



Trends Observed in the Numbers of Rainy Days in Turkey's River Basins and Planning-Tourism Policy Suggestions

Türkiye Akarsu Havzalarında Yağışlı Gün Sayılarında Gözlenen Eğilimler ve Planlama-Turizm Politikasına Yönelik Öneriler

Samet BİLİR^a, Faize SARIŞ^b

^aInstitute of Social Sciences, Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale, Turkey. ORCID: 0000-0002-2699-0036

^bDepartment of Geography, Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale, Turkey. ORCID: 0000-0002-1721-4959

Abstract / Öz

Precipitation variability is an important indicator for freshwater renewability and hydrometeorological hazards. The number of rainy days, one of the parameters considered within the scope of precipitation variability, is evaluated in determining the seasonality and intensity of precipitation. In this study, which aims to analyze the trends observed in rainy days in Turkey's river basins since the 1960s, the annual and seasonal rainy day series of 100 different stations were analyzed with the Mann-Kendall test. Statistically significant decreasing trends were determined in the number of annual, winter and spring rainy days series. These trends are prominent mainly in the basins located in the northwestern and southern parts of the country. At the same time, decreasing trends in closed basins and the Euphrates basin, which is Turkey's largest basin, are also remarkable. The decrease in the number of rainy days may cause hydroclimatological results such as the shrinking of the rainy period and/or propagation of the dry sequences; the decrease in the total precipitation or the increase in the precipitation intensity and thus the frequency of the heavy rains. All these processes emphasize the importance of water and water-related natural disaster management in Turkey's river basins.

Yağış değişkenliği, tatlı su yenilenebilirliği ve hidrometeorolojik kökenli afetler açısından önemli bir indikatördür. Yağış değişkenliği kapsamında ele alınan parametrelerden biri olan yağışlı gün sayıları, yağışın mevsimselliği ve şiddetini belirlemede değerlendirilir. Türkiye akarsu havzalarında yağışlı günlerde 1960'lerden bu yana gözlenen eğilimlerin analiz edilmesini amaçlayan bu çalışmada, Mann-Kendall korelasyon testi ile 100 farklı istasyonun yıllık ve mevsimlik yağışlı gün sayısı serileri analiz edildi. Yıllık, kış ve ilkbahar yağışlı gün sayılarında istatistiksel olarak anlamlı azalma eğilimleri belirlendi. Bu eğilimler ağırlıklı olarak ülkenin kuzeybatı ve güney kesimlerinde bulunan havzalarda öne çıkar. Aynı zamanda kapalı havzalarda ve Türkiye'nin en büyük havzası olan Fırat Havzası'nda da azalma eğilimleri dikkate değerdir. Yağışlı gün sayılarındaki azalma; yağışlı dönemin daralması ve/veya kurak dönemin genişlemesi, toplam yağışın azalması ya da yağış şiddetinin dolayısıyla sağanakların frekansının artması gibi hidroklimatolojik sonuçlar ortaya çıkarabilir. Tüm bu süreçler, Türkiye akarsu havzalarında su ve suyla ilişkili doğal afet yönetiminin önemini vurgulamaktadır.

Article History

Received: 12.06.2021

Accepted: 30.06.2021

Keywords

Rainy days, Trend, Basin, Water crisis

Corresponding Author

F.Sarış: faizesaris@gmail.com



To cite: Bilir, S. & Sarış, F. (2021). Türkiye Akarsu Havzalarında Yağışlı Gün Sayılarında Gözlenen Eğilimler ve Planlama-Turizm Politikasına Yönelik Öneriler, *Geographies, Planning & Tourism Studios*, 1(1): 21-31. DOI: 10.5505/gpts.2021.43153

1. Giriş

21. Yüzyılda Dünya'nın karşı karşıya olduğu en büyük zorluk çevresel bozulmalar ve küresel iklim değişikliğidir. Yerküre üzerinde bölgesel olarak farklı etkilerin gözlemlendiği ve gözleneceği bu değişiklikler çerçevesinde, küresel su döngüsü açısından da önemli dengesizlikler öngörülmektedir. İklim değişikliğinin en önemli etkilerinden biri hidrolojik döngü ve buna bağlı olarak kullanılabilir su miktarı, sel, kuraklık, doğal ekosistemler, toplum ve ekonomi üzerine olmuştur (Evans, 1996; Stocker, vd., 2014). Özellikle yağış desenlerinde meydana gelen değişimler, artan sıcaklık ve buharlaşma koşullarıyla birlikte su varlığı, kalitesi ve erişilebilirliğinde önemli problemlere neden olmaktadır. Yağışlı gün sayılarındaki değişkenlikler, diğer yağış bileşenleri gibi (yağışın türü, şiddeti, mevsimselliği ve miktarı) bir havzanın yağış klimatolojisini anlamak ve hidrometeorolojik kökenli afet ve su yönetimi çalışmalarına veri sağlamak bakımından oldukça önemlidir. Yağışlı gün sayılarındaki değişimin bilinmesi, nemli/kurak dönemlerin ve su varlığının zamansal erişilebilirliğinin karakterize edilmesine katkı sağlar.

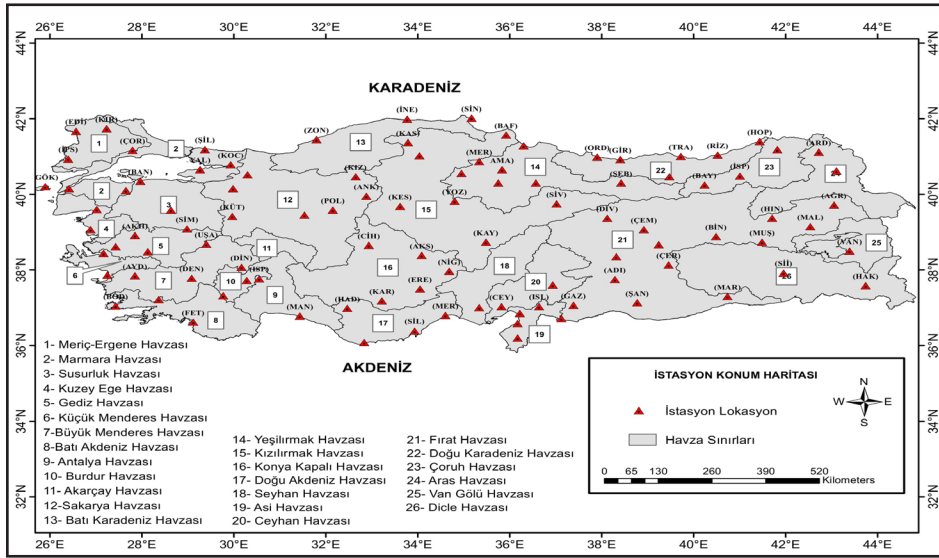
Türkiye'nin de içinde bulunduğu Akdeniz Havzası için yağışlı gün sayılarıyla ilgili yapılan çalışmalarda önemli sonuçlara ulaşılmıştır. Akdeniz Havzası geneli ya da ülkeler özelinde yapılan çalışmaların ortak noktası; yağış miktarları ve yağışlı gün sayılarındaki azalmalardır. Pek çok bölgede istatistiksel olarak anlamlı olan bu eğilimler; su kaynaklarının yenilenme potansiyeli açısından dikkate değerdir (Russo vd., 2000; Brunetti vd., 2001; Norrant & Douguedroit, 2006; Nastos & Zerefos, 2009). Bu bulgulara paralel olarak ekstrem yağış olaylarındaki artışa, özellikle ani sağanak yağışlara bağlı sel olaylarına işaret edilmektedir (Coscarelli & Caloiero, 2011).

Türkiye'de pek çok farklı il ve bölge kapsamında gerçekleştirilen çalışmalarda yağışlı gün sayılarında gözlenen değişimler analiz edilmiştir. Kadioğlu (1997), Marmara Bölgesindeki şehirleşmenin yağışlar üzerine olan etkisini konu aldığı çalışmasında şehirleşmenin etkisi sonucu yoğunlaşma çekirdeklerinin artması nedeniyle yağışlı gün sayısında artış, şiddetli yağışlarda (> 30 mm gün) azalma tespit etmiştir. Şehirleşmenin yoğun olduğu bir diğer şehir olan Ankara için yapılan çalışmada ise, yağışlı gün sayılarında artış belirlenmiştir (Çiçek, 2004). Yılmaz (2008) Antalya il sınırlarını kapsayan çalışmasında, yağış şiddeti ve doğal afetler ilişkisini araştırmıştır. Yağışlı günler açısından en yüksek yağışlı gün sayısının il genelinde Aralık ve Ocak aylarında toplandığını tespit etmiştir. Uludağ için gerçekleştirilen bir çalışmada ise bazı aylarda toplam yağış ile yağışlı gün sayısı arasındaki eğilimin doğası yönünden zıtlık gösterdiği tespit edilmiştir. Eylül, Ekim, Kasım, Şubat, Mayıs ve Temmuz aylarında eğilimler aynı fakat yıllıklar ve diğer aylarda zıtlıklar bulunmuştur (Türkeş & Öztürk, 2008). Karabulut ve Cosun (2009), Kahramanmaraş ili için gerçekleştirdikleri çalışmada, istasyonların tamamında yağışlı gün sayısındaki azalmaların kış ve ilkbahar mevsimlerinde daha belirgin olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Gönençgil ve İçel (2010); Doğu Akdeniz bölümünde yağış miktarı ve yağışlı gün sayılarında, 1975-2006 dönemi için kış ve ilkbahar mevsimlerinde anlamlı azalış eğilimleri belirlemiştir. Türkiye'de yağışlı gün sayılarındaki değişimlere ilişkin bulgularıyla öne çıkan ulusal ölçekteki çalışmalardan Türkeş vd. (2008), yağışlı gün sayılarının mekansal analizini gerçekleştirmiş ve alansal değişkenliğin temel olarak çeşitli yağış tiplerinin oluşmasını sağlayan yağış süreçleri ve hava olayları ile ilişkilendirerek açıklamıştır.

Literatür değerlendirmesi, Türkiye'de bazı illerde geçiş mevsimlerinde yağışlı gün sayılarının azaldığını, büyük kent merkezlerinde ise arttığını göstermektedir. Kompleks topografik karakteri ve değişken arazi örtüsü özellikleri nedeniyle Türkiye'de yerel yağış değişkenliği yüksektir ve bu durum yağışlı günlere ilişkin çalışmalarda da ortaya konmuştur. Bu çalışma kapsamında; Türkiye'de yağışlı gün sayılarının alansal ve zamansal ölçekteki değişimi, güncel ve kapsamlı bir veriyle değerlendirildi. Özellikle, akarsu havzaları özelinde, yağışlı günlerde meydana gelen değişiklikler değerlendirilerek, yıl içerisindeki su varlığı açısından baskı altında olan/olabilecek havzalara dikkat çekilmeye çalışıldı. Bu kapsamda yağışlı gün sayıları ile ilgili akarsu havzaları ölçeğindeki çalışmaların azlığı problem olarak belirlenmiştir. Yağışlı gün sayısı değişimi analizinde farklı bir bakış açısı oluşturmak, havza bazlı çalışmaların önemini belirtmek ve ileride yapılabilecek olan akarsu havzalarıyla ilgili çalışmalara katkı sunmak adına Türkiye'deki akarsu havzaları bu çalışmanın alansal ölçeği olarak belirlendi. Yağışlı gün sayılarının alansal ve zamansal değişkenliğinin analizi ile başta yağış değişkenliği olmak üzere, aynı zamanda havza ölçekli hidrometeorolojik kökenli afetler ve su kaynaklarının yönetimi çalışmalarına veri sağlamak hedeflendi.

2. Veri ve Yöntem

Çalışmada kullanılan günlük yağış verileri Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden temin edildi. Veri devamlılığı ve uzunluğu dikkate alınarak analiz periyodu 53 yıl (1963-2016) olarak belirlendi. Bu kriter dahilinde kalan 100 adet istasyonun günlük yağış verileri, yıllık ve mevsimlik seriler şeklinde düzenlenerek analizler gerçekleştirildi. Yağışlı gün tanımlaması için kullanılan ölçüt, $\geq 0,25$ mm yağış tutarı kaydedilen günlerdir. Gözlem döneminin uzun olmasından dolayı, her akarsu havzasında alansal yoğunluk olarak eşit sayıda istasyon bulunmamaktadır. Akarçay Kapalı Havzası için belirlenen zaman aralığında eksiksiz gözlem yapan herhangi bir istasyon yer almamaktadır. Çalışmada kullanılan meteoroloji istasyonlarının havzalara dağılışı ve Devlet Su İşleri (DSİ) tarafından tanımlanmış havza sınırları Şekil 1'de gösterildi. Meriç ve Asi havzaları Türkiye sınırları dışında kaynağını alan ve Türkiye'den denize dökülen; Kura-Aras, Fırat-Dicle ve Çoruh havzaları da Türkiye'den doğan fakat ülke sınırları dışında drene olan uluslararası akarsu havzalarıdır. Türkiye'nin kapalı havzaları Konya, Burdur, Akarçay ve Van Gölü havzalarıdır. Şekil 1'de Marmara, Kuzey Ege, Batı -Orta-Doğu Akdeniz ve Batı-Doğu Karadeniz biçiminde ifade edilen havzalar, esasen "müteferrik (ayrılmış) sular" olarak bilinen; aynı kaynak bölgeden doğan ve/veya aynı denize dökülen dere ve çayların birleşiminden oluşan alanlardır. Hidrolojik olarak majör bir akarsu havzasına karşılık gelmeyen bu havzalar, su yönetimi çalışmalarını kolaylaştırmak adına oluşturulmuş su bölgeleri olarak tanımlanabilir.



Şekil 1. Türkiye akarsu havzaları ve çalışmada değerlendirilen meteorolojik istasyonların dağılışı

2.1. Alansal Analizler

Yıllık yağışlı gün sayılarının alansal değişkenliğini ortaya koymak için Faktör ve Kümeleme analizi uygulandı. Faktör analizi, verilerin kovaryans ya da korelasyon matrisinden yararlanılarak birbirleri ile p sayıda değişkenden daha az sayıda ($k < p$) ve birbirlerinden bağımsız yeni değişkenler(faktör) türetmek üzere yararlanılan bir tekniktir (Doğan & Başokçu, 2010: 66). Veri küçültme yöntemlerinden biri olan Faktör analizinde, esasen fazla değişkenli verilerin arasında bulunan ilişkinin kolay yorumlanabilmesi için daha az sayıdaki değişkene indirgenmesi işlemi gerçekleştirilir.

Kümeleme Analizi ise, X veri matrisinde yer alan ve doğal gruplamaları kesin olarak bilinmeyen değişkenleri birbiri ile benzer olan alt kümelere (grup, sınıf) ayırmaya yardımcı olan yöntemler topluluğudur. Kümeleme analizi, nesnelere küme içerisinde çok benzer biçimde, kümeler arasında farklı olacak biçimde gruplandırır (Hair vd., 1995). Bu çalışmada, hiyerarşik kümeleme yöntemlerinden biri olan Ward's yöntemi, kullanıldı "En küçük varyans" yöntemi olarak da adlandırılan Ward's yöntemi kümeler içi varyansı en küçük yapmayı amaçlar. Hiyerarşik kümeleme yöntemleri, veri setinin birimlerinin birbirlerine olan uzaklık değerlerini kullanarak, veri setindeki birimlerin hiyerarşik ayrıştırmasını yapar (Griffith & Amrhein, 1997).

Ters mesafe ağırlıklandırma veya ters mesafe ağırlıklı (Inverse Distance Weighting-IDW) enterpolasyon yöntemi, her bir hücre için yakınındaki örnek verilerin ortalama değerleriyle, hücre değeri örneklendirilmemiş bir nokta için değer tahminine dayanır. Burada kullanılan ters mesafe ağırlıklandırma yaklaşımı ile örneklenmiş noktadaki değerlerin doğrusal bir kombinasyonunu kullanarak örneklenmemiş noktadaki özneliğin değerleri için bir kestirim yapılır (Kablouti, vd., 2012). Faktör analizi sonuçlarının haritalandırılmasında, belirli noktadaki istasyon gözlemlerine dayanan iklim bilimi çalışmalarında çokça kullanılan IDW enterpolasyon yönteminden yararlanıldı.

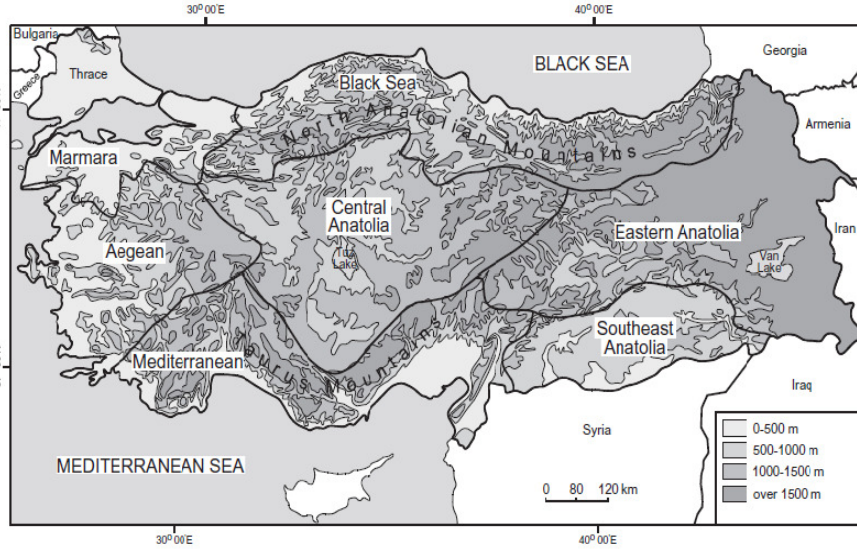
2.2. Trend Analizi

Mann-Kendall sıralı korelasyon katsayısı yöntemi ile yıllık ve mevsimlik yağışlı gün sayısı serilerindeki zamansal değişkenliğin analizi yapıldı. Parametrik olmayan Mann-Kendall testi Kendall'ın Tau olarak bilinen testin özel bir uygulamasıdır. Belirlenen zaman aralığı içinde kalan veri serisinin H_0 hipotezi kontrolü ile trend varlığının tespit edildiği yöntemdir (Kendall, 1975: 10). % 5 ve % 1 anlamlılık düzeylerinin ($\alpha \leq 0.05$ ve 0.01 ; iki kuyruklu test) üzerindeki test istatistikleri anlamlı kabul edilir. Böylece trendin yönü (pozitif / negatif) ve büyüklüğü tespit edilir. Mann-Kendall testi, klimatoloji çalışmalarında yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir (Koç & İrdem, 2007; Türkes vd., 2008).

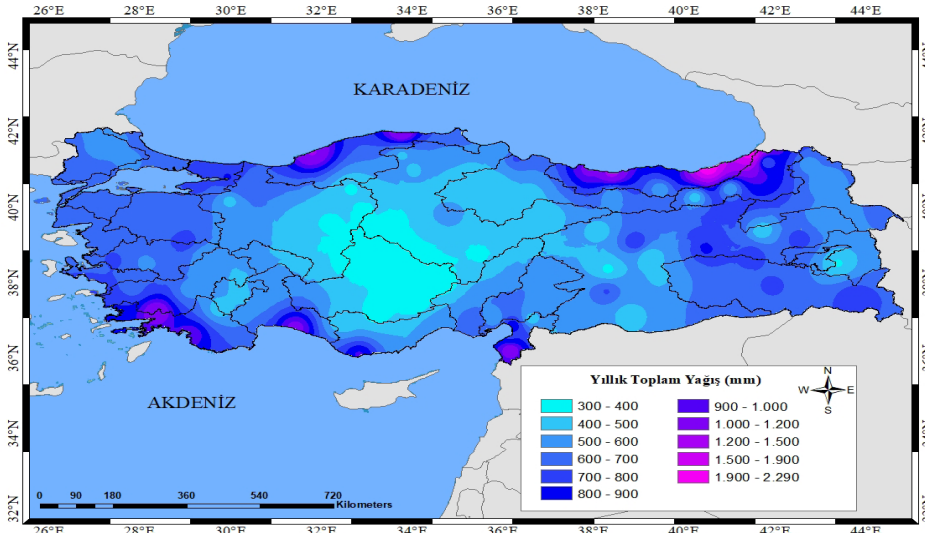
3. Türkiye'de Yağış Değişkenliği

Türkiye bulunduğu coğrafi konum ve sahip olduğu topografik özelliklerle iklimsel değişkenliğin öne çıktığı yüksek ve dağlık bir ülkedir. Karadeniz kıyılarında Kuzey Anadolu Dağları, Akdeniz kıyılarında ise Toros Dağları önemli dağ kuşakları olarak öne çıkar. Orta Anadolu büyük ölçüde platoluk sahalarla, Doğu Anadolu ise yüksek dağ ve plato karakterin belirgindir (Şekil 2).

Türkiye’de yıllık ortalama yağışın akarsu havzaları ölçeğinde dağılışı Şekil 3’te verildi. Türkiye’nin yıllık ortalama yağışı yaklaşık 650 mm olup, alansal dağılışıta önemli ölçüde farklılık gösterir. Türkiye’de yağış dağılışı paterni hem dinamik (geniş ölçekli atmosfer dolaşımı) hem de yerel topografik etkilerle mevsimsellik ve büyüklük açısından değişkenlik gösterir (Sariş vd., 2010). Genel olarak yağış tutarları kıyılarda yüksek, iç kesimlerde düşüktür. Kuzeyde yer alan Batı ve Doğu Karadeniz dere ve çaylarından oluşan havzalarda yüksek yağış tutarları vardır. Ayrıca, güneybatı Anadolu’daki Büyük Menderes, Batı-Orta-Doğu Akdeniz havzaları ve özellikle Asi Havzası yüksek yağış tutarları ile öne çıkan havzalardır. Kıyılarda hem cephesel sistemlere açıklık hem de Kuzey Anadolu ve güneyde Toros Dağları silsilelerinin varlığı orografik etkiyle birlikte önemli miktarda yağış düşmesine neden olur. Karasallığın arttığı ve nemliliğin azaldığı iç bölgelerdeki kapalı havzalar (Burdur, Akarçay, Konya) ise yağış tutarlarının en az olduğu alanlardır (Şekil 2 ve 3).



Şekil 2. Türkiye’nin coğrafi bölgeleri ve yükselti özellikleri (Sariş vd., 2010’dan).



Şekil 3. Türkiye’de uzun yıllık ortalama yağış tutarlarının dağılışı

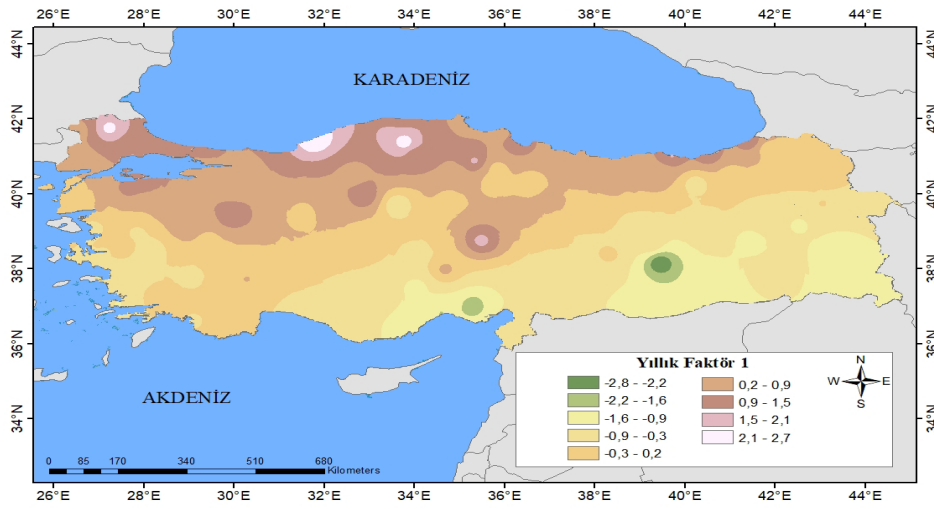
4. Bulgular

Faktör ve kümeleme analizi uzun yıllar ortalama yağışlı gün serilerine uygulandı ve alansal değişkenlik açıklanmaya çalışıldı. Yıllık ve mevsimlik yağışlı gün serilerindeki uzun-dönemli (53 yıllık) eğilimler/trendler Mann-Kendall testi ile tespit edildi. Bu analizlerden çıkan sonuçlar, su ve afet yönetimi çalışmalarına katkı sunmak amacıyla öne çıkan akarsu havzaları özelinde tartışıldı.

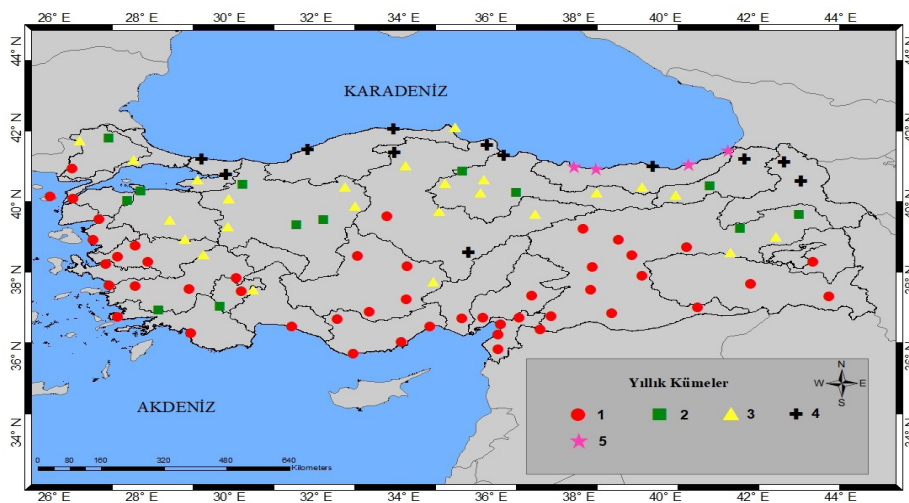
4.1. Yağışlı Gün Sayılarının Alansal Değişkenliği

Yıllık yağışlı gün sayılarına ait faktör analizi sonuçlarına göre 1. faktör toplam varyansın %80,3’ünü, 2. faktör ise %3,1’ini açıklamaktadır. 1. Faktör Türkiye’de yağışlı gün sayılarının alansal değişimini çok büyük ölçüde temsil etme-

ktedir. Yıllık yağışlı gün sayılarının alansal varyasyonu Şekil 4'te gösterildi. Faktör analizinde önemli olan yüklerle ait katsayı değerinin 0,60 üzerinde olmasıdır. Öncelikli olarak pozitif değerlerin kuvvetli ilişki gösterdiği alanlar, sonra da negatif değerlerin belirgin olduğu alanlar, yağış klimatolojisi dikkate alınarak yorumlandı. Belirgin alansal desenin (kuvvetli pozitif yükler) Türkiye'nin kuzeyinde özellikle de kuzeybatıda (Karadeniz kıyı kuşağı) öne çıktığı gözlenir. Yüksek negatif katsayı yükleri; Akdeniz Bölgesi, Ege Kıyıları ve Güneydoğu Anadolu bölgesinde gözlenmekle beraber dağılımlarında kuşaklaşma dikkati çekmektedir. Pozitif yükler yağışlı gün sayılarının yüksek olduğu alanlara işaret eder ve bu alanlar Türkiye'nin kuzeyinde, özellikle de Batı Karadeniz ve Trakya'da öne çıkar. Bu alanlar havza bazında Meriç-Ergene, Marmara, Susurluk, Batı Karadeniz ve Doğu Karadeniz'e karşılık gelir. Negatif yük değerleri genellikle Akdeniz yağış rejimi bölgeleri, İç Anadolu'nun bir kısmı ve Anadolu'nun güneydoğu kısımlarında gözlenmektedir. Karadeniz kıyı kuşağında boyunca gözlenen yüksek pozitif yükler; orta enlem ılıman kuşağına geçiş noktasındaki bu bölgede yüksek nemlilik karakteri ve kuzey Atlantik kaynaklı cephesel sistemler ile topografya etkisi sonucunda yıl içerisinde uzun süren yağışlı bir döneme sahip olması ile açıklanabilir (Sarıç vd., 2010). Anadolu'nun iç kesimlerinde ise denizel özellikle Batı Karadeniz bölümünde Sakarya Havzası ile Orta Karadeniz'de Kızılırmak ve Yeşilirmak vadileri boyunca nemli hava görece olarak iç bölgelere sokulabilmekte ve nemlilik ile paralel olarak yağışlı gün sayılarını artırmaktadır. Yüksek negatif yüklerle sahip alanlar; genellikle Akdeniz yağış rejimi bölgelerini kapsar. Bu bölgelerde yağışlı günler daha dar bir döneme sıkışmıştır, dolayısıyla varyasyon açısından yüksek pozitif yüklerin tersine bir özellik gösterir.



Şekil 4. Yıllık yağışlı gün sayıları faktör analizi sonuçları

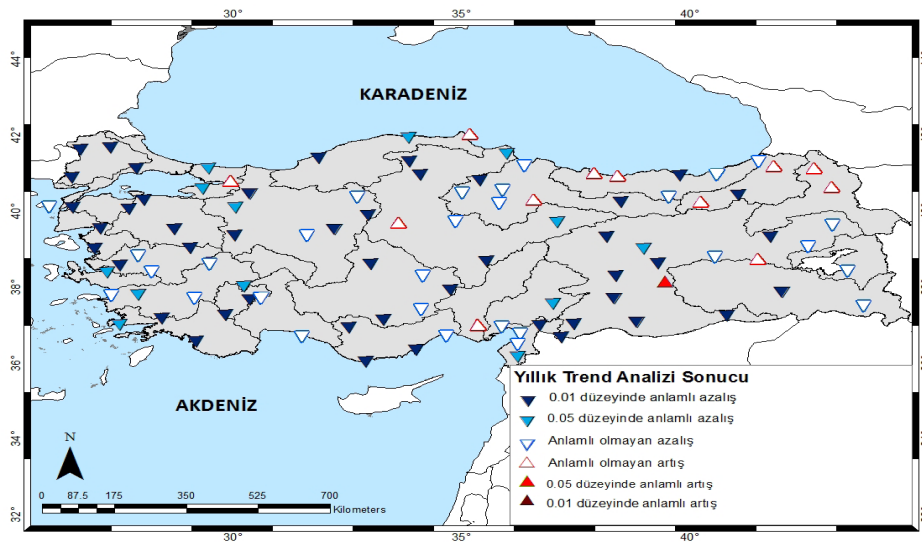


Şekil 5. Yıllık yağışlı gün sayıları kümeleme analizi sonuçları

Yıllık kümeleme analizi sonucunda; Türkiye'nin yağış özellikleri dikkate alınarak, 100 istasyona 5 adet küme değeri atandı. En fazla dağılışa sahip olan 1 numaralı küme; Anadolu'nun batı, güney ve güneydoğu kısımlarında yayılış göstermektedir (Şekil 5). Küme 1 içerisinde 47 adet istasyon bulunmaktadır. Bu kümede yer alan istasyonlarda yağışlı gün sayıları en düşüktür ve ortalama 93 gündür, maksimum yağışlı gün ortalaması ise 131 gün ile yine diğer kümelere düşüktür. Küme 1 Türkiye'deki en yaygın yağışlı gün rejimini yansıtır ve Akdeniz yağış rejim karakterinin hakim olduğu Kuzey Ege, Gediz, K. Menderes, B. Menderes, B. Akdeniz, D. Akdeniz, Asi, Ceyhan gibi Akdeniz'e kıyısı olan açık havzalarda; kurak bir havza olan Konya Kapalı Havzası'nda ve Dicle'de gözlenir. Fırat Havzası'nda Küme 1'de yer alan istasyonlar aşağı havza kesiminde baskınken; yukarı havza sınırında konumlanan dört istasyonda, iki ve üç numaralı kümelere ait ikişer istasyon dikkat çekmektedir. Bu durum; yağışlı gün sayısı karakterinde, yukarı ve aşağı havza bölümleri arasında farklılıkların olduğunu göstermektedir. Küme 2 ve 3; havza bazında ayırt edilen bir baskınlık göstermemekte ve genellikle Anadolu'nun iç kesimlerinde gözlenmektedir. Küme 2 ve 3'te ortalama yıllık yağışlı gün sayıları sırasıyla 108 ve 116 gündür. Küme 4 içerisinde bulunan istasyonların ortalama yağışlı gün sayısı 138 ve maksimum yağışlı gün ortalaması ise 185 gündür ve yağışlı günler büyüklüğü bakımından öne çıkan bir kümedir. 4. küme, çoğunlukla Karadeniz kıyılarında bulunan havzalara ait istasyonlarda ve Çoruh Havzası içerisindeki Artvin istasyonu ve Aras Havzası'nda 2 istasyonda gözlenmektedir. Bu dağılışa uymayan tek istasyon, Kayseri istasyonudur. Küme 5 sadece Türkiye'de nemliliğin ve yağış tutarının en yüksek olduğu (Şekil 3) kuzeydoğu kesiminde yer alan, Doğu Karadeniz Havzası'nda bulunmaktadır ve yıllık ortalama 172 ve maksimum 213 yağışlı gün sayısı ile en yüksek değerlerle karakterize edilir. Farklı kümeleri içinde bulunduran havzalar, Meriç, Kızılırmak, Yeşilirmak ve Çoruh havzalarıdır. Bu durum; belirtilen havzalarda, yağışlı gün sayısı karakterinin çeşitlilik taşıdığını göstermektedir.

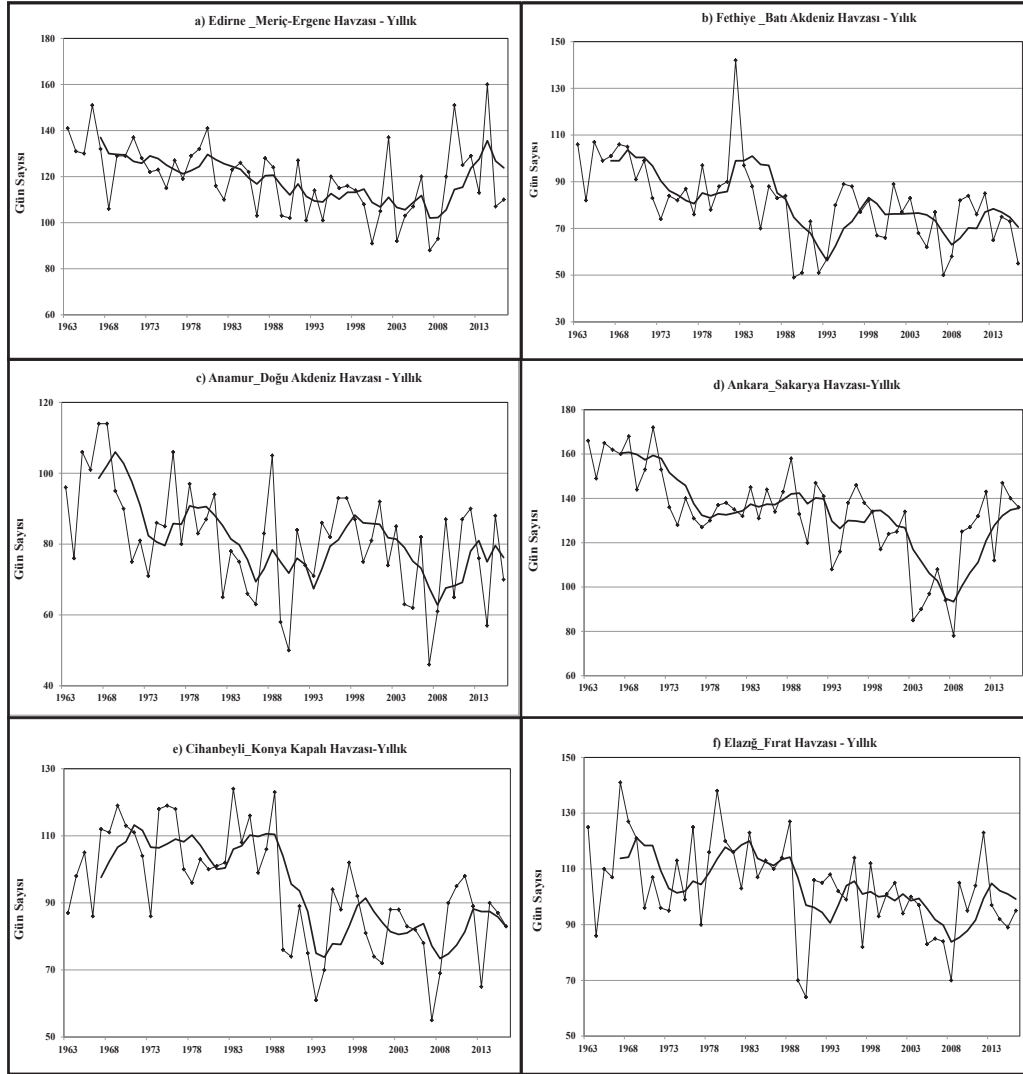
4.2. Yağışlı Gün Sayılarındaki Trendler

Türkiye genelinde yağışlı gün sayılarında baskın eğilim azalma yönündedir. Yıllık trendlerde; araştırma sahasındaki istasyonların %45'inde 0.01, %13'ünde 0.05 anlamlılık düzeylerinde (toplam %58) azalış trendleri tespit edildi. Türkiye genelinde %99 düzeyinde anlamlı azalış trendleri, özellikle Anadolu'nun kuzeybatı, güney ve güneydoğusundaki havzalarda baskın olarak görülmektedir (Şekil 6). Karadeniz kıyı kuşağına yakın havzalardaysa, doğu ve batı kesimler arasında trendlerin zıtlık taşıdıkları gözlenmektedir. Karadeniz'in batı kıyılarında bulunan havzalarda, anlamlı azalış trendlerine rastlanılırken; doğu kıyılarında da anlamlı olmayan artış ve azalış trendleri dikkat çekmektedir. İç kesimlerde bulunan havzalarda; yıllık yağışlı gün sayısı trendlerinde anlamlılık düzeylerine göre çeşitlilikler gözlenmektedir.



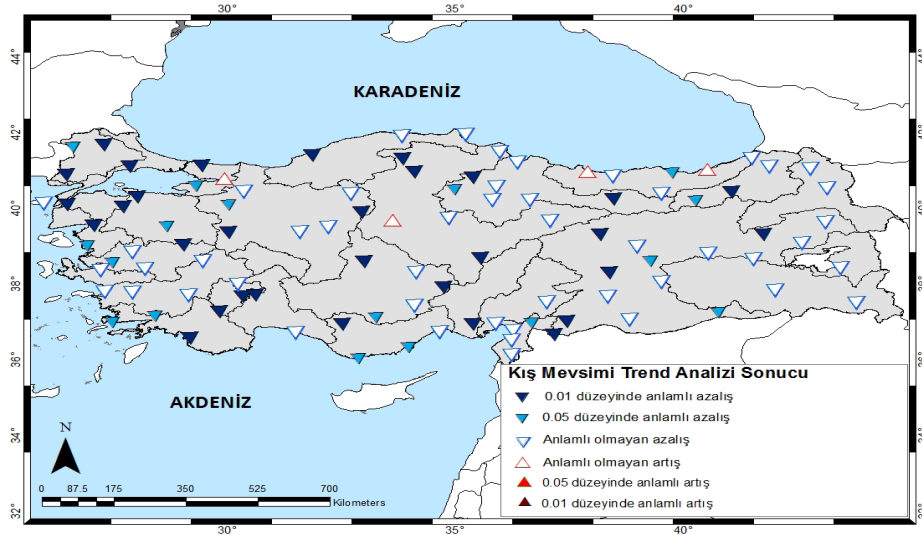
Şekil 6. Yıllık yağışlı gün serilerinin trend analizi sonuçları

Önemli azalış trendleri; Meriç, Kuzey Ege, Marmara ve Susurluk, Sakarya, Kızılırmak, Fırat havzaları ve İç Anadolu'daki kapalı havzalarda (Burdur ve Konya) gözlenmektedir. Anlamlı azalış trendleri sergileyen istasyonlarda, yağışlı gün sayılarındaki negatif yönlü değişim 1990'lı yıllardan itibaren belirginleşir (Şekil 7). 2007 yılı pek çok istasyonda gözlem dönemi içinde, yağışlı gün sayısının en düşük olduğu yıla karşılık gelir. Hem 1990'lı yıllardan itibaren gözlenen azalış, hem de 2007 yılı minimum yağışlı gün sayıları Akbaş (2014) çalışmasının bulguları ile paralellik gösterir. Akbaş (2014), 1929-2009 gözlem dönemi içinde Türkiye'de 1990'lardan itibaren frekansı artan önemli kurak dönemler tespit etmiş ve bunlardan 2006-2007 yılı kuraklığı ulusal ölçekte de yaygın bir kurak dönem olarak ön plana çıkmıştır.



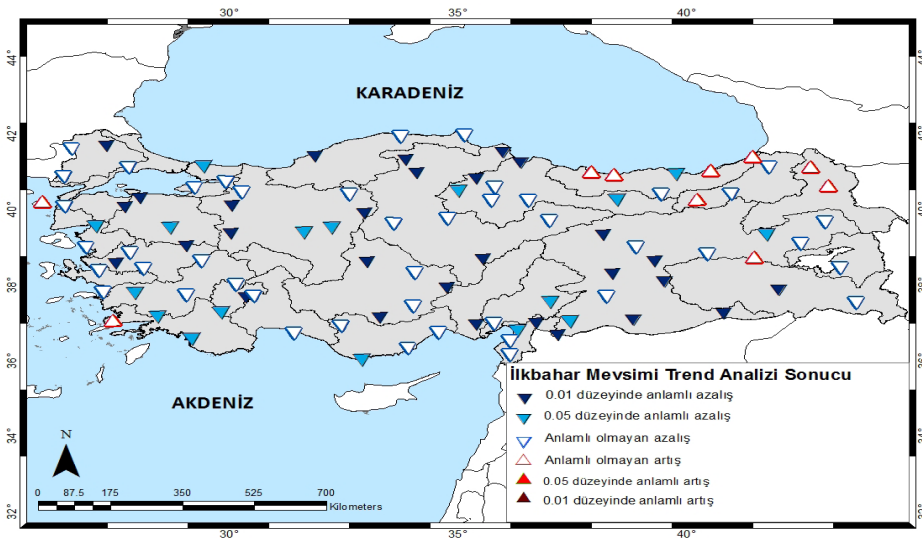
Şekil 7. Yıllık yağışlı gün serilerindeki yıllar arası değişimler için örnekler: (a) Edirne, (b) Fethiye, (c) Anamur, (d) Ankara, (e) Cihanbeyli ve (f) Elazığ

İstatistiksel olarak anlamlı sonuçlar elde edilen serilerden bazıları grafiklendirilerek, yıllar arası değişkenlik ve trend değişim zamanı yorumlanmaya çalışıldı (Şekil 7.) Örnek istasyon seçiminde ilk olarak anlamlı sonuç yüzdesinin yüksek olduğu havzalar ve bu havzalar içerisinde de anlamlı azalış trendinin istatistiksel olarak daha büyük olduğu (%99 düzeyinde) istasyonlar seçildi. Meriç-Ergene Havzası yağışlı gün sayılarındaki azalma trendinin önemli olduğu havzalardan biridir ve örnek olarak seçilen Edirne istasyonunda gözlem dönemi içerisinde son dönemlerdeki artış haricinde, yıllık yağışlı gün sayılarında sistematik bir azalma söz konusudur (Şekil 7a). Bir diğer örnek Batı Akdeniz Havzası'ndan Fethiye istasyonudur. Fethiye'nin de içerisinde bulunduğu Türkiye'nin güneybatısı, Akdeniz siklonlarının kış döneminde etkin olduğu ve yüksek yağış tutarlarının kaydedildiği bir bölgedir (Sarıç vd., 2021). Bu havzadaki istasyonların tamamında %99 düzeyinde anlamlı azalmalar gözlemlendiği ve Fethiye yıllık yağışlı gün serilerinde 1980'lerin ikinci yarısından sonra azalış eğilimlerinin belirgin olduğu ifade edilebilir (Şekil 7b). Doğu Akdeniz Havzası'ndan seçilen Anamur istasyonunda da uzun yıllardır devam eden bir azalma eğilimi vardır (Şekil 7c). Sakarya Havzası için seçilen örnek istasyon Ankara'dır ve yıllık yağışlı gün sayılarındaki negatif yönlü değişimin 1970'lerde başladığı ancak esas kırılma noktasının 2000'li yılların başı olduğu gözlemlenebilir (Şekil 7d). Konya Kapalı Havzası'nı temsilen seçilen Cihanbeyli istasyonunda 1989 yılı yağışlı gün sayılarındaki değişim noktası olarak öne çıkar (Şekil 7e); bu yıldan itibaren önemli bir azalma meydana geldiği gözlemlenmektedir. Son olarak Fırat Havzası için seçilen Elazığ istasyonuna bakıldığında 1989-1990 dönemine denk gelen kırılma noktası görülebilir (Şekil 7f).



Şekil 8. Kış yağışlı gün serilerinin trend analizi sonuçlar

Mevsimlik yağışlı gün serilerindeki sonuçlara göre, kış mevsimi trendlerinde Türkiye'deki istasyonların %31'inde 0.01 %17'sinde 0.05 anlamlılık düzeylerinde azalış; ilkbaharda istasyonların %29'unda 0,01, %17'sinde 0,05 oranında anlamlı azalış; yaz mevsimi trend trendlerinde Türkiye genelinde istasyonların %59'unda anlamlı olmayan azalış ve sonbahar serilerinde ise yaz mevsimiyle benzer biçimde istasyonların %62'sinde anlamlı olmayan azalış eğilimi sonuçlarına ulaşıldı. Anlamlı sonuçlara kış ve ilkbaharda ulaşıldığından, yalnızca bu mevsimlere ait trendlerin alansal dağılışı verildi (Şekil 8 ve Şekil 9). Kış mevsiminde yağışlı gün sayısı serilerinde baskın azalış eğilimleri Meriç-Ergene, Marmara ve Kuzey Ege havzaları ile Batı Akdeniz ve Burdur'da gözlenir. Yıllık serilere benzer biçimde Konya Kapalı Havzası ile Fırat'ta da azalış eğilimleri anlamlıdır ancak eğilimin kuvveti Adıyaman, Şanlıurfa, Çermik ve Çemişgezek istasyonlarında daha düşüktür (Şekil 8). İlkbahar'da ise yağışlı gün sayılarındaki azalma, ağırlıklı olarak kapalı havzalarda ya da havzaların orta ve yukarı bölümlerinde yaygın olarak gözlenir. Türkiye'de ilkbahar yağışlarının karasallık etkisinde şekillenen konvektif karakteri, bu sonuç üzerinde etkilidir. Özellikle Kızılırmak, Sakarya, Fırat ve Konya kapalı havzalarındaki istatistiksel olarak anlamlı azalma eğilimleri öne çıkar (Şekil 9). Yıllar arası değişkenlik desenleri bakımından 1988-1990 dönemi mevsimlik yağışlı gün serilerinde de değişim noktası olarak gözlendi. Yağışlı gün sayılarında gözlenen bu azalış trendlerinin öne çıkan havzalar bakımından ne gibi sorunlara yol açacağına yönelik tartışma izleyen bölümde sunuldu.



Şekil 9. İlkbahar yağışlı gün serilerinin trend analizi sonuçlar

4.3. Tartışma: Trendlerin planlama çalışmaları açısından değerlendirilmesi

Yağışlı gün sayılarında istatistiksel olarak anlamlı sonuçların belirlendiği kuzeybatı Türkiye’de yer alan Meriç-Ergene, Marmara ve Susurluk ile Kuzey Ege havzalarında azalış eğilimleri vardır. Bu eğilimler, yıllık serilerde en kuvvetlidir. Türkiye’nin batısında yağış toplamlarında azalma (Türkeş vd. 2009) ve yağış şiddetinde artış trendlerinin (Koç & İrdem, 2007) varlığı söz konusudur. Akarsu akımlarında, yağışlar kadar istatistiksel olarak anlamlı değişimler tespit edilmese de, iklim ve arazi örtüsü değişikliklerinin akarsu akımlarına etkisi kaçınılmazdır. Türkiye’nin kuzeybatısında yer alan bu havzalar aynı zamanda ülkede nüfus yoğunluğunun en fazla olduğu alanlardır ve içme suyu açısından da potansiyeli düşük olan akarsuların ve yağışların beslediği barajlara bağımlıdırlar (Sarıç, 2021). Yağışlarda gözlenen bu eğilimler, bu havzalar için başta erişilebilir tatlı su olmak üzere pek çok soruna yol açabilir. Su konusunda kuraklık dışında, bu havza bölgeleri açısından bir diğer risk de, yüksek şehirleşme ve betonlaşma oranı ile birlikte değişen arazi örtüsünün şiddetli yağış ve sellere karşı olan kırılganlığı ve Türkiye’nin turizm politikasında önemli yeri olan bu yağışlı coğrafyaların geleceğiyle ilgili ortaya çıkabilecek risklerdir.

Batı Akdeniz ve Doğu Akdeniz havzalarında da yağışlı gün sayılarında ciddi azalmalar söz konudur. Akdeniz iklim bölgesi doğası gereği yağışın mevsimselliği ön plandadır ve ağırlıklı olarak kış yağışları ile karakterize olur (Sarıç vd., 2010). Yağışın daha da dar bir döneme sıkışması, yaz kuraklığının süresini ve şiddetinin büyüyeceği anlamına gelir. Batı Akdeniz (Eşen, Dalaman) ve Doğu Akdeniz (Göksu) su potansiyeli yüksek çayların yer aldığı, Türkiye’de seracılık ve tropikal meyve üretiminin merkezi olan havzalardır. Aynı zamanda Türkiye’nin güneyinde Toroslar kuşağı ve özellikle Batı Akdeniz, biyolojik çeşitliliğin de yüksek olduğu bir bölgedir (Şenkul & Kaya, 2017). Bu bölgedeki iklimsel değişimler ekosistem kırılganlığı bakımından da dikkatle izlenmelidir. Doğu Akdeniz Havzası’ndaki Göksu nehri yüksek su potansiyeline sahiptir ve Konya Kapalı Havzası’na Mavi Tünel projesi ile su sağlamaktadır (Büyükkaracıoğlu vd., 2017). Aynı havzada bulunan Anamur Çayı’ndan ise Kuzey Kıbrıs’a boru hattı ile su transferi gerçekleştirilmektedir (Maden, 2013). Yağışlı gün sayılarındaki azalma, yağış toplamlarındaki azalma ile paralel bir şekilde bu havzalardaki su potansiyelini tehlikeye atabilecek ve özellikle havzalardaki su krizini derinleştirebilecektir.

İç Anadolu’daki havzaların durumu ise özellikle artan kurak koşullara bağlı olarak su kıtlığının şiddetlenmesi süreci ile değerlendirilebilir. Konya Kapalı Havzası Türkiye’nin en az yağış alan havzasıdır ve yüzey suyu oldukça sınırlıdır. Benzer şekilde diğer kapalı havzalarda da su kıtlığı sorunları yaşanmaktadır. Bu havzalarda, yağışlı gün sayılarının kış ve ilkbahar da azalması, kurak koşulların şiddetlenmesi gibi süreçler bu havzalar için kritik öneme sahip yeraltı suyunun beslenmesi noktasında baskı unsuru olarak ifade edilebilir. Yukarıda bahsi geçen havzalar arası su transferi, kapalı havzalarda tatlı su erişilebilirliği konusundaki problemleri açıkça ortaya koymaktadır.

Yağışlı gün sayılarında gözlenen azalmanın öne çıktığı havzalardan biri de Türkiye’nin en büyük havzası olan Fırat Havzası’dır. Fırat ve Dicle havzaları, yalnızca Türkiye için değil aynı zamanda Orta Doğu coğrafyası için de oldukça önemli havzalardır. Doğu Anadolu’da kar yağışlarında azalma ve kar yağışlı dönemde daralma söz konusudur (Kartum vd., 2011). Yağış rejimindeki tüm bu değişimlerin hidrolojik döngüde önemli sonuçları olmaktadır. Fırat Havzası sahip olduğu hidroelektrik üretim potansiyeli ile, Türkiye’nin toplam hidroelektrik kapasitesinin yaklaşık %28’ini, enerji tüketiminin ise %8’ini karşılamaktadır (<https://www.enerjiatlası.com/akarsular/firat-nehri.html>). Yağışlarda meydana gelecek azalma ile birlikte, akımlarda ve baraj gölü seviyelerinde gözlenecek azalma, enerji üretimi açısından ciddi sorunlar doğurabilir.

Yukarıda öne çıkan havzalar özelinde ifade edildiği gibi Türkiye’de yağış değişkenliği, öncelikle çeşitli sektörler için su erişilebilirliği ve kalitesi konusu olmak üzere; enerji, afetler, kentsel altyapı gibi pek çok yönetim ve planlama çalışmasında dikkate alınması, özellikle de ekonomiye katkıları giderek büyüyen turizm sektörünün gelecek politikalarına, mekansal strateji planlarına entegre edilmesi, gereken bir bulgudur.

5. Sonuç

Bu çalışma kapsamında; iklim değişikliğine bağlı olarak, ekstrem hava olaylarında ve sıklıklarında artışlar beklenen ve Akdeniz Havzası’nın bir parçası olan Türkiye’nin, yağışlı gün sayılarına dair değişkenlik analiz edildi ve havza bazlı değerlendirildi. Türkiye’de yıllık yağış tutarları bölgesel olarak 300-2300 mm arasında değişmekte ve yağışın büyüklüğü kadar mevsimselliği, şiddeti ve türü de önemli farklılıklar göstermektedir. Türkiye’de yağışlı gün sayılarında da alansal farklılıklar söz konusudur ve yağışlı gün sayılarının yıl içindeki büyüklüğü, en fazla kuzeyde Karadeniz kıyısı boyunca gözlenir. Türkiye’nin büyük bir bölümünde ve havzaların önemli bir kısmında yıllık yağışlı gün sayısı ortalama 93 gündür. Yağışın yıl içerisinde sınırlı bir zaman döneminde gerçekleşmesi ve mekansal farklılığı, havza bazlı su yönetimi bakımından başlı başına dikkate alınması gereken bir olgudur.

Çalışmanın temel kapsamını oluşturan trend analizi sonuçları aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

(i) Yıllık trend analizi sonucunda; Meriç-Ergene, Kuzey Ege, Susurluk, Batı Akdeniz, Doğu Akdeniz, Batı Karadeniz, Sakarya, Konya ve Fırat havzalarında bulunan istasyonların önemli bir bölümünde, yağışlı gün sayısı serilerinde %99 güven seviyesinde negatif trendler tespit edilmiştir. 1960'lerden başlayan gözlem zamanı boyunca yağışlı gün sayılarında kısa süreli dalgalanmalar gözlenmekle beraber 1990'lerden itibaren sistematik bir azalış eğilimi söz konudur.

(ii) Mevsimlik serilerde kış ve ilkbahar mevsimlerinde, yağışlı gün sayılarında istatistiksel olarak anlamlı azalışlar tespit edilirken, sonbahar ve yazda belirgin bir trende rastlanmadı. Kış yağışlı gün sayısı serilerindeki azalmada, Akdeniz yağış rejim bölgesindeki havzalar öne çıkarken, ilkbahar da ise karasal yağış rejimi bölgelerindeki havzalarda anlamlı sonuçlar elde edildi. Her iki mevsim için öne çıkan havzalar birlikte değerlendirildiğinde, yıllık serilerde anlamlılığın yüksek olduğu havzalarla ile tutarlılık göstermektedir.

Yıllık, kış ve ilkbahar yağışlı gün serilerinde elde edilen bu anlamlı ve kuvvetli azalış trendleri, nemliliğin giderek azalmakta ve kurak koşulların yaygınlaşmakta olduğuna işaret etmektedir. Yağış toplamlarında gözlenen azalma kadar, yağışlı gün sayılarında gözlenen azalma da su yönetimi çalışmalarında dikkate alınmalıdır. Yağışlı gün sayısının azalması, yağışın sınırlı dönemde ve artan şiddette meydana gelebileceği anlamına gelebilmektedir. Yağışın sınırlı dönemde gerçekleşmesi, yıl içerisinde tatlı su erişilebilirliği üzerinde, özellikle yüzey suyuna bağımlı havzalar açısından önemli bir tehlike oluşturur. Öte taraftan yeraltı suyunun yenilenebilmesi açısından havzalarda orman varlığının korunması ve yağışın uzun süreli ve hafif / orta şiddette gerçekleşmesi optimum verimi sağlar. Yağışlı gün sayılarının azalması ve yağış şiddetinin artması süreçleri yeraltı suyu beslenmesini azaltır, aynı zamanda havza özelliklerine bağlı olarak taşkın riskini artırır.

Bölüm 4.3.'te de örneklerle gösterildiği gibi, Türkiye'deki akarsu havzalarının her biri su kaynakları ve kullanımı bakımından pek çok farklı özelliğe sahiptir. Bu nedenle, havzalarda su varlığının korunması ve sürdürülebilirliğinin sağlanması için, her havzanın doğal yapısına özgün planlama ve yönetim çalışmaları uygulanmalıdır. Türkiye'de 2000'li yılların başında Avrupa Birliği'ne uyum çalışmaları kapsamında, Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi (AB SÇD) ilkelerini benimsemiş ve havza bazlı su yönetim planlarının hazırlanması sürecine geçilmiştir. 22 Kasım 2000'de yürürlüğe giren AB SÇD ile, birlik bölgesindeki akarsu havzalarında yüzey ve yeraltı sularının korunması ve iyileştirilmesi amaçlanmaktadır (Bulut & Birben, 2019). Bu amaç için su yönetim planlarının idari sınırlar değil, hidrolojik havza sınırları dikkate alınarak uygulanmasını ve özellikle bir akarsuya kıyıdaş ülkelerin işbirliği içerisinde çalışmasını önermektedir. Bu noktada havza yaklaşımının ve yönetiminin önemini vurgulamak gerekir. Doğal bir sınır olan akarsu havzasında toprak, bitki ve su ayrı unsurlar olarak ele alınamaz ve bu bütünleşik yapı gereği bu unsurlardan herhangi birini olumsuz yönde etki eden bir eylem, kısa / orta ya da uzun vade de diğer doğal süreçleri de olumsuz etkiler. Havza yönetimi ekolojik, toplumsal ve ekonomik sürdürülebilirlik ile doğal ve beşeri unsurların rasyonel entegrasyonunu kapsayan metodolojisi ile öne çıkar.

Türkiye'nin şu an karşı karşıya olduğu pek çok su sorunu vardır. Büyük kentlerdeki içme suyu krizinden, su kalitesindeki bozulmalara, tarımsal sulama için aşırı su çekiminden, rezervuarlarda artan buharlaşma ile su kaybına kadar tüm bu sorunların derinleşmemesi için bütünleşik havza yönetimi yaklaşımı ile ve öncelikli olarak doğal sistemlerin sürdürülebilirliğini gözetilen yönetim planlarının uygulanması gerekmektedir. Bütünleşik yönetimde, mekansal stratejik planlama ve politikalarında, turizm sektörünün gelecek projeksiyonlarının ve coğrafyaların taşıma kapasitelerinin su boyutunda değerlendirilmesi süreçlerinin entegrasyonu önem arz etmektedir. İklim ve diğer çevresel değişiklik süreçlerinin su kaynakları üzerinde yaratacağı baskıların kolektif çalışmalarla azaltılması ve başta kaynak suları olmak üzere havzaların korunması ile ilgili önlemlerin acilen alınması sağlanmalıdır.

Teşekkür ve Katkı Belirtme

Çalışmada kullanılan meteorolojik verilerin temini için, Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'ne teşekkür ederiz. Bu çalışma ÇOMÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalında hazırlanan "Türkiye'de Yağışlı Gün Sayılarındaki Değişkenliğin Analizi" adlı yüksek lisans tez çalışmasının sonuçlarının bir bölümünden üretildi.

Kaynakça

- Akbaş, A. (2014). Türkiye Üzerindeki Önemli Kurak Yıllar. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 12(2), 101-118. https://doi.org/10.1501/Cogbil_0000000155
- Brunetti, M., Maugeri, M., & Nanni, T. (2001). Changes in total precipitation, rainy days and extreme events in northeastern Italy. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*, 21(7), 861-871. <https://doi.org/10.1002/joc.660>
- Bulut, M., & Birben, Ü. (2019). AB Su Çerçeve Direktifinin Türkiye’de su kaynakları yönetimine etkisi. *Türkiye Ormanlık Dergisi*, 20(3), 221-233 <https://doi.org/10.18182/tjf.562550>
- Büyükkaracıoğlu, N., Demiröz, A., & Mobarez, A. H. (2017). Konya mavi tünel içme suyu uygulama projesinin çevreye olan etkilerin değerlendirilmesi. *Selçuk Üniversitesi Sosyal ve Teknik Araştırmalar Dergisi*, 13, 15-24.
- Coscarelli, R., & Caloiero, T. (2011). Analysis of daily and monthly rainfall concentration in Southern Italy. *Journal of Hydrology*, 416, 145-156. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2011.11.047>
- Çiçek, İ. (2004). Ankara’da şehirleşmenin yağış üzerine etkisi. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 14(1), 1-17.
- Doğan, N., & Başokçu, O. (2010). İstatistik tutum ölçeği için uygulanan faktör analizi ve aşamalı kümeleme analizi sonuçlarının karşılaştırılması. *Eğitimde ve Psikolojide Ölçme ve Değerlendirme Dergisi*, 1(2), 65-71.
- Enerji Atlası (2021, 11, Haziran). Fırat Nehri. <https://www.enerjiatlası.com/akarsular/firat-nehri.html> adresinden 11 Haziran 2021 tarihinde alınmıştır.
- Evans, T. E. (1996). The effects of changes in the world hydrological cycle on availability of water resources. *Global Climate Change and Agricultural Production: Direct and Indirect Effects of Changing Hydrological, Pedological and Plant Physiological Processes*, 15-48.
- Gönencgil, B., & İçel, G. (2010). Türkiye’nin Doğu Akdeniz Kıyılarında Yıllık Toplam Yağışlarda Görülen Değişimler (1975-2006). *Türk Coğrafya Dergisi*, (55), 1-12.
- Griffith, D. A. & Amrhein, C. G. (1997) *Multivariate statistics for geographers*. Prentice-Hall, New Jersey, USA.
- Hair, J. F., Anderson, R.E., & Tatham, R.L. (1998). *Multivariate data analysis*. New Jersey: Prentice Hall Inc.
- Kadioğlu, M. (1997, Haziran, 2-5). Şehirleşmenin Marmara Bölgesindeki yağışlara etkisi. *Su ve Çevre Sempozyumu*. İstanbul, Türkiye.
- Kahya, E., & Kalaycı, Ş. (1998). Detection of water quality trends in the rivers of the Susurluk basin. *Turkish Journal of Engineering and Environmental Science*, 22(6), 503-514.
- Karabulut, M., & Cosun, F. (2009). Kahramanmaraş ilinde yağışların trend analizi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 7(1), 65-83. Doi: 10.1501/Cogbil_0000000095
- Kartum, Ş., Koç, T. & Türkeş, M. (2011). Türkiye’de kar yağışlarının başlangıç ve bitiş tarihlerinde gözlenen değişiklikler ve eğilimler. *V. Atmosfer Bilimleri Sempozyumu*. (s. 27-29). İstanbul, Türkiye.
- Kablouti, Mehdi; Ouerdachi, Lahbassi ve Boutaghane, Hamouda (2012). Spatial Interpolation of Annual Precipitation in Annaba-Algeria - Comparison and Evaluation of Methods. *Energy Procedia* 18, 468-475. Doi:10.1016/j.egypro.2012.05.058
- Kendall, M. (1975). *Rank Correlation Methods*. Londra: Charles Griffin.
- Koç, T., & İrdem, C., (2007). Türkiye’de yağışların siddet bakımından zamansal ve alansal değişkenliği. *Türk Coğrafya Dergisi*, (49), 1-42.
- Maden, T. E. (2013). Havzalar arası su transferinde büyük adım: KKTC İçme Suyu Temin projesi. *Ortadoğu Analiz*, 5(50), 102-111.
- Nastos, P. T., & Zerefos, C. S. (2009). Spatial and temporal variability of consecutive dry and wet days in Greece. *Atmospheric Research*, 94(4), 616-628. Doi 10.1016/j.atmosres.2009.03.009
- Norran, C., & Douguédroit, A. (2006). Monthly and daily precipitation trends in the Mediterranean (1950–2000). *Theoretical and Applied Climatology*, 83(1), 89-106. Doi: 10.1007/s00704-005-0163-y
- Russo, G., Eva, C., Palau, C., Caneva, A., & Sacchini, A. (2000). The recent abrupt increase in the precipitation rate, as seen in an ultra-centennial series of precipitation. *Nuovo Cimento-Societa Italiana Di Fisica Sezione*, 23(1), 39-52.
- Sarıç F, Hannah D. M., & Eastwood W. J. (2010). Spatial variability of precipitation regimes over Turkey. *Hydrological Sciences Journal* 55(2), 234-249. Doi: 10.1080/02626660903546142
- Sarıç, F., (2021). Türkiye’de Eysel Su Tedarik ve Tüketim İstatistiklerinin Değerlendirilmesi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 19(1), 195-216. Doi: 10.33688/aucbd.883794
- Sarıç, F., Keserci, F., & Bayrakdar, C. (2021). Yerel yağış değişkenliğine bir örnek: Fethiye-Söğütüdere karşılaştırması. *Türk Coğrafya Dergisi*, (77), 87-98. Doi: 10.17211/tcd.928567
- Stocker, T. (Ed). (2014). *Climate change 2013: the physical science basis: Working Group I contribution to the Fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.
- Şenkul, Ç., & Kaya, S. (2017). Türkiye endemik bitkilerinin coğrafi dağılışı. *Türk Coğrafya Dergisi*, (69), 109-120. Doi: 10.17211/tcd.322515
- Türkeş, M., & Öztürk, M. Z. (2008, Mart, 25-28). Uludağ meteoroloji istasyonu verilerinin iklimsel değişimler ve periglasiyal süreçler açısından incelenmesi. *IV. Atmosfer Bilimleri Sempozyumu*. İstanbul, Türkiye.
- Türkeş M., Koç T., Sarıç F., (2008, Mart, 25-28). Türkiye’de yağışlı gün sayılarının klimatolojisi ve alansal ilişki desenleri. *IV Atmosfer Bilimleri Sempozyumu*. İstanbul, Türkiye.
- Türkeş, M., Koç, T., & Sarıç, F. (2009). Spatiotemporal variability of precipitation total series over Turkey. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*, 29(8), 1056-1074 Doi: 10.1002/joc.1768
- Yılmaz, F. K. (2008). Antalya’nın günlük yağış özellikleri ve şiddetli yağışların doğal afetler üzerine etkisi. *Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(1), 19-65.