

2209/A

**ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİ ARAŞTIRMA PROJELERİ DESTEK
PROGRAMI**

SONUÇ RAPORU

**PROJE BAŞLIĞI: ZAMAN SERİLERİ VE YAPAY SİNİR AĞLARI
KULLANILARAK İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ İLE SIGORTA
SEKTÖRLERİNİN İNCELENMESİ VE SINIFLANDIRILMASI**

PROJE YÜRÜTÜCÜSÜNÜN ADI: Esra CAN

DANIŞMANININ ADI: Prof. Dr. Reşat KASAP

GENEL BİLGİLER

PROJENİN KONUSU	1990–2023 yılları arasında Türkiye'de gözlemlenen iklim değişikliği göstergeleri ile sigorta sektörü arasındaki ilişkinin zaman serileri ve yapay sinir ağları kullanılarak incelenmesi ve sınıflandırılması
PROJE YÜRÜTÜCÜSÜNÜN ADI	Esra Can
DANIŞMANIN ADI	Prof. Dr. Reşat KASAP
PROJE BAŞLANGIÇ VE BİTİŞ TARİHLERİ	08.04.2025-06.10.2025

Sonuç Raporu Formatı:

1. Giriş

İklim değişikliği ve küresel ısınma, hayatımızın birçok alanını şimdiden etkilemeye başlayan önemli bir global sorun olarak karşımızdadır (Alper ve Anbar, 2008). Fosil yakıt kullanımı, sanayileşme ve ormansızlaşma gibi insan faaliyetlerinin sonucunda atmosfere salınan sera gazları, dünya genelinde sıcaklıkların artmasına ve doğal afetlerin sıklığının yükselmesine neden olmaktadır. Sera gazı emisyonları artmaya devam ettikçe, iklim değişikliğinin etkileri de artmaktadır. Sel, kuraklık, fırtına, orman yangını gibi ekstrem hava olayları yalnızca ekolojik dengeyi değil, aynı zamanda ekonomik sistemleri de büyük ölçüde etkilemektedir.

Küresel ısınma ve iklim değişikliği yarattığı etkiler ve ortaya çıkardığı sonuçlar itibariyle turizmden sağlığa, kuraklıktan doğal afetlere, tarımdan sanayiye kadar pek çok alanı etkilemektedir. İnsanlar üzerindeki etkileri ve zararları artmaka insanlar da doğan bu zararlara karşı korunma ihtiyacı duydukları için mal varlıklarını sigorta altına almak isterler. Küresel ısınma ve iklim olaylarından doğan zararlar önce sigortalıları daha sonra da sigorta şirketlerini etkilemektedir. İklim değişikliğinin ortaya çıkardığı yeni riskler sigorta şirketlerine farklı avantajlar da sunmaktadır. Fakat iklim değişikliklerinin zararları gün geçtikçe artmaktadır ve sigorta şirketleri bazen bu olaylardan dolayı çok ağır zararlar görmektedir (Hokka, Durgut ve Bozkurt, 2017).

İklim değişikliği özellikle sigorta sektörü için araştırılması, geliştirilmesi, anlaşılması, etki ve sonuçlarının incelenmesi gereken bir konudur. Sigorta sektörü doğal afetleri engelleyemeyeceği için ortaya çıkabilecek olumsuz sonuçları en aza indirmeye, değişen iklim koşullarına uygun yeni ürün ve hizmetler çıkarmaya çalışmaktadır (Torusdağ, Tepeci ve Metin, 2024).

Bu çalışmada öncelikle problem durumu ifade edilecek olursa; sigortacılık sektörünün kendisi için risk ve fırsatları barındıran iklim değişikliğinin etkilerini iyi bir şekilde yönetebilmesi için doğru ve risk temelli bir raporlama sürecine ihtiyacı vardır (Arzova ve Şahin, 2002). Doğal afetlerin sıklıklarında ve şiddetlerinde meydana gelen artışlar, sigortalı kıymetlerde kayıplara sebep olmakta ve sigorta şirketlerinin katlanması gereken mali zararlarını artırmaktadır (Torusdağ, Tepeci ve Metin, 2024).

Sigorta sektöründe iklim değişikliğine bağlı en önemli risk, iklim-iliskili doğal afetlerin sayılarındaki ve şiddetindeki artışa bağlı olarak, sigorta kapsamındaki hasarların çok yüksek tutarlarla ulaşılabilmesi ve sigorta şirketlerini ve reasürans şirketlerini mali açıdan zor durumda bırakma olasılığıdır (Alper ve Anbar, 2008). Bu bağlamda, bu araştırma için önemli iki soru ortaya çıkabilir. "İklimsel değişiklikler sigortalı kıymetlerde kayıplara sebep olmakta mıdır?" ve "Sigorta şirketlerinin katlanması gereken mali zararlarını artırmakta mıdır?" incelenecektir.

Bu çalışma, mevcut literatüre yeni bir perspektif kazandırarak, sigorta sektörünün iklim değişikliğiyle mücadelede nasıl bir rol üstlenebileceğini ortaya koymayı hedeflemektedir. Aynı zamanda bu çalışma ile "1990-2023 yılları arasında Türkiye geneli ve iller bazında (Antalya, Ankara, İzmir, İstanbul, Samsun, Diyarbakır, Erzurum) iklim değişikliğinin ortaya çıkardığı sonuçların sigorta sektörüne anlamlı bir etkisi var mıdır?" durumu üzerinde inceleme yapılacaktır.

2. Rapor dönemlerinde yapılan çalışmalar

2.1. VERİ VE YÖNTEMLER

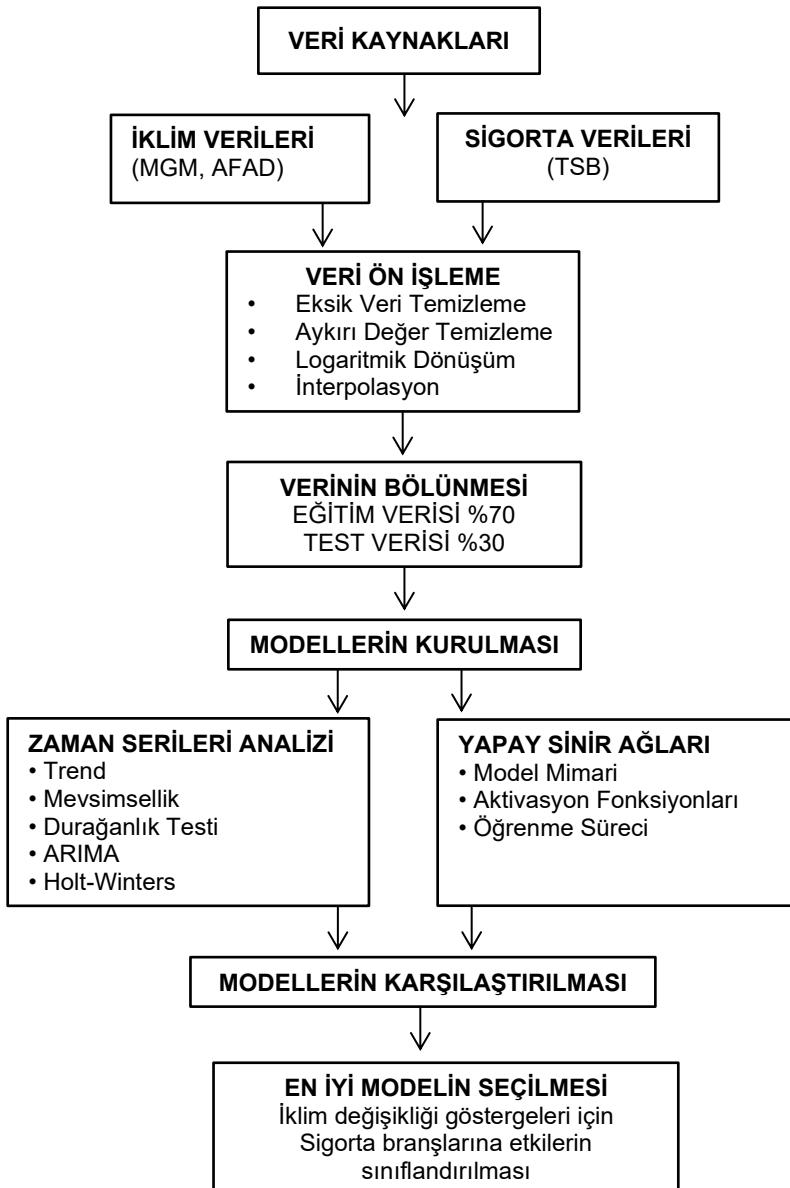
Araştırmamızda Türkiye geneli analiz yapabilmek amacıyla ülkemizin yedi bölgесinden yedi ilimizi seçtik. Bu illeri yedi bölgeyi en iyi temsil edebilecek örneklerden seçmek amacıyla, veri ve kaynak açısından daha yoğun olan ve bölgeleri coğrafik yönünden de merkezi olarak temsil edecek şekilde seçtik. Marmara bölgesine temsilen, İstanbul'u;

İç Anadolu bölgесine temsilen, Ankara'yı; Ege bölgесine temsilen, İzmir'i; Karadeniz bölgесine temsilen, Samsun'u; Güneydoğu Anadolu bölgесine temsilen, Diyarbakırı'; Doğu Anadolu bölgесine temsilen, Erzurum'u ele aldık. İklim verileri istasyon bazında ölçüldüğü için yine seçtiğimiz illerden en merkezi istasyonları örneklemimize aldık. İstanbul için Sarıyer/Kumköy-Kilis istasyonunu, Ankara için Ankara Bölge istasyonunu, İzmir için İzmir Bölge istasyonunu, Samsun için Samsun Bölge istasyonunu, Diyarbakır için Diyarbakır Havalimanı istasyonunu, İstanbul için Sarıyer/Kumköy-Kilis istasyonunu, Ankara için Ankara Bölge istasyonunu, İzmir için İzmir Bölge istasyonunu, Samsun için Samsun Bölge istasyonunu, Diyarbakır için Diyarbakır Havalimanı istasyonunu ve Erzurum için Erzurum Havalimanı istasyonunu aldık. Sigorta analizi için Türkiye Sigorta Birliğinden talep ettiğimiz verilerden iklim değişikliğiyle alakalı olduğunu düşündüğümüz sigorta branşlarından; ferdi kaza sigortası, kasko, trafik sigortası, nakliyat sigortası, hastalık sağlık sigortası, tarım sigortası, yangın ve doğal afetler sigortası son olarak da hava araçları uçak ve tekne sigortasını örneklemimize aldık. Bazı veriler ile ilgili özel durumlar şu şekilde;

- Hastalık/sağlık sigortası 1997 yılına kadar bir sigorta branşı değildi. Bu yüzden veriler 1998-2023 yılları arasında olacak şekilde analize alındı.
- Tarım sigortası 1997 yılına kadar başka sigorta branşları altında yapıldığı için verilere erişmek mümkün değildi. Bu yüzden veriler 1998-2023 yılları arasında olacak şekilde analize alındı.
- Yangın sigortası, 2000 yılında DASK kurulana kadar bünyesinde doğal afetler sigortasını da barındırıyordu. Bu yüzden analizimizde 2000 yılına kadar olan doğal afet verilerine ayrı bir erişim olamayacağından yangın ve doğal afetler sigortası olarak birlikte aldık.
- Ferdi kaza ve tarım sigortası verilerinde 2008-2012 yılları arasındaki eksik veriler interpolasyon yöntemiyle doldurulmuştur.
- Hava araçları sigortası verilerinde 2006-2007 yıllarındaki eksik veriler interpolasyon yöntemiyle doldurulmuştur.

2.1.2. Veri

1990-2023 yılları arasında sigorta türlerine ilişkin ödenen hasar tazminatları ile meteorolojik veriler kullanılarak çeşitli analizler yapılacaktır. Bu verilere erişim aşamasında Gazi Üniversitesi aracılığıyla TSB (Türkiye Sigorta Birliği), MGM(Meteoroloji Genel Müdürlüğü) ve AFAD (Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı) kurumlarından gerekli olan veriler talep edilmiştir. Aynı zamanda literatür taraması aşamasında incelenen makalelerdeki gerekli veriler makale yazarlarından talep edilmiştir. Çalışmada kullanılan modelin akış şeması, ana hatlarıyla Şekil 1'de gösterilmektedir.



Şekil 1.Veri İşleme ve Modelleme Akyış Şeması

2.1.2.1. Veri ön işlem

Veri ön işleme, verinin analize hazır hale getirilmesidir. Yapılacak istatistiksel analizlerde ihtiyacımız olan verinin toplanması, veri seti içerisindeki aykırı gözlemlerin temizlenmesi, eksik verilerin doldurulması gibi işlemlerden oluşur. Bu işlemler, analizin kalitesini artırma ve zaman ve maliyet tasarrufu açısından önemlidir. Analizlerde gerçege en yakın tahminlerde bulunabilmek için kullanacağımız verilerin ön işleminden geçmesi gereklidir.

2.2. Zaman Serileri Analizi

Zaman serisi zamana bağlı olarak elde edilen verilerin zaman sırasına göre sıralanmasıyla oluşturduğu seride denir. Zaman serileri, geçmiş dönemlere ait gözlem sonuçlarının yardım ile gelecek dönemler için tahmin yapmaya olanak sağlamamaktadır. Bir modelde zamanın bulunması o modelin zaman serisi olup olmadığını etkilemektedir. Örneğin, bir sigorta şirketinin yıllık toplam hasar ödeme miktarını analiz ettiği bir sisteme, bu sonuçlar genellikle zamandan bağımsız olarak ele alınabilir. Ancak, yapılan sigorta poliçe adetlerinin yılın farklı dönemlerinde artış gösterip göstermediğini inceleyen bir sistem, özellikle kişi artan trafik kazaları veya yazın daha sık görülen doğal afetler gibi mevsimsel etkilerle değişiklik gösterebilir. Bu durumda, sigorta poliçe adetleri zaman serisi verileri oluşturur.

Zaman serileri, ekonomi, meteoroloji, sosyoloji, tıp, jeofizik gibi bilimin her alanında uygulanmaları olan istatistikin bir alanıdır.

Zaman serisi analizi; verilen serilerdeki aykırı değerler için verilerin zaman üzerindeki hareketlerinde olan farklılığı yakalamak, geçmiş verilerden yola çıkarak geleceğe bağlı tahminler yapmak, verilerin zamana bağlı hareketleri

doğrultusunda eksik verileri tamamlamak ve oluşabilecek hataları düzeltmek gibi amaçlar doğrultusunda kullanılabilir.

Bir zaman serisinin grafiği çizildiğinde inişler ve çıkışlar şeklinde dalgalanmalar gözlenmektedir. Bu dalgalanmalar zaman serisinin içinde barındırdığı bileşenlere ve bileşenlerin gösterdiği etkinin yön ve şiddeti açısından farklılığını bağılıdır.

2.2.1. Zaman serisinin bileşenleri

- Trend (T): Uzun zaman diliminde serinin genel eğilimini gösterir. Trendin yönü ve etkisi, bağlı olduğu faktörlerin etki oranlarındaki değişiklik nedeniyle değişim gösterebilir. Artış ya da azalış göstermeyip aşağı yukarı aynı kalan zaman serilerinin trendi yoktur. (Armutlulu, 2008)
- Mevsimlik dalgalanmalar (M): Mevsimlik dalgalanmalar, her yıl aynı mevsimde düzenli olarak tekrarlanan dalgalanmalarıdır. Mevsimlik dalgalanmalarla zaman serisinin grafiğinde dalga boyu aynıdır. (Çekici, 2009)
- Konjonktürel dalgalanmalar (K): Trend doğrusu veya eğrisi etrafındaki uzun dönem dalgalanmalarıdır.
- Düzensiz dalgalanmalar (D): Belli olmayan, geçici hareketlerle ortaya çıkan, hata terimi ile ifade edilen rassal olaylardır. Önceden tahmin edilemezler.

2.2.2. Durağanlık analizi

Durağanlık, zaman serisi verilerinde görülen bir özellik, bir tür istatistiksel denge varsayımdır. Durağan sürecin en basit tanımı; herhangi bir trend etkisi taşımayan, varyansı ve ortalaması sabit olan(zaman içerisinde değişmeyen), kovaryansı hesaplandığı döneme değil, dönem arasındaki farka bağlı olan süreçtir (Uğurlu, 2019). Durağan zaman serisi verileri genellikle daha kolay modellemek ve tahmin yapmak için kullanılır çünkü istatistiksel özellikleri sabittir. Birçok zaman serisi tahmin modeli durağan varsayımini kabul eder. Durağanlık iki şekilde tanımlanabilir. Bir serinin tamamen durağan olması için olasılık yapısının zaman içinde değişmemesi gereklidir. Gerçek dünya problemlerinde güçlü durağanlığın sağlanabilmesi oldukça güç olduğundan, durağanlık kavramı genellikle zayıf durağanlık biçiminde ele alınmaktadır (Cryer ve Chan, 2008: 16–17; Aksel, 2023).

Eğer bir seri,

i. Ortalaması zamana göre sabittir:

$$E(Y_t) = \mu$$

ii. Varyansı zamana göre sabit ve sonludur:

$$V(Y_t) = E(Y_t - \mu)^2 = \sigma^2 < \infty$$

iii. Otokovaryansı gecikme mesafesine bağımlıdır:

$$\gamma_k = \text{Kov}(Y_t, Y_{t+k}) = E[(Y_t - \mu)(Y_{t+k} - \mu)]$$

yukarıda tanımlanan özellikler taşıyorsa bu seride durağan seri denilebilir (Box vd., 2016: 24- 25; Aksel, 2023).

Araştırmada ise kullanılacak değişkenlerin varyanslarını stabilize etmek amacıyla verilerin logaritmasi alınır ve tam logaritmik tahminler yapılır. Hesaplamalar zaman serisi ile yapılacağı için ilk aşamada serilerin birim kök sürecinde olup olmadığı kontrol edilir. (Torusdağ, Tepeci ve Metin, 2024).

2.3. Yapay Sinir Ağları

Günümüzde karmaşık problemlerin çözümünde, büyük veri setlerinden anlamlı bilgiler çıkarılmasında ve öngörü modellerinin geliştirilmesinde yapay sinir ağları önemli bir rol oynamaktadır. Yapay sinir ağları, insan beyninin bilişsel yetilerini taklit etmeye amaçlayan ve öğrenme, akıl yürütme, bilgi türetme ve keşif gibi süreçlerden esinlenerek geliştirilen hesaplamalı sistemlerdir.

Yapay sinir ağları, veriden öğrenme ve genelleme yapabilme yeteneği sayesinde istatistik alanında olduğu gibi, derin öğrenme ve modelleme süreçlerinde de yaygın olarak kullanılan hesaplamalı yöntemlerden biridir. Karmaşık veri yapılarından anlamlı ilişkiler çıkarmaya ve tahmin modelleri oluşturmaya olanak tanıyan bu sistemler, özellikle büyük veri analizi, örtübü tanıma ve karar destek mekanizmalarında etkin bir şekilde uygulanmaktadır (Chollet, 2020; Aksel, 2023).

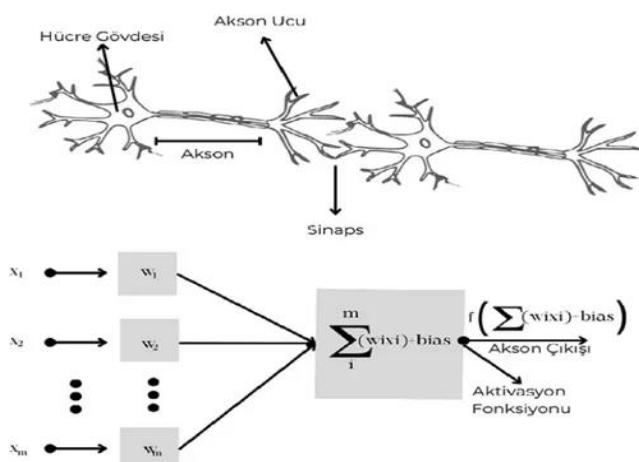
Yapay sinir ağlarının çalışma prensibini çözebilmek için sinir sisteminin temel yapı taşları olan biyolojik sinir ağlarını anlamak gereklidir. İnsan beyninin birbirine bağlı 10 milyardan fazla nörondan oluşan hücrelerin bilinmekteidir. Her nöron, bilgiyi almak, kullanmak ve iletmek için biyokimyasal reaksiyonları aktif bir şekilde kullanan birer hücredir. Bir biyolojik sinir hücresi yapısında dendritler adı verilen ağaç benzeri sinir lifi ağları, hücre çekirdeğinin bulunduğu hücre gövdesine yani somaya bağlanır. Akson adı verilen ve hücre gövdesinden uzanan ve sonunda ipliklere ve alt ipliklere ayrılan tek uzun lif sinaptik terminaler yani sinapslar yoluyla diğer nöronlara bağlanır. Sinapslarda sinyallerin bir nörondan diğerine ilettilmesi, bağlantının gönderici ucundan belirli verici maddelerin salındığı karmaşık

bir kimyasal süreçtir. Sinyali gönderen hücrenin etkisi alıcı hücrenin gövdesi içindeki elektrik potansiyelini yükseltmesi veya azaltması şeklinde ortaya çıkar. Etki, potansiyel bir eşeğe ulaşırsa, aksona bir darbe gönderilir ve hücre ateşlenir (Nabiiev, 2021; Öztürk & Şahin, 2018; Aksel, 2023). Sinir sistemindeki elemanların yapay sinir ağlarındaki karşılığı Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Hücre Yapısı

Biyolojik Sinir Sistemi	Yapay Sinir Sistemi
Nöron	İşlemci Elemanı
Dentrit	Toplama Fonksiyonu
Hücre Gövdesi	Transfer Fonksiyonu
Aksonlar	Yapay Nöron Çıkışı
Sinapslar	Ağırlıklar

Şekil 2'de görüldüğü gibi bir hücreye m tane veri girişi yapılmaktadır (X_m veri girişi). Girilen veriler ağırlıklarla çarpılarak tüm veriler toplanır ve sonra önyargı eklenir bunun sonucunda net yargı elde edilir. Net girdi aktivasyon fonksiyonundan geçirilir ve bir veri çıktısı elde edilmiş olur.



Şekil 2. Sinir hücresi ve yapay sinir ağları

2.4. Sınıflandırma

Bu çalışmada kullanılan sınıflandırma yöntemi, klasik anlamda makine öğrenmesindeki denetimli öğrenme temelli sınıflandırmadan (classification) farklıdır. Geleneksel sınıflandırma, önceden etiketlenmiş veri kullanılarak bir modelin eğitilmesini ve bu modelin yeni verileri uygun sınıfa atamasını amaçlar. Gözlemlenen verileri içeren bir dizi eğitim örneğinden ögrenerek, yeni gözlemlerinin hangi sınıfa ait olduğunu tahmin etme süreci olarak tanımlanmaktadır.

Sınıflamaları hakkında açık bilgi bulunmayan durumlarda, topluluğa ilişkin tahminlerin yapılmasında yararlanılan bir yöntemler grubu olarak tanımlanan kümeleme analizi, araştırmacıya, üzerinde çalışılan herhangi bir veri setindeki benzer(homojen) birey gruplarını bulma, kendi içinde türdeş fakat diğerlerinden farklı olacak biçimde kümelere ayırma olağlığı tanıyan birçok değişkenli istatistiksel analiz tekniğidir. Segment analizi olarak da adlandırılan kümeleme analizinin genel amacı, gruplanmamış verileri benzerliklerine göre sınıflandırmak ve araştırmacıya uygun, ise yarar ve özetleyici bilgiler elde etmede yardımcı olmaktadır(akt. Koltan Yılmaz & Patır, 2011).

Denetimsiz öğrenme (unsupervised learning) yöntemlerinden olan kümeleme analizinde amaç, özelliklerini birbirlerinden farklı veya aynı olan kümelerin bulunması ve veri tabanındaki kayıtların farklı kümelere bölünmesidir. Kümeleme analizi, doğru grupların bulunmasında veya hatalı veri indirgemesi gibi farklı sorunların giderilmesinde kullanılan önemli bir analizdir. (Akıncı, 2015).

Uzaklık matrisini kullanarak nesneleri veya değişkenleri kendi içinde homojen ve kendi aralarında heterojen gruplar oluşturmaya kümeleme teknikleri imkân sağlamaktadır. Kümeleme analizi için birden çok algoritma öne sürülmektedir(akt. Akıncı, 2015). Ancak literatürde bu algoritmaların en çok tercih edilenleri; hiyerarşik ve hiyerarşik olmayan kümeleme teknigidir. Her iki teknikte de kümeler arasındaki farklılıklar ve kümeler içi benzerlikleri en yüksek düzeye çıkarmak temel amaçtır. Kısacası, kümeler içi homojenlik artırılırken kümeler arası homojenlik azaltılmaktadır.

Kümelerden bir elemanı silme veya hemen bir ağaca benzeyen yapı gösteren aşamalar grubu olan hiyerarşik kümemeleme yöntemi, veri setindeki birimlerin birbirilerine göre uzaklık veya benzerliklerini dikkate alarak birimleri birbirleriyle değişik aşamalarda bir araya getirerek ardışık biçimde kümeler belirlemeye yönelik bir yöntemdir (Akıncı, 2015).

2.5. Analizler

İklim değişikliği, yalnızca sıcaklık artışlarıyla sınırlı kalmayıp; yağış rejimlerinde düzensizlik, ekstrem hava olaylarında artış, karlı ve sisli gün sayısında değişim gibi çok boyutlu etkiler yaratmakta ve deprem gibi jeolajik riskleri de gündeme getirmektedir. Bu çeşitlilik, sigorta sektörünün karşı karşıya olduğu belirsizlikleri artırmaktır, risk yönetimi süreçlerini daha karmaşık hale getirmekte, bireysel ve kurumsal sigorta taleplerinde ciddi artışlara yol açmaktadır.

Çalışmamızda, iklimsel değişkenlerin sigorta sektörü üzerindeki uzun dönemli etkilerini değerlendirmek amacıyla yağış miktarı, ortalama sıcaklık, karlı gün sayısı, sisli gün sayısı, kar örtülü gün sayısı ve sigorta police adeti parametreleri detaylı şekilde analiz edilmiştir.

Bu bağlamda, ve dağılımının analizi, sigorta risklerinin öngörülmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Analiz sürecimizin bu aşamasında, oluşturulan tahmin modellerinin performansını değerlendirmek amacıyla kök ortalama kare hatası (root mean squared error - RMSE) metriği kullanılmıştır. RMSE, tahmin edilen değerler ile gerçek değerler arasındaki farkların karesinin ortalamasının karekökü alınarak hesaplanır ve tahmin hatalarının büyülüklüğü hakkında bilgi verir.

Bu doğrultuda, ilgili zaman serisi ve yapay sinir ağları modelleri uygulanarak elde edilen tahmin sonuçları ile gerçek değerler karşılaştırılmış ve her model için RMSE değerleri hesaplanmıştır. İl bazında elde edilen RMSE değerleri, modellerin doğruluk düzeylerini kıyaslamak amacıyla kullanılmıştır. Model karşılaştırmalarında daha düşük olan RMSE değerleri daha başarılı tahminler yaptığı kabul edilerek analizlerde esas alınmıştır.

2.5.1. Yağış Analizi

Her il için oluşturulan zaman serisi ve yapay sinir ağı (YSA) modelleri sonucunda yağış için elde edilen kestirimlere ilişkin RMSE değerleri Tablo 2' de verilmiştir.

Tablo 2. Yağış analizi kestirimlere ilişkin RMSE değerleri

Şehir	Yapay Sinir Ağları RMSE Değerleri	Zaman Serileri RMSE Değerleri
Antalya	18.4706	24.1158
Ankara	4.2884	3.9358
İzmir	15.3878	12.9388
İstanbul	22.0792	23.8738
Samsun	16.4310	15.6259
Diyarbakır	16.1989	17.6513
Erzurum	14.2694	10.3239

İl bazında yapılan analizlerde, Antalya ili için elde edilen sonuçlara göre, yapay sinir ağı (YSA) modelinin RMSE değeri zaman serisi modeline kıyasla daha düşük bulunmuştur. Bu nedenle, Antalya ili için gelecek tahminlerinde YSA modeli tercih edilmiştir. Aynı doğrultuda, diğer iller değerlendirildiğinde İstanbul ve Diyarbakır için YSA modeli uygun görülmüştür.

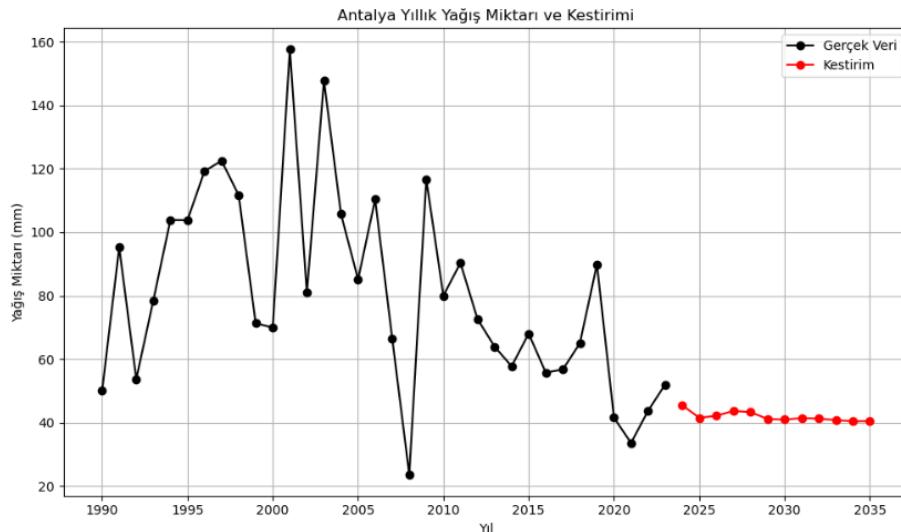
Ankara, İzmir, Samsun ve Erzurum illerine ait analizlerde, zaman serisi modellerinin RMSE değerleri yapay sinir ağı (YSA) modellerine göre daha düşük bulunmuştur. Bu nedenle, söz konusu iller için gelecek tahminlerinde zaman serisi modelleri tercih edilmiştir.

Tablo 3. 2024-2035 yılları yağış(mm) kestirim değerleri

Yıl	Antalya	Ankara	İzmir	İstanbul	Samsun	Diyarbakır	Erzurum
2024	45	34.32	58.94	36	61.75	30	32.81
2025	42	34.32	58.94	50	61.75	25	32.81
2026	42	34.32	58.94	31	61.75	28	32.81
2027	44	34.32	58.94	25	61.75	25	32.81
2028	43	34.32	58.94	44	61.75	26	32.81
2029	41	34.32	58.94	42	61.75	26	32.81
2030	41	34.32	58.94	26	61.75	26	32.81

2031	41	34.32	58.94	38	61.75	26	32.81
2032	41	34.32	58.94	46	61.75	26	32.81
2033	41	34.32	58.94	34	61.75	26	32.81
2034	40	34.32	58.94	33	61.75	26	32.81
2035	40	34.32	58.94	45	61.75	26	32.81

2.5.1.1. Antalya yağış analizi



Şekil 3. Antalya yıllık yağış miktarı(mm) ve kestirim grafiği

Şekil 3'de Antalya ili için yıllık toplam yağış miktarları (mm) siyah çizgi ile, 2024–2035 yıllarına ait yapay sinir ağı (YSA) modeliyle elde edilen kestirim değerleri ise kırmızı çizgi ile gösterilmiştir.

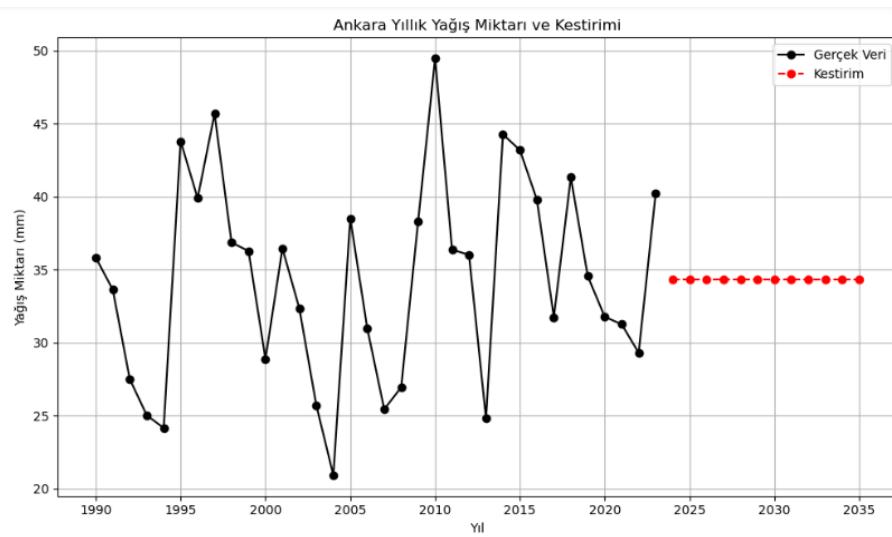
1990–2023 yılları arasındaki gerçek veriler incelendiğinde, yağış miktarlarının yıllar içinde dalgalı bir seyir izlediği; özellikle 2000'li yıllarda ani artış ve düşüşler görülmektedir. 2010 sonrası dönemde ise yağış miktarlarında belirgin bir azalma eğilimi gösterdiği görülmektedir. 2020 yılı sonrası verilerde ciddi bir düşüş yaşanmış ve 2023 itibarıyla yağış miktarı yaklaşık 50 mm'nin altına düşmüştür.

YSA modeliyle yapılan tahminlere göre, 2024 yılı için öngörülen yağış miktarı 45 mm olup, takip eden yıllarda bu değer 40–44 mm aralığında sabit bir düzeye oturmaktadır. Bu durum, Antalya'da yağışların giderek azalacağına ve düşük seviyelerde sabitleneceğine işaret etmektedir.

YSA modelinin tahminleri, son yıllardaki düşüş trendine paralel olarak azalan ve durağan hale gelen bir yağış yapısına işaret etmektedir. Bu durum, iklim değişikliğinin Antalya üzerindeki etkilerini yansıtmakta ve gelecekte kuraklık riskinin artabileceğine işaret etmektedir.

Bu durum, özellikle iklim değişikliğinin bölgesel etkilerinin açık bir göstergesi olup, sigorta sektörü açısından önemli riskleri beraberinde getirmektedir. Yağış azalması ve kuraklık gibi çevresel etkiler başta tarım sigortaları olmak üzere, yangın ve doğal afetler, nakliyat, trafik ve kasko sigortaları üzerinde doğrudan etkili olabilmektedir.

2.5.1.2. Ankara yağış analizi



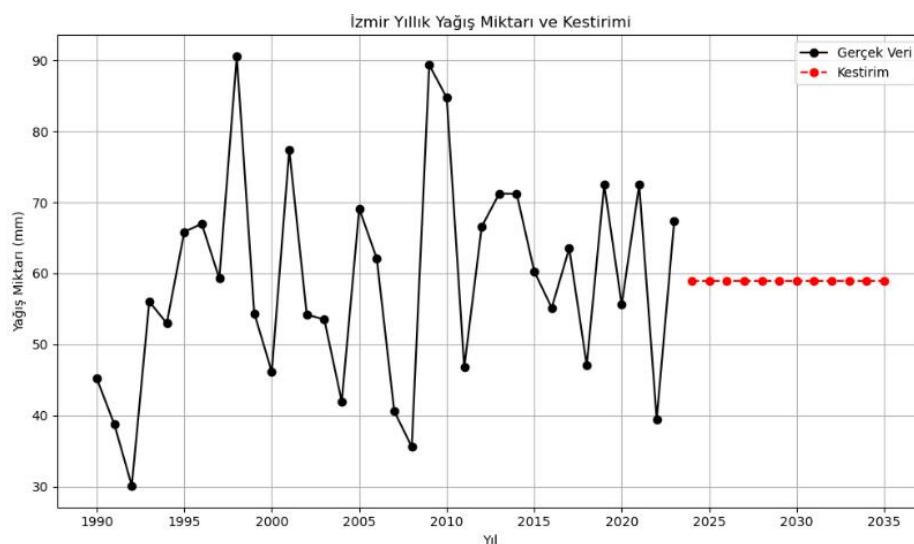
Şekil 4. Ankara yıllık yağış miktarı(mm) ve kestirim grafiği

Şekil 4'te, Ankara ili için yıllık toplam yağış miktarları(mm) siyah çizgi ile, 2024–2035 yıllarına ait zaman serisinin simple modeliyle elde edilen kestirim değerleri ise kırmızı çizgi ile gösterilmiştir.

1990–2023 yılları arasındaki gerçek verilere bakıldığında, yağış miktarlarının yıllar içinde dalgalı bir seyir izlediği, bazı yıllarda belirgin artışlar ve düşüşler yaşandığı görülmektedir. Özellikle 2000–2015 yılları arasında yağış miktardında ani değişimler dikkat çekerken, 2020'li yıllara doğru bu dalgalanmanın kısmen azaldığı gözlemlenmiştir.

Simple modeli ile yapılan kestirimlere göre, 2024 yılı ve sonrasında yağış miktarının 34.3 mm civarında sabit kalacağı öngörlmektedir. Bu kestirimler, Ankara'da yağışların uzun vadede belirli bir seviyede durağanlaşacağını göstermektedir. Modelin çıktıları, geçmişteki dalgalı yapının ardından gelen durağanlaşma eğilimini yansıtımaktır ve bu durum, Ankara ikliminde yağışların dengelenmeye başladığını göstermektedir. Bu çıktılarında, simple modeli tarafından elde edilen kestirimler, iklim değişikliğinin bögesel etkilerini değerlendirme açısından önemli olup, gelecekte kuraklık ve su kaynaklarının yönetimi konularında dikkatli planlamalar yapılması gerektiğine işaret etmektedir.

2.5.1.3. İzmir yağış analizi



Şekil 5. İzmir yıllık yağış miktarı(mm) ve kestirim grafiği

Şekil 5'de İzmir ili için 1990–2023 yılları arasındaki yıllık toplam yağış miktarlarının zaman serisi analizine dayanmaktadır. Şekil 4'te siyah çizgi geçmiş yılların gerçek verilerini, kırmızı çizgi ise 2024–2035 yıllarına yönelik ARIMA (0,0,0) yani white noise (beyaz gürültü) modeline dayalı kestirim değerlerini temsil etmektedir. 1990–2023

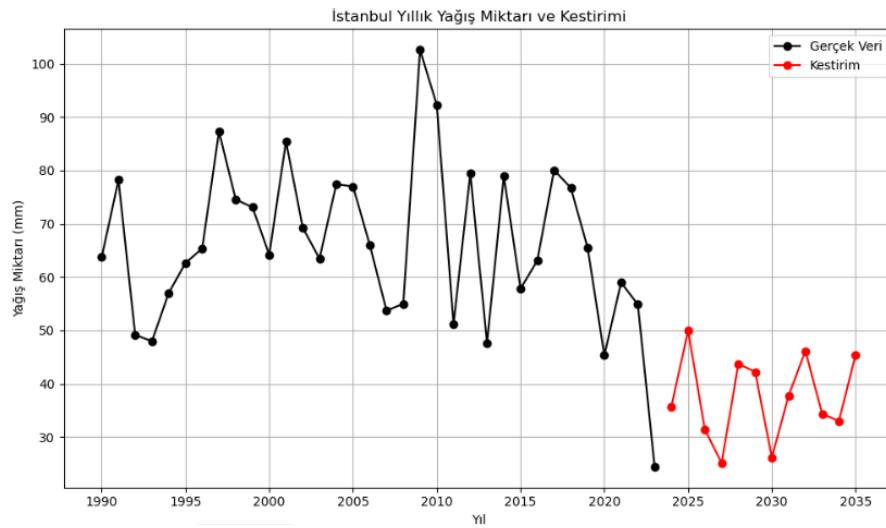
arası siyah çizgide, yağış miktarlarının oldukça dalgalı bir seyir izlediği görülmektedir. Özellikle 1995, 2001, 2009 ve 2019 gibi bazı yıllarda yağışta belirgin artışlar; 1993, 2004 ve 2011 gibi yıllarda ise düşüşler göze çarpmaktadır.

2020'li yıllara yaklaşıkça bu dalgalanmanın bir miktar azaldığı ve değerlerin 50–70 mm arasında daha sık toplandığı görülmektedir.

2024–2035 yılları arasındaki kestirim değerleri, 1990–2023 arasındaki gerçek değerlerin yağış miktarlarının ortalamasına karşılık gelen 58.94 mm olarak sabit kalmıştır. Yani bu model, gelecekteki yıllar için istatistiksel olarak dalgalanmadan uzak, durağan bir iklimsel yapı öngörmektedir.

ARIMA(0,0,0) modelinin önerdiği sabit değer, uzun vadede İzmir'de yağış miktarının istikrar kazanacağını ve ortalama bir değerde sabit kalacağını göstermektedir.

2.5.1.4. İstanbul yağış analizi



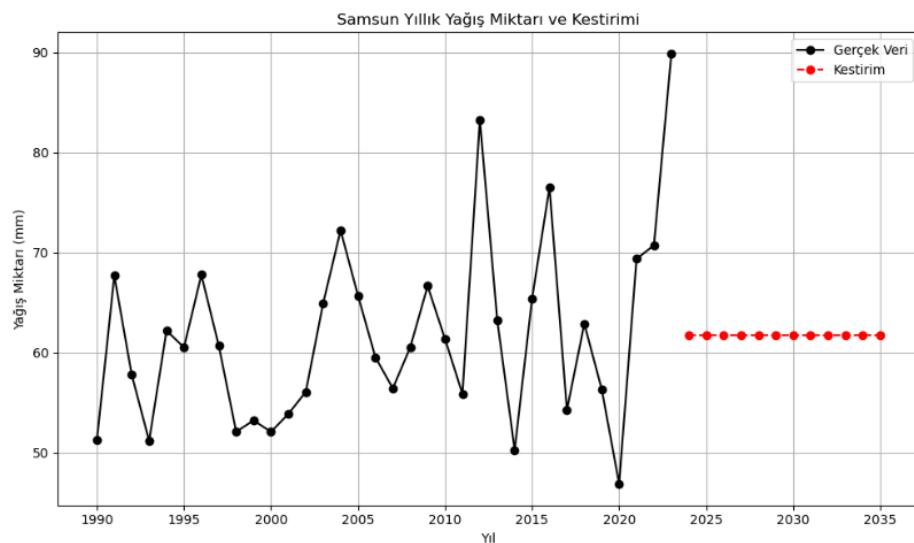
Şekil 6. İstanbul yıllık yağış miktarı(mm) ve kestirim grafiği

Şekil 6'da İstanbul ili için yıllık toplam yağış miktarları (mm) siyah çizgi ile, 2024–2035 yıllarına ait yapay sinir ağı (YSA) modeliyle elde edilen kestirim değerleri ise kırmızı çizgi ile gösterilmiştir.

1990–2023 yılları arasındaki gerçek veriler incelendiğinde, yağış miktarlarının yıllar içerisinde dalgalı bir seyir izlediği; bazı yıllarda belirgin artışlar yaşanırken, bazı yıllarda ciddi düşüşlerin meydana geldiği görülmektedir. 2010 sonrası dönemde yağışlarda düzensizlik artmış, 2020 sonrasında ise keskin bir düşüş eğilimi dikkat çekmiştir. 2023 yılı itibarıyla yağış miktarı 50 mm'nin altına gerilemiştir.

YSA modeliyle yapılan kestirimlere göre, 2023 sonrasında bu değerler 25–50 mm aralığında değişmekte, genel olarak düşük ve dalgalı bir seyir göstermektedir. Bu kestirimlere göre, İstanbul'da yağış miktarı giderek azalan ve belirsizleşen bir trend oluşturmaktadır. Modelin kestirimleri, geçmişteki düşüş trendini yansıtarak, azalan ve dengesiz bir yağış yapısına işaret etmektedir. Bu durum, iklim değişikliğinin İstanbul ili üzerindeki olumsuz etkilerini gözler önüne sermekte ve gelecekte kuraklık riskinin artabileceğini göstermektedir.

2.5.1.5. Samsun yağış analizi



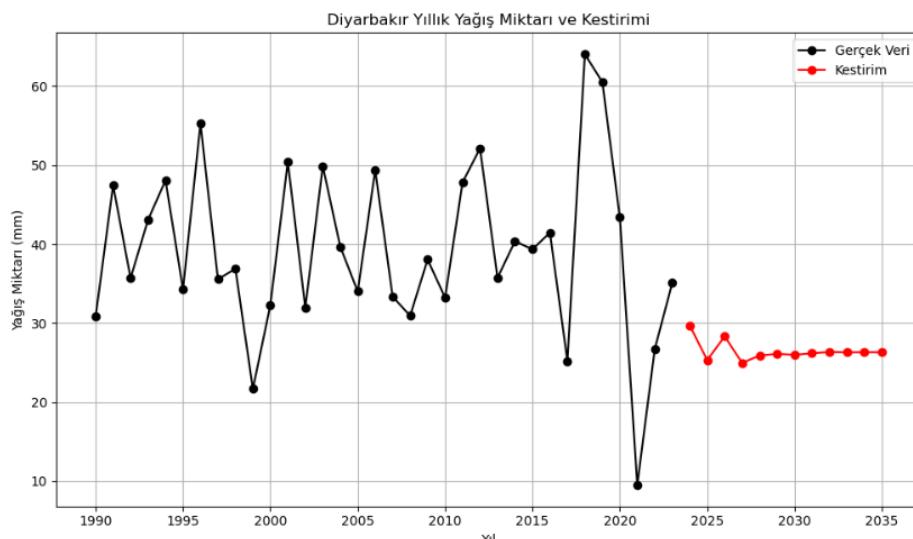
Şekil 7. Samsun yıllık yağış miktarı(mm) ve kestirim grafiği

Şekil 7'de Samsun ili için 1990–2023 yılları arasındaki yıllık toplam yağış miktarlarının zaman serisi analizine dayanmaktadır. Grafikteki siyah çizgi geçmiş yılın gerçek verilerini, kırmızı çizgi ise 2024–2035 yıllarına yönelik ARIMA(0,0,0) yani white noise (beyaz gürültü) modeline dayalı kestirim değerlerini temsil etmektedir.

Bu modelin çıktıları, yağış miktarının 2024–2035 yıllarında 61.75 mm olarak sabit kaldığı görülmektedir. Samsun'da yağış miktarının uzun vadede durağan bir seyir izleyebileceğini göstermektedir. Özellikle geçmişteki verilere dayalı olarak oluşturulan bu basit model, yağışlarda belirgin bir trend ya da mevsimsellik olmadığını varsaymakta ve gelecekte de yağış miktarının bu sabit seviyede devam edeceğini öngörmektedir.

Samsun için yapılan bu kestirim, iklimde kısa ve orta vadede belirgin bir değişiklik beklenmediğini göstermektedir. Ancak, bu tür sabit kestirim modelleri, iklim değişikliği gibi uzun vadeli ve ani etkiler söz konusu olduğunda yetersiz kalabileceğinin, ileride daha karmaşık modellere ve güncel verilere dayalı değerlendirmelere ihtiyaç duyulabilir.

2.5.1.6. Diyarbakır yağış analizi



Şekil 8. Diyarbakır yıllık yağış miktarı(mm) ve kestirim grafiği

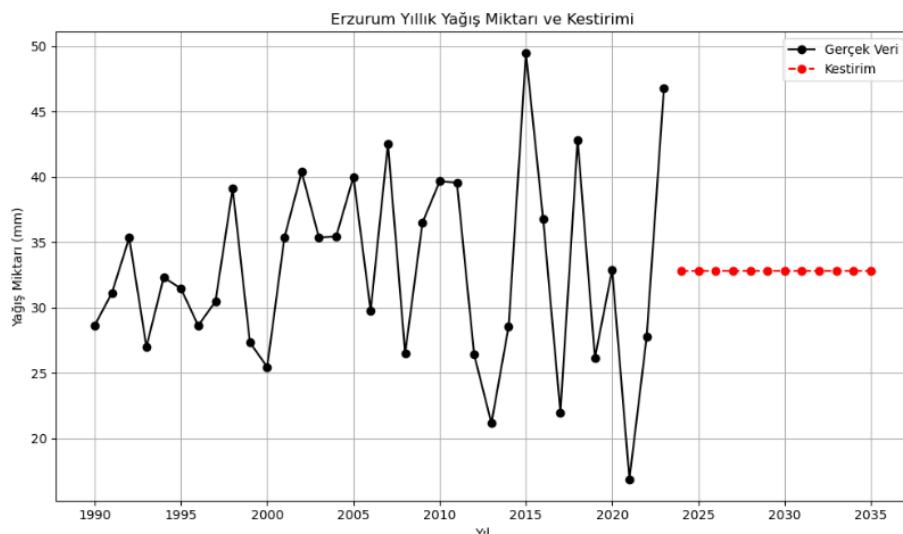
Şekil 8'de, Diyarbakır ili için yıllık toplam yağış miktarları (mm) siyah çizgi ile, 2024–2035 yıllarına ait yapay sinir ağı (YSA) modeliyle elde edilen kestirim değerleri ise kırmızı çizgi ile gösterilmiştir.

1990–2023 yılları arasındaki gerçek veriler incelendiğinde, yağış miktarlarının yıllar içinde düzensiz ve dalgalı bir seyir izlediği görülmektedir. Özellikle 2000'li yıllarda belirgin artış ve düşüşler yaşanmış, 2015–2019 arasında ise görece istikrarlı bir seviyeye ulaşılmıştır. Ancak 2020 yılında yağış miktarında ani ve keskin bir düşüş gerçekleşmiş, bu durum 2021 ve 2023 yılları arasında kademeli bir toparlanma süreciyle devam etmiştir.

YSA modeliyle yapılan kestirimlere göre, 2024 yılı için öngörülen yağış miktarı 30 mm olup, 2025 ve 2027 yıllarında 25 mm'ye kadar gerilemeyecektir, 2028 yılından itibaren ise yağış miktarı 26 mm civarında sabitlenmektedir. Bu tahminler, Diyarbakır'da yağışların uzun vadede düşük seviyelerde durağan bir yapıya büruneceğine işaret etmektedir.

Modelin kestirimleri, son yıllarda yaşanan ani düşüş ve dalgalanmaların ardından gelen durağanlaşma eğilimini yansıtmaktadır. Bu durum, Diyarbakır ikliminde görülen yağışların azalmaktan olduğunu ve gelecekte bu düşüşün sabit bir seviyeye oturabileceğini göstermektedir. Bu kestirimlerde, YSA modeli çıktıları, iklim değişikliğinin bölgesel etkilerini ortaya koymakta; özellikle kuraklık ve su kaynaklarının sürdürülme能力和 açısından risklerin artabileceğine dair öngörüde bulunmaktadır.

2.5.1.7. Erzurum yağış analizi



Şekil 9. Erzurum yıllık yağış miktari(mm) ve kestirim grafigi

Şekil 9'da, Erzurum ili için 1990–2023 yılları arasındaki gerçek yıllık yağış miktarları siyah çizgi ile, 2024–2035 yılları arasındaki ARIMA(0,0,0) modeliyle elde edilen kestirim değerleri ise kırmızı çizgi ile gösterilmiştir.

Gerçek verilere bakıldığından, Erzurum'da yağış miktarlarının yıllar içinde belirgin dalgalanmalar gösterdiği, bazı dönemlerde ani artışlar ve düşüşler yaşandığı görülmektedir. Özellikle 2000'li yılların ortasından sonra yağışlarda yüksek seviyede oynaklık göze çarpmaktadır. Bu dalgalanma, 2010'lu yıllarda da devam etmiş ve 2020'li yıllara doğru azalarak değişkenliğini korumuştur.

Ancak, ARIMA(0,0,0) modeli ile yapılan kestirimlerde, 2024-2035 yıllarında yağış miktarının her yıl 32.81 mm olacağı sabit bir değerle öngörlülmüştür. Bu model, geçmiş verilerde anlamlı bir trend, mevsimsellik ya da otokorelasyon bulunamadığında kullanılan en basit ARIMA modelidir. Erzurum için elde edilen bu sonuç, geçmişteki dalgalanmalara rağmen, modelin gelecekteki yıllarda yağış miktarının durağanlaşacağını varsayıdığını göstermektedir.

Yağış verisi için yapılan zaman serisi ve yapay sinir ağları analizinde yağış miktarlarında genel bir azalma eğilimi gözlemlenmiş, buna ek olarak dönen dalgalanmalar da tespit edilmiştir. Ancak kestirim değerleri çoğunlukla sabit kalmış, bu da kısa vadede yağışlarda belirgin bir değişim beklenmediğine işaret etmektedir.

Bu durum, çeşitli sigorta branşları açısından farklı risk senaryoları doğurmaktadır. Özellikle tarım sigortalarında yağış azalması kuraklık riskini artırarak ürün kayıplarına ve hasar oranlarında artışa yol açabilirken, aynı zamanda dolu ve don gibi dalgalı hava olayları nedeniyle de poliçe kapsamlarının gözden geçirilmesini gerektirmektedir.

Yangın ve doğal afet sigortaları açısından ise kuraklık, orman yanğını riskini artırırken; ani yağışlar da sel ve taşın risklerini gündeme getirmektedir.

Trafik ve kasko sigortalarında ekstreml hava koşulları, araçlarda hasara ve kazalarda artışa neden olabilir.

Nakliyat sigortaları, özellikle tarımsal ürün hacminde olası azalmalar ve taşıma rotalarında hava koşullarının etkisiyle risk açısından yeniden değerlendirilmelidir.

Hava araçları ve deniz taşıtlarıyla ilgili sigortalarda ise düşük yağışlar su seviyesi ve hava koşulları nedeniyle operasyonel riskleri artırabilir.

Sağlık sigortalarında kuraklığın neden olabileceği salgın hastalıklar ve hava kalitesi düşüsleri, özellikle solunum yolu hastalıklarında artışa yol açabileceğinden önem arz etmektedir.

Ferdi kaza sigortalarında ise hava olaylarına bağlı bireysel kazalar artabileceğinden dolayı teminatlar bu yönde yeniden yapılandırılabilir.

Sonuç olarak, yağışlardaki azalma ve dalgalanma, sigorta sektörünü iklim temelli risklere karşı daha proaktif hale getirmeyi zorunlu kılmakta, prim hesaplamalarından poliçe içeriklerine kadar birçok alanda güncelleme ihtiyacını ortaya koymaktadır.

2.5.2. Karlı Gün Analizi

Her ilin karlı günler için oluşturulan zaman serisi ve yapay sinir ağı(YSA) modelleri sonucunda karlı günler için elde edilen kestirimlere ilişkin RMSE değerleri Tablo 4' de verilmiştir.

Tablo 4. Karlı gün sayısı kestirimlere ilişkin RMSE değerleri

Şehir	Yapay Sinir Ağları RMSE Değerleri	Zaman Serileri RMSE Değerleri
Antalya	1.1832	2.9326
Ankara	0.6325	1.6733
İzmir	23.0955	22.5167
İstanbul	1.4142	1.4142
Samsun	0.4472	0.4472
Diyarbakır	2.3238	2.3238
Erzurum	1.9494	1.6733

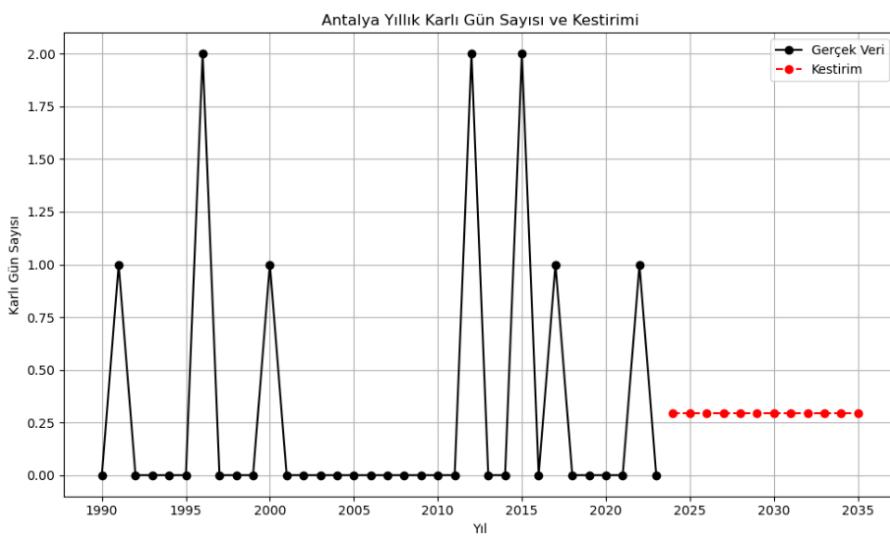
İl bazında yapılan analizler için elde edilen sonuçlarda, yapay sinir ağı (YSA) modelinin RMSE değeri zaman serisi modeline kıyasla daha düşük bulunmuştur. Bu nedenle, Antalya ve Ankara illeri için YSA modeli uygun görülmüştür.

İzmir, İstanbul, Samsun, Diyarbakır, Erzurum illerine ait analizlerde, zaman serisi modellerinin RMSE değerleri yapay sinir ağı (YSA) modellerine göre daha düşük bulunmuştur ve aynı zamanda RMSE değerleri aynı çikan illerde de zaman serisi tercih edilmiştir. Bu nedenle, söz konusu iller için gelecek tahminlerinde zaman serisi modelleri tercih edilmiştir.

Tablo 5. 2024-2035 yılları karlı gün sayısı kestirim değerleri

Yıl	Antalya	Ankara	İzmir	İstanbul	Samsun	Diyarbakır	Erzurum
2024	0.29	22.94	0.79	9.33	8.44	4	59.93
2025	0.29	22.94	0.79	9.45	8.44	4	59.93
2026	0.29	22.94	0.79	9.57	8.44	4	59.93
2027	0.29	22.94	0.79	9.71	8.44	5	59.93
2028	0.29	22.94	0.79	9.82	8.44	4	59.93
2029	0.29	22.94	0.79	9.94	8.44	3	59.93
2030	0.29	22.94	0.79	10.06	8.44	3	59.93
2031	0.29	22.94	0.79	10.18	8.44	3	59.93
2032	0.29	22.94	0.79	10.30	8.44	3	59.93
2033	0.29	22.94	0.79	10.42	8.44	3	59.93
2034	0.29	22.94	0.79	10.55	8.44	3	59.93
2035	0.29	22.94	0.79	10.67	8.44	3	59.93

2.5.2.1. Antalya karlı gün analizi



Şekil 10. Antalya yıllık karlı gün sayısı ve kestirim grafiği

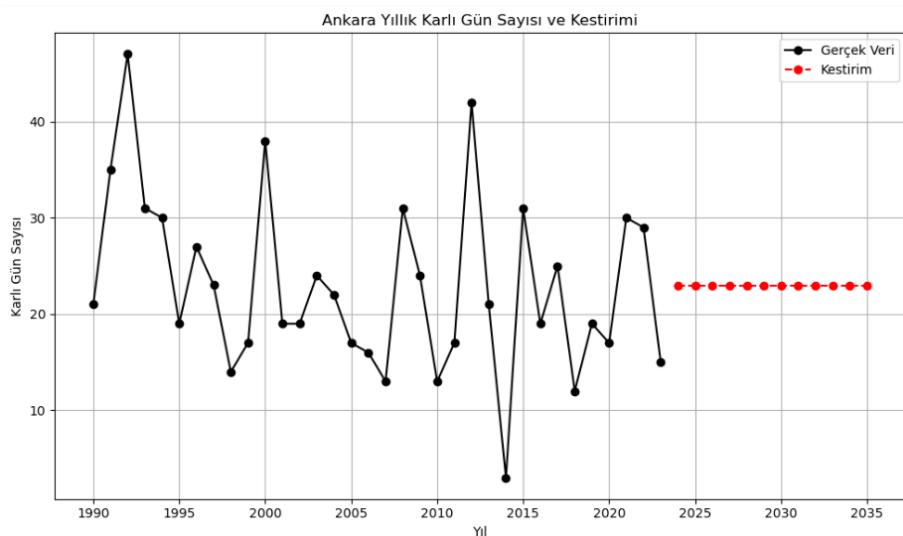
Şekil 10'da, Antalya ili için 1990–2023 yılları arasındaki gerçek karlı gün sayıları siyah çizgi ile, 2024–2035 yılları arasındaki yapay sinir ağları(YSA) ile elde edilen kestirim değerleri ise kırmızı çizgi ile gösterilmiştir.

Antalya ili için 1990–2023 yıllarına ait yıllık karlı gün sayısını gösteren yapay sinir ağları modeli ile incelediğinde, verinin büyük ölçüde düşük değerlerde seyrettiği, birçok yılda hiç kar yağışı gözlenmediği, bazı yıllarda ise yalnızca 1 veya 2 gün gibi sınırlı sürelerde kar yağışının gerçekleştiği görülmektedir.

Kestirim sonuçları ise öncümüzdeki yıllarda bu durumun değişmeyeceğini ve yıllık ortalama yaklaşık 0.29 gün karlı hava beklediğini göstermektedir. Bu kestirim, Antalya'nın iklimsel yapısına uygun olarak kar yağışının gelecekte de oldukça nadir bir olay olarak kalacağını göstermektedir.

Bu analizler, Antalya gibi sıcak iklim kuşağında yer alan şehirlerde kar yağışı gibi ekstrem hava olaylarının gelecekte de oldukça nadir kalacağını, hatta değişen iklim koşullarının bu tür olayların sıklığını daha da azaltacağını ortaya koymaktadır.

2.5.2.2. Ankara karlı gün analizi



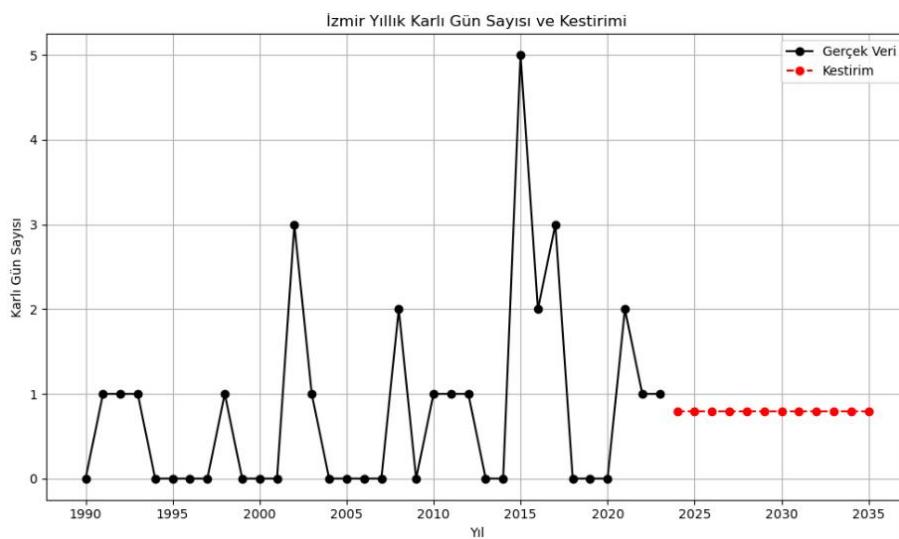
Şekil 11. Ankara yıllık karlı gün sayısı ve kestirim grafiği

Şekil 11'de, Ankara ili için 1990–2023 yılları arasındaki gerçek karlı gün sayıları siyah çizgi ile 2024–2035 yılları arasındaki yapay sinir ağları(YSA) ile elde edilen kestirim değerleri ise kırmızı çizgi ile gösterilmiştir.

Ankara ili için 1990–2023 yıllarını kapsayan yıllık karlı gün sayısı grafiği incelendiğinde, geçmiş verilere dayalı ciddi bir dalgalanma olduğu görülmektedir. Özellikle 1990'ların başında 45 günü aşan karlı gün sayıları dikkat çekerken, izleyen yıllarda bu sayı bazı dönemlerde 10 günün altına kadar düşmüş ve zaman içinde yukarı-aşağı yönlü keskin geçişlerle karakterize bir yapı sergilemiştir. Bu değişken yapı, geleneksel istatistiksel modellerle kestirim yapmayı zorlaştırabilecekken, yapay sinir ağı (YSA) gibi veri odaklı ve öğrenmeye dayalı modellerin uygulanabilirliğini artırmaktadır.

YSA modeli, 2024–2035 dönemi için her yıl sabit biçimde 22.94 karlı gün kestiriminde bulunmuştur. Modelin bu tür sabit bir kestirim üretmesi; verideki aşırı iniş çıkışları uç değer olarak değerlendirmesi ve analizde bu değerleri takip etmeyerek geçmiş verilerdeki ortalama davranışın genelleştirilmesini tercih etmesiyle ilişkilidir. Bu yaklaşım, özellikle sigortacılık gibi risk yönetiminin temel olduğu alanlarda, sistematik olmayan dalgalanmaların dışlanarak daha güvenilir kestirim değerleri elde edilmesini sağlar.

2.5.2.3. İzmir karlı gün analizi



Şekil 12. İzmir yıllık karlı gün sayısı ve kestirim grafiği

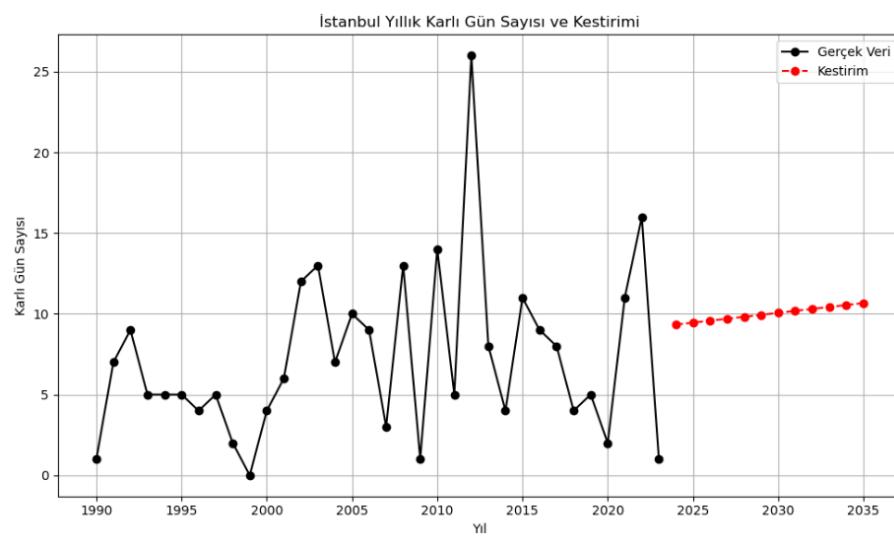
Şekil 12'de, İzmir ili için 1990–2023 yılları arasındaki gerçek karlı gün sayıları siyah çizgi ile 2024–2035 yılları arasındaki ARIMA(0,0,0) ile elde edilen kestirim değerleri ise kırmızı çizgi ile gösterilmiştir.

İzmir ili için 1990–2023 yıllarını kapsayan yıllık karlı gün sayısı incelendiğinde, verilerin oldukça düşük düzeylerde seyrettiği, çok sayıda yılda hiç kar yağışının gerçekleşmediği ve yalnızca bazı yıllarda 1 ila 5 gün arasında değişen kısa süreli kar yağışları gözlemlendiği görülmektedir. Bu özellikler doğrultusunda kullanılan ARIMA(0,0,0) modeli, zaman serisinde herhangi bir trend ya da mevsimsellik olmadığını varsayıarak yalnızca serinin ortalamasına dayalı kestirimler üretmektedir.

Modelin 2024–2035 dönemi için ürettiği kestirimlere bakıldığından, yıllık ortalama 0.79 gün kar yağışı beklentiği görülmektedir. Bu sabit değer, serinin genel davranışının durağan olduğu ve geçmişteki düzensiz ancak nadir kar yağışlarının serinin temel yapısını bozacak kadar belirgin olmadığı şeklinde yorumlanmaktadır.

Sonuç olarak, İzmir için elde edilen bu kestirimler, uzun vadeli kar yağışı bekłentisinin oldukça düşük düzeyde sabit kalacağını; serideki geçmişteki kısa süreli dalgalanmaların model tarafından sistematik bir şekilde tekrarlayan yapı olarak değil, beyaz gürültü veya uç değerler olarak değerlendirildiğini ortaya koymaktadır. Bu model çıktıısı, özellikle az rastlanan hava olaylar için geçmiş ortalamanın güçlü bir göstergə olabileceğini; ancak yapısal bir kırılma ya da iklimsel değişiklik gerçekleşmedikçe bu davranışın değişmeyeceğini varsayımaktadır.

2.5.2.4. İstanbul karlı gün analizi



Şekil 13. İstanbul yıllık karlı gün sayısı ve kestirim grafiği

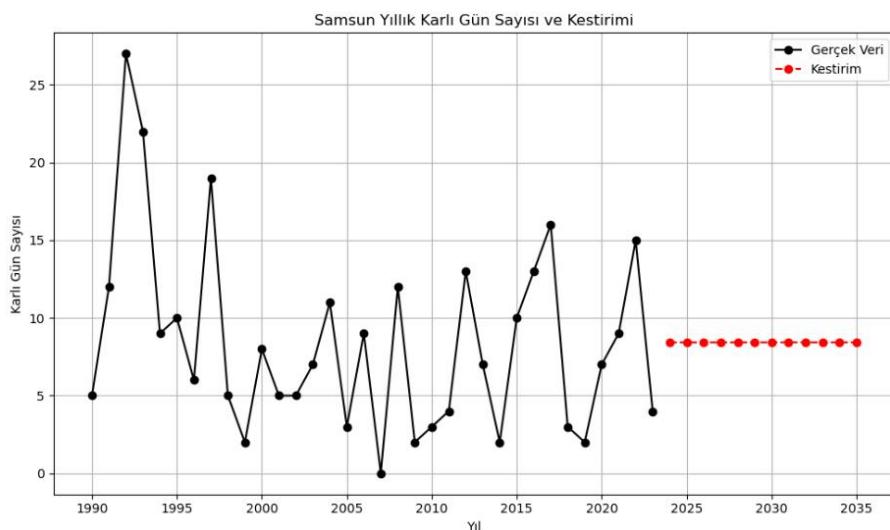
Şekil 13'de, İstanbul ili için 1990–2023 yılları arasındaki gerçek karlı gün sayıları siyah çizgi ile, 2024–2035 yılları arasındaki Brown ile elde edilen kestirim değerleri ise kırmızı çizgi ile gösterilmiştir.

İstanbul ili için 1990–2023 yılları arasında gözlemlenen yıllık karlı gün sayısı verisi, zaman serisi analizine tabi tutularak Brown modeli ile değerlendirilmiştir. Brown modeli, iki katlı üssel düzleştirme yöntemine dayanmaktadır ve özellikle belirgin bir trend barındıran zaman serilerinde etkili sonuçlar üretir. Bu yöntemde hem düzey hem de trend bileşenleri eş zamanlı olarak güncellenir ve model, zamanla değişen eğilimleri yakalayarak ileriye dönük daha isabetli tahminler yapmayı amaçlar.

Şekil 13'de, görüldüğü üzere, İstanbul'da 1990–2023 yılları arasında yıllık karlı gün sayısında belirgin dalgalanmalar yaşanmış, bazı yıllarda değerler oldukça düşük seyredenken, özellikle 2012 yılında olduğu gibi bazı yıllarda ani artışlarla yüksek değerlere ulaşılmıştır. Bu dalgalı yapı, seride hem kısa vadeli sapmaların hem de yapısal değişimlerin izlenebildiğini göstermektedir. Bununla birlikte, genel eğilim incelendiğinde, 1990'lı yıllara kıyasla 2000 sonrası dönemde karlı gün sayısında görülecek bir artış eğilimi gözüne çarpmaktadır. Bu doğrultuda kullanılan Brown modeli, geçmiş verilerdeki bu yukarı yönlü trendi algılayarak 2024–2035 dönemini için her yıl artan şekilde tahminler üretmiştir. Kırmızı kestirim çizgisi, geçmişteki dalgalanmalardan ziyade genel eğilimi esas alarak dengeli ve yönelik odaklı bir artış sunmaktadır; böylece model, kısa vadeli uç değerleri analize almamakla uzun vadeli eğilimi öne çıkarmaktadır.

Serinin genel trendi değerlendirildiğinde, özellikle 2000 sonrası dönemde karlı gün sayısında pozitif trend olduğu gözüne çarpmaktadır. Brown modeli bu eğilimi algılayarak, tahminlerini sabit bir ortalamaya dayandırmak yerine, yıllık olarak artış gösteren bir kestirim doğrultusunda oluşturmuştur. Modelin 2024 yılı için kestirimini 9.33 gün iken, bu sayı 2035'e kadar her yıl küçük artışlarla yükselmekte ve 10.67 güne ulaşmaktadır.

2.5.2.5. Samsun karlı gün analizi



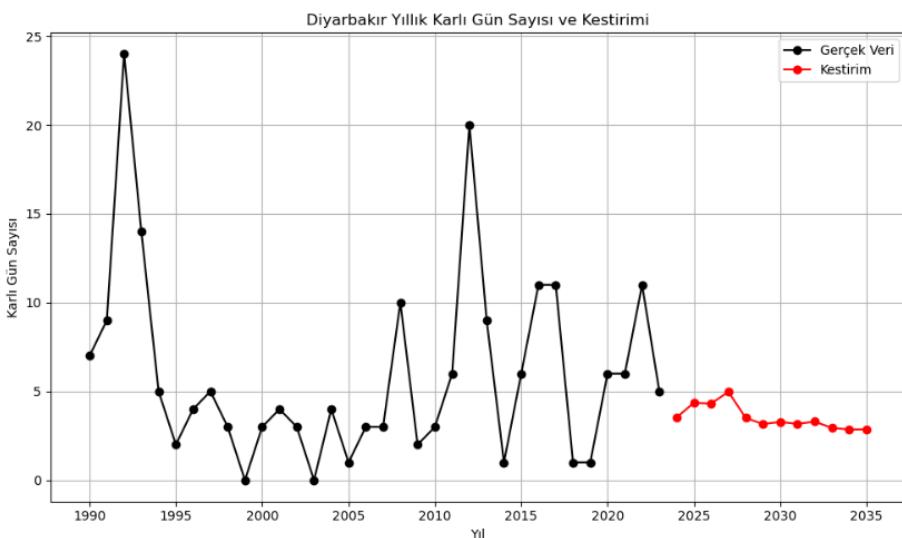
Şekil 14. Samsun yıllık karlı gün sayısı ve kestirim grafiği

Şekil 14'te, Samsun ili için 1990–2023 yılları arasındaki gerçek karlı gün sayıları siyah çizgi ile 2024–2035 yılları arasındaki ARIMA(0,0,0) modeli ile elde edilen kestirim değerleri ise kırmızı çizgi ile gösterilmiştir.

Samsun iline ait 1990–2023 yılları arasındaki yıllık karlı gün sayısı verileri incelendiğinde, serinin dalgalandırılmış bir yapı sergilediği görülmektedir. Özellikle 1990'ların başında 20 günün üzerinde gerçekleşen yüksek kar yağışı değerleri dikkat çekerken, sonraki dönemlerde bu değerlerin belirgin şekilde azaldığı, ancak genel olarak 5 ile 15 gün arasında değişen düzensiz bir dağılım gösterdiği izlenmektedir. Bu dalgalandırılmış, mevsimsel olmayan, düzensiz ama belirgin bir eğilim göstermeyecek zaman serisi karakteri ortaya koymaktadır.

Şekil 14'te, kırmızı kesikli çizgi ile gösterilen kestirim çizgisi, modelin geçmişteki dalgalandırılmış yapıyı değil, serinin genel ortalamasını temel olarak Samsun ili için 2024–2035 döneminde her yıl sabit biçimde 8.44 karlı gün ile durağan bir kestirim sunduğunu göstermektedir.

2.6.2.6. Diyarbakır karlı gün analizi



Şekil 15. Diyarbakır yıllık karlı gün sayısı ve kestirim grafiği

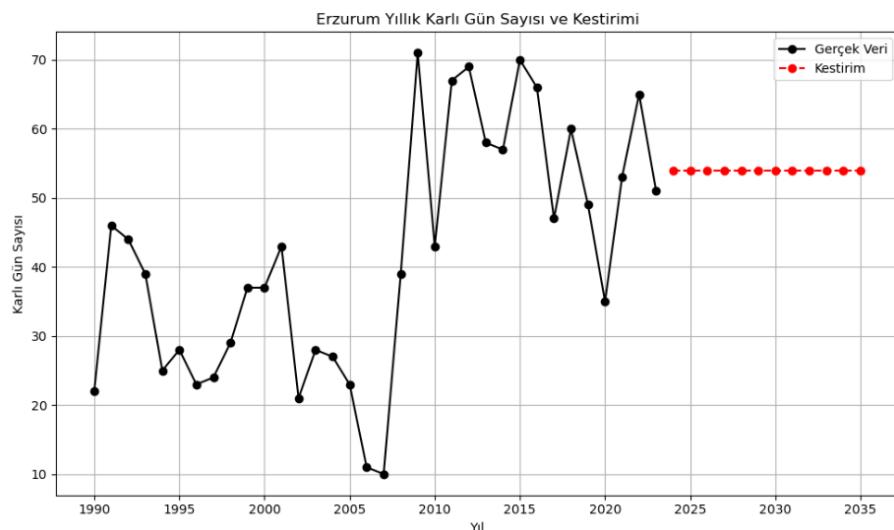
Şekil 15'te, Diyarbakır ili için 1990–2023 yılları arasındaki gerçek karlı gün sayıları siyah çizgi ile 2024–2035 yılları arasındaki ARIMA (0,0,1) modeli ile elde edilen kestirim değerleri ise kırmızı çizgi ile gösterilmiştir.

Diyarbakır iline ait 1990–2023 yıllarını kapsayan yıllık karlı gün sayısı serisi incelendiğinde, 1990–1995 yılları arasında 20 günü aşan yüksek değerleri karlı gün sayısının sonraki yıllarda belirgin biçimde azaldığı, ancak bu azalma süreci içerisinde zaman keskin yükselmelerin yaşandığı görülmektedir. Bu dalgalandırılmış, serinin genel olarak belirli bir trend göstermediğini ve durağan özellik taşıdığını göstermektedir; ancak gözlemlenen sapmaların bazı

yıllarda art arda gerçekleştiği dikkate alındığında, bu dalgalanmaların geçmiş değerlerle ilişkili olabileceği ortaya çıkmaktadır.

Şekil 15'te görüldüğü üzere, geçmiş yıllarda oldukça değişken bir seyir izleyen karlı gün sayıları, model tarafından 2024 yılından itibaren sabit bir düzeye indirgenmeden, hafif dalgalı bir kestirim eğrisi ile temsil edilmiştir. Model ilk birkaç yıl için 4 ile 5 gün arasında kestirim yaparken, 2029 sonrası dönemde tahminleri sabitleyerek 3 gün seviyesinde tutmuştur. Bu durum, modelin son yıllardaki gözlemler doğrultusunda gelecekte karlı gün sayısının azalacağı yönünde bir projeksiyon sunduğunu göstermektedir.

2.5.2.7. Erzurum karlı gün analizi



Şekil 16. Erzurum yıllık karlı gün sayısı ve kestirim grafiği

Şekil 16'da, Erzurum ili için 1990–2023 yılları arasındaki gerçek karlı gün sayıları siyah çizgi ile 2024–2035 yılları arasındaki simple modeli ile elde edilen kestirim değerleri ise kırmızı çizgi ile gösterilmiştir.

Erzurum ili için 1990–2023 yılları arasında gözlemlenen yıllık karlı gün sayıları incelendiğinde, ilk yıllarda ortalama 30–45 gün aralığında seyreden değerlerin, 2007 yılından itibaren belirgin bir artış göstererek 60–70 gün düzeylerine kadar yükseldiği görülmektedir. Bu artış, serideki davranışın zaman içerisinde değiştiğini ve yeni bir düzey etrafında dengeye gelmeye başladığını göstermektedir. 2010 sonrası dönemde karlı gün sayısı genellikle 50 günün üzerinde daha yüksek bir seviyede ilerlemiştir ve görece dengelenmiştir.

Şekil 16'da görüldüğü üzere, kırmızı renkle gösterilen kestirim çizgisi 2024–2035 döneminde sabit bir şekilde 53.93 değerinde kalmaktadır. Bu, modelin geçmişteki yüksek seviyeleri dikkate alarak geleceğe yönelik sabit düzeyli bir öngörü sunduğunu göstermektedir. Bu kestirimde, Erzurum'da son yıllarda gözlemlenen yüksek karlı gün sayıları, model tarafından serinin yeni ortalama düzeyi olarak kabul edilmiş ve bu seviyenin gelecek yıllarda da devam edeceği varsayılmıştır.

Bu yaklaşım, seride ani iniş çıkışlar ya da yapısal değişimlerden ziyade genel eğilimi sabit kabul eden bir tahmin stratejisidir. Model, veri setinde güçlü bir trend ya da düzenli periyodik dalgalanma bulunmadığı sürece, serinin genel düzeyine sadık kalarak ileriye yönelik daha sabit tahminler üretir.

İller bazında yapılan analizler ile Türkiye'de karlı gün sayısının gelecekte bölgesel olarak farklı şekillerde değişim göstereceği kestirlmiştir. Antalya, İzmir ve Diyarbakır gibi daha ılıman veya karın seyrek görüldüğü şehirlerde kar yağışlarının düşük seviyelerde sabitleneceği veya azalacağı tahmin edilirken; Ankara, İstanbul ve özellikle Erzurum gibi bölgelerde karlı gün sayısının görece yüksek kalmaya veya sabit düzeyde seyretmeye devam edeceğinin anlaşılmaktadır. Bu durum, sigorta sektörü açısından özellikle kasko ve trafik branşlarını doğrudan etkilemektedir; çünkü karlı günlerin fazla olduğu illerde kaygan zemin, görüş kısıtlılığı gibi nedenlerle trafik kazası riski artacağından bu poliselerde risk primlerinin bölgesel olarak farklılaştırılması gerekebilir. Benzer şekilde, ferdi kaza sigortalarında da buzlanma ve düşmeye bağlı bireysel yaralanmaların yoğunlaşması, kar yağışının yüksek olduğu illerde bu branşın daha kritik hale gelmesine neden olabilir.

Yangın ve doğal afetler sigortalarında kar yükü nedeniyle çatı çökmesi, don nedeniyle boru patlamaları gibi zararlar gündeme gelebileceğinden, özellikle Erzurum gibi yoğun kar alan bölgelerde bu tür teminatların poliselere entegre edilmesi önem kazanır.

Tarım sigortaları açısından bakıldığından kar yağışı toprak nem dengesini sağlarken aynı zamanda don riski oluşturabileceğinden, bu durum ürün bazlı risk değerlendirmelerinde dikkate alınmalıdır. Bununla birlikte, kiş aylarında artan kar yağışı hastalık ve sağlık sigortalarını da ilgilendirebilir; çünkü solunum yolu hastalıkları, kazalar ve soğuğa bağlı sağlık problemleri kar yağışıyla birlikte artış gösterebilir.

Nakliyat ve hava araçları (uçak-tekne) branşları da kar yağışına bağlı ulaşım aksamalarından etkilenebilir; karla kaplı yollar, limanlar ve havalimanlarında yaşanabilecek gecikmeler ya da iptaller, bu branşlar için operasyonel riskleri ve dolayısıyla poliselerdeki sigorta kapsamı taleplerini artırabilir. Dolayısıyla, karlı gün sayılarındaki bölgesel ve yapısal değişimler, sigorta sektörünün ürün tasarımdan fiyatlandırma stratejilerine kadar birçok alanında veri temelli uyarılamalar yapılmasını zorunlu kılmaktadır.

2.5.3. Kar Örtülü Gün Analiz

Her ilin kar örtülü günler için oluşturulan zaman serisi ve yapay sinir ağı(YSA) modelleri sonucunda karla örtülü günler için elde edilen kestirimlere ilişkin RMSE değerleri Tablo 6' da verilmiştir.

Tablo 6. Kar örtülü gün analizi kestirimlere ilişkin RMSE değerleri

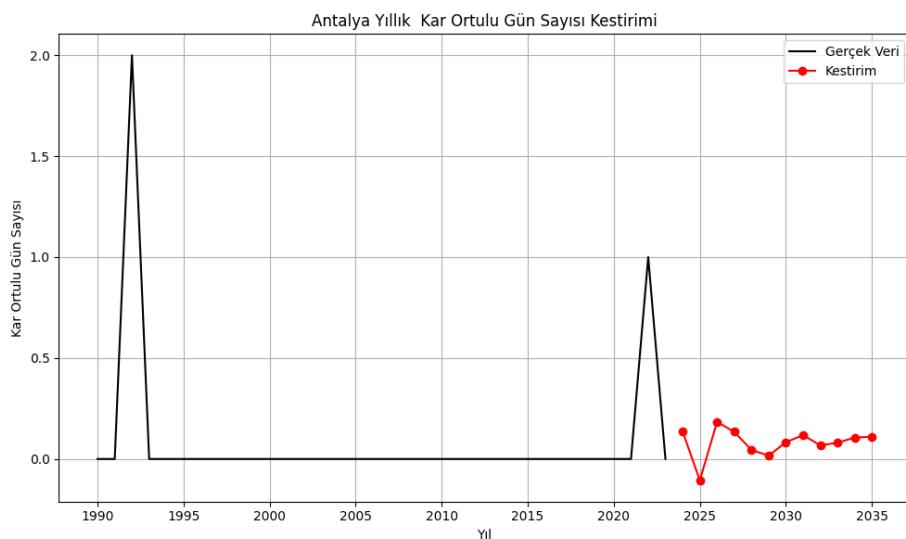
Şehir	Yapay Sinir Ağları RMSE Değerleri	Zaman Serileri RMSE Değerleri
Antalya	0.4472	0.4472
Ankara	7.1274	12.9692
İzmir	0.0000	0.0000
İstanbul	4.0000	4.0000
Samsun	2.2804	3.4059
Diyarbakır	5.3104	7.2388
Erzurum	16.3095	25.7721

Bu iklim verisi için yapacağımız analizlerde RMSE değeri diğerine kıyasla daha düşük olan değeri alarak kullanılan modele karar verilmiştir. Aynı RMSE değerine sahip olan değerlerde ise öğrenme kapasitesi nedeniyle yapay sinir ağları (YSA) modelini tercih edilmiştir. Tablo değerlerine bakacak olursak bütün illerde kestirim için YSA modeli ile ilerlendiği anlaşılmaktadır.

Tablo 7. 2024-2035 yılları kar örtülü gün sayısı kestirim değerleri

Yıl	Antalya	Ankara	İzmir	İstanbul	Samsun	Diyarbakır	Erzurum
2024	0	5	0	3	1	2	89
2025	0	4	0	1	1	7	69
2026	0	6	0	1	1	3	85
2027	0	11	0	0	1	1	78
2028	0	9	0	0	1	5	77
2029	0	4	0	0	1	4	81
2030	0	4	0	0	1	2	78
2031	0	5	0	0	1	4	82
2032	0	7	0	0	1	4	80
2033	0	5	0	0	1	3	81
2034	0	4	0	0	1	3	80
2035	0	3	0	0	1	4	80

2.5.3.1. Antalya kar örtülü gün analizi



Şekil 17. Antalya yıllık kar örtülü gün sayısı ve kestirim grafiği

Şekil 17'de, Antalya ili için 1990–2023 yılları arasındaki gerçek karla örtülü gün sayıları siyah çizgi ile, 2024–2035 yılları arasındaki yapay sinir ağları (YSA) ile elde edilen kestirim değerleri ise kırmızı çizgi ile gösterilmiştir.

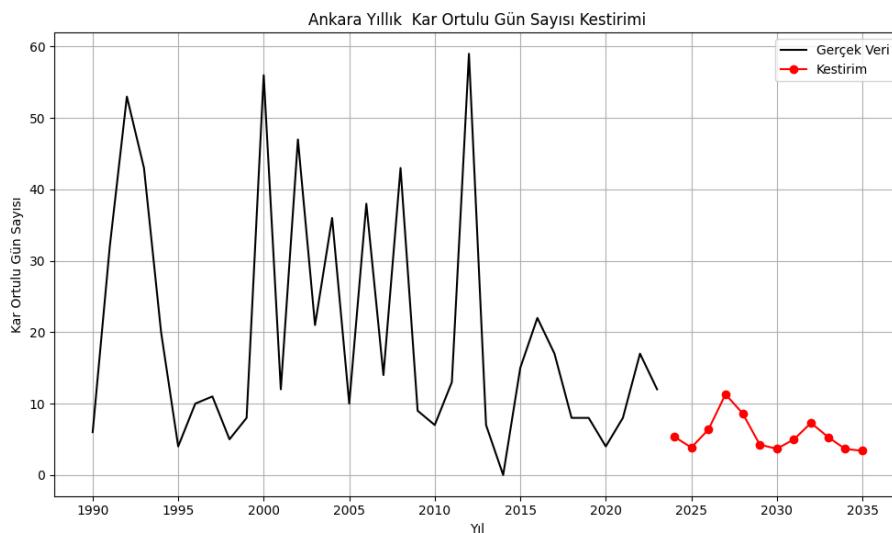
Antalya ili için 1990–2023 yıllarını kapsayan kar örtülü gün sayıları verileri ve 2024–2035 dönemine ilişkin yapay sinir ağları (YSA) modeliyle elde edilen kestirimler gösterilmektedir. Gerçek verilere bakıldığından, kar örtülü gün sayısının 1990'lı yılların başında yalnızca birkaç yılda çok kısa sürelerle gözlemlendiği, uzun yıllar boyunca sıfır yakın devam ettiği ve yalnızca 2022 civarında yeniden kısa süreli bir artış yaşandığı görülmektedir. Bu yapı, Antalya'nın iklim özelliklikleri doğrultusunda kar örtüsünün oldukça seyrek ve düzensiz olarak ortaya çıktığını göstermektedir.

YSA tarafından üretilen tahminlerde, 2024–2035 döneminde kar örtülü gün sayısının sıfır ile 0.5 gün arasında değiştiği; yıllar arasında küçük dalgalarların bulunduğu, ancak genel olarak düşük seviyeli ve sabit bir kestirim yapıldığı görülmektedir. Bu kestirimler, modelin veride yer alan aralıklı verileri olağan dışı istisnalar olarak değerlendirmektense, düşük düzeyde ve dalgalı bir yapı olarak yorumladığını göstermektedir.

Şekil 17'de, yer alan kırmızı kestirim çizgisi, geçmişteki neredeyse sıfır olan uzun dönemli gözlemler ile son yıllarda oluşan nadir kar örtüsü olaylarının ortalamasına dayalı olarak kararsız ama hafif artış eğilimli bir kestirim profili sunmaktadır. YSA, burada kısa süreli aykırılık gösteren değerleri üç değer olarak aşırı öne çıkarmadan; genel eğilimi hafif dalgalı bir düzeyde ilerleterek tahmin üretemiştir.

Bu analiz, Antalya gibi ılıman iklimde sahip şehirlerde YSA'nın, seyrek görülen olayları dikkate alırken genel eğilimi kararlı biçimde modelleyebildiğini göstermektedir.

2.5.3.2. Ankara kar örtülü gün analizi



Şekil 18. Ankara yıllık kar örtülü gün sayısı ve kestirim grafiği

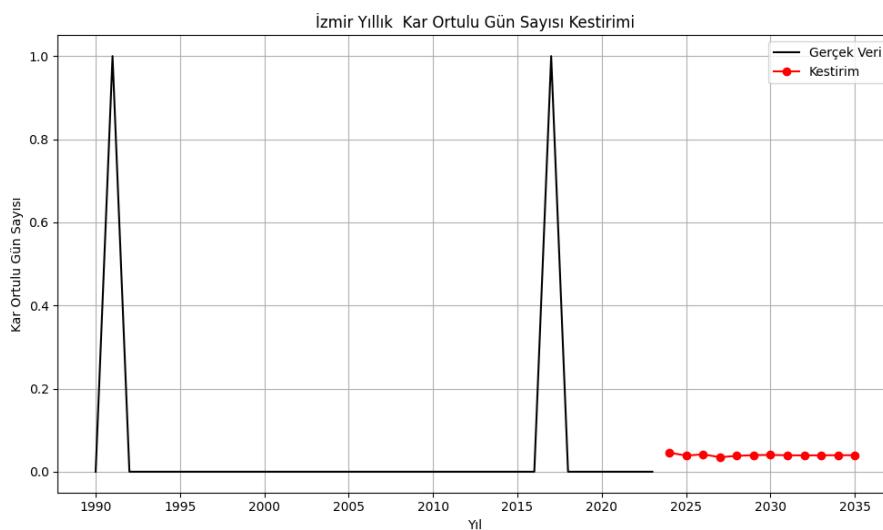
Şekil 18'de, Ankara ili için 1990–2023 yılları arasındaki gerçek karla örtülü gün sayıları siyah çizgi ile, 2024–2035 yılları arasındaki yapay sinir ağları (YSA) ile elde edilen kestirim değerleri ise kırmızı çizgi ile gösterilmiştir.

Gerçek verilere bakıldığında, özellikle 1990'lı ve 2000'li yıllarda kar örtüsünün belirgin bir şekilde daha uzun sürdüğü, bazı yıllarda bu sürenin 50 günü aştiği gözlemlenmektedir. Ancak 2010 sonrası dönemde kar örtülü gün sayısında dikkate değer bir düşüş eğilimi gözle çarpmaktadır; bu da Ankara'da kış mevsimlerinin daha kısa süreli ve kar açısından daha hafif geçtiğini göstermektedir.

Modelin kestirimlerine göre, 2024–2035 döneminde kar örtülü gün sayısı 3 ila 11 gün arasında değişmekte; genel olarak daha kısa ve düzensiz bir kar örtüsü dönemi tahmin edilmektedir. Bu kestirimler, YSA'nın geçmişteki ani yükselişleri üç değer olarak kabul ederek modele almadığını ve daha yakın dönemlerdeki düşük değerlere daha fazla ağırlık verdiğiğini göstermektedir.

Şekil 18'de, kestirim çizgisi, modelin özellikle son 10–15 yıllık düşüş eğilimini dikkate alarak kar örtülü günlerin daha kısa süreceği bir iklim yapısını yansıtlığını ortaya koymaktadır. Kestirim değerleri yıldan yıla dalgalanma gösterse de, genel seviyeyi geçmiş yıllara göre belirgin biçimde düşüğü anlaşılmaktadır. Bu durum, YSA'nın veriyi öğrenirken daha az kar örtüsünü öncelikli olarak dikkate aldığı göstermektedir. Ve bu analiz, Ankara'da kar örtüsünün gelecekte daha kısa süreceği yönünde güçlü bir öngörü sunmaktadır.

2.5.3.3. İzmir kar örtülü gün analizi



Şekil 19. İzmir yıllık kar örtülü gün sayısı ve kestirim grafiği

Şekil 19'da, İzmir ili için 1990–2023 yılları arasındaki gerçek karla örtülü gün sayıları siyah çizgi ile, 2024–2035 yılları arasındaki yapay sinir ağları (YSA) ile elde edilen kestirim değerleri ise kırmızı çizgi ile gösterilmiştir.

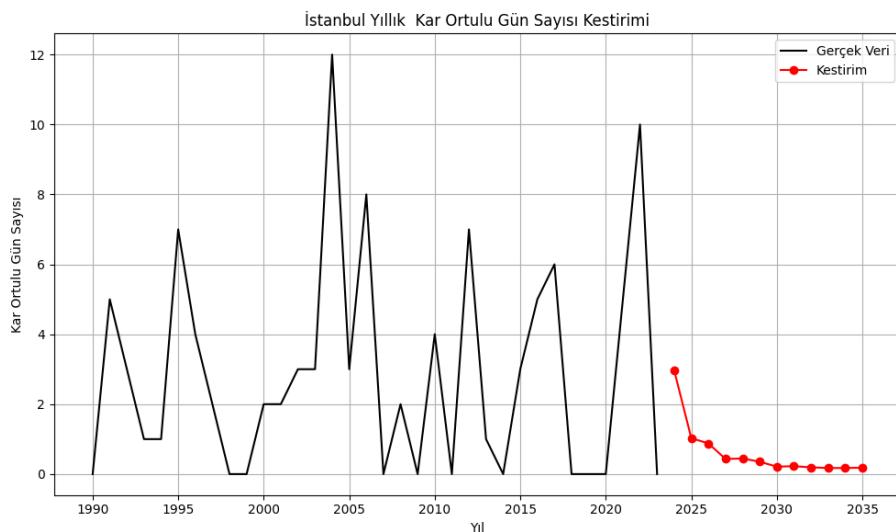
Gerçek verilere bakıldığından, 1990 ile 2023 yılları arasında 1992 ve 2017 yılları arasında yalnızca iki yılda 1 günlük kar örtüsü gözlemlenmiş, diğer tüm yıllarda ise kar örtülü gün sayısı sıfır olarak kaydedilmiştir. Bu durum, İzmir'in iklim özellikleri açısından kar yağışına ve yerde uzun süre kalan kar örtüsüne oldukça nadir şekilde maruz kaldığını ortaya koymaktadır.

Yapay sinir ağı modeli, doğrusal olmayan ve düzensiz örüntülerin öğrenme yeteneği sayesinde geçmiş veriyi işleyerek geleceğe dönük kestirimlerde bulunur. Ancak bu tür seyrek ve sınırlı verilerle çalışıldığında, modelin genelleme eğilimi daha baskın hale gelir.

2024–2035 yılları için yapılan kestirimlerde her yıl için kar örtülü gün sayısının sıfır olduğu öngörülmüştür. Bu sonuç, YSA'nın geçmişte yalnızca iki kez gözlemlenen bu kısa süreli kar örtüsü olaylarını istisnai kabul ettiğini ve bu tür olayların gelecekte tekrar etme olasılığının düşük olduğunu varsayıdığını göstermektedir.

Şekil 19'da, kestirim çizgisi düz bir hat halinde sıfırda seyretmekte olup bu da modelin öğrenme süreci sonunda kar örtülü günlerin İstanbul'un iklimsel gerçekliği içinde kalıcı bir örüntü oluşturmadığı sonucuna vardığını göstermektedir.

2.5.3.4. İstanbul kar örtülü gün analizi



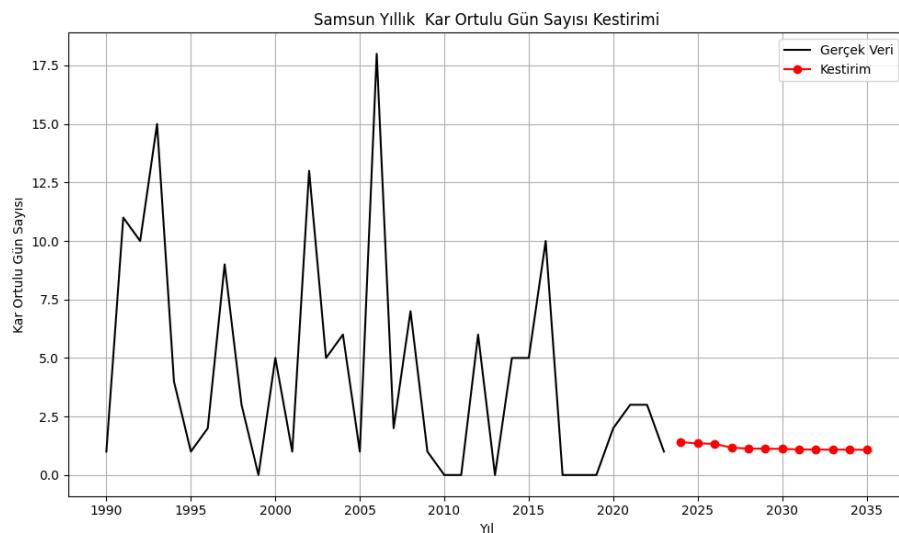
Şekil 20. İstanbul yıllık kar örtülü gün sayısı ve kestirim grafiği

Şekil 20'de, İstanbul'un 1990–2023 yılları arasındaki kar örtülü gün sayısı ile, 2024–2035 dönemine ilişkin yapay sinir ağı (YSA) modeli ile yapılan kestirimler gösterilmektedir. Gerçek verilere bakıldığından, İstanbul'da kar örtüsünün yıl bazında oldukça değişken bir yapı sergilediği görülmektedir. Bazı yıllarda 10 günü aşan kar örtülü gün sayısı, diğer yıllarda sıfıra yakın değerlere kadar düşmüştür. Bu dengesiz yapı, seride belirgin bir trend oluşmasına engel olmuş; kar örtüsünün İstanbul'da belirli aralıklarla ancak düzensiz şekilde ortaya çıktığını göstermiştir.

YSA modeli, bu dalgalı geçmiş verileri öğrenerek geleceğe dönük kestirimlerde bulunmuş; ancak son yıllarda gözlemlenen düşük kar örtüsü değerlerini daha ağırlıklı değerlendirderek, 2024 sonrası dönem için giderek azalan bir kar örtüsü tahmini üretmiştir. Modelin kestirimlerine göre, 2024 yılında kar örtüsü 3 gün olarak öngörlürken, bu değer 2027'den itibaren sıfırlanmakta ve 2035 yılına kadar her yıl 0 gün kar örtüsü beklenmektedir.

Bu kestirim analizleri, YSA'nın geçmişteki yüksek kar örtüsü değerlerini sistematik bir yapıdan ziyade, tekil ve istisnai olaylar olarak değerlendirdiğini ve yakın dönem verilerine daha fazla ağırlık vererek azalan kar örtüsü eğilimini modellemiş olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak, bu analiz YSA modelinin geçmiş verilere dayalı olarak İstanbul'daki kar örtülü günlerin giderek ortadan kalkacağına dair bir trend yakaladığını göstermektedir.

2.5.3.5. Samsun kar örtülü gün analizi



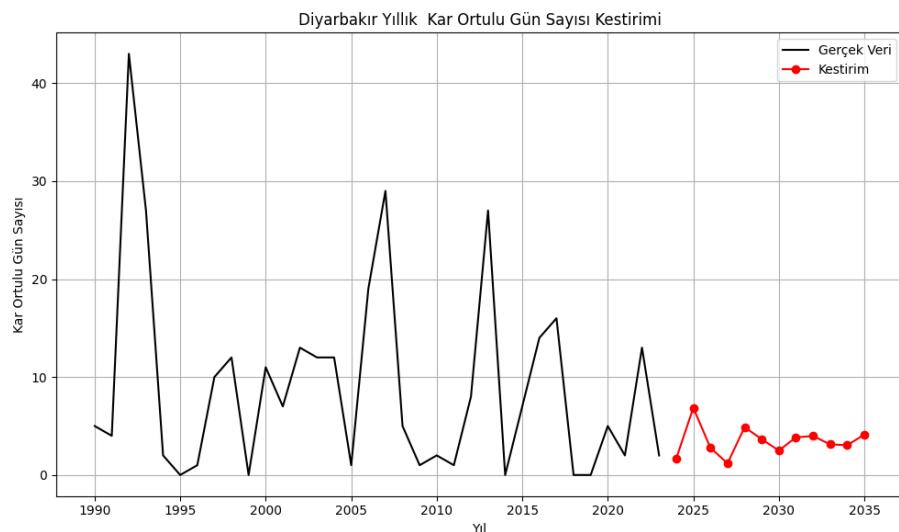
Şekil 21. Samsun yıllık kar örtülü gün sayısı ve kestirim grafiği

Şekil 21'de, Samsun iline ait 1990–2023 yılları arasındaki kar örtülü gün sayısı ve 2024–2035 dönemine ilişkin yapay sinir ağı (YSA) modeliyle elde edilen kestirimler bulunmaktadır. Gerçek verilere bakıldığından, 1990'lı yıllarda 10 günü aşan kar örtülü dönemlerin bulunduğu, ancak 2000'li yıllarda itibaren bu sayının düzensiz bir biçimde azaldığı ve son dönemde sıfıra yaklaşan değerlere ulaştığı görülmektedir. Bu durum, seride hem yüksek varyans hem de zaman içinde belirgin bir düşüş eğilimi olduğunu göstermektedir.

YSA modeli, geçmişteki bu dalgalı örüntülerini analiz etmiş; özellikle son yıllarda gözlemlenen düşük kar örtüsü gün sayılarına daha fazla ağırlık vererek 2024 ve sonrası için kararlı ve düşük düzeyli bir kestirim üretmiştir. Modelin kestirimlerine göre, 2024–2035 yılları arasında her yıl Samsun'da yalnızca 1 gün kar örtüsü olması beklenmektedir. Bu tekduze tahmin, modelin geçmişteki yüksek saptmaları genellemekten kaçınarak, güncel veri trendlerine uyumlu, değişkenliği düşük bir sonuç sunduğunu göstermektedir.

Şekil 21'de belirtilen kestirim değerleri, geçmişteki dalgalanmalara kıyasla oldukça sabit bir düzeyde ilerlemektedir. Bu da modelin, özellikle son dönemde kar örtülü günlerin neredeyse tamamen ortadan kalktığını dikkate alarak, gelecekte de benzer koşulların devam edeceği yönünde istatistiksel bir çıkarımda bulunduğu ortaya koymaktadır. YSA, uç değerleri baskılıarak kararlı bir kestirim çizgisi oluşturmuş; kar örtüsünün Samsun'da artık nadiren ve çok kısa süreli görüleceğini varsayılmıştır.

2.5.3.6. Diyarbakır kar örtülü gün analizi



Şekil 22. Diyarbakır yıllık kar örtülü gün sayısı ve kestirim grafiği

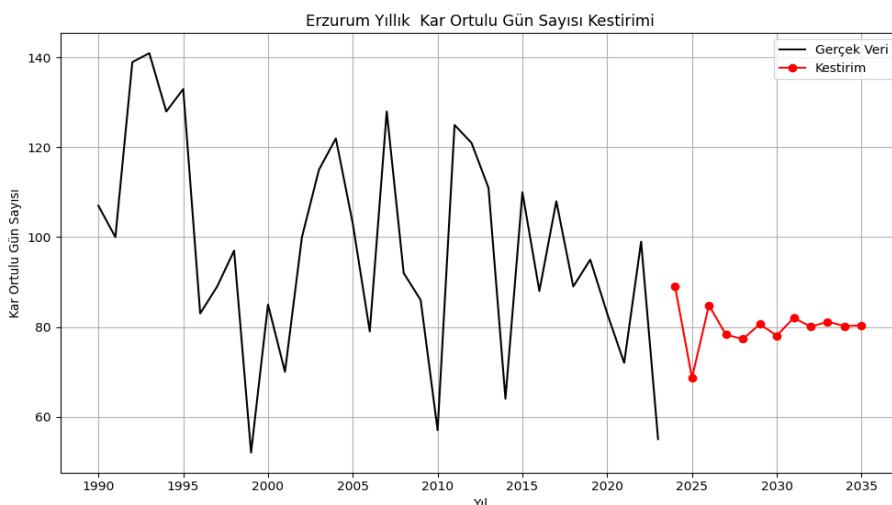
Şekil 22'de Diyarbakır iline ait 1990–2023 yılları arasındaki kar örtülü gün sayısı ile, 2024–2035 dönemi için yapay sinir ağı (YSA) modeliyle elde edilen kestirimler görülmektedir. Geçmiş verilere bakıldığından, serinin belirgin bir düzensizlik sergilediği, bazı yıllarda kar örtülü gün sayısının 30'un üzerine çıktıığı, bazı yıllarda ise neredeyse hiç kar örtüsü olmuşmadığı görülmektedir. Bu yapı, seride belirgin bir trend ya da mevsimsellik olmadığını, ancak yüksek varyansa sahip, düzensiz ve rastlantısal sapmalar içeren bir dağılımin bulunduğu ortaya koymaktadır. Bu yüksek değişkenlik, klasik doğrusal modellerle tahmin yapmayı güçlendirmekte; bu nedenle YSA gibi karmaşık örüntüleri işleyebilen esnek modeller tercih edilmektedir.

Yapay sinir ağı modeli, kestirim değerlerini üretirken geçmiş verideki dalgalı yapıyı analiz ederek, özellikle son dönemlerdeki düşük kar örtüsü değerlerine daha fazla ağırlık vermiştir. 2024–2035 dönemine ilişkin kestirimlere bakıldığından, kar örtülü gün sayısının yıllık bazda 1 ila 7 gün arasında değişeceği öngörmektedir. Model, geçmişteki yüksek uç değerleri sistematik bir trend olarak değil, tekil sapmalar olarak değerlendirmiştir ve kestirimlerini uç değerlerin etkisini azaltarak daha istikrarlı ve ortalamaya yakın bir dağılım çerçevesinde yapılmıştır.

Şekil 22'deki kestirim çizgisi, kar örtülü gün sayısında ciddi dalgalanmaların artık görülmeyeceği, ancak yıldan yıla hafif oynamalarla birlikte düşük düzeyli bir kar varlığının sürecegi izlenimini vermektedir. Bu da modelin, Diyarbakır için gelecekte kar örtüsünün devam edebileceğini ancak etkisinin sınırlı kalacağını öngördüğünü göstermektedir. Tahminler ani sıçramalardan kaçınmakta ve daha çok son yılların yapısal özelliklerini yansımaktadır.

Bu analiz, Diyarbakır'da kar örtüsünün kararlı bir yapıda olmadığını, ancak önlüklerdeki yıllarda düşük seviyelerde seyredeğini göstermektedir.

2.5.3.7. Erzurum kar örtülü gün analizi



Şekil 23. Erzurum yıllık kar örtülü gün sayısı ve kestirim grafiği

Şekil 23'de Erzurum ili için 1990–2023 yılları arasında gözlemlenen kar örtülü gün sayısı ve 2024–2035 dönemi için yapay sinir ağı(YSA) modeliyle elde edilen kestirimler görülmektedir. Gerçek veriler incelendiğinde, Erzurum'un yıl içinde karla kaplı gün sayısının büyük çoğunlukla 100 günün üzerinde gerçekleştiği, ancak zaman zaman ani düşüşler ve dalgalı seyirlerle bu değerin 60–70 gün aralığına kadar indiği görülmektedir. Bu yapı, serinin yüksek varyanslı ve doğrusal olmayan bir örüntü taşıdığını; ayrıca ani değişimlere açık olduğunu ortaya koymaktadır. Bu tür karmaşık yapılarla çalışırken, doğrusal modeller yetersiz kalabileceğinden, YSA modeli tercih edilmişdir. YSA'nın çok katmanlı ve esnek yapısı, geçmişteki ani sapmaları baskılıyorarak, daha kararlı bir tahmin süreci üretmesini mümkün kılmıştır.

Modelin 2024–2035 dönemi için yaptığı kestirimler, yıl bazında 69 ile 89 gün arasında değişmekte olup, özellikle 2026 yılından itibaren yaklaşık 80 günlük bir düzeye doğru dengelenmektedir. Kestirim eğrisi, geçmişteki ani sıçramaları doğrudan takip etmek yerine, bunları yumuşatarak daha düşük varyanslı ve dengeye yakın bir kestirim profili sunmaktadır.

Yıllar arasında görülen küçük dalgalanmalar, YSA'nın verideki geçmiş yapılara durağan bir tahmin yaklaşımı izlemek yerine, belirli bir düzeyde değişkenlik barındıran verideki iniş çıkışlara karşı duyarlılık göstermektedir. Bu dalgalanmalar, yapay sinir ağıının uç değerleri dışlamadan, ancak abartmadan yorumladığını; böylece modelin hem tahmin doğruluğu hem de genelleyici gücünü koruduğunu göstermektedir.

Yapay sinir ağı modeliyle yapılan il bazlı kestirimler, Türkiye'de karla örtülü gün sayısında bölgesel farklılıkların önümüzdeki yıllarda da belirginleşeceğini göstermektedir. Antalya, İzmir ve Diyarbakır gibi illerde kar örtülü gün

sayısının sıfır ya da sıfıra yakın seyretmeye devam edeceğinin öngörülürken; Erzurum ve Ankara gibi iç ve doğu bölgelerde kar örtüsünün daha uzun süreli ve kalıcı olacağı, İstanbul ve Samsun gibi illerde ise kar örtüsünün geçmişe kıyasla belirgin biçimde azalacağı tahmin edilmektedir. Bu kestirimler, özellikle trafik, kasko ve ferdî kaza sigorta branşları için önem arz etmektedir; çünkü karla kaplı zeminler kazaları artırmaktadır, bu da polis kapsamı ve prim hesaplamalarında bölgesel farklılıklarını zorunlu kılmaktadır. Yangın ve doğal afetler sigortaları açısından, yoğun kar yüküne bağlı çatı çökmesi ve don risklerinin yalnızca kar örtüsünün yüksek olduğu bölgelerde dikkate alınması yeterli olacaktır. Tarım sigortalarında, kar örtüsü toprak nem dengesine katkı sağladığı gibi don riskini de artırabilir; bu nedenle bu branşta kar örtüsünün miktarı, ürün bazlı teminat yapılarının planlanması belirleyici olabilir. Bu bağlamda, karla birlikte artan düşme, burkulma gibi bireysel yaralanmalar nedeniyle hastalık ve sağlık sigortalarının, özellikle kiş aylarında hizmet ihtiyacında artış yaşanabilecek illerde destekleyici poliselerle güçlendirilmesi gerekebilir. Kar yağışına bağlı görüş kısıtlılığı ve pist güvenliği riskleri ise hava araçları (uçak-tekne) branş açısından yalnızca Erzurum gibi kar örtüsünün uzun sürdüğü illerde dikkate alınmalıdır. Sonuç olarak, yapay sinir ağları ile elde edilen kestirimler, iklim temelli sigorta risklerinin coğrafi temelli olarak yeniden sınıflandırılması ve özelleştirilmiş ürün geliştirme stratejilerinin benimsenmesi gerektiği işaret etmektedir.

2.5.4. Sisli Gün Analizi

Her il için oluşturulan zaman serisi ve yapay sinir ağları (YSA) modelleri sonucunda sisli gün için elde edilen kestirimlere ilişkin RMSE değerleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 8. Sisli gün analizi kestirimlere ilişkin RMSE değerleri

Şehir	Yapay Sinir Ağları RMSE Değerleri	Zaman Serileri RMSE Değerleri
Antalya	3.1305	2.6458
Ankara	3.6332	1.5492
İzmir	1.0000	0.0000
İstanbul	3.2863	12.2719
Samsun	1.6733	3.0984
Diyarbakır	23.2637	21.7991
Erzurum	29.4517	31.5816

İl bazında yapılan analizlerde elde edilen sonuçlara göre Antalya, Ankara, İzmir ve Diyarbakır illeri için zaman serisi modelinin RMSE değerleri yapay sinir ağları modeline göre daha düşüktür. Bu doğrultuda daha sağlıklı kestirimler yapabilmek için Antalya, Ankara, İzmir ve Diyarbakır illeri için yapılacak olan gelecek tahminlerinde zaman serisi modeli tercih edilmiştir.

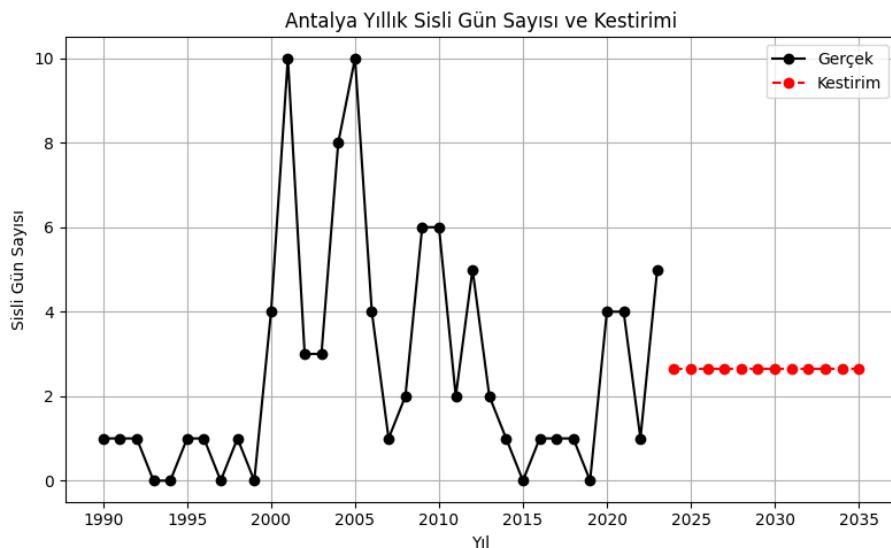
İstanbul, Samsun ve Erzurum illerinin analizlerinde ise yapay sinir ağları modelinin RMSE değerleri zaman serisi modelinin RMSE değerlerine göre daha düşüktür. Bu üç il için yapılan kestirimlerde yapay serisi modeli tercih edilmiştir.

Tablo 9. 2024-2035 yılları sisli gün sayısı kestirim değerleri

Yıl	Antalya	Ankara	İzmir	İstanbul	Samsun	Diyarbakır	Erzurum
2024	2.65	0.027021	0	6	4	31.123745	31
2025	2.65	0.055354	0	6	2	31.978359	68
2026	2.65	0.381437	0	6	2	32.822974	39
2027	2.65	0.351226	0	6	3	33.667589	36
2028	2.65	0.423320	0	6	2	34.512203	29
2029	2.65	0.230055	0	6	3	35.356818	33
2030	2.65	0.254225	0	6	2	36.201432	50
2031	2.65	0.206622	0	6	2	37.046047	41
2032	2.65	0.293442	0	6	2	37.890662	40

2033	2.65	0.276759	0	6	2	38.735276	33
2034	2.65	0.304880	0	6	2	39.579891	35
2035	2.65	0.265221	0	6	2	40.424505	42

2.5.4.1. Antalya sisli gün analizi



Şekil 24. Antalya yıllık sisli gün sayısı ve kestirim grafiği

Şekil 24'te, Antalya ili için yıllık sisli gün sayısı siyah çizgi ile 2024–2035 yıllarına ait zaman serisi Simple modeli ile elde edilen kestirim değerleri ise kırmızı çizgi ile gösterilmiştir.

Zaman serisi ile gerçekleştirilen analiz sonucunda, Antalya ili için geçmiş yıllara ait sisli gün verileri kullanılarak 2024–2035 yılları arasındaki yıllık sisli gün sayıları tahmin edilmiştir. Grafik incelemişinde 1990–2023 yılları arasında Antalya ili için gözlemlenen sisli gün sayılarında yıllar içinde belirgin dalgalanmalar olduğu görülmektedir. Özellikle 2000'lü yılların başında sisli gün sayısında ani artışlar yaşanmış, 2001 ve 2005 yıllarında maksimum değere (10 gün) ulaşılmıştır. Bu dönemler dışında genel olarak düşük düzeyde seyreden sisli gün sayılarının zaman zaman 0'a kadar düşüğü de gözlemlenmiştir.

Yapılan analizlere dayalı kestirim sonuçlarına göre, 2024 yılı ve sonrasında yıllık sisli gün sayısı yaklaşık 2.65 gün seviyelerinde sabitlenmektedir. Bu durum, modelin geçmişi gözlemlenen ani artış ve düşüşleri yansımaktan sınırlı olduğunu; daha durağan bir yapı öngördüğünü göstermektedir. Sisli gün sayısının sabit bir düzeye oturacağı yönündeki bu tahmin, bölgedeki atmosferik koşulların belirli bir dengeye evrileceğini öngormektedir.

2.5.4.2. Ankara sisli gün analizi



Şekil 25. Ankara yıllık sisli gün sayısı ve kestirim grafiği

Şekil 25'te, Ankara ili için yıllık sisli gün sayısı siyah çizgi ile 2024–2035 yıllarına ait zaman serisi yöntemlerinden biri olan ARIMA(3,1,0) modeliyle elde edilen kestirim değerleri ise kırmızı çizgi ile gösterilmiştir.

Zaman serisi ile gerçekleştirilen analiz sonucunda, Ankara ili için geçmiş yıllara ait sisli gün verileri kullanılarak 2024–2035 yılları arasındaki yıllık sisli gün sayıları tahmin edilmiştir.

1990–2023 yılları arasında gözlemlenen gerçek veriler incelendiğinde, Ankara'da sisli gün sayılarında belirgin dalgalanmalar olduğu görülmektedir. Özellikle 2000'li yılların ortasında (2003–2006), sisli gün sayılarında dikkat çekici bir artış yaşanmış ve 2006 yılında bu sayı 64 gün ile zirveye ulaşmıştır. Bu ekstrem dönemin ardından sisli gün sayısında ciddi bir düşüş yaşanmış, 2010 sonrası dönemde yıllık değerler genellikle 10 günün altında kalmıştır. 2020 sonrasında ise sisli gün sayısı neredeyse sıfır yaklaşmıştır.

Zaman serisi ile yapılan kestirimlerin, 2024–2035 yılları arasında sisli gün sayısının yıllık 0.2–0.3 gün aralığında seyredeceğini öngörmektedir. Kestirimler arasında yer alan -0.05 gibi negatif değerler ise, modelin düşük düzeydeki varyans nedeniyle teorik olarak ürettiği, ancak gerçek hayatı sıfır olarak yorumlanması gereken sonuçlardır. Bu veriler, Ankara'da sisli günlerin gelecek yıllarda nadir hale geleceğini göstermektedir.

2.5.4.3. İzmir sisli gün analizi



Şekil 26. İzmir yıllık sisli gün sayısı ve kestirim grafiği

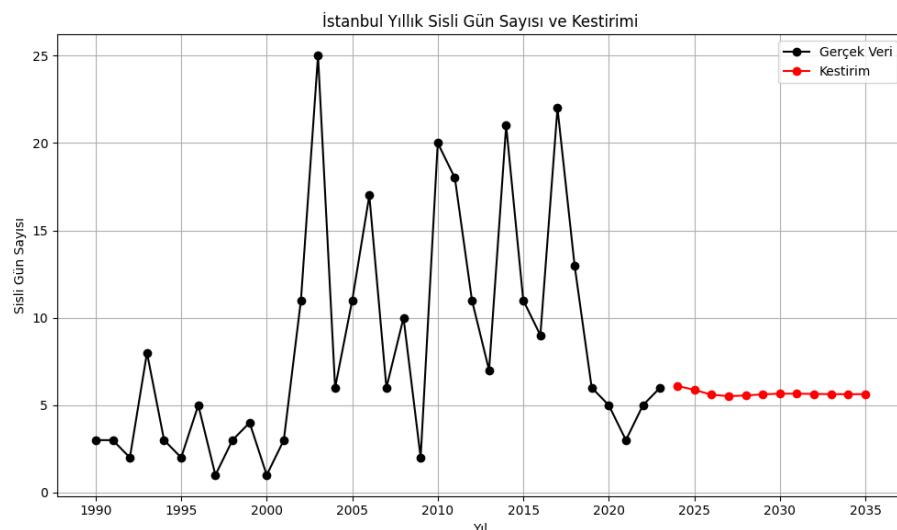
Şekil 26'da, İzmir ili için yıllık sisli gün sayısı siyah çizgi ile 2024–2035 yıllarına ait zaman serisi modellerinden biri olan ARIMA(2,1,0) modeli ile elde edilen kestirim değerleri ise kırmızı çizgi ile gösterilmiştir.

Zaman serisi ile gerçekleştirilen analiz sonucunda, İzmir ili için geçmiş yıllara ait sisli gün verileri kullanılarak 2024–2035 yılları arasındaki yıllık sisli gün sayıları tahmin edilmiştir.

1990–2023 yılları arasında gözlemlenen verilere göre, İzmir'de 2000'li yılların ortasında sisli gün sayısında dikkat çekici artışlar yaşanmıştır. 2006 ve 2007 yıllarında yıllık sisli gün sayısı sırasıyla 17 ve 16 gün ile en yüksek seviyelere ulaşmıştır. Bu dönemi takip eden yıllarda ise sisli gün sayısında keskin bir düşüş yaşanmış ve 2010 sonrası dönemde neredeyse sıfır seviyesine gerilemiştir. 2015'ten itibaren ise sisli gün sayısı, hemen hemen tüm yıllarda 0 olarak kaydedilmiştir.

Zaman serisi ile yapılan kestirimler, 2024–2035 yılları arasında İzmir'de yıllık sisli gün sayısının 0'a çok yakın değerlerde sabit kalacağını öngörmektedir. Modelde göre tahmin edilen değerler negatif yönlündür; bu istatistiksel olarak sıfıra eşdeğer kabul edilmekte ve gerçek yaşamda sisli gün görülmeyeceği şeklinde yorumlanmaktadır. Bu sonuç, İzmir'de sisli gün olaylarının ortadan kalktığını ya da son derece nadir hale geldiğini göstermektedir.

2.5.4.4. İstanbul sisli gün analizi



Şekil 27. İstanbul yıllık sisli gün sayısı ve kestirim grafiği

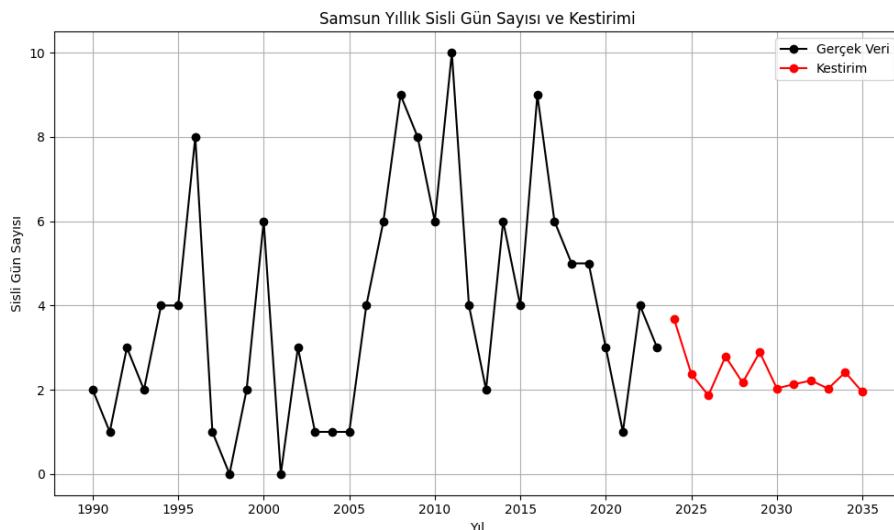
Şekil 27'de, İstanbul ili için yıllık sisli gün sayısı siyah çizgi ile 2024–2035 yıllarına ait yapay sinir ağları modeli ile elde edilen kestirim değerleri ise kırmızı çizgi ile gösterilmiştir.

Yapay sinir ağları modeli ile gerçekleştirilen analiz sonucunda, İstanbul ili için geçmiş yıllarda ait sisli gün verileri kullanılarak 2024–2035 yılları arasındaki yıllık sisli gün sayıları tahmin edilmiştir.

1990–2023 yılları arasındaki gerçek verilere bakıldığından, İstanbul'da sisli gün sayılarında zaman içerisinde belirgin dalgalanmalar yaşandığı görülmektedir. Özellikle 2002 yılında sisli gün sayısı 25 güne ulaşarak tüm dönem içerisindeki en yüksek değeri göstermiştir. Bu dönemi takip eden yıllarda da sisli gün sayıları zaman zaman 15–20 gün seviyelerine ulaşarak önemli düzeyde değişkenlik göstermiştir. Ancak 2020 sonrası dönemde bu sayının azaldığı, 2023 itibarıyla 6 güne kadar düşüşü gözlenmektedir.

Yapay sinir ağları analizine dayalı olarak yapılan kestirimlerde, 2024–2035 yılları arasında İstanbul'da her yıl 6 gün sisli hava olayı yaşanacağı öngörmektedir. Modelin bu düz ve sabit tahmini, son yıllarda istikrarlı azalışın ardından sisli gün sayısının belli bir seviyede sabitlenme eğilimi göstereceğini ortaya koymaktadır. Ancak geçmiş yıllarda yüksek dalgalanma, sisli gün sayısının gelecekte meteorolojik değişkenliklerden etkilenmeye açık olabileceğini de göstermektedir.

2.5.4.5. Samsun sisli gün analizi



Şekil 28. Samsun yıllık sisli gün sayısı ve kestirim grafiği

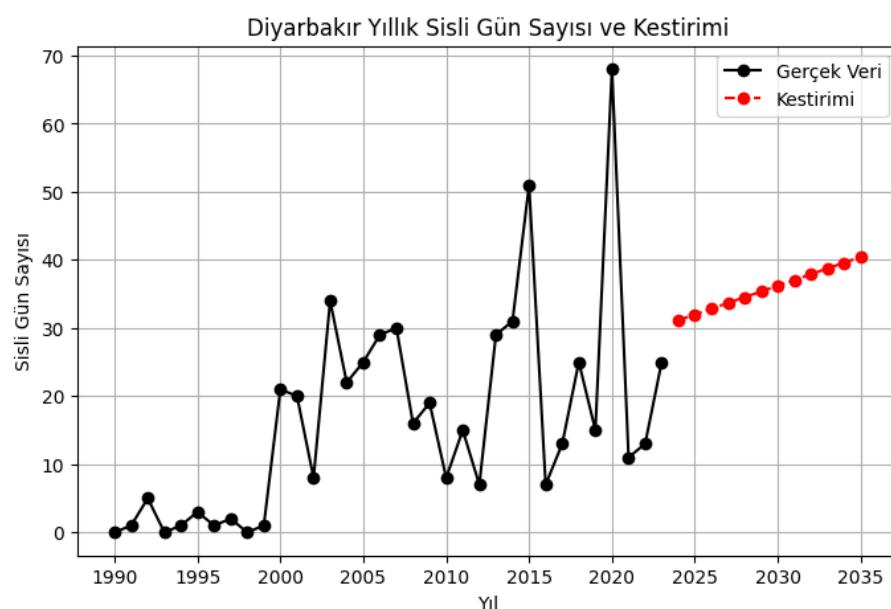
Şekil 28'de, Samsun ili için yıllık sisli gün sayısı siyah çizgi ile 2024–2035 yıllarına ait yapay sinir ağı modeliyle elde edilen kestirim değerleri ise kırmızı çizgi ile gösterilmiştir.

Yapay sinir ağı modeli ile gerçekleştirilen analiz sonucunda, Samsun ili için geçmiş yıllara ait sisli gün verileri kullanılarak 2024–2035 yılları arasındaki yıllık sisli gün sayıları tahmin edilmiştir.

1990–2023 yılları arasındaki gerçek veriler incelendiğinde, Samsun'da sisli gün sayılarının yıllar içerisinde dalgalı bir seyir izlediği görülmektedir. 2008–2015 döneminde yıllık sisli gün sayısının zaman zaman 9–10 güne ulaştığı dikkat çekmektedir. Bu dönemin ardından ise sisli gün sayısında kademeli bir azalma yaşanmış; 2020 sonrası dönemde bu sayı 1–4 gün aralığında seyretmiştir.

Yapay sinir ağı modeline göre yapılan kestirimlerde, 2024 yılı için 4 gün olarak öngörülen sisli gün sayısının, takip eden yıllarda genel olarak 2–3 gün düzeyinde dalgalanacağı tahmin edilmektedir. Bu durum, Samsun'da sisli günlerin tamamen ortadan kalkmasa da düşük seviyelerde sabitleneceğini göstermektedir. Modele göre belirgin bir artış ya da keskin düşüş öngörlülmemektedir; bu da sisli gün sayısında hafif dalgalanmalarla durağan bir yapı oluşacağını düşündürmektedir.

2.5.4.6. Diyarbakır sisli gün analizi



Şekil 29. Diyarbakır yıllık sisli gün sayısı ve kestirim grafiği

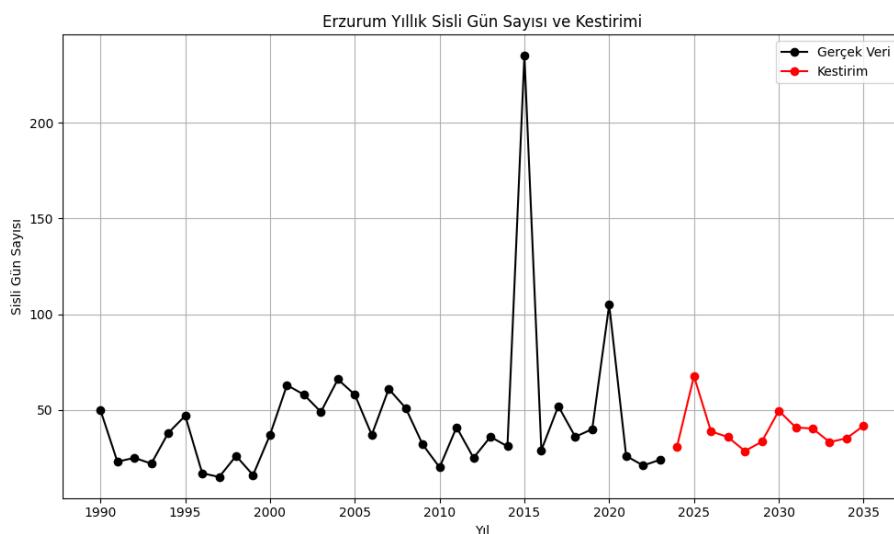
Şekil 29'da, Diyarbakır ili için yıllık sisli gün sayısı siyah çizgi ile 2024–2035 yıllarına ait zaman serisi yöntemlerinden biri olan üstel düzeltme modeliyle elde edilen kestirim değerleri ise kırmızı çizgi ile gösterilmiştir.

Zaman serisi modeli ile gerçekleştirilen analiz sonucunda, Diyarbakır ili için geçmiş yıllara ait sisli gün verileri kullanılarak 2024–2035 yılları arasındaki yıllık sisli gün sayıları tahmin edilmiştir.

1990–2023 yılları arasındaki gerçek verilere bakıldığından, Diyarbakır'da sisli gün sayılarında yıllar içinde önemli dalgalanmalar yaşandığı görülmektedir. 2000'li yılların başında yaşanan artışla birlikte yıllık sisli gün sayısı 30'luk değerlere ulaşmış, 2015 yılında ise 68 gün ile en yüksek seviyesine çıkmıştır. Bu dönemde, Diyarbakır'da atmosferik koşulların sis oluşumu açısından oldukça elverişli olduğunu ortaya koymaktadır. 2020'li yıllara gelindiğinde ise sisli gün sayılarında bir miktar azalma görülsü de 2023 yılı itibarıyla bu sayı hâlâ 25 gün civarındadır.

Zaman serisi ile yapılan kestirimler, 2024 yılı itibarıyla yıllık sisli gün sayısının 31 gün olacağını; bu değerin izleyen yıllarda kademeli olarak artarak 2035 yılında 40 güne ulaşacağını öngörmektedir. Bu durum, Diyarbakır'da sisli gün sayısında uzun vadede istikrarlı bir artış eğilimi olduğunu göstermektedir. Model, geçmişteki dalgalanmaları yumuşatarak, geleceğe yönelik yükselen ve kararlı bir trend öngörmektedir.

2.5.4.7. Erzurum sisli gün analizi



Şekil 30. Erzurum yıllık sisli gün sayısı ve kestirim grafiği

Şekil 30'da, Erzurum ili için yıllık sisli gün sayısı siyah çizgi ile 2024–2035 yıllarına ait yapay sinir ağları modeli ile elde edilen kestirim değerleri ise kırmızı çizgi ile gösterilmiştir.

Yapay sinir ağları modeli ile gerçekleştirilen analiz sonucunda, Erzurum ili için geçmiş yıllara ait sisli gün verileri kullanılarak 2024–2035 yılları arasındaki yıllık sisli gün sayıları tahmin edilmiştir.

1990–2023 yılları arasındaki gerçek verilere bakıldığından, Erzurum'da sisli gün sayılarının yıllar içinde yüksek seviyelerde seyrettiği ve zaman zaman ciddi artışlar yaşandığı görülmektedir. Özellikle 2015 yılında yaşanan 235 günlük sisli hava olayı dikkat çekici düzeydedir ve bu değer, incelenen tüm yıllar arasında ekstrem bir uç değeri temsil etmektedir. Bunun dışında da 2000'li yıllarda genellikle 40–70 gün aralığında değişen yüksek sisli gün sayıları görülmektedir. 2020 sonrasında görecek daha düşük seviyelere inilmiş olsa da, sisli gün sayısı hâlâ yüksek seyrini sürdürmektedir.

Yapay sinir ağları modeliyle yapılan kestirimlere göre, 2024 yılı itibarıyla Erzurum'da 31 gün sisli hava beklenirken, bu değer 2025 yılında ani bir sıçramayla 68 güne çıkacaktır, sonraki yıllarda ise 30–50 gün aralığında dalgalanmaktadır. Bu öngörüler, Erzurum için yüksek ve değişken bir sis rejiminin önmüzdeki yıllarda da devam edeceğini işaret etmektedir.

2.5.5. Deprem Analizi

Her il için oluşturulan zaman serisi ve yapay sinir ağları (YSA) modelleri sonucunda deprem için elde edilen kestirimlere ilişkin RMSE değerleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 10. Deprem analizi kestirimlere ilişkin RMSE değerleri

Şehir	Yapay Sinir Ağları RMSE Değerleri	Zaman Serileri RMSE Değerleri
-------	-----------------------------------	-------------------------------

Antalya	1.1832	2.9326
Ankara	0.6325	1.6733
İzmir	23.0955	22.5167
İstanbul	1.4142	1.4142
Samsun	0.4472	0.4472
Diyarbakır	2.3238	2.3238
Erzurum	1.9494	1.6733

İl bazında yapılan analizlerde elde edilen sonuçlara göre Antalya ve Ankara illeri için yapay sinir ağı (YSA) modelinin RMSE değerleri zaman serisi modeline göre daha düşüktür. Bu doğrultuda daha sağlıklı kestirimler yapabilmek için, Antalya ve Ankara illeri için yapılacak olan gelecek tahminlerinde YSA modeli tercih edilmiştir.

İzmir ve Erzurum illerine ait analizlerde ise zaman serisi modelinin RMSE değerleri yapay sinir ağı (YSA) modelinin RMSE değerlerine göre daha düşüktür. Bu nedenle bu iller için gelecek tahminlerinde zaman serileri modeli tercih edilmiştir.

Yapay sinir ağı ve zaman serisi modellerine göre her iki modelde de RMSE değerleri aynı çıkan İstanbul, Samsun, Diyarbakır illeri için verinin durağan yapısı ve görece düşük boyutu nedeniyle, zaman serisi modelleri hem yeterli hem de daha uygun bir yaklaşım sunacağı için zaman serisi modeli tercih edilmiştir.

Tablo 11. 2024-2035 yılları deprem sayısı kestirim değerleri

Yıl	Antalya	Ankara	İzmir	İstanbul	Samsun	Diyarbakır	Erzurum
2024	1	0	7.59	0.44	0.21	0.56	1.97
2025	3	0	7.59	0.44	0.21	0.56	1.97
2026	5	0	7.59	0.44	0.21	0.56	1.97
2027	4	0	7.59	0.44	0.21	0.56	1.97
2028	2	0	7.59	0.44	0.21	0.56	1.97
2029	1	0	7.59	0.44	0.21	0.56	1.97
2030	3	0	7.59	0.44	0.21	0.56	1.97
2031	4	0	7.59	0.44	0.21	0.56	1.97
2032	2	0	7.59	0.44	0.21	0.56	1.97
2033	1	0	7.59	0.44	0.21	0.56	1.97
2034	2	0	7.59	0.44	0.21	0.56	1.97
2035	3	0	7.59	0.44	0.21	0.56	1.97

2.5.5.1. Antalya deprem analizi

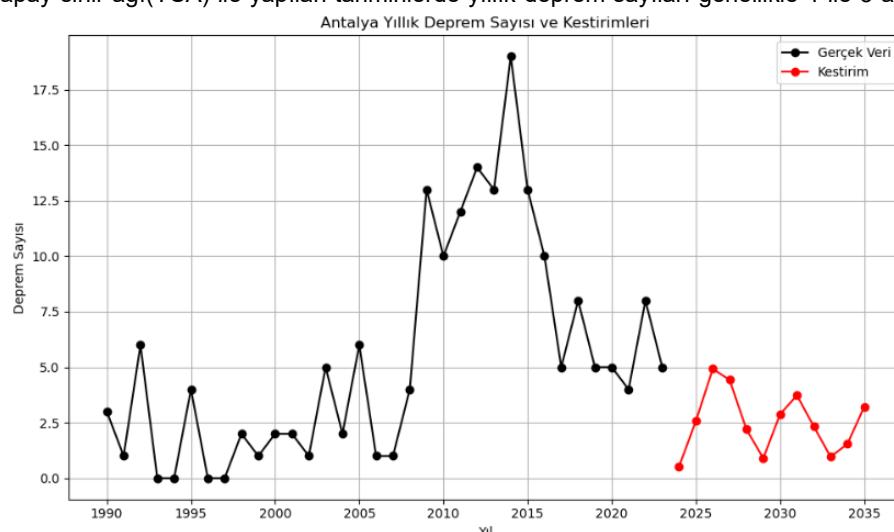
Şekil 31. Antalya yıllık deprem sayısı ve kestirim grafiği

Şekil 31'de, Antalya ili için yıllık deprem sayısı siyah çizgi ile, 2024–2035 yıllarına ait yapay sinir ağı (YSA) modeliyle elde edilen kestirim değerleri ise kırmızı çizgi ile gösterilmiştir.

Yapay sinir ağı (YSA) modeli ile gerçekleştirilen analiz sonucunda, Antalya ili için geçmiş yıllara ait deprem verileri kullanılarak 2024–2035 yılları arasındaki yıllık deprem sayıları tahmin edilmiştir. Grafik incelendiğinde, 1990–2023 yılları arasındaki gerçek deprem sayılarında zaman zaman önemli dalgalanmalar gözlemlenmektedir. Özellikle 2010–2015 yılları arasında deprem sayısında belirgin bir artış meydana gelmiş, 2014 yılında en yüksek değere (yaklaşık 19) ulaşılmıştır. 2016 sonrası dönemde ise görece daha düşük ve istikrarlı bir seyir gözlemlenmiştir.

Model tarafından 2024–2035 yılları arasında yönelik yapılan deprem sayısı kestirimleri, geçmiş verilere göre daha düşük ve dalgalı bir yapı sergilemektedir.

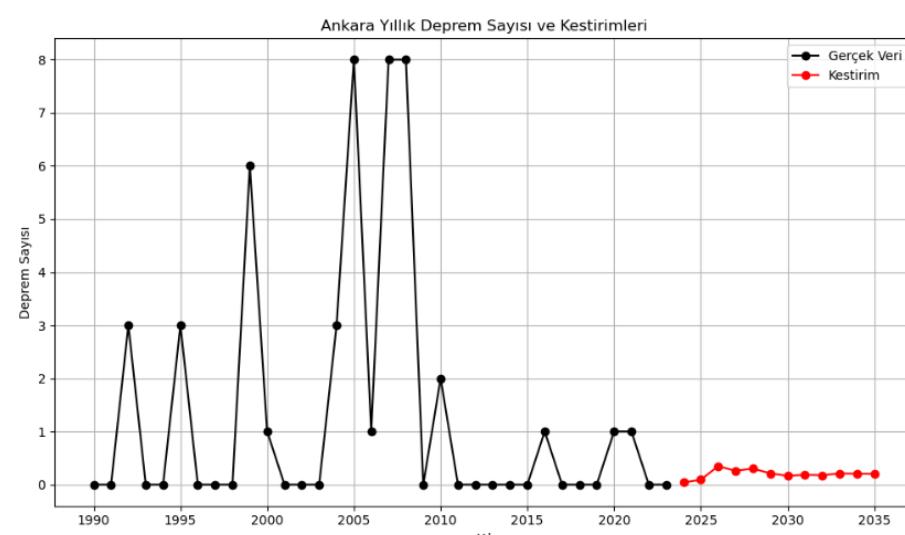
Yapay sinir ağı(YSA) ile yapılan tahminlerde yıllık deprem sayıları genellikle 1 ile 5 arasında değişmekte, yüksek



yoğunluklu deprem yılları yerine daha ilimli ve istikrarsız bir seyir öne çıkmaktadır. Özellikle 2010–2015 döneminde gözlemlenen ani artışlar ve yüksek deprem sayıları, gelecek kestirimlerinde yerini daha düşük düzeyli bir dalgalanmaya bırakmıştır. Bu durum, Antalya'da önümüzdeki yıllarda görece daha az sayıda ve düzensiz aralıklarla deprem olacağını öngördüğünü göstermektedir.

Ancak, Antalya ilinin geçmiş yıllardaki deprem sıklığı ve gelecek tahminlerindeki de sayılar göz önüne alınarak yaşanması mümkün olan bazı felaketlere karşı Antalya halkın yanım ve doğal afetler sigortası gibi gereklili olan sigortaları yaptırmayı göz ardı etmemesi gerekmektedir.

2.5.5.2. Ankara deprem analizi



Şekil 32. Ankara yıllık deprem sayısı ve kestirim grafiği

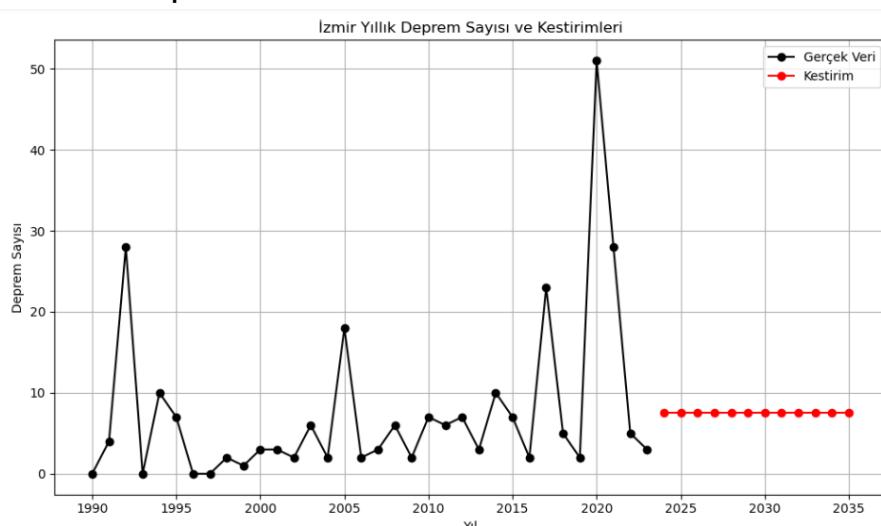
Şekil 32'de, Ankara ili için yıllık deprem sayısı siyah çizgi ile, 2024–2035 yıllarına ait yapay sinir ağı (YSA) modeliyle elde edilen kestirim değerleri ise kırmızı çizgi ile gösterilmiştir.

Yapay sinir ağı (YSA) modeli kullanılarak Ankara ili için yapılan grafik incelediğinde, 1990–2023 döneminde Ankara'da yıllık deprem sayılarının oldukça değişken olduğu görülmektedir. Özellikle 2000'li yılların başında (2003, 2005 ve 2007) 6 ile 8 arasında değişen yüksek deprem sayıları dikkat çekmektedir. Ancak bu yılların dışında kalan dönemlerde, özellikle 2010 sonrası dönemde, deprem sayılarının sıfır yakını olduğu veya yalnızca 1 gibi düşük seviyelerde gerçekleştiği gözlemlenmiştir. Bu da Ankara'daki deprem aktivitesinin uzun vadede düzensiz ancak genel olarak düşük yoğunluklu olduğunu göstermektedir.

Modelin 2024–2035 dönemi için yaptığı gelecek tahminleri ise oldukça durağan ve düşük seviyededir. Gösterilen kestirim değerleri, neredeyse tüm yıllarda 0 seviyesinde sabitlenmiş ve yüksek varyansa sahip geçmiş yıllara kıyasla çok daha stabil bir yapıya koymuştur. Bu durum, modelin Ankara'da önmüzdeki 10 yılı aşkın sürede düşük düzeyli bir deprem aktivitesi öngördüğünü göstermektedir. Geçmişte zaman zaman ani sıçramalar yaşanmış olsa da, model bu tür istisnai değerleri gelecekte tekrar etmesi muhtemel olaylar olarak değerlendirmemiştir.

Her ne kadar düşük ihtimalle de olsa, deprem olasılığı hiçbir zaman tamamen ortadan kalkmaz. Dolayısıyla bu tahminler, Ankara'nın tamamen risksiz bir bölge olduğu şeklinde yorumlanmamalıdır ve buna karşı sigorta ile önlem gözden kaçırılmamalıdır.

2.5.5.3. İzmir deprem analizi



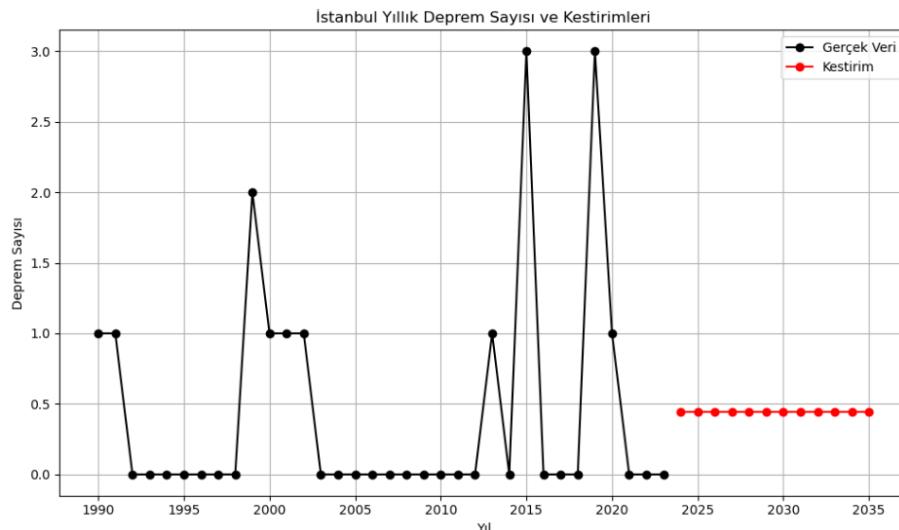
Şekil 33. İzmir yıllık deprem sayısı ve kestirim grafiği

Şekil 33'de, İzmir ili için 1990–2023 yılları arasındaki yıllık deprem sayıları incelenmiş ve bu verilere zaman serisi analiz tekniklerinden biri olan ARIMA (0,0,0) modeli uygulanmıştır. ARIMA (0,0,0) modeliyle elde edilen kestirim değerleri kırmızı çizgi ile gösterilmiştir.

Oluşturulan grafik incelediğinde, siyah çizgi ile gösterilen geçmiş veriler bazı yıllarda önemli sıçramalar gösterse de (özellikle 1992, 2005 ve 2020 gibi yıllarda), ARIMA (0,0,0) modelinin doğası gereği bu tür dalgalanmalar hesaba katılamamaktadır. Bu da, modelin öngördüğü değerlerin her yıl için sabit kalmasına neden olmaktadır. Grafik üzerinde kırmızı noktalarla gösterilen kestirim değerleri bu sabitliği yansıtmaktadır.

Model uygulaması sonucunda, 1990–2023 yılları arasındaki yıllık deprem sayılarının ortalaması yaklaşık olarak 7.59 olarak hesaplanmıştır. Bu nedenle model, 2024–2035 yılları arasında her yıl için deprem sayısını 7.59 olarak tahmin etmektedir.

2.5.5.4. İstanbul deprem analizi



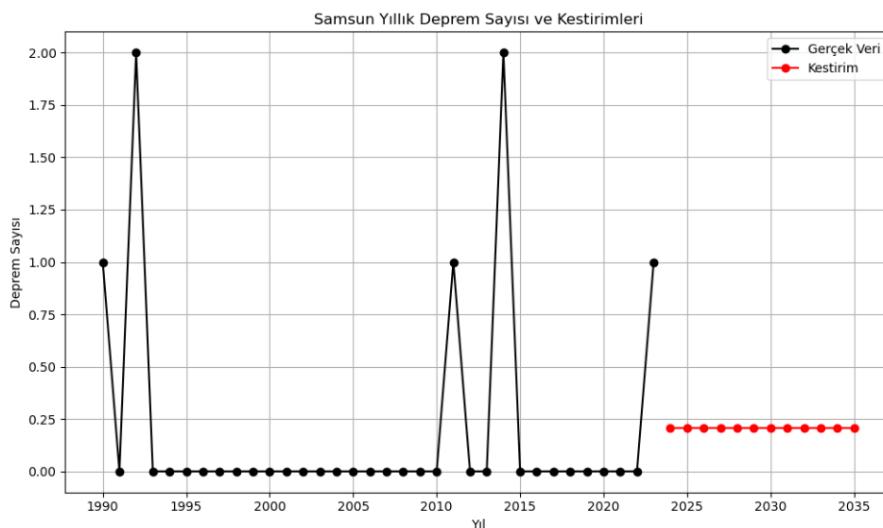
Şekil 34. İstanbul yıllık deprem sayısı ve kestirim grafiği

Şekil 34'te, İstanbul ili için 1990–2023 yılları arasındaki yıllık deprem sayıları incelenmiş ve bu verilere zaman serisi analiz tekniklerinden biri olan ARIMA(0,0,0) modeli uygulanmıştır. ARIMA(0,0,0) modeliyle elde edilen kestirim değerleri kırmızı çizgi ile gösterilmiştir.

Şekil 34'te siyah çizgiyle gösterilen geçmiş veriler, özellikle 1999, 2015 ve 2019 yıllarında kısa süreli artışlar sergilemiş olsa da genel olarak düşük frekanslı ve sıfır yakını değerlerle seyretmektedir. Bu durum, ARIMA(0,0,0) modelinin sabit ortalama varsayımini destekler niteliktedir. Grafik üzerinde kırmızı noktalarla gösterilen kestirim kısmı ise bu sabit değeri yansımaktadır.

Gerçekleştirilen modelleme sonucunda, 1990–2023 yılları arasında İstanbul'da meydana gelen yıllık deprem sayılarının ortalaması yaklaşık olarak 0.44 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuca bağlı olarak, ARIMA(0,0,0) modeliyle yapılan kestirimlerde 2024–2035 yılları arasındaki her yıl için öngörülen deprem sayısı yine 0.44 olarak sabit kalmaktadır.

2.5.5.5. Samsun deprem analiz



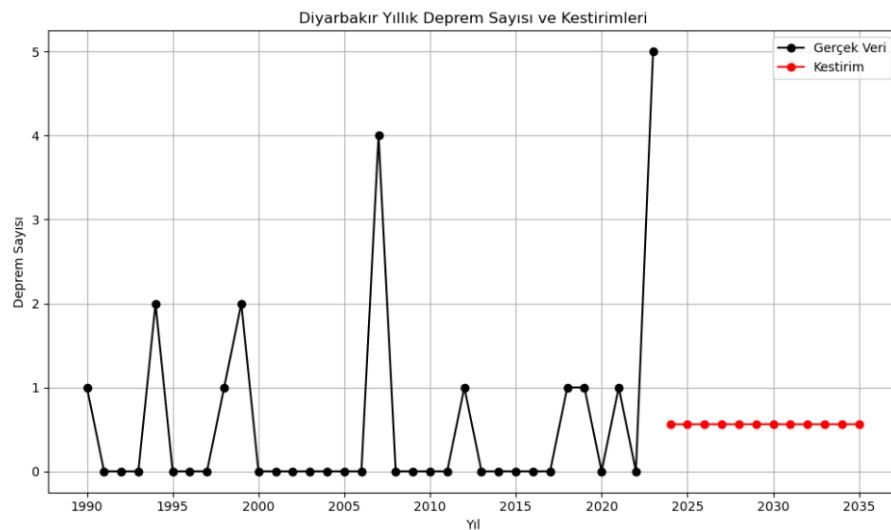
Şekil 35. Samsun yıllık deprem sayısı ve kestirim grafiği

Şekil 35'te, Samsun ili için 1990–2023 yılları arasındaki yıllık deprem sayıları incelenmiş ve bu verilere zaman serisi analiz tekniklerinden biri olan ARIMA(0,0,0) modeli uygulanmıştır. ARIMA (0,0,0) modeliyle elde edilen kestirim değerleri kırmızı çizgi ile gösterilmiştir.

Gerçek veriler(siyah noktalar) 1990 ile 2023 yılları arasında belirli yıllarda büyük dalgalanmalar göstermektedir. Özellikle 1995 ve 2014 gibi yıllarda ciddi artışlar görülmektedir.

2024 ile 2035 yılları için yapılmış olan gelecek kestirimleri ise oldukça düz bir eğilim sergilemektedir. Bu kestirim değerleri her yıl için 0.21 olarak sabitlenmiş olup, grafik boyunca değişim göstermemektedir. Bu, gelecekteki yıllarda deprem sayısının çok az bir artış veya azalma göstermeyeceğini, aksine sabit bir seviyede kalacağını düşündürmektedir.

2.5.5.6. Diyarbakır deprem analizi



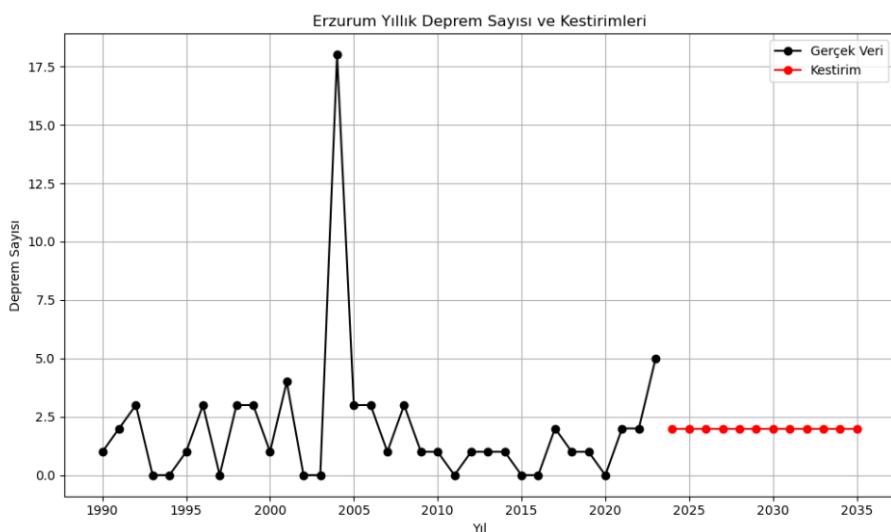
Şekil 36. Diyarbakır yıllık deprem sayısı ve kestirim grafiği

Şekil 36'da, Diyarbakır ili için 1990–2023 yılları arasındaki yıllık deprem sayıları incelenmiş ve bu verilere zaman serisi analiz tekniklerinden biri olan ARIMA(0,0,0) modeli uygulanmıştır. ARIMA (0,0,0) modeliyle elde edilen kestirim değerleri kırmızı çizgi ile gösterilmiştir.

1990 ile 2023 yılları arasında büyük dalgalanmalar ve ani artışlar sergilemektedir. Özellikle 2005 yılına ait büyük bir deprem sayısı zirveye çıkmakta ve sonrasında deprem sayısı yeniden düşmektedir. Ayrıca, 2020 ve 2021 yıllarında da küçük artışlar görülmektedir. Bu, bölgede zaman zaman büyük depremler ve ardından düşük deprem sayıları yaşandığını göstermektedir.

2024 ile 2035 yılları arasındaki yapılan gelecek kestirimleri ise oldukça düz bir eğilim izlemekte ve her yıl için 0.56'dır. Kestirimlerin sabit olması, modelin gelecekteki yıllarda herhangi bir değişiklik öngörmemişti ve mevcut deprem seviyesinin devam edeceğini gösterir.

2.5.5.7. Erzurum deprem analizi



Şekil 37. Erzurum yıllık deprem sayısı ve kestirim grafiği

Şekil 37'de, Erzurum ili için 1990–2023 yılları arasındaki yıllık deprem sayıları incelenmiş ve bu verilere zaman serisi analiz tekniklerinden biri olan ARIMA (0,0,0) modeli uygulanmıştır. ARIMA (0,0,0) modeliyle elde edilen kestirim değerleri kırmızı çizgi ile gösterilmiştir.

Şekil 37'de, Erzurum ili için yıllık deprem sayılarının 1990 ile 2023 yılları arasındaki gerçek verileri temsil eden siyah noktalar yer almaktadır. Bu verilerde belirgin dalgalanmalar görülmektedir. Özellikle 2005 yılında, 17.5 değerine kadar yükselen büyük bir zirve söz konusu olup, bu dönem sonrasında da verilerde büyük değişkenlikler ve düşük seviyelerdeki yıllık deprem sayıları gözlemlenmektedir. Bu, Erzurum'daki depremlerin zaman zaman büyük artışlar yaşadığını ancak çoğu yıl oldukça düşük seviyelerde kaldığını göstermektedir. Bu tür değişkenlikler, depremlerin yerel olarak sık ve büyük olabileceği ancak genel eğilimin dalgalı olduğu gerektiğini ortaya koymaktadır.

2024 ile 2035 yılları arasında yapılan gelecek tahminleri, 1.97 değerinde sabit bir deprem sayısı öngörmektedir. Bu sabit değer, Erzurum'daki gelecekteki yıllarda deprem sayısının büyük bir değişim göstereceğini ve oldukça durağan bir trend izleyeceğini göstermektedir.

Ancak bu tahmin, gerçek verilerdeki büyük zirveleri ve dalgalanmaları dikkate almaz, çünkü ARIMA(0,0,0) modeli yalnızca geçmiş verinin mevcut değerine dayanarak tahminlerde bulunur. Bu da, geçmişteki büyük depremlerin gelecekteki tahminlere yansımadığı anlamına gelir.

Bu çalışmada, Türkiye'nin farklı coğrafi bölgelerinden seçilen yedi il için 1990–2023 yılları arasındaki deprem verileri analiz edilmiş, 2024–2035 dönemine yönelik yıllık deprem sayısı kestirimleri gerçekleştirılmıştır. Tahminlerde yapay sinir ağı (YSA) ve zaman serisi modelleri karşılaştırmalı olarak kullanılmış, RMSE değerlerine göre illere özgü en uygun model belirlenmiştir. Belirlenen modellerle elde edilen kestirimler, doğal afetlerin yaratabileceği etkileri azaltmak amacıyla sigorta sektörü açısından da değerlendirilmiştir.

Analiz sonuçlarına göre, Antalya ve Ankara gibi bazı illerde deprem sıklığında geçmişe kıyasla bir azalma eğilimi öngörülse de, bu illerin tamamen risksiz kabul edilmesi mümkün değildir. Diğer taraftan, İzmir, Erzurum ve Diyarbakır gibi illerde geçmişte gözlemlenen ani artışlar ve yüksek deprem sayıları, geleceğe yönelik öngörülerin durağan yapısına rağmen potansiyel tehlikenin varlığını sürdürdüğünü ortaya koymaktadır. Bu durum, deprem gibi düşük olasılıklı fakat yüksek etkili doğa olaylarının oluşturabileceği zararlara karşı sigorta yaptırımı önemli hale getirmektedir.

Bu bağlamda, çalışmada elde edilen bulgular sigorta sektörü açısından değerlendirilmiş; özellikle yangın ve doğal afetler sigortası, ön plana çıkan sigorta türü olarak öne çıkmıştır. Deprem riskinin yarattığı doğrudan hasarların yanı sıra, ikinci afetlerin de (yangın, toprak kayması vb.) yaşanabileceği göz önünde bulundurulduğunda, bu branşın yaygınlaştırılması hayatı önemdedir. Ayrıca, depremlerin neden olabileceği fiziksel zararlar ve can kayıplarına karşı konut, kasko, ferdi kaza ve hastalık/sağlık sigortaları, afet sonrası bireysel ve toplumsal toparlanmayı hızlandıracak araçlar olarak değerlendirilmelidir. İstanbul ve İzmir gibi büyük şehirlerde, altyapının yoğunluğu ve ekonomik faaliyetlerin çeşitliliği düşünüldüğünde, bu sigortaların yaygınlaştırılması, risk yönetimi açısından bir sorunluk halini alması gerekmektedir.

Buna ek olarak, Erzurum gibi tarımsal üretimin önemli olduğu illerde, deprem kaynaklı dolaylı zararların kırsal yapıya etkisi göz önüne alınarak tarım sigortası da dikkate alınmalıdır. Aynı şekilde, deprem sonrası ulaşım ve tedarik zinciri üzerinde olusabilecek kesintilere karşı nakliyat ve hava araçları sigortaları, afet sonrası acil müdahale ve lojistik operasyonlarda güvenliği teminat altına alabilecek kritik unsurlar olarak değerlendirilmektedir.

Sonuç olarak, bu çalışma yalnızca deprem tahminlerine dayalı teknik bir analiz sunmakla kalmamış; aynı zamanda sigorta sektörüne yönlendirme sağlayabilecek çıkarımlar da üretmiştir. Kestirim modellerinin ortaya koymduğu durağan eğilimler, riski tamamen ortadan kaldırılmamakta; aksine, gelecekteki olası yüksek etkili olaylara karşı hazırlıklı olunması gerekliliğini vurgulamaktadır. Bu doğrultuda, bireylerin, özel şirketlerin ve kamu kurumlarının sigorta sistemini afet risklerine karşı koruyucu bir mekanizma olarak değerlendirmesi ve bölgesel risk değerlendirmelerine uygun poliçe tercihleri geliştirmesi büyük önem arz etmektedir. Sigortalılık oranlarının artırılması yönündeki çalışmalar, yalnızca ekonomik kayıpların azaltılması açısından değil, aynı zamanda afet sonrası toplumun yeniden yapılanma sürecinin hızlandırılması açısından da kritik rol oynamaktadır.

2.5.6. Sıcaklık Analizi

Her il için oluşturulmuş zaman serisi ve yapay sinir ağı(YSA) modelleri sonucunda ortalama sıcaklık($^{\circ}\text{C}$) için elde edilen kestirimlere ilişkin RMSE değerleri Tablo 12'de' de verilmiştir.

Tablo 12. Sıcaklık analizi kestirimlere ilişkin RMSE değerleri

Şehir	Yapay Sinir Ağları RMSE Değerleri	Zaman Serileri RMSE Değerleri
Antalya	0.4077	0.2939
Ankara	0.4716	0.3805
İzmir	0.5699	0.4517

İstanbul	0.5957	0.7606
Samsun	0.4409	0.3768
Diyarbakır	0.3307	0.3176
Erzurum	0.2835	0.2916

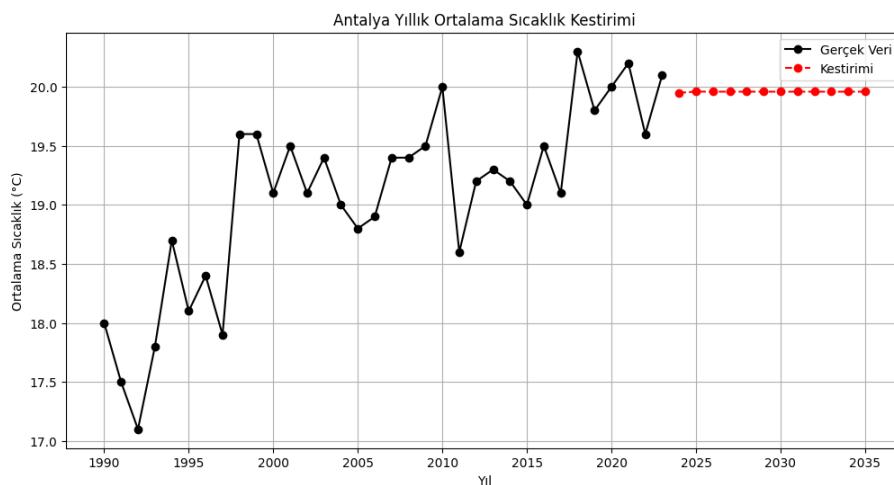
İl bazında yapılan analizlerde, İstanbul ve Erzurum illeri için elde edilen sonuçlara göre, yapay sinir ağı (YSA) modelinin RMSE değeri zaman serisi modeline kıyasla daha düşük bulunmuştur. Bu nedenle İstanbul ve Erzurum illeri gelecek kestirimlerinde YSA modeli tercih edilmiştir.

Antalya, Ankara, İzmir, Samsun ve Diyarbakır illerine ait analizlerde, zaman serisi modellerinin RMSE değerleri yapay sinir ağı (YSA) modellerine göre daha düşük bulunmuştur. Bu nedenle, söz konusu iller için gelecek kestirimlerinde zaman serisi modelleri tercih edilmiştir.

Tablo 13. 2024-2035 yılları sıcaklık kestirim değerleri

Yıl	Antalya	Ankara	İzmir	İstanbul	Samsun	Diyarbakır	Erzurum
2024	19.95	14.02	19.37	14.97	16.25	17.16	6.01
2025	19.96	14.09	19.42	15.35	16.32	17.22	5.97
2026	19.96	14.17	19.47	14.92	16.38	17.29	5.39
2027	19.96	14.24	19.53	14.85	16.45	17.35	5.31
2028	19.96	14.32	19.58	14.88	16.53	17.41	4.86
2029	19.96	14.40	19.63	14.54	16.59	17.48	4.84
2030	19.96	14.47	19.68	14.47	16.65	17.54	4.60
2031	19.96	14.55	19.73	14.39	16.72	17.60	4.56
2032	19.96	14.62	19.78	14.35	16.79	17.67	4.41
2033	19.96	14.70	19.83	14.28	16.86	17.73	4.42
2034	19.96	14.78	19.88	14.28	16.92	17.79	4.33
2035	19.96	14.85	19.93	14.25	16.99	17.86	4.35

2.5.6.1. Antalya sıcaklık analizi



Şekil 38. Antalya yıllık ortalama sıcaklık ve kestirim grafiği

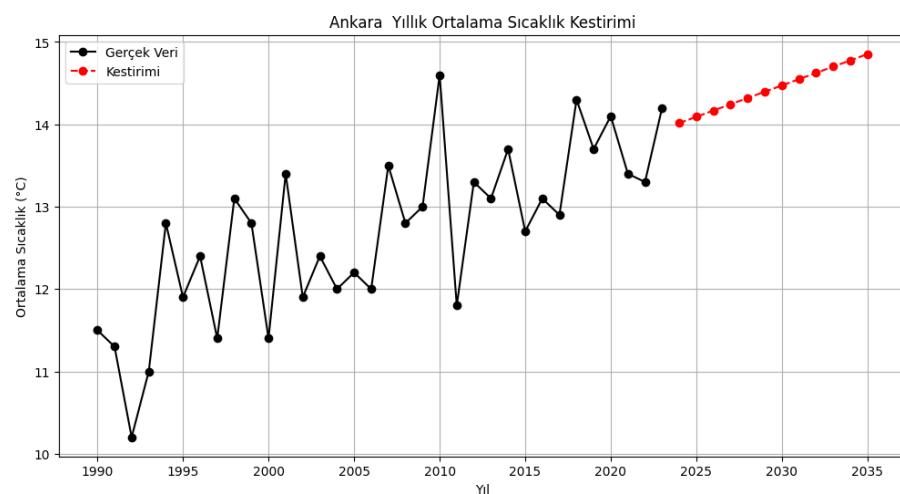
Şekil 38'de, Antalya ili için yıllık ortalama sıcaklık($^{\circ}\text{C}$), 2024–2035 yıllarına ait zaman serisinin ARIMA(1,1,1) modeliyle elde edilen kestirim değerleri ise kırmızı çizgi ile gösterilmiştir.

Şekil 38'de, Antalya ili için 1990–2023 yılları arasındaki yıllık ortalama sıcaklık verileri ile 2024–2035 dönemine ilişkin zaman serisi yöntemiyle elde edilen sıcaklık tahminleri yer almaktadır. Siyah çizgi ile gösterilen gerçek veriler, Antalya'da yıllık ortalama sıcaklıkların 1990'lardan itibaren istikrarlı bir artış eğilimi gösterdiğini ortaya koymaktadır. Özellikle 2000 yılı sonrası dönemde sıcaklıklar çoğunlukla $19\ ^{\circ}\text{C}$ üzeri değerlere ulaşmış, 2019 yılında yaklaşık $20.3\ ^{\circ}\text{C}$ ile en yüksek seviyesine ulaşmıştır.

Yukarıda verilen Şekil 37'de, kırmızı çizgi ile gösterilen ve Tablo 12'deki kestirim verilerine göre zaman serisi modeline dayalı kestirimler, 2024 yılından itibaren sıcaklıkların $19.95\text{--}19.96\ ^{\circ}\text{C}$ bandında sabit kaldığını göstermektedir. Bu durum, tahmin modelinin verideki trendi ve mevsimselliği göz önüne alarak istikrarlı bir plato çizdiğini göstermektedir. Zaman serisi modellerinin özellikle durağan bileşenler ve trend etkilerini dengeleyerek tahmin ürettiği göz önünde bulundurulduğunda, bu sabit sıcaklık öngörüsü modelin yapısından kaynaklanan bir kararlılığın sonucudur.

Yapılan analizlere göre, model sonuçları gelecek on yıl içinde Antalya'da sıcaklıkların yüksek ancak dalgalanmaz bir düzeyde seyredeceğine işaret etmektedir. Bu tür bir durum, sıcaklıkların sürekli artmayacağı ama yüksek düzeyde kalıcı olacağı bir iklimin bilgisini verebilir. Bu bağlamda, iklimsel olarak ısınmış ve durağanlaşmış bir dönem öngörmektedir.

2.5.6.2. Ankara sıcaklık analizi



Şekil 39. Ankara yıllık ortalama sıcaklık ve kestirim grafiği

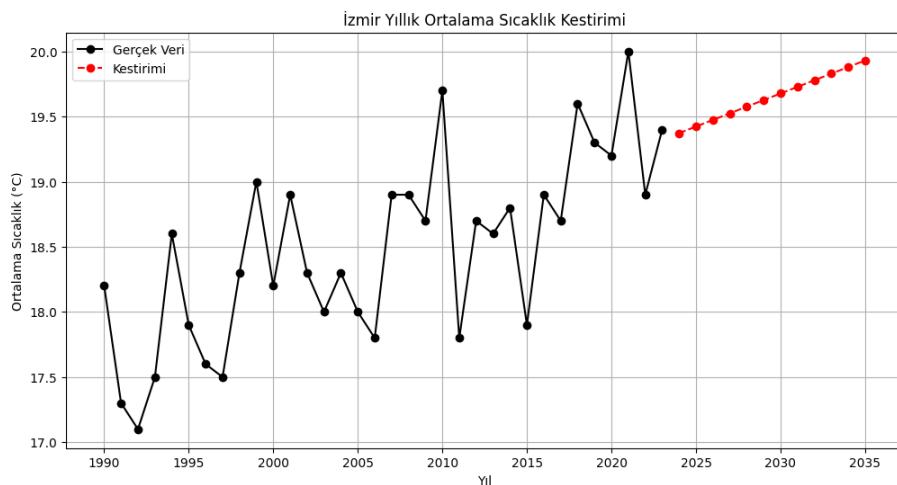
Şekil 39'da, Ankara ili için yıllık ortalama sıcaklık($^{\circ}\text{C}$), 2024–2035 yıllarına ait zaman serisinin Holt-Winters modeliyle elde edilen kestirim değerleri ise kırmızı çizgi ile gösterilmiştir.

Grafikte Ankara ilinin 1990–2023 yılları arasındaki yıllık ortalama sıcaklık değerleri ile 2024–2035 dönemine ilişkin Holt-Winters (çift üstel düzeltme) modeliyle elde edilen sıcaklık tahminleri yer almaktadır. Siyah çizgi ile gösterilen gerçek veriler, Ankara'da sıcaklıkların zaman içerisinde yükselme eğiliminde olduğunu ortaya koymaktadır. 1990'ların başında yaklaşık $11\text{--}12\ ^{\circ}\text{C}$ civarında olan ortalama sıcaklıkların, 2020'li yıllara gelindiğinde $14\ ^{\circ}\text{C}$ seviyelerine ulaştığı görülmektedir.

Yukarıda verilen Şekil 39'daki kırmızı çizgi ile gösterilen ve Tablo 12'deki kestirim verilerine, 2024 yılı itibarıyla $14.02\ ^{\circ}\text{C}$ olarak başlayan sıcaklıkların her yıl artarak, 2035'te $14.85\ ^{\circ}\text{C}$ 'ye ulaşacağını öngörmektedir. Holt-Winters modeli trend bileşenini içerdiginden, bu artış istikrarlı bir yukarı yönlü eğilim göstermektedir. Bu durum, Ankara'nın iklimsel geleceğine ilişkin ısınma eğiliminin devam edeceği yönünde bir sinyal vermektedir.

Bu kestirim değerlerine göre, mevsimsel etkilerin sınırlı olduğu yıllık veriler üzerinden oluşturulmuş ve modelin geçmiş verilerdeki genel eğilimleri ileriye taşıdığı görülmektedir. Özellikle doğrusal olmayan ancak sürekli artış eğilimi gösteren bu yapı, Ankara'da iklimsel koşulların giderek daha sıcak bir seviyeye geleceği bilgisini bize vermektedir.

2.5.6.3. İzmir sıcaklık analizi



Şekil 40. İzmir yıllık ortalama sıcaklık ve kestirim grafiği

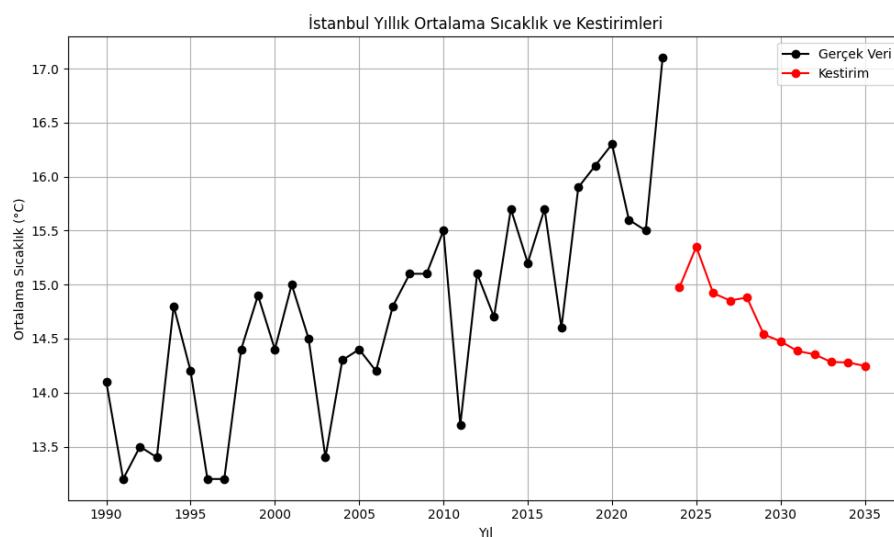
Şekil 40'da, İzmir ili için yıllık ortalama sıcaklık(°C), 2024–2035 yıllarına ait zaman serisinin Holt-Winters modeliyle elde edilen kestirim değerleri ise kırmızı çizgi ile gösterilmiştir.

Şekil 40'da, İzmir'in 1990–2023 yılları arasındaki yıllık ortalama sıcaklık değerleri ile 2024–2035 yıllarına ilişkin Holt-Winters zaman serisi modeli kullanılarak yapılan kestirimler gösterilmektedir. Siyah çizgiyle ifade edilen gerçek verilere göre, İzmir'de yıllık ortalama sıcaklıklar 1990'ların başında 17–18 °C aralığında seyredenken, 2020'li yıllara gelindiğinde 19–20 °C bandına kadar yükselmiştir. Veride gözlemlenen bu artış eğilimi, uzun vadede belirgin bir ısınma sürecini ortaya koymaktadır.

Yukarıda verilen Şekil 39'daki kırmızı çizgi ile gösterilen ve Tablo 12'deki kestirim verilerine göre, sıcaklıkların 2024 yılında 19.37 °C seviyesinde başladığı ve her yıl küçük artışlarla 2035 yılında 19.93 °C'ye ulaştığı görülmektedir. Holt-Winters modeli, trend bileşeni içeren yapısıyla geçmişteki artış eğilimini devam ettirerek düzenli, artan bir sıcaklık seyri öngörmektedir.

Bu sonuç, İzmir'in gelecekte daha sıcak ve istikrarlı bir iklim koşuluna doğru ilerlediğine işaret etmektedir. Özellikle kış iklimi etkisiyle yaz sıcaklıklarının zaten yüksek seyrettiği İzmir'de, bu tür bir sıcaklık artışı uzun vadede su kaynakları ve tarım ürünleri açısından önemli sonuçlar doğurabilir.

2.5.6.4. İstanbul sıcaklık analizi



Şekil 41. İstanbul yıllık ortalama sıcaklık ve kestirim grafiği

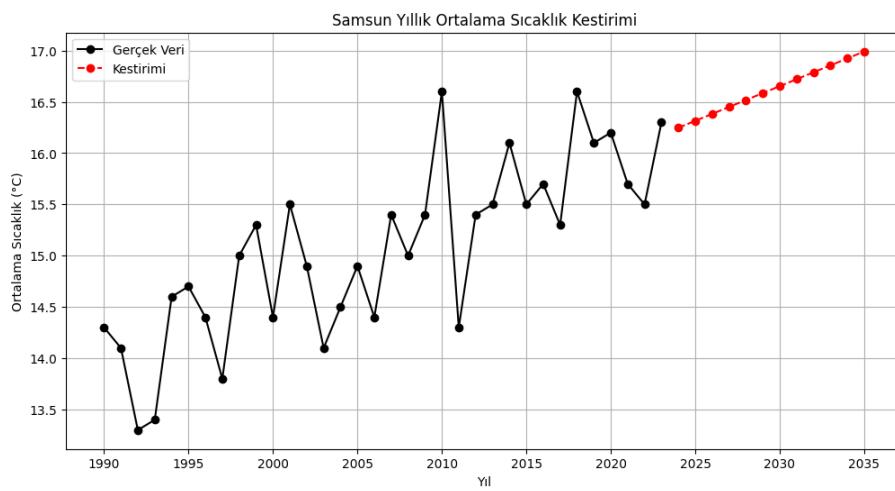
Şekil 41'de, İstanbul ili için yıllık ortalama sıcaklık (°C) siyah çizgi ile, 2024–2035 yıllarına ait yapay sinir ağı(YSA) modeliyle elde edilen kestirim değerleri ise kırmızı çizgi ile gösterilmiştir

Şekil 41'de, İstanbul'un 1990–2023 yılları arasındaki yıllık ortalama sıcaklık verileri ile 2024–2035 dönemine ilişkin kestirim değerleri gösterilmektedir. Siyah çizgiyle ifade edilen gerçek veriler, zaman içerisinde dalgalı bir seyir izlemekte birlikte genel olarak artan bir eğilim göstermektedir. Özellikle 2010 sonrasında sıcaklıklar 15°C bandının üzerinde çıkmış, 2023 yılında ise yaklaşık 17.1°C ile zirve noktasına ulaşmıştır.

Buna karşılık, kırmızı çizgi ile gösterilen ve Şekil 40'ta gösterildiği üzere 2024–2035 yıllarına ait kestirim değerleri incelendiğinde, 2025 yılında 15.35°C ile bir tepe noktası öngörülse de, takip eden yıllarda sıcaklıkların kademeli olarak azaldığı görülmektedir. 2035 yılına gelindiğinde ise sıcaklığın yaklaşık 14.25°C seviyesine kadar gerileyeceği ön görülmektedir.

Bu durum, geçmişte yaşanan yükselme trendinin devam etmeyeceği, aksine bir soğuma eğiliminin yaşanabileceği yönünde bize bilgi vermektedir. Ancak bu tahminler doğrusal bir düşüşten ziyade dalgalı bir azalış öngördüğünden, iklim sisteminde belirli bir kararsızlık ve dengesizlik olduğu yorumu yapılabilir. Özellikle 2025'teki ani yükseliş ve ardından gelen düşüşler bu dalgalı yapının göstergesidir.

2.5.6.5. Samsun sıcaklık analizi



Şekil 42. Samsun yıllık ortalama sıcaklık ve kestirim grafiği

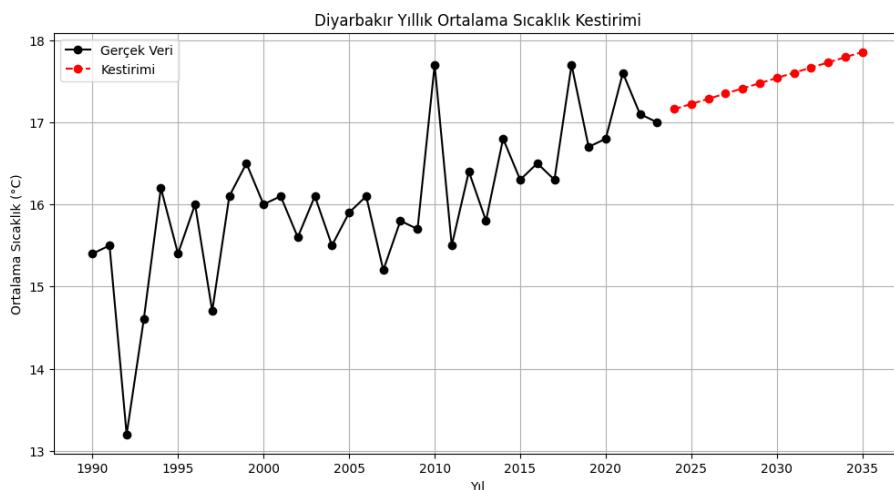
Şekil 42'de, Samsun ili için yıllık ortalama sıcaklık($^{\circ}\text{C}$), 2024–2035 yıllarına ait zaman serisinin Holt-Winters modeliyle elde edilen kestirim değerleri ise kırmızı çizgi ile gösterilmiştir.

Şekil 42'de, Samsun'un 1990–2023 yılları arasındaki yıllık ortalama sıcaklık değerleri ile 2024–2035 dönemi için Holt-Winters zaman serisi modeli kullanılarak yapılan sıcaklık tahminleri sunulmaktadır. Siyah çizgi ile gösterilen gerçek veriler, özellikle 2000'li yıllarda itibaren istikrarlı bir artış eğilimini işaret etmektedir. 1990'ların başında ortalama sıcaklıklar $13.5\text{--}14.5^{\circ}\text{C}$ düzeylerinde seyretmişken, 2020'li yıllara gelindiğinde bu değerler 16°C ve üzerine çıkmıştır.

Yukarıda verilen Şekil 42'deki kırmızı çizgi ile gösterilen ve Tablo 12'deki kestirim verilerine göre, modelin eğilim bileşeniyle birlikte geçmiş artış eğilimini geleceğe taşıdığını göstermektedir. 2024 yılında 16.25°C olarak başlayan tahminler, her yıl küçük ama düzenli artışlarla 2035'te 16.99°C 'ye ulaşmaktadır. Bu durum, Samsun'un gelecekte daha sıcak bir iklim yapısına sahip olacağı yönünde öngörü sunmaktadır.

Holt-Winters modeli, geçmiş trendleri devam ettirme eğiliminde olduğu için bu kestirim, durağan olmayan, sürekli artan bir sıcaklık olabileceğini göstermektedir. Özellikle denizel iklimin etkisindeki Samsun gibi şehirlerde sıcaklığındaki bu artış, hem doğrudan iklimsel hem de dolaylı çevresel etkiler yaratabilir.

2.5.6.6. Diyarbakır sıcaklık analizi



Şekil 43. Diyarbakır yıllık ortalama sıcaklık ve kestirim grafiği

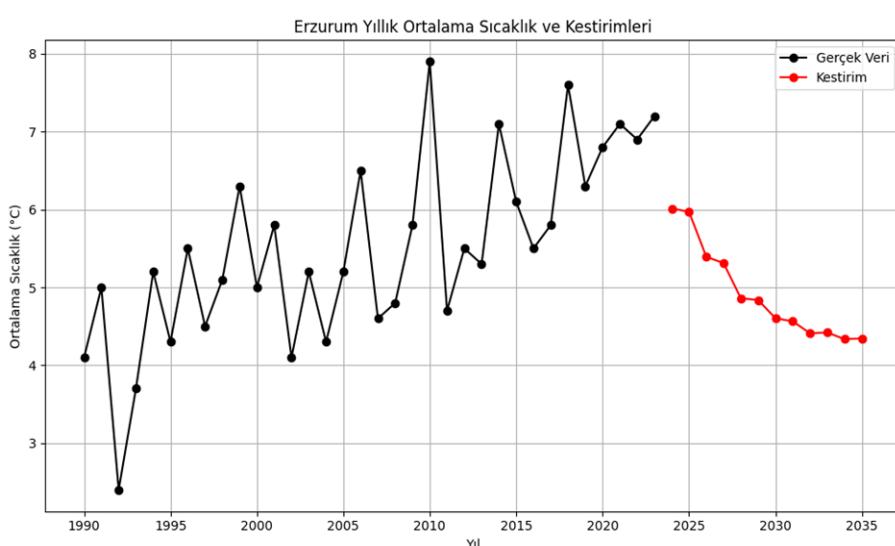
Şekil 43'de, Diyarbakır ili için yıllık ortalama sıcaklık(°C), 2024–2035 yıllarına ait zaman serisinin Holt-Winters modeliyle elde edilen kestirim değerleri ise kırmızı çizgi ile gösterilmiştir.

Şekil 43'de, Diyarbakır iline ait 1990–2023 yılları arasındaki yıllık ortalama sıcaklık değerleri ve 2024–2035 dönemine ilişkin Holt-Winters zaman serisi modeli ile yapılan sıcaklık kestirimleri yer almaktadır. Siyah çizgi ile gösterilen gerçek veriler, Diyarbakır'da yıllık sıcaklıkların yıllar içinde dalgalanmakla birlikte genel bir artış eğilimi gösterdiğini ortaya koymaktadır. Özellikle 2010 sonrası dönemde ortalama sıcaklıklar 17 °C sınırına yaklaşmış ve bazı yıllarda bu sınırı aşmıştır.

Yukarıda verilen Şekil 43'deki kırmızı çizgi ile gösterilen ve tablo12'deki kestirim verilerine göre, 2024 yılında 17.16 °C olarak başlayan tahminlerin her yıl düzenli şekilde artarak, 2035'te 17.86 °C'ye ulaşacağı görülmektedir. Holt-Winters modeli, eğilim (trend) bileşenini içeren yapısıyla bu artışı doğrusal ve istikrarlı bir biçimde olacağı öngörmektedir.

Bu analizlere göre, Diyarbakır'ın gelecekte daha da sıcak bir iklim kuşağına kayacağını göstermektedir. Karasal iklim etkisinin baskın olduğu şehirde, sıcaklıkların bu şekilde yükselmeye devam etmesi kuraklık riski, su kaynaklarının azalması ve tarımsal üretkenlikte düşüş gibi çevresel sonuçları beraberinde getirebilir.

2.5.6.7. Erzurum sıcaklık analizi



Şekil 44. Erzurum yıllık ortalama sıcaklık ve kestirim grafiği

Şekil 44'te, Erzurum ili için yıllık ortalama sıcaklık (°C) siyah çizgi ile, 2024–2035 yıllarına ait yapay sinir ağı (YSA) modeliyle elde edilen kestirim değerleri ise kırmızı çizgi ile gösterilmiştir

Şekil 44'te, Erzurum'un 1990–2023 yılları arasındaki yıllık ortalama sıcaklık değerleri ve 2024–2035 yıllarına yönelik kestirimleri yer almaktadır. Siyah çizgi ile gösterilen gerçek verilere bakıldığından, sıcaklıkların yıllar içinde belirli dalgalanmalar gösterdiği ancak uzun vadede yükselseme eğiliminde olduğu görülmektedir. 1990'ların başında 4°C civarında seyreden yıllık ortalama sıcaklıklar, 2010 sonrası dönemlerde $7\text{--}8^{\circ}\text{C}$ bandına kadar çıkmıştır.

Bu durum, geçmişte gözlenen ısınma eğiliminin tersine dönebileceğine işaret etmektedir. Ancak dikkate değer nokta, sıcaklıklardaki düşüşün anı değil, kademeli ve istikrarlı bir biçimde gerçekleşiyor olmasıdır. Bu eğilim, Erzurum gibi karasal iklim özelliklerinin baskın olduğu şehirlerde iklimsel dengenin yeniden değişmeye başladığını düşündürbilir.

Yukarıda verilen Şekil 44'deki kırmızı çizgi ile gösterilen ve Tablo 12'deki kestirim verilerine göre ise 2024 yılı itibarıyla 6.01°C olan ortalama sıcaklık, yıllar içinde sürekli bir düşüş eğilimi göstermektedir. Özellikle 2026–2028 arasında hızlı bir azalma gözlenmekte; 2035 yılında sıcaklığın 4.35°C seviyesine kadar düşeceğini tahmin edilmektedir.

Yapılan çalışmada, İstanbul, Ankara, İzmir, Antalya, Samsun, Erzurum ve Diyarbakır illerine ait yıllık ortalama sıcaklık verileri ve 2024–2035 dönemine ilişkin zaman serisi kestirimleri değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, Türkiye'nin farklı bölgelerinde iklimsel eğilimlerin mekânsal olarak çeşitlendirdiğini, bazı illerde sıcaklıkların belirgin biçimde arttığını, bazlarında ise durağanlaştığını ya da hafif azaldığını göstermektedir. Bu eğilimler, sigorta sektörü açısından önemli yapısal etkiler yaratma potansiyeline sahiptir. Özellikle sıcaklık artışı ve dalgalanmalar, bireysel sağlık sorunlarını ve kazaları tetikleyerek ferdi kaza ve hastalık/sağlık sigortalarına olan ihtiyacı artırabilir. Araç hasarlarının artması riski, kasko ve trafik sigortalarının kapsamlarının yeniden değerlendirilmesini gerektirebilirken; kuraklık, don ve sıcak hava stresi gibi riskler, tarım sigortalarında daha geniş teminatlara olan gereksinimi gündeme getirebilmektedir. Aynı şekilde, yükselen sıcaklıklarla birlikte yangın riski artarken, ani hava olayları da sel, dolu ve fırtına gibi doğal afetlerin sıklığını artırmaktır; bu durum yangın ve doğal afet sigortalarının önemini artırmaktadır. Ayrıca nakliyat sigortaları açısından sıcaklık değişimleri, taşınan malların hassasiyetini artırmakta ve özellikle gıda ve ilaç taşımalarında risk primlerini etkilemektedir. Hava ve deniz taşıtlarını kapsayan sigorta branşlarında ise uçuş güvenliği açısından iklim kaynaklı belirsizliklerin sigorta taleplerini etkileyebileceği öngörmektedir. Bu çerçevede, sigorta sektörü iklim değişikliğine uyum sürecinde; bölgesel riskleri göz önünde bulunduran, esnek ve kapsamlı teminat yapıları içeren poliselerle yeniden yapılandırılmalı, bu süreçte iklim değişikliğinin en büyük göstergelerinden biri olan sıcaklık artışı temel belirleyici olarak dikkate alınmalıdır.

2.5.7 Sigorta Analizi

Gerçekleştirilen analizlerde, iklim değişikliğinin çeşitli sigorta branşlarındaki etkilerini kestirim yapabilmek amacıyla hem yapay sinir ağı (YSA) hem de zaman serisi (ZS) modelleme yöntemleri uygulanmıştır. Modellerin doğruluğu, kök ortalama kare hata (RMSE) değerleri üzerinden değerlendirilmiş olup, elde edilen sonuçlar düşük olan RMSE modellerin yüksek doğrulukla çalıştığını göstermektedir.

Tablo 14. Sigorta branşları kestirimlere ilişkin RMSE değerleri

Sigorta Türleri	Yapay Sinir Ağları RMSE Değerleri	Zaman Serileri RMSE Değerleri
Ferdi Kaza Sigortası	2.244225e+06	2.435124e+06
Kasko	2.262698e+06	3.579225e+05
Trafik Sigortası	5.577568e+06	5.890850e+05
Nakliyat Sigortası	2.253876e+05	2.280969e+05
Hastalık/Sağlık Sigortası	3.872182e+06	8.942209e+05
Tarım Sigortası	1.762608e+06	4.524663e+05

Yangın ve Doğal Afetler Sigortası	9.328628e+06	8.425502e+06
Hava Araçları Uçak-Tekne Sigortası	6.890366e+02	2.317544e+02

Gerçekleştirilen analizde, iklim değişikliğinin çeşitli sigorta branşlarındaki etkilerini kestirim yapabilmek amacıyla hem yapay sinir ağı(YSA) hem de zaman serisi(ZS) modelleme yöntemleri uygulanmıştır. Modellerin doğruluğu, kök ortalama kare hata (RMSE) değerleri üzerinden değerlendirilmiş olup, elde edilen sonuçlar düşük olan RMSE modellerin yüksek doğrulukla çalıştığını göstermektedir.

Ferdi kaza, kasko, trafik, nakliyat, tarım, hastalık ve sağlık sigorta branşlarında RMSE değerlerinin düşük olması nedeniyle yapay sinir ağı (YSA) tercih edilmiştir.

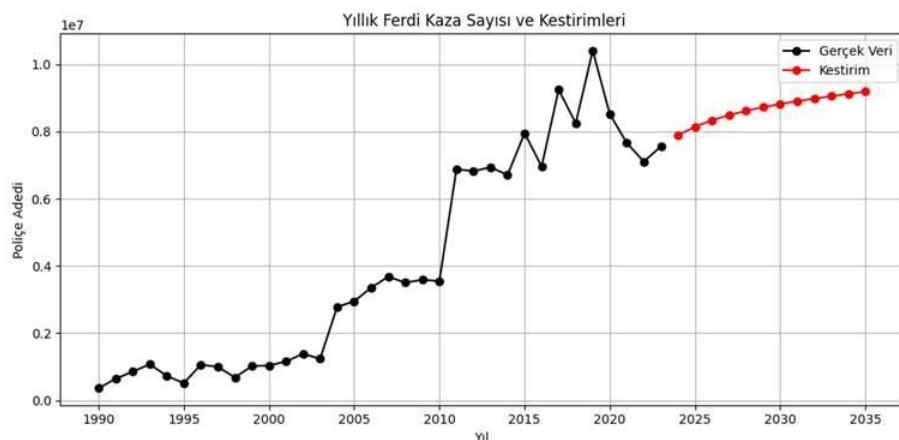
Hava araçları, yangın ve doğal afetler sigorta branşları için RMSE değeri daha düşük olduğundan zaman serileri tercih edilmiştir.

Sonuç olarak, RMSE değerlerinin genel düzeyde düşük olması, kullanılan modellerin hem mevcut durumu başarılı bir şekilde yansıtlığını hem de bu düşük hata değerleri, yapılan tahminlerin güvenilir olduğunu ve gelecekteki kestirimler için sağlam bir temel oluşturduğunu göstermektedir. Bu da, sigorta sektöründe iklim değişikliğine karşı alınacak önlemlerde ve risklerin yönetiminde bu modellerin kullanılabileceğini ve işe yaradığını ortaya koymaktadır.

Tablo 15. 2024-2035 yılları sigorta branşları police sayısı kestirim değerleri

	Ferdi Kaza Sigortası	Kasko Sigortası	Trafik Sigortası	Nakliyat Sigortası	Hastalık /Sağlık Sigortası	Tarım Sigortası	Yangın ve Doğal Afetler Sigortası	Hava Araçları Uçak-Tekne Sigortası
2024	7893274	7176074	20510764	1415850	7343400	3040524	18284328	925
2025	8144036	7104210	20419104	1408663	7422903	3025208	18884415	925
2026	8336934	7043596	20319344	1398257	7461280	3001533	19484502	925
2027	8490375	6986894	20213300	1385711	7467968	2972402	20084590	952
2028	8617944	6931150	20103104	1371766	7449766	2939479	20684677	925
2029	8726769	6874058	19984236	1356749	7413290	2904327	21284764	925
2030	8821572	6814495	19856218	1340832	7363372	2897854	21884851	925
2031	8905746	9752089	19719434	1324124	7303487	2830579	22484939	925
2032	8981773	6686818	19574554	1306701	7236098	2792768	23085026	925
2033	9053523	6624819	19426464	1288522	7161273	2751777	23685113	925
2034	9122071	6566931	19276812	1269525	7079112	2706159	24285200	925
2035	9189369	6512012	19127170	1249724	6990668	2656301	24885287	925

2.6.7.1. Ferdi kaza sigortası analizi



Şekil 45. Yıllık ferdi kaza sigortası poliçe sayısı ve kestirim grafiği

Ferdi kaza sigortası branşına ait yıllık poliçe sayılarının geçmiş eğilimleri incelenmiş ve 2024–2035 dönemine ilişkin öngörülen kestirim değerleri analiz edilmiştir. Değerlendirme sürecinde Şekil 45 ve Tablo 15 verileri dikkate alınarak, poliçe sayılarındaki değişimin poliçe sayılarındaki kestirim değerleri yorumlanmıştır.

Şekil 45'te 1990–2023 yılları arasındaki siyah çizgi ile gösterilen değerler, Ferdi kaza sigortasına ait yıllık poliçe sayılarının gerçekleşmiş verilerini temsil etmektedir. Bu dönemde poliçe sayılarında genel olarak yükselen bir trend gözlenmekle birlikte, zaman zaman dönen dalgalanmalar yaşandığı görülmektedir. Özellikle 2010 yılından sonra poliçe sayısında dikkat çekici bir artış yaşanmış; 2019 yılında zirve noktasına ulaşılmış ve bu yılın ardından kısa süreli bir gerileme yaşanmıştır.

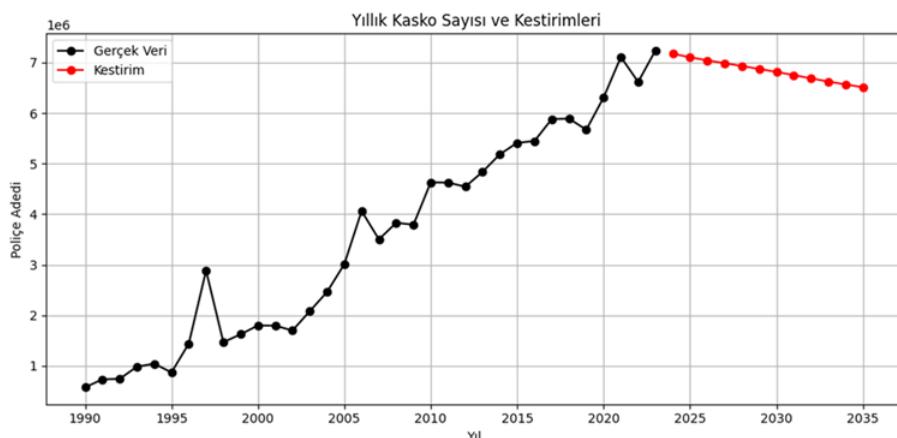
2020 yılı itibarıyla gözlenen bu düşüş, COVID-19 pandemisinin sigorta davranışları üzerindeki etkileri, ekonomik belirsizlikler ve bireysel harcama kalıplarındaki değişikliklerle açıklanabilir. Bununla birlikte, dalgıç yapı; toplumsal olaylar, ekonomik koşullar ve sigorta bilincindeki değişimlerle doğrudan ilişkilendirilebilmektedir.

Şekil 45'te kırmızı çizgi ile gösterilen kestirim değerleri ve Tablo 15'te sunulan sayısal veriler dikkate alındığında, 2024 yılından itibaren poliçe sayısında düzenli bir artış trendi öngörülmektedir. Tahminlere göre, 2024 yılında 7.893.274 olan poliçe sayısı, her yıl istikrarlı bir şekilde artarak 2035 yılına gelindiğinde 9.189.369 seviyesine ulaşacaktır.

Bu artış eğilimi, kullanılan modelin gelecekteki gelişmeleri başarılı şekilde yansıtma gücünü ortaya koyarken, aynı zamanda sigorta sektöründe büyümeyenin süreceğine dair güçlü bir sinyal niteliği taşımaktadır. Bu artış, iklim değişikliği, kentleşme, nüfus yoğunluğu ve bireysel güvence ihtiyacındaki artışla paralel biçimde değerlendirilebilir. Özellikle ekstrem hava olaylarının (sel, buzlanma, fırtına vb.) daha sık yaşanması, bireylerin fiziksel risklere karşı daha fazla önlem alma eğilimini artırmaktadır. Bu durum, ferdi kaza sigortalarına olan talebi de doğrudan yükseltmektedir.

Bu kapsamda, ferdi kaza sigortalarına olan talebin artış göstermesi doğaldır. Gerek zorunlu olmayan sigorta türlerinin bireysel farkındalıkla tercih edilmesi, gerekse şirketlerin sunduğu poliçe çeşitliliği, bu yükselişi destekleyen faktörler arasındadır.

2.5.7.2. Kasko sigortası analizi



Şekil 46. Yıllık kasko sigortası poliçe sayısı ve kestirim grafiği

Kasko sigortası branşına ait yıllık poliçe sayılarının geçmiş eğilimleri incelenmiş ve 2024–2035 dönemine ilişkin öngörülen kestirim değerleri analiz edilmiştir. Değerlendirme sürecinde Tablo 15 ve Şekil 45'deki veriler dikkate alınarak, poliçe sayılarındaki değişimin poliçe sayılarındaki kestirim değerleri yorumlanmıştır.

Şekil 46'da yer alan siyah çizgi, 1990–2023 dönemine ait gerçekleşen poliçe sayısını temsil etmektedir. Bu süreçte kasko poliçelerinde istikrarlı ve güçlü bir artış trendi görülmektedir. Özellikle 2000 sonrası dönemde büyümeyin hızlandı, 2010 yılından itibaren ise poliçe sayısında hem hızlı bir artış hem de yıllar bazında küçük dalgalanmaların olduğu gözlemlenmiştir.

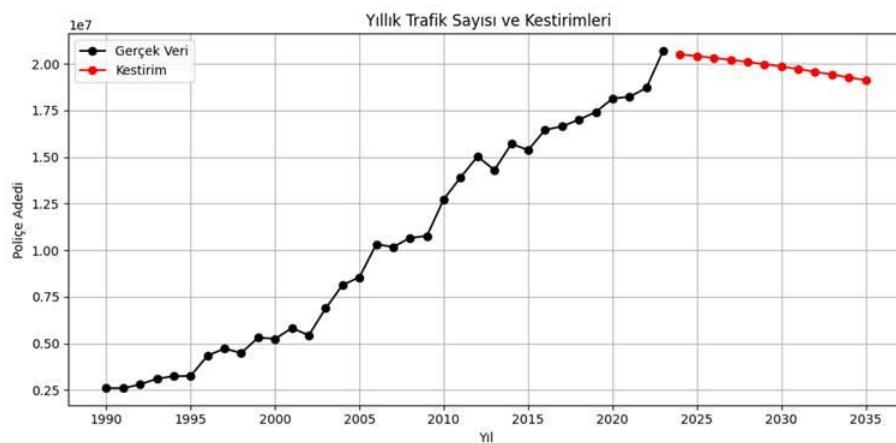
2020–2023 döneminde ulaşılan 7 milyonun üzerindeki değerler, Türkiye'de özel araç sahipliğindeki artış, zorunlu trafik sigortası yanında kasko güvencelerine duyulan ihtiyaç ve finansal kurumların sigorta bağlantılı ürünler sunması gibi faktörlerin etkisini yansıtmaktadır.

Grafikte kırmızı çizgiyle gösterilen kestirim değerleri ve tabloya yansıyan sayısal kestirimlere göre, 2024 yılından itibaren kasko poliçe sayılarında kademeli bir düşüş öngörmektedir. Aşağıdaki değerlerde görüldüğü gibi, 2024 yılında 7.176.074 olan poliçe sayısının 2035 yılına kadar her yıl azalacağı ve 6.512.012 seviyesine kadar gerileyeceği kestirilmektedir.

Bu azalma trendi, çeşitli faktörlerin birleşiminden kaynaklanıyor olabilir. Öncelikle, araç fiyatlarının artması, alternatif ulaşım yöntemlerinin (araç paylaşımı, toplu taşıma) yaygınlaşması, tüketicilerin sigorta ürünlerinden tasarruf eğilimi gibi ekonomik ve sosyal dinamikler bu düşüşte etkili olabilir. Ayrıca iklim değişikliği kaynaklı artan hasar riskleri, kasko sigortası primlerinde yükselmeye neden olarak bazı bireylerin sigorta yaptırmaktan vazgeçmesine yol açabilir.

Bu nedenle, bu azalış yalnızca bireysel tercihlerle değil, aynı zamanda çevresel ve ekonomik baskılarla da ilişkilendirilmelidir. Modelin öngördüğü bu yavaş düşüş eğilimi, sektörün dinamik yapısına ve dışsal faktörlerin etkisine karşı duyarlığını göstermektedir.

2.5.7.3. Trafik sigortası



Şekil 47. Yıllık trafik sigortası police sayısı ve kestirim grafiği

Şekil 47'de, Trafik sigortası için yıllık police adedi siyah çizgi ile, 2024–2035 yıllarına ait yapay sinir ağı (YSA) modeliyle elde edilen kestirim değerleri ise kırmızı çizgi ile gösterilmiştir.

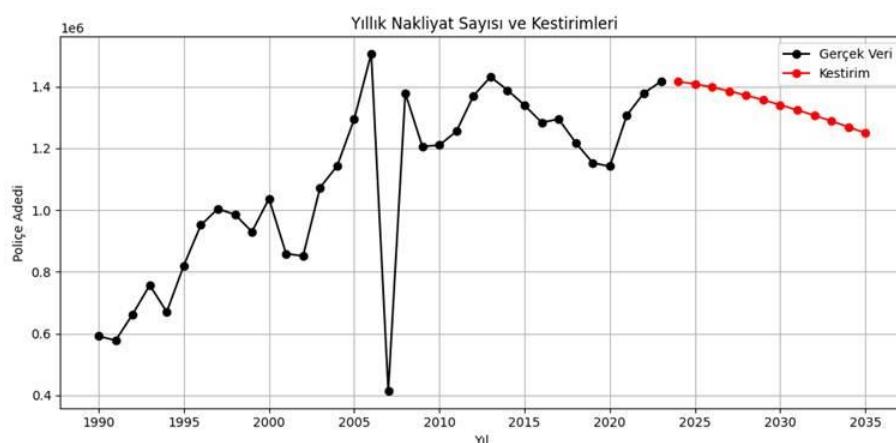
Yapay sinir ağı (YSA) modeli ile gerçekleştirilen analiz sonucunda, trafik sigortası için geçmiş yıllara ait police adeti verileri kullanılarak 2024–2035 yılları arasındaki yıllık deprem sayıları tahmin edilmiştir. Şekil 46 incelemişinde, trafik sigortası police sayılarında 2024 itibarıyla bir zirve noktası oluştuğu ve sonrasında aşağı yönlü bir trendin başladığını görmüştür. Grafiksel kestirimlerde bu dönüşüm noktası belirgin şekilde izlenmekte; yıllık police adedi 2024'te yaklaşık 20,5 milyon seviyesinde iken, 2035 yılına gelindiğinde bu değer 19,1 milyona gerilemektedir.

Tablo 15'te yer alan yıllık kestirim değerlerine göre, 2024 yılında 20.510.764 olan police sayısının, 2035 yılına gelindiğinde 19.127.170'e kadar düşmesi öngörmektedir. Bu yaklaşık %6,7'lük düşüş, sigorta sektöründe yapısal bir dönüşümün habercisi niteliğindedir.

Modelin ortaya koyduğu bu azalma eğilimi; ekonomik dalgaların, araç sahipliğinde yaşanan düşüş, artan prim maliyetleri ve alternatif ulaşım biçimlerinin (toplu taşıma, araç paylaşımı vb.) yaygınlaşması gibi çok boyutlu faktörlerin etkisini yansıtmaktadır. Ayrıca, sigorta yaptırma eğiliminde görülebilecek zayıflama, yalnızca ekonomik nedenlere değil, aynı zamanda bireysel farkındalık eksikliğine bağlı olabilir.

Bu bağlamda elde edilen kestirimler, sigorta sektörü açısından önemli stratejik çıkarımlar sunmaktadır. Geleneksel police yapılarının yeniden ele alınması, kullanım temelli sigorta modellerine geçiş, dijital hizmetlerin yaygınlaştırılması ve toplumun sigorta bilinci düzeyinin artırılması, bu gerileme eğilimini yavaşlatabilecek temel adımlar arasında yer almmalıdır.

2.5.7.4. Nakliyat sigortası



Şekil 48. Yıllık nakliyat sigortası poliçe sayısı ve kestirim grafiği

Şekil 48'de, Nakliyat sigortası için yıllık poliçe adedi siyah çizgi ile, 2024–2035 yıllarına ait yapay sinir ağı(YSA) modeliyle elde edilen kestirim değerleri ise kırmızı çizgi ile gösterilmiştir.

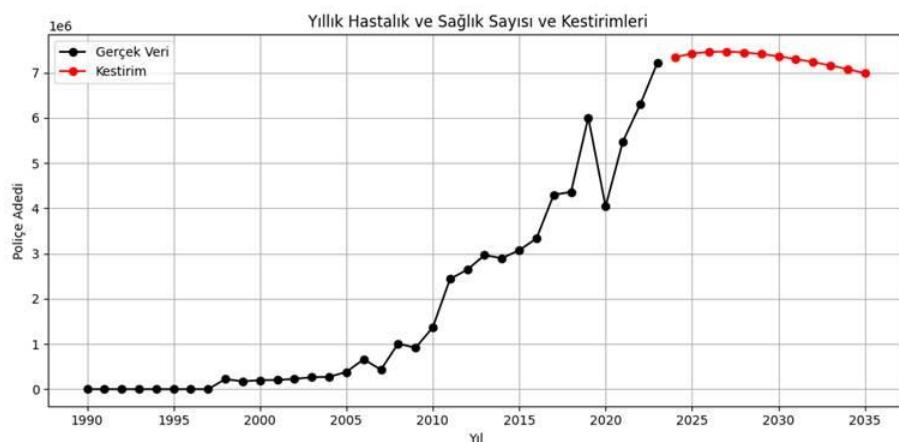
Yapay sinir ağı (YSA) modeli ile gerçekleştirilen analiz sonucunda, trafik sigortası için geçmiş yıllara ait poliçe adeti verileri kullanılarak 2024–2035 yılları arasındaki yıllık deprem sayıları tahmin edilmiştir. Şekil 48 incelendiğinde, nakliyat sigortası poliçe sayısında dönenmeler birlikte genel olarak artan bir trend gözlenmektedir. Özellikle 2005 yılında ani bir zirve noktasına ulaşıldıktan sonra, takip eden yıllarda keskin bir düşüş ve tekrar toparlanma yaşanmıştır 2010 sonrası dönemde ise nispeten daha dengeli bir yapı gözlenmektedir, ancak 2015–2019 arasında negatif trend dikkat çekmektedir.

Tablo 15'te yer alan yıllık kestirim değerlerine göre, 2024 yılında yaklaşık 1.415.850 olan poliçe sayısının 2035 yılına gelindiğinde 1.249.724'e gerilediği görülmektedir. Bu durum, incelenen 12 yıllık dönemde yaklaşık %11,7'lük bir azalma yaşanacağına işaret etmektedir. Grafiksel olarak da izlendiği üzere, geçmiş yıllarda dalgalandırıcı bir seyir izleyen poliçe sayıları, kestirim döneminde düzenli ve istikrarlı bir düşüş trendi sergilemektedir.

Bu istikrarlı düşüş yalnızca ekonomik ve sektörel koşullarla değil, aynı zamanda giderek daha belirgin hale gelen iklimsel risklerle de doğrudan ilişkilendirilebilir. Küresel ölcekte artan ekstrem hava olayları, özellikle deniz ve kara taşımacılığını sektöre uğratmakta, lojistik zincirlerinde gecikmelere, hasarlara ve belirsizliklere neden olmaktadır. Bu koşullar altında bazı işletmeler sigorta yaptırma maliyetini karşılayamayacak duruma gelirken, bazıları da sigorta teminatlarının yeterli güvence sağlama amacıyla gerekçesiyle poliçe yaptırımdan vazgeçebilmektedir. Bu durum, YSA modelinin tahmin ettiği poliçe sayısındaki düşüş eğilimini iklimsel risklerin yol açtığı sigortalanma düzeyinin düşmesini açıklamaktadır.

Ayrıca iklim değişikliğinin zararlı etkileri hususunda şirketlerin, özellikle sel, fırtına, toprak kayması, aşırı sıcaklık gibi doğa kaynaklı afetlere karşı kapsayıcı teminatlar geliştirmesi bir zorunluluk haline gelmektedir. Geleneksel nakliyat sigortası ürünlerinin sabit teminat yapısı, bu yeni risk ortamında yetersiz kalmakta; dolayısıyla iklim temelli riskleri kapsayan esnek, bölgesel ve mevsimsel bazlı poliçelere ihtiyaç duyulmaktadır. Aksi halde, poliçe sayısındaki düşüş yalnızca geçici bir ekonomik dalgalandırma olarak değil, iklim krizine karşı yetersiz uyum stratejilerinin sonucu olarak da okunabilir.

2.5.7.5. Hastalık ve sağlık sigortası



Şekil 49. Yıllık hastalık ve sağlık sigortası poliçe sayısı ve kestirim grafiği

YSA ile yapılan analizde 1990–2023 yıllarını kapsayan gerçek verilere göre, 1990–2005 yıllarında oldukça düşük seviyelerde seyreden poliçe sayıları göze çarpmaktadır. Bu dönem, nispeten durağan bir yapı sergilemeye ve düşük varyansla açıklanmaktadır. Özellikle 1990–2000 arası yatay bir çizgiye yakın, sabit ve değişim göstermeyen bir yapıdadır. Bu, sigorta bilincinin henüz yaygınlaşmadığı ve ürün çeşitliliğinin sınırlı kaldığı bir döneme işaret ediyor olabilir.

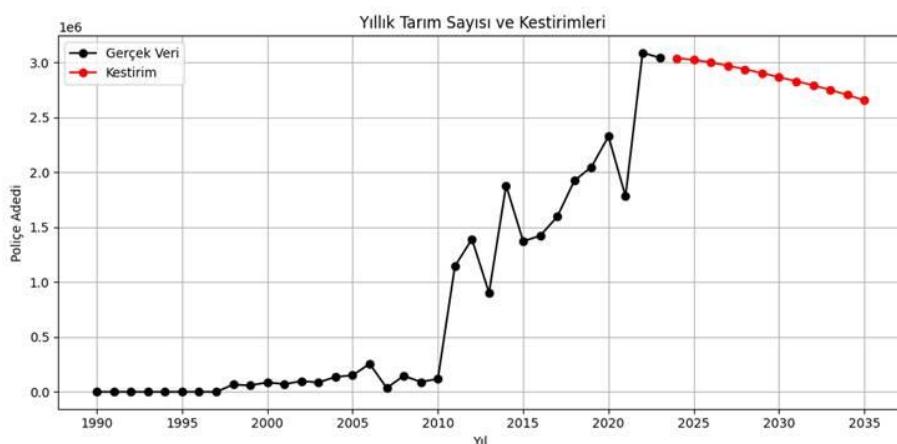
2005 yılından itibaren seride belirgin bir artış trendi başlamaktadır. Bu dönemden sonra özellikle 2010–2020 arasında hızlı ve ani artışlar dikkat çekmektedir. Bu artışa sağlık sigortasının teşvik edilmesi, özel sağlık kuruluşlarının yaygınlaşması, bireysel sigorta bilincinin gelişmesi gibi sosyoekonomik faktörler neden olmuş olabilir.

Ancak bu dönemdeki artış düz bir artış trendi değil; 2019 ve 2021 yılları arasındaki gibi dalgalı ve sıçramalı bir görünüm sunmaktadır. Bu dalgalanmalar, serinin durağan olmayan bir yapıya sahip olduğunu ve dönemsel şoklardan etkilenliğini göstermektedir. Pandemi gibi dışsal faktörlerin etkisiyle bu dalgalanmalar artmış olabilir.

YSA modeliyle 2024–2035 dönemi için yapılan kestirimler, 2024–2027 yılları arasında poliçe sayısında hafif bir artışın devam edeceğini, fakat 2028 sonrası itibarıyla düşüş trendinin başlayacağını göstermektedir. 2035 yılı itibarıyla poliçe sayısının yaklaşık 7 milyon seviyesine kadar gerilemesi beklenmektedir. Bu sonuç, modelin verilerdeki doygunluk noktalarını ve trend kırılmalarını yakalayabildiğini, dolayısıyla sigorta sektörünün bu bransta bir doygunluk ya da talep düşüşü yaşayabileceğini öngördüğünü göstermektedir.

Bu bağlamda, poliçe sayısındaki öngörülen azalma, sigorta şirketlerinin sağlık sigortası ürünlerini yeniden yapılandırmaları veya yenilikçi stratejiler geliştirmeleri gerektigine işaret etmektedir. Demografik değişimler, sektörün doygunluk seviyesi ve alternatif sağlık çözümlerine olan yönetim gibi faktörler bu eğilimi açıklamada etkili olabilir.

2.5.7.6. Tarım sigortası



Şekil 50. Yıllık tarım sigortası poliçe sayısı ve kestirim grafiği

Yapay sinir ağları kullanılarak yapılan bu analizde 1990–2023 yılları arasında elde edilen gözlem verileri incelendiğinde, tarım sigortası poliçe sayısında 2010 yılına kadar görece durağan ve düşük seviyelerde seyreden bir yapı dikkat çekmektedir. 1990–2009 dönemi, yatay çizgiye yakın, varyansı düşük ve büyük sıçramaların gözlenmediği bir yapı sergilemektedir. Bu durum, tarım sigortalarının yeterince yaygın olmadığı ve çiftçi bilincinin düşük olduğu bir dönemi yansıtıyor olabilir.

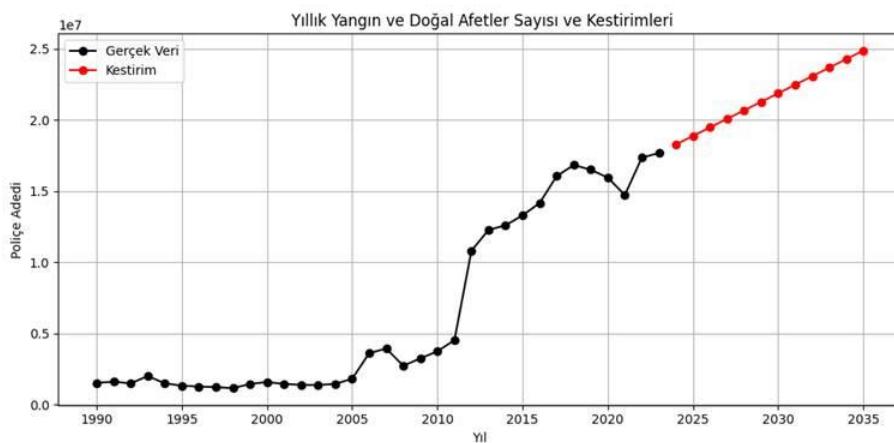
2010 yılından itibaren ise poliçe sayısında ciddi bir artış başlamaktadır. Bu dönem, Türkiye'de devlet destekli tarım sigortalarının yaygınlaştırıldığı, iklim risklerinin ve doğal afetlerin artmasıyla birlikte sigortalılık oranlarının arttığı bir süreçtir. 2010–2023 arasında hem doğrusal olmayan hem de dalgalı bir büyümeye eğilimi gözlenmektedir.

Bu durum, zaman serisinin durağan olmadığını ve dışsal şoklara (doğal afet, devlet teşvikleri, ürün fiyatları) hassas olduğunu ortaya koymaktadır. Gözlemlenen yüksek varyans, zaman serisinde mevsimsel olmayan, düzensiz bileşenlerin varlığına işaret etmektedir.

Yapay sinir ağı modeliyle elde edilen 2024–2035 dönemi kestirimlerine göre, tarım sigortası poliçe sayısının 2024 yılında yaklaşık 3.040.524 ile zirve noktasına ulaştığı görülmektedir. Bu noktadan itibaren poliçe sayısında kademeli bir azalma öngörmektedir. Her yıl düzenli şekilde gerileyen bu değerler, 2035 yılına gelindiğinde yaklaşık 2.656.301 seviyesine kadar düşmektedir. Bu düşüş ani değil, trendli ve yumuşak bir model ortaya koymakta olup YSA'nın geçmiş verilerdeki durağanlaşma sürecini modelleyerek gelecekteki olası talep daralmasını öngördüğünü göstermektedir.

Modelin çizdiği bu tablo, sektörün önümüzdeki yıllarda yeni bir büyümeye ivmesi yakalamakta zorlanabileceğine işaret etmektedir. Bu bağlamda, sigorta şirketlerinin poliçe sayısındaki bu azalmayı dikkate alarak yeni hedef kitlelere ulaşacak stratejiler geliştirmeleri, düşük sigortalılık oranına sahip bölgeleri hedeflemeleri ve tarımın dönüşen yapısına uygun ürün çeşitlendirmelerine gitmeleri önemli olacaktır.

2.5.7.7. Yangın ve doğal afetler sigortası



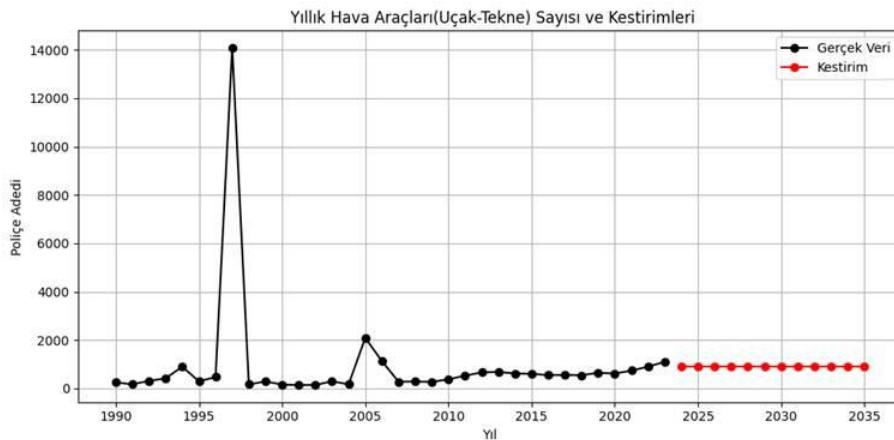
Şekil 51. Yıllık yangın ve doğal afetler sigortası poliçe sayısı ve kestirim grafiği

Holt modeli kullanılarak yapılan zaman serisi analizinde, yangın ve doğal afetler sigortasına ait yıllık poliçe sayıları 1990–2023 dönemi için incelenmiştir. Gerçek verilere göre, 1990–2010 yılları arasında görece durağan ve düşük düzeyde seyreden poliçe adetleri, 2010 sonrası dönemde belirgin bir artış trendi sergilemiştir. Bu yükselişin, iklim değişikliği etkilerinin görünür hale gelmesi, yangın ve sel gibi felaketlerin artması ve kamuoyunun bu riskler konusunda daha duyarlı hale gelmesiyle bağlantılı olduğu düşünülmektedir. Özellikle 2012–2020 yılları arasında hızlı ve keskin artışlar dikkat çekmektedir; bu da serinin yapısında trend kırılmalarının ve ani taleplerin olduğunu göstermektedir.

Holt modeliyle elde edilen kestirim, bu yükselişin önumzdeki on yıllık süreçte de istikrarlı biçimde sürecekini ortaya koymaktadır. Model sonuçlarına göre 2024 yılında yaklaşık 18.2 milyon olan poliçe adedinin, yıllık ortalama artışlarla birlikte 2035 yılına gelindiğinde 24.8 milyona ulaşması beklenmektedir. Bu artış trendi, yangın ve doğal afetler sigortası alanının önumzdeki yıllarda sigorta sektöründe önemli bir büyümeye potansiyeline sahip olacağını göstermektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, elde edilen bulgular; iklim temelli risklerin artış gösternesiyle birlikte yangın ve doğal afetler sigortasının giderek daha fazla önem kazandığını ve bu alanda hem talep yönlü artışlar hem de risk temelli ürün çeşitlendirmelerine ihtiyaç duyulacağını ortaya koymaktadır. Sigorta şirketlerinin bu gelişimi stratejik bir fırsat olarak değerlendirek ürün geliştirme, risk modelleme ve bölgesel dağılım analizlerini daha kapsamlı hale getirmeleri, sektörün sürdürülebilir büyümesi açısından kritik önemdedir.

2.5.7.8. Hava araçları(uçak-tekne) sigortası



Şekil 52. Yıllık hava araçları (uçak-tekne) sigortası poliçe sayısı ve kestirim grafiği

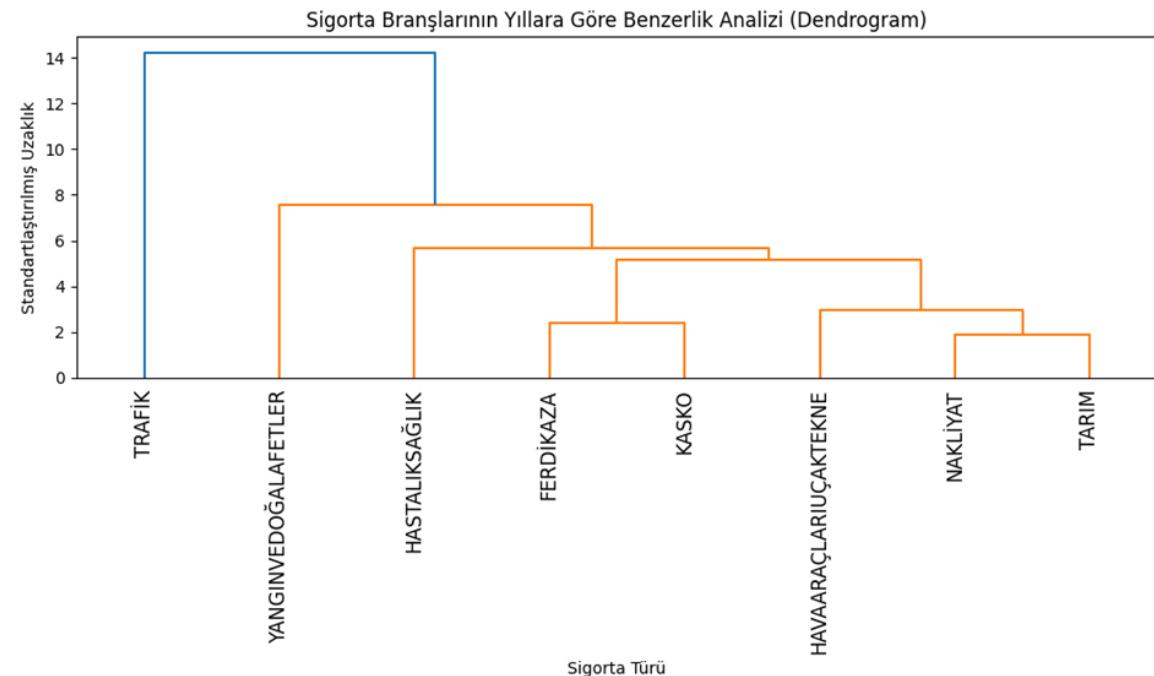
Şekil 51'de, hava araçları (uçak-tekne) sigortası branşına ait yıllık poliçe adetleri incelenmiş ve 2024–2035 dönemi için ARIMA(0,0,0) modeli ile kestirimlerde bulunulmuştur. Verilere bakıldığından, 1990'lı yıllarda itibaren poliçe

sayılarında genel olarak düşük ve durağan bir seyir gözlemlenmiştir. Bununla birlikte, 1998 yılında görülen ani ve yüksek düzeyli sıçrama, muhtemelen o yıla özgü olağan dışı bir durumun sonucu olarak değerlendirilmelidir. Benzer şekilde, 2005 yılında da sınırlı bir artış gözlemlenmiş, ancak bu yükseliş kalıcı olmamıştır.

2010 sonrası dönemde ise poliçe adetleri istikrarlı ancak oldukça düşük seviyelerde seyretmiş ve 2023 itibarıyle yaklaşık 925 poliçelik bir düzeye ulaşmıştır. Bu durağan yapı doğrultusunda uygulanan ARIMA(0,0,0) modeli (sabit ortalamalı beyaz gürültü modeli), seride belirgin bir trend ya da mevsimsellik bulunmadığını ve gelecekteki değerlerin geçmiş ortalama düzey etrafında değişmeye devam edeceğini öngörmektedir.

2.6.8. Sigorta Verilerinin (Branşların) Sınıflandırılması

Sigorta branşlarının sınıflandırılması aşamasında, tarım ve hastalık/sağlık sigortalarının 1998 yılında uygulanmaya başlanmış olması nedeniyle, bu branşlara ait 1990–1998 yılları arasındaki var olmayan veri noktaları interpolasyon yöntemi kullanılarak tahmin edilip veri setine dahil edilmiştir.



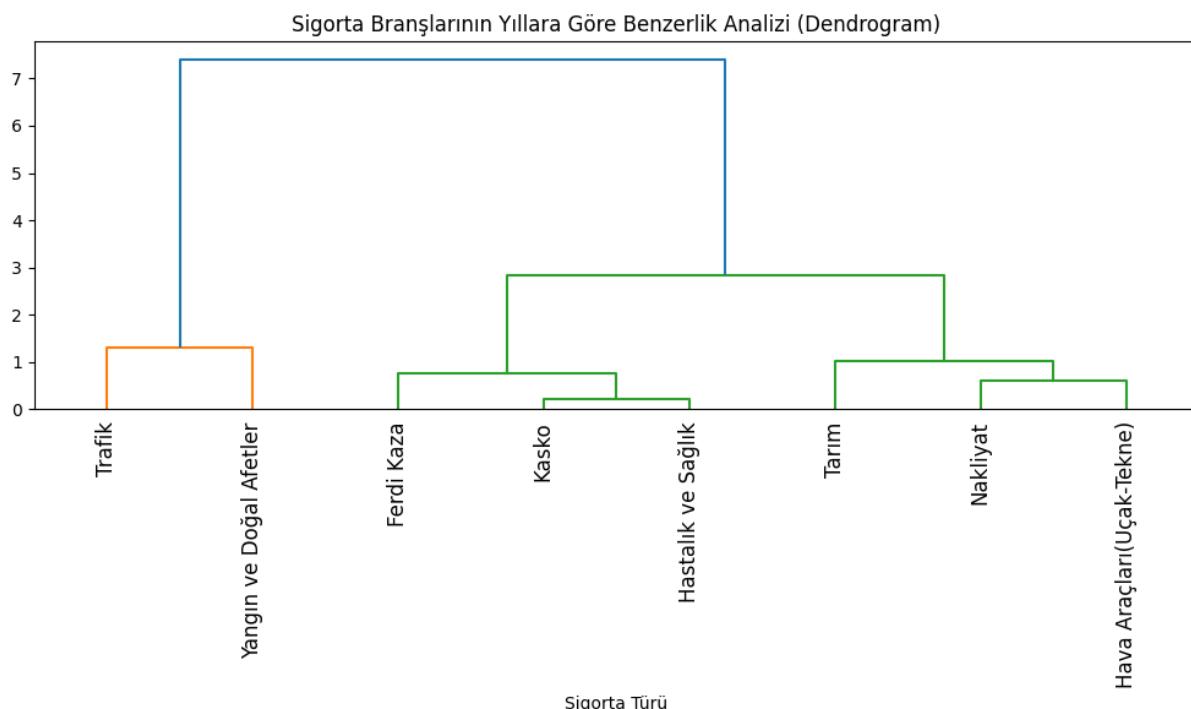
Şekil 53. 1990-2023 yılları arasında sigorta branşlarının sınıflandırılması

Şekil 53'deki, hiyerarşik kümemeleme yöntemiyle elde edilen dendrogram, sigorta branşlarının yıllara göre gösterdiği benzerlikleri görselleştirmektedir. Analize göre, trafik sigortası diğer tüm branşlardan belirgin şekilde ayırmakta ve en yüksek uzaklık düzeyiyle tek başına bir küme oluşturmaktadır. Bu durum, trafik sigortasının yıllar içerisindeki poliçe sayısı değişimi açısından diğer branşlara kıyasla farklı bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir; bunun temel nedenleri arasında zorunlu bir sigorta olması ve devlet düzenlemeleriyle sıkı şekilde kontrol edilmesi sayılabilir.

Dendrogramda en yakın kümelenme, ferdi kaza ve kasko branşları arasında görülmektedir; bu da her iki sigorta türünün bireysel risklere dayanması ve benzer kullanım alanlarına sahip olmasıyla açıklanabilir.

Yangın ve doğal afetler sigortası ile hastalık/sağlık sigortası orta seviyede benzerlik göstererek bir üst kümeye birlleşmektedir; bu durum, her iki branşın da çevresel ve toplumsal risk faktörlerinden etkilenmesiyle ilişkili olabilir.

Nakliyat ve tarım sigortaları birbirine en yakın branşlar arasında yer almaktır, bu benzerlik tarımsal üretim ve lojistik faaliyetlerin benzer dönemsel dinamiklere sahip olmasından kaynaklanıyor olabilir. Hava araçları(uçak-tekne) sigortası ise bu iki branşa yakın ama bağımsız bir çizgide yer almaktır, zamanla onlarla aynı kümeye bireleşmektedir. Bu yapı genel olarak, stratejik planlama ve poliçe tasarım süreçlerinde benzer trendler sergileyen branşların birlikte değerlendirilmesi gerekligine işaret etmektedir.



Şekil 54. 1990-2023 yıllar sigorta branşlarının kestirim değerlerinin sınıflandırılması

Şekil 54'deki yapay sinir ağı ile elde edilen 2024–2035 dönemi tahmin verileri temel alınarak yapılan hiyerarşik kümleme analizi, sigorta branşlarının gelecek yıllarda trend yapıları açısından nasıl grupsaştığını ortaya koymaktadır. Dendrogramda ilk dikkati çeken unsur, trafik sigortası ile yangın ve doğal afetler sigortalarının birbirine oldukça yakın şekilde grupsanmasıdır. Bu durum, her iki branşın gelecekte benzer sayısal değişim eğilimleri göstereceğini, özellikle sabitlik veya belirli oranlarda düşüş eğilimleri taşıdığını düşündürmektedir. Ayrıca, ferdi kaza ile kasko sigortaları yine birbirine en yakın iki branş olarak sınıflandırılmış ve bu kümeye daha sonra hastalık ve sağlık sigortası ile birleşmiştir. Bu yapı, bireysel risk temelli ve şehir yaşamına dayalı sigorta türlerinin gelecekte de benzer talep modelleri göstereceğine işaret etmektedir.

Tarım, nakliyat ve hava araçları(uçak-tekne) branşları da kendi içinde bir grup oluşturmaktır ve bu gruptaki benzerlik, büyük ölçüde iklim, coğrafi koşullar, lojistik ihtiyaçlar gibi dışsal çevresel faktörlere duyarlılıkla ilişkilendirilebilir. Genel olarak bu sınıflandırma, sigorta branşlarının sadece geçmiş verilerine değil, geleceğe dair tahmin edilen modellerine göre de anlamlı kümelenmeler oluşturduğunu göstermektedir. Sektörel planlamalarda ve ürün stratejilerinde bu tür gruptılardan yararlanılması, benzer seyir izlemesi beklenen sigorta türleri için ortak strateji geliştirilmesini kolaylaştırabilir.

Gerçek police sayıları ve 2024–2035 dönemi kestirim değerlerine dayalı olarak oluşturulan iki dendrogram karşılaştırıldığında, sigorta branşları arasındaki benzerlik yapılarında dikkat çekici farklılıklar gözlemlenmektedir. Geçmiş verilere göre yapılan sınıflandırma analizinde trafik sigortası, diğer tüm branşlardan oldukça farklılaşarak en yüksek uzaklıktan tek başına ayırmıştır. Buna karşılık kestirim verilerine dayalı dendrogramda trafik sigortası ile yangın ve doğal afetler sigortası birbirine oldukça yakın konumlanarak benzer seyirler gösterecek iki branş olarak öne çıkmıştır. Bu durum, geçmişte farklı davranış sergileyen bu iki branşın gelecekte daha benzer yapılar geliştireceğine işaret etmektedir.

Ferdi kaza ve kasko branşlarının her iki analizde de birbirine en yakın gruplar arasında yer alması, bu sigorta türlerinin hem geçmişte hem de gelecekte benzer büyümeye desenlerine sahip olduğunu göstermektedir. Ayrıca, tarım, nakliyat ve hava araçları(uçak-tekne) sigortaları kestirime dayalı analizde daha sıkı bir grup oluştururken, geçmiş veri analizinde bu birliktelik daha dağınık bir yapıya sahiptir. Bu karşılaştırma, sigorta branşlarının zamanla değişen talep yapıları ve etkileşimlerinin, sadece geçmişte değil aynı zamanda geleceğe dönük stratejik planlamalarda da farklı gruplar ortaya koyabileceğini göstermektedir. Bu nedenle hem geçmiş trendler hem de kestirim temelli öngörüler birlikte değerlendirilerek uyumu stratejiler geliştirilmesi, sigorta sektörünün geleceğe adaptasyonu açısından önem arz etmektedir.

3.Sonuç:

Bu araştırmada Türkiye'nin yedi coğrafi bölgesini temsilen seçilen Antalya, Ankara, İzmir, İstanbul, Samsun, Diyarbakır ve Erzurum illeri üzerinden yürütülen iklimsel ve sektörel analizler sonucunda, iklim değişikliğinin sigorta sektörü üzerindeki etkilerinin hem bölgesel hem de ulusal düzeyde yaygın ve belirgin olduğu ortaya konmuştur.

Antalya, İstanbul ve Diyarbakır illerinde yıllık yağış miktarlarında gözle görülür bir azalma tespit edilmiş; bu azalma, tarım sigortaları açısından kuraklık riskini artırmakta, yangın ve doğal afetler sigortalarında ise orman yangını ve sel risklerini ön plana çıkarmaktadır. Erzurum'da artış gösteren karlı gün sayısı, karla ilişkili afet ve ulaşım sorunlarını gündeme getirerek trafik ve kasko sigortalarında teminatların genişletilmesi ihtiyacını doğurmaktadır. Samsun ve İstanbul gibi büyük şehirlerde artan sisli gün sayısı, görüş mesafesinin azalmasına bağlı trafik kazaları riskini artırmakta ve bu durum trafik ve kasko sigortalarının hasar yükünü doğrudan etkileyebilecek niteliktidir. Diyarbakır'da ise hem yağış hem de karlı gün sayılarındaki düşüş, su kaynaklarının sürdürilebilirliği açısından ciddi riskler oluşturmakta; bu da hem tarımsal üretimi hem de sağlık sigortalarını ilgilendiren olası kuraklık kaynaklı hastalık risklerini beraberinde getirmektedir. Ankara ve İzmir gibi şehirlerde ise kestirimler, geçmişe göre daha durağanlaşan yağış yapısına işaret etmiş; bu eğilim uzun vadede değişen ama öngörlülebilir risk yapıları oluşturabileceğinden, sigorta sektörünün bu bölgelerde sabit poliçe türlerinden esnek risk profiline geçmesini zorlunu kılmaktadır.

Gerçek verilerle yapılan kestirimlerin RMSE (Kök Ortalama Kare Hatası) değerlerine göre YSA ve zaman serisi modellerinin farklı illerde farklı başarılar göstermesi, yerel özelliklere duyarlı modelleme tekniklerinin önemini bir kez daha vurgulamıştır. Ayrıca yapılan kümeleme analizinde, benzer iklimsel etkilerden etkilenen sigorta branşlarının (örneğin ferdi kaza ve kasko; tarım, nakliyat ve hava araçları gibi) birbirine yakın kümelerde yer aldığı tespit edilmiş, bu da poliçe üretimi ve yönetimi açısından sektörün stratejik planlamalarında ortak risk temelli yaklaşımın gerekliliğine işaret etmiştir. Şehir bazlı bulgular, bölgesel düzeyde önemli faktörler içermekle birlikte, bütünlük olarak değerlendirildiğinde Türkiye genelinde iklim değişikliğinin sigorta sistemini derinden etkileyen yapısal bir sorun haline geldiği görülmektedir. Kuraklık, sıcaklık artışı, ekstreml hava olayları ve düzensiz iklim desenlerinin sigorta branşları üzerinde doğrudan ve dolaylı etkileri bulunmaktadır.

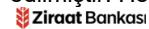
Bu çalışmada, Türkiye genelinde sigorta şirketlerinin poliçe içeriklerini iklim temelli risklere göre yeniden tanımlamaları gerektiğini; prim hesaplamalarında iklim verilerinin aktif olarak kullanılması gerektiğini; özellikle tarım, yangın, sağlık ve trafik gibi doğrudan etkilenen branşlarda ürün çeşitliliği ve bölgesel uyaranabilirliğin sağlanmasının elzem olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, yedi bölgeden elde edilen temsili bulgularlığında oluşturulan projeksiyon, yalnızca mevcut durumun değil; aynı zamanda Türkiye sigorta sektörünün gelecekteki iklim riskleri karşısındaki konumunu yeniden değerlendirme ve politika üretme ihtiyacını da ortaya koymakta; hem özel sektör hem de kamu otoriteleri açısından uygulanabilir bir yol haritası sunmaktadır.

4. Çıktılar (Yayınlar,sunumlar v.b.)

Proje çıktıları kapsamında şu an için herhangi bir yayın veya sunum yapılmamıştır. Ancak ilerleyen dönemde elde edilen bulguların makale haline getirilerek literatüre kazandırılması planlanmaktadır.

5. Proje ile ilgili harcama kalemleri hakkında ayrıntılı bilgi

Proje süresince TÜBİTAK tarafından sağlanan destek ödemesi kullanılmamış, bu nedenle ilgili tutar iade edilmiştir. Herhangi bir harcama kalemi oluşmamıştır.



HESAPTAN FAST

SUBE KODU/ADI NAME HESAP NUMARASI VERİ DAREŞİ VERİ KİMLİK NO İŞLETME TARIHİ VALDE İŞLEM YERİ	: 0624-BAHÇELEVLER/ANKARA SUBESİ TR70 0001 2006 2684 7449 2630 02 0624/64746826/5002 4401487554 57 10/2022 12:06:24 -F19190 06.10.2025 ZIRAAT MOBİL	SAYIN ESRA CAN MERKEZ MEVİDİ MERKEZ KÜME EVLERİ KÖY SOKAK NO: 22 ORMАНTEPE KÖY ERFELEK SINOP
---	---	---

Eşra Can /TÜBİTAK 229-A/ 2024/1 Dönemi
Fast Mesaj Kodu : A01 Fast Sorgula No: 5310283577
Gönderen : ESRA CAN
Alıcı Banka : TÜBİTAK / Türkiye Vakıfı Bankası T.A.O.
Alıcı Hesap : TR90 0001 2001 3803 2790 1992 35 Alıcı : TÜBİTAK STRATEJİ GELİŞTİRME DAİRE BAŞKANLIĞI
İşlem Tutarı : 2.700,00 TRY
Komisyon : 5,79 TRY
Mevsat : 0,29 TRY Mesaj Ucreti : 0,32 TRY
Tutar : 2.700,00 TRY
2.700,00 TRY tutarında Fast işlemi yapılmamış, Bu işlem için
tarafların bildirilen 6,40 TRY mərafat alınmaması talep edirin.

Fast'ın 2.706,40 TL (Yalnız İKİBİNYEZYAZILITLURKIRKKR) Çekilmiştir.
06/10/2025 12:06:29 EFTTGO INTERNET INTERNET
Tutarla məsafədən təsdiq edilmişdir.

6. KAYNAKÇA

A Akıncı, Ş. (2015). *Veri madenciliğinde kümeleme analizi üzerine bir uygulama: Ortadoğu ve Kuzey Afrika ülkelerinde finansal erişim*. Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ekonometri Anabilim Dalı, Yayınlanmamış doktora tezi.

Aksel, B. (2023). *Zaman serisi analizinde durağanlık kavramı ve uygulamaları*. [Yüksek Lisans Tezi].

Alper, D., & Anbar, A. (2008). *İklim değişikliğinin finansal hizmet sektörü üzerindeki etkileri*. *Kış*, 7(23), 223–253.

Armutlulu, İ. H. (2008). *İşletmelerde Uygulamalı İstatistik*. İstanbul: Alfa Yayıncıları.

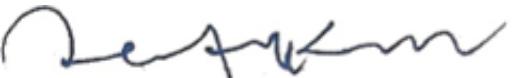
Arzova, S. B., & Şahin, B. Ş. (2022). *İklim değişikliğinin sigorta sözleşmelerine etkilerinin finansal raporlaması ve TFRS 17 standartı*. *Muhasebe ve Denetimle Bakış*, 67, 21–40. <https://doi.org/10.55322/mdbakis.1054961>

Çekici, E. (2009). *Küresel ısınma ve iklim değişikliğinin Türkiye'de tarım sigortalarına etkisi*. Marmara Üniversitesi Öneri Dergisi, 8(32), 105–111. <https://doi.org/10.14783/maruoneri.696145>

Hokka, C., Durgut, İ., & Bozkurt, A. (2017). *Küresel ısınma ve iklim değişikliğinin Türk sigorta sektörüne etkileri*. Koltan Yılmaz, Ş., & Patır, S. (2011). *Kümeleme analizi ve pazarlamada kullanımı*. Akademik Yaklaşımlar Dergisi, 2(1), 91–102.

Torusdağ, T., Tepeci, M., & Metin, İ. (2024). *İklim değişikliğinin sigorta sektörü üzerindeki etkileri: Türkiye örneği*. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 10(2), 409–423. <https://doi.org/10.21324/dacd.1408028>

Uğurlu, E. (2019). *Durağanlık, birim kök sinamaları*. Araştırma Makalesi. Erişim adresi: <https://www.researchgate.net/publication/281647245>

PROJE YÜRÜTÜCÜSÜNÜN ADI – SOYADI - İMZA	DANIŞMANIN ADI – SOYADI - İMZA
Esra CAN	Prof. Dr. Reşat KASAP
	

Tarih :06.10.2025