



Madde

Yunanistan'daki Temel İklim Değişkenlerinin Son (1991–2020) Eğilimlerinin Araştırılması

Konstantinos Lagouvardos^{1,*}, Stavros Dafis¹, Vasiliki Kotroni¹, George Kyros¹ ve Christos Giannaros^{1,2}

¹ Çevre Araştırmaları ve Sürdürülebilir Kalkınma Enstitüsü, Atina Ulusal Gözlemevi, 15236 Atina, Yunanistan; sdafis@noa.gr (SD); kotroni@noa.gr (VK); georgeky2001@gmail.com (GK); chrisgiannaros@noa.gr (CG)

² Fizik Bölümü, Atina Ulusal ve Kapodistrias Üniversitesi, 15784 Atina, Yunanistan

* Yazışma: lagouvar@noa.gr

Soyut: Avrupa ve Akdeniz iklim değişikliği sıcak noktaları olarak kabul edilir. Bu nedenle bu makale, bir Akdeniz ülkesi olan Yunanistan'daki temel iklim değişkenlerinin eğilimlerinin analizine odaklanmaktadır. Analiz edilen dönem 1991–2020'dir ve kullanılan veri seti, küresel kapsama ve ~9'luk iyileştirilmiş çözünürlüğe sahip olan ERA5-Land'dir (Avrupa Orta Menzilli Hava Tahminleri Merkezi tarafından üretilmiştir). Diğer veri kümelerine kıyasla 9 km. Analiz edilen dönemde Yunanistan genelindeki önemli iklim değişiklikleri kanıtlandı. Daha spesifik olarak, ülke 30 yıllık ortalama +1,5 sıcaklık eğilimi gösterdi. C, yerel olarak +2'yi aşan C ve bu artan eğilim, alanların kıyılardan uzaklığıyla pozitif olarak ilişkilidir. Buna göre, donlu günlerin sayısı ülke genelinde azalmıştır. Yağış açısından, Yunanistan'ın büyük bir kısmı yıllık yağış miktarlarında artış yaşarken, Yunan alanının %86'sı yoğun yağışlı günlerin (>20 mm) pozitif eğilimini yaşamıştır. Son olarak, ardışık kuru günlerin eğiliminin çoklu sinyali bulunmuştur (Yunanistan'ın büyük bir kısmında istatistiksel olarak anlamlı değildir).

Anahtar kelimeler: klimatoloji; Yunanistan; trend analizi; hava sıcaklığı; deniz yüzey sıcaklığı; yağış; kuraklık



Alıntı: Lagouvardos, K.; Dafis, S.; Kotroni, V.; Kyros, G.; Giannaros, C.

Yunanistan'daki Temel İklim Değişkenlerinin Son (1991–2020) Eğilimlerinin Araştırılması. *Atmosfer* **2024**, *15*, 1104. <https://doi.org/10.3390/atmosfer15091104>

Akademik Editör: Davide Zanchettin

Alındı: 24 Temmuz 2024 Gözden geçirildi: 27 Ağustos 2024 Kabul edildi: 30 Ağustos 2024 Yayımlandı: 11 Eylül 2024



Telif Hakkı: © 2024 yazarlar tarafından. Lisans sahibi MDPI, Basel, İsviçre. Bu makale, Creative Commons Atıf (CC BY) lisansının (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>) hüküm ve koşulları altında dağıtılan açık erişimli bir makaledir.

1. Giriş

Sıcaklık (hava ve deniz) ve yağış gibi temel iklim değişkenlerinin son on yıllardaki eğilimlerini değerlendirmek, gezegenimizin belirli bir bölgesindeki iklim değişikliğinin bilimsel temelini oluşturmak için çok önemlidir. Mevcut iklim eğilimlerinin kapsamlı bir analizi, özellikle hava sıcaklığı, deniz yüzey sıcaklığı ve yağış desenlerindeki değişikliklerin büyüklüğünün değerlendirilmesine olanak tanır. İklim değişikliğinin küresel ve bölgesel etkileri arasında tarımsal ve doğal ekosistemler üzerindeki stres de yer alır [1,2], su mevcudiyetindeki değişiklikler [3], yüksek etkili hava olaylarının artan sıklığı nedeniyle oluşan ekonomik kayıplar [4,5] ve sağlık üzerindeki etkileri [6,7]. Sonuç olarak, bu makale temel iklim değişkenlerindeki eğilimleri analiz etmeye odaklanmaktadır [8] Yunan toprakları içerisinde.

Birçok iklim değerlendirmesine göre (örneğin, [9]), Avrupa ve özellikle Akdeniz bölgesi, son on yılların (1991–2020) ortalama değerlerine göre temel iklim değişkenlerinde (örneğin sıcaklık ve yağış) önemli değişiklikler yaşamıştır. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) Altıncı Değerlendirme Raporu (AR6) [10] Balkanlar da dahil olmak üzere Avrupa'daki iklim değişikliğinin etkilerini ayrıntılarıyla anlatıyor ve sıcaklıktaki artan eğilimleri, yağış desenlerindeki değişiklikleri ve aşırı hava olaylarının artan sıklığını vurguluyor. Bu son değerlendirmelere göre, Balkan bölgesi son yüzyılda önemli bir ısınma yaşadı. Bu ısınma eğilimi son on yıllarda hızlandı ve bölgedeki ortalama sıcaklık artışı küresel ortalama daha yüksek. Balkanlar'da gözlemlenen yağış eğilimleri için eğilimler sıcaklığa kıyasla daha değişken. Bazı bölgelerde yıllık yağışta düşüşler yaşanırken, bazılarında artışlar görüldü. Ayrıca, dikkate değer bir

Yağışların mevsimsel dağılımında değişiklik, daha yoğun yağış olayları ve daha uzun kurak dönemler [10].

Daha spesifik olarak, Lionello ve Scarascia'nın çalışması [11] Akdeniz Havzası'nın iklim duyarlılığını, bu bölgenin küresel ortalamadan yaklaşık %20 daha hızlı ısındığını ve yaz ve gündüz sıcaklıklarında önemli artışlar olduğunu göstererek vurgular. Yağışlar çoğunlukla azalmakta ve bu da mahsulleri ve su kaynaklarını olumsuz etkilemektedir. Benzer şekilde, Zittis ve diğerleri [12] Doğu Akdeniz ve Orta Doğu bölgelerinin küresel ortalamasının neredeyse iki katı kadar hızlı ısındığını, şiddetli sıcak hava dalgalarının ve %5'e kadar varan bir artışın öngörüldüğünü tespit etti. C bu yüzyılın sonuna kadar. Yağış %20-30 oranında azalabilir ve sera gazı emisyonları artmaya devam ettikçe kuraklıklar daha da kötüleşebilir. Dahası, Urdiales-Flores ve diğerleri [13] Akdeniz havzasındaki sıcaklık eğilimlerini çok uzun bir süre boyunca (son 120 yıl) araştırdı ve bölgeyi dünyanın en hızlı ısınan bölgesi olarak tanımladı. Yazarlar bu hızlı ısınmayı sera gazlarının artan radyasyon zorlamasına bağladılar.

Yunanistan'daki sıcaklık ve yağış eğilimleri üzerine yapılan son çalışmalar, özellikle Atina gibi yoğun nüfuslu bölgelerdeki yerel hava durumu istasyonu verilerine odaklanmış veya iklim modelleri kullanmıştır. Founda ve diğerleri [14] Atina Ulusal Gözlemevi'nden (NOA) alınan tarihi günlük yağış verilerini (1860–2008) analiz etti ve yıllık ve mevsimsel yağışta istatistiksel olarak anlamlı uzun vadeli eğilimler bulamadı. Ancak, son üç on yılda on yıl başına yağışlı gün sayısında olumsuz anomaliler ortaya çıktı ve yoğun (>30 mm/gün) ve aşırı (>50 mm/gün) yağış olaylarında dikkate değer bir artış görüldü. Bölgesel iklim modelleri topluluğu aracılığıyla doğrulanan gelecekteki projeksiyonlar, 2051–2100 dönemi için ortalama yıllık yağışta %35'lik bir azalma ve yoğun ve aşırı yağışta bir artış öngörüyor ve bu da bölgede su açığı ve kuraklık riski konusunda endişelere yol açıyor. Ek olarak, NOA tarafından operasyonel olarak kullanılan Bölgesel Yağış Endeksi (RPI) hakkında yakın zamanda yapılan bir çalışma [15] 1991-2020 döneminde günlük ERA-Land yeniden analiz verilerine dayanarak RPI'nin 3. kategorisinde veya daha yüksek bir kategoride (yani yoğun yağış) önemli bir pozitif eğilim tespit etti [16]. Varlas ve diğerleri. [17] ERA5 aylık verilerini kullanarak 1950'den 2020'ye kadar olan 71 yıllık bir süre için yıllık ve mevsimsel yağış eğilimlerini inceledi ve aylık yağış zaman serisindeki doğrusal olmayan değişkenlikleri ölçtü. Sonuçları, çoğunlukla kışın ve Batı Yunanistan ile Doğu Ege Denizi üzerinde önemli olan, esas olarak azalan yıllık yağış eğilimlerini gösterdi. En ilginç, analizleri, Yunanistan üzerindeki aylık yağışın yüksek on yıllık değişkenlikle karakterize edildiğini, 1950'den 1960'a kadar arttığını, ardından 1990'ların başına kadar azaldığını ve ardından 2020'ye kadar daha küçük bir oranda arttığını ortaya koydu.

Yunanistan'daki sıcaklık eğilimleriyle ilgili olarak, Founda ve ark. [18] 1864'ten beri NOA'nın tarihi iklim kayıtlarını analiz etti ve Atina'nın hava sıcaklığının 19. yüzyılın ortalarından beri önemli ölçüde dalgalandığını ve Kuzey Yarımküre eğilimlerini yansıttığını gösterdi. 1970'lerin ortalarından beri, özellikle yaz aylarında daha sık, yoğun ve daha erken yaz sıcak hava dalgalarıyla birlikte belirgin bir ısınma eğilimi gözlemlendi. Bu, Atina'nın ikliminde kentleşme, doğal iklim değişkenliği ve küresel ısınma arasındaki karmaşık etkileşimi vurgular. Papakostas ve diğerleri [19] 1983'ten 2012'ye Atina ve Selanik meteoroloji istasyonlarından saatlik sıcaklık zaman serisini kullandı ve üç on yıl boyunca ortam sıcaklıklarında önemli bir artış eğilimi buldu. Ortalama sıcaklık artışı 1,2 °C Atina'da ve 1,1 °C Selanik'te C. Yüksek sıcaklık olaylarının sıklığı artarken düşük sıcaklık olaylarının sıklığı azaldı ve bu da daha ılıman kışlar ve daha sıcak yazlar olduğunu gösteriyor. Yazarlar ayrıca bu iklim değişikliği eğiliminin bina enerji taleplerini, özellikle artan soğutma ihtiyaçlarını etkilediğini ve binalar için enerji üretimi ve tasarım hususlarını etkilediğini vurguladılar. Mamara ve diğerleri [20] 1960'tan 2004'e kadar uzanan hava istasyonu verilerini kullanarak Yunanistan'daki sıcaklık eğilimlerinin kapsamlı bir analizini gerçekleştirdi. Bulguları, özellikle çalışma döneminin son on yılında belirgin olan belirgin bir ısınma eğilimini ortaya koydu. Sıcaklık rejimlerinde önemli değişimler 1980'lerin ortalarından itibaren belirlendi. Çalışma, bir soğuma dönemini vurguladı

1991 ile 1994 yılları arasında kış sıcaklıkları, ardından 1990'ların ortalarında başlayan bir ısınma evresi. Hem yıllık hem de mevsimsel analizler, 1976'dan 2004'e kadar belirgin bir ısınma eğilimi gösterdi, en önemli artışlar özellikle yaz ve sonbahar mevsimlerinde olmak üzere kuzey Yunanistan'da gözlemlendi.

Makale şu şekilde yapılandırılmıştır: Bölüm2Analizlerde kullanılan veri kümeleri sunulurken, sonuçlar Bölüm'de sunulmaktadır3. Bölüm4Bu çalışmanın sonuçlarının tartışılmasına ve son sözlere ayrılmıştır.

2. Malzemeler ve Yöntemler

Bu çalışmada gerçekleştirilen analiz, hava sıcaklığı, yağış ve deniz yüzeyi sıcaklığı gibi iklim değişkenliğini anlamak için yaygın olarak kullanılan bazı temel iklim değişkenlerine odaklanmaktadır. Şimdiye kadar birçok çalışma, temel meteorolojik parametre eğilimlerini istasyon verileri veya daha kaba çözünürlüklü yeniden analiz verileri (örneğin, ERA5, 0,25- $\times$ 0,25-mekansal çözünürlük). Her iki yaklaşım da geçerli olsa ve anlamlı ve sağlam sonuçlar sağlasa da, (a) kısıtlı coğrafi temsilden (yüzey istasyonu verileri kullanıldığında) ve (b) ERA5 gibi iyi bilinen veri kümeleri kullanıldığında kaba çözünürlükten muzdariptirler. Bu nedenlerden dolayı, mevcut çalışma çerçevesinde gerçekleştirilen analiz, yakın zamanda mevcut olan ERA5-Land veri kümesine dayanmaktadır.

Birincil veriler Avrupa Komisyonu'nun Copernicus Servisi tarafından sağlanmaktadır [21]. Avrupa Orta Vadeli Hava Tahminleri Merkezi (ECMWF) tarafından üretilen ERA5-Land, 1981'de başlayan küresel kapsama ve zamansal veri kullanılabilirliğine sahiptir [16]. Veriler ~9'luk bir iyileştirilmiş çözünürlüğe sahiptir. Diğer veri kümelerine (örneğin, ERA5) kıyasla 9 km, zamansal frekans ise saatliktir. Analiz, şu adresten indirilebilen sıcaklık ve yağış verilerine dayanmaktadır: <https://cds.climate.copernicus.eu/> (15 Ağustos 2024'te erişildi).

Sheridan ve diğerlerine göre şunu belirtmekte fayda var. [22], üç yeniden analiz ürününün (ERA5, ERA5-Land ve NARR) karşılaştırmalı bir çalışmasını gerçekleştiren, ERA5-Land tarafından sağlanan daha yüksek mekansal çözünürlük, özellikle topografik olarak karmaşık alanlarda aşırı olayların doğru bir şekilde yeniden üretilmesine izin verdi. Ayrıca, Zhao ve He [23] yakın zamanda ERA5-Land yeniden analizinin, Çin'deki dağlık alanlarda bile gözlemlenen küresel sıcaklık artış eğilimini çok iyi yakaladığını belirtti. Son olarak, Gomis-Cebolla ve diğerleri [24], ERA5-Arazi verilerini İspanya'daki yerinde gözlemlerle karşılaştırarak, bu veri setinin gözlemlerin mekansal örüntülerini ve zamansal eğilimlerini yeniden üretme konusunda iyi bir kapasiteye sahip olduğu sonucuna vardı.

Deniz yüzeyi sıcaklığıyla ilgili olarak, Copernicus Yüksek Çözünürlüklü Seviye 4 Deniz Yüzeyi Sıcaklığı Yeniden İşlenmiş veri seti [25] kullanıldı. 0,05'te mevcut olan bu veri seti Akdeniz üzerindeki çözünürlüklü ızgara, uydu gözlemlerinden elde edilen günlük (gece) deniz yüzeyi sıcaklığı tahminlerini içerir.

Yunanistan'daki iklim değişkenlerinin evriminin analizi 1991-2020 dönemine odaklanmıştır ve hesaplanan eğilimler istatistiksel anlamlılıkları açısından test edilmiştir. Daha spesifik olarak, eğilimin eğimini belirlemek için Theil-Sen parametrik olmayan yöntemle doğrusal regresyon kullanılmış ve %95 güven düzeyinde istatistiksel anlamlılığı değerlendirmek için Mann-Kendall parametrik olmayan testi kullanılmıştır.

Figür1 metnin ilerleyen kısımlarında bahsi geçen Yunanistan'ın başlıca topografik özelliklerini ve önemli coğrafi bölgelerini gösterir. Güneydoğu Avrupa'da bulunan Yunanistan, coğrafi konumu, çeşitli topografyası ve Akdeniz'e yakınlığı tarafından önemli ölçüde şekillendirilen bir iklimsel çeşitlilik sergiler. Yunanistan genelindeki iklim üç ana türe ayrılabilir: Akdeniz, Alp ve ılıman.

Akdeniz iklimi, adalar ve güney anakarasının büyük kısmı dahil olmak üzere kıyı bölgelerinde baskındır. Bu iklim, sıcaklıkların sıklıkla 30'u aştığı sıcak, kuru yazlarla karakterize edilir. C ve ılıman, yağışlı kışlar, sıcaklıklar genellikle 10 ile 15 arasında değişir C ila 15-C. Kasım ayından şubat ayına kadar olan dönem yağışlı mevsimin zirvesini oluşturur.

Kuzey Yunanistan, yazları Akdeniz bölgelerine kıyasla daha sıcak olsa da daha serin olan ılıman bir iklimin etkisi altındadır ve kışları sıcaklıkların 10 ila 20 derece arasında değiştiği belirgin şekilde daha soğuktur. -5°C ve 10°C . Bu bölgede yağışlar yıl boyunca eşit olarak dağılır, kış aylarında hafif bir artış olur, ayrıca sık sık kar yağışı ve don görülür.



Şekil 1. Yunanistan'ın topoğrafya haritası (rakım m cinsinden) ve metinde adı geçen yerler.

Dağlık bölgelerde, özellikle yüksek rakımlarda, Alp iklimi hakimdir. Bu iklim, serin, sık sık yağmurlu yazlar ve genellikle yoğun kar yağışının eşlik ettiği soğuk kışlarla karakterizedir.

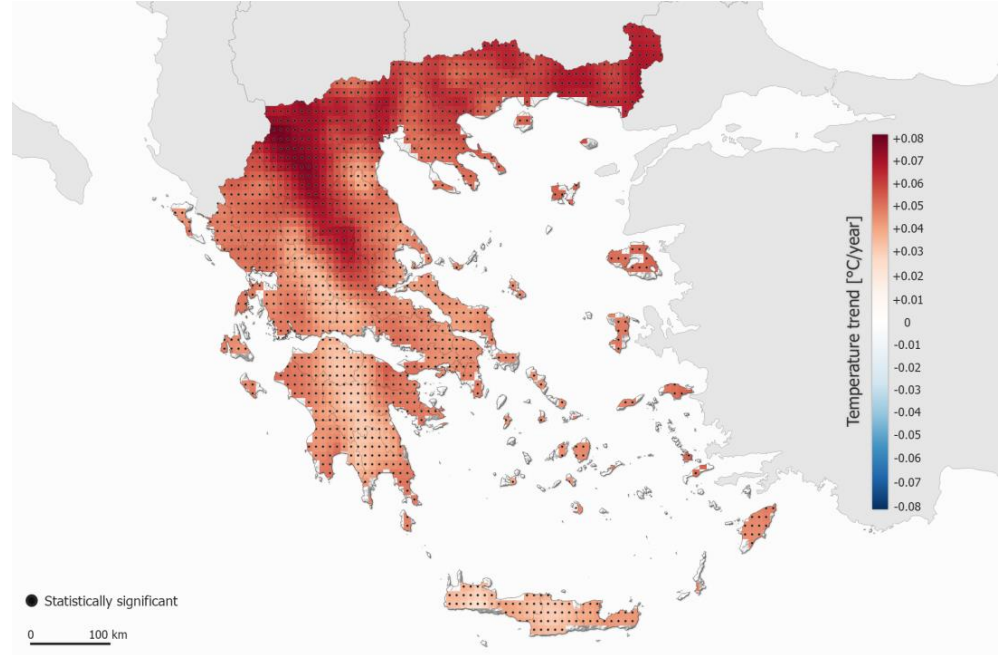
3. Sonuçlar ve Tartışma

3.1. Sıcaklık ve Don Günleri Eğilimi

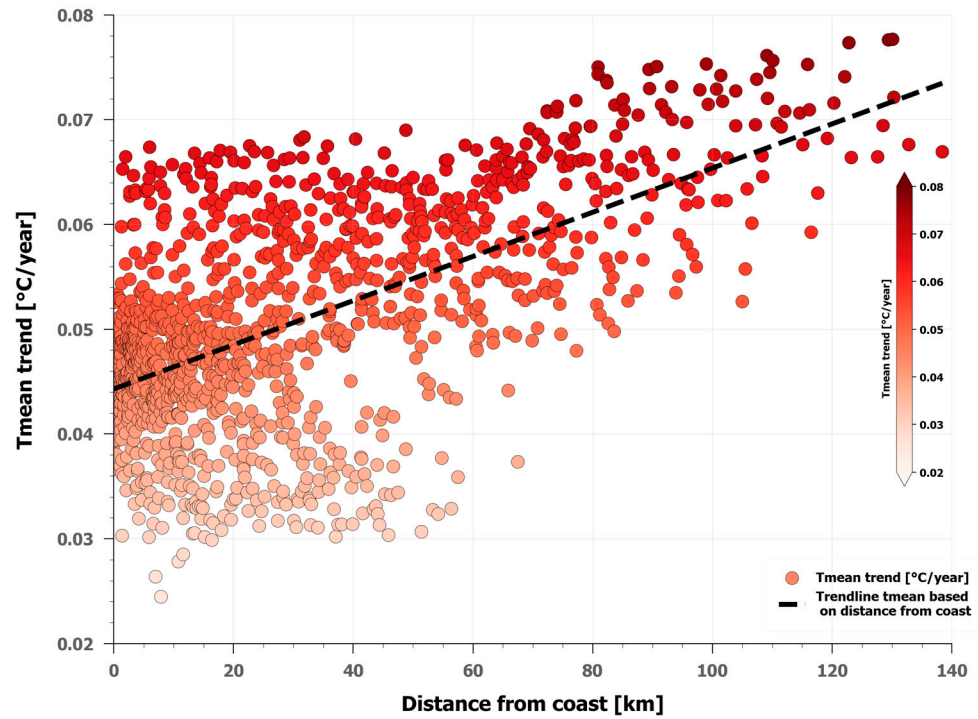
Figür2 1991–2020 döneminde Yunanistan'ın (kıtasal ve ada) genelindeki ortalama yıllık sıcaklığın artış eğilimini gösterir, bu artış istatistiksel olarak anlamlıdır. Ortalama olarak, artış eğilimi $\sim 0,05^{\circ}\text{C}$ /Yılda $^{\circ}\text{C}$, yani toplamda ülkedeki ortalama sıcaklık yaklaşık 1,5 kat arttı. $^{\circ}\text{C}$ son 30 yılda. Burada bu artışın ülkenin çeşitli bölgelerindeki meteoroloji istasyonlarının ölçümleriyle de doğrulandığı belirtiliyor, örneğin Yunanistan'ın en kalabalık şehri olan Atina'nın merkezinde [20].

Ancak bu artan eğilim ilginç bir coğrafi değişkenlik göstermektedir. Daha spesifik olarak, birçok bölgede, özellikle Kuzey Yunanistan'da (deniz kıyısından uzakta), artan eğilim $0,07^{\circ}\text{C}$ 'yi aşmaktadır $^{\circ}\text{C}/\text{yıl}$, yani bu bölgelerde son 30 yılda ortalama sıcaklığın kümülatif eğilimi $\sim +2^{\circ}\text{C}$ 'den büyüktür $^{\circ}\text{C}$. Günlük maksimum ve minimum sıcaklıklarda da benzer olumlu eğilimlerin görüldüğü belirtilmelidir. Son 30 yılda hava sıcaklığında büyük kümülatif eğilimler yaşayan Yunan topraklarının yüzdesinin tahmini, Yunan alanının %48'inin $+1,5^{\circ}\text{C}$ 'ten büyük kümülatif bir artış eğilimi yaşadığını ortaya koymaktadır. $^{\circ}\text{C}$ ve %7'den büyük $+2^{\circ}\text{C}$.

Yıllık sıcaklık eğilimi üzerinde “kıtasallığın” (her ERA5-Kara ızgara noktasının kıydan uzaklığı olarak ifade edilir) rolünü araştırmak için, Şekil 1’de ortalama sıcaklığın yıllık eğilimleri ile kıydan uzaklık arasındaki dağılım grafiği gösterilmektedir.3Şekilden de anlaşılacağı üzere2, kıyıya yakın kara noktaları

S
A
A

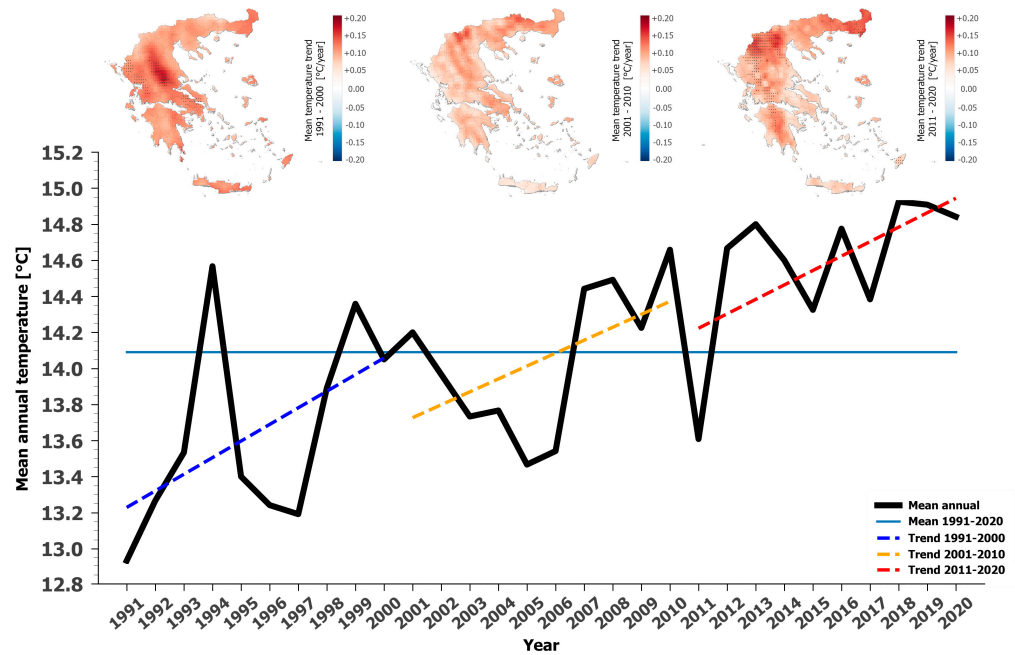
Şekil 2. 1991-2020 dönemindeki ortalama yıllık sıcaklık eğilimi. Noktalı alanlar istatistiksel olarak anlamlı eğilimleri göstermektedir.



Şekil 3. 1991-2020 döneminde kıydan uzaklığa göre ortalama yıllık sıcaklık eğiliminin dağılım grafiği.

Şekilde gösterildiği gibi, on yıldaki sıcaklık eğilimini daha ayrıntılı olarak tartışmak ilgi çekicidir. 430 yıllık dönem üç on yıla bölündüğünde, aşağıdaki gibi bazı ilginç sonuçlar ortaya çıkıyor:

- (a) Her üç on yılda da eğilim artmaktadır ve artış eğiliminde önemli bir fark bulunmamaktadır;
- (b) 2012 yılından sonra, tüm sonraki yıllarda Yunanistan'da ortalama sıcaklık 30 yıllık ortalamadan (14,1) daha yüksektir. °C);
- (c) 30 yıllık ortalama değerden sıcaklık sapmasının coğrafi dağılımı, beklendiği gibi, nispeten soğuk bir ilk on yıl (1991-2000) gösteriyor; sapmalar ise % 100'e kadar çıkıyor. -0,8-°C (çoğunlukla kıta Yunanistan'ı üzerinde) ise son on yıl (2011-2020) 30 yıllık ortalama değerden daha sıcak olup +1'e kadar ulaşıyor. °C Yunanistan'ın kuzeybatı kesiminde.

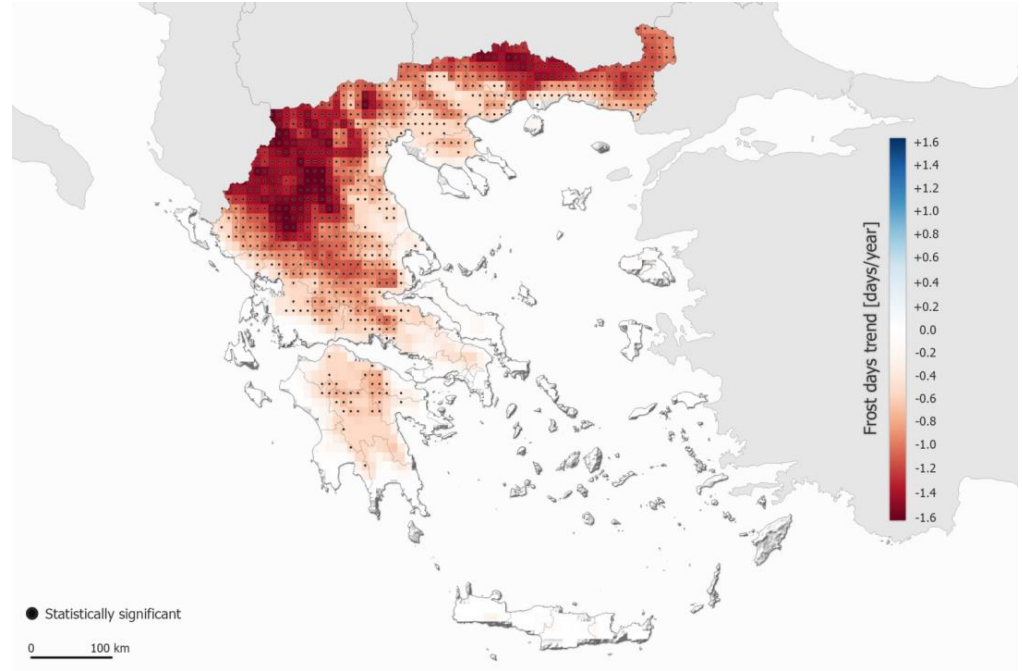


Şekil 4. 1991–2020 döneminde ortalama sıcaklığın yıllık evrimi. Mavi çizgi 30 yıllık ortalama değeri gösterir. Noktalı çizgiler üç on yılın her biri için eğilimi gösterir. Grafiğin en üstünde, her on yılın 30 yıllık ortalamadan sıcaklık sapmalarının coğrafi dağılımı gösterilir.

Sıcak hava dalgaları gibi uç noktalarla ilişkili sıcaklık desenlerinin eğilimi, yakın zamanda ERA5-Land verilerine dayanarak incelenmiştir. Galanaki ve diğerleri [26] 1950-2020 döneminde Yunanistan'daki sıcak hava dalgası oluşumlarını analiz etti ve çalışma süresince sıcak hava dalgalarının daha sık, daha uzun ve daha yoğun hale geldiğini tespit etti. Son zamanlarda, Pantavou ve diğerleri [27] 1991-2020 döneminde Evrensel Termal İklim Endeksi'ne (UTCI) dayalı olarak Yunanistan'daki termal biyoiklimin tahminlerini ve eğilimlerini sağladı. Yazarlar, ortalama yıllık UTCI'de (ortalama = 0,05) artan bir eğilim tespit etti (°C/yıl), yüksek enlem bölgelerinde daha belirgindir.

Bu nedenle, mevcut çalışma çerçevesinde, tarım üzerinde büyük öneme ve etkiye sahip bir parametre olan don günleri eğilimi gibi sıcaklık uçlarının bir diğer önemli faktörüne odaklanıyoruz. Şekil 5 don günlerinin eğilimini gösterir (minimum gündüz sıcaklığı 0'ın altındadır) °C) 1991–2020 döneminde. Şekilde görülebileceği gibi, Yunanistan genelinde bu eğilim negatiftir ve çoğu alanda istatistiksel olarak anlamlıdır. Ortalama olarak, azalan eğilim yılda ~0,3 gündür, bu da son 30 yıldaki don günlerinin sayısının kümülatif azalan eğiliminin ~10 gün olduğu anlamına gelir. Ortalama sıcaklık eğiliminde görülen deseni izleyerek (Şekil 2), don günlerindeki en büyük düşüş,

Yunanistan'ın kuzeybatı anakarasında, azalan bir eğilimle–Yılda 1,2 gün veya son 30 yılda kümülatif olarak ~35 gün.



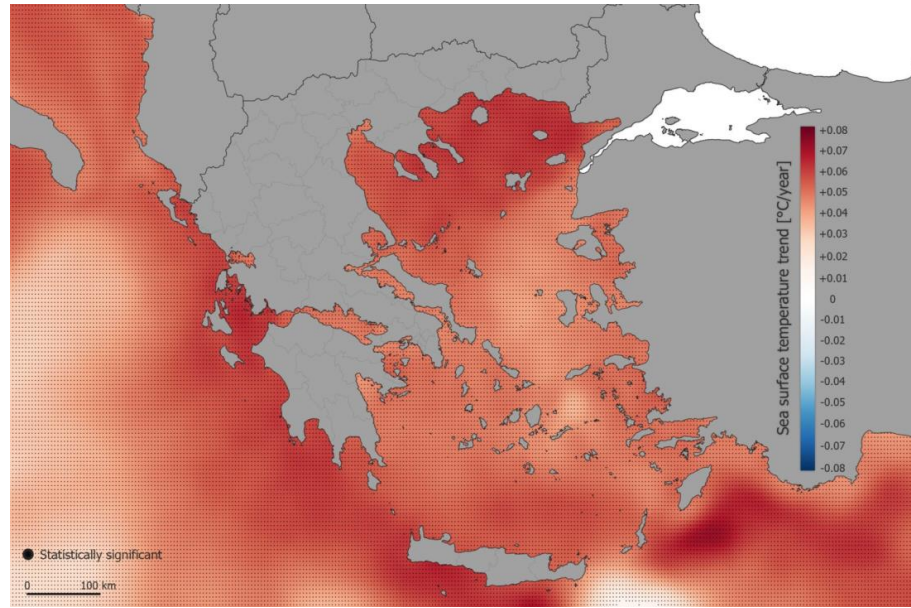
Şekil 5. 1991–2020 döneminde donlu gün sayısının eğilimi. Noktalı alanlar istatistiksel olarak anlamlı eğilimleri göstermektedir.

3.2. Deniz Yüzey Sıcaklığı

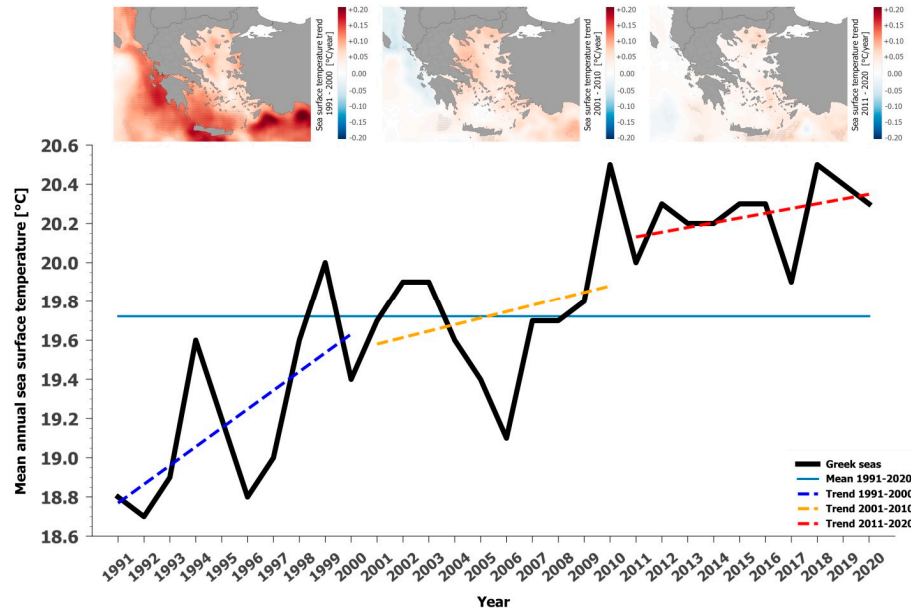
Deniz yüzey sıcaklığı da sürekli olarak izlenmesi ve değerlendirilmesi gereken önemli bir iklim değişkenidir. Şekil 6 1991–2020 döneminde ortalama deniz yüzeyi sıcaklığının eğilimini gösterir. Tüm Yunan denizleri geçen 30 yıl boyunca önemli ölçüde ısındı ve maksimum 0,08'lik bir artış eğilimi gösterdi. Kuzey Ege Denizi, İyon Denizi ve Girit Adası çevresindeki sularda yılda C. Bu değerler kümülatif olarak 1,5'lik bir artışa karşılık gelir. C analiz edilen dönemde. Bu sonuç, yalnızca deniz biyoçeşitliliği (bu çalışmanın kapsamının ötesinde bir konu) için değil, aynı zamanda hava-deniz etkileşim mekanizmaları ve daha sıcak deniz yüzeyinden artan buharlaşma için de son derece önemlidir. Örneğin, ortalamadan daha sıcak Akdeniz suları, Eylül 2020'de Yunanistan'ı etkileyen ve insan ölümleri de dahil olmak üzere uzun süreli felaketlerle sonuçlanan Medicane Ianos'un derinleşmesine katkıda bulunan bir faktördü [28].

On yıllık deniz yüzeyi sıcaklığı eğilimi Şekil 7'de gösterilmektedir. Aşağıdakileri ortaya koyarak:

- Her üç on yılda da eğilim artmaktadır ve 1991-2000 yılları arasındaki on yılda daha büyük bir artış eğilimi görülmektedir;
- 2009 yılından sonra, tüm sonraki yıllarda Yunan denizlerindeki ortalama deniz yüzeyi sıcaklığının 30 yıllık ortalamadan (19,7) daha yüksek olduğu görülmektedir. C);
- Deniz yüzeyi sıcaklığının 30 yıllık ortalama değerden sapmasının coğrafi dağılımı, beklendiği gibi, nispeten soğuk bir ilk on yıl (1991-2000) gösteriyor; sapmalar ise % 100'e kadar çıkıyor. -0,6°C (çoğunlukla Ege Denizi'nin kuzeyi üzerinde) ise son on yıl (2011-2020) 30 yıllık ortalama değerden daha sıcak olup +0,8'e kadar ulaşmaktadır. C., özellikle İyon Denizi kıyıları ve Rodos adasının güneyindeki deniz alanı üzerinde.



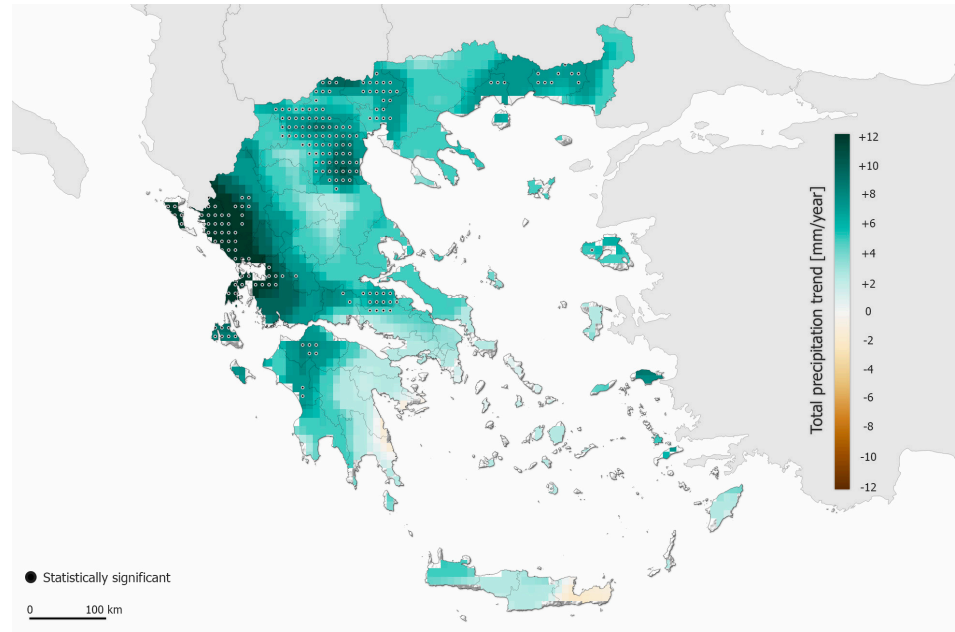
Şekil 6. 1991-2020 dönemindeki ortalama yıllık deniz yüzeyi sıcaklığı eğilimi. Noktalı alanlar istatistiksel olarak anlamlı eğilimleri göstermektedir.



Şekil 7. 1991-2020 döneminde deniz yüzeyi sıcaklığının yıllık evrimi. Mavi çizgi 30 yıllık ortalama değeri gösterir. Noktalı çizgiler üç on yılın her biri için eğilimi gösterir. Grafiğin en üstünde, her on yılın deniz yüzeyi sıcaklığı sapmalarının 30 yıllık ortalamadan coğrafi dağılımı gösterilir.

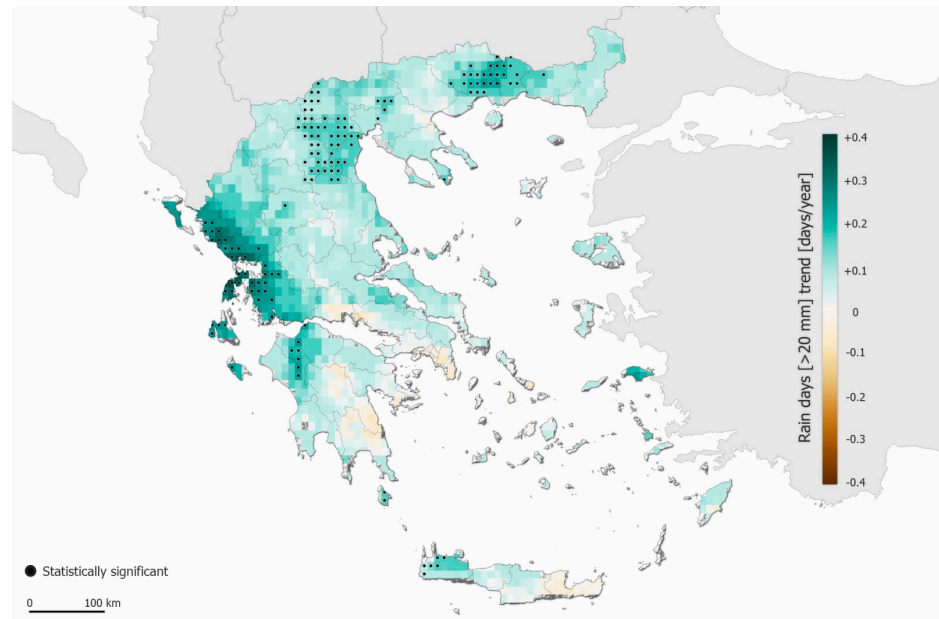
3.3. Yağış

Figür8 1991-2020 dönemindeki yağış eğilimini göstermektedir. Şekilde görülebileceği gibi, Epirus ve İyon Adaları bölgelerinde yerel olarak yılda 12-15 mm'ye ulaşan yağışta bir artış vardır ve bu artış eğilimi istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu artış esas olarak analiz edilen dönemin son on yılında (2011-2020) meydana gelen yağıştaki büyük artıştan kaynaklanmaktadır. Bununla birlikte, esas olarak Orta Teselya, Doğu Mora ve Doğu Girit'te yağışta azalan bir eğilimle karakterize edilen sınırlı alanlar vardır. Bu bulgu Varlas ve diğerlerinin [17] 1950-2020 dönemi için daha kaba verilere (ERA5) dayanan sonuçlar, yağış eğiliminde küçük bir artış olduğunu göstermektedir.



Şekil 8. 1991-2020 dönemindeki yağış eğilimi. Noktalı alanlar istatistiksel olarak anlamlı eğilimleri göstermektedir.

Yoğun yağışlı gün sayısına (günlük yağışın 20 mm'den fazla olduğu gün sayısı) odaklanırsak, analiz edilen dönemde (1991-2020) yoğun yağışlı gün sayısının birçok bölgede (örneğin Batı Yunanistan, Doğu Makedonya ve Trakya) artış eğilimi gösterdiği, yerel olarak yılda 0,3 güne veya 30 yıllık dönemde kümülatif olarak ~9-10 güne ulaştığı açıktır (Şekil9). Bu nedenle, yoğun yağışlı günlerin sayısı artmaktadır ve bu artış, yoğun yağışın birçok ekonomik sektör üzerindeki etkisinin yanı sıra sivil koruma üzerindeki etkisinin incelenmesinde çok önemli bir faktördür, çünkü artan eğilim, Lagouvardos ve diğerleri tarafından da belirlendiği gibi, daha sık sel üreten olaylarla ilişkilidir. [15](#)].



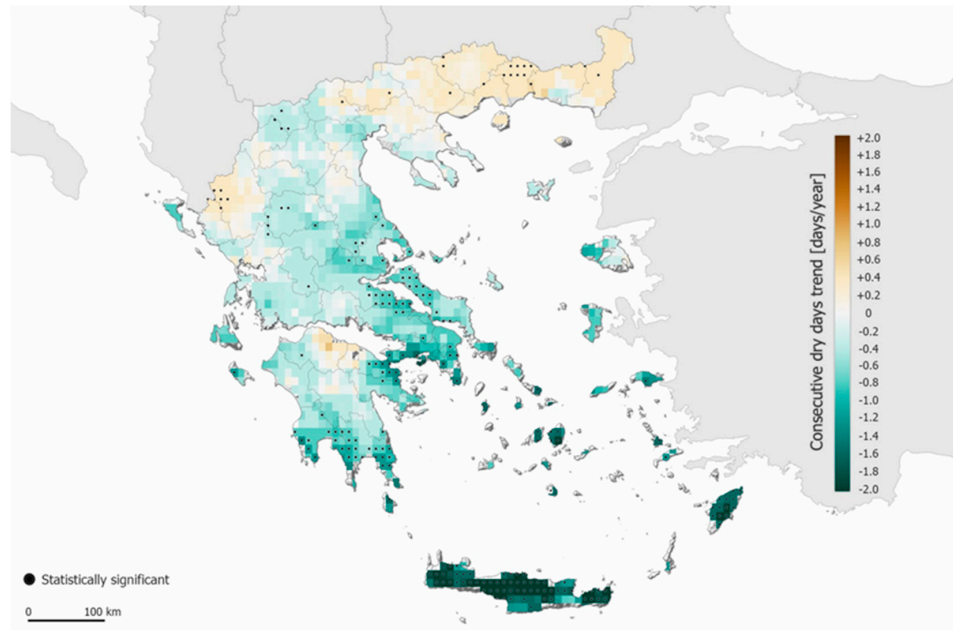
Şekil 9. 1991-2020 döneminde yoğun yağışlı günlerin eğilimi. Noktalı alanlar istatistiksel olarak anlamlı eğilimleri göstermektedir.

Aksine, Orta Teselya, Doğu Mora ve Girit bölgeleri gibi yoğun yağışlı gün sayısında negatif eğilim gösteren bölgeler de vardır. Ortalama olarak, Yunanistan bölgesinin %86'sı yoğun yağışlı günlerde pozitif eğilim ve sadece %7'si negatif eğilim yaşamıştır.

3.4. Kuraklık

Kuraklıkların çevre, tarım ve ekonomi üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu bilinmektedir ve çeşitli şekillerde, dünyadaki diğer doğal afet türlerinden daha fazla insanı etkiler. Bir kuraklık, dikkate alınan ve beklenen etkilere göre meteorolojik, tarımsal, hidrolojik veya sosyoekonomik bir tehlike olarak sınıflandırılabilir. Bu çalışmanın amaçları doğrultusunda, kuraklığı, 1 mm'den az yağışlı ardışık günlerin maksimum sayısı olarak tanımlanan, iyi bilinen ardışık kuru gün iklim endeksinin (CDD) hesaplanmasına dayalı bir meteorolojik perspektiften ele alıyoruz.

Figür10 1991–2020 döneminde Yunanistan'daki CDD eğilimini gösterir. Büyük tarımsal üretim alanlarını da içeren ülkenin kuzey kısmının büyük bir bölümü CDD'de artan bir eğilim gösterir. Aksine, güney kıta Yunanistan'ının bazı kısımları ve Ege adaları ile Girit, CDD'de önemli bir düşüş gösterir. Daha önce belirtildiği gibi, analiz edilen dönemin son on yılı (2011–2020) artan yağışlı bir dönemdir ve bu nedenle bu on yıl ülkenin güney kısmında CDD'nin azalan eğilimini güçlü bir şekilde etkilemiştir.



Şekil 10. 1991-2020 döneminde ardışık kurak günler (CDD) eğilimi. Noktalı alanlar istatistiksel olarak anlamlı eğilimleri göstermektedir.

4. Sonuç Açıklamaları

Yüksek çözünürlüklü ERA5-Kara veri setinin yanı sıra yüksek çözünürlüklü deniz yüzeyi sıcaklığı verileri kullanılarak, 1991-2020 dönemi için seçilmiş temel iklim değişkenlerinin trend analizi gerçekleştirilmiştir ve aşağıdakileri göstermiştir:

- 30 yıllık kümülatif sıcaklık eğiliminin artması ülke ortalaması +1,5 değerine ulaşıyor. C, yerel olarak +2'yi aşıyor. C esas olarak Yunanistan'ın kuzeybatı kesiminde. Bu eğilim ~0,6–0,8 küresel sıcaklık eğiliminden çok daha yüksektir. C aynı dönemde [29]
- Kıyılardan uzaklığın artan sıcaklık eğilimiyle pozitif korelasyonlu olduğu bulundu. Denizden uzak alanlar, kıyı alanları ve adalarla karşılaştırıldığında analiz edilen dönemde daha yüksek bir artış eğilimi yaşadı. Bu bulgu

Artan sıcaklık eğiliminin en üst düzeye çıktığı alanlarda tarım gibi sektörler açısından büyük önem taşımaktadır;

- Hava sıcaklığındaki monoton artışın ardından tarımın temel parametresi olan donlu gün sayısında analiz edilen dönemde önemli bir azalma görülmektedir;
- Deniz yüzey sıcaklığı 30 yıllık ortalama kümülatif artış eğilimiyle 1,5'e ulaşıyor. Analiz edilen dönemin ilk on yılında (1991–2000) deniz yüzeyi sıcaklığında daha hızlı bir artış görüldü. Daha yüksek SST'ler daha fazla artan buharlaşma ve dolayısıyla artan atmosferik nemle ilişkilidir, dolayısıyla özellikle kıyı bölgelerinde aşırı yağış artar [30];
- Yıllık yağış karışık bir sinyal gösteriyor. Batı Yunanistan'da yağışta önemli bir artış varken, kıta Yunanistan'ının doğu kısmında, Ege Adaları ve Girit'te yıllık yağışta bir azalma belirgin (istatistiksel olarak anlamlı olmasa da);
- Yoğun yağışlı günler, özellikle ülkenin batı kesiminde önemli bir artış göstermektedir. Bu bulgu, bu bölgelerde sel olaylarının potansiyel tehlikesini ortaya koymaktadır;
- Ardışık kurak günler de karışık bir sinyal gösteriyor. Kuzey Yunanistan'ın geniş alanları CDD'de artan bir eğilim gösterirken, doğu ve güney Yunanistan'ın geniş alanları (Ege Adaları ve Girit dahil) CDD'de azalan bir eğilim gösteriyor ve bu durum tarım için faydalı bir gerçek. Bu azalma, son on yılda (2011–2020) gözlemlenen yağış artışıyla ilişkili görünüyor.

Yukarıdakiler, 1991 ile 2020 yılları arasında Yunanistan genelindeki önemli iklim değişikliklerini ortaya koymaktadır. Daha ayrıntılı olarak, yüzeye yakın hava sıcaklığı eğilimi, bölgesel farklılıklarla birlikte net, istatistiksel olarak anlamlı bir pozitif işaret sunmaktadır ve bu da Yunanistan'daki gerçek iklimsel "sıcak noktanın" (30 yıllık dönemdeki en büyük kümülatif eğilim açısından) kuzeybatı Yunanistan bölgesi, yani daha yüksek derecede kıtasallığa sahip bölge olduğunu göstermektedir. Bu eğilim, yaklaşık 20 yıl önce Doğu Akdeniz için yapılan iklim simülasyonlarında zaten belirgindi [31,32], bilim insanlarının Yunanistan ekonomisinde aşırı sıcaklıkların sayısının ve yaygınlığının artmasının sonuçlarına ilişkin uyarılarıyla [33].

Ayrıca, deniz yüzeyi sıcaklığı da bu çalışmada ~1,5'lik kümülatif değerlerle net bir pozitif eğilim göstermektedir. °C, farklı veri kümelerini kullanan önceki çalışmalara benzer şekilde Yunan denizleri boyunca (örneğin, [34]). Sadece deniz yüzey sıcaklığını araştırmamıza rağmen, Akdeniz'de artan su sıcaklığının su florasını ve faunasını etkilediği gösterilmiştir [35–37].

Yağış eğilimi daha az belirgindir. Analiz edilen dönemin ilk on yılı kurak olmasına rağmen (özellikle 1990'ın ilk yılları), son on yıldaki (2011–2020) aşırı yağış ülke genelinde küçük bir pozitif eğilime yol açarken, pozitif eğilim Yunanistan'ın batı kesiminde daha belirgindir. Yerinde ve yeniden analiz verilerini kullanan önceki çalışmalar da Akdeniz bölgesinde çoğunlukla önemsiz eğilimler göstermiştir (örn. [38,39]). Aynı örüntü, ardışık kuru günlerin sayısını analiz ederken de belirgindir. Ancak, yağışın hidrolojik döngünün yalnızca bir parçası olduğu ve bu nedenle kar birikiminin de araştırılması gereken bir diğer önemli faktör olduğu unutulmamalıdır; bu, bilimsel ekibimiz tarafından gerçekleştirilmekte olan bir çalışmadır.

Yazar Katkıları:Kavramsallaştırma, KL ve VK; metodoloji, SD ve VK; yazılım, GK ve CG; araştırma, ALL; veri düzenleme, SD ve GK; yazma - orijinal taslak hazırlama, ALL; yazma - inceleme ve düzenleme, ALL; görselleştirme, GK; denetim, KL Tüm yazarlar, makalenin yayınlanmış versiyonunu okumuş ve kabul etmiştir.

Finansman:Bu araştırma çalışması "Ulusal İklim Değişikliği Ağı-Climpact'in işleyişinin iyileştirilmesine destek" projesi tarafından ortak finanse edilmiştir (Hibe Anlaşması: 2023NA11900001).

Kurumsal İnceleme Kurulu Beyanı:Uygulanamaz.

Bilgilendirilmiş Onay Beyanı:Uygulanamaz.

Veri Kullanılabilirliği Beyanı:Bu çalışmada kullanılan 1991–2020 dönemine ait ERA5-Arazi verilerine şu adresten ulaşılabilir:<https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/reanalysis-era5-land?tab=>

genel bakış(26 Haziran 2024'te erişildi). Copernicus'tan deniz yüzeyi verileri şu adreste mevcuttur:https://data.marine.copernicus.eu/product/SST_MED_SST_L4_REP_OBSERVATIONS_010_021/description(26 Haziran 2024'te erişildi).

Teşekkürler:Christos Giannaros, "Doktora Sonrası Araştırmacıları Desteklemek İçin 3. HFRI Araştırma Projeleri Çağırısı" kapsamında Yunan Araştırma ve İnovasyon Vakfı (HFRI) tarafından sağlanan desteği kabul eder (Proje kısaltması: HEAT-ALARM; Proje Numarası: 06885).

Çıkar Çatışmaları:Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

Referanslar

1. Raza, A.; Razzaq, A.; Mehmood, SS; Zou, X.; Zhang, X.; Lv, Y.; Xu, J. İklim Değişikliğinin Bitki Adaptasyonu Üzerindeki Etkisi ve Sonuçlarıyla Başa Çıkma Stratejileri: Bir İnceleme.*Bitkiler***2019**,*8*, 34. [ÇaprazRef] [PubMed]
2. Malhi, Y.; Janet, F.; Nathalie, S.; Martin, S.; Monica, GT; Christopher, BF; Nancy, K. İklim değişikliği ve ekosistemler: Tehditler, fırsatlar ve çözümler.*Felsefe. Çeviri. R. Soc.***2020**,*375*, 20190104. [ÇaprazRef] [PubMed]
3. Tabari, H. İklim değişikliğinin sel ve aşırı yağış üzerindeki etkisi su mevcudiyetiyle birlikte artmaktadır.*Bilim Temsilcisi***2020**,*10*, 13768. [ÇaprazRef]
4. Ridder, NN; Ukkola, AM; Pitman, AJ; Perkins-Kirkpatrick, SE İklim değişikliği altında yüksek etkili bileşik olayların görülme sıklığının artması.*npj İklim. Atmosfer. Bilim.***2022**,*5*, 3. [ÇaprazRef]
5. Kotroni, V.; Lagouvardos, K.; Bezes, A.; Dafis, S.; Galanaki, E.; Giannaros, C.; Giannaros, T.; Karagiannidis, A.; Koletsis, İ.; Kopania, T.; ve ark. Doğu Akdeniz'de Fırtına İsimlendirmesi: Prosedürler, Olayların İncelenmesi ve Vatandaşların Risk Algısı ve Hazırlık Durumu Üzerindeki Etkisi.*Atmosfer***2021**,*12*, 1537. [ÇaprazRef]
6. Zafeiratou, S.; Analitis, A.; Founda, D.; Giannakopoulos, C.; Varotsos, KV; Sismanidis, P.; Keramitsoglou, I.; Katsouyanni, K. Yüksek Ortam Sıcaklığının Ölüm Oranı Üzerindeki Etkisindeki Mekansal Değişkenlik: Büyük Atina Bölgesi İçinde Belediye Düzeyinde Bir Analiz. *Uluslararası J. Çevre Araştırması Halk Sağlığı***2019**,*16*, 3689. [ÇaprazRef] [PubMed]
7. Parliari, D.; Cheristanidis, S.; Giannaros, C.; Keppas, SC; Papadogiannaki, S.; de'Donato, F.; Sarras, C.; Melas, D. Yunanistan Selanik Kentsel Alanında Görünür Sıcaklığın Neden-Spesifik Ölüm Oranları Üzerindeki Kısa Vadeli Etkileri.*Atmosfer***2022**,*13*, 852. [ÇaprazRef]
8. Bojinski, S.; Verstraete, M.; Peterson, TC; Richter, C.; Simmons, A.; Zemp, M. İklim Araştırmaları, Uygulamaları ve Politikalarını Destekleyen Temel İklim Değişkenleri Kavramı.*Boğa. Am. Meteorol. Soc.***2014**,*95*, 1431.
9. Avrupa İklim Durumu 2023, Copernicus İklim Değişikliği Servisi (C3S), 2024. Çevrimiçi olarak mevcuttur:<https://climate.copernicus.eu/esotc/2023>(3 Eylül 2024'te erişildi). [ÇaprazRef]
10. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli.*İklim Değişikliği 2021: Fiziksel Bilim Temeli. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin Altıncı Değerlendirme Raporuna Çalışma Grubu I'nın Katkısı*, Cambridge University Press: Cambridge, İngiltere, 2021. [ÇaprazRef]
11. Lionello, P.; Scarascia, L. Akdeniz Bölgesinde Son Dönemdeki İklim Değişikliği ve Çevresel ve Toplumsal Etkileri.*Bölge. Çevre. Değişim***2018**,*18*, 573–586.
12. Zittis, G.; Almazroui, M.; Alpert, P.; Ciais, P.; Cramer, W.; Dahdal, Y.; Fnais, M.; Francis, D.; Hadjinicolaou, P.; Howari, F.; ve diğerleri. Doğu Akdeniz ve Ortadoğu'da iklim değişikliği ve hava aşırılıkları.*Sayın Geofiz.***2022**,*60*, e2021RG000762. [ÇaprazRef]
13. Urdiales-Flores, D.; Zittis, G.; Hadjinicolaou, P.; Osipov, S.; Klingmüller, K.; Mihalopoulos, N.; Kanakidou, M.; Economou, T.; Lelieveld, J. Akdeniz iklim tipi bölgelerde hızlandırılmış ısınmanın etkenleri.*npj İklim. Atmosfer. Bilim.***2023**,*6*, 97. [ÇaprazRef]
14. Founda, D.; Giannakopoulos, C.; Pierros, F.; Kalimeris, A.; Petrakis, M. Atina'da 2,5 yüzyıllık bir süre boyunca yağış değişkenliğini gözlemledi ve tahmin etti.*Atmosfer. Bil. Lett.***2013**,*14*, 72–78. [ÇaprazRef]
15. Lagouvardos, K.; Papavasileiou, G.; Papagiannaki, K.; Dafis, S.; Galanaki, E.; Giannaros, TM; Koletsis, İ.; Kotroni, V. Bölgesel yağış indeksi: Yunanistan üzerinden yöntem analizi ve uygulaması.*Atmosfer. Bil. Lett.***2023**,*24*, e1184. [ÇaprazRef]
16. Munoz-Sabater, J.; Dutra, E.; ağustosBen-Panareda, A.; Albergel, C.; Arduini, G.; Balsamo, G.; Bousetta, S.; Choulga, M.; Harrigan, S.; Hersbach, H.; ve ark. ERA5-land: Arazi uygulamaları için son teknoloji ürünü küresel yeniden analiz veri seti.*Dünya Sistemi Bilimi Verileri***2021**,*13*, 4349–4383. [ÇaprazRef]
17. Varlas, G.; Stefanidis, K.; Papaioannou, G.; Panagopoulos, Y.; Pytharoulis, I.; Katsafados, P.; Papadopoulos, A.; Dimitriou, E. ERA5 İklim Yeniden Analiz Verilerini Kullanarak 1950'lerden Bu Yana Yunanistan'daki Yağış Eğilimlerini Çözmek.*İklim***2022**,*10*, 12. [ÇaprazRef]
18. Founda, D.; Katavoutas, G.; Pierros, F.; Mihalopoulos, N. Atina'daki (Yunanistan) sıcak hava dalgalarının özelliklerinde iklimsel ve biyoklimatik endekslere dayalı çoklu tanımlamalara göre yüz yıllık değişimler.*Küre. Gezegen. Değişim***2022**,*212*, 103807. [ÇaprazRef]
19. Papakostas, KT; Zagana-Papavasileiou, P.; Mavromatis, T. Atina ve Selanik, Yunanistan için 3 on yıllık sıcaklık verilerinin analizi—Impact of temperature changes on energy consumption for heating and cooling of buildings. Uluslararası Konferans ADAPTtoCLIMATE Bildirilerinde, Lefkoşa, Kıbrıs, 27–28 Mart 2014.
20. Mamara, A.; Argiriou, AA; Anadranistakis, M. Homojenize edilmiş verilere dayalı Yunanistan'daki ortalama hava sıcaklığının son trend analizi.*Teori. Uygulama. Klimatoloji***2016**,*126*, 543–573. [ÇaprazRef]
21. Muñoz Sabater, J. ERA5-1981'den günümüze kara saatlik verileri. Copernicus İklim Değişikliği Servisi (C3S) İklim Veri Deposu (CDS).*Dünya Sistemi Bilimi Verileri***2021**,*13*, 4349–4383.

22. Sheridan, SC; Lee, CC; Smith, ET Aşırı sıcaklık olaylarının tanımlanmasında istasyon gözlemleri ile yeniden analiz verileri arasında bir karşılaştırma *Geophys. Karar Lett.***2020**, *47*, e2020GL088120. [[ÇaprazRef](#)]
23. Zhao, P.; He, Z. Çin Qilian Dağları Üzerinde ERA5-Arazi Yeniden Analiz Sıcaklık Ürününün İlk Değerlendirmesi. *Ön. Dünya Bilimi.* **2022**, *10*, 907730. [[ÇaprazRef](#)]
24. Gomis-Cebolla, J.; Rattayova, V.; Salazar-GalAn, S.; Frankes, F. İspanya'daki ERA5 ve ERA5-Land yeniden analiz yağış veri kümelerinin değerlendirilmesi (1951–2020). *Atmosfer. Çözüm.***2023**, *284*, 106606. [[ÇaprazRef](#)]
25. Merchant, CJ; Embury, O.; Bulgin, CE; Block, T.; Corlett, GK; Fiedler, E.; Good, SA; Mittaz, J.; Rayner, NA; Berry, D.; ve diğerleri. İklim uygulamaları için 1981'den bu yana deniz yüzeyi sıcaklığının uydu tabanlı zaman serisi. *Bilim. Veri***2019**, *6*, 223. [[ÇaprazRef](#)] [[PubMed](#)]
26. Galanaki, E.; Giannaros, C.; Kotroni, V.; Lagouvardos, K.; Papavasileiou, G. 1950'den 2020'ye kadar Yunanistan'daki Isı Dalgaları Karakteristiklerinin Uzaysal-Zamansal Analizi. *İklim***2022**, *11*, 5. [[ÇaprazRef](#)]
27. Pantavou, K.; Kotroni, V.; Kyros, G.; Lagouvardos, K. Evrensel Termal İklim Endeksi'ne (UTCI) dayalı Yunanistan'daki termal biyoiklim ve 2021 ve 2023 sıcak hava dalgalarına ilişkin öngörüler. *Teori. Uygulama. Klimatoloji.***2024**, *155*, 6661–6675. [[ÇaprazRef](#)]
28. Lagouvardos, K.; Karagiannidis, A.; Dafis, S.; Kalimeris, A.; Kotroni, V. İanos — Akdeniz'de Bir Kasırga. *Boğa. Am. Meteorol. Soc.* **2022**, *103*, E1621–E1636. [[ÇaprazRef](#)]
29. NOAA Ulusal Çevresel Bilgi Merkezleri, Yıllık 2023 için Aylık Küresel İklim Raporu. Ocak 2024. Çevrimiçi olarak mevcuttur: <https://www.ncei.noaa.gov/access/monitoring/monthly-report/global/202313/supplemental/page-3> (20 Ağustos 2024'te erişildi).
30. Hatsuzuka, D.; Sato, T. Hokkaido'da mevcut ve gelecekteki aşırı yağışlara SST'nin etkisi hava desenleri dikkate alınarak araştırıldı. *J. Geophys. Res. Atmos.***2022**, *127*, e2021JD036120. [[ÇaprazRef](#)]
31. Christensen, JH; Hewitson, B.; Busuioac, A.; Chen, A.; Gao, X.; Held, I.; Jones, R.; Kolli, RK; Kwon, W.-T.; Laprise, R.; ve diğerleri. Bölgesel iklim projeksiyonları. *İklim Değişikliği 2007: Fiziksel Bilim Temeli. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin Dördüncü Değerlendirme Raporuna Çalışma Grubu I'nın Katkısı*, Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, KB, Tignor, M., Miller, HL, Editörler; Cambridge University Press: Cambridge, İngiltere; New York, NK, ABD, 2007.
32. Deque, M.; Rowell, D.; Luthi, D.; Giorgi, F.; Christensen, J.; Rockel, B.; Jacob, D.; Kjellstrom, E.; De Castro, M.; Van Den Hurk, B. Avrupa için bölgesel iklim simülasyonlarının karşılaştırılması: Model projeksiyonlarındaki belirsizliklerin değerlendirilmesi. *Tırmanış. Değişim.***2007**, *81*, 53–70. [[ÇaprazRef](#)]
33. Tolika, K.; Maheras, P.; Tegoulas, I. 2007'de Yunanistan'daki aşırı sıcaklıklar: Bu bir "geleceğe dönüş" olabilir mi? *Jeofizik. Res. Lett.***2009**, *36*, L10813. [[ÇaprazRef](#)]
34. Pastor, F.; Valiente, JA; Khodayar, S. Isınan Akdeniz: 38 Yıllık Artan Deniz Yüzeyi Sıcaklığı. *Uzaktan Algılama* **2020**, *12*, 2687. [[ÇaprazRef](#)]
35. Pörtner, HO; Knust, R. İklim değişikliği, termal toleransın oksijen sınırlaması yoluyla deniz balıklarını etkiler. *Bilim***2007**, *315*, 95–97. [[ÇaprazRef](#)] [[PubMed](#)]
36. Scharack, JP; Franke, F. İklim değişikliği ışığında teleost bağırsıklığı üzerinde sıcaklığın etkileri. *J. Balık Biyolojisi.***2022**, *101*, 780–796. [[ÇaprazRef](#)] [[PubMed](#)]
37. Atalah, J.; Ibañez, S.; eksenelA,L.; Berber, X.; SAnchez-Jerez, P. Batı Akdeniz'deki deniz sıcak hava dalgaları: Kıyı su ürünleri yetiştiriciliğine adaptasyon için hususlar. *Su ürünleri yetiştiriciliği***2024**, *588*, 740917. [[ÇaprazRef](#)]
38. Deitch, MJ; Sapundjieff, MJ; Feirer, ST Dünya Akdeniz İklim Bölgelerindeki Yağış Değişkenliğinin ve Eğilimlerinin Karakterizasyonu. *su***2017**, *9*, 259. [[ÇaprazRef](#)]
39. Chiaravalloti, F.; Caloiero, T.; Coscarelli, R. İtalya'da Yağış Trend Analizi İçin Uzun Vadeli ERA5 Veri Serisi. *Hidroloji* **2022**, *9*, 18. [[ÇaprazRef](#)]

Yasal Uyarı/Yayınçının Notu: Tüm yayınlarda yer alan ifadeler, görüşler ve veriler yalnızca bireysel yazar(lar) ve katkıda bulunan(lar)a aittir ve MDPI ve/veya editör(ler)e ait değildir. MDPI ve/veya editör(ler), içerikte atıfta bulunulan herhangi bir fikir, yöntem, talimat veya üründen kaynaklanan herhangi bir kişi veya mal yaralanmasından sorumlu değildir.