



İklim Değişikliğinin Evrimsel Sürece Etkisi ve Bir Cinsin Yok Oluş Hikayesi: Afrika'nın Tek Yıllık Balıkları Nothobranchiuslar

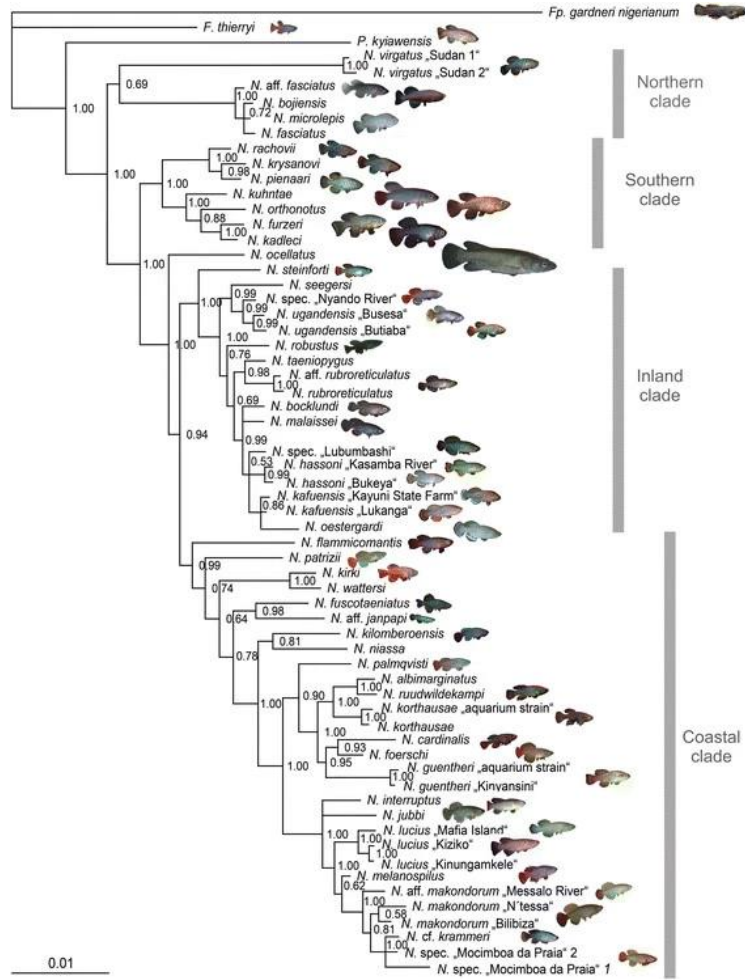
Tolga ELDURMAZ

Hisar Okulları Coğrafya Öğretmeni

tolga.eldurmaz@hisarschool.k12.tr

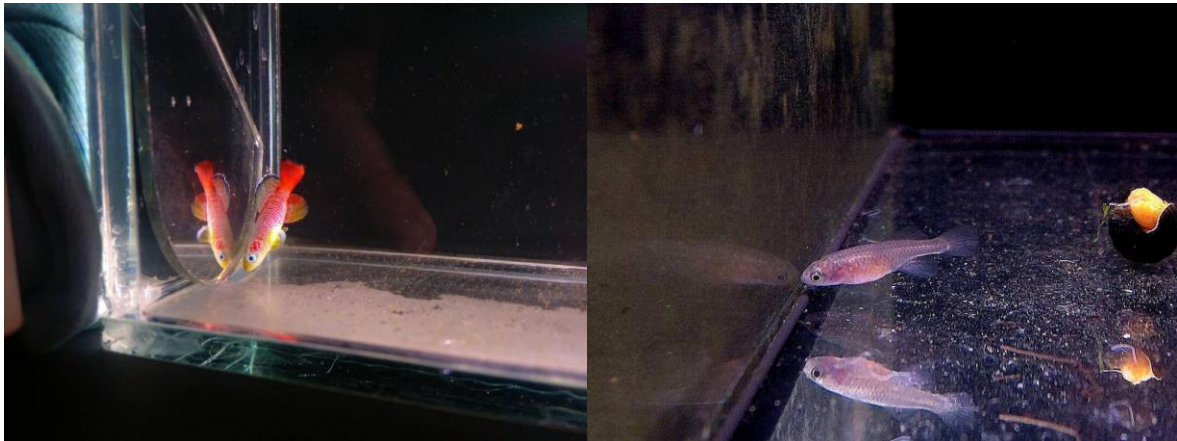
Pek çok insan hayatının bir döneminde akvaryum hobisiyle uğraşmış ya da uğraşan insanlarla tanışmıştır. En basit şekilde şehir hayatının stresinden uzaklaşmak için dinlendirici etkisiyle evlere kurulan akvaryumlarda çeşitli ekipmanlar sayesinde oluşturulan kapalı bir ekosistem içerisinde insanların seyir zevkine göre seçtikleri balıkların yüzüşünü izlemek şeklinde tanımlansa da yeterince bilgi sahibi olunmadan kalkışılan çoğu işte olduğu gibi akvaryum hobisi de pek çok insan canlı kayıplarıyla ya da kötü kokan bir akvaryumla bu güzel hobiden soğumaktadır. Bu yazıda “doğru bir akvaryum nasıl kurulur?”, “hangi ekipmanları seçmeliyim?”, “hangi balıklar uyum içerisinde yaşar?”, “sürdürülebilir bir akvaryum için nasıl ve ne sıklıkla bakım yapmalıyım?” gibi sorulara cevap verilmese de uzun yıllardır bu hobiyi içli dışlı olan birisi olarak meraklılarına tek bir tavsiye vermek isterim: “Sakın mahallenizdeki akvaryumcuya güvenmeyin ve akvaryum ile ilgili forumlarda bolca okuma yapın”.

Peki konumuz ne? Bu yazıda benim de yıllardır beslediğim ve 11. sınıf seçmeli coğrafya dersinde biyoçeşitlilik, evrim ve adaptasyon konularını işlerken tanıttığım bir balık cinsinden ve bu canlıların evrimsel sürecindeki iklim etkisinden söz edeceğim. Nothobranchiuslar, yaygın olarak akvaryum hobisinde “killifish” adıyla bilinen Cyprinodontiformes takımının Aplocheilinae ailesine mensup bir balık cinsidir. Killifish ismi ise Doğu Afrika'ya emperyalist amaçlarla gelen sömürgeci Portekizliler tarafından “çamur balığı” anlamında konulmuş ve telaffuzu daha kolay olan bu isim taksonomideki karmaşık Latince ad yerine akvaryum hobisi içerisinde daha popüler olmuştur. Bu geniş tatlı su ailesinin küçük bir bölümünü oluşturan Nothobranchius cinsi balıklar, Doğu ve Güneydoğu Afrika'daki geçici habitatlarda yaşar. Yaşam döngüleri, çok hızlı olgunlaşma, birkaç haftadan aylara kadar kuluçka sonrası yaşam süresi ve kuru mevsimde hayatta kalmak için embriyonik diyapoz ile karakterize edilir (Terzibas Tozzini ve Cellerino, 2020). Bu nedenle Nothobranchius cinsine ait türler “tek yıllık killifishler” olarak anılır. Nothobranchius türü için Doğu ve Orta Afrika'da dağılmış 60'tan fazla tür (Resim 1) tanımlanmıştır (Cellerino, Valenzano ve Reichard, 2016).



Resim 1. Nothobranchius cinsi balıkların tür sınıflandırması (Dorn, Musilova, Platzer, Reichwald ve Cellero, 2014).

Tüm Nothobranchius türleri küçük (erkekler 7 cm, dişiler 5 cm) bir tatlı su balığı türü olup erkekleri oldukça güzel ve canlı renklere sahipken dişileri soluk gri ya da bej renklerine sahiptir (Resim 2).



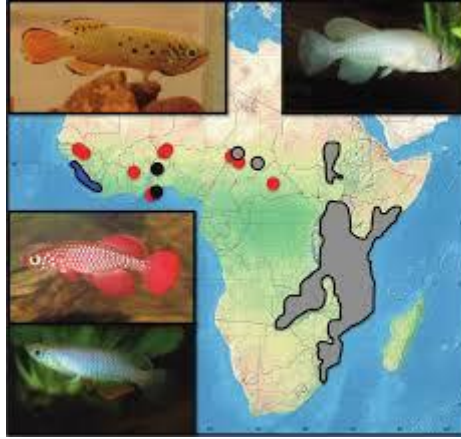
Resim 2. Nothobranchiuslarda (Nothobranchius guentheri Zanzibar) cinsiyet ayrımı



Herkes İçin Coğrafya

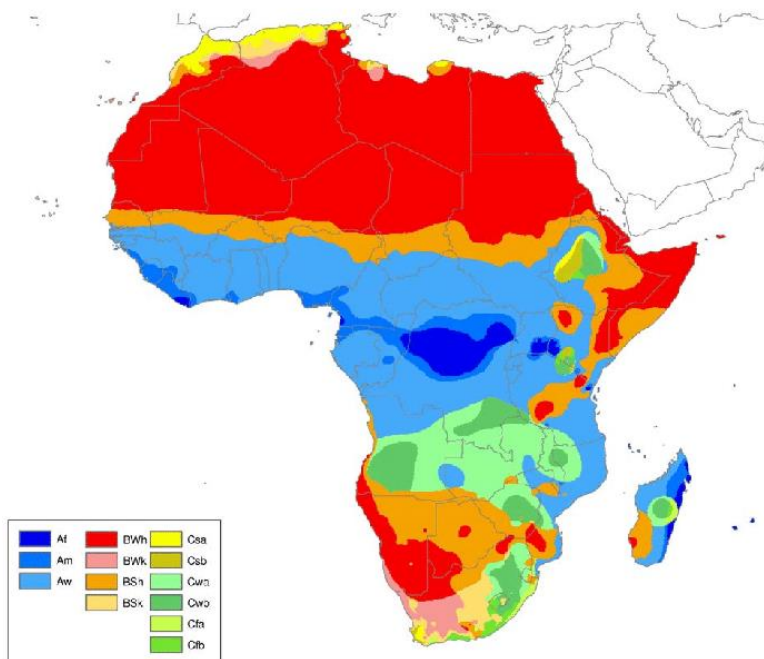
Sayı:14

Peki Nothobranchiusları bu yazının konusu haline getiren ne? Herhangi bir tatlı su balığı için en zorlu ve dinamik ortamlardan bazılarında yaşayan Nothobranchiuslar, hayatta kalabilmek için olağanüstü adaptasyonlar geliştirmek zorunda kalmıştır (Nunziata, 2018). İşte bu hayatta kalma kabiliyetleri Nothobranchiusları özel kılan özellikleridir. Nothobranchiuslar Afrika savanasındaki mevsimsel havuzlarda yaşamak üzere evrimleşmiştir (Harita 1) ve öngörülemeyen bir çevre ile başa çıkmak için bir dizi adaptasyon sergilemektedir (Vrtílek, M., Žák, J., Pšenička, M., ve Reichard, M. 2018).



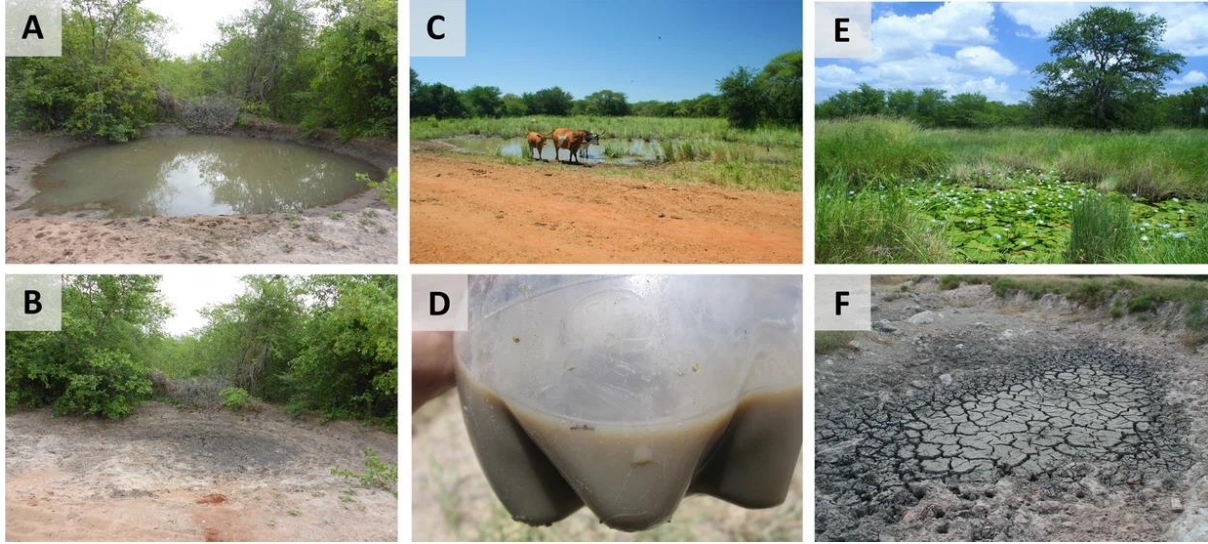
Harita 1. Nothobranchius cinsi balıkların genel dağılımı (Reichard, 2015)

Bu evrimsel süreçte en belirleyici olan doğal faktör ise lise ders kitaplarında “savan iklimi” olarak bilinen bariz kurak dönemin yaşandığı tropikal iklim koşulları belirleyici olmuştur (Harita 2). Nothobranchius'un dağılımı Doğu Afrika Rift Sistemi ile örtüşmektedir. Bu bölgenin jeolojik ve paleoiklimsel tarihi ayrıntılı olarak bilinmektedir. Özellikle Doğu Afrika'nın kuraklaşması ve otlak habitatlarının genişlemesi 8 milyon yıl önce ile başlamıştır (Dorn, Musilova, Platzer, Reichwald ve Cellerino, 2014). Bu uzun süre zarfı içerisinde Nothobranchiuslar doğal ortamda yaşanan değişimlere uyum sağlayarak günümüze kadar varlıklarını sürdürmüşlerdir.



Harita 2. Köppen İklim Sınıflandırmasına göre Afrika kıtasının makro iklim bölgeleri (Murray, Brian, Thomas, 2007)

İşte bu kurak mevsimin belirgin olduğu iklim sistemleri Nothobranchiusların yaşam döngüsü ve üreme biçimlerini derinden etkilemiştir. Nothobranchiusların büyük çoğunluğu mevsimlik yağışlarla beslenen, kurak dönemde ise büyük oranda ya da tamamen kuruyan göletlerde yaşar (Resim 3). Bu göletlerin tamamen kuruduğu dönemde balıklar ölür. Bu durum bu canlıların yaşamlarının sadece 1 yıl (kurak mevsimin uzunluğuna göre bazı türlerde daha da kısa) sürmesine neden olmuştur.



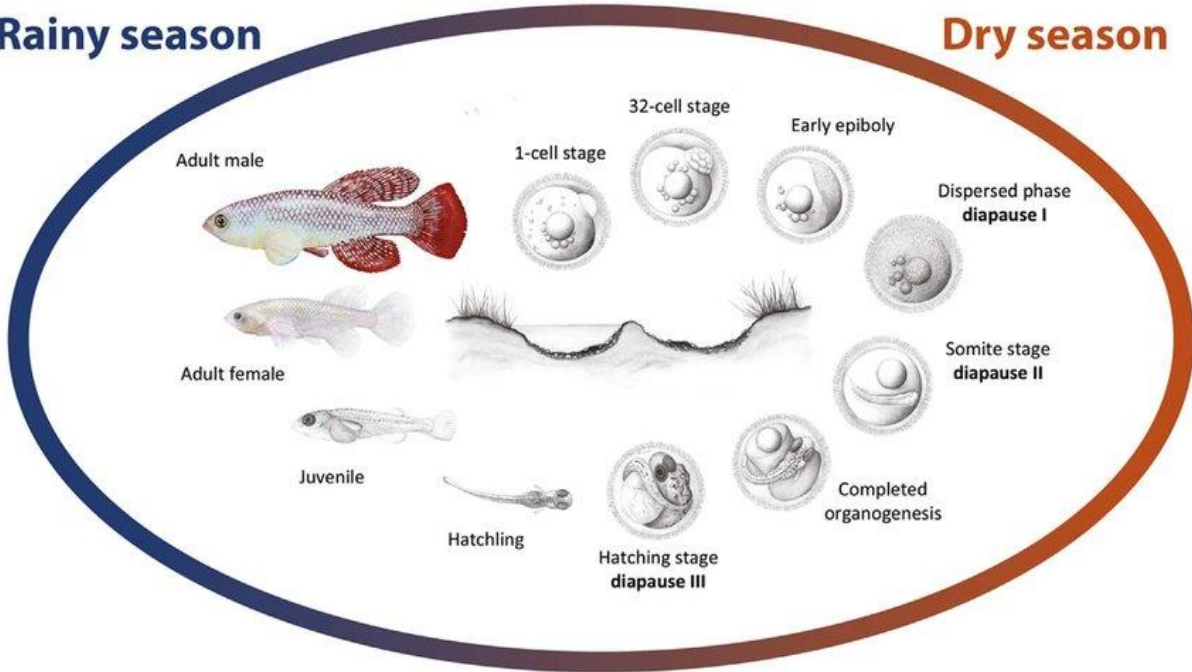
Resim 3. Nothobranchius furzeri türünün doğal yaşam alanı (Reichard ve Polačik, 2019)

Doğal ortamda kuraklık şiddeti düşük, kurak mevsimin kısa sürdüğü ya da akarsularla beslenen sulak alanlarda da balıkların 1 yılın sonunda öldükleri raporlanmıştır. Bu balıklar muhtemelen kuşlar tarafından avlanmaya, aşırı yüksek su sıcaklıklarına, sıcaklığa bağlı çözülmüş oksijen miktarındaki düşüşe, su kalitesinin düşmesine, besin kaynaklarının tükenmesine bağlı olarak ölmektedir. Esaret altında, akvaryum ortamında beslenen balıklar dahi 1 yıldan uzun çok nadir yaşamaktadır. Benim en uzun süre yaşatabildiğim Nothobranchius cinsi (Nothobranchius filammicomantis) balığım yumurtadan çıktıktan sonra 13 ay hayatta kaldı. Pek çok biyolog Nothobranchiusların doğal ortamdaki yaşam kalitesi sağlanmasına rağmen 1 yılın sonunda ölmesini hızlı yavru gelişiminin bir karşılığı olarak fizyolojik bozulmaya yenik düşmesine bağlamaktadır (Reichard, 2015). Gerçekten de bu kadar kısa süren bir hayata sahip oldukları için yumurtadan çıktıktan sonra inanılmaz hızlı bir gelişim gösteren Nothobranchiuslar genellikle 4 haftalıkken üreme olgunluğuna ulaşmaya başlar ve bu evreden sonra tek derdi kurak dönem başlayana kadar olabildiğince çok üremek ve fazlaca yumurta dölleyerek bir sonraki yağışlı dönem için türün soyunu devam ettirmektir. Bir akvaryum hobicisi olarak buraya parantez açmak istiyorum. Pek çok akvaryum balığı akvaryumdan kepçeyle yakalanıp poşetlenerek başka bir akvaryuma ya da hobicieye transfer edilirken ciddi bir stres yaşar. Ortalama 2 - 3 gün bu strese bağlı olarak yeni girdiği ortamda kaçma, zıplama, saklanma, renklerinin soluklaşması, hastalanma, kuyruk kısma, yem yememe gibi olumsuz durumlar yaşayarak yeni ortamına alışmaya çalışır. Bu kadar stresli bir canlının ise üremesi tabii ki beklenemez. Ancak defalarca Nothobranchiusları başka hobicilere taşıırken su dolu poşet içinde dahi ürediklerini, poşetin dibinin döllenen yumurtalarla dolu olduğunu gördüm. Bu örnekten üremenin bu hayvanların yaşam döngüsünde ne kadar önemli olduğu görülmektedir.

Nothobranchiuslar buldukları göletin tabanına bıraktıkları yumurtalar kurak dönemde kuru toprak içerisinde kalır. Pek çok balığın yumurtası bu gibi bir durumda yok olurken Nothobranchiusların yumurtaları içinde embriyo gelişimi sadece bu koşullar altında gerçekleşir. Örnek vermek gerekirse esaret altında akvaryumda üretilmiş bir Nothobranchius cinsi balığın yumurtası döllenmiş olsa bile gelişmeyecek ve bir süre sonra mantarlaşarak yok olacaktır. O nedenle Nothobranchius yetiştiricileri akvaryumlarının içerisinde toprak dolu bir kap bırakarak balıklarının onun içerisinde yumurtlamasını sağlar ve belirli aralıklarla bu kabın içindeki toprağı alarak içindeki yumurtaları kuluçkalar. Türün yaşadığı lokasyona bağlı olarak kurak mevsimin uzunluğu süresince (türe göre 4 hafta ile 36 hafta arası) devam eden kuluçkalama evresi esnasında yumurta içerisinde embriyo gelişimi tamamlanır (Resim 4).

Rainy season

Dry season

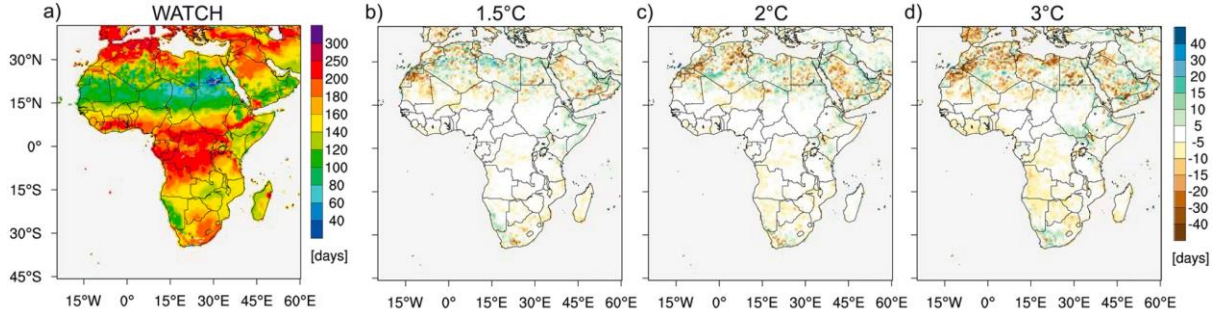


Resim 4. Nothobranchiusların yaşam döngüsü (Naumann ve Englert, 2018).

Kuluçka süresini tamamlayan yumurtalar suya konulduktan sonra 24 saat içerisinde açılmaya başlar. Ancak kuluçka süresini tamamlamamış bir yumurta erken suya konulursa bu yumurta yine mantarların hücumuna uğrayarak ölecek ve yavru balık oluşmayacaktır. Doğal süreçlerde bu durum kurak mevsimin ardından yağın yağmurla toprağın önce yumuşaması ardından da göletin tekrar su ile dolması ile gerçekleşir. Sadece yağmur sularıyla beslenen ve herhangi bir bağlantısı olmayan, kurak dönemde tamamen kurumuş olan bu göletler tekrar oluştuğundan kısa süre sonra içerisinde binlerce Nothobranchius yavrusu yüzmeye başlar. İşte bu hayat döngüsü coğrafya derslerinde bahsettiğimiz üzere iklimin evrimsel süreçler ve canlı adaptasyonu üzerindeki etkisine oldukça güzel bir örnektir. Ancak bu durum kısa sürede şekillenmiş, tesadüfi bir olay değildir. Daha önceden de bahsedildiği üzere Rift Vadisi üzerine yapılan araştırmalardan elde edilen bulgular Doğu Afrika'nın bugün savan iklimi olarak andığımız iklim şartlarına geçişi yaklaşık 8 milyon yıl önce başlamıştır. Yani Nothobranchiusların bu evrimleri oldukça eskiye dayanmaktadır. Killifishler özelinde bahsedecek olursak Orta Afrika Kongo Havzası ve Batı Afrika Nijer Havzası'nda bu gibi bir iklimsel değişimin yaşanmaması nedeniyle 3 - 4 yıl (esaret altında 5 yıla kadar) yaşayabilen killifish cinsleri yaşamlarını sürdürmüşlerdir. Chromaphyosemion, Aphyosemion, Funfulopanchax ve Epiplatys cinsi bu killifishlerin yumurtaları kuraklık ortamda kuluçkalama istemeden yumurtaları iki hafta içerisinde erginleşip yavru balığa dönüşebilmektedir. Doğu Afrika mevsimlik sulan alanlarının ekosistemi açısından oldukça önemli bir yer tutan Nothobranchiuslar binlerce yıldır zorlu doğa koşullarıyla bir şekilde başa çıksa da günümüzde

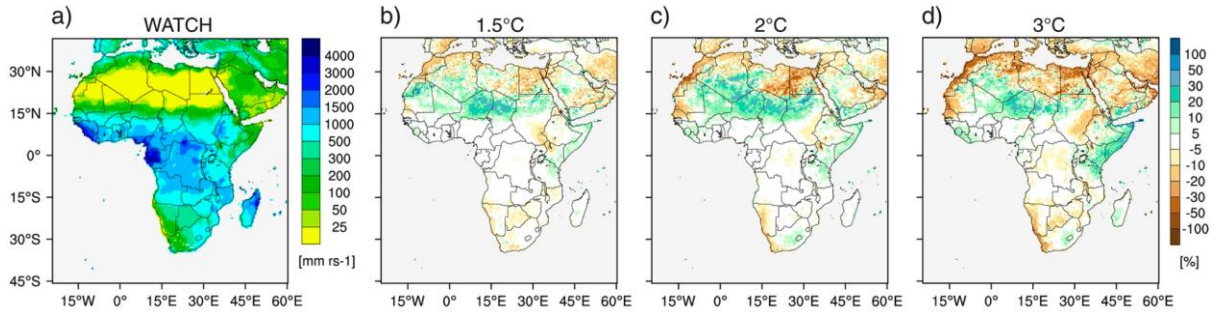
cinslerinin devamlılığını sağlamak adına oldukça zorlandıkları büyük bir tehdit ile karşı karşıyadır: İklim değişikliği.

Günümüzde pek çok yerde olduğu gibi iklim değişikliği etkilerini Afrika'da da oldukça net bir şekilde hissettirmektedir. Hava sıcaklıklarındaki artış, yıllık yağış miktarındaki azalış, kurak dönemle yaşanan uzama gibi bölgenin iklim dinamiklerinde yaşanan değişimler, yaşamı bu kadar iklime bağımlı bir cinsin varlığını derinden etkilemektedir. İklim değişikliği hakkında oluşturulan senaryolar kapsamında Doğu Afrika'da kurak dönemin daha uzun ve daha sıcak geçeceği öngörülmektedir (Harita 3).



Harita 3. (a) Referans dönemi (1971–2000) için WATCH veri setinden hesaplanan ortalama yağışlı sezon uzunluğu (günler). Bölgesel model grubu tarafından ortalama yağışlı sezon uzunluğu (günler) için öngörülen değişiklikler: (b) 1.5, (c) 2 ve (d) 3°C küresel ısınma senaryosu için medyanın mekansal dağılımı (Weber, Haensler, Rechid, Pfeifer, Eggert ve Jacob, 2018)

Aynı senaryolar kapsamında bölgede yıllık yağış ortalamalarında da düşüş beklenmektedir (Harita 4). Bu kapsamda daha az yağış ile daha oluşan daha küçük göletler daha uzun ve sıcak süren kurak dönemde daha hızlı kurumasına neden olacaktır.



Harita 4. (a) Referans dönemi (1971–2000) için WATCH veri setinden hesaplanan yağışlı mevsimlerdeki ortalama yağış miktarı (mm/rs). Bölgesel model topluluğu tarafından yağışlı mevsimlerde tahmini ortalama yağış değişiklikleri (%): (b) 1.5, (c) 2 ve (d) 3°C küresel ısınma senaryosu için medyanın mekansal dağılımı (Weber, Haensler, Rechid, Pfeifer, Eggert ve Jacob, 2018)

Bu bağlamda ortaya bu eşsiz yaşam döngüsüne sahip tatlı su balığı cinsinin yok olma tehlikesi ile doğrudan karşı karşıya kalmaktadır. Doğal ortamındaki değişim nedeniyle bu kadar kısa sürede adapte olması bir mucize olarak görülen Nothobranchius cinslerinin ilerleyen yıllarda sadece akvaryum hobicilerinin elinde bulunan bir tür olması beklenmektedir.

Kaynakça

Cellerino, A., Valenzano, D.R. and Reichard, M. (2016), From the bush to the bench: the annual Nothobranchius fishes as a new model system in biology. *Biol Rev*, 91: 511-533. <https://doi.org/10.1111/brv.12183>

Dorn, A., Musilová, Z., Platzer, M., Reichwald, K. ve Cellerino, A. (2014). The strange case of East African annual fishes: aridification correlates with diversification for a savannah aquatic group?. *BMC Evol Biol* 14, 210. <https://doi.org/10.1186/s12862-014-0210-3>



Murray, P., Brian, F., Thomas, M. (2007). Updated World Map of the Koppen-Geiger Climate Classification. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*. 4. 10.5194/hess-11-1633-2007.

Naumann, B. ve Englert, C. (2018). Dispersion/reaggregation in early development of annual killifishes: Phylogenetic distribution and evolutionary significance of a unique feature. *Developmental Biology*. 442. 10.1016/j.ydbio.2018.07.015.

Nunziata, C. (2018). Annual Killifish: A Story of Survival. *Tropical Fish Hobbyist Magazine*, Mayıs - Haziran Sayısı. Erişim adresi: <https://www.fhmagazine.com/articles/freshwater/annual-killifish-a-story-of-survival-full-article>

Reichard, M. (2015). The Evolutionary Ecology of African Annual Fishes. 10.1201/b19016-12.

Reichard, M., Polačik, M. (2019) The Natural History of Model Organisms: *Nothobranchius furzeri*, an 'instant' fish from an ephemeral habitat *eLife* 8:e41548 <https://doi.org/10.7554/eLife.41548>

Terzibası Tozzini, E., Cellerino, A. (2020). *Nothobranchius* annual killifishes. *EvoDevo* 11, 25. <https://doi.org/10.1186/s13227-020-00170-x>

Weber, T., Haensler, A., Rechid, D., Pfeifer, S., Eggert, B., ve Jacob, D. (2018). Analyzing regional climate change in Africa in a 1.5, 2, and 3°C global warming world. *Earth's Future*, 6, 643– 655. <https://doi.org/10.1002/2017EF000714>

Vrtílek, M., Žák, J., Pšenička, M., ve Reichard, M. (2018). Extremely rapid maturation of a wild African annual fish, *Current Biology*, Volume 28, Issue 15, Pages R822-R824, ISSN 0960-9822, <https://doi.org/10.1016/j.cub.2018.06.031>.