



İklim değişikliğinin Akdeniz'deki su kaynaklarına etkileri

Yves Tramblay¹&Maria Carmen Llasat²&Christophe Randin³&Erika Coppola⁴

Çevrimiçi olarak yayımlandı: 1 Temmuz 2020

Springer-Verlag GmbH Almanya, Springer Nature 2020'nin bir parçası

Her zamankinden daha fazla, iklim prizmasında çevrenin ve insan toplumlarının yörüngesini ve tarihi ve biyolojik çeşitlilik açısından en zengin bölgelerden birinde evrimini anlama ve tahmin etme ihtiyacı var. Gerçekten de, küresel ısınma Akdeniz bölgesinde dünyanın diğer bölgelerine göre daha hızlı gerçekleşiyor ve sıcaklıklarda ve yağışta belirgin değişikliklere neden oluyor, ancak aynı zamanda diğer iklim değişkenlerinde de (Lionello ve Scarascia²⁰¹⁸). Tarım, enerji üretimi veya su kaynakları gibi farklı sektörlerdeki bu iklim değişikliğinin potansiyel etkilerinin yanı sıra olası toplumsal yankılarının da değerlendirilmesine yönelik güçlü bir ihtiyaç vardır. Özellikle Akdeniz havzasının güneyinde ve doğusunda yer alan ülkeler için potansiyel etkiler çok güçlü olabilir (Cramer ve diğerleri.²⁰¹⁸). Bu bağlamda, MISTRALS (Bölgesel ve Yerel Ölçeklerde Akdeniz Entegre Çalışmaları) girişimi 2008 yılında başlatılmış ve 2020 yılında sona ermiştir.¹MISTRALS programı, bu bölgedeki küresel değişimlerin etkisini daha iyi anlamak ve bir yüzyıl boyunca evrimini öngörmek amacıyla Akdeniz havzası ve çevresinin incelenmesine adanmıştır. 1000'den fazla

Akdeniz'in farklı ülkelerinden gelen bilim insanları, deniz ve kara ekosistemleri, balıkçılık, iklim, jeoloji, tarım, tatlı su bulunabilirliği, ekonomi ve sosyoloji gibi çok çeşitli bilimsel alanları kapsayan farklı MISTRALS programlarına katılıyor.

Bu Topikal Koleksiyon, Ekim 2017'de Fransa'nın Montpellier kentinde düzenlenen uluslararası bir konferanstan gelen katkıları içerir. Bu konferansın amacı, çeşitli MISTRALS programları kapsamında Akdeniz bölgesinde iklim değişikliği etkileri üzerine üretilen son sonuçları sunmak ve ayrıca iklim modelleyicileri ile iklim değişikliği etkileri üzerinde çalışan farklı bilimsel topluluklar arasındaki etkileşimleri geliştirmektir. Bu Topikal Koleksiyondaki makaleler, konferans sırasında ele alınan konuların çeşitliliğini temsil etmektedir. Üç ana kategoride düzenlenebilirler: ilki artan kuraklıkla karşı karşıya kalan yeraltı suyu kaynaklarının sürdürülebilirliğiyle ilgili, ikincisi ana iklim itici güçleriyle ilgili ve üçüncüsü su kaynakları ve tarım üzerindeki etkileriyle ilgilidir.

¹MISTRALS, CNRS-INSU tarafından yönetildi ve ADEME (Agence de la transition écologique), CEA (Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives), INRAE (Institut National de Recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement), CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique) tarafından finanse edildi. IFREMER (Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer), IRD (Institut de recherche pour le développement), Météo-France.

Bu makale, Topikal Koleksiyonun bir parçasıdır. Akdeniz'de iklim değişikliğinin etkileri

* Yves Tramblay
yves.tramblay@ird.fr

¹ HydroSciences Montpellier, Üniv. Montpellier, CNRS, IRD, Montpellier, Fransa

² Uygulamalı Fizik Bölümü, Barselona Üniversitesi, 08028 Barselona, İspanya

³ Ekoloji ve Evrim Bölümü, Lozan Üniversitesi, CH-1015 Lozan, İsviçre

⁴ Uluslararası Teorik Fizik Merkezi, Trieste, İtalya

Yeraltı su kaynaklarının sürdürülebilirliği

Gonçalvès ve diğerleri (2020) Cezayir, Tunus ve Libya'ya yayılmış Kuzey-Batı Sahra Akifer Sistemi'nin akifer dolumunun uzun vadeli bir değerlendirmesini sağlar. Yerçekimi Kurtarma ve İklim Deneyi'nden (GRACE) alınan verileri kullanarak, 1950 ile 2016 arasındaki akifer dolumunu yeniden yapılandırdılar ve su çekimleriyle karşılaştırdılar. Çoğunlukla tarımsal amaçlar için 1975-1980'de başlayarak, su çekimlerinin dolum oranlarını aştığı yeraltı suyunun sürdürülemez bir şekilde sömürüldüğünü gözlemlediler. Bölgede gelecekte yağışta azalma ve nüfus artışı olduğunu gösteren en güncel projeksiyonlar göz önüne alındığında, bu sonuçlar mevcut sulama uygulamalarının optimize edilmesini gerektiriyor.

Fas'ın Atlas Dağları'nda bulunan Azigza Gölü'ne odaklanan Adallal ve ark. (2019) meteorolojik ölçümler ve yağış ile göl ve kaynak seviyelerinin izotopik analizlerine dayalı bir kütle dengesi modeli geliştirdi.

Analizleri, gölün su dengesinde yeraltı suyu değişim süreçlerinin önemini ortaya koyuyor ve bu, yağışın yıllık değişkenliğiyle güçlü bir şekilde modüle edilebiliyor. Son on yılların hakim kurak iklim koşulları altında, bu model, Akdeniz ülkelerinde yaygın olan ve su kaynaklarına önemli bir katkı sağlayan böyle bir Karstik sistemin işleyişini daha iyi anlamak için faydalıdır.

Artan kuraklığa doğru iklimsel etkenler

Raymond ve diğerleri (2019) Med-CORDEX bölgesel iklim simülasyonları topluluğunu kullanarak farklı iklim senaryoları altında kurak dönemlerin tüm Akdeniz'i kapsayan bir analizini sunar. Aylık bazda hesaplanan standart kuraklık endekslerine alternatif olarak, analizleri, yağışlı kış mevsiminde meydana geldiğinde tarım ve bitki örtüsü üzerinde güçlü etkilere sahip olabilen ardışık kurak günlerin uzun dizilerine dayanmaktadır. İncelenen her iki iklim senaryosu için, RCP4.5 ve RCP8.5, sonuçları, mekansal yayımlarıyla birlikte artan sayıda olay ve çok uzun kurak dönemlerin süresini göstermektedir. Tahmin edilen değişiklikler, Akdeniz havzasının en kurak bölgeleri arasında yer alan Kuzey Afrika, Güney İspanya ve Orta Doğu bölgeleri için en önemlidir.

Drobinski ve ark. (Gözlemlenen ve simüle edilen bu değişikliklerin nedenlerini analiz ederek) (2020) sıcaklık ve nem değişimleri üzerindeki kara yüzeyi ve dinamik süreçlerin kontrollerini değerlendirmek için Euro-CORDEX ve Med-CORDEX simülasyonlarından oluşan bir topluluk kullandı. Karada ısınma ve kuruma tüm bölge için öngörülmüştür ancak yüksek mekansal değişkenlikle. Kuruma karada sıcaklık artışından kaynaklanır ancak Akdeniz havzasının kuzey kısımlarındaki toprak nemi bu etkiyi azaltabilir. Ancak, ısı düşüklüklerinin daha sık görülmesi, en kurak bölgelerde nem taşınımını önleyerek kurumayı daha da kötüleştirebilir. Bu bölgelerde, daha sık ve şiddetli sıcak hava dalgalarının insan sağlığı için artan bir tehdit oluşturması beklenmektedir.

Su kaynakları ve tarım üzerindeki etkiler

İklim değişikliklerinin su kaynakları üzerindeki etkileri, iklim modelleri ve hidrolojik modeller birleştirilerek analiz edilmiştir. Dakhlou ve ark. (2020) Tunus'ta gelecekteki hidrolojik projeksiyonlar üzerinde evapotranspirasyonun etkisini, hidrolojik modellerin girdileri olarak farklı potansiyel evapotranspirasyon (PET) formülasyonlarını karşılaştırarak araştırdı. Sonuçları, farklı PET formüllerinin benzer hidrolojik projeksiyonlar sağladığını ve RCP4.5 ve 8.5 senaryoları altında Euro-CORDEX simülasyonları ile yüzey suyu kaynaklarının azaltılmasına işaret ettiğini gösterdi. Gerçekten de, bu yarı kurak su-

sınırlı havzalarda, yağış değişimleri, buharlaşma değişimlerinden daha fazla su bulunabilirliği üzerinde etkiye sahiptir. Bu çalışma, birçok havzada gözlemlenen verilerin eksikliğinin daha karmaşık PET denklemlerinin kullanımını engellediği bu bölgede iklim değişikliği etki çalışmaları için basit sıcaklık tabanlı PET formüllerinin uygulanabileceğini göstermektedir.

Akdeniz bölgelerindeki farklı tarımsal üretimler arasında şaraplık üzüm, özellikle Fransa, İtalya ve İspanya'da önemli bir ekonomik sektördür. Cardell ve ark. (2019) Avrupa'da üzüm şarabı üretiminin gelecekteki uygunluğunu, Euro-CORDEX topluluğundan alınan önyargı düzeltilmiş bölgesel iklim modeli simülasyonlarından oluşan bir topluluk kullanarak analiz etti. İklim modeli çıktılarıyla asma fenolojisiyle ilgili çeşitli biyoklimatik endeksler hesapladılar. Sonuçları, Güney Avrupa'da üzüm asması üretiminin tüm iklim senaryolarında olumsuz etkilenme olasılığının yüksek olduğunu, büyüme mevsimi boyunca daha yüksek sıcaklık ve kuruluğa bağlı olarak kalitede bir azalma olduğunu ve ayrıca bitkinin su gereksinimlerini artırdığını gösterdi.

Schilling ve diğerleri (2020) Kuzey Afrika'da bulunan ülkelerin (Cezayir, Mısır, Libya, Fas ve Tunus) iklim değişikliğine karşı kırılganlıklarını, bu değişikliklere maruz kalma, su kaynakları ve uyum kapasitesi temelinde inceledi. Analizleri, ülkelerin sosyo-ekonomik bağlamına bağlı olarak iklim değişikliğine karşı çeşitli dayanıklılık derecelerini ortaya koydu. Genel olarak, iklim değişikliği etkilerinin nüfus artışıyla birleşimi, önümüzdeki yıllarda bu ülkeler için büyük bir zordur ve bu durum dolaylı olarak sosyal istikrarsızlığın itici güçleri haline gelebilir. Bu bölgede iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini azaltmanın bir yolu, yağmurla beslenen tarıma olan bağımlılığı azaltmak ve sürdürülebilir arazi planlamasını ve uyum kapasitesini teşvik etmek olabilir. Ayrıca, yeterli yönetim uygulamalarının yayılmasını kolaylaştırmak için alt ulusal düzeyler de dahil olmak üzere uyum stratejileri konusunda daha iyi bir bölgesel iş birliğine ihtiyaç vardır.

Sonuçlar ve gelecekteki yollar

Akdeniz ekobölgelerinin yüksek çeşitliliği ve kırılganlığı göz önüne alındığında, bu Topikal Koleksiyondan elde edilen sonuçlar, gelecekteki yörüngelerini modelleme ve tahmin etme sırasında iklim ve sosyo-ekolojik sistemler arasındaki iki yönlü etkileşimlerin ve geri bildirim döngülerinin daha iyi bir şekilde entegre edilmesini gerektirir. Bu bağlamda, modelleme ve Dünya gözlem sistemleriyle büyük ölçekli izlemeyi içeren uyarlanabilir ve yinelemeli döngüler, model projeksiyonlarının doğrulanmasına yardımcı olmalı ve karar alma süreçlerine entegre olmaları için onlara daha fazla güvenilirlik kazandırmalıdır.

İklim değişikliğinin Akdeniz sosyo-ekolojik sistemleri üzerindeki etkilerini model simülasyonlarında tasvir etmek bütünsel yaklaşımlar gerektirir ve iklim ve etki modellerini birleştirerek elde edilebilir. Bu Topikal Koleksiyondan elde edilen sonuçlar, iklim uçlarının artan yoğunluğunu ve değişkenliğini önermektedir

Yirmi birinci yüzyıl için. Bu nedenle, iklim aşırılıkları ve değişkenliğinin sosyo-ekolojik sistemlerin dayanıklılığı üzerindeki etkisinin gerçekçi ve eşleştirilmiş modeller kullanılarak değerlendirilmesine ihtiyaç vardır. Bu tür gerçekçi projeksiyonlar, Akdeniz havzasındaki ülkeler arasında ve içinde bölgesel koordinasyon ve uyum stratejilerine ilişkin iş birliğine yardımcı olmak ve devam eden ve gelecekteki çevre politikalarının etkinliğini ve verimliliğini artırmak için kullanılabilir.

Referanslar

- Adallal R, Vallet-Coulomb C, Vidal L, Benkaddour A, Rhoujjati A, Sonzogni C (2019) Akdeniz iklimi altında Fas Orta Atlası'ndaki Azigza Gölü'nün göl suyu ve izotop kütle dengesi değişimlerinin modellenmesi. *Reg Environ Chang* 19:2697–2709. <https://doi.org/10.1007/s10113-019-01566-9>
- Cardell MF, Amengual A, Romero R (2019) İklimin gelecekteki etkileri Avrupa çapında şaraplık üzüm üretiminin uygunluğundaki değişim. *Reg Environ Chang* 19:2299–2310. <https://doi.org/10.1007/s10113-019-01502-x>
- Cramer W, Guiot J, Fader M, Garrabou J, Gattuso JP, Iglesias A, Lange MA, Lionello P, Llasat MC, Paz S, Peñuelas J, Snoussi M, Toreti A, Tsimplis MN, Xoplaki E (2018) İklim değişikliği ve birbirine bağlı Akdeniz'de sürdürülebilir kalkınmaya yönelik riskler. *Nat Clim Chang* 8:972–980. <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0299-2>
- Seibert J, Hakala K (2020) Deşarj projeksiyonunun hassasiyeti Kuzey Tunus'taki potansiyel buharlaşma-terleme tahminine yönelik öneriler. *Reg Environ Chang* 20:34. <https://doi.org/10.1007/s10113-020-01615-8>
- Drobinski P, Da Silva N, Bastin S, Mailler S, Muller C, Ahrens B, Christensen OB, Lionello P (2020) Yirmi birinci yüzyılın sonunda Akdeniz bölgesi ne kadar sıcak ve kuru olacak? *Reg Environ Chang* 20:78. <https://doi.org/10.1007/s10113-020-01659-w>
- Gonçalvès J, Deschamps P, Hamelin B, Vallet-Coulomb C, Petersen J, Chekireb A (2020) Kuzey-Batı Sahra akiferlerinin yeniden beslenmesi ve sürdürülebilirliğinin yeniden ele alınması. *Reg Environ Chang* 20:47. <https://doi.org/10.1007/s10113-020-01627-4>
- Lionello P, Scarascia L (2018) İklim değişikliği ile Akdeniz bölgesi ve küresel ısınma. *Reg Environ Chang* 18: 1481–1493. <https://doi.org/10.1007/s10113-018-1290-1>
- Raymond F, Ullmann A, Trambly Y, Drobinski P, Camberlin P (2019) İklim değişikliği altında yağışlı mevsimde Akdeniz'deki aşırı kuraklıkların evrimi. *Reg Environ Chang* 19:2339–2351. <https://doi.org/10.1007/s10113-019-01526-3>
- Schilling J, Hertig E, Trambly Y, Scheffran J (2020) İklim değişikliği Kuzey Afrika'da kırılganlık, su kaynakları ve sosyal etkiler. *Reg Environ Chang* 20:15. <https://doi.org/10.1007/s10113-020-01597-7>
- Yayıncının notuSpringer Nature, yayınlanan haritalardaki yargı yetkisi iddiaları ve kurumsal bağlantılar konusunda tarafsızlığını korumaktadır.