları adı verilen gazlar tarafından oluşturulan bir örtüye sahiptir. Bu gazlar, güneş ışınlarının dünyaya gelmesini ve dünyadan yansıyan ısıyı yakalayarak dünya üzerinde sıcaklıkların artmasına neden olmaktadır (Tüzer & Doğan, 2021).

Dünya'nın iklimi, aynı zamanda insan etkileri tarafından da değiştirilmektedir. Sanayi, tarım ve ulaşım faaliyetleri gibi insan faaliyetleri, sera gazlarının atmosfere salınmasına neden olarak küresel ısınma ve iklim değişiklikleri gibi sorunlara yol açmaktadır.

Sonuç olarak; Dünya iklimi, güneş ışınlarının dağılımına, yüzey şekillerine, atmosfer bileşimine ve insan etkilerine bağlıdır. İklim, sıcaklık, nem, yağış ve rüzgâr gibi özelliklerle belirlenir ve dünya üzerindeki farklı bölgelerde farklılık göstermektedir. İklim değişiklikleri, dünya üzerindeki yaşamı ve ekosistemleri etkileyebilir ve bu nedenle iklim değişiklikleri konusunda önlem alınması gerekmektedir. 21. yüzyılda dünyanın iklim sisteminde bozulmaların olduğu bütün iklim bilimciler tarafından kabul edilmektedir. Doğal dengenin bozulması konusunda önemli rolü olan insanoğlunun gerekli önlemleri almaması ve bu dengenin bozulmasına sebep olan faaliyetleri aynı biçimde ve yoğunlukta sürdürmesi halinde, gelecekte, küresel ısınmaya bağlı olarak iklimdeki bozulmaların ve yaşamsal etkilerinin artacağı öngörülmektedir (Kanat & Keskin, 2017).

1.2. İklim Değişikliği

BMİDÇS’de iklim değişikliği, “karşılaştırılabilir bir zaman döneminde gözlenen doğal iklim değişikliğine ek olarak, doğrudan ya da dolaylı olarak küresel atmosferin

bileşimini bozan insan faaliyetleri sonucunda iklimde oluşan bir değişiklik” olarak tanımlanmaktadır (Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2020).

İklim değişikliği, Dünya'nın ikliminde gözlemlenen uzun süreli değişikliklerin bir sonucudur. Bir veya birden fazla bölgede ve uzun dönemde, atmosferdeki bileşenlerin doğal değişiklikleri, insan faaliyetleri veya her ikisinin bir kombinasyonu nedeniyle ortaya çıkan, ölçülebilir bir değişikliktir.

1.2.1. İklim Değişikliğinin Nedenleri

İklim değişikliğinin yaşanmasında birçok iç ve dış faktör vardır. Bu faktörler uzun vadede iklim değişikliğine sebep olmaktadır. Dış faktörler “iklim zorlamaları” olarak adlandırılmaktadır. İç faktörler ise El Nino, La Nina gibi doğa olaylarıdır. Dış faktörler volkanik hareketler ve güneş ile bağlantılı sıcaklık değişiklikleri ile beşerî kaynaklı değişiklikleri kapsamaktadır.

IPCC iklim değişikliğiyle ilgili en güncel bilimsel, teknik ve sosyoekonomik bilgileri, çok sayıda bilim insanının katılımıyla, düzenli aralıklarla değerlendirerek raporlar haline getirmektedir. Ağustos 2021’de yayımlanan IPCC altıncı değerlendirme raporunda (AR 6) iklimin insan etkinlikleri sonucunda değiştiği ve bu etkinliklerin küresel ısınmayı, en iyimser tahminle son iki bin yıldır görülmemiş bir düzeye çıkarttığı vurgulanmıştır (Türkeş, 2008).

1.2.2. İklim Değişikliğinin Ölçümleri

İklim değişikliğinin ölçümünde kullanılan en yaygın yöntem, yüzey sıcaklığındaki değişiklikleri izlemektir. Bu amaçla, meteorolojik istasyonlar kullanılarak, belirli bir bölgedeki sıcaklık, nem ve diğer hava koşulları ölçülür. Bu veriler daha sonra, özellikle 20. yüzyılın sonlarında, daha geniş bir bölgeye yayılmak için uydu verileriyle birleştirilmiştir.

İklim değişikliğinin ölçümünde kullanılan bir diğer yöntem, buz çekirdeklerinin analizidir. Buzulların içindeki hava kabarcıkları, geçmiş iklim koşullarına dair bilgi sağlar. Bu bilgiler, sıcaklık, atmosferik bileşenler ve diğer faktörlerin tarih boyunca nasıl değiştiğini anlamak için kullanılabilir. Deniz seviyesindeki değişiklikler de iklim değişikliğinin ölçülmesinde kullanılan bir başka

önemli gösterge olarak kabul edilir. Deniz seviyesi ölçümleri, okyanusların hacimlerindeki değişiklikleri takip ederek gerçekleştirilir (Aksay & Kurt, 2005)

İklim değişikliği ölçümleri, genellikle belirli bir bölge veya ülke için yapılmaktadır. Ancak, uluslararası iş birliği sayesinde, dünya genelindeki iklim değişikliği eğilimleri de izlenebilmektedir. Bu amaçla, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC) tarafından düzenlenen uluslararası anlaşmalar, karbon emisyonlarının azaltılması ve iklim değişikliğinin etkilerine uyum sağlama gibi hedefleri belirlemektedir (İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi, 1995).

Sonuç olarak, iklim değişikliğinin ölçülmesi, doğal ve insan kaynaklı faktörlerin etkilerini anlamak için hayati önem taşımaktadır. Bu ölçümler, daha sağlıklı bir gelecek için politikaların geliştirilmesi için strateji belirlenmesinde önemli rol oynamaktadır.

1.2.3. İklim Değişikliğinin Etkileri

İklim değişikliğinin orta ve uzun vadede hayatımızın hemen her alanını etkileyeceği bilim insanları tarafından söylenmektedir. İklim değişikliğinin majör etkileri olarak sıcaklık artışı, kuraklık, su stresi ve ekolojik değişiklikler örnek verilebilmektedir.

Birinci etki, sıcaklık artışıdır. Son 140 yıl içinde dünyanın ortalama ısısı yaklaşık 1 derece yükselmiştir. Bu artışın en belirgin sonucu, buzullardaki erimedir. Buzulların erimesi, deniz seviyesinde yükselmeye ve kıyı bölgelerindeki sel risklerinde artışa neden olmaktadır. Ayrıca, sıcaklıkların artması, sağlık sorunlarına da yol açmaktadır. Sıcak havalarda, sıcak çarpması, dehidrasyon ve astım gibi sağlık sorunları artış göstermektedir (Başoğlu & Telatar).

İkinci etki, kuraklık ve su kaynaklarının azalmasıdır. İklim değişikliği, yağış desenlerinde değişikliklere neden olmaktadır. Bazı bölgelerde daha az yağmur düşerken, diğer bölgelerde aşırı yağmur yağmaktadır. Kuraklık, tarım, hayvancılık ve su kaynaklarını olumsuz etkilemektedir. Kuraklığın etkileri, tarım üretiminde azalmaya ve gıda fiyatlarının artmasına neden olmaktadır (Kaplukan, 2013).

Üçüncü etki, ekosistemlerin değişmesidir. İklim değişikliği, bitki ve hayvan türlerinin yaşam alanlarını değiştirmekte ve bazı türlerin yok olmasına neden

olmaktadır. Bu durum, gıda zincirinde bozulmaya ve doğal kaynakların azalmasına neden olmaktadır. Ayrıca, ekosistemlerin değişmesi, insanların sağlığına da zararlı olabilmektedir (Demir).

Sonuç olarak, iklim değişikliği, dünya genelinde ciddi ve uzun vadeli etkileri olan bir sorundur. İklim değişikliğinin etkileri, doğal kaynakların tükenmesi, sağlık sorunları, gıda güvenliği, ekonomik sorunlar ve daha pek çok sorunla birlikte gelmektedir. İklim değişikliğinin etkilerini azaltmak için, fosil yakıt kullanımını azaltmak, enerji verimliliğini artırmak gerekmektedir (A'dan Z'ye İklim Değişikliği, 2015).

1.2.4. Geçmişte Yaşanan İklim Değişikliklerinin Etkileri ve Önemi

İklim değişikliği, dünya çapında en önemli küresel sorunlardan biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Fakat, iklim değişikliği sadece modern çağla sınırlı bir sorun değildir. Geçmişte de dünya iklimi birçok kez dramatik bir şekilde değişmiştir ve bu değişiklikler tarih boyunca çeşitli etkilere yol açmıştır. Örneğin geçmişte buzul çağı adı verilen bir soğuma dönemi yaşanmıştır. Derin Atlantik okyanusu dolaşımındaki değişikliklerin neden olduğu düşünülen bu soğuma dönemi, yaklaşık 500 yıl sürmüştür (Denton, 1989).

Geçmişte yaşanan iklim değişiklikleri araştırmacıların yaptığı araştırmalar sonucu ortaya çıkarılmıştır. Jeolojik kayıtların analizi yapılarak deniz sedimanları, buzullar ve mağara kayaçları gibi jeolojik kaynaklarda iklim değişikliğine dair kanıtlar bulunmaktadır. İklim değişikliğinin kanıtlanmasının bir diğer yolu paleoklimatoloji çalışmaları sonucu elde edilen bulgulardır (Crowley, 1991).

Geçmişte yaşanan iklim değişiklikleri bazı alanlar üzerinde büyük etkiler bırakmıştır. Örneğin geçmişte yaşanmış olan iklim değişiklikleri bitki ve hayvan yaşam alanlarını etkileyerek biyoçeşitlilik üzerinde ciddi etkiler bırakmıştır (Demir, 2009).

Geçmişte yaşanan iklim değişiklikleri geçmişte deniz seviyesi üzerinde etkili olarak kıyı bölgelerinde önemli etkiler yaratmıştır. Geçmişte yaşanan iklim değişikliğinin bir diğer etkisi de tarım ve gıda güvenliği üzerinde olmuştur. İklimsel değişiklikler, tarım faaliyetlerini etkileyerek gıda üretiminde dalgalanmalara ve kıtlığa

yol açmıştır. İklim değişikliği insan neslinin yerleşim yerlerine ve kültürel kodlarının da değişmesine neden olmuş bazı insan topluluklarını göç etmeye zorlamıştır (Bayraç, 2016).

Geçmişte yaşanan iklim değişiklikleri bizler için geleceğe dair ipuçları barındırmaktadır. Örneğin geçmişte yaşanan iklimsel anomaliler bugün için yaşanan veya yaşanması beklenen iklimsel değişiklikler için modelleme yapımı için önemli bilgiler sağlamaktadır. Bu elde edilen bilgiler sayesinde bilim insanları gelecekteki iklim değişikliğinin olası etkileri hakkında tahminler yapabilmektedir. İklim değişikliği toplumsal ve ekonomik açıdan da ciddi tahribatlar bırakmaktadır (Kılıç, 2016).

Geçmişte yaşanan iklim değişikliği olayları insan sağlığı üzerinde önemli etkiler bırakmıştır. Bu etkiler sıcak hava dalgaları, bulaşıcı hastalıklar ve kıtlık etkenler üzerinden insan sağlığına etki etmiştir. İklim değişiklikleri su kaynaklarının kuruması, tarımsal kuraklık, turizm ve enerji gibi sektörlerde verim kaybı ve altyapısal hasara yol açarak ekonomik istikrarı tehdit etmektedir. Ayrıca iklim değişiklikleri nedeniyle göç etmek zorunda kalan insanlar iklim mültecisi tanımının doğmasına yol açmıştır. İklim mültecileri toplumlar ve ülkeler arasında yeni sosyal ve siyasi sorunlara yol açmaktadır (Ekşi, 2016).

1.2.5. Geçmişten Günümüze İklim Değişikliği Politikaları

Geçmişten günümüze iklim değişikliği politikaları, küresel düzeyde iklim değişikliğiyle mücadele etmek ve sürdürülebilir bir gelecek sağlamak amacıyla uygulanan önemli adımları içermektedir.

Geçmişten günümüze kadar yaşanan iklim değişikliklerinin ciddiyeti kurumlar tarafından kavranmış ve bu konuda birçok politika ve toplumlar kurulmuştur. İklim değişikliğinin ciddiyetinin anlaşılması üzerine harekete geçen uluslararası toplum Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Sözleşmesi (UNFCCC) ve Paris İklim Anlaşması gibi uluslararası anlaşmalara başvurulmuş, iklim değişikliğiyle mücadele ve sera gazı emisyonlarının azaltılması için ortak çabaları teşvik etmiştir (Sadioğlu, 2020).

Bunun yanında ülkeler de kendi yöntemleriyle iklim değişikliğiyle mücadele etmek ve sürdürülebilirlik için önlemler almaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırım ve bunun teşvik edilmesi, enerji verimliliği politikaları ve sera gazının azaltılması tarzı adımların en büyük amacı iklim değişikliğini yavaşlatmaktır (Dunn, 2007).

Uluslararası düzeyde Paris iklim anlaşması iklim değişikliğiyle mücadelede en önemli ve kapsamlı anlaşmalardandır. Paris iklim anlaşması 2015 yılında kabul edilmiştir. Anlaşma sera gazı emisyonlarını azaltmak, iklim finansmanı ve uyum önlemleri gibi konuları kapsamaktadır. Paris iklim anlaşması, 197 ülkenin katılımıyla küresel ölçekte bir çerçeve sağlamıştır. Ülkelerin iklim değişikliğiyle mücadele konusunda üretilen kendi politikalarının arasında Avrupa Birliği'nin "Yeşil Mutabakatı" ve Çin'in "Karbon Nötr" politikası öncü olarak gösterilebilecek öncü politika örneklerindendir (Parlak, 2022).

İklim değişikliği ile mücadelede yerel yönetimler düzeyinde de adımlar atılmaktadır. Şehirler ve belediyeler, iklim değişikliğiyle mücadele için çeşitli adımlar atmaktadır. Bunlardan bazıları; Ekolojik şehir planlaması, toplu taşıma sistemlerinin geliştirilmesi, atık yönetimi ve enerji verimliliği projeleri gibi yerel düzeyde politikalar ile iklim değişikliğine karşı mücadele sürdürülmektedir. Ancak iklim değişikliğiyle mücadelede tüm bunlar maalesef yeterli değildir. İklim değişikliğiyle mücadele için daha fazla iş birliği ve daha sıkı hedefler belirlemek, temiz enerji kaynaklarına yatırım yapmak ve toplumsal farkındalığı arttırmak gibi adımlar, tüm bu politikaların etkinliğini daha üst seviyelere taşıyacaktır (Demirci, 2015).

Unutulmamalıdır ki iklim değişikliği tek başına kendiliğinden meydana gelmemektedir. İklim değişikliğinin yaşanmasında insan ırkının payı azımsanmayacak seviyededir.

1.2.6. İnsan Kaynaklı İklim Değişikliği

Özellikle son 50 yıllık dönemdeki ısınmaya insanın katkısını (antropojen zorlama) nesnel olarak açıklayabilmek amacıyla, aletli gözlem kayıtlarındaki değişiklikler ile gözlenen sıcaklık değişikliklerinin model benzeştirmeleri karşılaştırılır (IPCC, 2001).

İnsan kaynaklı iklim değışikliğinin başlıca sebebi olarak Fosil yakıt kullanımı gösterilmektedir. Sanayi, enerji üretimi ve ulaşım gibi sektörlerde fosil yakıtların yoğun kullanımı, sera gazı emisyonunun artmasına neden olmaktadır. İnsan kaynaklı iklim değışikliğinin bir diğer sebebi ormanların tahrip edilmesi olarak kabul edilmektedir. Ormanların tahribatı sonucunda ağačların fotosentez yoluyla atmosferden karbondioksit emilimini azaltarak sera gazı seviyesinin yükselmesine neden olmaktadır. Ayrıca sanayi ve endüstri tesislerin atmosfere yolladığı sera gazı aracılığıyla iklim değışikliği sürecine olumsuz etki etmektedir (Codal & Seçkin, 2022).

Atmosferdeki değışiklikler, artan sera gazı emisyonu nedeniyle atmosferdeki sıcaklığın artmasına ve iklim modellerinde değışikliklere neden olur. Küresel ısınma sonucunda kutupta buzulların erimesi ve su ısıısının artması, deniz seviyesinin yükselmesine ve kıyı bölgelerinde toprak kayması ve sellere neden olmaktadır (Akın, 2013).

1.3. Suyun Önemi

"Dünyanın oluşumuyla birlikte ortaya çıkan ve insanlık tarihinden daha eskiye dayanan, aynı zamanda normal sıcaklık ve basınç altında sıvı halde bulunan su; her molekülü bir oksijen ile iki hidrojen atomundan oluşan renksiz, kokusuz ve tatsız bir maddedir. Diğer bir deyişle su, yeryüzünün üçte ikisini kaplayan, bileşiminde çözelti ya da asıltı halinde çeşitli maddeler bulunan sıvı bir maddedir". Tüm canlı varlıklar için bir yaşam kaynağı olan su geçmişten günümüze kadar her dönemde elde edilebilmek; sahip olunabilmek için nice savaşlara neden olmuştur. "Su krizi tüm dünyayı yakından ilgilendiren bir konudur. Dünya genelinde artan nüfus, sabit kalan su kaynağı, ufukta ciddi bir su krizine neden olabileceği öngörülmektedir." (Özsoy, 2009).

Günümüzden milyarlarca yıl eskiye dayanan su; dünya üzerinde ilk medeniyetlerden itibaren hep kontrol ve sınırlar içerisine alınmaya çalışılmıştır. Geçmişte devam eden ve yakın gelecekte de etkisini arttıracak bu durum tüm canlılığı büyük bir felaketin eşiğine getirmek üzeredir. Son zamanlarda bazı bilim insanlarına göre devam eden petrol ve doğal gaz gibi enerjilerin yerine artık yaşam kaynağı olan suyun geçeceğini söylenmektedir. Yine Özsoy'a göre "Bu yaşam kaynağını elinde

bulunduran gücün diğer suya yetersiz erişim hakkı olan devlet ve topluluklara karşı bir üstünlüğü bulunacağından bu topluluklar arasında kalıcı bir barış sağlanması oldukça zordur." (Doğan & Sever, 2023).

Suyun insan sağlığına etkisi büyüktür çünkü vücudumuzun %60-70'ini su oluşturmaktadır. Vücut sıvıları, kan, hücreler, dokular ve organlar gibi birçok biyolojik sürecin düzgün çalışması için su gerekmektedir. Suyun önemi sadece insan sağlığıyla sınırlı değildir. Tarım, endüstri, hayvanların hayatta kalması ve ekosistemlerin devamı için de gereklidir. Tarım için su, bitki büyümesi ve verimliliği için de gereklidir. Sulamanın yanı sıra taşıma ve aydınlatmada dahi kullanılan bir enerji kaynağıdır su (Özsoy, 2009).

"Artan nüfus zamanla daha çok suya gereksinim kılmuştur. Küçük yerleşim yerleri kentleşme sürecine başlayınca ve gelişen mühendislik teknikleriyle birlikte sudan yararlanma ve denetleme adına insanlar su kaynaklarını son sınırlarına kadar kullanmaya başlamıştır". Endüstriyel faaliyetlerde su, ürünlerin üretimi, barajlar vasıtasıyla enerji üretimi ve temizlik için kullanılır. Hayvanlar için de su, hayatta kalmaları için gereklidir. Suyun önemi sadece kullanım amacıyla da sınırlı değildir. Su, doğal yaşamın sürdürülmesi için de gereklidir. Ekosistemlerdeki akarsular, göller, denizler ve okyanuslar, yaşamın devamı için önemli bir rol oynamaktadır. Suyun kirlenmesi ve kaynakların tükenmesi, ekosistemlerin dengesini bozar ve doğal yaşamı tehdit etmektedir. Sonuç olarak, su hayatın devamı için vazgeçilmez ve korunması gereken önemli bir doğal kaynaktır (Savaş, 2021).

1.3.1. Su Kaynaklarının Türleri

"Yerkürede toplam su miktarı 1 milyar 400 milyon km³ olup yeryüzünün dörtte üçünü örtülemektedir. Ancak teknik ve ekonomik yönlerden, bu miktarın tamamına ulaşılabilmesi ve bunun kullanılabilmesi mümkün değildir". Su kaynakları dünyada doğal dağılıma sahip olduğu için dünya üzerinde birçok farklı biçimde ve şekilde bulunması mümkündür. Su kaynakları, doğal veya yapay kaynaklar olarak iki ana kategoriye ayrılabilir. Doğal su kaynakları, yağmur, akarsular, göller, yeraltı suları ve denizlerdir. Yapay su kaynakları ise barajlar, su depoları, kanallar ve kuyulardır (Savaş, 2021).

Doğal su kaynakları aşağıdaki şekilde sınıflandırılmıştır: (Orhan & Yakar, 2020)

1. Yer üstü suları: Yağmur, kar ve buzullardan oluşan yüzey sularıdır. Akarsular, göller, bataklıklar ve su havzaları gibi doğal su kaynaklarıdır. Su döngüsü sonrası yeryüzüne ulaşan yağış ile bir bütüne ulaşan büyük çoğunluğu içilebilir temiz sudan oluşan bir su kaynağıdır.
2. Yer altı suları: Yer altı suları, toprak ve kaya tabakaları arasında bulunan suları ifade etmek için kullanılır. Bu sular, yeraltı akifeleri adı verilen su geçirgenliği olan kayaç tabakalarında bulunur ve çoğunlukla yer üstünde görünmezler. Söz konusu sular, yeraltı kaynakları olarak da bilinir ve insanlar tarafından içme, sulama ve endüstriyel kullanımlar için kullanılabilir. Ancak, yeraltı sularının kullanımı ve yönetimi konusunda dikkatli olmak gerekir, çünkü aşırı kullanımı veya kirlenmesi çevresel ve ekonomik sorunlara neden olabilmektedir. Bu önemli soruna ülkemizde bulunan Konya Havzasında rastlanmaktadır. Vahşi sulama ile gerçekleştirilen bu faaliyet yer yer obruk ve çöküntülere neden olmaktadır. Konya kapalı Havzası'nda bu tür karstik çökme yapıları çok yaygın olduğundan oluşan her yeni çökme obruk olarak tanımlanmış ve bilimsel literatürde de bu oluşumlar obruk olarak tanımlanmaya başlanmıştır.
3. Denizler ve okyanuslar: Dünyanın %71 'ini kaplayan su kütleleridir. Bu su kaynakları, tuzlu su kaynaklarıdır. Dünyanın 3 de 2'sini oluşturan denizler ve okyanuslar, birçok ekosisteme ev sahipliği yaparlar ve insanlar için de önemli kaynaklar sunarlar. Suyun kaynağı ve döngüsü açısından da önemlidirler ve iklim düzenleyicileri olarak kabul edilmektedirler.

Yapay su kaynakları aşağıdaki şekilde sınıflandırılmıştır: (Konbul & Turgut, 2022)

1. Barajlar: Akarsuların üzerinde inşa edilen yapay engellerdir. Suyun depolanması, yönlendirilmesi, enerji üretimi ve sulama gibi amaçlarla kullanılmaktadır. Barajlar, inşa edildikleri yerde su akışını kontrol etmek için kullanılmaktadır. Suyu depolayarak su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımını sağlamak ve enerji üretmek için de kullanılmaktadır.

2. Su depoları: Doğal veya yapay olarak oluşturulan depolama alanlarıdır. Su arıtma tesisleri ve sulama sistemleri gibi amaçlarla kullanılırlar. Yağış dönemlerinde yağın yağmur sularının depolanması için kullanılan yapılardır.
3. Kanallar: Yapay su kanalları genel olarak mesafeden, zamandan ve lojistik maliyetlerden tasarruf etme amacıyla insan eliyle inşa edilmiş yollardır. Su taşımak için insan yapımı kanallardır. Sulama, enerji üretimi ve su temini gibi amaçlarla kullanılırlar. Aynı zamanda su kanalları, suyun belirli bir alanda akışını kontrol etmek için inşa edilen yapılardır. Bu kanallar, yeraltı suyu kaynaklarını kontrol etmek, tarım veya endüstriyel işler için sulama suyu sağlamak, su yollarını yönlendirmek veya sel sularını yönetmek gibi çeşitli amaçlar için kullanılırlar.
4. Kuyular: Esasında yeraltı sularına erişmek için kazılan deliklerdir. Yeraltı suyu için kullanılan diğer bir deyim de “akifer”dir. Akiferler, tüm dünya suyunun büyük depolama yeridir ve tüm dünya insanların günlük yaşamlarının su gereksinimi, yeraltı suyuna bağlıdır. Tarım, endüstri ve evsel amaçlar için kullanılmaktadır. Kuyular, farklı çap ve derinliklere sahip olabilir ve yeraltı suyunun kolayca erişilebilir olduğu yerlerde kısa bir derinlikte kazılabilirler. Ancak, yeraltı suyunun daha derinlerde olduğu yerlerde daha uzun kuyular kazılması gerekmektedir. Kuyuların kazılması veya delinmesi, özel makineler ve ekipmanlar kullanılarak gerçekleştirilir (Uzman Grup Çevre, 2007).

Bu şekilde kendi içlerinde de sınıflandırılrsa da su kaynakları genellikle doğal ve yapay olarak iki ana kategoride ayrılmaktadır.

1.3.2. Su Kaynaklarının Kirlenmesi ve Kirliliğin Etkileri

Sektörlerin su kullanımında bir diğer hususta mevcut su potansiyelinin kirlenmesinden kaynaklanmaktadır. Zaten çok kısıtlı olan ve değerli hale gelen tatlı su özellikle sanayi ve evsel atıkların arıtılmaması sonucu kirlenmektedir (Aksungur & Fıridun, 2008).

Tüm canlılar için yaşam kaynağı olan suyun çeşitli nedenlerden dolayı kısıtlıya dönüşmesinin yanı sıra, mevcutta var olan suyun kirlenerek kullanılamaz hale gelmesi oldukça korkutucu bir durumdur. Su kaynaklarının kirlenmesi, insan sağlığı, çevre ve ekosistemler için önemli bir tehdit oluşturmaktadır. Tüm canlılığın yaşam kaynağının

Su kaynaklarının kirlenmesi, birçok faktörden oluşabilir ve farklı etkileri olabilmektedir. Bu nedenler ve sonuçları aşağıdaki şekilde sıralanmıştır: (Halaçeli Metlioğlu & Yakın, 2021)

1. Sanayi atıkları, kimyasallar ve zehirli maddeler: Endüstriyel faaliyetler, kimyasallar ve zehirli maddeler su kaynaklarına yayılabilmekte ve suyu kirletebilmektedir. “Ozon veya cold pad boyama gibi teknolojiler veya suyun yeniden kullanımına izin veren kapalı döngülerin kullanımı su tüketiminin azaltılmasına yardım etmektedir”. Bu maddeler suyun yanı sıra su içerisinde yaşayan canlı mikro organizmalara da direk etki etmektedir. Atık ve kimyasalların filtrelenerak doğaya bırakılması canlılık için oldukça ciddi bir önem teşkil etmektedir.
2. Tarım ilaçları ve gübreler: Tarımsal faaliyetlerde kullanılan ilaçlar ve gübreler, tarım alanlarından akarak su kaynaklarını kirletebilmektedir. Yağmur suları, bu maddeleri topraktan ve bitkilerden yıkayarak nehirlerle, göllere ve yeraltı sularına taşıyabilmektedir. Bu, su kaynaklarının kirlenmesi canlılar ekosistemi için bir risk oluşturmaktadır.
3. Evsel atık suları: Evlerde kullanılan temizlik maddeleri, deterjanlar, kimyasal maddeler ve diğer evsel atık suları doğrudan su kaynaklarına atıldığında su kaynaklarının kirlenmesine neden olabilmektedir.
4. Su kaynaklarının aşırı kullanımı: Su kaynaklarının aşırı kullanımı, yüzey sularının kurumasına neden olabilmekte ve su kaynaklarının kirlenmesine sebep olabilmektedir.

Su krizi tüm dünyayı yakından ilgilendiren bir konudur. Dünya genelinde artan nüfus, sabit kalan su kaynağı, ufukta ciddi bir su krizine neden olabileceği öngörülmektedir. Su kaynaklarındaki kirlenmenin dünya ekosistemine etkileri aşağıdaki şekilde sıralanmıştır: (Rende,2018).

1. Sağlık sorunları: Kirli su içmek, ciddi sağlık sorunlarına neden olabilir. Bazı su kaynaklarındaki bakteriler, virüsler ve diğer patojenik organizmalar, kolera, tifo, dizanteri ve diğer hastalıklara neden olabilmektedir.

2. Ekosistemlerin bozulması: Su kaynaklarındaki kirlilik, suya bağımlı canlıların ölmesine veya göç etmesine neden olabilir. Bunun sonucunda, su ekosistemlerindeki denge bozulabilir ve türlerin kaybına neden olabilir.
3. Tarımın zarar görmesi: Su kaynaklarının kirlenmesi, tarım alanlarındaki bitkilerin büyümesini engelleyebilir ve verimliliği düşürebilir. Verimi düşen hatta içerisinde zararlı maddeler bulunduran kaynak ile büyüyen bitkilerden elde edilen besinler canlılar için oldukça tehlikeli olabilmektedir.
4. Ekonomik kayıplar: Su kaynaklarının kirlenmesi, su kaynaklarına direk veya dolaylı biçimde etki eden tüm sektörlerle etki eder. Bu durumda talebin azalmasına ve turizm endüstrisinde kayıplara neden olabilir.

"Su kaynaklarının yönetiminde ekolojik restorasyon, su kalitesinin yükseltilmesi, su tüketiminin sanayi, tarım ve doğa ihtiyaçlarına göre yeniden düzenleyecek mekanizmaların kurulması ve yönetim önemli yer tutmaktadır (Aksungur & Firidun, 2008).

Sonuç olarak, su kaynaklarının kirlenmesi, insan sağlığına, çevreye ve ekosistemlere ciddi zararlar verebilir. Su kaynaklarının doğru kullanımı ve korunması, su kirliliğinin önlenmesinde önemli bir faktördür. Mevcut şartlar altında elde bulunan bu doğal kaynağa sahip çıkmak ve gelecek nesillere aktarımı sağlamak tüm insanlığa ait bir sorumluluktur.

1.3.3. Su ve Sağlık Arasındaki İlişki

Su ve sağlık arasındaki ilişki oldukça önemlidir. Su, insan vücudu için hayati bir öneme sahiptir ve sağlıklı bir yaşam için yeterli miktarda su tüketmek gereklidir. Vücut fonksiyonları için oldukça önem taşır ve sağlık üzerinde birçok olumlu etkiye sahiptir. Kişi başına düşen su tüketimi her geçen gün biraz daha azalmaktadır. Dünya nüfusunda meydana gelen artış sebebiyle, geçtiğimiz 300 yıla oranla su kullanımının 45 kat daha fazla olduğu saptanmıştır. Sağlıklı bir su kaynağı, insan sağlığına olumlu etkileri olan birçok mineral, vitamin ve elektrolit içerir. "Mükemmel bir çözücü olan su, içinde çözünmüş maddeler ve mineraller de taşıyabilir. Böylece, bu minerallerde su ile birlikte alınabilir ve gereksinimleri kısmen karşılanabilir. Bu özellik, suyun bazı hastalıkların tedavisinde ve önlenmesinde kullanımını da olanaklı kılar" (Karagülle, 2019).

Suyun insan yaşamına verdiği faydalardan aşağıdaki şekilde bahsedilmektedir: (SBÜ Gülhane Eğitim ve Araştırma Hastanesi, 2018).

1. Hidrasyon: Vücudun su ihtiyacını karşılamak, hücrelerin çalışması ve organların düzgün bir şekilde işlemesi için önemlidir. Yeterli miktarda su tüketimi, vücudun hidrasyonunu sağlar ve yorgunluk, baş ağrısı, halsizlik gibi semptomların oluşmasını engellemektedir.
2. Sindirim Sistemi: Su, sindirim sisteminin düzgün çalışması için gereklidir. Su tüketimi, bağırsakların düzenli bir şekilde çalışmasına yardımcı olur ve kabızlık gibi sindirim sorunlarını önlemektedir.
3. Böbrekler: Su, böbreklerin sağlıklı bir şekilde çalışması için önemlidir. Böbrekler, vücuttan atık maddelerin ve toksinlerin uzaklaştırılmasında önemli bir rol oynarlar ve yeterli miktarda su tüketimi böbrek fonksiyonlarını korumaktadır.
4. Kalp ve Damar Sağlığı: Su tüketimi, kalp ve damar sağlığı üzerinde de olumlu etkilere sahiptir. Yeterli miktarda su tüketimi, kanın seyrelmesine yardımcı olur ve kan basıncını düşürmektedir.
5. Cilt Sağlığı: Su, cildin nem dengesinin korunmasında ve sağlıklı kalmasında önemlidir. Yeterli miktarda su tüketimi, cildin nemli kalmasına yardımcı olur ve cilt problemlerini önlemektedir.
6. İmmün Sistem: Su, bağışıklık sistemini güçlendirmek için önemlidir. Su tüketimi, enfeksiyonlarla savaşan beyaz kan hücrelerinin üretimini artırır ve bağışıklık sistemini desteklemektedir.

Bu nedenlerden dolayı, yeterli ve temiz su tüketimi sağlık için hayati önem taşımaktadır. Ayrıca, kirlenmiş su kaynaklarından kaynaklanan sağlık riskleri de göz önüne alındığında, su kaynaklarının korunması ve temizlenmesi de sağlık açısından önemlidir.

1.3.4. Su Kıtlığı ve Su Çatışmaları

Su kıtlığı, belirli bir bölgede su kaynaklarının yetersiz olduğu durumlarda meydana gelir. Gerek insanın gerekse dünya üzerindeki yaşamın temel gereksinimi olan su kaynakları; nüfus artışı, ekonomik ve endüstriyel gelişme, küresel ısınma gibi etkenlerle hem miktar hem de kalite açısından yetersiz kalmaya başlamış ve bu durum

su kıtlığını gündeme getirmiştir. Otoriteler ilerleyen zaman diliminde yaşanacak savaşların su sebebiyle çıkacağı görüşünü paylaşmaya başlamışlardır. Su kıtlığı dünyanın birçok bölgesinde görülmektedir. Özellikle Afrika, Orta Doğu ve Güney Asya'da su kıtlığı sıkça yaşanmaktadır. Su kaynaklarının yetersiz olduğu bu bölgelerde tarım, endüstri ve evsel kullanım için yeterli su bulunmamaktadır. Su kıtlığı aynı zamanda küresel iklim değişikliğinden kaynaklanmaktadır. Sıcaklık artışı, yağışların azalması ve su buharı taşınmasında değişikliklere neden olmaktadır (Körbalta, 2019).

Su çatışmaları, su kaynakları üzerindeki haklar, kullanım ve erişim sorunları nedeniyle çıkan çatışmalardır. Su kaynakları azaldıkça, bu kaynakların kontrolü ve kullanımı üzerindeki mücadele artmaktadır. Su çatışmaları, ülkeler arasında veya bölgesel olarak da ortaya çıkabilir. Sınır ötesi su kaynakları, su kaynaklarının ortak kullanımı, hidroelektrik santralleri ve barajlar gibi konular su çatışmalarının nedenleri arasındadır.

Türkçede çatışma terimine toplumsal açıdan “şiddet” kapsamında yaklaşıldığı için çalışmanın ilerleyen bölümlerinde su çatışmaları “su ihtilafı” olarak da ifade edilebilecektir. Tarih içerisinde su, toplumların ve ulusların güvenlik politikalarında bir amaç ya da bir silah olarak değerlendirilmiştir. Su kaynaklarının geçmişten bu yana ordular tarafından kuşatma altında tutulması binlerce yıllık temel bir askerî savaş taktiğidir. Su çatışmaları, diyalog ve iş birliği yoluyla çözülebilir. Su kaynakları üzerinde anlaşmaların yapılması, su kaynaklarının yönetimi ve korunması, su kullanımı üzerindeki kısıtlamaların uygulanması gibi tedbirler su çatışmalarının önlenmesine yardımcı olabilir. Uluslararası anlaşmalar, sulh anlaşmaları ve iş birliği yoluyla çözümler bulunabilir (Çiçekli, 2022).

Su kıtlığı, dünya genelinde birçok bölgede görülebilir. Ancak, bazı bölgelerde su kıtlığı daha yaygın ve ciddi bir sorundur. Su kıtlığı, genellikle kuraklık, iklim değişikliği, nüfus artışı, kirlilik ve su kaynaklarının etkisiz yönetimi gibi faktörlerin bir kombinasyonu ile ilişkilidir. Küresel su kıtlığı tehlikesi, su kullanımı ve yönetiminde verimliliği sağlamak için bir takım alternatif yöntemlerin geliştirilmesini zorunlu kılmıştır (Şahin, 2016).

Afrika kıtası, su kıtlığının en yaygın olduğu bölgelerden biridir. Özellikle, Sahra altı Afrika'daki ülkelerde su kıtlığı ciddi bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır.

Afrika'nın bazı bölgelerinde, insanlar suya erişimde büyük zorluklar yaşamaktadırlar. Orta Doğu ve Kuzey Afrika da su kıtlığının sık görüldüğü bölgelerden biridir. İklim değişikliği ve artan nüfus nedeniyle, bazı ülkelerde su kaynakları hızla tükenmektedir. Özellikle, Ortadoğu'daki çölleşme, su kaynaklarının azalması ve su kıtlığına neden olmaktadır.

Güney Asya'da, su kıtlığı yaygın bir sorundur. Nüfus artışı, sanayileşme ve tarım faaliyetleri nedeniyle, su kaynakları hızla tükenmektedir. Özellikle, Hindistan ve Pakistan gibi ülkelerde su kıtlığı ciddi bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Sürekli su kıtlığı yaşayan insanlar en çok Çin ve Hindistan'da yaşıyor, ancak Libya, Pakistan, Suudi Arabistan, Somali ve Yemen nüfusunun büyük bir kısmı da yıl boyunca şiddetli su stresiyle karşı karşıyadır. Akut kuraklıklar, düzenli olarak milyonlarca insanı ve geçim kaynağını riske sokmaktadır (Turan & Bayrakdar, 2020).

Latin Amerika'da, su kıtlığı birçok ülkede ciddi bir sorundur. Özellikle, Meksika ve Brezilya'da su kaynakları azalmaktadır. Ayrıca, iklim değişikliği ve kirlilik nedeniyle, bazı ülkelerde su kıtlığı artmaktadır. Avustralya, kurak bir ülke olarak, su kıtlığı ile mücadele etmek zorundadır. İklim değişikliği ve artan nüfus nedeniyle, su kaynakları azalmaktadır. Ayrıca, bazı Avustralya şehirlerinde, su kıtlığı nedeniyle su kısıtlamaları uygulanmaktadır. Su kaynaklarına ve demografik yapıya bakarak hangi bölgelerin ve ülkelerin yoğun olarak sorun yaşayacağı çıkarımı yapılabilmektedir. Bilim insanları yeryüzünün içilebilir suyu tükenmekte olan bölgelerini “sarı lekeler” olarak adlandırmaktadır. Avustralya'da bu bölgeler arasında bulunmaktadır (Aksoy & Çabuk, 2020).

Bu bölgelerin yanı sıra, diğer birçok ülkede su kıtlığı ciddi bir sorundur ve bu durum, su kaynaklarının etkili bir şekilde yönetilmesi ve sürdürülebilir su kaynakları politikalarının uygulanması gerektiğini göstermektedir.

Sonuç olarak, su kıtlığı ve su çatışmaları küresel bir sorun haline gelmiştir. Su kaynaklarının yetersiz olduğu bölgelerde su kıtlığı yaşanırken, su kaynakları üzerindeki haklar ve kullanım sorunları nedeniyle su çatışmaları ortaya çıkabilmektedir. Su kaynaklarının yönetimi ve korunması, diyalog ve iş birliği yoluyla çözülebilecek bu sorunlara karşı tedbirler alınmalıdır.

Bununla birlikte, su kıtlığı ve su çatışmaları ile ilgili başka sorunlar da mevcuttur. Su kirliliği, iklim değişikliği ve insan faaliyetleri gibi faktörler, su kaynaklarının azalmasına ve kalitesinin bozulmasına neden olmaktadır. Su kirliliği, kirleticilerin etkisiyle, suyun insanlara ve diğer canlılara zararlı hale gelmesi durumudur. Bu nedenle, sürdürülebilir su yönetimi ve su kaynaklarının korunması, önemli bir sorumluluk haline gelmiştir. Sürdürülebilir su yönetimi, su kaynaklarının etkin bir şekilde kullanılmasını, su kalitesinin korunmasını ve su kaynaklarının gelecek nesillere aktarılmasını sağlar. Sürdürülebilir su yönetimi, su kaynaklarının sadece kullanımına odaklanmaz, aynı zamanda doğal yaşam alanlarının ve ekosistemlerin korunmasını da dikkate almaktadır (Firidin, 2015).

Sürdürülebilir su yönetimi tek başına yeterli değildir. Su kaynaklarına yönelik müdahalelerin bilimsel ve teknik verilere dayanması gerekmektedir. Aynı zamanda, su kaynakları yönetimi, yerel topluluklar, sivil toplum kuruluşları ve diğer paydaşların katılımı ile yürütülmelidir. Paydaşların katılımı, su kaynaklarının yönetimi ve korunması ile ilgili politikaların ve kararların daha etkili ve sürdürülebilir olmasını sağlayacaktır. Ortadoğu ve Akdeniz bölgesinin istikrarlı biçimde gelişiminde sürdürülebilir bir su kaynakları yönetiminin önemli bir role sahip olacağı, diğer ülkelere kıyasla su kaynaklarına daha fazla sahip olan ülkelerin stratejik üstünlük sağlayacağı ifade edilmektedir (Yılmaz, 2009).

Sonuç olarak, su kıtlığı ve su çatışmaları küresel bir sorun haline gelmiştir. Bu sorunların çözümü, sürdürülebilir su yönetimi ve paydaşların katılımı ile mümkün olacaktır. Su kaynaklarına yönelik bilimsel ve teknik verilere dayalı müdahaleler, su kaynaklarının korunması ve gelecek nesillere aktarılması için önemlidir.

Su kaynaklarının etkili bir şekilde kullanılması ve yönetilmesi için, suyun ekonomik, sosyal ve çevresel boyutları göz önünde bulundurulmalıdır. Sürdürülebilir su yönetimi, bu boyutlar arasında bir denge sağlar ve su kaynaklarının ekonomik, sosyal ve çevresel yararlarını korur. Su kaynaklarının yönetimi, su çatışmalarının çözümü için de önemlidir. Su çatışmaları, su kaynaklarının kullanımı, paylaşımı ve yönetimi konusunda farklı çıkarlara sahip gruplar arasında ortaya çıkan anlaşmazlıklardır. Sağlıklı suya erişim son derece önemli bir meseledir. Birçok kişiye göre su, ekonomik bir maddeden çok daha fazla bir değere sahiptir. Su kaynaklarına

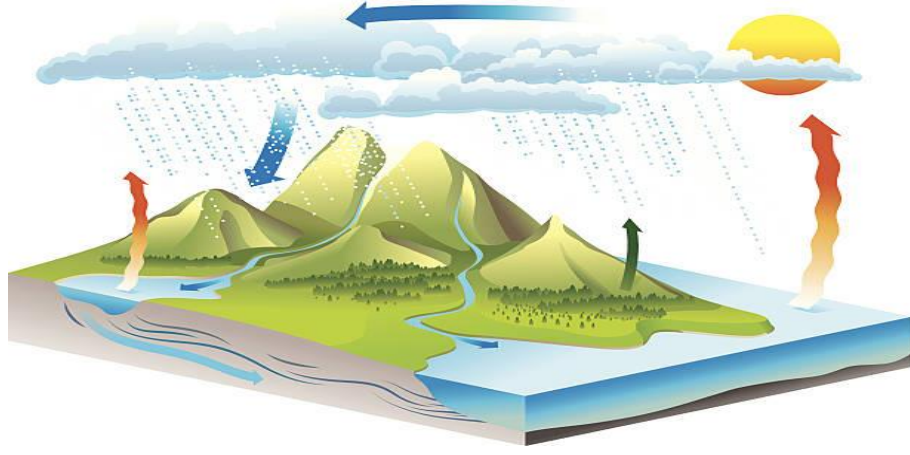
erişim, su kaynaklarının kullanımı ve yönetimi ile ilgili anlaşmazlıklar, su çatışmalarına neden olabilir (Yılmaz & Peker, 2013).

Su çatışmalarının çözümü, su kaynaklarına yönelik etkili bir yönetim ve paydaşların katılımı ile mümkün olacaktır. Su kaynaklarının yönetimi, sınır ötesi su kaynaklarının paylaşımı ve çevresel etkileri dikkate alan bir yaklaşımı gerektirir. Bu yaklaşım, tüm ülkelerin su kaynaklarının sürdürülebilir bir şekilde kullanımını ve yönetimini sağlamasına olanak tanıyacak ve su çatışmalarını azaltacaktır. Su çatışmalarının çözümü için, müzakere, iş birliği ve diyalog yoluyla çözüm arayışı önemlidir. Su kaynaklarına yönelik etkili bir yönetim ve sürdürülebilir su kaynakları politikaları, su kaynaklarına yönelik talepleri ve ihtiyaçları dikkate alarak çatışmaları önleyebilir veya azaltabilir (Turan & Bayrakdar, 2020).

İnsanlık tarihi su olmadan sürdürülebilir bir kalkınmanın/ilerlemenin mümkün olmadığını göstermektedir. Suyun çatışma ve barış olmak üzere iki boyutu bulunmaktadır. Suyun kıt ve ikame edilemez oluşu devletler ve toplumlar üzerinde baskı oluşturmaktadır. Bu baskı, suyu arz eden ile talep eden arasında sorunun akılcı çözümünü zorlaştırmaktadır. Bu baskıya küresel sistemin çıkar çatışmasına dayalı politik davranış tarzı da eklenince sorunlar büyümekte, bölgesel veya küresel güvenlik problemleri şekline dönüşmektedir. Uluslararası kuruluşların da bu durum karşısında yeterli olmadıkları söylenebilir. Sonuç olarak, su kıtlığı ve su çatışmaları, sürdürülebilir su yönetimi ve paydaşların katılımı ile çözülebilir. Su kaynaklarının etkili bir şekilde kullanımı ve yönetimi, su çatışmalarının önlenmesinde ve su kaynaklarının sürdürülebilir bir şekilde korunmasında önemlidir (Yıldız, 2011). (A'dan Z'ye İklim Değişikliği, 2015) (A'dan Z'ye İklim Değişikliği, 2015)

1.4. Su Döngüsü

Su döngüsü, Dünya'nın iklimini ve bitki örtüsünü etkileyen önemli bir doğal süreçtir. Suyun hareketi, bitkilerin büyümesi ve beslenmesi için gereklidir ve aynı zamanda yeryüzündeki erozyonu da etkilemektedir. Bazı canlılar tamamen oksijensiz veya oksijen olmadan da yaşamını belli koşullarda sürdürebilir fakat hiçbir canlı varlık su olmadan yaşamını uzun süre devam ettirememektedir (Ursavaş & Genç, 2021).



Resim 1. Su Döngüsü

Kaynak: <https://www.istockphoto.com/tr/vekt%C3%B6r/water-cycle-gm462873209-24592861?phrase=su%20d%C3%B6ng%C3%BCs%C3%BC>

"Su döngüsü" (ya da "hidrolojik döngü"), Dünya'daki suyun doğal döngüsünü ifade eder. Su döngüsü, güneş enerjisi tarafından desteklenen bir döngüdür ve doğal olarak gerçekleşir. Bu döngü, suyun güneş ile buharlaşarak yükselmesi, atmosferde su buharı olarak dolaşması, yoğunlaşarak yeryüzüne düşmesiyle yüzey sularına, yeraltı sularına ve okyanuslara geri dönmesi gibi birçok aşamadan oluşur.

Başlangıç noktası olarak suyun okyanuslardan buharlaşmasını alırsak, buharlaşma sonunda oluşan ve atmosferde buhar halinde bulunan su (bulut) hava kütlelerinin hareketi ile nakledilmektedir. Bulutlar uygun koşullarda yoğunlaşarak yağış şekline dönüşebilecek olan yağmur bulutlarını oluşturmaktadır. Yerçekimi etkisiyle de yağış olarak yeryüzüne düşmektedir (Savaş, 2021).

Su döngüsünü açmak gerekirse, beş ana aşamadan oluşmaktadır: (Savaş, 2021).

- Buharlaşma: Su, yeryüzündeki su kütlesi veya bitkiler tarafından emilerek havaya buharlaşma aşamasıdır.
- Kondensasyon: Su buharı, soğuk havanın etkisiyle yoğunlaşarak su damlacıkları veya buz kristalleri oluşturma aşamasıdır.
- Yağış: Yoğunlaşan su damlacıkları veya buz kristalleri yağmur, kar, dolu veya çığ olarak yeryüzüne düşme aşamasıdır.

- Süzülme: Yeryüzüne düşen su, yer altı su kaynaklarına veya akarsulara süzülerek yeraltı su kaynaklarına ulaşmaktadır.
- Buharlaşma ve Transpirasyon: Yer altı su kaynaklarından veya bitkiler tarafından emilen su, tekrar havaya buharlaşarak döngüye devam eder. Bu şekilde devam eden döngü ne bir sona nede bir başlangıca ait olmadan kendini tamamlamaktadır.

Su döngüsü, yeryüzündeki su kaynaklarının sürdürülebilirliği için çok önemlidir. Su döngüsü, doğal kaynakları korumak, su kaynaklarını yönetmek ve su kaynaklarının kullanımını optimize etmek için birçok strateji geliştirmek için önemli bir araçtır. Bitki örtüsü sık olan alanlarda toprağın buharlaşması minimumdur. Çünkü toprak suyu tutarak buharlaşmayı zayıflatır. Toprağın yüzeyi aralandıkça ve bitki örtüsü azaldıkça buharlaşma artmaktadır (İlgar, 2009).

Su döngüsünün bozulmasıyla kara alanlarına düşen yağış miktarı ciddi oranda azalırken, buna bağlı olarak kara suları da azalır. Su döngüsü ile karbon döngüsünün de bozulmasıyla çölleşme ve iklim değişikliği süreci hızlanır. Bu durum biyolojik çeşitlilik ve insanlığın geleceği için felakettir. Para ve Reis, 2009 yılında yayınlanan araştırmalarında su döngüsünü; suyun katı, sıvı ve gaz hali arasındaki geçişlerini belirtmiş ve şöyle devam etmiştir: “Buz ısıtılırsa su haline geçer, ısıtma işlemi devam ederse kaynar su buhar haline geçer, buhar yoğunlaştırılırsa su haline geçer. Su soğutulursa tekrar buz olur. Suyun bu üç hal arası yaptığı döngüye su döngüsü denir” (Para & Ayvaz Reis, 2009).

İnsan faaliyetleri, özellikle iklim değişikliği, ormanların yok edilmesi ve kentleşme gibi etkiler, su döngüsü üzerinde değişikliklere neden olabilir. Bu değişiklikler, kuraklık, sel ve diğer doğal afetler gibi sonuçlara yol açabilmektedir.

1.4.1. Su Döngüsüne Yardımcı Olmak

"Su Döngüsü" terimi genellikle "sürdürülebilir su yönetimi döngüsü" olarak anılır ve suyun etkili ve sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi için tasarlanmış bir döngüsel süreçtir. Bu döngüsel süreç, suyun kaynaklarından kullanımına, atık suyun bertarafına kadar bir dizi adımdan oluşur (Reis,2009).

Su döngüsü, doğal olarak gerçekleşen bir süreçtir ve yağmur, kar ve buzullar gibi doğal kaynaklardan suyun buharlaşması, yoğunlaşması ve yağmur, kar ve buzul şeklinde geri dönüşümü gibi çeşitli aşamalardan oluşur. Ancak sürdürülebilir su yönetimi döngüsü, suyu insanların ihtiyaçlarına uygun bir şekilde yönetmek için tasarlanmıştır.

Bu süreç, suyun kaynaklarını korumak, suyu kullanmak ve kullanılmış suyu yeniden kullanmak için bir dizi adım içerir. Kentsel yapılaşmanın formu da su tüketimi ve bu atık su yönetimi ile ilgili konular için önem taşımaktadır Merkezi atık su yönetim sistemleri özellikle nüfusun yoğun olduğu kentsel alanlar için en güvenli ve denetimi en kolay sistem olarak benimsenmektedir. Klasik atık su toplama sistemlerinde atık sular cazibeli olarak toplanır, arıtılır ve deşarj edilir. Suyun kaynaklarını korumak, suyu kullanmak ve kullanılmış suyu yeniden kullanmak bir dizi adım içermektedir: (Atacan Ögüt, 2011)

- Su toplama: Yağmur, kar ve diğer doğal kaynaklardan su toplama.
- Su arıtma: Toplanan suyun arıtılması, suyun içilebilir hale getirilmesi.
- Su dağıtım: Arıtılmış suyun dağıtım, insanların ihtiyaçlarına uygun şekilde yönlendirilmesi.
- Su kullanımı: Su kullanımı, örneğin içme, yemek pişirme, temizlik yapma, tarım ve sanayi.
- Atık su bertarafı: Kullanılmış suyun toplanması ve atık suyun arıtılması.
- Su geri kazanımı: Atık suyun yeniden kullanımı, örneğin sulama, sanayi işlemleri, tuvalet sifonları vb.

Bu adımların hepsi sırayla tekrarlanarak bir döngü oluşturulur ve suyun sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi sağlanır. Su döngüsü yönetimi, su kaynaklarının kullanımının önceden belirlenmiş amaçlar için optimize edildiği bir süreci ifade eder. Bu süreçte, su kaynaklarına erişim, su kalitesi ve çevresel etkiler gibi birçok faktör dikkate alınır. Su döngüsü yönetimi, su kaynaklarının sürdürülebilir bir şekilde kullanımını ve korunmasını sağlar, böylece gelecek nesillere de sağlıklı ve kullanılabilir su kaynakları bırakılabilmektedir.

1.4.2. Su Döngüsünün Yerel ve Küresel Ölçekteki Etkileri

İklim değişikliği hidrolojik çevrim, su kaynakları, onların yerel-bölgesel-küresel yönetimi ve dağıtımı üzerine önemli ölçüde etki etmektedir (Karaman & Gökalp, 2010). Yerel ölçekte, su döngüsü, belirli bir bölgedeki su kaynaklarının sağlanması, toprağın nem içeriğinin korunması ve bitki büyümesinin sürdürülebilirliği gibi önemli ekolojik süreçlerin devamını sağlar. Ayrıca, yer altı su kaynaklarının yenilenmesine katkıda bulunur ve sel, kuraklık ve erozyon gibi doğal afetlerin etkilerini hafifletmektedir.

Küresel ölçekte, su döngüsü, dünya genelinde iklimi etkileyen önemli bir faktördür. Buharlaşma, atmosfere nem ekler ve hava akımlarını yönlendirir. Yağış, yeryüzündeki bitki örtüsünü ve toprak verimliliğini etkiler. Ayrıca, okyanus akıntılarının oluşumuna ve küresel ısınma gibi iklim değişikliklerine de etki etmektedir. Su döngüsü hem yerel hem de küresel ölçekte birçok etki yaratmaktadır.

Genel olarak, iklim değişikliğinin su kaynakları üzerinde yaratacağı önemli etkiler havzaların bulunduğu bölgelere bağlı olarak; yüzeysel su potansiyellerinde azalma ya da artış, yeraltı akifelerinin beslenmelerinde dolayısıyla boşalımında değişim, ekstrem akımların (taşkınlar ve kuraklık) sıklıklarında, görülme mevsimlerinde ve büyüklüklerinde değişim, değişen yağış rejimi, bitki örtüsü ve arazi kullanımlarının neden olduğu erozyon sorunları, kar suları ile beslenen akarsuların akış rejimlerinde farklılaşma, tarımsal su gereksinimlerinde artış şeklinde özetlenebilir (Gür, 2020).

Su döngüsünün yerel ölçekteki etkileri aşağıda sıralanmıştır:

- Tarım: Su döngüsü, tarım için önemli bir kaynak olan yağışları ve sulama suyunu sağlar. Su döngüsünün bozulması, tarım üretiminde azalmaya veya su kaynaklarının tükenmesine neden olabilir.
- Erozyon: Genel anlamıyla, yer kabuğunu oluşturan kayaçların başta akarsular olmak üzere türlü dış etmenlerle aşındırılıp başka bir yere taşınmasına erozyon denmektedir (Barut, 2010). Su döngüsü, erozyonun bir nedenidir. Aşırı yağışlar, sel ve taşkınlar, erozyon ve kıyı erozyonuna neden olabilir. Yüksek yerlerden yolunu aşarak gelen su bazı azmanlar canlılar için büyük yıkımlar oluştursa da aslında bu döngünün bir parçası olduğundandır.

- Su kaynakları: Su döngüsü, yer altı su kaynaklarının yenilenmesi için önemlidir. Yer altı su kaynakları, çoğu insan için içme suyu kaynağıdır.
- Turizm: Su döngüsü, turizm için önemli bir kaynak olan gölleri, nehirleri ve su kanallarını oluşturur. Su döngüsünün değişmesi, turizm endüstrisine zarar verebilir. O bölgede bulunan işletme ve ona benzer tüm işletmeleri negatif yönde etkileyebilmektedir.

Küresel ısınma sonucu ortaya çıkan küresel iklim değişikliği, hidrolojik çevrimdeki sistemler ve süreçler arasındaki mevcut dengeyi etkilemektedir. Küresel ısınma sonucu su kaynaklarında azalma, orman yangınları ve bunlara bağlı ekolojik bozulmalar olacaktır.

Su Döngüsünün Küresel Ölçekteki Etkileri: (Gür, 2020)

- İklim: Su döngüsü, atmosferdeki nem ve sıcaklık gibi faktörler nedeniyle iklimi etkiler. Su döngüsünün değişmesi, dünya genelindeki iklimleri etkileyebilmektedir.
- Deniz seviyesi: Su döngüsü, okyanuslardaki su seviyelerini etkileyebilir. Buzulların erimesi ve yağmurun denize akması, deniz seviyelerinin yükselmesine neden olabilmektedir.
- Ekosistemler: Su döngüsü, dünya üzerindeki ekosistemleri etkiler. Ormanlar, çöller, buzullar ve diğer ekosistemler, su döngüsüne bağlıdır ve değişen iklim koşulları, bu ekosistemlerin sürdürülebilirliğini etkileyebilmektedir.
- Kaynakların yönetimi: Su döngüsü, su kaynaklarının yönetiminde önemli bir rol oynar. Su döngüsünün etkileri, su kaynakları için sürdürülebilir yönetim stratejilerinin geliştirilmesine yardımcı olabilmektedir. (Türkiye Yaban Hayatı, 2021)

İnsanlar, su döngüsüne de önemli ölçüde müdahale ederler. İnsan faaliyetleri, su kaynaklarını kirletme, suyu tüketme ve su döngüsünün doğal işleyişini etkileyen değişiklikler yapma yoluyla su döngüsünü etkileyebilir. Bu nedenle, su döngüsünün sürdürülebilir yönetimi hem yerel hem de küresel ölçekte çok önemli bir olgu olduğundan söz rahatlıkla söz edilebilmektedir.

1.5. Su ve İnsan

Su, canlılar için hayati öneme sahip bir kaynaktır ve insanlık tarihi boyunca insanlar için vazgeçilmez bir kaynak olarak kalmıştır. İnsanlar suyu içmek, temizlemek, tarım yapmak ve sanayi için kullanmaktadır. Ancak, su kaynaklarının sınırlı olması ve insan nüfusunun artması, su kaynaklarının yönetiminde zorluklar yaratmaktadır. Bu nedenle, su ve insan arasındaki ilişki, önemli bir araştırma konusu haline gelmiştir (Palmer & Ruhi, 2019).

1.5.1. Suyun İnsan Sağlığına Etkileri

Suyun insan sağlığına etkisi konusu, insanlık tarihinin en eski ve önemli araştırma konularından biridir. Günümüzde de suyun insan sağlığına olan etkileri hala araştırılmaya devam etmektedir. Su, insan yaşamı için hayati önem taşıyan bir kaynak olduğu gibi insan sağlığı için de oldukça önemlidir. Bu nedenle, suyun insan sağlığına olan etkilerinin incelenmesi, insan sağlığının korunması ve geliştirilmesi açısından oldukça önemlidir (Özmen, 2021).

Suyun İnsan Sağlığına Etkileri; (Akın & Akın, 2005)

- Vücut Sıcaklığının Düzenlenmesi: Suyun insan vücudundaki en önemli fonksiyonlarından biri, vücut sıcaklığının düzenlenmesidir. Sıcak havalarda terleme yoluyla vücut ısını düşürmek için suya ihtiyaç vardır. Ayrıca, soğuk havalarda da vücut sıcaklığını korumak için suya ihtiyaç vardır.
- Sindirim Sistemi İşlevleri: Su, sindirim sistemi fonksiyonları için de hayati önem taşımaktadır. Yiyeceklerin sindirilmesi ve besinlerin emilmesi için suya ihtiyaç vardır. Ayrıca, kabızlık gibi sindirim sistemi sorunlarına karşı da su tüketimi önemlidir.
- Cilt Sağlığı: Su, cilt sağlığı için de oldukça önemlidir. Ciltteki hücrelerin sağlıklı kalması ve cildin nemli kalması için suya ihtiyaç vardır. Ayrıca, su ciltteki toksinleri atarak cildin daha sağlıklı görünmesini sağlamaktadır.
- Kalp Sağlığı: Su tüketimi, kalp sağlığı için de oldukça önemlidir. Yeterli su tüketimi kanın daha iyi dolaşmasına yardımcı olur ve kan basıncını düzenlemektedir. Bu da kalp sağlığı için oldukça önemlidir.

- Böbrek Sağlığı: Su, böbreklerin düzgün çalışması için de önemlidir. Yeterli su tüketimi, böbreklerin işlevlerini yerine getirmesine yardımcı olur ve böbreklerin temizlenmesini sağlar. Bu da böbrek sağlığı için oldukça önemlidir.

Sonuç, suyun insan sağlığına olan etkileri oldukça geniştir ve hayati önem taşımaktadır. Bu nedenle, yeterli su tüketimi sağlıklı bir yaşam için oldukça önemlidir. Su, vücut sıcaklığının düzenlenmesi, sindirim sistemi fonksiyonları, cilt sağlığı, kalp sağlığı ve böbrek sağlığı için hayati bir kaynaktır. Su tüketimi, her yaş grubu için önemlidir ve özellikle çocuklar ve yaşlılar için daha fazla dikkat edilmesi gereken bir konudur. Yeterli su tüketimi için önerilen miktar günde ortalama 8-10 bardak su içmek veya vücut ağırlığına göre hesaplanan miktarı tüketmektir. Su tüketiminin yetersiz olması, dehidrasyona ve buna bağlı sağlık sorunlarına neden olabilir. Bu nedenle, suyun insan sağlığına olan etkileri konusunda bilinçli olmak ve yeterli su tüketimine özen göstermek sağlıklı bir yaşam için oldukça önemlidir (Dedekayaoğulları & Önal, 2011).

Su, insan yaşamı için vazgeçilmez bir kaynaktır. Vücuttaki metabolik süreçlerin düzenli işleyebilmesi için yeterli miktarda su tüketilmesi gerekmektedir. Ancak, suyun insan sağlığı üzerindeki etkisi sadece bu kadarla sınırlı değildir. Su aynı zamanda, insan vücudundaki birçok fizyolojik ve biyokimyasal sürecin düzenli işleyebilmesi için gereklidir. Bu nedenle, suyun insan sağlığına olan etkileri büyük önem taşımaktadır.

Özbolat ve Tuli 2016 yılındaki araştırmasında vücuttaki zehirli maddelerin hangi organlara karşı zarar verdiğini şu şekilde belirtmiştir. "Çoğu özel bir destek olmadan vücudun boşaltım yolları ile (böbrek, karaciğer, bağırsak, akciğer, deri) atılamazlar. Bu nedenle ağır metallerin büyük bir bölümü, biyolojik organizmalarda birikirler." (Özbolat & Tuli, 2016).

Sonuç, su tüketiminin insan sağlığı için neden önemli olduğunu ortaya koymayı amaçladı. Su, vücudumuzdaki birçok fizyolojik ve biyokimyasal sürecin düzenli işleyebilmesi için gereklidir. Ayrıca, yeterli miktarda su tüketmek, cilt sağlığından kalp sağlığına kadar birçok farklı sağlık yararını da beraberinde getirir. Bu nedenle,

sağlıklı bir yaşam sürdürmek için düzenli olarak yeterli miktarda su tüketmek son derece önemlidir.

1.5.2. İnsanlar Suyu Nasıl Kullanır ve Tüketir?

Su, insan vücudu için hayati bir öneme sahip olan bir bileşendir. Su, insanlar tarafından içilerek, yemek yapımında kullanılarak ve birçok farklı amaç için kullanılarak tüketilmektedir. İklim değişikliği nedeniyle sıcaklıkların artması, su kaynaklarının azalması, suya olan istemi önemli ölçüde artıracaktır. Bu durum aynı zamanda, nüfus artışı ve endüstriyel gelişme nedeniyle, çok önemli su stresine neden olacaktır. Dolayısıyla, Türkiye’de tarımdaki su kullanımının azaltılmasını zorunlu kılmaktadır. Ayrıca, küresel ısınma nedeniyle topraklarda tuzluluk-alkalilik gibi sorunlar da ortaya çıkacak ve sürekli artmaktadır (Kanat & Keskin, 2017).

Su kullanım alanları aşağıdaki şekilde sıralanmaktadır: (Aksungur & Firidun, 2008)

- İçme suyu: İnsanlar, içme suyunu doğrudan tüketerek vücutlarının susuzluğunu giderirler. İçme suyu, içindeki minerallerle birlikte vücudun gereksinim duyduğu suyu karşılamaktadır. İçme suyu, musluk suyu, şişe suyu, arıtılmış su veya doğal kaynak suyu gibi farklı kaynaklardan elde edilebilir. İnsanların içme suyu tüketimi, günlük su ihtiyacını karşılamak için önemlidir.
- Yemek yapımında kullanımı: Su, yemek yapımında da kullanılır. Örneğin, pirinç, makarna, sebzeler ve et gibi yiyecekleri pişirmek için su kullanılmaktadır. Su, yiyeceklerin pişmesine yardımcı olur ve aynı zamanda yiyeceklerin lezzetini artırır.
- Temizlik ve hijyen: Su, insanlar tarafından temizlik ve hijyen amaçlı kullanılır. Örneğin, banyo yaparken veya el yıkarken su kullanılır. Su, cilt ve ellerin temizlenmesine yardımcı olur ve hijyen sağlamaktadır.
- Tarım ve sulama: Su, tarım için de kullanılır. Tarım için kullanılan su, bitkilerin büyümesi ve verimli bir şekilde yetişmesi için gereklidir. Ayrıca, sulama sistemi aracılığıyla bitkilere su verilerek, topraktaki besin maddeleri de bitkiler tarafından emilebilmektedir.
- Endüstriyel amaçlar: Su, endüstriyel amaçlar için de kullanılır. Örneğin, sanayi işletmeleri üretim süreçlerinde su kullanır. Su, üretim sürecinde sıcaklığı

düşürmek, malzemeleri temizlemek ve malzemeleri işlemek için kullanılmaktadır.

Sonuç, insanlar, içme suyu olarak, yemek yapımında, temizlik ve hijyen, tarım ve sulama, endüstriyel amaçlar gibi birçok farklı amaç için suyu kullanabilirler. Su, insan sağlığı için önemlidir ve vücudun doğru çalışması için gerekmektedir. İnsanlar, günlük su ihtiyaçlarını karşılamak için yeterli miktarda su tüketmelidirler. Bu, vücut fonksiyonlarını düzgün bir şekilde çalıştırmak, cildi ve saçları nemli tutmak ve toksinlerin atılmasına yardımcı olmak için gerekmektedir. Ayrıca, insanlar, su kaynaklarının korunması ve sürdürülebilirliği için suyu etkili bir şekilde kullanmalı ve israf etmemelidirler. İnsanlar, suyu içerek, yemek yapımında, temizlik ve hijyen, tarım ve sulama, endüstriyel amaçlar gibi birçok farklı amaç için kullanabilirler. Ancak, insanlar, suyu etkili bir şekilde kullanarak, su kaynaklarının sürdürülebilirliğini korumalı ve gelecek nesillere temiz su kaynakları bırakmalıdırlar (Özsoy, 2009).

1.6. İklim Değişikliği ve Yapay Zeka

İklim değişikliği, Dünya'nın atmosferindeki sera gazlarının artması nedeniyle ortaya çıkan küresel bir sorundur. Bu nedenle, iklim değişikliğiyle mücadele etmek için çeşitli teknolojik çözümler aranmaktadır. Yapay zeka teknolojisi de tam bu noktada devreye girmekte ve insanlığa bu konu hakkında yardımcı olmaktadır (Cowls & Floridi, 2021).

1.6.1. Yapay Zeka

Geçmişten günümüze Yapay Zekâ hakkında birçok tanımlama yapılmıştır. Bunların birkaçı aşağıda yer almaktadır:

“Yapay zekâ insan tarafından yapıldığında zeki olarak adlandırılan davranışların makine tarafından yapılmasıdır.”

“İnsan aklının nasıl çalıştığını göstermeye çalışan bir kuram”

“Yapay zekanın amacı insan zekasını bilgisayar aracılığıyla taklit etmektir.” (Pirim, 2006)

Bu tanımlardan özetle Yapay zekâ, bilgisayar sistemleri tarafından insan benzeri zekâ ve davranışların simüle edilmesi işlemidir denilebilmektedir. Bu sistemler, insanların öğrenme, problem çözme, karar verme ve dil anlama gibi yeteneklerini modelliyor ve taklit etmektedir. Yapay zekâ, makine öğrenimi, doğal dil işleme, robotik ve diğer teknolojileri içeren geniş bir disiplindir. Yapay zekânın temel amacı, insanların yaptığı işleri daha iyi ve daha hızlı yapmak için bilgisayar sistemlerini kullanmaktır (Öztürk & Şahin, 2018).



Resim 2. Yapay Zekâ görseli

Kaynak: <https://www.istockphoto.com/tr/foto%C4%9Fraf/artificial-intelligence-gm143922813-18915028?phrase=artificial%20intelligence>

Örneğin, bir yapay zekâ sistemini kullanarak, bir şirket müşteri hizmetleri departmanında çalışanları azaltabilir veya bir üretim hattındaki kalite kontrol sürecini otomatikleştirebilir. Bu da şirketlerin daha verimli çalışmasına ve daha fazla kar elde etmesine olanak tanımaktadır.

Tüm bu kolaylıkların insanlık için ne kadar önemli olduğu aşikardır. Yapay Zekanın önemini MIT Bilgisayar Bilimleri laboratuvar yöneticilerinden Edward Fredkin BBC ile yapmış olduğu bir röportajda şu şekilde ifade etmiştir: "Tarihte üç büyük olay vardır. Bunlardan ilki kâinatın oluşumu, ikincisi yaşamın başlangıcı, üçüncüsü de yapay zekanın ortaya çıkışıdır." (Karaduman, 2020).

Yapay zekâ hızla gelişmektedir ve gelecekte daha birçok alanda kullanılması beklenmektedir. Ancak, yapay zekanın kullanımıyla ilgili bazı etik ve sosyal sorunlar da ortaya çıkmaktadır. Örneğin, yapay zekâ tarafından alınan kararlar, insanların haklarına ve özgürlüklerine zarar verebilmektedir. Bu nedenle, yapay zekâ

teknolojilerinin geliştirilmesi ve kullanımı, insanların haklarını ve özgürlüklerini koruyan etik kurallara uygun olarak yapılmalıdır (Efe, 2021).

Yapay zekâ teknolojilerinin geliştirilmesi ve kullanımı, dünya genelinde birçok şirket, hükümet ve sivil toplum kuruluşu tarafından aktif olarak takip edilmektedir. Günümüzde, yapay zekâ teknolojilerine yatırım yapan şirketler, daha verimli ve karlı çalışma modelleri geliştirdiklerini görmektedirler. Ayrıca, yapay zekâ teknolojilerinin sağlık, eğitim, ulaşım ve diğer alanlarda kullanımı, toplumun refah düzeyini artırmaktadır.

Yapay zekâ teknolojilerinin geliştirilmesi ve kullanımı konusunda, uluslararası düzeyde birçok çalışma yürütülmektedir. Örneğin, Birleşmiş Milletler, yapay zekâ teknolojilerinin etik ve sosyal yönleriyle ilgili birçok çalışma yürütmekte ve uluslararası toplumun farkındalığını artırmayı hedeflemektedir. Ancak yapay zekâ teknolojilerinin geliştirilmesi ve kullanımıyla ilgili bazı riskler de bulunmaktadır. Bunlar arasında, veri gizliliği ve güvenliği, etik ve sosyal sorunlar, işsizlik ve insanların yerini alması gibi konular yer almaktadır. Bu nedenle, yapay zekâ teknolojilerinin geliştirilmesi ve kullanımı, dikkatli bir şekilde ele alınması gereken bir konudur (Öztürk Dilek, 2019).

Sonuç olarak, yapay zekâ teknolojileri, günümüzde birçok endüstride kullanılmaktadır ve gelecekte daha fazla kullanılması beklenmektedir. Ancak, yapay zekâ teknolojilerinin geliştirilmesi ve kullanımı, insanların haklarını ve özgürlüklerini koruyan etik kurallara uygun olarak yapılmalıdır. Ayrıca, yapay zekâ teknolojileriyle ilgili risklerin de dikkate alınması gerekmektedir (Akyılmaz, 2021).

1.6.1.1. Yapay Zeka Kronolojisi

Yapay zekâ ile ilgili çalışmalar geçmişten günümüze çokça bulunmaktadır. Bu çalışmalar ve ele alınan dönemler şu şekilde sıralanmaktadır: (Pirim, 2006)

- Tarih Öncesi Dönem: Yapay zekâ, ilk olarak Yunan mitolojisinde rüzgâr tanrısı zannedilen Daedalusun “yapay-insan” teşebbüsünde ortaya atılmıştır.
- Karanlık Dönem (1965-1970): Söz konusu dönemde çok az gelişme olmuştur. Bilgisayar uzmanları düşünen bir mekanizma geliştirmeye çalışmışlar ve verileri yükleyerek akıllı bilgisayar yapmayı ummuşlardır. Bu dönem bekleme dönemi olmuştur.
- Rönesans Dönemi (1970-1975): Bu dönemde gelişmeler hız almıştır. Yapay zekâ yardımıyla hastalık teşhisi gibi sistemler geliştirilmiştir.
- Ortaklık Dönemi (1975-1980): Araştırmacılar yapay zekâ aracılığı ile dil ve psikoloji gibi diğer bilim dallarından da yararlanmaya başlamışlardır.
- Girişimcilik Dönemi (1980-?): Yapay zekâ gerçek dünyanın ihtiyaçları göz önünde bulundurularak daha kapsamlı uygulamalar düşünülmüştür. Hala devam eden bir dönemdir.

Yapay zeka alanında önemli çalışmalar: (Pirim, 2006)

Tablo 1. Yapay zekâ çalışmaları kronolojisi

Tarih	Açıklama
1943	McCulloch & Pitts: Beynin Boolean devre modeli
1950	Turing'in "Bilgi işleyen makineler ve zekâ"
1956	Dartmouth Görüşmesi: "Yapay zekâ" ismi ortaya atıldı.
1952-1969	IBM satranç oynayabilen ilk programı yazdı. YZ konusundaki ilk uluslararası konferans düzenlendi.
1950ler	İlk YZ programları, Samuel'in kontrol edici programı, Newell ve Simon'ın mantık teoristi, Gelernter'in geometri motoru.
1965	Robinson'un mantıklı düşünme için geliştirdiği tam bir algoritma
1966-1973	YZ hesapsal karmaşayla karşılaşır. Sinir ağları araştırmaları hemen hemen kaybolur.
1969-1979	Bilgiye dayalı sistemlerin ilk gelişme adımları
1980	YZ Endüstri haline gelir
1986	Yapay sinir ağları tekrar popüler olur.
1987	YZ bilim haline gelir.
1995	Zeki ajanlar (terimsel kullanımdır) ortaya çıkar.
1997	Deep Blue Kasparov'u yendi.
1998	İnternetin yaygınlaşması ile YZ tabanlı birçok program geniş kitlelere ulaştı.
2000-2005	Robot oyuncaklar piyasaya sürüldü. Halen birçok elektronik cihazda YZ uygulamaları kullanılmaktadır

Tablo 1'de geçmişten bugüne Yapay zekâ çalışmaları yer almaktadır.

1.6.1.2. Yapay zeka kullanım alanları

Yapay zekâ teknolojileri, günümüzde birçok alanda kullanılmaktadır. Otomotiv endüstrisinde, sürücüsüz araçlar için yapay zekâ sistemleri kullanılırken, sağlık endüstrisinde, hastaların teşhisi ve tedavisi için yapay zekâ teknolojileri kullanılmaktadır. E-ticaret şirketleri, müşterilerin tercihlerini tahmin etmek ve onlara özelleştirilmiş öneriler sunmak için yapay zekâ sistemlerini kullanmaktadır. Spor sektöründe yapay zekâ kullanılarak sporcuların performansları izlenebilir ve antrenman programları veya beslenme planları oluşturulabilmektedir. Bunlar sadece birkaç örnektir; daha birçok farklı alanda kullanılabilmektedir (Bozüyük, Yağcı, Gökçe, & Akar, 2005).

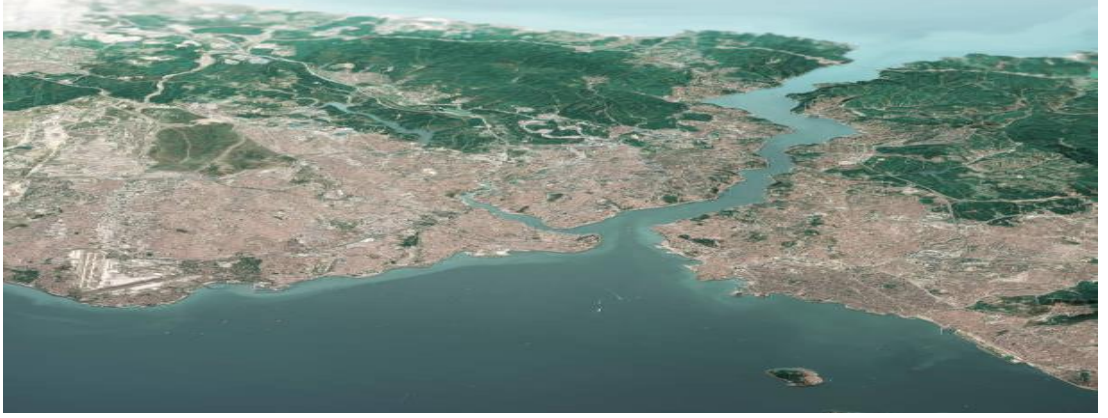
1.6.2. Yapay Zeka, İklim Değişikliği ile Mücadelede Kullanımı

Yapay zekâ hayatın her alanında kullanılmaya artık başlanmıştır. İklim değişikliğine karşı mücadelede kullanılması insan yaşamını olumlu yönde etkileyeceği kesindir. Yapay zekâ iklim değişikliği konusunda farklı alanlarda kullanılabilmektedir. Yapay zekâ teknolojisi, enerji üretimindeki verimliliği artırmak ve yenilebilir enerji kaynaklarından faydalanmayı üst düzeye çıkarabilmektedir. Yapay zekâ iklim modellerini geliştirilmesinde ve geleceğe yönelik iklim tahminlerde kullanılabilmektedir. Bu alandaki kullanım insan hayatının devamı için oldukça kritik bir konu olabilmektedir (Özdemir, 2021).

İklim değişikliğinde ve insan yaşamı için çok önemli olan iki konuda da bizlere çözüm sunabilmektedir. Yapay zekâ sistemleri, tarım alanlarının daha verimli bir şekilde kullanımı sağlar ve su tüketimini azaltabilmektedir. Ormanlarda iklim değişikliğinde kritik öneme sahiptirler. Yapay zekâ teknolojisi, orman yangınlarının çıkmasını önlemek için yangın riskini tahmin edebilir ve önlem almak için yardımcı olabilme oranı yüksektir (Cheong & Sankaran, 2022).

Sonuç olarak, yapay zekâ teknolojisi, iklim değişikliği ile mücadelede doğal kaynakların sürdürülebilirliğinde, enerji verimliliğinin artırılmasında ve doğal afetlerin önlenmesinde fazlasıyla yardımcı olabilecektir (Kargın, 2021).

1.6.3. İklim Verilerinin Toplanması ve Analizi İçin Yapay Zeka Kullanımı



Resim 3. İstanbul şehrinin uydu görüntüsü

Kaynak: <https://www.istockphoto.com/tr/foto%C4%9Fraf/istanbul-t%C3%BCrkiye-3d-render-havadan-peyzaj-g%C3%B6r%C3%BCn%C3%BCm-itibaren-g%C3%BCney-oct-2018-gm1162975206-319195110?phrase=istanbul%20uydu%20g%C3%B6r%C3%BCnt%C3%BCs%C3%BC>

İklim verilerinin toplanması ve analizi, yapay zekâ teknolojileri tarafından kolaylaştırılmaktadır. İklim verilerinin toplanması ve anlamlandırılması oldukça süre alan bir iş olacaktır. Bu nedenle söz konusu süreçlerin daha hızlı ve doğru bir şekilde işlenebilmesi için yapay zekâ oldukça yardımcı olacaktır.

Verilerin toplanması, analiz edilebilmesi için veri madenciliğinden ve makine öğrenmesinden oldukça fazla yararlanılacaktır. Yapay zekâ, veri madenciliği işlemleri ile iklim değişikliği verilerini daha iyi analiz edebilir. Makine öğrenmesi algoritmaları ile analizlere sonuçlar üretecektir. Bazı yapay zekâ uygulamaları sayesinde iklim verilerinin toplanmasına ve analiz edilebilmesine verilebilecek örnekler şu şekildedir. Sıcaklık, yağmur yağış miktarı, rüzgâr hızı ve nem gibi iklim verilerinin toplanarak gelecekteki iklim değişikliği trendlerini tahmin etmek için kullanılabilir. Yapay zekanın görüntü analiz etme özelliğinden yararlanılarak hava araçları ile bölgelerin görüntülerini analiz edilebilir (Güzel & Okatan, 2022) .

İKİNCİ BÖLÜM

LİTERATÜR ÇALIŞMASI

2.1. Literatür Çalışması

1. “Yapay Zekanın Değiştirdiği Dinamikler” adlı çalışmada Tarım sektöründe, yapay zeka, insansız hava araçları, IoT ve büyük verilerin otomasyonu önemli işlevler görmesi beklenmektedir. Makine öğrenimi ve veri madenciliği gibi gelişmekte olan alanlar, tarımsal üretimin verimliliğini, iklim değişikliği ve gıda güvenliği ile ilgili zorlukları ele almak için büyük katkılar sağlayabilmesi öngörülebilmektedir. Tarım işiyle uğraşan çiftçilerden tüketicilere, finansal kurumlara ve diğer bağlantılı sektörlerle kadar bağlantılı her paydaşa veriye dayalı bir sistem fayda sağlayabilir.

Yapay zeka tabanlı veri analitiğindeki gelişmeler, çiftçilerin doğal kaynakları korumasına ve başarılı hasat için gereken girdi miktarını azaltmasına yardımcı olabilir. Bu bağlamda, tarımsal üretimi daha verimli hale getirmek için en son teknolojik çözümlerin kullanılması büyük bir zorunluluk haline gelmektedir. Tarımsal gıda üretimi gibi nispeten düşük verimli sektörler robotik ve otonom sistemler gibi küresel endüstriler yardımıyla büyük bir etkiye sahip olacaktır.

Sonuç olarak yapay zeka çözümleri tarım endüstrisinde şuanda henüz başlangıç aşamasındadır. Lakin gelecekte daha çok gelime göstererek farklı boyutlara ulaşacağı aşikardır (Bilen, 2022).

2. “2. Ulusal İş Sağlığı ve Güvenliği Öğrenci Kongresi” (Uçan, ve diğerleri, 2021) adlı çalışmada, “Küresel İklim Değişikliğine Uyum: Akıllı Tarım Uygulamaları ve İş Sağlığı ve Güvenliği” bölümünde Günümüzde, tarım sektöründe, akıllı tarım uygulamaları ve yeni teknolojiler önemli bir rol almaktadır. Çiftçilerin daha verimli ve sürdürülebilir bir şekilde üretim yapmaları için akıllı tarım uygulamaları geliştirilmiştir. Bunun yanı sıra iş sağlığı ve güvenliği açısından, akıllı tarım uygulamalarının tam olarak işlevsel hale gelmesi için daha fazla zaman ve altyapıya ihtiyaç duyulduğu kanısı söz konusudur. Ayrıca çalışmada akıllı tarım uygulamaları yardımı ile iş kazası,

meslek hastalığı, çocuk ve kaçak işçiliğinin de önüne geçebileceği aktarılmıştır.

Tüm bu uygulamaların sağlanabilmesi ve doğru şekilde uygulanabilmesi için çalışanların uygun eğitimler almaları ve gerekli donanım, yazılım sistemlerini de kapsayan altyapının oluşturulması gerektiğini çalışmada özellikle belirtilmiştir (Baran & Ersoy Karaçuha).

3. “International Studies on Natural and Engineering Sciences” (Ruşen & Yıldız, 2020) adlı çalışmada, “Güneş Enerji Santrali Üretim Verilerinin Meteorolojik Verilere Bağlı olarak Yapay Zekâ Yöntemleri ile Tahmini” adlı bölümünde Elazığ’da bulunan Şahinkaya mevkiinde kurulu olan güneş enerji santralinin 24 aylık üretim verileri meteorolojik verilerle ilgili olarak tahmin edilmiştir. Yapay sinir ağları (YSA) yöntemi ile günlük ortalamalara göre nispi nem, sıcaklık ve güneş radyasyonu gibi meteorolojik verilerin kullanılması ile gerçekleştirilmiştir. MATLAB programı kullanılarak yapılan çalışma sonucunda, gerçek üretim değerlerine çok yakın değerler gözlemlenmiştir.

8 MW gücündeki güneş enerji santralinin üretim tahminleri için YSA modeli tasarlanmıştır. Modelde günlük ortalama nispi nem, sıcaklık ve toplam global güneş radyasyonu gibi üç meteorolojik parametre kullanıldı.

Modelin tahminleri güvenilir ve tutarlı çıkmıştır. Regresyon değerleri 1’e yakın olduğundan dolayı modelin başarılı olduğu görülmüştür.

Bu çalışmada YSA yöntemi kullanılarak güneş enerjisi santrallerinin üretim tahmini için kullanımı başarılı sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Bu sonuçlardan dolayı güneş enerjisi santrallerinin üretimi tahminlerinde YSA yönteminin gelecekteki tahmin çalışmalarında kullanılabileceğine ışık tutmaktadır. Ayrıca YSA yöntemi, yenilebilir enerji kaynaklarının planlanmasında da kullanılabilecektir (Geçmez & Genç, 2020).

4. “İzmir İlinde, Yapay Zekâ Algoritmaları Kullanılarak Kuraklık Modellemesi ve Çok Dönemli Su Fiyatlandırma Modeli Kullanılarak Su Kaynakları Yönetimi” adlı çalışmada, İzmir’deki kuraklık sorununa odaklanılmış ve su kaynakları yönetimi için yapay zeka ve fiyatlandırma modelleri kullanılmıştır. Öncelikle, Yapay Sinir Ağları algoritmaları olan FFBP, RBF ve GRNN

kullanılarak oyuncak veriler üzerinde kuraklık tahmini yapılmıştır. Daha sonra ise gerçek meteoroloji verileriyle teste tabi tutulmuştur. Matlab ile 5 farklı meteoroloji istasyonunun son 15 yıla ait ZSI değerleri incelenmiş ve tahminler yapılmıştır. Tahminler sonucu elde edilen R kare değerleri %45,44 ile %77,57 arasında değişmektedir ve literatürdeki diğer çalışmalarla karşılaştırıldığında kabul edilebilir aralıklarda bulunmaktadır.

Ayrıca, kuraklık öngörülerek su fiyatlandırma modeli geliştirilmiştir. Su dağıtım sisteminin matematiksel modeli, ulaşım ve envanter problemlerinin modeli matematiksel bir fiyatlandırma modeli kullanılarak oluşturulmuştur. Karar destek sistemi yardımı ile optimal olarak çözülen fiyatlandırma modelinde üç farklı fiyatlandırma seçeneği sunulmuştur. Sabit ücret politikasında, az su tüketen müşteri ile çok su tüketen müşteri ile çok su tüketen müşteri aynı fiyat üzerinden değerlendirilmiştir. Bu da adil bir politika olmamıştır.

Sonuç olarak, bu çalışma İzmir'deki su kaynakları yönetiminde yapay zeka ve fiyatlandırma modellerinin etkin kullanımının göstermektedir. Su kıtlığı gibi önemli sorunlarla başa çıkmak için kuraklık tahmini ve uygun fiyatlandırma politikaları kullanılabilmesi mümkündür (Ömer, 2021).

5. “İklim değişikliği ile mücadele için Güncellenmiş bir Tüketici Karar Verme Modeli” adlı çalışmada müşterinin satın alım sürecinin yapay zeka desteğiyle optimize edilerek, müşteri için güncellenmiş bir tüketici karar verme modeli sunulması sonucunda tüketimin iklim değişikliği üzerindeki olumsuz etkilerinin minimize edilmesi amaçlamıştır. Her gereksiz satın alınan ürün, sonucunda arz-talep dengesi sebebiyle tekrar üretim yapılması sonucunda, harcanan enerjinin iklim değişikliğine sebep olduğu, dolayısıyla tüketimin azalması durumunda iklim değişikliğinin azalacağı öngörülmektedir. Çalışmada karar verme süreci olarak geleneksel beş aşamalı tüketici karar verme süreci kullanılmıştır. Yapay zeka hem pratik hem de akademik alanda hızlı şekilde büyümektedir. Yapay zekanın araştırıldığı alan sayısı çok fazla olmasıyla birlikte, bu çalışmada yapay zekanın pazarlama ve yönetim alanındaki rolü ele alınmıştır.

Yapay Zeka, zeka sergileyen, programlar, algoritmalar, sistemler ve makineler olarak tanımlanmaktadır (Shankar, 2018). Yapay Zekanın hızla yaygınlaşmasının yanı sıra özellikle gizlilik ve kişisel veri konularında endişeler sık sık dile getirilmektedir.

Sonuç olarak Yapay zeka hızlı ve radikal bir şekilde yaygınlaşmasının sonucunda hemen her sektörde kullanılmaktadır. Yapay zeka pazarlama alanında da karar verme süreçlerinde etkin rol oynayarak müşterilerin satın alımlarını optimize ederek, aşırı tüketimin ve bunun iklim değişikliği üzerindeki negatif etkisinin azaltılması mümkündür (Özdemir, 2021).

6. “Veri Madenciliği Yöntemleri ile Tarımsal Veri Analizi: Bir Akıllı Tarım Sistemi Önerisi” adlı çalışmada Veri Madenciliği, Nesnelerin İnterneti ve Yapay Zeka kullanılarak gıda kıtlığına karşı bir çözüm üretme amacı güdülmektedir. Tarım sektörü tüm dünya için hayati önem taşımaktadır. Akıllı tarım, iklim faktörleri, toprak özellikleri, toprak nemi vb. değişiklikleri anlık veriler ile takip edilmesine olanak sağlamasından dolayı mahsulün kalitesi, ürünün ihtiyaçları gibi verilerin analiz edilmesini mümkün kılmaktadır.

IOT günümüzde büyük bir yer edinmiştir. Tarım alanında IOT sadece büyük işletmelerde değil aynı zamanda hayvancılık, sera, çiftlik yönetimi gibi alanlarda da kullanılmaktadır. IOT’nin tarımda en çok kullanılan özelliği sensörlerdir. Sensörler sayesinde topraktaki fosfat-azot değerini ölçmek, topraktaki hastalıkları ve nem miktarını öğrenmek amacıyla kullanılmaktadır. IOT araçları gerçek zamanlı topladığı verilerle büyük miktarda değerli tarımsal veri üretmektedir. Teknolojinin büyük bir aşama kaydetmiş olmasına rağmen iklim değişikliği tarımsal üretimde ciddi bir engel teşkil etmektedir. Artan sıcaklıklar sonucunda ürün ciddi zararlar görmektedir veya kalitesi düşmektedir. Mevcut verimi korumak ve talebi karşılamak amacıyla ürün kalitesini korumak için adaptasyona yatırımlar gerekmektedir.

Bu çalışmada veri madenciliği tekniği olarak pazarlamacıların da sık kullandığı birliktelik kuralı uygulanmıştır. İklim değişikliğine göre hasat zamanını planlamak, mahsullerdeki hastalıkları önlemek ve gelecek mahsulleri tahmin etmek gibi görevlerde çiftlik sahiplerine yardımcı olması maksatlı bir

model geliştirilmiştir. Bu sistem önceki çalışmaların eksikliklerini görerek üç katmanlı bir mimariye dayalı bir Akıllı tarım sistemi önermiştir.

Bu çalışmaya göre, Istat veri setindeki elma ve armut toplam mahsullerinin tahminine %90'a yakın bir başarı oranlarına sahip bir sinir ağı modeli ile ulaşılabileceği gösterirmiş, CNR bilimsel verileri için polinomsal regresyon ve karar ağaçlarının eksik verilerin tahmininde kullanışlı olduğu belirlenmiştir (Balducci, Impedovo, & Pirlo, 2018).

Sonuç olarak çalışmada Tarım Ürünü haritası uygulamasının Random Forest (Rastgele Orman) algoritmasıyla en iyi sonucu (%99,5) verdiği gözlenmiştir. Şeker üretim miktarının tahmininde en başarılı yöntem Çok Katmanlı Algılayıcı Sinir Ağı olduğu anlaşılmıştır. Doğruluk payı %99 olarak ölçülmüştür (Özer, Kuş, & Yıldız, 2022).

7. “Gediz Havzasında Yapay Zeka Kullanılarak Kuraklık Tahmini” adlı çalışmada Gediz havzasına yağın yağış miktarının yapay zeka aralığıyla analizi sonucu kuraklık konusunda bir bilgi vermesi tasarlanmıştır. Su kaynaklarının çoğu tarım alanında kullanılmaktadır. Ülkemizde kullanılan toplam suyun yaklaşık olarak %74’ü sulamada kullanılmaktadır. Kullanılan sulama yöntemleri içerisinde en fazla su kaybı, ülkemizde en çok uygulanan yüzey sulama yönteminde oluşmaktadır (su kaybı %35-%60 arasında), yağmurlama ve damla sulamada ise su kaybı daha azdır (Demircioğlu & Çakmak, 2016).

Çalışmada Gediz havzasındaki meteoroloji istasyonlarının verileri kullanılarak kuraklık analizi yapılmış ve daha sonra yapay sinir ağları yöntemiyle kuraklık tahmini için kuraklık karakteristikleri (kuraklığın süresi, genliği, şiddeti) hesaplanmıştır (Umucan & Yıldırım, 2022).

8. “Kuraklığın Yapay Sinir Ağları ile Analizi: Adıyaman Örneği” adlı çalışmada Adıyaman ili örnekleminde Yapay Sinir Ağlarının (YSA) kuraklık analizinde kullanılabilirliği araştırılmıştır. Meteorolojik yağış verilerinin analizi kuraklığın izlenmesi ve takibi için oldukça önemlidir. Kuraklığın takibi ve su kaynaklarının planlanması hayati öneme sahiptir. Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SYİ), kuraklık izleme için dünya birçok ülkesinde yaygın olarak

kullanılmaktadır. Birbiriyle ilişkili parametreler arasında çok büyük ve karmaşık veri kümelerini yönetme kabiliyeti Yapay Sinir Ağları ile artmaktadır. Bu nedenle, kuraklık gibi karmaşık iklimsel durumların öngörülmesinde Yapay Sinir Ağlarının kullanılması aydınlatıcı çözümler üretebilmektedir. Yapay Sinir Ağları modelinin yüksek esneklik ve doğrulukta tahmini için güçlü bir araç olarak kullanılabileceğini anlaşılmaktadır.

Daha fazla girdi ile çalışan diğer kuraklık analizlerinde Yapay Sinir ağlarının kullanılması faydalı olacaktır. Yapay Sinir Ağlarının kuraklık analizinde etkili bir şekilde kullanılacağı bu çalışmayla ortaya konulmuştur (Tufaner, Dabanlı, & Özbeyaz, 2019).

9. “Yapay Zeka Yöntemleri ile Hava Sıcaklığı Tahmini İçin Sistem Tasarımı ve Uygulanması” adlı çalışmada hava sıcaklığı, havanın ne kadar sıcak veya soğuk olduğunun bir ölçüsüdür. Daha belirgin olarak, hava sıcaklığı, havayı oluşturan gazların kinetik enerjisini veya hareket enerjisini tanımlamaktadır. Burada havadaki gaz molekülleri daha hızlı hareket ettiğinde hava sıcaklığı artmakta aksi takdirde azalmaktadır.

Çalışmada mikrodenetleyiciye bağlı olan sıcaklık, nem, rüzgâr hızı ve rüzgâr yönü sensörlerden alınan veriler ethernet modülü aracılığıyla veri tabanına gerçek zamanlı olarak kaydedilerek, oluşturulan veri tabanı, yapay zekâ başlığı altında olan yer alan yapay sinir ağ modelleri (YSA), K- Nearest Neighbors (KNN) ve Random Forest (RF) algoritmaları tarafından işlenerek verilerin modellenmesi gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada yapay zeka kullanılarak sıcaklık tahmini üzerine sistemin tasarımı ve uygulaması yapılmıştır. Tasarımda bulunan rüzgar hız ve yön sensörü yanı sıra güneş paneli ve aküde kullanılmıştır. Çalışmada yer alacak sistemin geliştirilme aşaması mekanik ve elektronik olarak iki kısımda incelenir. Çizim ve hesaplama mekanik kısmı oluşturulurken elektronik tasarımda ise sensörlerden gelen veriler kullanılmıştır. Sistemin mekanik tamamlandıktan sonra ölçülen değerler veri tabanına aktarılmış Python programlama dilinde gerçekleştirilen yazılım ile ve yapay zeka kullanılarak hava sıcaklık tahmini yüksek doğrulukta gerçekleştirilmiştir. Çalışmada yapay zekâ yöntemleri ile hava sıcaklığı tahmini için sistem tasarımı ve uygulaması

ile hava sıcaklığı tahminlenmesi ile gelecek yıllarda sıcaklığın ne olacağı üzerine önemli bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir (Turgut & Temir, 2019).

10. “İklim Değişikliğinin Etkilerini Görselleştirmek İçin Yapay Zekayı Kullanma” adlı çalışmada Hava sıcaklığı, havanın ne kadar sıcak veya soğuk olduğunun bir ölçüsüdür. Daha belirgin olarak, hava sıcaklığı, havayı oluşturan gazların kinetik enerjisini veya hareket enerjisini tanımlamaktadır. Burada havadaki gaz molekülleri daha hızlı hareket ettiğinde hava sıcaklığı artmakta aksi takdirde azalmaktadır.

Çalışmada mikrodenetleyiciye bağlı olan sıcaklık, nem, rüzgâr hızı ve rüzgâr yönü sensörlerden alınan veriler ethernet modülü aracılığıyla veri tabanına gerçek zamanlı olarak kaydedilerek, oluşturulan veri tabanı, yapay zekâ başlığı altında olan yer alan yapay sinir ağ modelleri (YSA), K- Nearest Neighbors (KNN) ve Random Forest (RF) algoritmaları tarafından işlenerek verilerin modellenmesi gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada yapay zeka kullanılarak sıcaklık tahmini üzerine sistemin tasarımı ve uygulaması yapılmıştır. Tasarımda bulunan rüzgar hız ve yön sensörü yanı sıra güneş paneli ve aküde kullanılmıştır. Çalışmada yer alacak sistemin geliştirilme aşaması mekanik ve elektronik olarak iki kısımda incelenmektedir. Çizim ve hesaplama mekanik kısmı oluşturulurken elektronik tasarımda ise sensörlerden gelen veriler kullanılmıştır. Sistemin mekanik tamamlandıktan sonra ölçülen değerler veri tabanına aktarılmış Python programlama dilinde gerçekleştirilen yazılım ile ve yapay zeka kullanılarak hava sıcaklık tahmini yüksek doğrulukta gerçekleştirilmiştir. Çalışmada yapay zekâ yöntemleri ile hava sıcaklığı tahmini için sistem tasarımı ve uygulaması ile hava sıcaklığı tahminlenmesi ile gelecek yıllarda sıcaklığın ne olacağı üzerine önemli bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir (Luccioni & Schmidt, 2021).

11. “İnsansız Hava Aracı ile Görüntü İşleme ve Yapay Zeka Teknikleri Kullanarak Yangın Tespiti: Örnek Bir Uygulama” adlı çalışmada Son yıllarda orman ve şehir yangınlarının artması tüm dünya için önemli bir sorun oluşturmaktadır. Ekolojik ve ekonomik açıdan büyük kayıplara sebep olan yangınlar, karbon döngüsünü bozarak orman dinamiklerine de ciddi zarar vermektedir. Bu

doğrultuda yaşamın gerekliliği açısından önemli ekosistemlerden olan ormanların ve doğanın korunması önem arz etmektedir. Ormanlar yaşamın sağlanabilmesi için önemli bir ekosistemdir. Bu ekosisteme sahip çıkmak ve korumak insanlık için çok önemli bir meseledir. Bu meseleye sahip çıkmak ve önlem almak tüm insanlığa ait bir görevdir.

Oksijen deposu olan ormanları koruyabilmek için teknolojiyen faydalanmak ve bunu mevcut sistemlere uyarlamak son derece faydalı olacaktır. Bu iş için küçük boyutlu insansız hava araçları biçilmiş kaftandır. Günümüzde insansız hava araçlarının kullanımı askeri alanda olduğu kadar günlük hayatta da artmıştır. İnsansız hava araçları, esnek kullanım alanı, hızlı ve yüksek manevra kabiliyeti, uydu görüntülerine göre küçük alanların izlenmesinde daha iyi çözünürlük sağlaması gibi avantajlara sahiptir. Orman alanında alınan görüntüyü içerisinde bulunan yazılımlar sayesinde çeşitli parametrelerden geçirerek tamamlayarak %96'lık kesin değerler ile sonuç çıkarımı yapmıştır. Çalışmalarında sonuç olarak, optik akış yöntemi ve renk tabanlı algılama ile hareket ve renk öznelikleri çıkartılmış ve geliştirdikleri yöntemin etkinliği kapalı bir ortamda test edilerek kanıtlanmıştır. Bunun sonucunda merkeze ve kollu kuvvetlerine verilen bilgilendirme ile olaya hızlı bir şekilde müdahale sağlanarak yangınların önüne geçilebilmesine olanak sağlanmıştır (Aksoy, Korucu, & Çalışkan, 2021).

12. “Tarım Arazilerinde Harcanan Su Miktarının Yapay Zeka Teknikleri Kullanarak Belirlenmesi” adlı çalışmada ülkemizde ve dünyada en önemli problemlerden birisi de su problemidir. Su tüketiminin en çok olduğu alanlar arasında tarım sektörü gelmektedir. Vahşi sulama gibi bir durumun meydana geldiği tarım sektöründe her ürünün ihtiyaç duyduğu su birbirinden farklıdır. Bunun önüne geçerek her ürüne ihtiyacı olan düzeyde su verilebilmesi ve verilen suyun aşırıya kaçmadan yeterli miktarda verilebilmesi için damıtma tekniği kullanılmaktadır. Damlama sulama sisteminde bitkilerin köküne su vererek büyümesi sağlanarak daha az su tüketilmesi sağlanmaktadır. Bu sulama sonrası bitki yeterli suya ulaşır ve ürünler gerekli şartlar sağlandığı için hızlıca sürecinin tamamlar. Tarımda bitkinin gereksinimi olan ve havanın neme doymasıyla yeryüzüne düşen damlacıkların yeterli olmamasından dolayı

bitkinin kök bölgesine yeterli miktarda ve zamanda su verilmesine sulama denmektedir. Tüketilen su miktarı nüfuz oranının artışı ile doğru orantılı olarak artmıştır. Bundan dolayı dünyada hızlı azalan suyu koruma altına alabilmek için ortaya çıkan damıtma tekniğinin her ürün grubuna bağlı olarak analiz edilerek kullanılması fikri ortaya çıkmıştır. Her ürüne ait ihtiyaç duyduğu su miktarı yapay zeka kullanarak hesaplanır ve üretim için gerekli minimum su miktarı bulunur. Bunun sonucunda ortaya çıkan su kazancı ile dünya ekosistemine fayda sağlanarak sürdürülebilir bir gelecek için adım atılabilmektedir (Bayrakçı, Çiçekdemir, & Özkahraman, 2021).

13. “Makine Öğrenmesi Algoritmaları Kullanılarak Türkiye ve AB Ülkelerinin CO2 Emisyonlarının Tahmini” adlı çalışmada Türkiye ve Avrupa Birliği ülkelerinde enerji üretimi sırasında ortaya çıkan CO2 salınım miktarlarının tahmini ve eğilimleri incelenmiştir. Karar Ağacı modellemesi, YSA ve destek vektör makineleri gibi makine öğrenmesi algoritmaları kullanılarak CO2 miktarları tahmin edilmiştir. Avrupa Birliği ülkelerinde CO2 emisyon miktarının azaldığı, Türkiye’de ise arttığı görülmüştür. Türkiye ve Avrupa Birliği (AB) ülkelerinin sera gazı emisyonlarını tahmin etmek için makine öğrenimi algoritmalarının kullanıldığı bir araştırmayı konu almaktadır. Özellikle 20 ve 21. yüzyıllarda mevsimlerin döngü ve şiddetlerinin değişmesine sebep olmuştur.

Giriş bölümünde, sera gazı emisyonlarının iklim değişikliği üzerindeki etkisine ve sera gazı emisyonlarının tahmin edilmesinin önemine vurgu yapmaktadır. Ardından, araştırmanın amacı ve yöntemi hakkında bilgi verilmektedir. Yöntem bölümünde kullanılan makine öğrenimi algoritmaları, veri toplama yöntemleri ve kullanılan veriler ayrıntılı olarak açıklanmaktadır. Makalenin bulgular bölümünde, kullanılan makine öğrenimi algoritmalarının Türkiye ve AB ülkelerinin CO2 emisyonlarını tahmin etmede başarılı olduğu belirtilmektedir. Bulgular, tahmin sonuçları ve doğruluk oranları gibi istatistiklerle desteklenmektedir.

Tartışma bölümünde, elde edilen sonuçlar literatürle karşılaştırılarak değerlendirilmekte ve sera gazı emisyonlarının azaltılması için potansiyel politika ve tedbirler hakkında öneriler sunulmaktadır.

Sonuç bölümünde ise, araştırmanın genel sonuçları özetlenmekte ve makine öğrenimi algoritmalarının sera gazı emisyonlarının tahmininde potansiyel bir araç olduğu vurgulanmaktadır. Avrupa Birliği ülkelerine toplu olarak bakıldığında, CO2 emisyon miktarının azalarak arttığı yani artış hızının azaldığı görülmüştür. Almanya, Hollanda, İtalya, Fransa ülkelerinde CO2 emisyon miktarlarında azalma beklenmektedir. Türkiye için ise durum farklıdır. Türkiye’de 2010-2019 yılları arasındaki karbondioksit salınım miktarı her yıl artmakta olup önümüzdeki yıllarda da alternatif, CO2 salınımı olmayan enerji kaynaklarına yönelinmez ise bu artışın devam edeceği yapılan çalışmada görülmüştür. Özetle, bu makale, Türkiye ve AB ülkelerinin CO2 emisyonlarını tahmin etmek için makine öğrenimi algoritmalarının kullanıldığı bir araştırmayı ele almaktadır. Makine öğrenimi algoritmalarının sera gazı emisyonları tahmininde kullanılabilirliği ve potansiyel politika önerileri üzerine odaklanmaktadır. (Gümüştekin Aydın & Aydoğdu, 2022).

14. “Hava Kirliliğinin Makine Öğrenmesi Tabanlı Tahmini: Başakşehir Örneği” adlı çalışmada İstanbul’un Başakşehir ilçesindeki hava kirliliği seviyelerinin tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Çeşitli hava kirleticilerinin günlük ortalama konsantrasyonları ve meteorolojik veriler kullanılarak PM10, CO, SO2, O2, O3 ve NO2 konsantrasyonları tahmin edilmiştir. Rastgele Orman yöntemi PM10, CO, SO2 ve O3 tahminlerinde en başarılı sonuçları verirken, NO2 tahmininde Çoklu Doğrusal Regresyon yöntemi en iyi sonucu sağlamıştır.

Başakşehir, İstanbul’un önemli ilçelerinden biridir ve hava kirliliği, çevre kalitesi açısından büyük bir endişe kaynağıdır. Bu sebeple, hava kirliliğini tahmin etmek ve kontrol altına almak, halk sağlığı için önemlidir. Makine öğrenmesi teknikleri, hava kirliliği tahmininde kullanılan etkili bir araç olarak ortaya çıkmıştır. Bu yöntem, çeşitli hava kirliliği parametrelerini kullanarak gelecekteki hava kirliliği seviyelerini tahmin etmek için kullanılan bir modeli içermektedir. Veri kaynakları kullanılarak, hava kirliliği parametrelerini içeren gerçek zamanlı veri sensörlerinden ve meteorolojik verilerden oluşmaktadır. Bu veriler, hava kirliliği seviyelerini etkileyebilecek faktörlerin dikkate alınmasını sağlar.

Kullanılan makine öğrenmesi algoritması, tahmin modelini oluşturmak için kullanılmıştır. Bu algoritma, veri setindeki desenleri belirleyerek gelecekteki hava kirliliği seviyelerini tahmin etmek için kullanılan bir modeldir. Model, eğitim veri setindeki verilere dayanarak öğrenir ve sonuçları tahmin etmek için kullanılır.

Veri seti, hava kirliliği parametrelerini içeren zaman serisi verilerini içermektedir. Veri seti, hava kirliliğinin zaman içindeki değişimini anlamak için kullanılmıştır. Ayrıca, meteorolojik veriler de modele dahil edilmiştir, çünkü hava kirliliğini etkileyen hava durumu faktörleri de dikkate alınmalıdır.

Kullanılan makine öğrenmesi modelinin performansı da değerlendirilmiştir. Modelin doğruluğu, kesinlik, duyarlılık ve özgüllük gibi performans metrikleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Modelin tahmin performansının yüksek olduğu görülmüştür, bu da modelin hava kirliliğini tahmin etmede etkili olduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak, Başakşehir ilçesindeki hava kirliliğini tahmin etmek için makine öğrenmesi tabanlı bir yöntem sunulmuştur. Bu yöntem, hava kirliliği parametrelerini kullanarak gelecekteki hava kirliliği seviyelerini tahmin etmek için kullanılan bir model içermektedir. Makalede kullanılan veri kaynakları, gerçek zamanlı hava kirliliği veri sensörleri ve meteorolojik verileri içermektedir. Kullanılan makine öğrenmesi algoritması, veri setindeki desenleri belirleyerek tahmin modelini oluşturur ve eğitim veri setindeki verilere dayanarak öğrenir ve makine öğrenmesi tabanlı tahmin yöntemleri, hava kirliliği ile mücadelede önemli bir rol oynayabilir ve Başakşehir gibi hava kirliliğinin yoğun olduğu bölgelerde kullanılabilirliği değerlendirilebilir. Bu tür yöntemler, hava kirliliği sorununu anlamak, tahmin etmek ve kontrol altına almak için değerli bir araç olarak kullanılabilir ve gelecekteki araştırmalar ve uygulamalar için bir temel olabilir (Ünaldı & Yalçın, 2022).

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

REGRESYON ANALİZİ VE MAKİNE ÖĞRENMESİ

3.1. Regresyon Analizi

Regresyon Analizi, iki veya daha fazla değişken arasındaki ilişkiyi incelemek için kullanılan istatistiksel bir yöntemdir.

3.1.1. Regresyon Analizi Nedir?

Genellikle bir değişkenin diğerine olan etkisini ölçmek için amacıyla kullanılmaktadır. Regresyon analizi, istatistik, ekonomi, mühendislik, tıp ve sosyal bilimler gibi birçok alanda kullanılan güçlü bir analitik araçtır. Regresyon analizinde 0,05 ve aşağısındaki p değeri, ilişkinin anlamlı olduğuna işaret etmektedir (Kul, 2014).

Daha genel bir tanım olarak regresyon analizi, bağımlı bir değişkenin bağımsız değişkenlerdeki değişikliklere göre nasıl farklılaştığını incelemektedir. Regresyon analizi ile gelecek tahmini yaparken belirtme katsayısından faydalanılmaktadır. Bu katsayı değerinin 0,5 ile 0,99 arasında olması beklenmektedir. Bu değer aralığında yer alan katsayı değişkenlerin birbiri ile pozitif bir ilişki içerisinde olduğunu nitelemektedir (Yaşar, 2022).

Regresyon analizi, birçok farklı analiz yöntemi içermektedir. Bunlar arasında basit doğrusal regresyon, çoklu doğrusal regresyon, polinom regresyon, lojistik regresyon, lojistik olmayan regresyon, zaman serisi regresyon ve düzenlenleştirilmiş regresyon gibi farklı türler bulunmaktadır. Bu yöntemler, verilerin özelliklerine ve analiz amacına bağlı olarak kullanılmaktadır.

Bir regresyon analizi yapmak için, varsayılan bir ya da birkaç bağımsız değişkenden etkilendiği düşünülen bağımlı bir değişken tanımlanması gerekmektedir. Tüm bu veri kümesini veya setini oluşturabilmek için birçok yöntem bulunmaktadır. Bunlar anket yapmak, şikâyet bildirimleri ya da sosyal medya verileri toplamak şeklinde olabilmektedir (Altun, 2020).

Regresyon analizi, doğru veri kullanımı, model seçimi, sonuçların doğru yorumlanması ve raporlanması gibi dikkat gerektiren bir analiz yöntemidir. Doğru bir

şekilde uygulandığında, regresyon analizi, değişkenler arasındaki ilişkilerin anlaşılmasına, tahminlerin yapılmasına ve kararların verilmesine yardımcı olabilmektedir. Ancak, regresyon analizinin sınırlamalarını da dikkate almak önemlidir ve sonuçlara dikkatlice yaklaşmak gerekmektedir. Tablo halinde verilen hassas sayısal değerler veya ayrıntı noktalardan oluşan grafikler için ara değerlerin bulunması işlemine İnterpolasyon denir (Karagöz, 2014).

Bazı durumlarda, elde çok sayıda nokta olabilir ve bu noktalar rastgele bir dağılım gösterebilir. Genellikle istatistik ölçümlerden veya deneysel ölçümlerden elde edilen rastgele dağılım, yapılan ölçümlerdeki hatalardan kaynaklanabilmektedir. Böyle dağılım gösteren noktalardan geçen bir eğri denklemi bulmak anlamlı olmayacaktır. Elde edilecek denklem, noktaların seçimi kişiye bağlı olacağından sonuç objektif olmamaktadır. İstatistikte bütün noktalardan geçen bir denklem bulmak yerine, noktaları temsil eden, noktalardaki eğilimi ve dağılımı gösteren denklemi bulma regresyon analizi ile yapılmaktadır.

Regresyon analizinde çok sayıda nokta vardır. İnterpolasyon hesabında ise belli sayıda nokta vardır. Belli sayıda olan ve genellikle düzgün olarak sınırlanan bu noktalardan geçen bir polinom denklemi elde etmek mümkündür. Bu polinom denklemin herhangi bir ara noktadaki x değerine karşı gelen değeri bulunabilmektedir. Regresyon analizinde en sık kullanılan yöntem, en küçük kareler yöntemidir (Eğri, 2016).

3.1.1.1. En küçük kareler yöntemi

En küçük kareler yöntemi, regresyon analizinde en sık kullanılan yöntemdir. En küçük kareler yöntemi veri setindeki hataları minimize eder ve bağımlı değişkenin bağımlı değişken üzerindeki etkisini tahmin etmektedir. En küçük kareler yöntemi özellikle ekonometri, sosyoloji, mühendislik ve tıp gibi alanlarda sıkça kullanılmaktadır (Alkış, 2016).

En küçük kareler yönteminin adımları aşağıdaki gibidir:

Veri Toplama ve Hazırlığı: Veri seti temizlenir, eksik veriler tamamlanır, aykırı değerler işlenir ve veri seti uygun bir formatta düzenlenir. Bu adım, güvenilir sonuçlar elde etmek için önemlidir (Montgomery, 2012).

Veri Keşfi ve Görselleştirme: Verilerin temel istatistiksel özelliklerinin analizi yapılır. (ortalama,SS...) Veriler grafikler ve çizelgeler kullanılarak görselleştirilir (Dağılım grafiği vb) (Hair, 2014).

Model Seçimi: Hangi bağımlı değişkenin hangi bağımsız değişkenler tarafından açıklanacağına karar verilir. Bu, tez çalışmasının amacına ve araştırma sorularına bağlı olarak belirlenmektedir. Modelin Doğrusal-Doğrusal olmayan olarak ayrılması ve parametrelerin belirlenmesi bu adımda gerçekleşmektedir (Kutner, 2004).

Model Tahmini: En Küçük Kareler Yöntemi kullanılarak regresyon modeli tahmin edilir. Bu adım, veri setindeki hataları minimize ederek, bağımlı değişkenin tahmin edilen değerlerini bulmaktadır. Yöntem, regresyon katsayılarını hesaplamak için kullanılır ve tahmin edilen modelin doğruluğunu değerlendirmek için istatistiksel yöntemler uygulanır (Gujarati, 2009).

Modelin Değerlendirilmesi: Modelin doğruluğu ve güven aralığının analizi için hata analizi yapılmalıdır. Model istatistiksel olarak test edilir (Draper, 2014).

Sonuçların Yorumlanması: Tez yazıldığı durumda, en Küçük Kareler Yöntemi ile elde edilen sonuçlar, tez çalışmasının amacına ve araştırma sorularına göre yorumlanır. Elde edilen bulgular, tez çalışmasının hipotezlerini destekleyip desteklemediğini değerlendirmek için kullanılır. Bulguların tezin genel amaçları ve literatürle ilişkilendirilmesi yapılır. Rapor hazırlanır ve kaynaklar doğru şekilde belirtilir.

3.1.2. Regresyon Analizi Kullanım Alanları

Regresyon analizi, çeşitli disiplinlerde, sosyal bilimlerden doğa bilimlerine, mühendislikten ekonomiye kadar birçok alanda kullanılmaktadır. Regresyon analizi, günümüzde yaygın olarak çoğu sektör tarafından kullanılmaktadır.

Regresyon analizinin genel kullanım alanları aşağıdaki maddeler şeklindedir: (Şamkar, 2016)

- Tıp ve Sağlık Sektörü: Regresyon analizi tıp ve sağlık alanında yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Örneğin kanser hastalığının tespitinde regresyon analizinden yararlanılarak yüksek başarı oranları yakalanmıştır.
- Pazarlama: Pazarlama sektörü regresyon analizinin sık kullanıldığı bir başka sektördür. Regresyon analizi pazarlama stratejilerinin müşteri üzerinde nasıl etki ettiğinin izlenmesi amacıyla kullanılmaktadır. Örneğin ürünün reklam harcaması ile ürünün satış trendi arasındaki ilişkiyi anlamak için regresyon analizine başvurulmaktadır (Eroğlu, 1996).
- Tarım ve Gıda Bilimleri: Regresyon analizi, tarımda ürünün hasat zamanı veriminin tahmin edilmesinde kullanılmaktadır. Ayrıca gıda ve tarım ürünlerinin fiyat tahminleri, hava tahmini, gübre kullanım miktarının belirlenmesi, toprak verimliliği gibi faktörlerin tarımsal üretim üzerindeki etkisini değerlendirmek için regresyon analizi kullanılabilmektedir (Güloğlu , 2013).
- Mühendislik ve Bilgisayar Bilimleri: Mühendislik ve bilgisayar bilimleri alanında regresyon analizi, mühendislik problemlerini çözmek, ürün performansını değerlendirmek ve sistemleri optimize etmek için kullanılmaktadır. Örneğin, bir mühendislik projesinde, değişkenlerin maliyet, performans veya dayanıklılık gibi faktörlere etkisini belirlemek için regresyon analizi kullanılabilir. Bilgisayar bilimleri alanında da yazılım performansını tahmin etmek, veri tabanı performansını optimize etmek gibi konularda regresyon analizi kullanılabilmektedir (Büyükarıkan, 2014).

3.1.3. Doğrusal Regresyon

Doğrusal regresyon, veri analitiği ve istatistiksel bilimlerde sıkça kullanılan bir yöntemdir. İki ve üzeri değişken arasındaki ilişkiyi anlamak ve bunun üzerinden tahminler üretmek amacıyla sıkça kullanılmaktadır. Örneğin bir kişinin grip olma sıklığı ile beslenme düzeyi ile ilgili olabilecek diğer değişkenlerle (sigara içme sıklığı, uyku düzeni) tahmin edilmektedir. Doğrusal regresyon analizi, belirlenmek istenen değişkenden daha kolay veya daha erken saptanabilen değişkenlerden yola çıkarak belirlenmek istenen değişkeni tahmin eden bir model oluşturmaktır (Alpar, 2010).

Doğrusal regresyon modeli aşağıdaki denklemle ifade edilmektedir: (Kılıç, 2013).

$$y = \beta_0 + \beta_1 * X + \varepsilon$$

Doğrusal regresyonda bağımlı değişken sürekli veya sıralı sayısal veriler olmalıdır; kategorik değişken olmamalıdır. Doğrusal regresyon, tez çalışmalarında da sıkça kullanılan bir çözümsel yöntemdir. Doğrusal regresyon bazı temel prensiplere sahiptir. Doğrusal regresyon, bağımlı değişkenin bağımsız değişkenler tarafından doğrusal bir fonksiyonla açıklanabileceğini varsayar. Diğer bir deyişle, bağımlı değişken ve bağımsız değişkenler arasında doğrusal bir ilişki olduğunu kabul eder. Doğrusal regresyon modeli, bu doğrusal ilişkiyi kullanarak, bağımlı değişkenin değerini tahmin etmeye veya değişkenler arasındaki ilişkiyi anlamaya çalışmaktadır (Yılmaz V. , 2018).

3.1.3.1. Doğrusal regresyon analizinde yaygın kullanılan yöntemler

Doğrusal regresyon analizinde birçok yöntem bulunmaktadır. Yaygın olarak kullanılan yöntemler aşağıda sıralanmıştır: (Alkış, 2016)

- **En Küçük Kareler (Least Squares):** Bu yöntem, regresyon katsayılarını tahmin etmek için kullanılır. Hedef, hataların karelerinin toplamını minimize etmektir.
- **R-Kare (R-Squared):** Bu yöntem, modelin uygunluğunu değerlendirmek için kullanılır. R-kare değeri, bağımlı değişkenin varyasyonunun model tarafından açıklanan yüzdesini temsil etmektedir.
- **Aşırı Değerlerin Tespiti:** Bu yöntem, veri setindeki outlier(aykırı) değerlerin tespit edilmesi ve yönetilmesi için kullanılır. Aykırı değerler, modelin doğruluğunu etkileyebilir ve taraflı sonuçlara yol açabilir. (Ovla, 2012)
- **Değişken Seçimi:** Bu yöntem, hangi bağımsız değişkenlerin modelde yer alacağını seçmek için kullanılır. Değişken seçimi, modelin karmaşıklığını azaltabilir ve daha güvenilir sonuçlar elde edilmesine yardımcı olabilir (Kayaalp, 2015).

3.1.4. Lojistik Regresyon

Lojistik regresyon yöntemi, eskiden en çok tıp alanındaki çalışmalarda kullanılan bir yöntem olmasına rağmen son zamanlarda sosyal bilimlerdeki araştırmalarda ün kazanan Probit modele alternatif oluşturan ileri seviyede bir regresyon yöntemidir. Normal dağılım varsayımı, süreklilik varsayımı ön koşulu yoktur (Altun, 2020).

Lojistik regresyon, genellikle ikili bağımlı değişkenlerin tahmininde kullanılmaktadır. Lojistik regresyon, bir bağımlı değişkenin, bir veya daha fazla bağımsız değişken tarafından tahmin edilmesini sağlamaktadır. Doğrusal regresyondan farkı, lojistik regresyon sadece bağımlı değişkenin ikili yani binary olduğu durumlarda kullanılmaktadır (Pampel, 2000).

Örneğin, bir kişinin şeker hastası olma olasılığı gibi ikili sonuçları tahmin etmek için lojistik regresyon kullanılmaktadır. Lojistik regresyon analizinde bağımlı değişkenin kategorik olması nedeniyle bağımsız değişkenlerin, bağımlı değişken üzerindeki etkisi “olasılık” olarak ifade edilmektedir (Şentürk, 2011).

Lojistik fonksiyon, bağımlı değişkenin olasılık dağılımını ifade eder ve sigmoid şekline sahiptir. Lojistik regresyon analizi, bu sigmoid fonksiyonu kullanarak bağımlı değişkenin tahminini yapar. Lojistik regresyonda 3 temel yöntem vardır. İkili (binary), sıralı (ordinal) ve nominal lojistik regresyon yöntemleridir.

3.1.4.1. İkili lojistik regresyon

İkili cevap içeren bağımlı değişkenlerle yapılan lojistik regresyon analizidir. Açıklayıcı değişkenler faktör ya da ortak değişkenlerdir. Faktör değişkenler sözel ölçekli kategorik değişken, ortak değişkenler ise sürekli değişken olmalıdır.

Lojistik regresyonda “odds oranı” kullanılmaktadır. Odds oranı olma olasılığının olmama olasılığına oranı olarak tanımlanır. Odds : Odds başarı ya da görülme olasılığının “P”, başarısızlık ya da görülmemeye olasılığına “1-P” oranıdır. Odds değeri $(0, +\infty)$ arasında değerler almaktadır (Şenel & Alatlı, 2014).

3.1.4.2. Sıralı lojistik regresyon

Değişkenin sıralı ölçekli olduğu durumlarda uygulanan bir yöntem olup, en az üç kategorisi olması gerekmektedir. Parametre tahminleri yinelemeli-ağırlıklı en küçük kareler göre en büyük benzerlik parametre tahminleri yapmaktadır.

Sıralı Lojistik Regresyon Modeli: (Yavuz & Deveci, 2014)

$$link(\gamma_j) = \tau_j - \sum \beta'_k x_k$$

3.1.4.3. Nominal lojistik regresyon

Birden çok bağımsız değişkenin yer aldığı lojistik modellere nominal lojistik regresyon adı verilir. Yapısal olarak bu modelin diğer çok değişkenli modellerden farkı olmayıp regresyon katsayılarının yorumlanması farklıdır (Ocakoğlu, 2006).

Nominal Lojistik regresyon modeli pazarlama, tıp, sosyal bilimler ve diğer birçok disiplinde kullanılmaktadır. Nominal lojistik regresyon tekniği bağımlı değişkenin sınıflayıcı yani nominal ölçekli ve en az üç kategorili olduğu durumda uygulanmaktadır. Meslek dalları (tıp, mühendislik, turizm, öğretmenlik vs.), medeni durum (bekar, evli, boşanmış), öğrenim düzeyi (ortaöğretim, lise, yüksekokul, lisans, vs.) gibi değişkenler nominal değişken grubuna örnek olarak verilebilmektedir. Bu modelde bağımlı değişken kategorileri doğal bir sıraya sahip değildir ve kodlama yapılırken doğal bir sıra izlemesi şartı yoktur (Ayhan, 2006).

3.2. Makine Öğrenmesi

İnsanlık ilk döneminden itibaren kendine sürekli büyüyen ve gelişen bir ekosistem çevresi kurmaktadır. Bu ekosistemde kendisinin günden güne ilerlettiği ve yakın tarih itibari ile de artık ondan kendisinin yardım aldığı bir teknoloji halkasını oluşturmaktadır. Bu teknoloji halkalarının çok önemli bir kısmı olan makine öğrenmesi insanlık için oldukça hayat kurtarıcı bir öngörü mekanizmasıdır. Bu mekanizma sayesinde insanlık için cevabının karmaşık bir matematiksel denklemden ibaret olan bazı problemlerin, bu problemi oluşturan bazı parametrelerin birbiri ile olan ilişkileri kolayca çözümlenir ve sonuç çıkarımı gerçekleştirilmektedir. "Makine öğrenmesi yöntemleri uygulanan verilerin tahmin sonuçlarının ortaya çıkması geleneksel yöntemlere göre oldukça hızlıdır. Verilerin makine öğrenmesi

algoritmalarında tahmin değerlerinin belirlenmesi aşamasında birçok farklı disiplin kullanılmaktadır" (Seyhan, 2021).

Makine öğrenmesi, yapay zekanın bir alt dalıdır. Makine öğrenmesi algoritmaları, genellikle "eğitim" süreci olarak adlandırılan bir aşamadan geçer. Bu süreçte, bir makine öğrenme modeli, önceden tanımlanmış bir veri kümesi üzerinde eğitilir. Model, veri setindeki desenleri ve ilişkileri anlamak ve öğrenmek için istatistiksel yöntemleri kullanmaktadır. Eğitim süreci tamamlandığında, model, yeni verilere uygulanabilir ve tahminler yapabilir veya belirli bir görevi gerçekleştirebilmektedir. Makine öğrenmesi, bilgisayarların programlama yapmadan sisteme verilen bilgiler ışığında programın insan gibi davranmasını, öğrenmesini sağlar. Matematiksel ve istatistiksel yöntemler kullanarak mevcut verilerden çıkarımlar yapan ve bu çıkarımlarla bilinmeyene dair tahminlerde bulunan bir veri madenciliği yöntemidir.

Makine öğrenmesi yöntemleri probleme yaklaşımlarına göre farklılık gösterir (sınıflandırma, tahmin, kümeleme) ve bu yüzden farklı problemlerde farklı analiz yolları ile başarı sağlayan birçok makine öğrenmesi yöntemi bulunmaktadır. Örneğin, geçmiş verilerin hangi sınıftan olduğu biliniyorsa, yeni gelen verinin hangi sınıfa ait olacağı makine öğrenmesi algoritmaları kullanılarak tespit edilebilmektedir. Makine Öğrenmesi sayesinde verilerin bilgisayar ortamında insanoğlundan daha doğru ve hata payı daha düşük oranda analiz edilmesi insanlığın bu zamana kadar yapmış olduğu en değerli icadı olarak kabul edilebilmektedir. Fakat makine öğrenmesinin veri analizinde büyük bir potansiyele sahip olmasına rağmen, iyi sonuçlar elde etmek için doğru veri setlerinin ve uygun algoritmaların seçilmesi ve modelin doğru şekilde eğitilmesi gerekmektedir. Ayrıca, etik ve gizlilik gibi konular da göz önünde bulundurulmalıdır, çünkü makine öğrenmesi uygulamaları genellikle hassas verilerle çalışmaktadır (Kasapoğlu, 2022).

3.2.1. Makine Öğrenmesinde Algoritma Seçimi

Makine öğrenmesi, genellikle iki ana kategori altında incelenir: denetimli öğrenme ve denetimsiz öğrenme. Denetimli öğrenme, etiketlenmiş veri setleri üzerinde çalışırken, denetimsiz öğrenme etiketlenmemiş veri setlerini analiz eder. Bunun dışında, takviye öğrenme gibi diğer makine öğrenmesi yöntemleri de bulunmaktadır. Makine öğrenmesi algoritmaları probleme yaklaşımlarına göre

farklılık gösterir ve bu yüzden farklı problemlerde farklı başarılarla sahip olan birçok makine öğrenmesi yöntemi bulunmaktadır. Çünkü seçilen algoritma modelinin doğruluğu ve performansına doğrudan etkisi bulunmaktadır. Algoritma seçimi, veri setinin boyutunu ve özelliklerinin yanı sıra hedef değişkenin tipi ve mevcut kaynakların uygunluğu gibi karmaşık birçok faktöre bağlı olarak seçilmektedir.

Algoritma seçiminde öne çıkan detaylar ve önemli noktalar aşağıda belirtilmektedir: (Gültepe, 2019)

- Veri setinin özelliklerine uygunluğu: Makine öğrenmesi işlemine başlarken seçilecek olan algoritmanın belirlenmesinde öncelikle ele alınan verinin özellikleri tanımlanmalıdır. Verinin türü, büyüklüğü ve özelliklerini anlamlandırmak algoritma seçiminde oldukça önemlidir.
- Problem türünün belirlenmesi: Problemin ne olduğuna ve makine öğrenmesini ne amaçla oluşturulduğuna dair belirlenen yol haritasını içermektedir. Çözümün sınıflandırma, regresyon, kümeleme gibi seçeneklerin belirlenmesi algoritma seçiminde önem oluşturmaktadır.
- Algoritmaların belirlenmesi: Her algoritmanın benzersiz özellikleri mevcuttur. Veriye en uygun algoritma seçimini yapmak sonuç için en doğru adımlardan bir tanesidir. Bazı algoritmalar yüksek doğruluk sağlarken diğerleri daha hızlı veya daha fazla öznetelik sahibi olabilmektedir. Tüm bu algoritma özelliklerini anlamak ve veriye en uygun olanını seçip kullanmak sonuç çıkarımında en doğru sonucu çıkarmaya yardımcı olabilmektedir.
- Verinin boyutuna ve kalitesine uygunluk: Verilerin boyutu ve kalitesi algoritma seçiminde oldukça önemli bir yerde bulunmaktadır. Seçilecek algoritmalar arasından verinin içeriğine ne uygun olan algoritma seçeneği sonucun daha güvenilir biçimde çıkmasını sağlamaktadır. Veri içinde bulunan gürültüye uygun seçilen algoritma sonucun doğruluğunu sağlamaktadır. Büyük veri kümelerine sahip algoritmalar hızlı sonuç verebilir fakat bu hız doğruluk ile kıyaslandığında ortaya gerçekçi sonuçlar çıkmamaktadır.
- Çapraz doğrulama: Çapraz doğrulama yöntemi veriye en uygun algoritma yöntemini belirlemek için kullanılmaktadır. Bir den fazla algoritmayı test ederek performans sonuçlarını karşılaştırmak en uygun sonuç çıkarımını

vermektedir. Bu teknik birden fazla veri kümesini böler ve her algoritmanın her veri kümesi üzerine performansındaki değerleri ölçmektedir.

- **En optimize algoritmanın belirlenmesi:** Son adım olarak hedef performansına en uygun algoritma seçimi yapılmaktadır. Bazı durumlarda yüksek doğruluk üretmek en önemli faktörken diğer durumlarda ise sapmaya sahip daha hızlı bir algoritma yöntemi tercih edilebilmektedir.

Genel olarak algoritma seçiminde birden fazla adım ve yöntem bulunur bunlardan ihtiyacı karşılayan en uygun seçenek seçilerek makine öğrenmesi yöntemine devam edilebilmektedir.

Örneğin, sınıflandırma, tahmin ve kümeleme gibi problemler için farklı makine öğrenmesi yöntemleri kullanılabilir. Makine öğrenmesinde kullanılan algoritmaların belirlenmesinde veri setinin çok boyutlu veya tek boyutlu olmasının yanı sıra kullanılacak algoritmanın veri setine olan uygunluğu konusunda da geniş bir deneme yanılma yolu izlenmelidir." (Pekel, 2018).

Yaygın kullanılan makine öğrenmesi algoritmaları aşağıda yer almaktadır: (Görmez & Kaynar, 2016)

- **Karar Ağaçları:** Karar ağacı makine öğrenmesi ve veri madenciliği alanında sık kullanılan bir algoritma yapısıdır. Veri sınıflandırması ve regresyon analizi yapmak için kullanılan bir algoritma modelidir. Bir veri kümesindeki örneklerin, her birini sınamadan geçirmektedir ve bu sınamadan sonra sonuç çıkarımı yapmaktadır. Yapılan bu sınamalar değişkenlerin değerlerine dayalıdır. Karar ağacı oluşturma, veri kümesinde bulunan özelliklerin önem derecesini belirlemektedir. Belirlenen önem derecelerine göre bir ağaç yapısı oluşturmaktadır.
- **Destek Vektör Makineleri Algoritması:** (Support Vector Machines veya SVM) Özellik olarak sınıflandırma problemlerinin çözümünde kullanılan makine öğrenmesi algoritmasıdır. Destek Vektör Makineleri, verileri yüksek boyutlu uzayda birbirinden ayırmaya çalışarak verileri bir düzlem üzerinde uygun olan konumlarına göre sınıflandırmaktadır. Verileri maksimum marjda ayrılmasını sağlayarak sınıflandırılan değerlerin doğruluğunu arttırmayı hedeflemektedir. Destek Vektör Makineleri diğer algoritmalara nazaran daha az veriye ihtiyaç duymaktadır. Doğrusal olan verilerin yanında doğrusal

olmayan veriler içinde kullanılabilen SVM doğrusal olmayan veriler üzerinde çekirdek fonksiyonlarını kullanmaktadır. Bu sebep ile doğrusal olmayan verilerin sınıflandırılmasında kullanımı yaygınlaşmaktadır.

- **Naive Bayes Sınıflandırma Algoritması:** Naive Bayes, istatistiksel bir sınıflandırma algoritmasıdır. Bu algoritma, verilerin özellikleri ve sınıflandırılma biçimlerini kullanarak model oluşturmaktadır. Bayes teorisine dayanarak verinin belirli bir sınıf içine ait olmasını ve olasılığını içeren bir algoritmadır. Naive Bayes algoritmasının çok popüler olarak kullanılmasının en önemli nedeni dil işleme ve spam filtresi gibi özelliklere sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Bu algoritmanın avantajları arasında oldukça hızlı ve etkisi biçimde çalışması küçük veri kümeleri için yeterli olmasından kaynaklıdır.
- **Yapay Sinir Ağları Algoritması:** YSA, matematiksel bir modeldir. Biyolojik sinir sistemlerinden esinlenerek oluşturulmuş bir algoritmadır. YSA algoritmasında nöronlar girdileri alır, hesaplama yapar ve çıktıları diğer nöronlara sonuç üretmek için bir çıkış katmanına aktarır. Bu çok katmanlı işleyişin bir diğer adı olan derin öğrenme olarak da bilinmektedir. Bu işleyiş sinir ağlarının belirli davranışları öğrenmesine izin vermektedir. YSA öğrenme sürecinde verilere göre değişkenlik göstererek bağımlılık ağırlıklarını kullanmaktadır. Ağırlıkları kullanmasıyla verilerin en doğru biçimde sınıflandırılarak ayrılması veya tahmin değerlerinin yüksek çıkması sağlanmaktadır. Bu işleyişin genel adı geri yayılım başlığı olarak kullanılmaktadır. Özellikle sınıflandırma, regresyon, kümeleme ve desen tanıma gibi alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır.
- **K-En Yakın Komşu Algoritması:** KNN algoritması, bir veri noktası değeri veya değerlerini sınıflandırmak veya bir değer tahmini yapmak amacıyla en yakın olan k sayıda örneği kullanmaktadır. KNN algoritması öğrenme aşamasında veri depolaması gerçekleştirmez ancak veri kümesindeki her noktayı etiketleyerek hafızasında tutmaktadır. Sınıflandırma için yeni bir veri noktası sınıfını tahmin etmek için önce en yakın k noktası belirlenir ve geriye kalan çoğunluğu bunun etrafında toplamaktadır. KNN basit ve anlaşılabilir bir algoritma olmasının yanı sıra, regresyon ve sınıflandırma algoritmalarında da oldukça doğru sonuçlar iletebilmektedir. Ancak büyük veri setleri için hızı

yetersiz kalabilmekte ayrıca doğruluk değerin yüksek çıkması için gerekli parametrelerin seçiminin dikkatlice yapılması gerekmektedir. K-NN algoritması genellikle sınıflandırma problemleri için kullanılmaktadır. Ancak regresyon problemlerinde de uygulanabilmektedir.

3.2.2. Makine Öğrenmesi Kullanım Alanları

“Makine öğrenmesi yöntemleri yakın tarihten itibaren birçok disiplinde yaygın olarak uygulama alanı bulmaktadır” (Özen, 2022). Makine öğrenmesi, çeşitli alanlarda uygulanabilir. Fakat uygulama yapılacak olan alan ile ilgili öncesinde analiz yöntemi ve örnekleme seçilmeli veya belirlenen yöntemlerin sonuçları birbiri ile kıyaslanmalıdır. Bunun sonucunda ortaya çıkan sonuç kesin bir sonuç olarak ele alınmaktadır. Örneğin, görüntü tanıma, doğal dil işleme, ses tanıma, finansal piyasa tahmini, tıbbi teşhis ve otomatik sürüş gibi alanlarda makine öğrenmesi kullanılır.

- Sağlık: Makine öğrenmesi, sağlık alanında hastalıkların bulgularına dayanarak teşhis edilmesi, tedavi sürecinde yol gösterici olması ve hastaların sonuç çıktılarını incelemek gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Örneğin bir kişinin mevcut hastalık çıktıları ve bulguları sonucunda gelecekte yasayabileceği potansiyel hastalıkların analizi örnek olarak verilebilmektedir.
- Finansal Hizmetler: Makine öğrenmesi, finansal hizmetler alanında kredi riski yönetimi, müşteri hizmetleri ve hesaplamalı finansal analiz kısmı gibi birçok alt konu başlığında kullanılmaktadır.
- E-ticaret: Makine öğrenmesi, e-ticaret alanında müşteri davranışı analizi fiyatlandırma politikası stratejileri, reklamcılık, müşteri hizmetleri ve envanter yönetimi gibi birçok alanda kullanılmaktadır.
- Güvenlik: Makine öğrenmesi, güvenlik alanında siber güvenlik tehditlerini tespit etmek, şüpheli veya suçluları araştırmak yakalamak, video analizi teknolojisinin yanı sıra yüz tanıma gibi birçok alanda kullanılmaktadır.
- Reklamcılık: Makine öğrenmesi, reklamcılık içerisinde hedef kitle analizi reklam optimizasyon ve reklam bütçelerinin tahmin edilmesinin yanı sıra reklamcılık sayesinde gelecek olan satışların analizi gibi birçok alt başlıkta kullanılmaktadır (Çağlayan Akay, 2018).

- Üretim: Makine öğrenmesi, üretim sektöründe üretim sektöründe tahmine dayalı bakımı, kalite kontrolü ve yenilikçi araştırmaları desteklemektedir. Makine öğrenmesi teknoloji sayesinde şirketlerin sahip olduğu varlıklar, envanter yönetimi ve tedarik zincirinde önemli ölçüde iyileştirmeler sağlanmaktadır. Örneğin 3M markasının zımpara kağıdında yenilikçilik adına makine öğrenmesi teknolojisi kullanılmaktadır.
- Görüntü İşleme: Makine öğrenmesi, görüntü işleme alanında görüntülerdeki nesneleri analiz ederek algılamak, tanımak ve sınıflandırmak için kullanılmaktadır.
- Doğal Dil İşleme: Makine öğrenmesi, doğal dil işleme alanında çalışan algoritması sayesinde metinleri anlamak ve anlamlandırmak için kullanılmaktadır.

Bunlara örnek olarak. Ramazan Tekinarslan'ın bir araştırmasında "Çevrimiçi öğrenme ortamından elde edilen öğrenme analitiği verileri üzerinde öğrenci başarısının tahmini ve sınıflandırmasında öğrenme analitiği ve makine öğrenmesi yöntemlerinin beraber kullanıldığı çalışmalar bulunmaktadır" (Tekinarslan, 2022) .

Ayrıca Dr. Onur Cömert'in bir araştırmasında bahsettiği gibi "Meyve ve sebze derecelendirme sistemleri geçtiğimiz son 10 yıl içerisinde oldukça gelişmiş ve genel bir kullanım alanında dönüşmüştür. Bununla birlikte meyve içerisini gören kızılötesi sistemler sayesinde meyve içerisinde bulunan şekil renk ve şeker miktarının yanı sıra asit ölçüğü de bu sayede saptanmaktadır (Cömert, 2019). Sınıfta bulunan öğrencilerin başarı seviyesini tahminleme yapmanın yanı sıra meyve teşhisi gibi alanlarda kullanılan makine öğrenmesinin insanlar için oldukça farklı yerlerde ve oldukça farklı işlerde yüksek derecede fayda sağladığını görülmektedir.

3.3. Derin Öğrenme

Derin öğrenme makine öğrenmesinin bir alt katmanını oluşturmaktadır. Karmaşık modellerden bir fikir çıkarımı oluşturmak için kullanılmaktadır. Bu model insan beynindeki nöron yapısına benzer bir biçimde işlem gerçekleştirmektedir. Derin öğrenme algoritmaları verileri kendi yapısı içerisinde işleyerek bir öğrenim türevini gerçekleştirmektedir. Öğrenim süreci boyunca verileri birbirleri ile ilişkilendirerek bir anlam bütünlüğü sağlamaya çalışmaktadır. Bu işlemde veriler arasındaki örüntü ve

bağlantıları otomatik olarak kavrayarak düşük seviyeli özelliklerinden yüksek seviyedeki yapıya kadar tüm karmaşık yapıyı ortaya çıkarmaktadır (Doğan & Türkoğlu, Derin Öğrenme Modelleri ve Uygulama Alanlarına İlişkin Bir Derleme, 2019).

Derin öğrenme algoritmaları doğrusal veya doğrusal olmayan ilişkileri öğrenmek için kullanılır. Bu algoritmalar daha önce çözilemeyen ve el ile programlamada karmaşık hale gelen problemlerin çözümü için kullanılmaktadır. Derin öğrenme büyük veri setlerine sahip olduğu yüksek dereceli hesaplama gücünü kullanarak öğrenim algoritmasını tamamlar. Bununla birlikte derin öğrenme teknikler öncesinde oldukça zor ve zaman alan problemler ve buna uygun çözümlemeler silsilesini yüksek başarı ile tamamlamaktadır. Bu işlem silsilesini gerçekleştirmek için arka planda kullanılan bir dizi teknik katmanlar bulunmaktadır. Derin öğrenme algoritmalarının yüz tanıma, doğal dil işleme, nesne ve ses tanıma gibi birçok karmaşık yapı içerisinde kullanılmaktadır (Aydilek, 2020).

3.3.1. Derin Öğrenme Katmanları

Derin öğrenme içinde bulunan yapay sinir ağlarını kullanarak işlem sağlayan bir algoritmadır. Derin öğrenme modelleri karmaşık algoritma yapısına sahip olduğundan iş yükünün bölünebilmesi ve hızlı biçimde işlem görebilmesi için bazı alt katmanlara ihtiyaç duymaktadır (Yavuz & Deveci, 2012).

Derin öğrenme alt katmanları: (Doğan & Türkoğlu, 2018)

- Giriş (Input) Katmanı: Derin öğrenme modeline girdi olarak verilecek veriyi ifade etmede kullanılan genel bir addır. Bu veri kimi zaman sayısal bir değer kimi zaman bir görsel içerisinde bulunan her bir piksel parçası olabilmektedir. Bu girdiler algoritmanın veriyi tanıyıp eğitilebilmesi için oldukça önem arz etmektedir. Bu girdi işlenerek öğrenme aşamasının ilk adımı atılmış olmaktadır.
- Konvolüsyon (Convolution) katmanı: Girdi olarak alınan veriyi genellikle görüntü ve ses gibi verileri filtrelerden geçirerek verilerin bu kernel'e uyguladığı her bir çarpma işlemini sonuç kısmında toplayarak çıktı üretmektedir. Konvolüsyon katmanı filtre uyguladığı verileri belirli bir şekilde birleştirir ve daha yüksek testler uygulamak için aktivasyon fonksiyonlarından

geçirir. Sonuçlarda meydana gelen farklı çıktılar sonrasında daha yüksek seviyeli katmanlarda kullanımı sağlanabilmektedir. Konvolüsyon katmanı verilerin boyutunu azaltarak ağırlık paylaşımını kolaylaştırmaktadır. Bu nedenle daha az sayıda parametre kullanarak daha etkili sonuç çıkarımı yapılmasına olanak sağlamaktadır.

- **Tam Bağlı (Full-Connected) Katmanı:** Derin öğrenme modellerinde kullanılan bir yapay sinir ağı katmanıdır. Fc katmanı girdilerden gelen verilerin tümünü her bir nöronları bağlar. Her bir girdi ile her bir nöronun ürettiği çıktı arasında ağırlık matrisi kurmaktadır. Fc katmanı, özellik çıkarım katmanından sonra kullanılır. Bunun nedeni önceki katmanda belirli özelliklerine göre filtrelenen verilerin arasından sınıflandırma veya regresyon yaparak çıktı üretimi sağlamaktır. Fc katmanı ağıın tamamında aynı ağırlık matrisi ile çalışır bunun sonucunda daha az parametre ile daha etkin sonuç alabilmesidir. Bu veriyi daha sade hale getirilebilmesi için öncesinde konvolüsyon katmanları tercih edilmesi önem arz etmektedir (Tan, 2019).
- **Dropout Katmanı:** Dropout katmanı modellerde kullanılan bir düzenleme tekniğidir. Eğitim sırasında ağıın bir bölümün rastgele seçilen olasılık ile (genellikle %20-%50 arasında) atıp yok sayarak işlem in bu şekilde devam ederek genelleme yapmasıyla oluşmaktadır. Dropout katmanı genellikle tam bağlantılı katmanlar arasında kullanılmaktadır. Bu katman çıktılarının bir bölümünü bu katman yapısında atar ve sonraki katmanların erişimine olanak sunmaz. Bu sayede ağıın farklı bölümleri birbirinden bağımsız olarak eğitilmiş olur. Dropout katmanı modelin öğrenme kapasitesini sınırlar ve bu sayede modellerde oluşabilecek olan aşırı öğrenme (overfitting) sorunun önüne geçebilmektedir. Girdiden atılacak olan kısmın eğitim sürecinin başlarında çok yüksek oranda atılamaması eğitimin daha güçlü temeler üzerine inşa edilmesine olanak sağlamaktadır (İnik & Ülker, 2017).
- **Sınıflandırma (Classification) katmanı:** Sınıflandırma katmanı derin öğrenme modüllerinde çıktı üretmek için kullanılan bir katmandır. Genellikle tam bağımlı katmanlar arasında kullanılmaktadır. Sınıflandırma katmanı girdi olarak veri üzerinden özelliklerine bakılarak belirli bir sınıfa ait olması ve bu sahip olmanın yüzdelik olasılık değerleri ile sonuç çıkarımı gerçekleştiren bir

vektördür. Bu olasılıklar genellikle softmax aktivasyon fonksiyonu kullanılarak hesaplanır ve tüm olasılıkların toplamı 1 olacak şekilde normalleştirilir. Sınıflandırma katmanı özellikle görüntü sınıflandırma problemleri için kullanılmaktadır.

- Entropi (Softmax) Katmanı: Yumuşatma katmanı derin öğrenme modelleri içerisinde sınıflandırma problemleri içerisinde kullanılan bir katmandır. Bu katmanlar arasında sınıf dağılımına oransal sonuç hesaplayarak sonuç çıkarımı tahminleri yapmak için kullanılmaktadır. Her bir girdinin çıkış nöronunda hangi değerlerin hangi sınıfa sahip olacağı, olasılık değerlerin toplamı 1 olacak şekilde normalize edilerek hesaplanan katmandır. Genellikle tam bağlantılı sınıflandırma katmanına bağlı olarak kullanılmaktadır. Softmax katmanı ağı sınıflandırma performansını optimize etmek için kullanılmaktadır. Softmax katmanında bir olasılığın değeri diğerlerine göre düşükse tahminin düşük veya belirsiz bir tahmin olduğunu daha fazla veriye ihtiyaç duyduğunu göstermektedir (Hanbay & Sivrikaya, 2020).
- Normalizasyon (Normalization) Katmanı: Normalizasyon katmanı derin öğrenme modellerinde eğitim sürecini stabilize edebilmek ve ağı performansını arttırmak için kullanılan bir katmandır. Bu datanın girdi özelliklerini belirli bir şekilde normalize ederek daha pratik biçimde verimli bir derin öğrenme seviyesine çıkmasını hedeflemektedir. Normalizasyon katmanı ağı herhangi bir katmanı ile birlikte kullanılabilir. Normalize katmanı ağı öğrenme sürecini stabilize ederek aşırı öğrenmenin önüne geçmeyi sağlamaktadır. Normalizasyon katmanının birden fazla tipleri vardır ve şu şekilde ifade edilebilmektedir.
- Batch Normalization (BN): Her bir örnek için özelliklerin ortalamasını ve standart sapmasını hesaplayarak, verileri normalize etmektedir. Bu sayede, ağı daha hızlı ve daha verimli bir şekilde öğrenmesine yardımcı olmaktadır.
- Layer Normalization (LN): Her bir özelliğin ortalamasını ve standart sapmasını hesaplayarak, verileri normalize etmektedir. Bu sayede, ağı daha hızlı ve daha iyi bir şekilde öğrenmesine yardımcı olmaktadır.

- Group Normalization (GN): Özelliklerin gruplar halinde normalize edilmesine dayanır. Bu sayede, ağın daha hızlı ve daha iyi bir şekilde öğrenmesine yardımcı olmaktadır.

Her katman bir alt katmanın çıktısını kullanarak işleme devam eder ve tüm öğrenimi tamamlamayı amaçlamaktadır.

3.3.2. Derin Öğrenme ve Makine Öğrenmesi Arasındaki Farklar

Derin öğrenme ve makine öğrenmesi arasındaki en genel fark yaklaşım yöntemi farklılıklarıdır. Derin öğrenme makine öğrenmesinin bir alt kümesi olarak nitelendirilmektedir. Makine öğrenmesi bir bilgisayar programının bir görevi yerine getirebilmesi için sisteme girilen verilerden yararlanarak bir model oluşturma tekniğinin tümüdür. Oluşturulan bu model daha sonra ihtiyaç anında kullanmak üzere saklanır. Derin öğrenme, makine öğrenmesi ne göre daha derin yapılı çok katmanlı bir yapıdan oluşmaktadır. Derin öğrenme yüksek boyutlu olan ve karmaşık yapıda olan girdilerin daha kesin ve doğru olarak hesaplanarak sonuç çıkarımına olanak tanımaktadır. Genel tabiri makine öğrenmesi veri kullanarak model oluşturma sürecine verilen ad iken derin öğrenme ise modele sinir ağları gibi daha komplike yapılar ekleyerek daha üst düzey performans elde etmeyi amaçlamaktadır (Koçyiğit, 2021).

- Donanım bağımlılıkları; Makine öğrenmesi düşük uçlu makinelerde gerçekleştirilebilmesi oldukça erişilebilir ve kolaydır. Derin öğrenme için ise üst düzey makine sistemleri gerekmektedir.
- Veri noktası seçimi; Makine öğrenmesi tahmin noktasının keşfi için az miktarda veri yeterlidir fakat derin öğrenme katmanları için veri noktası sayısı yüksek olmalıdır.
- Learning yaklaşımı; Makine öğrenmesinin öğrenme süreci küçük hareketlerle işlerken derin öğrenmede öğrenme aşaması oldukça hızlı biçimde gerçekleşmektedir.
- Özellik kazandırma işlemi; Makine öğrenmesinde kullanıcıların bilgi özelliklerinden yola çıkılarak veri oluşurken Derin öğrenmede yalnızca sisteme verilen girdiler kabul edilir.

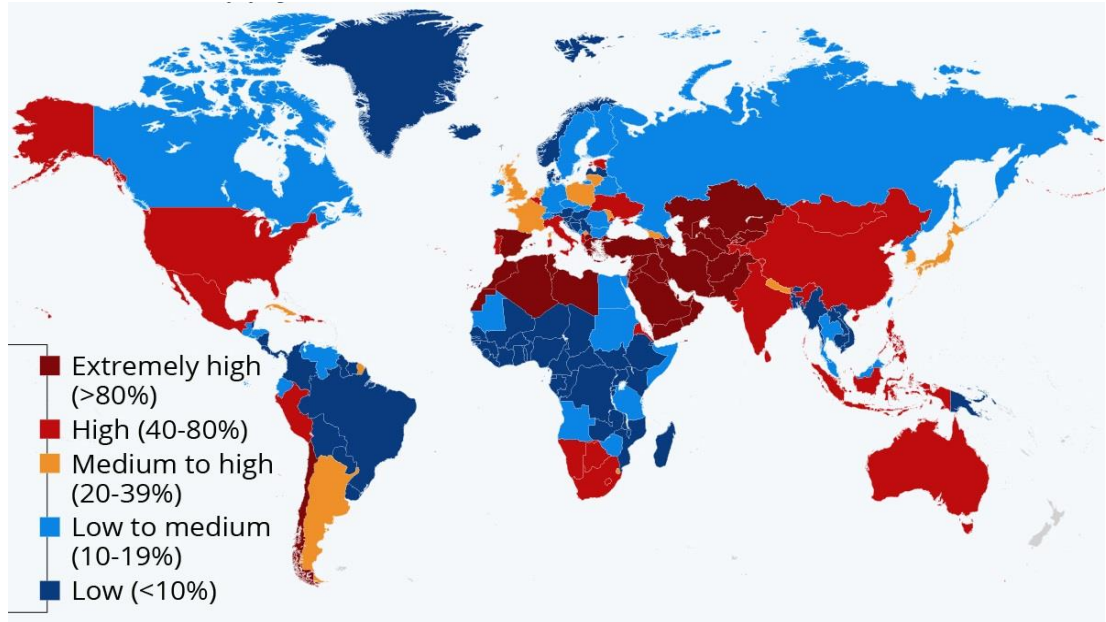
- Yürütme süresi; Makine öğrenmesinde yürütülen süre derin öğrenmeye nazaran daha uzun süreler alabilmektedir.
- Çıkış: Makine öğrenmesinde verilen çıkış materyali sayısal değerlerde oluşurken bu durum derin öğrenmede ses veya puan şeklinde gerçekleşmektedir.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

SU STRESİ MODELLEMESİ

4.1. Su Stresi

Su stresi, iklim değişikliği, su kaynaklarının hor ve yanlış kullanılması ve nüfus artışı sebepleriyle su kaynaklarının su arzını karşılayamamasıdır. Su stresi, dünya genelinde giderek artan önemli bir sorundur. Son yüzyıl içerisinde dünyada ki nüfusun ciddi bir artışla üç kat, hal buyken su tüketiminin ise yedi kat arttığı rapor edilmiştir. Birleşmiş Milletlerin hazırlamış olduğu rapora göre dünyada 1 milyar insan su stresi limit değerinin altında yaşamakta. Sağlıklı içme ve kullanma suyuna ise Dünya nüfusunun %20'si erişebilmektedir (Gezer & Erdem, 2018).



Resim 4. 2040 Su Stresi Dünya haritası

Kaynak: <https://www.statista.com/chart/26140/water-stress-projections-global/>

Yerel kaynaklara göre Türkiye su zengini olarak gösterilmektedir. Lakin kişi başına düşen 1543 metreküp/yıl su miktarı ile su stresi yaşayan ülkeler arasında

Türkiye’de yer almaktadır. Resim 4’de Dünya Su Stresi haritası bulunmaktadır. Türkiye’nin de bulunduğu birçok ülke yüksek derecede su stresine sahip olacağı öngörülmektedir. Söz konusu bu sorun ileride insan yaşamının en önemli gündem maddesi olması kuvvetle muhtemeldir. Geleceği daha fazla riske atmamak için ülkelerin su kaynaklarının yönetiminde ve sürdürülebilir su politikalarında önemli adımlar atılması gerekmektedir (USİAD, 2010).

4.2. Su Stresi Modeli

Su stresi modeli, “Kişi başına orman alanı (metre kare)”, “Kişi başına düşen yenilenebilir tatlı su kaynakları (metreküp)”, “Yılda ortalama yağış (mm)” ve “Temel Su Stresi” değişkenlerini baz alarak oluşturulmuştur. Söz konusu değişkenler “Temel Su Stresini” tahminlemek için kullanılmaktadır.

4.2.1. Veri Seti

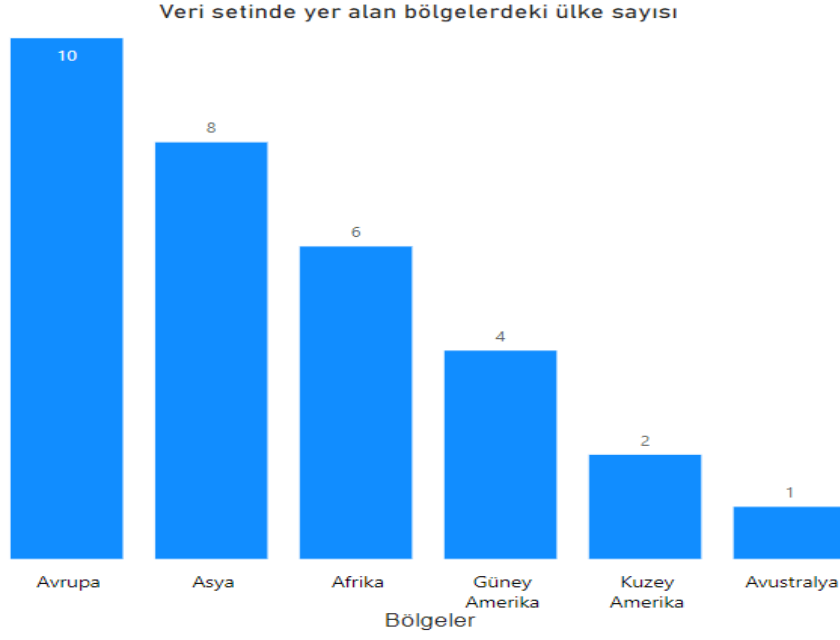
Tablo 2. Su stresi modellemesinde kullanılan veri seti

Ülkeler	Bölge	Kişi başına orman alanı (metre kare)	Kişi başına düşen yenilenebilir tatlı su kaynakları(metreküp)	Yılda ortalama yağış (mm)	Temel Su Stresi (%)
ABD	K.Amerika	9556	8583	715	3
Rusya	Asya	55992	29860	460	26
Türkiye	Asya	1469	2719	593	55
Finlandiya	Avrupa	40313	19378	536	0
F.Guyanası	G.Amerika	295315	301720	1651	0
Avustralya	Avustralya	50994	19416	534	100
Kanada	K.Amerika	94461	75795	537	0
B.Krallık	Avrupa	476	2169	1220	3
İtalya	Avrupa	155	3055	832	104
Almanya	Avrupa	1382	1288	700	58
Brezilya	G.Amerika	23652	26730	1761	0
Surinam	G.Amerika	268615	164917	2331	0
Çin	Asya	1488	1998	645	5
İzlanda	Avrupa	1549	471485	1940	0
İspanya	Avrupa	3963	2359	636	50
Portekiz	Avrupa	3071	3694	854	8
Yunanistan	Avrupa	3893	5410	652	42
Hindistan	Asya	531	1045	1083	24
G.Afrika	Afrika	1621	771	495	100
İran	Asya	1325	1484	228	51
Nijer	Afrika	517	149	151	53
Senegal	Afrika	5313	1612	686	71
Japonya	Asya	1957	3396	1668	7
Ürdün	Afrika	100	64	111	100
İsrail	Asya	205	83	435	135
Arjantin	G.Amerika	6036	6498	591	6
Malta	Avrupa	8	100	560	130
Mısır	Afrika	8	9	18	100
Cezayir	Afrika	476	263	89	100
S.Arabistan	Asya	295	67	59	70
Hollanda	Avrupa	222	634	779	8

Tablo 2’de bulunan veri setinde 31 farklı ülke bulunmaktadır. Ülkeler K.Amerika, G.Amerika, Avrupa, Asya, Afrika ve Avustralya kıtalarında bulunmaktadır. Oluşturulan veri setinde:

- Kişi başına düşen orman alanı (metre kare) değişkeni; ülkelerde kişi başına düşen orman alanlarının metrekare cinsinden değerlerini göstermektedir. (Worldometer, <https://www.worldometers.info/food-agriculture/forest-by-country/> Erişim Tarihi: 8 Nisan 2023)
- Kişi başına düşen yenilenebilir tatlı su kaynakları(metreküp) değişkeni; ülkelerde kişi başına düşen yenilenebilir tatlı su kaynaklarının metreküp cinsinden değerlerini göstermektedir. (The World Bank, <https://data.worldbank.org/indicator/ER.H2O.INTR.PC> Erişim Tarihi: 8 Nisan 2023)
- Yılda ortalama yağış (mm) değişkeni; ülkelerde yılda ortalama yağışının mm cinsinden değerlerini göstermektedir. (The World Bank, <https://data.worldbank.org/indicator/AG.LND.PRCP.MM?end=2019&start=2019&view=map> Erişim Tarihi: 8 Nisan 2023)
- Temel Su Stresi değişkeni değerleri; ülkelerin, WRI (World Resources Institute) tarafından belirlenmiş olan temel su stresi seviyesini göstermektedir. (World Resource Institute, <https://www.wri.org/aqueduct> Erişim Tarihi: 8 Nisan 2023)

4.2.2. Veri Setinin İstatistiki Bilgileri



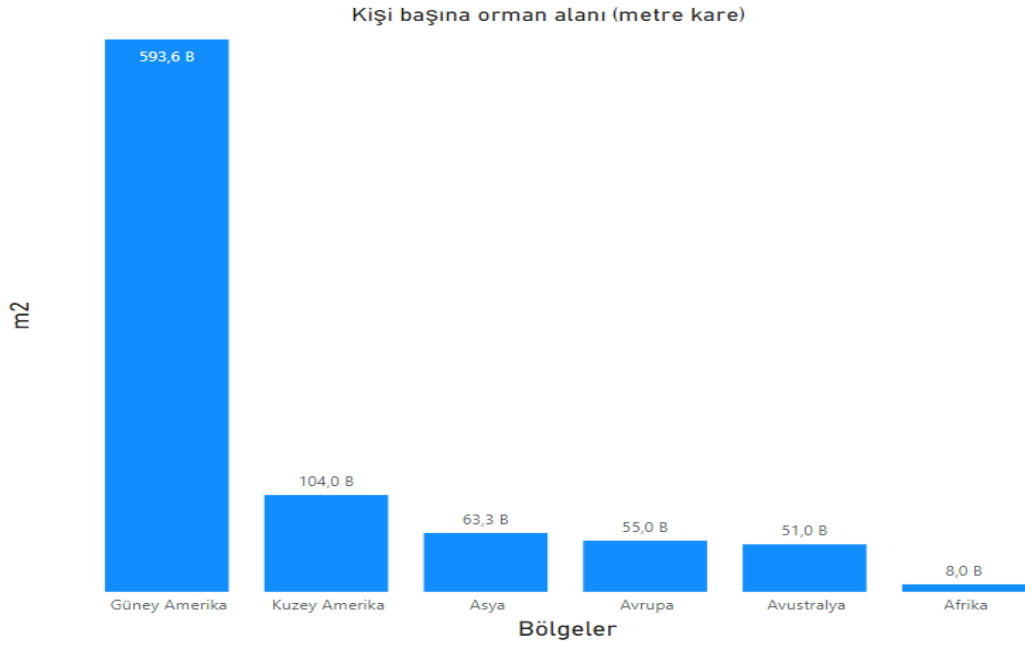
Grafik 1. Veri setinde yer alan bölgelerdeki ülke sayısı

Tablo 2’de yer alan veri setinde bulunan bölge sayıları Grafik 1’de yer almaktadır. Buna göre Avrupa kıtasından 10, Asya’dan 8, Afrika’dan 6, Güney Amerika’dan 4, Kuzey Amerika’dan 2 ve Avustralya kıtasından 1 ülke yer almaktadır.

Tablo 3. Değişkenlerin bölgelere göre min. mak. ort. değerleri

		Afrika	Asya	Avrupa	Avustralya	G.Amerika	K.Amerika
Kişi başına orman alanı (m2)	Min.	8	205	8	50.994	6.036	9.556
	Ort.	1.339	7.907	5.503	50.994	148.404	52.008
	Mak.	5.313	55.992	40.313	50.994	295.315	94.461
Kişi başına düşen yenilenebilir tatlı su kaynakları(m3)	Min.	9	67	100	19.416	6.498	8.583
	Ort.	478	5.081	50.957	19.416	124.966	42.1789
	Mak.	1.612	29.860	471.475	19.416	301.720	75.795
Yılda ortalama yağış (mm)	Min.	18	59	536	534	591	537
	Ort.	258	646	870	534	1.583	626
	Mak.	686	1.668	1.940	534	2.331	715
Temel Su Stresi	Min.	53	5	0	100	0	0
	Ort.	87	46	4	100	1	1
	Mak.	100	135	130	100	6	3

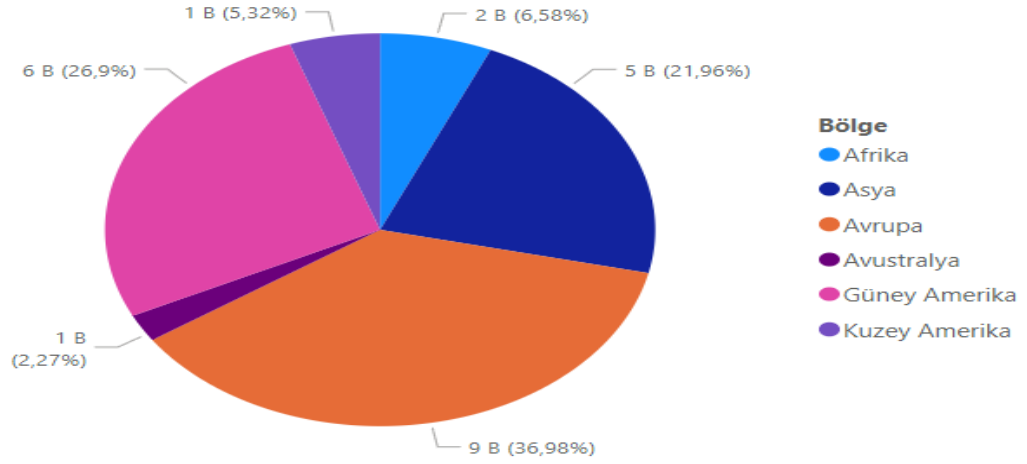
Tablo 3’de değişkenlerin bölgelere göre minimum, maksimum ve ortalama değerleri yer almaktadır. Buna göre orman alanlarının ortalamalarına baktığımızda en düşük alana sahip Afrika bölgesidir. Yenilenebilir tatlı su kaynaklarında ortalamalara baktığımızda en yüksek 124.966 m3 ile Güney Amerika bölgesidir. Yılda ortalama yağış değerlerinde ise ortalama olarak en düşük bölge 258 mm ile Afrikadır. Temel su stresi değerlerinde ortalama olarak en yükseğe sahip bölge %100 stres değerine sahip Avustralya bölgesidir.



Grafık 2. Bölgelere göre kişi başına düşen orman alanı

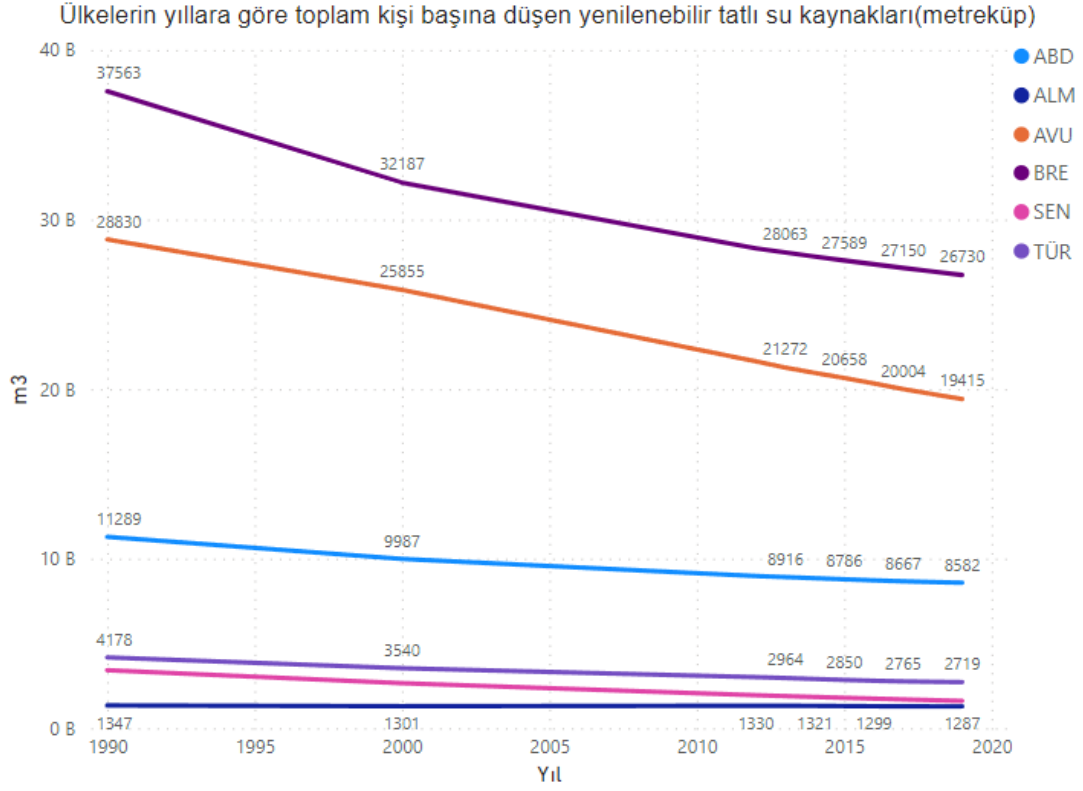
Grafık 2’de, Tablo 2’de yer alan altı bölgenin kişi başına düşen orman alanı değerlerini görmekteyiz. Güney Amerika, bölgeler iğerisinden 593 bin metre kare alana sahip olarak en yüksek alanı mevcut bölgedir. Onu 104 bin metre kare ile Kuzey Amerika, 63 bin metre kare ile Asya, 55 bin metre kare ile Avrupa, 51 bin metre kare ile Avustralya ve en düşük alana 8 bin metre kare alana sahip olan Afrika bölgeleri izlemektedir.

Bölgelere göre yılda ortalama yağış (mm)



Grafik 3. Bölgelere göre yılda ortalama yağış

Grafik 3'te, Tablo 2'de yer alan bölgelere göre yılda ortalama yağış miktarları yer almaktadır. Toplamda 9 bin milimetre yağış alan Avrupa bölgesi, bölgeler arasında en yüksek miktara sahiptir. 6 bin milimetre yağış alan Güney Amerika bölgesi ikinci sırada, 5 bin milimetre yağış alan Asya bölgesi üçüncü sırada, 2 bin milimetre yağış alan Afrika bölgesi dördüncü sırada, bin milimetre yağış alan Kuzey Amerika ve Avustralya bölgeleri beşinci ve altıncı sırada bulunmaktadır.



Grafik 4. Ülkelerin yıllara göre toplam kişi başına düşen yenilebilir su kaynakları

Grafik 4’te, Tablo 2’de yer alan beş ülkelenin yıllara göre toplam kişi başına düşen yenilebilir su kaynakları değerleri çizgi grafiğinde yer almaktadır. Değerler yıllar geçtikçe düştüğü gözlemlenebilmektedir.

4.2.3. Model

Tablo 4. Korelasyon tablosu

	Kişi başına orman alanı (metrekare)	Kişi başına düşen yenilenebilir tatlı su kaynakları (metreküp)	Yılda ortalama yağış (mm)	Temel Su Stresi
Kişi başına orman alanı (metre kare)	1	0.524	0.528	-0.334
Kişi başına düşen yenilenebilir tatlı su kaynakları (metreküp)	0.524	1	0.617	-0.359
Yılda ortalama yağış (mm)	0.528	0.617	1	-0.582
Temel Su Stresi	-0.334	-0.359	-0.582	1

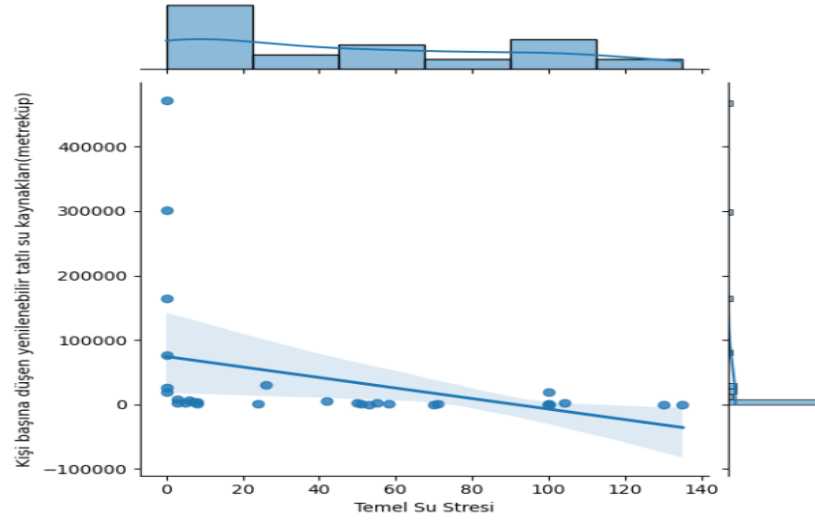
Temel su stresini tahmini için kurulan modelde kullanılan değişkenler arasındaki korelasyon tablosu Tablo 4’te yer almaktadır. Korelasyon tabloları iki veya daha fazla değişken arasındaki ilişkiyi yönü ve gücü tarafından açıklamaktadır. Söz konusu değer pozitif yönlü ise değişkenlerden biri artıkça diğer değişkende artış göstermektedir. Eğer değer negatif yönlü ise bir değişken artarken diğer değişkenin azalacağını belirtmektedir. Ayrıca değer 1’e ne kadar yakınsa ilişkinin o kadar güçlü olduğundan söz edilmektedir (Almaçık, 2019).

Kurulacak model için öncelikle “Temel Su Stresi” değişkenini sabit olarak belirlemek gerekmektedir ve diğer değişkenler ile arasındaki ilişkiye bakılmalıdır.

- “Kişi başına orman alan (metrekare)” değişkeni ile “Temel Su Stresi” değişkeni arasındaki korelasyon katsayısı -0.334’tür. Bu değer 1’e oldukça uzaktır. Bu yüzden modelde kullanımı tercih edilmemektedir.
- “Kişi başına düşen yenilenebilir tatlı su kaynakları (metreküp)” değişkeni ile “Temel Su Stresi” değişkeni arasındaki korelasyon katsayısı -0.359’dur. Bu değer 1’e oldukça uzaktır. Aynı şekilde bu değişkeninde modelde kullanımı tercih edilmemektedir.
- “Yılda ortalama yağış (mm)” değişkeni ile “Temel Su Stresi” değişkeni arasındaki korelasyon katsayısı -0.582’dir. Bu değer kabul edilebilir bir değer

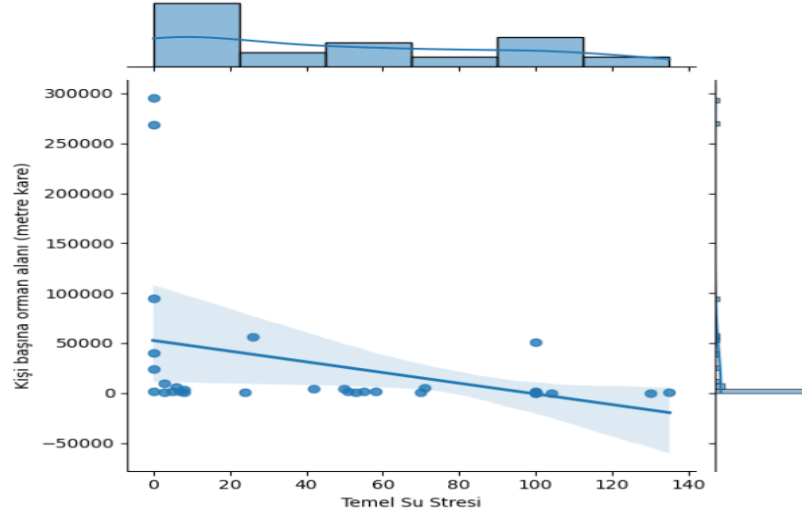
aralığındadır. Söz konusu değer negatif yönlü olduğu için yılda ortalama yağış arttıkça su stresi düşmektedir.

4.2.3.1. Regresyon grafikleri



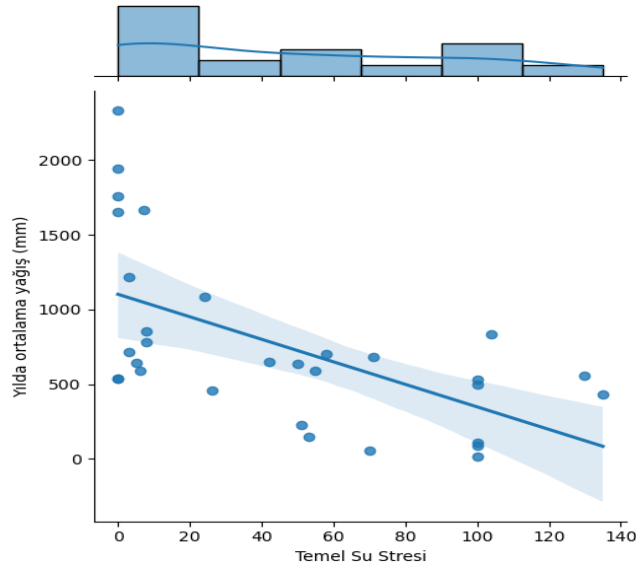
Grafik 5. Kişi başına düşen yenilenebilir tatlı su kaynakları(metreküp) değişkeninin Temel Su Stresi değişkenine göre regresyon grafiği

Grafik 5'te kişi başına düşen yenilenebilir tatlı su kaynakları değişkeninin, temel su stresi değişkenine göre regresyon grafiği bulunmaktadır. Saçılım oldukça kötü konumlanmıştır. Bu da korelasyon katsayısının düşük olmasını kanıtlar niteliktedir.



Grafik 6. Kişi başına orman alanı (metrekare) değişkeninin Temel Su Stresi değişkenine göre regresyon grafiği

Grafik 6’da kişi başına orman alanı değişkeninin temel su stresi değişkenine göre regresyon grafiği bulunmaktadır. Yine saçılım oldukça kötü konumlanmıştır. Bu da korelasyon katsayısının düşük olmasını açıklamaktadır.



Grafik 7. Yılda ortalama yağış (mm) değişkeninin Temel Su Stresi değişkenine göre regresyon grafiği

Grafik 7’de yılda ortalama yağış (mm) değişkeninin temel su stresi değişkenine göre regresyon grafiği yer almaktadır. Saçılım regresyon çizgisine oldukça yakın olmuştur. Korelasyon katsayısının yüksek olmasını açıklar niteliktedir.

Yılda ortalama yağış değişkeninin korelasyon katsayısının kabul edilebilir aralıkta olmasından dolayı makine öğrenmesi için kullanılmıştır.

4.2.3.2. Modelde en küçük kareler yöntemi

Tablo 5. Temel Su Stresi değişkeni ile Yılda ortalama yağış (mm) değişkeni arasındaki en küçük kareler yöntemi tablosu

OLS Regresyon Sonuçları	
R-Kare	0.339
Adj. R-kare	0.316
Omnibus	1.137
Durbin-Watson	2.212

Kurulan modelin sabit eklendikten sonraki en küçük kareler yöntemi methoduna göre gelen sonuçları Tablo 5’te yer almaktadır. Tabloda R-kare değeri 0.339’dur. Bu sonuca göre bağımsız değişkenin bağımlı değişkeni açıklama yüzdesi %33’tür. Tabloda bir diğer önemli sonuç ise Adjusted R-kare yani Düzeltilmiş R-kare değeridir. Düzeltilmiş R-kare değeri 0.316’dır. Modelin kalitesini iyileştirmek için eklenen bağımsız değişkenleri göz önünde bulundurarak daha güvenilir bir sonuçtur. Düzeltilmiş R-kare değerine göre bağımsız değişkenin bağımlı değişkeni açıklama yüzdesi %31’dir. Tablo 5’yer alan bir diğer sonuç ise omnibus değeridir. Omnibus değeri 1.137’dir. Bu sonuç p- değeri ile aynı anda bakılarak yorumlanmalıdır. Durbin-Watson değeri ise 2.212’dir. Regresyon modelinin hata terimleri arasında negatif bir otokorelasyonun varlığına işaret etmektedir. DW değeri 2’ye yakın olması sebebi ile hata terimleri arasında önemli bir otokorelasyon olmadığı düşünülebilmektedir.

Tablo 6. Temel Su Stresi değişkeni ile Yılda ortalama yağış (mm) değişkeni arasındaki en küçük kareler yöntemi katsayılar tablosu

	coefficients	P> t
const (Temel Su Stresi)	79.6418	0.000
Yılda ortalama yağış (mm)	-0.0450	0.001

Tablo 6’da makine öğrenmesi için kullanılacak değişkenlerin en küçük kareler yöntemi ile oluşturulmuş tablo bulunmaktadır. Bu tabloya göre sabit değişkenimiz olan Temel Su Stresi değişkeninin katsayısı 79.6418’dir. Sabit olmayan değişkenin ise katsayısı -0.0450’dir. Yılda ortalama yağış değişkeninin anlamlılık düzeyi ise 0.001’dir. Bu değer 0.05’ten küçük olduğu için regresyon modeli anlamlıdır yorumu yapılmaktadır.

Katsayılar belirlendikten sonra modelin denkleminde oluşturulabilir durumdadır. Modelin denklemi aşağıdaki şekildedir:

$$Y\text{ılda ortalama yağış (mm)} = 79.64 + \text{Temel Su Stresi} * -0.05$$

4.2.3.3. Makine öğrenmesi

Makine öğrenmesi, sistemlerin büyük veri kümelerinin analizini yaparak öğrenmesine ve karar vermesine imkan tanıyan bir yapay zeka dalıdır. Makine öğrenmesi algoritmaları insan hatalarını minimuma indirerek yardımcı olmaktadır. Birçok makine öğrenmesi algoritması bulunmaktadır. Karar ağaçları, destek vektör makineleri, lineer regresyon ve sinir ağları yöntemleri başlıca örneklerdendir (Aydın, 2018).

Çalışmada makine öğrenmesi algoritması olarak lineer regresyon yöntemi kullanılmıştır. Denklemi belirledikten sonra makine öğrenmesi yapılan modelin tahmininin doğruluğu kontrol edilmiştir. Temel Su Stresi yüzdesini tahmin etmesi için Yılda ortalama yağış değeri olarak 500 sayısı girilmiştir. Modelin tahmini ise 57.139 olmuştur. Model, veri setinde bulunan değerlerle karşılaştırıldığında %10-15 aralığında sapma payına sahiptir.

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Su sıkıntısı dünyada bugünlerde en önemli konulardan bir tanesi olmakla birlikte her geçen gün önemini iyice artırmaktadır. Su sıkıntısını etkileyecek önemli değişkenleri bilmek geleceğe ışık tutmak ve gelecekte su sıkıntısı yaşamamak için çok önemli olacaktır. İklim değişikliği, nüfus artışı, ekonomik büyüme ve sanayileşme gibi faktörler, su sıkıntısının artmasına katkıda bulunmaktadır. Bu nedenle, su sıkıntısı konusunda bilinçli olmak ve su kaynaklarının yönetimi konusunda daha iyi kararlar vermemize olanak tanıyacaktır. Su kaynaklarının sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi, gelecekte su sıkıntısı yaşanmasını önleyecektir.

Bu çalışmada, su stresinin artmasına neden olan değişkenlerin belirlenmesi amacıyla bir regresyon modeli kullanılarak makine öğrenmesi yapıldı. Modelin OLS Regresyon tablosunda yer alan Düzeltilmiş R-kare değeri 0.316'dır. Modelin kalitesini iyileştirmek için eklenen bağımsız değişkenleri göz önünde bulundurarak daha güvenilir bir sonuçtur. Düzeltilmiş R-kare değerine göre bağımsız değişkenin bağımlı değişkeni açıklama yüzdesi %31'dir. Makine öğrenmesi ile birlikte elde edilen sonuçlara göre, yılda ortalama yağmur yağış miktarının su stres seviyesini tahmin etmede kullanılabileceği öngörülmüştür. Model, giriş olarak "500" olarak verilen Yılda Ortalama Yağış değerine karşılık Su Stres seviyesini "57.139" olarak tahmin etmiştir. Tablo 2'de yer alan veri setinde Yılda Ortalama Yağış verileriyle karşılaştırıldığında, modelin yakın sonuç verdiği söylenebilmektedir. Modelin doğruya yakın sonuçlar verme yeteneği, veriler arasındaki ilişkiyi anlama kabiliyetiyle ölçülebilmektedir.

Bu çalışmanın sonuçları, su stres seviyesinin neden arttığını anlayabilmeye yardımcı olabilmektedir. Ayrıca bu konu hakkında önlemler almak için bir ön ayak oluşturabilmektedir. Yağmur oranlarını bilmek, su kaynakları yönetimi ve tarım planlaması gibi alanlarda kullanılabilmektedir. Ancak elde edilen sonuçların geçerliliğini sağlamak için daha fazla veri ile çalışma yapılması gerekmektedir. Veri setinde bulunan diğer değişkenlerin etkisi ve kurulan modelin farklı coğrafi bölgelerdeki durumlarda uygulanabilirliği gibi faktörler göz ardı edinmemelidir.

Sonuç olarak yapılan çalışma, su stres seviyesinin yağmur oranları ile tahmin etmede kullanılabilen bir regresyon modeli geliştirilmesinde umut verici bir adım

olabilir. Model, su kaynaklarının nasıl yönetilmesi gerektiğini ve su stresinin nasıl azaltılabileceğinde potansiyel bir araç olarak kullanılabilir.

Kaynakça

- A'dan Z'ye İklim Değişikliği*. (2015). Bölgesel Çevre Merkezi.
- Akın, G. (2013). Yüzyılımızın Temel Sorunlarından Biri; Buzulların Erimesi.
- Akın, G., & Akın, M. (2005). Suyun İnsan Sağlığı İçin Önemi ve Su Kirliliği.
- Aksay, C., & Kurt, L. (2005). Küresel Isınma ve İklim Değişikliği.
- Aksoy, B., Korucu, K., & Çalışkan, Ö. (2021). İnsansız Hava Aracı ile Görüntü İşleme ve Yapay Zekâ Teknikleri Kullanılarak Yangın Tespiti: Örnek Bir Uygulama. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 112-122.
- Aksoy, T., & Çabuk, A. (2020). Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılarak, Küresel Ölçekte Su Kıtlığı Yaşanan Bölgelerin Tespiti.
- Aksu, L. (2016). Dünya'da ve Türkiye'de Nüfus Analizleri.
- Aksungur, N., & Firidun, Ş. (2008). Su Kaynaklarının Kullanımı ve Sürdürülebilirlik.
- Aktaş, A. (2013). Su Kaynaklarının Sürdürülebilir Kullanımında Su Yönetiminin Önemi.
- Akyılmaz, B. (2021, Ağustos). Yapay Zeka Temelli Gözetim Teknolojileri ve Pazar İlişkisi.
- Alkış, N. (2016). Bayes Yapısal Eşitlik Modellemesi: Kavramlar ve Genel Bakış.
- Alınışık, Ü. (2019). *Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntemleri*.
- Alpar, R. (2010). *Basit Doğrusal Regresyon Çözümlemesi: Spor, Sağlık ve Eğitim Bilimlerinden Örneklerle İstatistik ve Geçerlik-Güvenilirlik*. Detay Yayıncılık.
- Altun, T. (2020). Big Data Yöntemleri ve Lojistik Regresyon Analizi ile İnternet Altyapı Kalite Değerlendirmesi.
- Aparı Çetinsoy, F. (2010). Küresel İklim Değişikliği: Avrupa Birliği ve Türk Tarımı.
- Atacan Ögüt, A. (2011). Mevsimsel Nüfus Farklılıklarının Gözlendiği Turizm Alanlarında Sürdürülebilir Su ve Atık Su Yönetimi: Bodrum Yarımadası Örneği.
- Aydilek, F. (2020). Derin Öğrenme Yöntemleri ile Ayakkabı Görüntülerinin Sınıflandırılması.
- Aydın, C. (2018). Makine Öğrenmesi Algoritmaları Kullanılarak İtfaiye İstasyonu İhtiyacının Sınıflandırılması.

- Ayhan, S. (2006). Sıralı Lojistik Regresyon Analiziyle Türkiye'deki Hemşirelerin İş Bırakma Niyetini Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi.
- Balducci, F., Impedovo, D., & Pirlo, G. (2018). Tarımda Makine Öğrenimi Uygulamaları Akıllı Çiftlik Geliştirme İçin Veri Kümeleri.
- Baran, E., & Ersoy Karaçuha, M. (tarih yok). Küresel İklim Değişikliğine Uyum: Akıllı Tarım Uygulamaları ve İş.
- Barut, Ö. (2010, Ocak). Artvin Şavşat Yöresinde Su Erezyonu Çeşitleri-Toprak Tekstürü İlişkisi. İstanbul.
- Başoğlu, A., & Telatar, O. (tarih yok). İklim Değişikliğinin Etkileri: Tarım Sektörü Üzerine Ekonometrik Bir Uygulama.
- Bayraç, N. (2016). Türkiye'de İklim Değişikliğinin Tarım Sektörü Üzerine Etkileri.
- Bayrakçı, H., Çiçekdemir, R., & Özkahraman, M. (2021). Tarım Arazilerinde Harcanan Su Miktarını Yapay Zekâ Teknikleri Kullanarak Belirlenmesi. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 237-250.
- Bilen, M. (2022). *Yapay Zekanın Değiştirdiği Dinamikler*. Eğitim Yayınevi.
- Bozulan iklimimizi yapay zeka yardımıyla düzeltebilir miyiz?* (2020, 10 12). Euronews. Erişim adresi: <https://tr.euronews.com/green/2020/10/12/bozulan-iklimimizi-yapay-zeka-yard-m-yla-duzeltebilir-miyiz>
- Bozüyük, T., Yağcı, C., Gökçe, İ., & Akar, G. (2005). Yapay Zeka Teknolojilerinin Endüstrideki Yeri.
- Büyükarıkan, U. (2014). Bilişim Sektöründe Faaliyet Gösteren Firmaların Finansal Başarısızlık Tahmin Modelleriyle İncelenmesi.
- Cheong, S.-M., & Sankaran, K. (2022, Nisan 12). İklim Değişikliğinin Adaptasyonu İçin Yapay Zeka. MELway Danışmanlık. Erişim adresi: http://www.melway.com.tr/tr/yapay-zeka-iklim-degisikligi-ile-mucadeleye-nasil-yardimci-olabilir_a.html
- Codal, A., & Seçkin, K. (2022). Sosyal Medyada İklim Değişikliği Tartışmaları.
- Cowls, J., & Floridi, L. (2021). The AI Gambit: İklim Değişikliğiyle Mücadelede Yapay Zeka Kullanımı - Fırsatlar, Zorluklar ve Öneriler.
- Cömert, O. (2019). Görüntü İşleme ve Makine Öğrenmesi Kullanarak Elmalarda Çürük Tespiti.
- Crowley, T. (1991). Paleoclimatology.

- Çağlayan Akay, E. (2018). Ekonometride Yeni Bir Ufuk: Büyük Veri ve Makine Öğrenmesi.
- Çiçekli, M. (2022). Orta Asya'nın Enerji Kaynakları Bağlamında Su Kıtlığı ve Ötesi.
- Dedekayaoğulları, H., & Önal, A. E. (2011). Çevre-İnsan Sağlığı İlişkisi Açısından Su ve Su Analizinin Önemi.
- Demir, A. (2009). Küresel İklim Değişikliğinin Biyolojik Çeşitlilik ve Ekosistem Kaynakları.
- Demir, A. (tarih yok). Küresel İklim Değişikliğinin Biyolojik Çeşitlilik ve Ekosistem Kaynakları Üzerine Etkisi.
- Demirci, M. (2015). Kentsel İklim Değişikliği.
- Demircioğlu, M., & Çakmak, B. (2016). Ziraat Bankasının Basınçlı Sulama Destek Sisteminin Değerlendirilmesi.
- Denton, B. (1989). The Role Of Ocean Atmosphere Reorganizations In Glacial Cycles.
- Doğan, F., & Türkoğlu, İ. (2018). Derin Öğrenme Algoritmalarının Yaprak Sınıflandırma Başarımlarının Karşılaştırılması.
- Doğan, F., & Türkoğlu, İ. (2019). Derin Öğrenme Modelleri ve Uygulama Alanlarına İlişkin Bir Derleme.
- Doğan, M., & Sever, Z. (2023). Sürdürülebilirlik: Su ve Suyun Önemi. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*.
- Dölek, İ., & Akengin, H. (2013). Jeolojik Geçmiş.
- Draper, N. (2014). Applied Regression Analysis.
- Dunn, S. (2007). İklim Değişikliğini Gündemin Ön Sıralarına Taşımak.
- Efe, A. (2021). Yapay Zekâ Risklerinin Etik Yönünden Değerlendirilmesi.
- Eğri, S. (2016). Regresyon Analizi Üzerine Bir Çalışma.
- Ekşi, N. (2016). İklim Mültecileri.
- Eroğlu, A. H. (1996). Pazarlama Planlaması Sürecinde Satış Tahminleri ve Çoklu Regresyon ve Korelasyon Analizinin Etkinliği.
- Firidin, E. (2015). Su Sorununun, Su Hakkı ve Su Etiği Çerçevesinde Değerlendirilmesi.
- Geçmez, A., & Gençer, Ç. (2020). Güneş Enerji Santrali Üretim Verilerinin Meteorolojik Verilere Bağlı Olarak Yapay Zeka Yöntemleri ile Tahimini.

- Gezer, A., & Erdem, A. (2018). Su Stresi, Su Kıtlığı ve Su Tasarrufu Hakkında Halkın Farkındalığının Belirlenmesi: Akdeniz Üniversitesi Örnek Çalışması. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*.
- Görmez, Y., & Kaynar, O. (2016). Makine Öğrenmesi İle Duygu Analizi.
- Gujarati, D. (2009). Basic Econometrics. *McGraw-Hill Education*.
- Güloğlu, B. (2013). Enflasyonun Tarımsal Fiyatlar Üzerindeki Etkileri: Panel Yumuşak Geçiş Regresyon Analizi.
- Gültepe, Y. (2019). Makine Öğrenmesi Algoritmaları ile Hava Kirliliği Tahmini Üzerine Karşılaştırmalı Bir Değerlendirme.
- Gümüştekin Aydın, S., & Aydoğdu, G. (2022). Makine Öğrenmesi Algoritmaları Kullanılarak Türkiye ve AB Ülkelerinin CO2 Emisyonlarının Tahmini. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 42-46.
- Gür, H. (2020). Su Döngüsü Algoritması ile PID ve Kayan Kipli Kontrol Parametrelerinin Optimizasyonu.
- Gürbüz, A., & Kazancı, N. (2017). Dünya’da ve Türkiye’de Kuvaterner Jeolojisi Haritalarının Hazırlanması ve Karşılaşılan Sorunlar.
- Güzel, B., & Okatan, E. (2022). Tarım ve Yapay Zeka.
- Hair, J. (2014). Multivariate Data Analysis . *Pearson Education Limited*.
- Halaçeli Metlioğlu, H., & Yakın, V. (2021). Tekstilde Sürdürülebilirlik: Hızlı Moda Markalarının Sürdürülebilirlik Stratejileri. *Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*.
- Hanbay, D., & Sivrikaya, I. (2020). Derin Evrişimsel Sinir Ağı Kullanılarak Kayısı Hastalıklarının Sınıflandırılması.
- İlgar, R. (2009). Dünya Su Yönetimi ve Su Eğitimi.
- İklim Değişikliği (2021). Türkiye Yaban Hayatı. Erişim adresi: <https://turkiyeyabanhayati.org/blog/detail/iklim-degisikligi-su-dongusunu-ve-turkiye-adresinden-alindi>
- İnik, Ö., & Ülker, E. (2017). Derin Öğrenme ve Görüntü Analizinde Kullanılan Derin Öğrenme Modelleri.
- IPCC. (2001). *TAR Climate Change 2001: The Scientific Basis*.
- Kanat, Z., & Keskin, A. (2017). Dünyada İklim Değişikliği Üzerine Yapılan Çalışmalar ve Türkiye’de Mevcut Durum.

- Kapluhan, E. (2013). Türkiye'de Kuraklık ve Kuraklığın Tarıma Etkisi. *Marmara Coğrafya Dergisi*.
- Karaduman, T. (2020). Yapay Zeka Uygulama Alanları.
- Karagöz, İ. (2014). *Sayısal Analiz ve Mühendislik Uygulamaları*. Nobel Yayıncılık.
- Karagülle, Z. (2019). İnsan Sağlığında Mineralli Suyun Önemi.
- Karaman, S., & Gökalp, Z. (2010). Küresel Isınma ve İklim Değişikliğinin Su Kaynakları Üzerine Etkileri. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*.
- Kargın, T. (2021, Mart 15). *Yapay Zeka İklim Değişikliği Stratejisini Nasıl Güçlendirebilir?* Internet of Things Türkiye. Erişim adresi: <https://ioturkiye.com/2021/03/yapay-zeka-iklim-degisikligi-stratejisini-nasil-guclendirebilir/>
- Karnıbüyük, M. (2016). Montesquieu'nün İklim Teorisi.
- Kasapoğlu, F. (2022). Bir Parti Boyutlandırma Oyununda Maliyetlerin Tahsis Edilmesinde Yeni Makine Öğrenme Yöntemlerini Kullanmak.
- Kayaalp, G. (2015). Çoklu Doğrusal Regresyon Modelinde Değişken Seçiminin Zootekniye Uygulanışı.
- Kılıç, S. (2013). Doğrusal Regresyon Analizi.
- Koçyiğit, E. (2021). Derin Öğrenme ile İçerik Tabanlı Siber Tehdit Tespiti.
- Konbul, Ç., & Turgut, M. (2022). Süveyş ve Panama Kanalı Çerçevesinde Kanal İstanbul'un Lojistik Potansiyelinin SWOT Analizi ile Değerlendirilmesi . *IBAD Sosyal Bilimler Dergisi*.
- Körbalta, H. (2019). Türkiye'de Yerel Su Güvenliği. *Güvenlik Bilimleri Dergisi*.
- Kul, S. (2014). İstatistik Sonuçlarının Yorumu: P Değeri ve Güven Aralığı Nedir?
- Kurnaz, L. (2018). Küresel İklim Krizi.
- Kutner, M. (2004). Applied Linear Statistical Models.
- Luccioni, A., & Schmidt, V. (2021). İklim Değişikliğinin Etkilerini Görselleştirmek için Yapay Zekayı Kullanma. *IEEE*, 8-14.
- Montgomery, D. (2012). Introduction to Linear Regression Analysis.
- Ocañoğlu, G. (2006). Lojistik Regresyon Analizi ve Yapay Sinir Ağları Tekniklerinin Sınıflama Özelliklerinin Karşılaştırılması ve Bir Uygulama.

- Orhan, O., & Yakar, M. (2020). Konya Kapalı Havzası Obruk Envanter Bilgi Sisteminin Oluşturulması . *Geomatik Dergisi*.
- Ovla, H. D. (2012). Aykırı Değer Yönetimi.
- Ömer, A. (2021). İzmir İlinde, Yapay Zeka Algoritmaları Kullanılarak Kuraklık Modellemesi ve Çok Dönemli Su Fiyatlandırma Modeli Kullanılarak Su Kaynakları Yönetimi. İzmir.
- Özbolat, G., & Tuli, A. (2016). Ağır Metal Toksisitesinin İnsan Sağlığına Etkileri.
- Özdemir, B. (2021, Haziran 30). An Updated Consumer Decision-making Model to Tackle Climate Change.
- Özdemir, B. (2021, Haziran 30). İklim Değişikliğiyle Mücadele için Güncellenmiş Tüketici Karar Verme Modeli.
- Özen, C. (2022). Sayısal Hava Tahmin Modelleri ve Makine Öğrenmesi Algoritmalarının Birleştirilmesi ile Kısa Vadeli Rüzgar Güç Üretimi Tahmini.
- Özer, B., Kuş, S., & Yıldız, O. (2022). Veri Madenciliği Yöntemleri ile Tarımsal Veri Analizi: Bir Akıllı Tarım. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*.
- Özmen, A. (2021). İklim Değişikliğinin İnsan Sağlığına Etkileri ve Sağlık Sisteminin İklim Değişikliğine Uyumu: Uluslararası Hastalıkların Sınıflandırılması.
- Özsoy, S. (2009). Su ve Yaşam: Suyun Toplumsal Önemi.
- Öztürk Dilek, G. (2019). Yapay Zekanın Etik Gerçekliği.
- Öztürk, K., & Şahin, M. (2018). Yapay Sinir Ağları ve Yapay Zekâ'ya Genel Bir Bakış.
- Palmer, M., & Ruhi, A. (2019). Akış Rejimi, Biyota ve Ekosistem Süreçleri Arasındaki Bağlantılar: Nehir Restorasyonu İçin Çıkarımlar.
- Pampel, F. C. (2000). *Logistic Regression: A Primer (Quantitative Applications in the Social Sciences)* . Sage University.
- Para, D., & Ayvaz Reis, Z. (2009). Eğitimde Bilişim Teknolojileri Kullanılması: Kimyada Su Döngüsü.
- Parlak, E. (2022). Sürdürülebilir Kalkınma ve Yeşil Ekonomi İlişkisini Anlamak : Çin Örneği.
- Partigöç, N., & Soğancı, S. (2019). Küresel İklim Değişikliğinin Kaçınılmaz Sonucu:Kuraklık . *Dirençlilik Dergisi*.
- Pekel, E. (2018). Farklı Makine Öğrenmesi Algoritmalarının Karşılaştırılması.

- Pekel, E. (2018). Farklı Makine Öğrenmesi Algoritmalarının Karşılaştırılması.
- Pirim, H. (2006). *Yapay Zeka*. Journal of Yaşar University.
- Ramspott, F. (tarih yok). *Istanbul Türkiye 3D render havadan üst görünüm*. istockphoto.
- Rende, M. (2018). *Dünyanın Hızla Artan Su İhtiyacına Çözüm Arayışları: Dünya Üçüncü Su Forumu ve Bakanlar Konferansı*.
- Ruşen, A., & Yıldız, S. (2020). *International Studies on Natural and Engineering Sciencs*. Gece Kitaplığı.
- Sadioğlu, U. (2020). İklim Değişikliği Çerçevesinde 25. Tarafalar Konferansı (COP25).
- Savaş, B. (2021). Sürdürülebilir Kalkınma İçin Suyun Ekonomik Önemi ve Sektörel Paylaşımı.
- Seyhan, Ş. (2021). Dayanma Duvarlarında Makine Öğrenmesi ile Güvenlik Sayısı Tahmini.
- Shankar, V. (2018). Yapay Zeka Perakendeciliği Yeniden Nasıl Şekillendiriyor.
- Su Kaynaklarının Mevcut Durumu. (2020). *Bilim ve Aydınlanma Akademisi*.
- Şahin, B. (2016). Küresel Bir Sorun: Su Kıtlığı ve Sanal Su Ticareti.
- Şamkar, H. (2016). Lojistik Regresyon Analizi ile Kanser Hastalığına Neden Olan Risk Faktörlerinin Belirlenmesi.
- Şenel, S., & Alatlı, B. (2014). Lojistik Regresyon Analizinin Kullanıldığı Makaleler Üzerine Bir İnceleme.
- Şentürk, E. (2011). Mutluluk düzeyinin sosyodemografik özelliklerle lojistik regresyon analizi aracılığıyla incelenmesi ve türkiye için bir uygulama.
- Tan, Z. (2019). Derin Öğrenme Yardımıyla Araç Sınıflandırma.
- Tekinarslan, R. (2022). Çevrimiçi Öğrenme Ortamlarında Öğrenme Analitiği Verileri ve Makine Öğrenmesi Kullanarak Akademik Başarının Değerlendirilmesi.
- Terzi, Ö., & Dündar, C. (2020). Ülkemizde son 10 yılda içme ve kullanma suyu ile ilişkili üretilen. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*.
- Tufaner, F., Dabanlı, İ., & Özbeyaz, A. (2019, Mart 25). Kuraklığın Yapay Sinir Ağları ile Analizi: Adıyaman örneği.

- Turan, E., & Bayrakdar, E. (2020). Türkiye'nin Su Yönetim Politikaları: Ulusal Güvenlik Açısından Bir Değerlendirme.
- Turgut, A., & Temir, A. (2019). Yapay Zeka Yöntemleri ile Hava Sıcaklığı Tahmini İçin Sistem Tasarımı ve Uygulaması. *Uluslararası 3B Yazıcı Teknolojileri ve Dijital Endüstri Dergisi*.
- Türkeş, M. (2008). Küresel iklim değişikliği nedir? Temel kavramlar, nedenleri, gözlenen ve öngörülen değişiklikler.
- Tüzer, M., & Doğan, S. (2021). İklim Değişikliğinin Bilimsel Temelleri.
- Uçan, R., Ensari Özay, M., Tepe, S., Çalış, S., Çabuk, A., Altınten, B., & Oral, T. (2021). 2. Ulusal İş Sağlığı ve Güvenliği Kongresi. İstanbul: Üsküdar Üniversitesi Yayınları.
- Umucan, U., & Yıldırım, M. (2022, Eylül 16). Gediz Havzasında Yapay Zeka Kullanılarak Kuraklık Tahmini.
- Ursavaş, N., & Genç, O. (2021). İnanılmaz Yolculuk” Eğitsel Oyunu ile Ortaokul Öğrencilerinin Su Döngüsü ile İlgili Bilgi Düzeylerinin Geliştirilmesi . *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*.
- USİAD. (2010). *Su Kaynakları Bakanlığı Kuruluş Kanunu Tasarı Taslağı Önerisi*.
- Ünaldı, S., & Yalçın, N. (2022). Hava Kirliliğinin Makine Öğrenmesi Tabanlı Tahmini: Başakşehir Örneği . *Mühendislik Bilimleri ve Araştırmaları Dergisi*, 35-44.
- Yaman, M., & Avdan, Y. (2021). Sulak Alanların Su Çerçeve Direktifi Kapsamında Değerlendirilerek Entegre Veritabanı Modeli Tasarımı. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*.
- Yapay Zeka (2020). Oracle. Erişim Adresi: <https://www.oracle.com/tr/artificial-intelligence/what-is-ai/>
- Yaşar, N. (2022). Eğitim Verileri Üzerinde Temel Bileşenler Analizi Ve Regresyon Analizinin R Programı Üzerinde Uygulanması ve Yorumlanması.
- Yavuz, S., & Deveci, M. (2012). İstatiksel Normalizasyon Tekniklerinin Yapay Sinir Ağın Performansına Etkisi.
- Yavuz, S., & Deveci, M. (2014). Sıralı Lojistik Regresyon Analiziyle Üniversite Öğrencilerinin Kent Memnuniyetini Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi: Erzincan Üniversitesi Örneği.
- Yıldız, D. (2011). Orta Asya'da Uzaktan Kumandalı Bir Saatli Bomba: Su Sorunu.

Yılmaz, F. (2009). *Su ve Ekosistem*.

Yılmaz, L., & Peker, S. (2013). Su Kaynaklarının Türkiye Açısından Ekono-Politik Önemi Ekseninde Olası Bir Tehlike: Su Savaşları.

Yılmaz, V. (2018). Aracı Değişken Etkisinin İncelenmesi: Yüksek Hızlı Tren İşletmeciliği Üzerine Bir Uygulama.