



Samsun
Üniversitesi

XII. ULUSAL HİDROLOJİ KONGRESİ

16 - 19 Ekim 2024

BİLDİRİLER KİTABI

CİLT 2



**XII. ULUSAL
HİDROLOJİ
KONGRESİ**

BİLDİRİLER KİTABI

CİLT 2

ONUR KURULU

Orhan TAVLI *Samsun Valisi*
Halit DOĞAN *Samsun Büyükşehir Belediye Başkanı*
Prof. Dr. Mahmut AYDIN *Samsun Üniversitesi Rektörü*
Mehmet Akif BALTA *DSİ Genel Müdürü*
Volkan Mutlu COŞKUN *Meteoroloji Genel Müdürü*

SEMPOZYUM DÜZENLEME KURULU

Prof .Dr. Salih KESGİN *Samsun Üniversitesi*
Prof. Dr. Ertuğrul ÇAM *Samsun Üniversitesi*
Prof. Dr. Hafzullah AKSOY *İstanbul Teknik Üniversitesi*
Doç. Dr. Ebru ERİŞ *Ege Üniversitesi*
Doç. Dr. Hakan AKSU *Samsun Üniversitesi*
Melih PERÇİN *Samsun Büyükşehir Belediyesi Genel Sekreter Yardımcısı*
Dr. Bahattin YANIK *SASKİ Genel Müdürü*
Nazmi KAĞNICIOĞLU *Devlet Su İşleri*
Köksal Buğra ÇELİK *DSİ Samsun Bölge Müdürü*
Bülent ŞİRİN *Samsun Meteoroloji Bölge Müdürü*

XII. ULUSAL HİDROLOJİ KONGRESİ

16-19 Ekim 2024 Samsun Üniversitesi, Samsun
Samsun Üniversitesi Yayınları No:15
E-ISBN: 978-605-74086-6-2

ARAZİ ÖRTÜSÜ/KULLANIMINDAKİ DEĞİŞİM İLE YAĞIŞ VE SICAKLIK DEĞERLERİNDEKİ TREND ANALİZİNİN BİRLİKTE DEĞERLENDİRİLMESİ: ERZURUM İLİ ÖRNEĞİ

Burak Çırağ¹, İlateriş Taşkolu², Reşat Acar¹, Mahmut Fırat³, Selim Şengül¹

¹ Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Erzurum, Türkiye, burak.cirag@atauni.edu.tr

¹ Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Erzurum, Türkiye, racar@atauni.edu.tr

¹ Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Erzurum, Türkiye, ssengul@atauni.edu.tr

² İstanbul Esenyurt Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye, ilteristaskolu@esenyurt.edu.tr

³ İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Malatya, Türkiye, mahmut.firat@inonu.edu.tr

ÖZET

Erzurum ili yüksek rakıma sahip ve kar yağışının yoğun yaşandığı, Türkiye'nin doğusunda bulunan bir ildir. Ayrıca pek çok akarsuyun kaynağını içerisinde barındırarak Türkiye'nin su planlaması için kritik öneme sahip bir il konumundadır. Bu çalışmada, Erzurum ilinin 1990-2018 yılları arasındaki arazi örtüsü/kullanımı değişimleri ile 1976-2023 yılları arasındaki yağış ve sıcaklık verileri analiz edilmiştir. Manning n katsayısına göre sınıflandırılmış CORINE verileri kullanılarak arazi değişimleri değerlendirilmiş, Yenilikçi Şen Yöntemi (ITA) ile trend analizleri yapılmıştır. Sonuçlara göre, Erzurum'daki yağış miktarının genel olarak azalma eğiliminde olduğu, ancak Erzurum Havalimanı istasyonunda belirgin bir trendin olmadığı tespit edilmiştir. Sıcaklık analizlerinde ise bütün istasyonlarda kuraklığı artıracak şekilde belirgin bir sıcaklık artışı gözlemlenmiştir. Bu bulgular, iklim değişikliği ile birlikte şiddetli kurak dönemlerin yaşanabileceğini göstermektedir. CORINE verilerine göre, doğal çayırliklar ve karasal bataklıklar gibi alanlarda artış görülmüş, su kütleleri ve su yolları gibi alanlarda ise %0,2'lik bir düşüş kaydedilmiştir. Düşük Manning n katsayılarına karşılık gelen sürekli şehir yapıları, inşaat sahaları ve mineral çıkarım sahaları gibi alanlarda büyük oranlarda artış yaşanmıştır. Erzurum'un nüfusu 1990-2018 yılları arasında 80.353 kişi azalmasına rağmen, geçirimsiz yüzeylerin bulunduğu kentsel alanların artması, yağışın akışa geçmesini hızlandırmaktadır. Çalışma, yağışın azalması, sıcaklığın artması ve kentleşme hızının artması faktörlerinin bir araya gelerek Erzurum için gelecekte ciddi kuraklık riskleri oluşturabileceğini vurgulamaktadır.

Anahtar kelimeler: Arazi örtüsü/kullanımı, Erzurum, Trend analizi, Yenilikçi Şen Yöntemi.

GİRİŞ

Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) Beşinci Değerlendirme Raporu (AR5), artan fosil yakıt yanması ve sera gazı emisyonu, sanayileşme ve kentleşme nedeniyle arazi kullanımı/arazi örtüsünde meydana gelen önemli değişiklikler ve deprem gibi doğal süreçlerin bir sonucu olarak küresel sıcaklıkta sürekli bir artış öngörmüştür (IPCC 2007a, b; Illori ve Ajayi, 2020). Bu değişiklikler yağış miktarı ve sıklığı, akarsu akışı, yeraltı su rezervi ve toprak nemini doğrudan etkilediği için su kaynakları yöneticileri ve hidrologlar için gelecek planlanmasında önemli sorunlar meydana getirmiştir (Islam vd., 2012; Srivastava vd., 2014; Gajbhiye vd., 2015; Praveen vd., 2020). Bunların sonucu olarak dünyanın farklı bölgelerinde sel ve kuraklık gibi ekstrem olaylar yaşanmaktadır. Bu tür istenmeyen olayların

olumsuz sonuçlarını en aza indirmek için bilimsel metodolojiler iklim değişikliği etkilerini azaltacak şekilde güncellenmelidir (Dabanlı vd., 2016).

İklim değişikliğine sebep olan en önemli olgulardan birisi de kentleşmedir. Şehirlerin genişlemesi, hızlı nüfus artış hızı ve kırsaldan kentsel alanlara göç gibi pek çok faktör iklim değişikliğinin artmasına neden olmaktadır (WHO, 2006; Alemu ve Dioha, 2020a,b). Kentleşmeyle birlikte geçirimsiz alanlar azalmaktadır ve arazi kullanımı kentleşme öncesine göre yüzeysel akış hızını arttırdığı için kentsel taşkınlara sebep olmaktadır (Çırağ ve Fırat, 2022; Çırağ ve Fırat, 2023). Ayrıca geçirimsiz alanların artmasıyla birlikte kentsel ısı adası etkisi oluşmakta ve kırsal alanlara göre kentlerde daha yüksek sıcaklık değerleri görülmektedir (Nakata ve Souza, 2013; Allegrini vd., 2015; Canan, 2017).

İklim sistemi pek çok parametreye sahip olmasına rağmen ana parametreleri yağış ve sıcaklıktır. Yağış ve sıcaklığın değişimlerini anlamak iklimin karakteristiğini ve olası iklim değişikliğinin trendini yorumlamada önemli katkılar sunmaktadır (Karakuş ve Güler, 2022). Son yıllarda iklim değişikliğine bağlı olarak farklı istasyonlardaki hidrolojik ve meteorolojik kayıtlarda artış veya azalış eğilimleri görülmektedir (Güçlü, 2018). Bu trendin analiz edilmesi için Mann-Kendall (MK) (Mann, 1945; Kendall, 1975), doğrusal regresyon trend testi (Haan, 1977) ve Sen eğimi (Sen, 1968) yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bunlara ek olarak Şen (2012) tarafından 45° eğimli bir düz çizgiye dayalı yenilikçi trend analizini (ITA) önerilmiştir. Pastagia ve Mehta (2022) Rajasthan eyaletinin Rajsamand bölgesi için ITA'yı kullanarak mevsimsel ve 1902-2021 yılları arasındaki yağış verileriyle uzun vadeli zamansal eğilimleri değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Çalışma sonucunda bazı rejimlerde yıllık sezonda herhangi bir trendin tespit edilmediği, kış sezonunda pozitif bir trendin tespit edildiği, muson öncesi ve muson sonrası sezonlarda ise negatif bir trendin tespit edildiği görülmektedir. Ceyhunlu ve Aydın (2020) ise Sakarya ilinin 2000-2015 yılları arasındaki aylık ölçekte ortalama yağış, ortalama aktüel basınç, ortalama nisbi nem, ortalama rüzgâr hızı ve ortalama sıcaklık verilerinin trendini belirlemek için ITA'yı kullanmışlardır. Ortalama yağış, nisbi nem, basınç, rüzgâr hızı ve sıcaklık değerlerinde küresel ısınmanın iklim değişikliğine bir etkisi olarak artış trendinin olduğunu vurgulamışlardır.

Bu çalışma Türkiye'nin doğusunda bulunan Erzurum ilinin CORINE verisini kullanarak arazi kullanımındaki değişikliğe göre kentleşme hızını ve sıcaklık ve yağış değerlerindeki trendi değerlendirmeyi amaçlamaktadır. İki aşamalı bu çalışma Erzurum ilindeki bu değişiklikleri analiz ederek yağış-akış modellemeleri, su kaynakları planlaması, sürdürülebilir arazi yönetimi, iklim değişikliği etkilerinin değerlendirilmesi gibi gelecekte yapılacak çalışmalara Erzurum ili için temel bilgiler sunmaktadır.

MATERYAL VE METOD

Çalışmada ilk olarak CORINE (Coordination of Information on the Environment) arazi örtüsü/kullanımı verisi kullanılarak 1990, 2000, 2006, 2012 ve 2018 yılları arasındaki değişiklikler incelenmiştir. Bu değişiklikler CORINE verisine göre Manning n pürüzlülük değerlerine göre analiz edilerek gelecekte yapılacak modelleme çalışmaları için ön bilgiler sunmaktadır. İkinci olarak ise 1976-2023 yılları için yağış ve sıcaklık değerlerindeki trend analiz edilmiştir.

ÇALIŞMA ALANININ ARAZİ ÖRTÜSÜ

Erzurum ili 39 Kuzey – 41 Doğu boylamları arasında yer alan, merkezi deniz seviyesinden 1959 metre yukarıda bulunan ve Türkiye'nin doğusundaki bir ildir. Erzurum ilindeki kar ve yağmur suları birçok akarsunun kaynağını oluşturmaktadır. Karasu (Fırat): Dumlu Dağı'nın kaynağını oluşturur, Çoruh Irmağı: Erzurum Mescit Dağları'ndan çıkarak Artvin'e ulaşır, Aras Irmağı: Bingöl Dağları'ndan çıkar, Oltu Çayı: Kargapazarı Dağları'ndan çıkar, Tortum Çayı: Mescit Dağları'ndan çıkar (Web-1). Bu akarsular Erzurum sınırlarını aşarak başka bölgelere kadar ulaşmaktadır. Akarsular için kritik öneme sahip olmasından dolayı bu çalışmada Erzurum ili çalışma alanı olarak belirlenmiştir.

Arazi örtüsü/kullanımı sınıflarının belirlenmesi ve zaman içerisinde değişiminin incelenmesi ekonomik ve sosyo-kültürel çalışmalara temel oluşturmasının yanı sıra etkili bir sürdürülebilir arazi

yönetimi imkânı da sağlamaktadır (Sarı ve Özşahin, 2016; Kaya vd., 2020). Bu amaçla, Avrupa Çevre Ajansı tarafından uydu görüntüleri üzerinden bilgisayar destekli arazi örtüsü/kullanım sınıflandırmasının belirlenmesi için CORINE programı başlatılmıştır. Bu programa üye olan Türkiye’de bu çalışmalar şu anda Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından yürütülmektedir. Program çıktısı olarak 1990, 2000, 2006, 2012 ve 2018 yılları için arazi örtüsü/kullanım verileri oluşturulmuştur (Polat ve Yalçın, 2020).

Hidrodinamik modelleme yöntemleri kullanılarak kentsel veya havza modelleri oluşturulurken genellikle akış direncini temsil etmek için Manning n katsayıları kullanılmaktadır (Ye vd., 2018; Praskievicz vd., 2020; Jahandideh-Tehrani vd., 2020; Sanz-Ramos vd., 2021; Dullo vd., 2021; Çırağ ve Fırat, 2023). Papaioannou vd. (2018) 3 düzey şeklinde sınıflandırılmış CORINE arazi örtüsü verilerine dayalı Manning pürüzlülük katsayısının ortalama değerlerini temsil eden bir tablo oluşturmuşlardır. Bu çalışma da Tarım ve Orman Bakanlığında temin edilen 1990, 2000, 2006, 2012 ve 2018 yıllarına ait Erzurum ili CORINE verileri Manning n katsayılarına göre sınıflandırılmıştır (Tablo 1).

Tablo 1 Çalışmada kullanılan CORINE verilerinin Manning katsayısına göre gruplandırılması (Papaioannou vd., 2018)

Grup Numarası	Manning n Katsayısı	CORINE Sınıf Adları
1. Grup	0,013	Sürekli şehir yapısı, kesikli şehir, kesikli kırsal, mineral çıkarım sahaları, karayolları, demiryolları ve ilgili alanlar, inşaat sahaları, havaalanları, endüstriyel veya ticari birimler, boşaltım sahaları
2. Grup	0,025	Yeşil şehir alanları, spor ve eğlence alanları, sahiller, kumsallar ve kumluklar
3. Grup	0,027	Seyrek bitki alanları
4. Grup	0,030	Sulanan alan, sulanmayan ekilebilir alan, sulanmayan sera
5. Grup	0,035	Çıplak kaya, çok yüksek tuzlu çıplak kaya, meralar
6. Grup	0,040	Doğal çayırliklar, karasal bataklıklar
7. Grup	0,050	Su kütleleri, su yolları, sulanmayan karışık tarım, meyveyle karışık sulu
8. Grup	0,060	Doğal bitki örtüsü ile birlikte bulunan tarım alanları, bitki değişim alanları
9. Grup	0,080	Sürekli sulanan meyve bahçesi, sulanmayan meyve
10. Grup	0,100	Geniş yapraklı ormanlar, iğne yapraklı ormanlar, karışık ormanlar

Yenilikçi Şen Yöntemi (ITA)

İklim değişikliği, artan sıcaklıklar ve bilinçsiz su tüketimi sebebiyle dünyada ve ülkemizde kuraklık felaketiyle oldukça sık karşılaşılmaktadır. Durum böyleyken var olan su kaynaklarını korumak ve kuraklık riskini minimize edebilmek amacıyla kuraklık analizleri yapılması oldukça elzem olmuştur. Yapılan kuraklık analizleri sonucunda bölgelerin kuraklık şiddetleri belirlenebiliyor ve gerekli önlemlerin alınması için iyi bir sinyal olabiliyor. Kuraklık analizleri yapılırken bölgenin iklimsel olaylarının eğilimlerini bilmekte oldukça mühim bir konudur. Bunun için literatürde birçok trend analiz yöntemleri bulunmaktadır. Bunlardan biri de Yenilikçi Şen Yöntemi (Innovative Trend Analysis – ITA)’dır.

Bu çalışmada, trend analizini gerçekleştirmek için Şen (2012) tarafından önerilen ITA yöntemi kullanılmıştır. ITA'nın diğer trend analiz yöntemlerinden en büyük farkı, herhangi bir varsayım veya

dağılımın kontrolüne ihtiyaç duymamasıdır (Caloiero, 2020; Mallick vd., 2021). ITA'nın temel amacı, aynı zaman serisine ait verilerin eğilimlerini tahmin etmektir.

Bu yöntemde, zaman serileri eşit süreli iki döneme ayrılır. Her iki dönemin veri setleri kendi aralarında küçükten büyüğe doğru sıralanır. İlk dönemin sıralanmış veri seti x eksenine, ikinci dönemin sıralanmış veri seti ise y eksenine yerleştirilir. Ardından $x=y$ doğrusu çizilir. 1:1 doğrusu, tam korelasyonu temsil eder. Verilerin bu doğrunun üstünde mi yoksa altında mı bulunduğu bakarak trend hakkında fikir edinilebilir. Verilerin büyük kısmı doğrunun üstünde yer alıyorsa, bu bir artış eğilimini; çoğunlukla doğrunun altında yer alıyorsa, bu bir düşüş eğilimini gösterir. Bir veri noktası doğrunun tam üzerinde bulunuyorsa, bu veri için herhangi bir artış ya da düşüş trendinden söz edilemez (Taşkolu, 2023). Bazı durumlarda grafik yöntemler, eğilimin yönü hakkında kesin sonuçlar sağlamaz. Bu tarz durumlarda, sonuçların istatistiksel olarak doğrulanması gerekmektedir (Şen, 2015).

Bu çalışmada Erzurum ilinde ve ilçelerinde eksiksiz bir şekilde bulunan 1976-2023 yılları için yağış ve sıcaklık değerleri Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Çalışmada Erzurum ilinin bütün ilçelerinin verileri temin edilmiş fakat bazı istasyonlarda eksik verilerin fazlalığı ve kısa dönemli verilerinden dolayı sadece Tablo 2'de belirtilen istasyonlardaki veriler kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan verilerin depolandığı istasyonlara ait bilgiler Tablo 2'de verilmiştir.

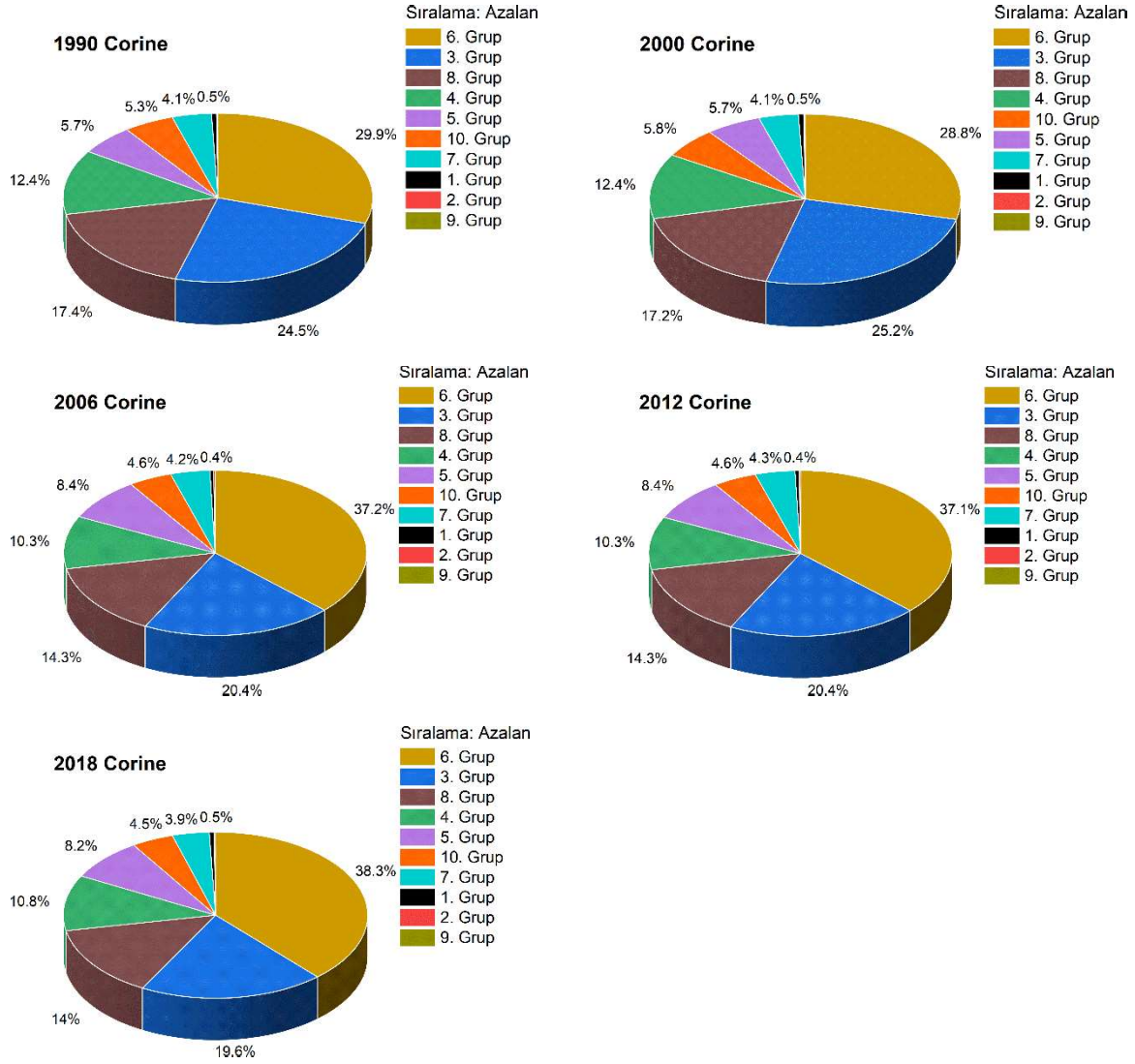
Tablo 2 Çalışmada kullanılan sıcaklık ve yağış verilerinin depolandığı istasyonlar

İstasyon Numarası	İstasyon Adı	Havza Adı	İstasyon Rakımı
17096	Erzurum Havalimanı	Fırat-Dicle	1.758
17740	Hınıs	Fırat-Dicle	1.715
17690	Horasan	Aras	1.540
17666	İspir	Çoruh	1.223
17668	Oltu	Çoruh	1.312
17688	Tortum	Çoruh	1.576

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

ARAZİ KULLANIM TÜRÜNÜN YILLARA GÖRE DEĞİŞİMİ

Arazi örtüsü/kullanımının zamansal süreç içerisindeki değişimini analiz etmek, yaşamsal faaliyetler için önemli olan orman ve meralar, geçirimsiz yüzeylerin yoğun olduğu kentsel bölgeler, su kütlelerindeki değişimi hakkında bilgiler edinmeyi sağlamaktadır. Ayrıca bu değişimin incelenmesi, su planlaması, havza yönetimi, yağmursuyu ve kanalizasyon sistemleri gibi insan hayatı için kritik öneme sahip çalışmalara da katkı sağlamaktadır. Özellikle kentsel bölgeleri içeren havzaların modellemesinde kullanılan Manning n katsayısı arazi örtüsündeki farklılıklara göre değişmektedir. Bu nedenle Tarım ve Orman Bakanlığından temin edilen Erzurum ili CORINE verileri Manning n katsayılarına göre sınıflandırılıp yıllara göre yüzdelik bazda kullanımı değerlendirilerek pasta grafikleri oluşturulmuştur (Şekil 1).



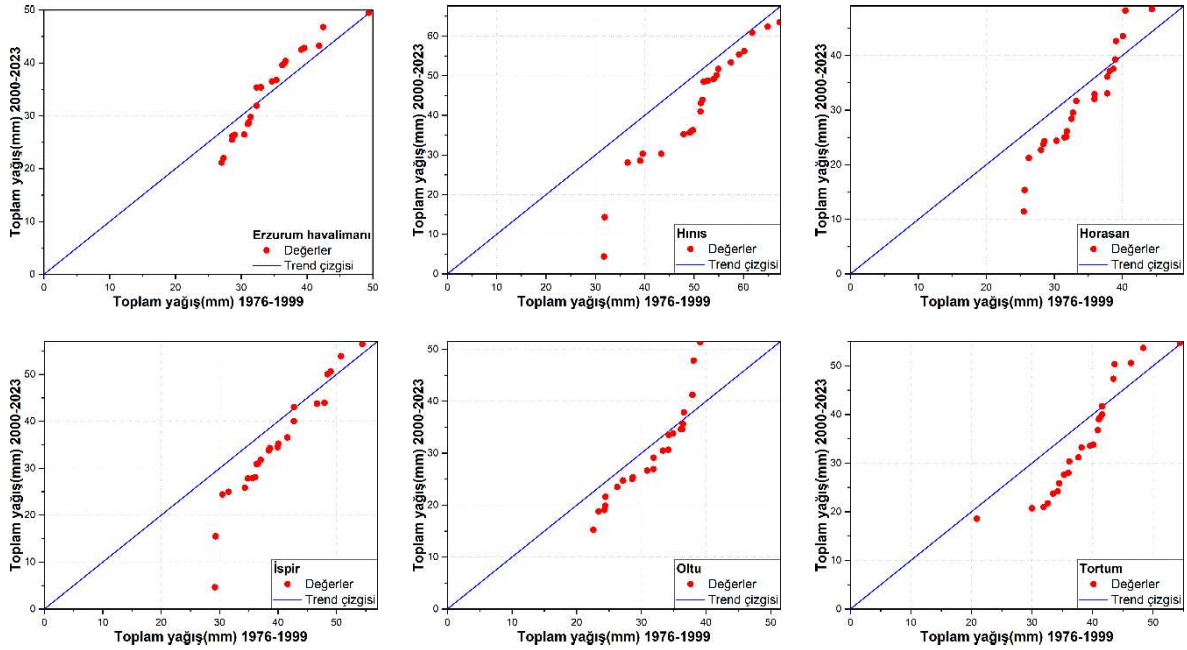
Şekil 1 Erzurum ilinin Manning n katsayılarına göre CORINE değişimi

En büyük değişim doğal çayırliklar ve karasal bataklıkları içeren 6. Grup'da görülmektedir. Ayrıca su kütleleri, su yolları gibi arazi örtüsü/kullanımını ifade eden 7. Grupta da düşüş görülmektedir. Erzurum ilinin yüz ölçümü (25,066 km²) oldukça büyük olduğu için yüzdesel olarak ufak bir değişim bile büyük alanlara denk gelmektedir. Sulanan alan, sulanmayan ekilebilir alan gibi sürekli sulanmasını sağlayan bir sulama tesisine sahip olan ve su temini olmayınca tarımı yapılamayacağı bölgeleri temsil eden 4. Grupta da kritik bir düşüş meydana gelmiştir. Step, tundra ve verimsiz topraklı alanları ifade eden 3. Grupta da 1990 yılından 2018 yılına kadar %4,9'luk bir düşüş meydana gelmiştir.

Manning n katsayılarının yanı sıra 1990'dan 2018 yılına kadar CORINE verilerindeki düzey bazlı değişime bakıldığında 1990 yılında sürekli şehir yapısı 122,51 ha iken 2018 yılında 1728,90 ha yükselerek %1311,3'lük bir değişim meydana gelmiştir. Aynı şekilde kentleşmedeki artışı ifade eden inşaat sahalarında %1786,4, karayolları, demiryolları ve ilgili alanlarda %456,91, mineral çıkarım sahalarında %210,21, endüstriyel veya ticari birimlerde %68,37'lik bir değişim meydana gelmiştir. 1990 yılında Erzurum ili nüfusu 848.201 kişi iken 2018 yılında 767.848 kişidir (Web-2). Nüfus ve arazi örtüsü/kullanımı değerleri birlikte göz önüne alındığında nüfus da azalma meydana gelirken geçirimsiz alanların yoğun olduğu kentsel bölgelerde artış meydana gelmiştir. Bu kentleşme düşük Manning n katsayılarına karşılık gelmektedir. Bu nedenle yağışın akışa geçme hızı daha fazla olmaktadır.

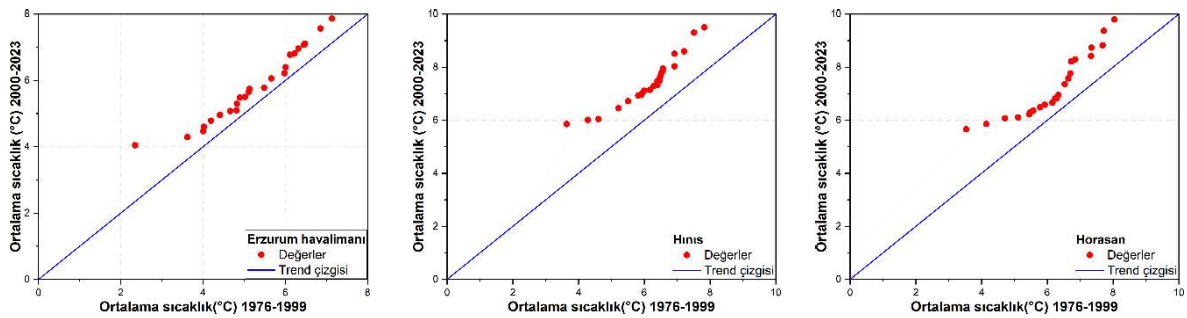
SICAKLIK VE YAĞIŞ VERİLERİNİN TREND ANALİZİ

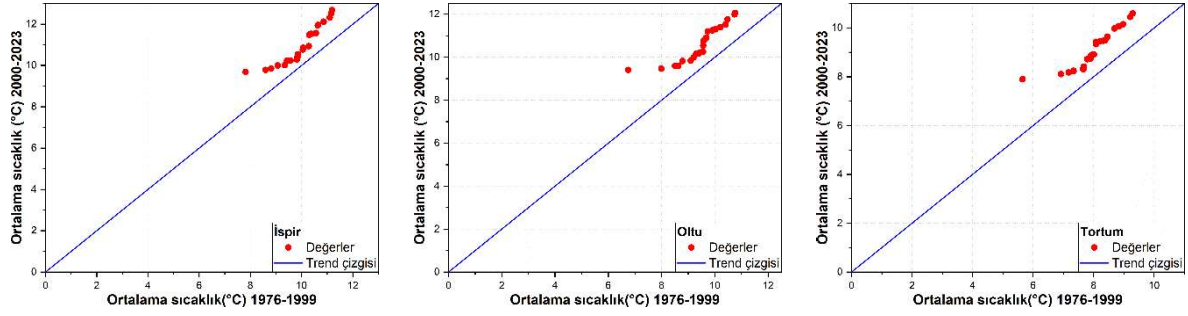
Bu çalışmada, Erzurum bölgesindeki 6 istasyona (Erzurum Havalimanı, Hınıs, Horasan, İspir, Oltu, Tortum) ait Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) tarafından sağlanan aylık toplam yağış (mm) ve aylık ortalama sıcaklık (°C) verileri kullanılarak ITA ile trend analizleri gerçekleştirilmiştir. 1976-2023 yılları arasındaki toplam 48 yıllık veri seti incelenmiştir. Yapılan analizler sonucunda yağış ve sıcaklık eğilimleri belirlenmiş ve bu bulgular, kuraklık olaylarına karşı alınması gereken önlemler konusunda önemli bilgiler sunmuştur. Elde edilen yağış ve sıcaklık analiz sonuçlarının grafikleri sırasıyla Şekil 1 ve Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2 Erzurum ilinin 1976-2023 yılları arasında ITA göre yağış trend analizi sonuçları

Yağış analizlerine bakıldığında, Erzurum Havalimanı istasyonu haricinde genel olarak azalan bir trend olduğu görülmektedir. Erzurum Havalimanı istasyonu incelendiğinde, trend çizgisinin üstünde ve altında benzer oranda kümelenme olması, burada belirgin bir trendin olmadığını göstermektedir. Hınıs, Horasan, İspir, Oltu ve Tortum istasyonlarında ise azalan bir trendin olduğu söylenebilir. Özellikle Hınıs istasyonu dikkat çekmektedir, çünkü trend çizgisinin üzerinde (artan trend alanı) herhangi bir kümelenme olmaması, bu istasyonda çok net bir şekilde azalan bir trendin varlığını göstermektedir. Çelik vd. (2018) yaptıkları çalışmada, Doğu Anadolu Bölgesi için mevsimlik kuraklık analizi yapmışlardır. Çalışma sonucunda, Erzurum ilinde azalan yağışla birlikte kuraklığın gözlemlendiğini belirtmişler. Yapılan bu çalışma ile paralel sonuçlar elde etmişlerdir. İstasyonlarda gözlemlenen bu azalan yağış trendi, gelecek dönemlerde baraj rezervuarlarında normalin altında su seviyesi görülmesiyle sonuçlanabilir.





Şekil 3 Erzurum ilinin 1976-2023 yılları arasında ITA göre sıcaklık trend analizi sonuçları

Elde edilen sıcaklık analiz sonuçlarında net bir şekilde artan trendin olduğu tespit edilmiştir. Özellikle İspir, Oltu ve Tortum istasyonlarında agresif şekilde artan sıcaklık eğilimi tespit edilmiştir. Erzurum Havalimanı, Hınıs ve Horasan istasyonlarında ise yine artan sıcaklık trendi görülmesine rağmen diğer üç istasyona göre eğilimleri daha düşük orandadır. Topçu ve Karaçor (2020) yaptıkları çalışmada, Erzurum ili için Standartlaştırılmış Yağış Evapotranspirasyon İndeksi (SYEİ) ve Bütünleşik Kuraklık İndeksi (BKİ) kullanarak bir kuraklık analizi çalışması ve Mann-Kendall ve Şen'in eğim metodunu kullanarak iklim olaylarının trendini gözlemlemişlerdir. Çalışma sonucunda, azalan yağış ve artan sıcaklıklar neticesinde BKİ'ye göre kuraklık artışı tespit edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen analiz sonuçlarına benzer şekilde sonuçlar elde etmişler. Yüksek oranda artma eğiliminde olan sıcaklık, bölgenin tarım ve içme suyu ihtiyacını sekteye uğratacağı tahmin edilmektedir.

SONUÇ

Bu çalışmada Erzurum ilinin 1990-2018 yılları arası arazi örtüsü/kullanımı değerlerindeki değişimi değerlendirmek için Manning n katsayılarına göre sınıflandırılmış CORINE verileri kullanılmıştır. Ayrıca Erzurum iline ait 6 adet istasyonun (Erzurum havalimanı, Hınıs, Horasan, İspir, Oltu, Tortum) 1976-2023 yılları arasındaki aylık ortalama yağış (mm) ve aylık ortalama sıcaklık (°C) verileri kullanılarak ITA ile trend analizleri yapılmıştır. Bu iki aşamalı değerlendirme Erzurum ilindeki kentleşme hızındaki değişim ile birlikte yağış ve sıcaklık değerlerindeki trendi analiz ederek iklim değişikliğinin sonuçlarını öne çıkarmayı amaçlamıştır.

Trend analizleri sonuçlarına bakıldığı zaman; istasyonlarda gözlemlenen yağışın genel olarak azalma eğiliminde olduğu tespit edilmiştir. Fakat Erzurum Havalimanı istasyonunda bunun aksine herhangi bir trendin varlığı söz konusu değildir. Sıcaklık analizlerinde ise yağış trendine göre durum tam tersi şekildedir. Bütün istasyonlarda kuraklığı artıracak şekilde agresif bir sıcaklık artışı gözlemlenmiştir. Yağışın azalma ve sıcaklığın artma eğiliminde olması, iklim değişiklikleriyle birlikte göz önüne alınınca şiddetli kurak dönemlerin yaşanacağı düşünülmektedir.

Manning n katsayılarına göre CORINE değişimleri incelediğinde; bütün gruplarda en yüksek oranla 6. Grup (doğal çayırliklar, karasal bataklıklar)'da bir artış görüldüğünü söylemek mümkündür. Ayrıca su kütleleri ve su yolları gibi arazi örtüsü/kullanımını temsil eden 7. Grupta da %0,2'lik bir düşüş görülmektedir. CORINE değerlerindeki düzey bazlı değişimde düşük Manning n katsayılarına karşılık gelen sürekli şehir yapıları %1311,3, inşaat sahaları %1786,4, mineral çıkarım sahaları %210,21'lik bir artış meydana gelmiştir. Erzurum ili nüfusu 1990 yılında 2018 yılına kadar 80.353 kişi azalmasına rağmen geçirimsiz yüzeylerin olduğu (asfalt, beton vs.) kentsel bölgelerin alanı artmıştır. Bu kişi başına düşen kentsel alanlardaki artış yağın yağışın akışa geçmesini hızlandırmaktadır. Çalışma, yağış trendlerindeki azalma ve sıcaklık trendlerindeki artışla birlikte kentleşme hızındaki yükseliş bir bütün olarak ele alındığında Erzurum ili için gelecekte önemli kuraklıkların meydana gelebileceğini vurgulamaktadır.

REFERANSLAR

- Alemu, Z. A., Dioha, M. O. (2020a), Modelling scenarios for sustainable water supply and demand in Addis Ababa city, Ethiopia. *Environmental Systems Research*, 9, 1-14.
- Alemu, Z. A., & Dioha, M. O. (2020b), Climate change and trend analysis of temperature: the case of Addis Ababa, Ethiopia. *Environmental Systems Research*, 9, 1-15.
- Allegrini, J., Dorer, V., & Carmeliet, J. (2015), Influence of morphologies on the microclimate in urban neighbourhoods. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 144, 108-117.
- Caloiero, T. (2020), Evaluation of rainfall trends in the South Island of New Zealand through the innovative trend analysis (ITA). *Theoretical and Applied Climatology*, 139(1), 493-504.
- Canan, F. (2017), Kent Geometrisine Bağlı Olarak Kentsel Isı Adası Etkisinin Belirlenmesi: Konya Örneği. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 32(3), 69-80.
- Ceyhunlu, A. I., & Aydın, F. (2020), Yenilikçi Şen trend yöntemi ile Sakarya'nın meteorolojik verilerinin eğilim analizi. *İklim Değişikliği ve Çevre*, 5(2), 1-7.
- Çelik, M. A., Kopar, İ., & Bayram, H. (2018), Doğu Anadolu Bölgesi'nin mevsimlik kuraklık analizi. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 22(3), 1741-1761.
- Çırağ, B., & Fırat, M. (2022), Taşkın Yayılım Haritalarında Arazi Kullanım Türü Ve Yüzeysel Akış Etkilerinin Değerlendirilmesi: Malatya İli Örneği. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 25(3), 222-236. <https://doi.org/10.17780/ksujes.1094321>
- Çırağ, B., & Fırat, M. (2023), Two-dimensional (2D) flood analysis and calibration of stormwater drainage systems using geographic information systems. *Water Science & Technology*, 87(10), 2577-2596.
- Dabanlı, İ., Şen, Z., Yeleğen, M. Ö., Şişman, E., Selek, B., & Güçlü, Y. S. (2016), Trend assessment by the innovative-Şen method. *Water resources management*, 30, 5193-5203.
- Dullo, T. T., Gangrade, S., Morales-Hernández, M., Sharif, M. B., Kao, S. C., Kalyanapu, A. J., ... & Evans, K. J. (2021), Simulation of Hurricane Harvey flood event through coupled hydrologic-hydraulic models: Challenges and next steps. *Journal of Flood Risk Management*, 14(3), e12716.
- Gajbhiye, S., Meshram, C., Singh, S. K., Srivastava, P. K., & Islam, T. (2016). Precipitation trend analysis of Sindh River basin, India, from 102-year record (1901–2002), *Atmospheric Science Letters*, 17(1), 71-77.
- Güçlü, Y. S. (2018), Multiple Şen-innovative trend analyses and partial Mann-Kendall test. *Journal of Hydrology*, 566, 685-704.
- Haan, C. T. (1977), *Statistical methods in hydrology*: Ames. IA: University, Press/Ames.
- Ilori, O. W., & Ajayi, V. O. (2020), Change detection and trend analysis of future temperature and rainfall over West Africa. *Earth Systems and Environment*, 4, 493-512.
- IPCC. (2007a), The physical science basis. In: Saloman S, Qin D, Manning M, Chan Z, Marquis M, Averyt KS, Tignor M, Miller HL (eds) Contribution of working group I, II and III to the Third assessment report of IPCC. Cambridge Uni. Press, New York, p 966
- IPCC. (2007b), Climate change 2007: synthesis report. In: Core Writing Team, Pachauri RK, Reisinger A(eds) Contribution of working groups i, ii and iii to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. IPCC, Geneva, Switzerland, p 104
- Islam, T., Rico-Ramirez, M. A., Han, D., Srivastava, P. K., & Ishak, A. M. (2012), Performance evaluation of the TRMM precipitation estimation using ground-based radars from the GPM validation network. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, 77, 194-208.

- Jahandideh-Tehrani, M., Helfer, F., Zhang, H., Jenkins, G., & Yu, Y. (2020), Hydrodynamic modelling of a flood-prone tidal river using the 1D model MIKE HYDRO River: calibration and sensitivity analysis. *Environmental Monitoring and Assessment*, 192, 1-18.
- Karakuş, C. B., & Güler, Ü. A. (2022), Mann-Kendall trend analizi ile Sivas ilindeki sıcaklık ve yağış trendlerinin belirlenmesi. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 1-1.
- Kaya, N. S., Turan, İ. D., Dengiz, O., & Saygın, F. (2020), Farklı konumsal çözünürlüğe sahip uydu görüntüleri kullanarak CORINE arazi örtüsü/arazi kullanım sınıflarının belirlenmesi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 7(2), 207-218.
- Kendall, M. G. (1948), Rank correlation methods.
- Mallick, J., Talukdar, S., Alsubih, M., Salam, R., Ahmed, M., Kahla, N. B., & Shamimuzzaman, M. (2021), Analysing the trend of rainfall in Asir region of Saudi Arabia using the family of Mann-Kendall tests, innovative trend analysis, and detrended fluctuation analysis. *Theoretical and Applied Climatology*, 143, 823-841.
- Mann, H. B. (1945), Nonparametric tests against trend. *Econometrica: Journal of the econometric society*, 245-259.
- Nakata, C. M., & de Souza, L. C. (2013), Verification of the influence of urban geometry on the nocturnal heat island intensity. *Journal of Urban and Environmental Engineering*, 7(2), 286-292.
- Papaioannou, G., Efstratiadis, A., Vasiliades, L., Loukas, A., Papalexiou, S. M., Koukouvinos, A., ... & Kossieris, P. (2018), An operational method for flood directive implementation in ungauged urban areas. *Hydrology*, 5(2), 24.
- Pastagia, J., & Mehta, D. (2022), Application of innovative trend analysis on rainfall time series over Rajsamand district of Rajasthan state. *Water Supply*, 22(9), 7189-7196.
- Polat, P., & Yalçın, F. (2020), Erzincan ili arazi kullanımının (2000-2018 yılları arası) CORINE sistemi ile değerlendirilmesi. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 25(44), 125-150.
- Praskievicz, S., Carter, S., Dhondia, J., & Follum, M. (2020), Flood-inundation modeling in an operational context: sensitivity to topographic resolution and Manning's n. *Journal of Hydroinformatics*, 22(5), 1338-1350.
- Praveen, B., Talukdar, S., Shahfahad, Mahato, S., Mondal, J., Sharma, P., ... & Rahman, A. (2020), Analyzing trend and forecasting of rainfall changes in India using non-parametrical and machine learning approaches. *Scientific reports*, 10(1), 10342.
- Sanz-Ramos, M., Bladé, E., González-Escalona, F., Olivares, G., & Aragón-Hernández, J. L. (2021), Interpreting the manning roughness coefficient in overland flow simulations with coupled hydrological-hydraulic distributed models. *Water*, 13(23), 3433.
- Sarı, H., & Özşahin, E. (2016), CORINE Sistemine Göre Tekirdağ İlinin AKAÖ (Arazi Kullanımı/Arazi Örtüsü) Özelliklerinin Analizi/Analysis of LULC (Landuse/Landcover) Characteristics of Tekirdag Province based on the CORINE System. *Alinteri Journal of Agriculture Science*, 30(1), 13-26.
- Sen, P. K. (1968), Estimates of the regression coefficient based on Kendall's tau. *Journal of the American statistical association*, 63(324), 1379-1389.
- Srivastava, P. K., Han, D., Rico-Ramirez, M. A., & Islam, T. (2014), Sensitivity and uncertainty analysis of mesoscale model downscaled hydro-meteorological variables for discharge prediction. *Hydrological Processes*, 28(15), 4419-4432.
- Şen, Z. (2012), Innovative trend analysis methodology. *Journal of Hydrologic Engineering*, 17(9), 1042-1046.

Şen, Z. (2015), Innovative Trend Significance Test and Applications, Theoretical and Applied Climatology, 127(3), 939-947.

Taşkolu, İ. (2023), Güneydoğu Anadolu Bölgesi için kuraklık analizi (Master's thesis).

Topçu, E., & Karaçor, F. (2021), Erzurum istasyonunun standartlaştırılmış yağış evapotranspirasyon indeksi ve bütünleşik kuraklık indeksi kullanılarak kuraklık analizi. Politeknik Dergisi, 1-1.

World Health Organization. (2006). Meeting the MDG drinking water and sanitation target: the urban and rural challenge of the decade. World Health Organization.

Ye, A., Zhou, Z., You, J., Ma, F., & Duan, Q. (2018), Dynamic Manning's roughness coefficients for hydrological modelling in basins. Hydrology Research, 49(5), 1379-1395.

Web sitesi:

Web-1:[https://erzurum.ktb.gov.tr/TR56063/cografya.html#:~:text=Karasu\(F%C4%B1rat\)%3A%20Dumlu%20Da%C4%9F%C4%B1,%3A%20Kargapazar%C4%B1%20Da%C4%9Flar%C4%B1'ndan%20%C3%A7%C4%B1kar](https://erzurum.ktb.gov.tr/TR56063/cografya.html#:~:text=Karasu(F%C4%B1rat)%3A%20Dumlu%20Da%C4%9F%C4%B1,%3A%20Kargapazar%C4%B1%20Da%C4%9Flar%C4%B1'ndan%20%C3%A7%C4%B1kar).

Web-2: <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Nufus-ve-Demografi-109>