

İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi

Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü

Veri Madenciliği

Dr. Öğr. Üyesi Muhammed Fatih ALAEDDİNOĞLU

Küresel Isınma Kaynaklı Sıcaklık Artışı ve Çözüm Önerileri

Mert ÖZDEMİR – 210357047

Erzurum - 2025

**İÇİNDEKİLER**

[ÖNSÖZ 4](#_Toc201192556)

[BİRİNCİ BÖLÜM 5](#_Toc201192557)

[SEÇİLEN KONU, KONUYA YÖNELİK ÖZNİTELİK TOPLAMA VE İZLENİLECEK VERİ MADENCİLİĞİ YÖNTEMLERİ 5](#_Toc201192558)

[1. KÜRESEL ISINMA NEDİR? 5](#_Toc201192559)

[2. PROJENİN AMACI 5](#_Toc201192560)

[2.1. Kullanılan Yöntemler 5](#_Toc201192561)

[2.1.1 Ridge Regresyon 5](#_Toc201192562)

[2.1.2. IPCC Rapor Verilerine Göre Sınıflandırma ve Kümeleme 6](#_Toc201192563)

[3. RİSK EŞİĞİ İÇİN İNCELENEN KAYNAKLAR 7](#_Toc201192564)

[3.1. IPCC (2018) – “Global Warming of 1.5°C” Özel Raporu 7](#_Toc201192565)

[3.2. IPCC (2023) – AR6 Synthesis Report 7](#_Toc201192566)

[3.3. UNEP (UN Environment Programme) – Emissions Gap Report (2023) 7](#_Toc201192567)

[3.4. NASA – Climate Change: How Do We Know? 7](#_Toc201192568)

[4.ARAŞTIRILAN ÖZNİTELİKLER VE TOPLANAN VERİLER 8](#_Toc201192569)

[4.1. Ülkeler Ve Demografik Yapıları 8](#_Toc201192570)

[4.2. Emisyonlar 8](#_Toc201192571)

[4.3. Tüketilen ve Üretilen Enerji 9](#_Toc201192572)

[4.4. Savaş 10](#_Toc201192573)

[4.5. Karbon Vergilendirmesi 10](#_Toc201192574)

[4.6. Taşınan Hava Yolcusu 11](#_Toc201192575)

[İKİNCİ BÖLÜM 11](#_Toc201192576)

[KULLANILAN VERİ MADENCİLİĞİ YÖNTEMLİERİ VE ÇIKTININ GÖRSELLER İLE ANALİZ EDİLİP DEĞERLENDİRİLMESİ 11](#_Toc201192577)

[1. REGRESYON İLE VERİ MADENCİLİĞİ 11](#_Toc201192578)

[2. SINIFLANDIRMA VE KÜMELEME 12](#_Toc201192579)

[2.1 IPCC Eşiklerine Dayalı Sıcaklık Temelli Kümeleme İşlemi 12](#_Toc201192580)

[2.2 Etiketleme Yoluyla Risk Sınıflandırması ve Kıtasal Dağılım 13](#_Toc201192581)

[3. ÇIKTININ DEĞERLENDİRİLMESİ 13](#_Toc201192582)

[3.1 Kıta Bazlı Risk Dağılımı 14](#_Toc201192583)

[3.2 Küresel Sıcaklık Artışı Dağılımı 15](#_Toc201192584)

[3.3 En Fazla Isınacak İlk 10 Ülke 16](#_Toc201192585)

[3.4 Görsel Analizlerin Katkısı ve Sonuçların Güçlendirilmesi 16](#_Toc201192586)

[ÜÇÜNCÜ BÖLÜM 17](#_Toc201192587)

[ÇÖZÜM ÖNERİLERİ VE SONUÇ 17](#_Toc201192588)

[1. BÖLGESEL ÇÖZÜM ÖNERİLERİ 17](#_Toc201192589)

[1.1 Avrupa İçin Çözüm Önerileri 17](#_Toc201192590)

[1.1.1. Sanayi ve Enerji Politikaları 17](#_Toc201192591)

[1.1.2. Şehirleşme ve Altyapı 17](#_Toc201192592)

[1.1.3. Ar-Ge ve Teknoloji Geliştirme 18](#_Toc201192593)

[1.1.4. Hukuki ve Kurumsal Düzenlemeler 18](#_Toc201192594)

[1.2 Asya İçin Çözüm Önerileri 18](#_Toc201192595)

[1.2.1. Yenilenebilir Enerji Yatırımları 18](#_Toc201192596)

[1.2.2. Tarımsal Dönüşüm 18](#_Toc201192597)

[1.2.3. Kentsel Planlama 18](#_Toc201192598)

[1.2.4. Eğitim ve Farkındalık 18](#_Toc201192599)

[1.3 Afrika İçin Çözüm Önerileri 19](#_Toc201192600)

[1.3.1. Uluslararası Destek Mekanizmaları 19](#_Toc201192601)

[1.3.2. Doğal Kaynak Yönetimi 19](#_Toc201192602)

[1.3.3. Erken Uyarı ve Kriz Yönetimi 19](#_Toc201192603)

[1.3.4. Toplumsal Dayanıklılık 19](#_Toc201192604)

[1.4 Küresel ve Kıtalar Arası Stratejik Öneriler 19](#_Toc201192605)

[1.4.1. Ortak Risk Haritalama 19](#_Toc201192606)

[1.4.2. Bilimsel Bilgi Paylaşımı 19](#_Toc201192607)

[1.4.3. Emisyon Yükümlülüğünün Adil Dağıtımı 20](#_Toc201192608)

[2. SONUÇ 20](#_Toc201192609)

[KAYNAKÇA 21](#_Toc201192610)

# ÖNSÖZ

Bu projeyi hazırlarken, günümüzde oldukça fazla tartışılan, hızlı ve etkili çözümleri aranan ve en büyük dünya sorunlarından birisi olan küresel ısınma sorununa yönelik olarak ülkelerin demografik yapısı, enerji üretim ve tüketim miktarları, savaş durumları, karbon vergilendirmeleri ve emisyon oranları gibi özniteliklere bakarak uzun vadede bütün ülkeleri kapsayacak bir risk sınıfı oluşturarak bölgesel çözüm önerileri üretmeye çalıştım.

Bu süreçte, hem ülkelerin sıcaklık tahminlerini almamı sağlayan regresyon modeline hem de regresyon sonucunda oluşan ülkelerin sıcaklık tahminlerine göre oluşturduğum ülke bazında ve bölgesel risk sınıfları oluşturdum. Regresyon modeli ile ülkelerin gelecekteki sıcaklık tahminin buldum ve, bu sonuçlara göre bölgesel çözüm önerileri üretmeye çalıştım. Bu projede bölgesel çözüm önerileri üretilebilmesi için ülkelerin kendi sıcaklıklarının da hesaplamam gerekti.

Bu projede, seçmiş olduğum dünya sorunu ile alakalı olarak projemde kullanabileceğimi düşündüğüm öznitelikleri toplayarak, veri madenciliği yöntemlerinden olabildiğince yararlanmaya çalıştım. Bu sayede hem almış olduğum sonucun doğruluğunu arttırmış oldum. Hem de kendimi veri madenciliği konusunda geliştirdiğimi düşünüyorum.

# BİRİNCİ BÖLÜM

# SEÇİLEN KONU, KONUYA YÖNELİK ÖZNİTELİK TOPLAMA VE İZLENİLECEK VERİ MADENCİLİĞİ YÖNTEMLERİ

# 1. KÜRESEL ISINMA NEDİR?

Küresel ısınma, son yıllarda etkisini giderek daha fazla göstermeye başlamış ve dünya genelinde hem çevresel hem de toplumsal sonuçlar doğuran önemli bir sorun hâline gelmiştir. Bu durumun temelinde, atmosfere salınan sera gazı miktarındaki artış yatmaktadır. Özellikle sanayileşmeden sonra fosil yakıtların yoğun şekilde kullanılması, ormanların azalması, nüfusun artması ve enerji tüketiminin yükselmesi gibi insan faaliyetleri bu süreci hızlandırmıştır.

Küresel ısınma yalnızca çevre üzerinde değil, aynı zamanda ülkelerin ekonomileri ve gelecek planlamaları üzerinde de etkili olmaktadır. Sıcaklık ortalamalarındaki artış, doğal sistemlerde kalıcı değişikliklere yol açmakta, aynı zamanda aşırı hava olaylarının daha sık yaşanmasına neden olmaktadır. Bu gelişmeler, konunun yalnızca bilimsel değil, aynı zamanda stratejik bir sorun olarak ele alınması gerektiğini göstermektedir.

Bu çalışmada, geçmiş yıllara ait çeşitli veriler kullanılarak ülkelerin 2100 yılına kadar karşılaşabileceği sıcaklık artışı tahmin edilmeye çalışılmıştır. Model oluşturulurken emisyon verileri, enerji üretimi ve tüketimi, nüfus istatistikleri ve diğer bazı çevresel göstergeler dikkate alınmıştır. Veri madenciliği yöntemleriyle yapılmaya çalışılan bu proje, ülkelerin bu süreçten ne düzeyde etkilenebileceğini belirlemeyi ve riskleri sınıflandırmayı amaçlamaktadır. Çalışmanın yöntemine, verilerine ve elde edilen bulgulara ilerleyen bölümlerde ayrıntılı şekilde yer verilmiştir.

# 2. PROJENİN AMACI

Bu projenin amacı, farklı ülkelere ait nüfus, çevre ve enerji verileri kullanılarak 2100 yılına kadar oluşabilecek sıcaklık artışlarını tahmin etmektir. Elde edilen tahminler doğrultusunda, IPCC raporlarında yer alan sıcaklıklara göre önce kümelere ayrılmış, daha sonra benzer raporlardaki bilgilere göre belirtilen kümelerdeki sıcaklıkların ne kadar riskli olduğuna göre etiketleyerek sınıflara ayrılmıştır.

Çalışmada doğrusal regresyon türlerinden birisi olan ridge regresyon yöntemi tercih edilmiş ve bu yöntemle ülkeler için uzun vadeli sıcaklık öngörüleri yapılmıştır. Daha sonra bu tahminler, belirli eşik değerler esas alınarak risk gruplarına dönüştürülmüş ve kıtalara göre genel bir dağılım analizi yapılmıştır. Bu sayede, hem veri madenciliği yöntemlerinin iklim verilerine nasıl uygulanabileceği gösterilmiş hem de ülkelerin iklim risk durumları ile ilgili karar süreçlerine katkı sağlayabilecek veriler elde edilmiştir.

## 2.1. Kullanılan Yöntemler

## 2.1.1 Ridge Regresyon

Bu projede sıcaklık tahminlerini yapmak için Ridge regresyon yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem, özellikle değişkenler arasında yüksek ilişki (çoklu doğrusal bağlantı) olduğunda daha dengeli ve güvenilir sonuçlar verdiği için tercih edildi. Temel olarak L2 regularizasyonuna dayanan bu model, doğrusal yapıyı korurken aynı zamanda aşırı uyum riskini azaltmaya yardımcı olur.

Modelin eğitimi sırasında, küresel ısınmanın kendini göstermeye başladığı yıllar olarak kabul edilen 1980 ile elimdeki verilerin bir kısmının son yılı olan 2013 yılları arasındaki ülke verileri kullanılmış ve bu bilgilerle 2100 yılına kadar olan sıcaklık artışları tahmin edilmeye çalışılmıştır. Veriler her ülke için yıllara göre toplanmış; nüfus, nüfus yoğunluğu, şehirleşme oranı, CO₂, CH₄, N₂O gibi sera gazı emisyonları, enerji üretimi ve tüketimi, o ülkenin savaşta olup olmadığı ve hangi kıtada yer aldığı gibi birçok farklı değişken modele dâhil edilmiştir.

Kategorik olan bilgiler, örneğin savaş durumu veya kıta, sayısal forma dönüştürülürken one-hot encoding yöntemi kullanılmış, sürekli veriler ise standartlaştırılarak modele uygun hale getirilmiştir. Her ülkeye özel birer regresyon modeli kurulmuş ve bu sayede her ülkenin gelecekteki sıcaklık artışı ayrı ayrı tahmin edilebilmiştir.

## 2.1.2. IPCC Rapor Verilerine Göre Sınıflandırma ve Kümeleme

2100 yılı için tahmin edilen sıcaklık verileri ile 2013 yılına ait sıcaklık değerleri karşılaştırıldığında, bu farkların ne ifade ettiğini anlamak için IPCC’nin 2018 ve 2023 raporları incelenerek sonuca ulşamaya çalışıldı. Bu raporlarda, sıcaklık artışlarının belirli eşiklerin üzerine çıkmasıyla birlikte doğada geri dönmesi mümkün olmayan etkilerin ortaya çıkabileceği belirtilmektedir. Özellikle IPCC 2023 raporunda, 1 dereceye ulaşan sıcaklık artışlarının bile kalıcı etkiler yarattığı ifade edilmekte; aynı raporda 1.5 derece, sistemlerin dayanıklılığı açısından “kritik bir geçiş noktası” olarak tanımlanmakta. 2018 yılında yayımlanan bir diğer raporda ise, sıcaklık artışı 1.5 dereceye ulaştığında mercan resiflerinin %70 ile %90 arasının yok olma tehlikesiyle karşı karşıya kaldığı, artışın 2 derece ve üzerine çıkması durumunda ise bu oranların %99’a kadar çıktığı belirtilmektedir.

Bu doğrultuda, projede elde edilen sıcaklık farklarının yorumlanabilmesi ve ülkelerin iklim risk düzeylerinin değerlendirilebilmesi için bu farklara göre bir sınıflandırma yapılması gereklidir. Bu sınıflandırmanın yapılabilmesi için öncelikle raporda belirtilen sıcaklıklara göre kümeler oluşturulmuştur. Sıcaklık artışı değerlerine göre 0–1, 1–1.5, 1.5–2 ve 2 derece üzeri şeklinde ülkeler kümelere ayrılmıştır.

Ancak bu kümeler tek başına verileri anlamlandırmada yeterli olduğu düşünmediğimden, verilerin daha anlamlı hâle gelmesi ve ülkeler için bölgesel çözüm önerilerine zemin oluşturması amacıyla bu kümeler aynı raporlarda belirtilen risklere göre etiketlenerek sınıf haline getirilmiştir. Buna göre, 0 ile 1 derece arasındaki fark “düşük risk”, 1 ile 1.5 derece arası “orta risk”, 1.5 ile 2 derece arası “yüksek risk” ve 2 derece üzerindeki farklar ise “çok yüksek risk” olarak kabul eildi. Bu şekilde yapılan sınıflandırma, sadece sayısal sonuçlar vermekle kalmayıp, aynı zamanda ülkelerin karşı karşıya olduğu iklim tehditlerini daha açık biçimde ortaya koymak için bir temel sağlamaktadır.

# 3. RİSK EŞİĞİ İÇİN İNCELENEN KAYNAKLAR

## 3.1. IPCC (2018) – “Global Warming of 1.5°C” Özel Raporu

Raporda, 1.5°C ile 2°C arasındaki sıcaklık artışının iklim üzerindeki etkileri açısından ciddi farklar yarattığı açık şekilde ifade edilmektedir. Özellikle mercan resifleri örneğinde bu fark çok net görülmektedir: Sıcaklık artışı 1.5°C'ye ulaştığında resiflerin %70 ila %90'ı yok olurken, bu artış 2°C’ye çıktığında neredeyse tamamına yakını (%99) kaybolmaktadır. Aynı zamanda rapor, 1.0–1.5°C aralığını, iklim risklerinin belirginleşmeye başladığı eşik olarak tanımlar.

Bu veriler ışığında, 1.5°C seviyesi “yüksek riskin başladığı nokta” olarak, 2°C seviyesi ise “geri dönülmez etkilerin ortaya çıktığı sınır” olarak değerlendirilmiştir. Bu nedenle, projede 1.5–2.0°C aralığı “Yüksek Risk” olarak, 2.0°C ve üzeri ise “Çok Yüksek Risk” olarak sınıflandırılmıştır.

## 3.2. IPCC (2023) – AR6 Synthesis Report

IPCC’nin son değerlendirme raporunda 1.5°C seviyesi, “kritik bir geçiş noktası” olarak tanımlanmaktadır. Raporda ayrıca, 1.0°C’yi aşan sıcaklık artışlarının bile bazı doğal sistemler üzerinde kalıcı zararlar bırakabileceği açıkça belirtilmektedir.

Bu bilgiler doğrultusunda, 1.0°C sonrası risklerin belirginleştiği görülmüş ve bu nedenle 1.0–1.5°C aralığı “Orta Risk”, 1.0°C’nin altındaki artışlar ise “Düşük Risk” olarak sınıflandırılmıştır.

## 3.3. UNEP (UN Environment Programme) – Emissions Gap Report (2023)

Rapor, Paris Anlaşması’nın hedeflerine ulaşabilmek için küresel sıcaklık artışının mutlaka 1.5°C ile sınırlandırılması gerektiğini vurgulamaktadır. 2°C eşiğinin aşılması ise, özellikle en kırılgan ülkeler açısından çok yüksek risk anlamına gelmektedir.

Buradaki asıl mesaj, 2°C’nin üzerindeki bir ısınmanın iklim krizini artık kontrol edilemez bir noktaya taşıyabileceğidir. Bu nedenle projede, 2.0°C ve üzeri sıcaklık artışları doğrudan “Çok Yüksek Risk” olarak sınıflandırılmıştır.

## 3.4. NASA – Climate Change: How Do We Know?

1.0°C’yi aşan sıcaklık artışlarının, günümüzde bile somut etkiler yarattığı görülmektedir. Buzulların erimesi, deniz seviyesinin yükselmesi gibi değişimler, 1.0°C’nin artık güvenli bir eşik olmadığını açıkça ortaya koymaktadır. 1880’den bu yana küresel sıcaklık artışı yaklaşık 1.1°C’ye ulaşmış durumda ve bu artışın etkileri şimdiden hissedilmeye başlanmıştır.

Bu nedenle, söz konusu kaynaklar 1.0°C’nin altındaki sıcaklık artışlarını “Düşük Risk”, 1.0–1.5°C aralığını ise “Orta Risk” olarak sınıflandırmamızı desteklemektedir.

# 4.ARAŞTIRILAN ÖZNİTELİKLER VE TOPLANAN VERİLER

Küresel ısınmayla ilgili günümüzde uygulanabilecek pek çok çözüm yolu bulunsa da, sıcaklık artışına bağlı olarak kalıcı zarar görmüş bölgelerde eski durumu geri getirmek çoğu zaman mümkün değil. Bunun nedeni, ısınmanın yol açtığı etkilerin büyük bir kısmının geri döndürülemez nitelikte olmasıdır. Bu yüzden en mantıklı yol, gelecekte oluşabilecek etkileri azaltmaya çalışmak ve bu etkilere karşı zamanında önlem almaktır.

Bunu başarabilmek için öncelikle 2100 yılında sıcaklıkların ne kadar artabileceğini tahmin edebilmek gerekir. Bu da doğrudan ya da dolaylı şekilde küresel ısınmayı etkileyen faktörlerin belirlenmesini gerektirir. Böyle bir tahmin modeli oluşturulabilmesi için, küresel ısınmayla ilgili mümkün olduğunca çok veriye ulaşmak ve bu veriler üzerinden bir regresyon modeli kurmak önemlidir.

Bu projede, veri erişimi mümkün olan tüm ülkelerin 1980 ile 2013 yılları arasındaki dönemine ait bilgiler toplanmış ve toplamda 27 farklı özelliği içeren bir veri kümesi oluşturulmuştur. Hazırlanan veri seti 4892 satır ve 29 sütundan oluşmakta, ülkelerin yıllara göre değişen sosyal, çevresel ve politik göstergelerini içermekte. Öznitelikler seçilirken yalnızca küresel değil, bölgesel etkiler de dikkate alınmış, veri toplama süreci şu başlıklar etrafında şekillendirilmiştir: demografik yapı, sera gazı emisyon seviyeleri, enerji üretim ve tüketim verileri, karbon vergisi uygulamaları ve ülkelerin savaşta olup olmadıkları durumu. Bu sayesinde, daha gerçekçi ve anlamlı iklim riski tahminleri yapabilmemizi sağlayan bir regresyon modeli geliştirilmiştir.

## 4.1. Ülkeler Ve Demografik Yapıları

2100 yılına yönelik sıcaklık tahminleri yapılırken, ülkelerin emisyon miktarları ya da enerji üretimlerinden önce demografik yapılarına dair temel bilgilerin belirlenmesi gereklidir. Çünkü bir ülkenin nüfusu, yerleşim şekli ve doğal alan kullanımı, iklim üzerindeki etkilerin anlaşılması açısından önemli bir başlangıç noktasıdır. Bu nedenle toplam nüfus, kentsel ve kırsal nüfus oranları, nüfus yoğunluğu, ormanlık alan miktarı ve ülkenin bağlı olduğu kıta gibi öznitelikler modele dâhil edilmiştir.

Bu değişkenlerin seçilmesinin temel sebebi, ülke bazlı bir değerlendirme yapılmasıdır. Örneğin bir ülkede ne kadar yeşil alan bulunduğu ve bu alanların zaman içinde artıp azaldığı, çevresel değişimi anlamak açısından kritiktir. Aynı şekilde nüfus yoğunluğu, belirli bir alana düşen insan sayısını göstererek, kişi başına düşen CO₂ emisyonunun ne düzeyde olabileceği konusunda fikir verir. Bu göstergelerin 2013 yılına kadar olan değişimi analiz edilerek, 2100 yılına dair sıcaklık tahminlerinin daha sağlam temellere oturtulması amaçlanmıştır.

## 4.2. Emisyonlar

Küresel ısınmanın en önemli nedenlerinden biri olan sera gazı salımları, bu projede 2100 yılına yönelik sıcaklık tahminlerinin temel bileşenlerinden biri olarak ele alınmıştır. Atmosferde sera gazlarının zamanla birikmesi, dünya üzerindeki enerji dengesini bozmakta ve sıcaklıkların giderek artmasına yol açmaktadır. Bu nedenle geçmiş yıllara ait emisyon verilerinin modele dâhil edilmesi, yapılan sıcaklık öngörülerinin hem daha güvenilir hem de bilimsel açıdan daha sağlam temellere oturmasını sağlamaktadır.

Modelde kullanılan emisyon öznitelikleri arasında toplam karbondioksit (CO₂) ve metan (CH₄) emisyonları, tarım kaynaklı CH₄ salımları, yıllık toplam azot (Gg N/Year) ve karbon (TgC/year) salımı, kişi başına düşen CO₂ miktarı, yemek ve et tüketimi kaynaklı emisyonlar, fosil yakıt kullanımının sıcaklık üzerindeki etkisi ve sülfür dioksit (SO₂) salımı gibi birçok farklı gösterge yer almaktadır. Bu değişkenler, emisyonun hem doğrudan hem de dolaylı kaynaklarını yansıtarak ülkelerin çevre üzerindeki etkilerini farklı boyutlardan değerlendirmeye olanak tanımaktadır.

Örneğin, CO₂ ve CH₄ gibi gazlar doğrudan sera etkisi oluştururken, kişi başına düşen emisyon miktarı ülkelerin enerji tüketim alışkanlıklarını ve yaşam biçimlerini yansıtır. Yemek ve et tüketimiyle ilişkili emisyonlar ya da tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan salımlar ise daha dolaylı olsa da iklim üzerindeki etkileri açısından önemli veriler sunar. Bu tür özniteliklerin modele dahil edilmesi, sıcaklık artışına neden olan çevresel baskıların çok boyutlu bir şekilde analiz edilmesini mümkün kılmıştır.

## 4.3. Tüketilen ve Üretilen Enerji

Enerji üretimi ve tüketimi, küresel ısınmanın en önemli nedenleri arasında yer almakta. Özellikle fosil yakıtlara dayalı enerji kaynakları, atmosfere yayılan karbondioksit başta olmak üzere birçok zararlı gazın temel kaynağını oluşturmaktadır. Bu yüzden, proje kapsamında kullanılan sıcaklık tahmin modelinde enerjiyle ilgili göstergelere de yer verilmiştir.

Modelde kullanılan enerji değişkenleri arasında toplam enerji üretimi, kişi başına düşen enerji tüketimi (kWh olarak), yenilenebilir enerji oranı ile birlikte gaz, kömür ve petrol gibi fosil kaynaklardan sağlanan enerji oranları ve nükleer enerji üretim miktarları bulunmakta. Bu değişkenler, sadece enerji miktarını değil, aynı zamanda enerjinin hangi kaynaklardan elde edildiğini ve bu kaynakların çevre üzerindeki etkilerini de ortaya koymaktadır.

Fosil yakıt kullanım oranı yüksek olan ülkelerde genellikle karbon salınımı da yüksek olmakta ve bu durum sıcaklık artışlarıyla doğrudan ilişkilendirilebilmektedir. Buna karşılık, yenilenebilir enerji kullanımının daha fazla olduğu ülkelerde çevresel baskının daha az olduğu görülmekte ve bu fark, modelin öğrenme aşamasında dikkate değer bir ayrım yaratmaktadır. Nükleer enerji doğrudan sera gazı üretmese de, atık yönetimi ve üretim süreçleri nedeniyle bazı çevresel riskler taşıdığı için modele dahil edilmiştir.

Enerji verilerinin modele katılması, ülkelerin hem teknoloji düzeylerini hem de karbon yoğunluklarını daha iyi analiz etmeye imkân sağlamaktadır. Böylece model, sadece geçmişe ait sıcaklık verileriyle değil, bu sıcaklık değişimlerine neden olan yapısal faktörlerle de çalışır hale gelmiştir. Enerjiyle ilgili farklılıklar bu sayede 2100 yılına dair yapılan sıcaklık tahminlerinde önemli bir etkide bulunmuş ve ülkelerin risk düzeylerinin daha isabetli bir şekilde sınıflandırılmasına yardımcı olmuştur.

## 4.4. Savaş

Projede kullanılan sıcaklık tahmin modeline, ülkelerin belirli yıllarda savaşta olup olmadığını gösteren bir değişken de eklenmiştir. "Savaş" değişkeni, her yıl için 1 (savaş var) veya 0 (savaş yok) olarak ikili biçimde tanımlanmıştır.

Bu değişkenin modele dahil edilmesinin nedeni, savaşların doğrudan ya da dolaylı olarak çevre üzerinde ciddi etkiler yaratabilmesidir. Savaş hâlindeki ülkelerde enerji altyapıları zarar görebilir, tarım ve sanayi faaliyetleri aksayabilir, ormanlık alanlar tahrip olabilir ve bazen göç hareketleriyle birlikte kentleşme oranlarında ani değişiklikler yaşanabilir. Ayrıca savaş koşullarında çevre politikaları çoğu zaman askıya alınır; karbon salımını düzenleyen yasal düzenlemeler işlemez hâle gelir ve denetim mekanizmaları zayıflar. Tüm bunlar kısa vadede emisyonlarda dalgalanmalara, uzun vadede ise çevresel dengenin bozulmasına yol açabilir.

Modelleme aşamasında bu değişken, diğer verilerle birlikte ele alındığında bazı ülkelerde sıcaklık farklarının açıklanmasına katkı sağlamıştır. Bu sayede model yalnızca doğal ve ekonomik faktörlere değil; aynı zamanda toplumsal istikrar gibi iklimi dolaylı olarak etkileyen faktörlere de duyarlı hâle gelmiştir. Savaş gibi sosyal göstergelerin dâhil edilmesi, modelin tahmin gücünü artırmış ve iklim risklerinin daha disiplinler arası bir yaklaşımla değerlendirilmesine imkân tanımıştır.

## 4.5. Karbon Vergilendirmesi

İklim değişikliğiyle mücadelede en çok kullanılan yöntemlerden biri karbon vergisidir. Bu vergi, ülkelerin atmosfere salınan sera gazlarını azaltmak amacıyla uyguladığı ekonomik bir araçtır. Mantığı oldukça basittir: Karbondioksit ya da eşdeğer gaz salımı yapan kişi ya da kurumların, saldıkları her ton gaz için belli bir ücret ödemesi gerekir. Bu sayede hem daha temiz teknolojilere geçiş teşvik edilir hem de çevreye verilen zararın parasal bir karşılığı olmuş olur.

Bu projede karbon vergilendirmesiyle ilgili bilgiler, ülkelerin çevre politikalarına ne ölçüde önem verdiğini ve sera gazı salımına karşı ekonomik anlamda hangi önlemleri aldığını gösteren bir değişken olarak modele dâhil edilmiştir. Bu değişken, yıllık olarak 0 ve 1 şeklinde kodlanmış; yani o yıl ve ülkede karbon vergisi uygulanıp uygulanmadığı belirtilmiştir.

Karbon vergisinin modele eklenmesindeki temel neden, bu politikanın emisyon miktarları üzerinde doğrudan etkili olmasıdır. Vergi uygulanan ülkelerde fosil yakıt tüketiminde azalma eğilimi görülmekte, bu da zamanla daha düşük karbon salımına ve daha sınırlı sıcaklık artışına yol açabilmektedir. Ayrıca bu değişken, ülkelerin çevre duyarlılığı ve iklim politikalarına olan bağlılıklarının dolaylı bir göstergesi olarak da değerlendirilebilir.

Modelde karbon vergisi değişkeni, özellikle emisyon miktarı benzer olan ülkeler arasında farklı sıcaklık sonuçlarının nedenlerini açıklamada işe yaramıştır. Bu da çevre politikalarının, sadece teknolojik ya da doğal faktörlerle değil, alınan siyasi kararlarla da şekillendiğini ortaya koymaktadır. Böylece, sadece fiziksel verilere değil, politik tercihlere de dayalı daha kapsayıcı bir modelleme yapılabilmiştir.

## 4.6. Taşınan Hava Yolcusu

Taşınan hava yolcusu verisi, bir ülkedeki hava ulaşımı yoğunluğunu gösteren önemli göstergelerden biridir. Uçak yolculukları, kişi başına düşen karbon salımı açısından en yüksek oranlara sahip ulaşım türlerinden biri olduğu için, bu veri toplam emisyon seviyeleriyle doğrudan ilişkilidir. Bu nedenle proje kapsamında, ülkelerin yıllık olarak taşıdığı hava yolcusu sayısı modele dahil edilmiştir.

Bu değişken yalnızca ulaşım kaynaklı karbon salımını yansıtmakla kalmaz; aynı zamanda bir ülkenin ekonomik hareketliliği, turizm potansiyeli ve enerji tüketim alışkanlıkları hakkında da fikir verir. Bu sayede model, sadece doğrudan emisyon verilerine değil, aynı zamanda ulaşım altyapısının ve yaşam biçiminin iklim üzerindeki etkilerine de duyarlı hâle gelmiştir.

**4.7. Ortalama Sıcaklık**

Bu çalışmada ortalama sıcaklık, modelin tahmin etmeye çalıştığı ana değişken olarak belirlenmiştir. Her ülkenin belirli bir yıldaki iklimsel durumunu sayısal olarak temsil eden bu veri, projenin temel hedefini oluşturmaktadır. Modelde, 1980 ile 2013 yılları arasındaki yıllık ortalama sıcaklık değerleri kullanılarak geçmişe dönük eğilimler analiz edilmiş ve bu bilgiler temel alınarak 2100 yılına dair tahminler yapılmıştır.

Ortalama sıcaklık, modele bir girdi olarak değil, tahmin edilmesi gereken yani bağımlı değişken (dependent variable) olarak dâhil edilmiştir. Her ülkenin kendi tarihsel sıcaklık verisiyle model eğitildiği için, ülkeye özgü iklimsel farklılıklar da dikkate alınabilmiştir. Bu sayede sıcaklık artışı yalnızca mutlak değerler üzerinden değil, aynı zamanda zaman içindeki değişim eğilimlerine dayalı olarak da hesaplanmıştır.

# İKİNCİ BÖLÜM

# KULLANILAN VERİ MADENCİLİĞİ YÖNTEMLİERİ VE ÇIKTININ GÖRSELLER İLE ANALİZ EDİLİP DEĞERLENDİRİLMESİ

# 1. REGRESYON İLE VERİ MADENCİLİĞİ

Bu projede kullanılan ana model Ridge regresyondur. Bu yöntem, doğrusal regresyonun bir çeşidi olarak özellikle çoklu doğrusal bağlantı (yani değişkenler arasında yüksek ilişki) bulunan veri setlerinde daha sağlıklı sonuçlar vermesiyle öne çıkar. Normal doğrusal regresyon, değişkenler arasında böyle bir ilişki olduğunda kararsız tahminler üretebilir ve bu da modelin güvenilirliğini düşürebilir. Ridge regresyon ise bu sorunu, modele bir ceza terimi ekleyerek çözmeye çalışır. Bu ceza, katsayıların aşırı büyümesini engeller ve modelin genelleme yeteneğini artırır. Aynı zamanda aşırı uyuma (overfitting) karşı da koruma sağlar.

Bu çalışmada Ridge regresyon, 1980–2013 yılları arasında toplanmış ülke bazlı çevresel, ekonomik ve demografik verilerle eğitilmiş ve 2100 yılına yönelik sıcaklık artışlarını tahmin etmek için kullanılmıştır. Modelin bağımlı değişkeni ülkelerin yıllık ortalama sıcaklıklarıdır. Bağımsız değişkenler arasında kişi başına düşen karbondioksit salımı, nüfus yoğunluğu, enerji üretim biçimi, savaş durumu, karbon vergisi uygulamaları gibi çok sayıda öznitelik yer almaktadır.

Modelin kurulması öncesinde sayısal veriler, farklı ölçeklerde olmamaları için StandardScaler yöntemiyle dönüştürülmüş; kategorik veriler ise sayısal hale getirmek amacıyla One-Hot Encoding yöntemiyle kodlanmıştır. Ayrıca doğrusal olmayan ilişkileri yakalayabilmek için, bazı değişkenlerin ikinci dereceden bileşenleri PolynomialFeatures yöntemiyle modele dahil edilmiştir.

Ridge regresyon modeli yalnızca tahminler üretmekle kalmamış, aynı zamanda bu tahminlerin daha iyi anlaşılması için görsellerle desteklenmiştir. Görsel analizler sayesinde ülkelerin ve kıtaların taşıdığı iklim riskleri daha net biçimde ortaya konmuş ve bu da hangi bölgelerde acil önlem alınması gerektiğini belirlemeye yardımcı olmuştur. Örneğin kıta bazında oluşturulan grafiklerde, ülkelerin hangi risk seviyelerinde yoğunlaştığı görülmüş; histogram grafiklerinde ise sıcaklık artışlarının 1–2 °C arasında yoğunlaştığı tespit edilmiştir. Bu da pek çok ülkenin geri dönüşü zor etkilerle karşı karşıya kalabileceğini göstermektedir.

Ayrıca, en fazla ısınma riski taşıyan 10 ülkeyi gösteren bir grafik de hazırlanmış ve bu ülkelerin çoğunun Afrika ile Asya’da yer aldığı görülmüştür. Bu tür analizler, sadece bilimsel bir değerlendirme sunmakla kalmayıp, aynı zamanda karar vericilere stratejik açıdan yol gösterecek pratik bilgiler de sağlamaktadır.

Sonuç olarak Ridge regresyon, bu projede yalnızca teknik bir tahmin aracı değil, aynı zamanda çevresel politika üretimine katkı sağlayabilecek güçlü bir analiz yöntemi olarak başarıyla uygulanmıştır. Görsel sonuçların desteğiyle, modelden elde edilen bulgular daha anlaşılır hale gelmiş ve çalışmanın hem akademik hem de uygulamaya dönük değeri artmıştır.

## 2. SINIFLANDIRMA VE KÜMELEME

## 2.1 IPCC Eşiklerine Dayalı Sıcaklık Temelli Kümeleme İşlemi

Modelleme aşamasında, her ülke için 2100 yılına ait sıcaklık tahmini yapılmış ve bu değer, 2013 yılı verisiyle karşılaştırılarak sıcaklık artış farkı hesaplanmıştır. Ancak bu farklar, yalnızca sayısal veriler olarak ele alındığında, tek başına anlamlı ve uygulanabilir politika sonuçları üretmekte yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle, IPCC raporlarında yer alan bilimsel eşiklerden yararlanılarak ülkeler, sıcaklık artış miktarlarına göre gruplandırılmıştır.

Bu gruplandırma sürecinde ülkeler, sırasıyla 0–1 °C, 1–1.5 °C, 1.5–2 °C ve 2 °C üzeri olacak şekilde dört farklı aralıkta kümelere ayrılmıştır. Her küme, benzer sıcaklık artışı yaşayan ülkeleri bir araya getirerek verinin daha düzenli ve karşılaştırılabilir bir yapıya kavuşmasını sağlamıştır. Bu yöntem, otomatik bir algoritma yerine, IPCC’nin bilimsel eşiklerine dayanan uzman görüşüne dayalı bir kümeleme yaklaşımıdır.

Bu yapı sayesinde, sıcaklık farkı gibi sürekli bir değişken, belirli kategorilere dönüştürülmüş ve bu da hem sınıflandırma adımlarının hem de kıtasal düzeyde yapılan analizlerin temelini oluşturmuştur.

## 2.2 Etiketleme Yoluyla Risk Sınıflandırması ve Kıtasal Dağılım

Sıcaklık farklarına dayalı olarak oluşturulan gruplar, IPCC raporlarında belirtilen nitel tanımlara göre etiketlenmiş ve her gruba belirli bir risk seviyesi atanmıştır. Bu çerçevede, 0–1 °C aralığındaki ülkeler “Düşük Risk”, 1–1.5 °C aralığı “Orta Risk”, 1.5–2 °C aralığı “Yüksek Risk” ve 2 °C’nin üzerindeki sıcaklık farkına sahip ülkeler ise “Çok Yüksek Risk” kategorisine yerleştirilmiştir.

Ancak yalnızca her ülkenin risk düzeyini bilmek, bölgesel politika geliştirmek açısından yeterli değildir. Bu nedenle projede, ülkelerin bulundukları kıta bilgisiyle bu risk seviyeleri birleştirilmiş ve daha derinlemesine bir analiz yapılmıştır. Ülkeler hem kıtalarına hem de risk gruplarına göre eşleştirilmiş; böylece her risk seviyesinde hangi kıtanın ne ölçüde temsil edildiği net biçimde ortaya konmuştur. Bu işlem sonucunda, 111 ülkeyi içeren satır bazlı veri kümesi, 19 satırdan oluşan daha özet ve anlamlı bir tabloya dönüştürülmüştür.

Ortaya çıkan bu tablo hem grafiksel sunumlar için temel oluşturmuş hem de kıta bazında hangi risk grubunda kaç ülke yer aldığını göstermiştir. Böylece sadece ülke düzeyinde değil, coğrafi olarak da riskin yoğunlaştığı alanlar belirlenebilmiştir. Özellikle Afrika, Asya ve Avrupa kıtalarının “Çok Yüksek Risk” grubunda önemli bir yer tutması, bu bölgelerde iklimle ilgili çözüm politikalarının daha acil ve öncelikli olarak ele alınması gerektiğini gösteren çarpıcı bir bulgu olmuştur.

# 3. ÇIKTININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Regresyon modeli kullanılarak elde edilen 2100 yılına ait sıcaklık tahminleri, projenin temel hedeflerine uygun biçimde değerlendirilmiş ve analiz sürecine iki aşamalı bir yapıyla dâhil edilmiştir. İlk aşamada, her ülkenin 2013 yılı ile 2100 yılı arasındaki sıcaklık farkı ayrı ayrı hesaplanmış ve bu farklar doğrudan ülke düzeyinde analiz edilmiştir. Böylece her ülkenin iklim riski daha net bir şekilde ortaya konmuştur. Çünkü küresel ısınma tüm dünyayı etkilese de, her ülkenin bu etkiden ne ölçüde zarar göreceği aynı değildir. Bu nedenle risk değerlendirmesinin ülkeler özelinde yapılması büyük önem taşır.

İkinci aşamada ise, elde edilen sıcaklık artışı değerleri, IPCC’nin belirlediği eşiklere göre sınıflandırılmış ve “Düşük”, “Orta”, “Yüksek” ve “Çok Yüksek” risk kategorilerine ayrılmıştır. Bu sınıflandırmadan sonra ülkeler bulundukları kıtalara göre gruplanmış ve böylece kıta bazında genel bir tablo oluşturulmuştur. Bu yaklaşımın temel amacı, benzer çevresel ya da ekonomik koşullara sahip ülkelerin ortak çözüm yolları geliştirebilmesini kolaylaştırmaktır. Aynı kıtada yer alan ülkeler genellikle benzer sorunlarla karşı karşıya oldukları için, bölgesel politikaların birlikte şekillendirilmesi daha etkili sonuçlar doğurabilir. Ayrıca, kıtalar arası karşılaştırma ile hangi bölgelerin daha öncelikli müdahaleye ihtiyaç duyduğu da ortaya konmuştur.

Bu şekilde hem ülke bazında (mikro) hem de kıta bazında (makro) yapılan analizler, sadece tahmin üretmenin ötesine geçerek veri madenciliği yöntemlerinin karar alma ve politika geliştirme süreçlerine nasıl katkı sağlayabileceğini göstermiştir. Bu bölümde sunulan çıktılar, ilerleyen aşamalarda önerilecek bölgesel çözümlerin sağlam bir bilimsel temele oturmasına yardımcı olmakta; projenin yalnızca teknik değil, aynı zamanda uygulanabilir bir yönü olduğunu da ortaya koymaktadır.

## 3.1 Kıta Bazlı Risk Dağılımı

Bu grafik, ülkelerin IPCC tarafından belirlenen sıcaklık artışı eşiklerine göre sınıflandırılan risk seviyelerini, aynı zamanda bu ülkelerin hangi kıtada yer aldığı bilgisiyle birlikte göstermektedir. Risk seviyeleri dört grupta toplanmıştır: “Düşük Risk”, “Orta Risk”, “Yüksek Risk” ve “Çok Yüksek Risk”. Grafik, 2100 yılına kadar öngörülen sıcaklık artışları ışığında, kıtalar düzeyinde hangi bölgelerin iklim değişikliğine karşı daha hassas olduğunu özetlemektedir.

Özellikle Afrika ve Asya kıtalarında “Çok Yüksek Risk” kategorisine giren ülke sayısının fazla olması, bu bölgelerin küresel ısınma karşısında en savunmasız alanlar arasında olduğunu göstermektedir. Avrupa’da da “Yüksek” ve “Çok Yüksek” risk grubunda bulunan ülke sayısının dikkat çekecek düzeyde olması, sanayileşmiş ülkelerin çevresel sürdürülebilirlik açısından uzun vadede ciddi risklerle karşı karşıya kalabileceğini düşündürmektedir.

Bu analiz, iklim risklerinin sadece ülke özelinde değil, kıtasal ölçekte ve daha geniş coğrafi bakış açılarıyla değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Aynı zamanda farklı kıtalar için karşılaştırmalı ve bölgeye özgü politika önerileri geliştirilmesinin ne kadar önemli olduğunu da vurgulamaktadır.

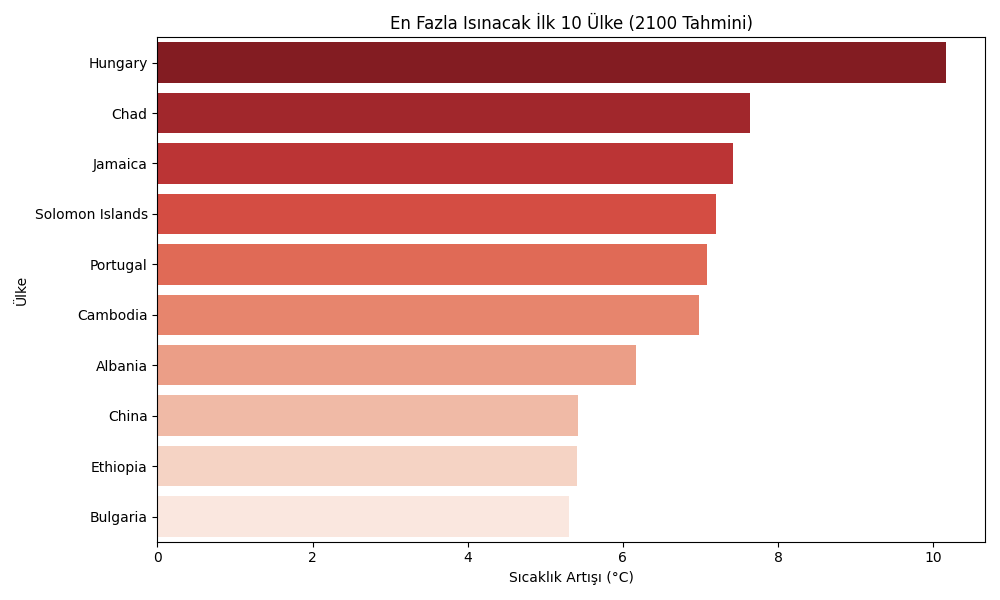
## 3.2 Küresel Sıcaklık Artışı Dağılımı

Bu histogram, projede elde edilen 2100 yılına ait ortalama sıcaklık farklarının ülke bazında ne sıklıkta görüldüğünü göstermektedir. Grafikte dikkat çeken nokta, ülkelerin büyük bir kısmının 1.0 ile 2.0 °C arasında bir sıcaklık artışı yaşayacak olmasıdır. Bu sıcaklık aralığı, IPCC raporlarında kalıcı etkilerin başladığı kritik eşiklerle örtüşmektedir.

Grafiğin sağ tarafında, yalnızca az sayıda ülkenin 2 °C’nin üzerinde bir sıcaklık artışı yaşayacağı; sol tarafında ise 1 °C’nin altında kalacak ülkelerin sayısının oldukça sınırlı olduğu görülmektedir. Bu dağılım, küresel ölçekte pek çok ülkenin orta ve yüksek risk grubuna girdiğini ve iklim değişikliğinin etkilerinin yaygınlaştığını göstermektedir.

Bu tür bir analiz, sadece sıcaklık farklarının büyüklüğünü değil, bu farkların ülkeler arasında nasıl bir dağılım gösterdiğini de anlamamıza yardımcı olmaktadır. Aynı zamanda bu dağılım, daha önce belirlenen risk seviyeleriyle uyum gösterdiği için model sonuçlarının görsel olarak da desteklendiğini ortaya koymaktadır.

## 3.3 En Fazla Isınacak İlk 10 Ülke



Bu grafik, 2100 yılına yönelik tahminlerde en fazla sıcaklık artışı yaşaması beklenen ilk 10 ülkeyi sıralı olarak göstermektedir. Listede yer alan ülkelerin büyük çoğunluğu Afrika ve Asya kıtalarındadır. Bu da hem coğrafi konumları hem de yapısal kırılganlıkları nedeniyle bu bölgelerin iklim krizine karşı daha savunmasız olduğunu ortaya koymaktadır.

En üst sıralarda yer alan ülkelerde genellikle orman kaybı, yoğun nüfus, fosil yakıt kullanımının yaygınlığı ve karbon vergisi gibi çevresel düzenlemelerin eksikliği dikkat çekmektedir. Bu faktörler, güçlü bir çevre politikası uygulanmadığında sıcaklık artışlarının uzun vadede daha hızlı ilerleyebileceğini göstermektedir.

Grafik aynı zamanda, iklim politikaları açısından hangi ülkelerin öncelikli olarak ele alınması gerektiğine dair karar vericilere yol gösteren önemli bir araç niteliğindedir. Bunun yanında, bu ülkelerin küresel ısınmayla mücadelede daha fazla destek, kaynak ve teknolojiye ihtiyaç duyduğunu da net biçimde ortaya koymaktadır.

## 3.4 Görsel Analizlerin Katkısı ve Sonuçların Güçlendirilmesi

Regresyon modeli çıktılarının görselleştirilmesi, sadece sayısal verilerle ifade edilen tahminlerin çok daha anlaşılır, karşılaştırılabilir ve karar destek süreçlerine uygun hâle gelmesini sağlamıştır. Özellikle kıta ve ülke düzeyinde yapılan grafiksel analizler sayesinde, sıcaklık artışlarının bölgesel dağılımı net biçimde ortaya konmuş; bu durum çözüm önerilerinin de bölgesel dinamiklere göre şekillendirilmesine olanak tanımıştır.

Görseller, modelin sadece doğruluğunu değil, uygulanabilirliğini ve stratejik önemini de destekleyen bir araç olarak değerlendirilmiştir. Analitik model ile karar vericiye yönelik sezgisel yorumlar arasında köprü kuran bu görseller, çalışmanın etki gücünü önemli ölçüde artırmaktadır.

# ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

# ÇÖZÜM ÖNERİLERİ VE SONUÇ

# 1. BÖLGESEL ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

2100 yılına yönelik sıcaklık tahminleri Ridge regresyon modeliyle hesaplandıktan sonra, IPCC raporlarında belirtilen eşiklere göre yapılan risk sınıflandırması ve kıtalar bazında gerçekleştirilen gruplama, küresel ısınmanın dünya genelinde eşit şekilde dağılmadığını net bir şekilde ortaya koymuştur. Yapılan analizde ülkeler, 0–1, 1–1.5, 1.5–2 ve 2 °C üzeri sıcaklık farkı aralıklarına göre dört gruba ayrılmış; bu gruplar da sırasıyla “Düşük”, “Orta”, “Yüksek” ve “Çok Yüksek Risk” şeklinde tanımlanmıştır.

Bu sınıflandırma, ülkelerin bulundukları kıtalarla birleştirilerek, 111 ülkeyi kapsayan geniş veri kümesi daha sade bir yapıya indirgenmiş ve toplamda 19 satırlık kıtasal-risk tabanlı bir özet tabloya dönüştürülmüştür. Bu görselleştirilmiş yapı sayesinde, çözüm önerilerinin sadece ülke düzeyinde değil, aynı zamanda bölgesel önceliklere göre geliştirilmesi mümkün hâle gelmiştir.

Özellikle “Çok Yüksek Risk” grubundaki ülkelerin büyük bir kısmının Avrupa (9 ülke), Asya (6 ülke) ve Afrika (5 ülke) kıtalarında yer alması, bölgesel farklılıkların dikkate alındığı stratejilere duyulan ihtiyacı açıkça göstermektedir. Bu durum, iklim değişikliğiyle mücadelede evrensel çözümlerin yanı sıra bölgeye özel politikaların da geliştirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

## 1.1 Avrupa İçin Çözüm Önerileri

Avrupa kıtasında yer alan çok yüksek riskli ülkeler, sanayileşmenin ve yüksek enerji tüketiminin uzun yıllardır sürdüğü gelişmiş ekonomilerdir. Bu ülkelerin sıcaklık artış riskine karşı alabilecekleri şu şekildedir:

### 1.1.1. Sanayi ve Enerji Politikaları

Avrupa’da fosil yakıtlardan hızlı ve kararlı bir şekilde çıkışın sağlanabilmesi için, bağlayıcı ve net bir takvim belirlenmesi gerekmektedir. Doğal gaz, kömür ve petrol gibi fosil kaynaklara verilen teşvikler kademeli olarak sona erdirilmeli; bu alanlardaki desteklerin yenilenebilir enerjiye yönlendirilmesi sağlanmalıdır. Aynı zamanda, karbon emisyon ticareti sistemleri gözden geçirilmeli ve karbon fiyatları yükseltilerek, emisyon yapan aktörler üzerinde daha güçlü bir caydırıcılık etkisi yaratılmalıdır.

### 1.1.2. Şehirleşme ve Altyapı

“Yeşil şehirleşme” hedefi doğrultusunda, şehir içi ulaşımın karbonsuzlaştırılması öncelikli bir politika haline gelmelidir. Bu kapsamda tramvay hatları, bisiklet yolları ve elektrikli toplu taşıma sistemleri yaygınlaştırılarak fosil yakıta bağımlılık azaltılmalıdır. Öte yandan, binalarda enerji verimliliği standart hâline getirilmeli; eski yapıların karbon ayak izini düşürecek şekilde yenilenmesi için mali teşvik mekanizmaları devreye sokulmalıdır.

### 1.1.3. Ar-Ge ve Teknoloji Geliştirme

Karbon tutma ve depolama (CCS) teknolojilerinin yaygınlaştırılabilmesi için, bu alandaki devlet destekli yatırımların artırılması büyük önem taşımaktadır. Avrupa İnovasyon Fonu gibi mevcut finansman mekanizmaları, CCS teknolojilerine öncelik verecek şekilde yeniden yapılandırılmalı ve bu teknolojilerin araştırma, geliştirme ve uygulama süreçleri güçlü biçimde desteklenmelidir.

### 1.1.4. Hukuki ve Kurumsal Düzenlemeler

Avrupa Yeşil Mutabakatının ulusal düzeydeki karşılıkları bağlayıcı hale getirilerek uygulama boşlukları ortadan kaldırılmalı; çevre bakanlıklarının bağımsızlığı ve denetim gücü artırılmalıdır.

## 1.2 Asya İçin Çözüm Önerileri

Asya kıtası, hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkeleri bünyesinde barındıran heterojen bir yapıya sahiptir. Bu bölgede yüksek risk grubunda yer alan ülkelerin çoğu, yüksek nüfus yoğunluğu, hızlı kentleşme ve sanayi kaynaklı emisyonlar nedeniyle küresel ısınmadan ciddi biçimde etkilenmektedir.

### 1.2.1. Yenilenebilir Enerji Yatırımları

Güneş, rüzgâr ve hidroelektrik gibi yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik ulusal düzeyde stratejik planlar hazırlanmalı; bu alandaki projeler kamu ve özel sektör iş birliğiyle hayata geçirilmelidir. Özellikle kırsal bölgelerde, mikro-şebeke (microgrid) ve şebekeden bağımsız (off-grid) çözümlerle enerjiye erişim sağlanırken, karbon salımının minimumda tutulması hedeflenmelidir.

### 1.2.2. Tarımsal Dönüşüm

Pirinç üretimi ve hayvancılık gibi yüksek metan salımına neden olan tarımsal faaliyetler, yeni nesil sulama yöntemleri, daha verimli yemleme sistemleri ve gelişmiş atık yönetimi teknikleriyle çevre dostu hâle getirilmelidir. Aynı zamanda çiftçilere, iklim dirençli tarım uygulamaları konusunda yaygın eğitim fırsatları sunulmalı ve bu dönüşümü destekleyecek uygun koşullarda kredi ve teşvik mekanizmaları devreye alınmalıdır.

### 1.2.3. Kentsel Planlama

Mega kentlerde giderek artan ısı adası etkisini azaltmak için, zorunlu ağaçlandırma uygulamaları, yeşil çatı sistemleri ve yansıtıcı yüzeylerin kullanımı gibi çözümler teşvik edilmelidir. Şehir içi ulaşımda elektrikli otobüsler ve metro gibi karbon nötr seçeneklerin yaygınlaştırılması sağlanmalı; buna paralel olarak bireysel araç kullanımını azaltacak caydırıcı politikalar hayata geçirilmelidir.

### 1.2.4. Eğitim ve Farkındalık

İlköğretim düzeyinden itibaren iklim değişikliğine dikkat çekecek müfredat oluşturulmalı, insanların iklim okuryazarlığı bu doğrultuda arttırılmalıdır.

## 1.3 Afrika İçin Çözüm Önerileri

Afrika kıtası, iklim krizinden en fazla etkilenmesi beklenen bölgelerden biridir; ancak küresel sera gazı salımına en düşük katkıyı yapan kıtalardan biri olmayı da sürdürmektedir. Bu nedenle, bu bölgeye yönelik çözüm önerileri adil olmalı; dayanıklılığı artıran ve uluslararası destek mekanizmalarıyla güçlendirilmiş politikalar içermelidir.

### 1.3.1. Uluslararası Destek Mekanizmaları

Afrika ülkeleri için, Paris Anlaşması kapsamında taahhüt edilen iklim finansmanı yükümlülükleri gecikmeden yerine getirilmelidir. Yeşil altyapı ve temiz enerji projelerine yönelik fon akışı artırılmalı; bu yatırımların sürdürülebilir kalkınma ile uyumlu şekilde hayata geçmesi sağlanmalıdır. Ayrıca, uluslararası kalkınma bankalarının Afrika’daki iklim uyum projelerine faizsiz kredi ve hibe desteği sunması büyük önem taşımaktadır.

### 1.3.2. Doğal Kaynak Yönetimi

Ormansızlaşmanın önüne geçebilmek için, yerel halkın aktif katılımıyla yürütülecek koruma programları geliştirilmelidir. Aynı zamanda su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi için damla sulama gibi yenilikçi teknikler ile güneş enerjisiyle çalışan su pompaları teşvik edilerek, çevre dostu çözümler yaygınlaştırılmalıdır.

### 1.3.3. Erken Uyarı ve Kriz Yönetimi

Kuraklık, sel ve çölleşme gibi iklim kaynaklı afetlere karşı erken uyarı sistemleri kurulmalı ve bu sistemlerin yerelde etkin biçimde kullanılması sağlanmalıdır. Ayrıca, yerel yönetimlerin bu tür afetlere karşı hazırlıklı olabilmesi için iklim afet planları oluşturmalarına yönelik teknik destek ve kapasite geliştirme desteği sunulmalıdır.

### 1.3.4. Toplumsal Dayanıklılık

Kırsal kesimde yaşayan kadınların ve gençlerin iklim direncini güçlendirmek amacıyla, kooperatiflere ve mikro ölçekli girişimlere katılımları desteklenmeli ve teşvik edilmelidir. Aynı zamanda yerel halkın sahip olduğu geleneksel çevre bilgisi ve uygulamaları, modern iklim planlamasıyla entegre edilerek daha sürdürülebilir çözümler geliştirilmelidir.

## 1.4 Küresel ve Kıtalar Arası Stratejik Öneriler

### 1.4.1. Ortak Risk Haritalama

Ülkelerin sıcaklık artış farkına göre belirlenen risk düzeyleri, kıtalar arası iş birliği ve politika uyumunu güçlendirmek amacıyla ortak dijital haritalar aracılığıyla görselleştirilmelidir. Bu haritalar, karar vericilere risk dağılımını daha net görme ve bölgesel stratejileri birlikte planlama imkânı sunacaktır.

### 1.4.2. Bilimsel Bilgi Paylaşımı

IPCC raporları doğrultusunda, ülkeler iklimle ilgili iyi uygulama örneklerini ve modelleme sonuçlarını birbirleriyle paylaşmalı; bu sayede ortak öğrenme ve politika geliştirme süreçleri desteklenmelidir.

### 1.4.3. Emisyon Yükümlülüğünün Adil Dağıtımı

Küresel sıcaklık artışından en fazla etkilenecek bölgeler göz önünde bulundurularak, sera gazı salım yükümlülükleri ve emisyon azaltım sorumlulukları, ülkeler arasındaki tarihsel ve yapısal eşitsizlikleri gözeten adil bir şekilde yeniden düzenlenmelidir.

# 2. SONUÇ

Bu çalışma, küresel ısınmanın ülkeler üzerindeki uzun vadeli etkilerini veri madenciliği yöntemleriyle tahmin etmeyi hedeflemiştir. Çünkü küresel ısınma yalnızca çevreyle sınırlı bir kriz değil, aynı zamanda demografik, ekonomik ve siyasal boyutları olan karmaşık ve önemli bir sorundur. Bu nedenle proje sadece sıcaklık tahminleri üretmekle yetinmemiş, aynı zamanda iklim değişikliğinin nedenlerini anlamaya yardımcı olacak veri temelli bir çerçeve sunmayı ve uygulanabilir politikalar geliştirmeyi amaçlamıştır.

Projenin temel problemi, ülkelerin küresel ısınmadan farklı düzeylerde etkilenmesidir. Bu fark, ülkelerin demografik yapıları, emisyon miktarları, enerji politikaları ve çevresel koşullarından kaynaklanmaktadır. Bu doğrultuda, 1980–2013 yılları arasındaki verilere dayanılarak her ülkeye ait geçmiş bilgiler toplanmış ve bu çok boyutlu veri kümesi Ridge regresyon modeliyle analiz edilmiştir. Bu yöntem, karmaşık ve çoklu doğrusal bağlantı içeren veri yapılarında daha istikrarlı ve doğru sonuçlar verdiği için tercih edilmiştir.

Model aracılığıyla elde edilen 2100 yılı sıcaklık tahminleriyle, 2013 yılına ait gerçek sıcaklık değerleri arasındaki fark hesaplanmış ve bu farklara göre ülkeler risk seviyelerine ayrılmıştır. IPCC raporları dikkate alınarak 0–1 °C fark “Düşük”, 1–1.5 °C “Orta”, 1.5–2 °C “Yüksek” ve 2 °C üzeri “Çok Yüksek Risk” olarak tanımlanmıştır. Her ülke, bu eşiklere göre uygun kümelere yerleştirilmiştir.

Ancak bu sınıflandırmanın yalnızca sayısal düzeyde bırakılması yeterli görülmemiştir. Ülkelerin ait oldukları kıtalar da dikkate alınarak, bu risk grupları kıta bazında da analiz edilmiştir. Böylece küresel ısınmanın coğrafi olarak nerelerde yoğunlaştığı ve hangi bölgelerin daha kırılgan olduğu ortaya konmuştur. Özellikle Avrupa, Asya ve Afrika’da “Çok Yüksek Risk” grubunda yer alan ülke sayısının fazla olması, çözüm yollarının sadece ülke bazlı değil, kıtasal ölçekte düşünülmesi gerektiğini göstermiştir.

Bu nedenle çalışmada, her kıta için ayrı çözüm önerileri geliştirilmiş ve bu öneriler oluşturulurken demografik yapı, enerji kullanımı, ekonomik gelişmişlik ve kurumsal kapasite gibi faktörler dikkate alınmıştır.

Genel olarak bu proje, veri madenciliği yöntemlerinin çevresel sorunlara nasıl uygulanabileceğini gösteren deneysel bir örnek olmuştur. Ridge regresyonun tahmin gücü sınırlı olsa da, elde edilen bulgular ülkelerin gelecekte karşı karşıya kalabileceği risk seviyelerinin belirlenmesinde yol gösterici olmuştur. Analizlerin kıtasal dağılımla desteklenmesi ise iklim kırılganlığına daha bütüncül bir bakış sunmuş, çözüm stratejilerinin geliştirilmesine katkı sağlamıştır. Bu yönüyle çalışma, teknik derinlikten çok yapısal bütünlüğe odaklanan bir yaklaşımla değerlendirilmelidir.

# KAYNAKÇA

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2018). *Global warming of 1.5°C: An IPCC Special Report*. <https://www.ipcc.ch/sr15/>

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2023). *AR6 synthesis report: Climate change 2023*. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>

United Nations Environment Programme (UNEP). (2023). *Emissions gap report 2023: Broken record*. <https://www.unep.org/resources/emissions-gap-report-2023>

NASA. (n.d.). *Climate change: How do we know?* Retrieved April 2025, from <https://climate.nasa.gov/evidence/>

Berkeley Earth. (2021). *Climate change: Earth surface temperature data* [Data set]. Kaggle. <https://www.kaggle.com/datasets/berkeleyearth/climate-change-earth-surface-temperature-data>

Global Carbon Atlas. (n.d.). *Carbon emissions*. Retrieved May 27, 2025, from <https://globalcarbonatlas.org/emissions/carbon-emissions/>

Global Carbon Atlas. (n.d.). *Land-use emissions*. Retrieved May 27, 2025, from <https://globalcarbonatlas.org/emissions/land-use/>

Global Carbon Atlas. (n.d.). *Nitrous oxide emissions*. Retrieved May 27, 2025, from <https://globalcarbonatlas.org/emissions/nitrous-oxide-emissions/>

Altan, H. S. (2022). *Countries by continent* [Data set]. Kaggle. <https://www.kaggle.com/datasets/hserdaraltan/countries-by-continent>

Dabbas, E. (2019). *Migration data (World Bank, 1960–2018)* [Data set]. Kaggle. <https://www.kaggle.com/datasets/eliasdabbas/migration-data-worldbank-1960-2018>

Gapminder. (n.d.). *GD003: Population by country from 1800 onward*. Retrieved May 27, 2025, from <https://www.gapminder.org/data/documentation/gd003/>

Bhatti, M. A. (n.d.). *CO₂ emission by countries year-wise* [Data set]. Kaggle. Retrieved May 27, 2025, from <https://www.kaggle.com/datasets/moazzimalibhatti/co2-emission-by-countries-year-wise>

Miller, A. (n.d.). *Global CO₂, energy, methane, population, temperature* [Data set]. Kaggle. Retrieved May 27, 2025, from <https://www.kaggle.com/datasets/austinmiller88/global-co2energymethanepopulationtemperature>

Our World in Data. (n.d.). *Nuclear energy*. Retrieved May 27, 2025, from <https://ourworldindata.org/nuclear-energy>

World Bank. (n.d.). *CH₄ emissions from agriculture (EN.GHG.CH4.AG.MT.CE.AR5)*. Retrieved May 27, 2025, from <https://data.worldbank.org/indicator/EN.GHG.CH4.AG.MT.CE.AR5>

Our World in Data. (n.d.). *Locations of ongoing armed conflicts*. Retrieved May 27, 2025, from <https://ourworldindata.org/grapher/locations-of-ongoing-armed-conflicts>

Our World in Data. (n.d.). *Meat consumption vs GDP per capita*. Retrieved May 27, 2025, from <https://ourworldindata.org/grapher/meat-consumption-vs-gdp-per-capita>

Our World in Data. (n.d.). *Sulphur dioxide and coal*. Retrieved May 27, 2025, from <https://ourworldindata.org/grapher/sulphur-dioxide-and-coal>

Our World in Data. (n.d.). *Carbon tax instruments*. Retrieved May 27, 2025, from <https://ourworldindata.org/grapher/carbon-tax-instruments>

Our World in Data. (n.d.). *Global warming from fossil fuels*. Retrieved May 27, 2025, from <https://ourworldindata.org/grapher/global-warming-fossil>

Our World in Data. (n.d.). *Emissions from food*. Retrieved May 27, 2025, from <https://ourworldindata.org/grapher/emissions-from-food>

Our World in Data. (n.d.). *Urbanization*. Retrieved May 27, 2025, from <https://ourworldindata.org/urbanization>

Our World in Data. (n.d.). *Air passengers carried*. Retrieved May 27, 2025, from <https://ourworldindata.org/grapher/air-passengers-carried>

Our World in Data. (n.d.). *Forest area*. Retrieved May 27, 2025, from <https://ourworldindata.org/forest-area>