

İklim Değişikliği ve Arazi Kullanımının Etkileri

Tematik Bilgi Notu

İklim Haber – Ağustos 2019



GİRİŞ

İnsanlar, bağımlı olduğumuz toprağa bugüne kadar görülmemiş bir baskı uyguluyor. Bir yandan, Arazi bozulumu iklim değişikliğini tetikler, şiddetlendirirken, diğer bir yandan da iklim değişikliği de geniş ve kapsamlı etkiler, izler bırakıyor.

[Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli \(IPCC\)](#) tarafından Ağustos 2019'da yayımlanacak İklim Değişikliği ve Arazi konulu özel rapor¹, arazi kullanımı ve iklim değişikliği konusundaki güncel bilimsel verileri bir araya getiriyor. Rapor, iklim değişikliğinin toprağın geleceği açısından ne anlam ifade edeceğini ve insan toplulukları üzerindeki etkilerini detaylarıyla ele alıyor.

Bu tematik bilgi notu, ilgili özel raporun ele alacağı **kilit etkileri** aktarmayı amaçlıyor. Aynı bilimsel literatürü kullanan bu analiz, iklim değişikliği konusunda dört temel başlığa odaklanıyor: **Arazi-iklim etkileşimleri, arazi bozulumu, gıda sistemleri ve sıcaklık, kuraklık ve çölleşme**. Her bir konu başlığının küresel etkileri vurgulanırken, bölgeler üzerindeki etkilerine de değiniliyor.



¹ Raporun tam adı "Karasal Ekosistemlerde İklim değişikliği, Çölleşme, Arazi Bozulumu, Sürdürülebilir Arazi Yönetimi, Gıda Güvencesi ve Seragazları Değişimleri Özel Raporu"dur ("Special Report on Climate Change, Desertification, Land Degradation, Sustainable Land Management, Food Security, and Greenhouse Gas Fluxes in Terrestrial Ecosystems").

İçindekiler

1. Küresel Ölçekte Arazi-İklim Etkileşimleri ve Etkiler	4 -
Küresel Düzeyde Önem Teşkil Eden Arazi-İklim Etkileşimleri.....	4 -
Türkiye ve Avrupa'da Bölgesel Arazi-İklim Etkileşimleri	5 -
Afrika ve Asya'da Arazi-İklim Etkileşimleri.....	6 -
Kuzey ve Güney Amerika'da Toprak-İklim Etkileşimleri	6 -
2. Arazi Bozulumu	7 -
Arazi Bozulumunun Küresel Etkileri.....	7 -
Türkiye: Arazi Bozulumunun Etkileri.....	9 -
Afrika: Arazi Bozulumunun Etkileri	9 -
Asya: Arazi Bozulumunun Etkileri	9 -
Kuzey ve Güney Amerika: Arazi Bozulumunun Etkileri	10 -
3. Gıda Sistemleri	11 -
Arazi Baskılarının Gıda Sistemi Üzerindeki Küresel Etkileri	11 -
Türkiye ve Avrupa: Arazi Baskılarının Gıda Sistemi Üzerindeki Etkileri	12 -
Afrika: Arazi Baskılarının Gıda Sistemi Üzerindeki Etkileri.....	13 -
Asya: Arazi Baskılarının Gıda Sistemi Üzerindeki Etkileri.....	14 -
Kuzey ve Güney Amerika: Arazi Baskılarının Gıda Sistemi Üzerindeki Etkileri	15 -
4. Çölleşme ve Su Kıtlığı	16 -
Çölleşme ve Su Kıtlığının Küresel Etkileri	16 -
Türkiye ve Avrupa: Çölleşme ve Su Kıtlığının Etkileri.....	18 -
Afrika: Çölleşme ve Su Kıtlığının Etkileri	19 -
Asya: Çölleşme ve Su Kıtlığının Etkileri	19 -
Avustralya: Çölleşme ve Su Kıtlığının Etkileri	20 -
Kuzey ve Güney Amerika: Çölleşme ve Su Kıtlığının Etkileri.....	21 -

1. Küresel Ölçekte Arazi-İklim Etkileşimleri ve Etkiler

Toprak ve iklim arasında farklı zaman ölçeklerinde meydana gelen bir dizi karmaşık etkileşim bulunuyor. İlk olarak, iklim değişikliği **arazi kullanımını doğrudan etkiliyor**. Daha yüksek ortalama sıcaklıklar, yağış rejimindeki değişiklikler, yükselen deniz seviyeleri, aşırı hava olaylarının sıklığı ve yoğunluğundaki artışın hem doğrudan hem su kaynakları üzerindeki etkileri tarımsal üretim üzerinde önemli riskler oluşturuyor. İklim değişikliği, aşırı hava olayları dahil olmak üzere, hava modellerini [değiştirerek](#) ve bitki kaybı, yangın hasarı veya kıyasal ve permafrost bozulumuna yol açıyor.

Ancak arazi kullanımının da **iklim sistemi üzerinde çok önemli bir etkisi var**. Arazi kullanımı [önemli bir iklim değişikliği etkeni](#) – gezegenin karasal sistemleri seragazları saldıgı gibi, bunları emiyor ve toprak ve biyokütle içinde depoluyor. Toprak bozuluma uğradığı zaman depoladığı karbonu salıyor ve [seragazi emisyonlarını](#) artırıyor. Aynı zamanda tarım arazilerinin yönetimi, arazi kullanımındaki değişiklikler ve ormancılığın atmosferdeki seragazi yoğunluğunda önemli rolü bulunuyor. Bitki örtüsü ise gezegenin albedosunu (toprak yüzeyinden yansıyan enerjinin, gelen enerjiye oranı) artırarak ya da azaltarak ve de hava ve [yağmur modellerini](#) değiştirerek iklimi etkiliyor.

Toprak ve iklim arasındaki bu iki yönlü ilişkilere çoğu zaman “[geri besleme](#)” adı veriliyor ve bunlar arazi değişikliklerinin iklim değişikliğini nasıl artıracakı veya azaltacağını açıklıyor. Bu bölüm, bu değişikliklerin küresel ve bölgesel iklimi nasıl etkilediğini ve iklimin toprağı nasıl değiştirdiğini gösteren somut örneklere odaklanarak, bu iklim-toprak etkileşimlerinin bazı temel etkilerini ele alıyor. Bu bölüm etkilerin genel olarak yerel bağlam ve arazi [yönetimi](#) uygulamalarına bağlı olduğunu ortaya koyuyor.

Küresel Düzeyde Önem Teşkil Eden Arazi-İklim Etkileşimleri

- **Ormansızlaşmanın** sıcaklık üzerindeki küresel ve bölgesel etkileri bölge, orman türü ve mevsime göre farklılık gösteriyor. Örneğin, ormansızlaşmanın [ılıman ve boreal](#) (kuzey) bölgelerde soğutucu bir etkisi olması beklenirken, tropikal bölgelerde [daha sıcak](#) ve kuru şartlara yol açması öngörülüyor. Bu tropikal ısınmanın ana nedeni ise, atmosferik karbondioksit artışı ve ağaç kaybına bağlı olarak yapraklardan kaynaklanan su buharı miktarındaki azalma.
- Tropikal ormanların kaybolması, bölgenin bir “yutak” olmak yerine bir [karbon “kaynağına”](#) dönüşmesine, yani emdiğinden daha fazla karbon salması anlamına geliyor. Bu da küresel ısınmanın 1,5 derece ve 2 derece ile [sınırlandırılması](#) hedefinin tutturulmasını zorlaştıracak. Fazladan salınan karbon ve albedodaki değişiklikler, ormansızlaşmanın devam etmesinin [küresel hava sıcaklıklarında](#) genel bir artışa neden olacağını gösteriyor.

- Geniş ölçekli ormansızlaşmanın [bölgesel ve küresel yağışı](#) önemli oranda azaltarak, insanların geçim kaynakları ve bağımlı oldukları doğal kaynakları etkileyeceği öngörülmüyor.
- **Yüksek enlemlerde**, [kar-albedo](#) geri beslemeleri önem teşkil ediyor. Parlayarak ışınların yansımaları sağlayan karlar eridiğinde, daha fazla toprak açığa çıkıyor. Arazi örtüsündeki bu değişim, daha fazla atmosferik ısının emilmesine ve ısının daha az oranda yansıtılmasına ve dolayısıyla bir genel ısınma etkisine neden oluyor. Bu etki şimdiden iklim değişikliğini şiddetlendiriyor ve Arktik ve boreal bölgelerde kar örtüsünün azalmasına bağlı olarak [daha da şiddetlenmeye devam edecek](#).
- **Kentleşme** de, şehirlerin yerel iklimlerini etkiliyor. Şehirlerdeki hava sıcaklığı civar kırsal alanlardan daha yüksek olduğu zaman meydana gelen [Kentsel Isı Adaları](#)'nın dünyanın dört bir yanında milyonlarca kişiyi etkilediği gözlemlendi. Bu ısı adaları artan ısınmayla birlikte daha da yoğunlaştı². Kentleşme aynı zamanda [yağış](#) sıklığı, yoğunluğu ve modellerini de değiştirebiliyor, ancak bu değişiklikler bölgesel koşullara bağlı olarak farklılık gösteriyor ve etkileri araştırılmaya devam ediyor.
- Atmosferdeki **metan** -güçlü bir seragazi- konsantrasyonu ölçülmeye başlandığı 1980'lerin ortasından beri [artıyor](#). 1961 ve 2016 yılları arasında tarım sektörünün neredeyse [iki kat artan](#) metan ve diğer seragazi emisyonları, arazi sektörünün toplam seragazi emisyonlarının yarısından fazlasını teşkil ediyor. [Fosil yakıt kaynaklarından](#) açığa çıkan metan ise, 2000'lerden bu yana önemli miktarda arttı.
- **Permafrost**, uzun dönem sıfır derecenin altında kalan, donmuş toprağa verilen ad ve büyük bir [karbon deposu](#). Gezegen ısındıkça, permafrost alanının küçülmesi ve incilmesi, bu karbon havuzlarının karbondioksit ve metan olarak açığa çıkmasına neden olabilir. Metan gazının [ısınmayı](#) artıracak da olası bir tehdit olarak karşımıza çıkıyor. IPCC 1,5 Derece Özel Raporu'nda yer alan [tahminlere](#) göre, küresel sıcaklık artışının 1,5 derece ile sınırlandırılması, 2 derece ile karşılaştırıldığında, permafrost erimesini önemli miktarda azaltabilir.

Türkiye ve Avrupa'da Bölgesel Arazi-İklim Etkileşimleri

- Akdeniz bölgesinde, iklim değişikliğine bağlı olarak yıllık yağış miktarında azalma ve aşırı yağış olaylarında ise artış görülüyor. Bu eğilimin devam edeceği ve toprak kalitesi ve toprak aşınımını ([erozyon](#)) etkileyeceği öngörülmüyor. Kentleşme ise, 2001 ve 2017 yılları arasında **Akdeniz** kentlerinde ısının [0,3 derece ile 0,9 derece](#) artmasına neden oldu.
- Küresel ortalama sıcaklıklar sanayi öncesi döneme göre 1 derece eşliğini aştı. Türkiye'de ise ortalama sıcaklık artışı 1,5 dereceye şimdiden geçti. Bu sıcaklık artışı ve küresel iklim değişikliği, Türkiye'de kuraklık ve çölleşme riskini her geçen gün daha da artırıyor.
- İklim değişikliği, Türkiye'de su kaynakları üzerinde su arzında azalma ve su kalitesinde düşüşe neden [oluyor](#). İklim değişikliğinin de etkisiyle, Türkiye her geçen yıl su fakiri bir ülke olmaya daha da yaklaşıyor. Şu an yaklaşık 1.500 metreküp olan kişi başına düşen su miktarının 2030'da 1.100 metreküplere düşeceği, 2040'larda ise 700 metreküplere kadar gerileyebileceği [öngörülmüyor](#).

² <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479717303201>; <https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev-environ-102014-021155>

Afrika ve Asya'da Arazi-İklim Etkileşimleri

- Ormansızlaşmanın Muson yağışlarının nereye düşeceğine etki eden [Tropiklerarası Yaklaşma Kuşağı'nın \(ITCZ\)](#) güneye kayma hareketinde değişikliklere neden olması, bunun bir örneğini teşkil ediyor. Bu değişen iklim modeli, küresel yağış modellerini etkileyecek. Modelleme çalışmaları **Hindistan'da** yağışların [%18](#) oranında azalacağına işaret ediyor.
- Arazi sulama uygulamaları da lokal iklim etkilerine yol açabilir; Hindistan'da sulama uygulamaları kara ve deniz ısıları arasındaki farkın azalmasına neden olarak, muson yağmurlarının daha az yoğun olmasına ve yağışların [gecikmesine](#) yol açabilir. Hindistan'da uygulanan sulama modellerindeki değişikliklerin Afrika'ya kadar uzanan geniş ölçekli etkileri olabilir. Hindistan'daki sulama uygulamalarından kaynaklanan ek yağışın bir kısmının doğuda kalan **Afrika Boynuzu** bölgesine düştüğü düşünülüyor. Dolayısıyla Hindistan'daki sulama uygulamalarının azalması, halihazırda kuraklık tarafından olumsuz şekilde etkilenen Doğu Afrika'daki [yağış miktarında azalmaya](#) da yol açabilir.
- **Tibet Platosu**'ndaki ısınma, yeşerme mevsimlerinin uzamasına yol açtı. Bu da terleme ve buharlaşma (*evapotranspirasyon*) adı verilen bir süreç olan ve bitki yapraklarında gerçekleşen terleme sonucu ortaya çıkan [su buharı miktarının artmasına](#) yol açtı. Terleme ve buharlaşmadaki bu artış yerel hava sıcaklıklarında genel bir düşüşe neden oldu.

Kuzey ve Güney Amerika'da Arazi-İklim Etkileşimleri

- Amazon bölgesinde ormansızlaşma bölgenin bir yutaktan bir [karbon "kaynağına"](#) dönüşmesine, yani emdiğinden daha fazla karbon salmasına yol açabilir. **Brezilya, Venezuela ve Meksika**'da 1990 ile 2010 yılları arasında kaybedilen toplam orman alanı sırasıyla 55,3 milyon hektar, 5,8 milyon hektar ve 5,5 milyon hektar. Ormansızlaşmanın katlanarak artan ve geniş kapsamlı etkileri olabilir. Örneğin, Amazon yağmur ormanlarının [%40'ından fazlasının](#) yok olması durumunda, büyük orman yağmurlarının artık var olamayacakları o ["geri dönülemez noktaları"](#) aşma riskimiz bulunuyor. Yapılan projeksiyonlar bu eşikleri geçme riskinin hava sıcaklıklarındaki artışla birlikte arttığını ortaya koyuyor.
- **Kanada**'da yüksek enlemlerdeki hava sıcaklıkları, ormanların uyum sağlama kapasitesinden [katbekat](#) daha hızlı değişiyor. Sayıları artan [kontrol edilemeyen yangınlar](#), böcek ve [hastalıklar](#) ve yoğun yağış, fırtına ve kuraklık gibi [aşırı hava](#) olaylarının orman ekosistemleri ve Kanada orman endüstrisine zararlı ve öngörülemeyen etkileri olacak.
- Bazı bölgelerde, hava sıcaklıklarındaki artış arazi kullanım değişikliğinin bölgesel ölçekte soğumaya yol açtığı için azalmış olabilir. Birçok [iklim modeli özeti](#), **Kuzey Amerika ve Avrasya**'da arazi kullanım değişikliğinden kaynaklanan bölgesel soğumanın, sanayi öncesi dönemden bu yana insan kaynaklı ısınma kadar büyük bir etkiye sahip olduğunu gösteriyor³.
- **ABD ve Avustralya**'da [sağanak yağışlar](#) son 30 ile 40 yılda daha sıklaşıyor, çok daha fazla sıklaşacakları öngörülüyor. Bu fırtınalardan kaynaklanan toplam yağış miktarının %80 oranında artması bekleniyor ve bu da toprak kayması, aşırı erozyon olayları ve ani seller gibi arazi bozulumu risklerini önemli ölçüde artırabilir. Sağanak yağışların yol açtığı ekonomik kayıplar [artmaya devam ediyor](#); ABD'de 2015 yılında 20 milyar dolar, 2017'de ise [220 milyar](#) doların üstünde ekonomik kayıp yaşandı.

³ 1973-2002 ile 1871-1900 (sanayi dönemi öncesi) karşılaştırması.

2. Arazi Bozulumu

Arazi bozulumu⁴, iklim değişikliğinin [hem nedeni hem de sonucu](#). Birçok farklı bozulum biçimi var ancak genel anlamda ekolojik zenginliğin, toprak değerinin ve biyolojik verimliliğin uzun dönemli eksilmesi ve kaybı olarak tanımlanıyor. Yapılan tahminlere göre, gezegenin toprak yüzeyinin [%7-40'ı](#) bozuluma uğramış ve bunun **başlıca nedeni insanlar**.

Bu bölüm **arazi bozulunun** toprak, tarım, altyapı, ormanlar, insan sağlığı, ekosistemler ve biyolojik çeşitlilik üzerindeki bazı bölgesel ve küresel **etkilerini** özetliyor. Düşük rakımlı kıyı bölgeler, nehir deltaları ve permafrost bölgelerinde yaşayanların arazi bozulumu karşısındaki kırılganlıkları özellikle yüksek oluyor. Bir sonraki bölüm bunun gıda sistemleri üzerindeki etkilerini ele alıyor.

Arazi Bozulunun Küresel Etkileri

Toprak, Tarım ve Altyapı Üzerindeki Etkileri:

- IPCC verileri tarım ve arazi kullanımının küresel emisyonların %24'ünü oluşturduğunu ifade ederken, OECD, yalnız tarımsal üretimin payının ise %17 olduğunu ifade ediyor.
- Ormansızlaşma, aşırı otlama, toprağı sürme ve uygunsuz tarım uygulamalarına bağlı olarak hızlanan toprak erozyonu, toprak sağlığına karşı büyük bir tehdit teşkil ediyor. Verimli toprak katmanlarının erozyona uğraması, toprağın besin içeriğini ve arazi verimliliğini düşürüyor. Toprak erozyonu şimdiden **Sahraaltı Afrika, Güney Amerika ve Güneydoğu Asya**'ya, özellikle tarımsal üretim ve arazi kullanımının arttığı bölgelere [zarar verdi](#).
- Permafrost erimesi bir diğer önemli arazi bozulum türü ve karbon ve metan gazının açığa çıkmasıyla birlikte, hem toprak hem de [iklimi](#) önemli derecede etkiliyor. Erime, toprağın donmuş olduğu bölgelerde⁵ altyapı açısından tehlike arz ediyor ve inşa edilmiş çevreye büyük hasar veriyor. Arktik bölgesinde, yüzeye yakın permafrost'un erime olasılığı yüksek olduğu alanlar [4 milyon kişiye ve mevcut altyapının %70'ine](#) ev sahipliği yapıyor. Bu bozulum sanayi sektörünü de etkileyebilir; Rus Arktik bölgesindeki hidrokarbon alanlarının [%45'i](#) permafrost erime bölgesinde yer alıyor.
- [Artan kentleşme](#) bazı bölgelerde sınırlı ölçekte birçok arazi bozulum sürecine neden oluyor. **Çin** son yıllarda verimli ekilebilir arazilerinin [%2-5'ini](#) sanayi ve kentsel kalkınmaya kaybetti, **ABD** de [benzer bir yol haritası](#) izliyor; **Hindistan**'da ise kentsel alanlar ekili araziden ziyade orman alanlarının aleyhine [büyüyor](#).

⁴ Arazi bozulununun bilimsel literatürde birçok farklı tanımı var. IPCC, IPCC AR 5'in çöleşme tanımlanmasına dayanan daha geniş bir tanım kullanıyor. Bu tanım, IPCC'nin daha önce kullandığı tanımdan daha kapsamlı zira dünyanın tüm bölgelerini kapsıyor ve iklim değişikliği ile arazi bozulumu arasındaki ilişkiye odaklanıyor.

⁵ Yüksek rakım veya yüksek enlemdaki bölgeler.

- Arazi bozulmasının tek başına, **küresel gıda üretimini** %12,7 oranında düşüreceği öngörülmüştür⁶. Arazi değişikliklerinden kaynaklanan yıllık bozulmanın yılda 231 milyar dolar değerinde bir bedeli olacağı tahmin ediliyor.

Ormanlar, Turbalık Alanlar, Mangrov Ormanları

- Ormansızlaşma iklim değişikliğinin ve arazi bozulmasının kilit bir etmeni. Küresel ölçekte bakıldığında, ormanların **%60'undan fazlası** insanlar tarafından bir şekilde kullanılıyor veya yönetiliyor. Ormansızlaşma ve ormanların bozulumu tropikal bölgelerde orman biyokütle kaybının **%69'unu** teşkil ediyor. Bazı modelleme çalışmaları ise tropikal ormanların mütevazı karbon emisyonu kaynakları olduğunu ortaya koydu. Yapılan bir çalışma, tropikal orman bozulmasının yılda **2,1 milyar ton** karbondioksit emisyonuna neden olduğunu, bunun %53'ünün kereste hasadı, %30'unun yakacak odun hasadı ve %17'sinin orman yangınlarından kaynaklandığını ileri sürüyor.
- Sürdürülebilir olmayan odun hasadı orman bozulmasına ve ormansızlaşmaya neden olabilir ve iklim değişikliğini şiddetlendirebilir. Aralarında dünyanın en yoksulları ve en ötekileştirilmişleri olmak üzere, yaklaşık **2,8 milyar insan** temel enerji ihtiyaçlarını karşılamak için odun kullanıyor. **Afrika ve Güneydoğu Asya'daki** evlerin %60'undan fazlası birincil enerji kaynağı olarak odun kullanıyor ve küresel birincil enerji miktarının yaklaşık %9'u odun hasatlarından temin ediliyor. Yapılan bir çalışmaya göre, tropikal bölgelerdeki odun hasadının **%27-34'ü** sürdürülebilir değil. Geleneksel yakacak odun kullanımı, küresel seragazi emisyonlarının **%1,9-2,3'ünü** teşkil ediyor.
- **Mangrovlar** kıyı bölgelerinde yaşayan ağaç ve çalılardır ve son derecede verimli ekosistemlerdir. Denizel ortama ve kıyı bölgesi geçim kaynaklarına her yıl **1,6 milyar dolar** değerinde olduğu tahmin edilen hizmet sağlarlar. Mangrovlar geniş karbon yutaklarıdır ancak ormansızlaşma tehdidi altındadır:
 - 1980'den bu yana Mangrov alanlarının **%20-35'i** yok oldu; Mangrov bölgeleri yılda yaklaşık %1 oranında yok oluyor, bazı tahminlere göre bu oran yılda %2 ile 8 arasında.
 - Mangrov ormanları⁷, bataklıklar ve deniz çayırlarının bozulumu ve dönüşümünden kaynaklı yılda **0,15 ile 1,02 milyar ton** karbonun açığa çıktığı tahmin ediliyor.
 - Bozulmuş, kıyı şeritlerini büyük ölçüde korumasız bıraktığı gibi, deniz seviyesi yükselmesinin neden olduğu erozyona da daha açık durumda bırakıyor.

İnsan Sağlığı, Ekosistemler ve Biyolojik Çeşitlilik:

- Ekili tarım arazi alanlarındaki artış ve bununla bağlantılı arazi bozulmasının, ekosistemler ve biyolojik çeşitlilik üzerinde ciddi olumsuz etkileri var. Ortalama küresel türlerin çokluğunun - bir türe ait birey sayısını belirtmek için kullanılan bir terim- 2050 yılında, 2000 yılına göre **%9-17** azalacağı öngörülmüştür. Ekili arazi alanlarının daha da genişleyeceği senaryolarda, **türlerin çokluğunda** daha büyük azalmalara görülmüştür.
- Enerji ihtiyacının karşılanması için biyokütle yakma geleneğinin sürdürülmesi, arazi bozulumu ve seragazi emisyonlarında artışa bağlı olarak, iklim değişikliğinin şiddetlenmesine neden

⁶ <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/1467-8489.12072>; <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/fes3.99>; <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0066428>

⁷ Mangrovlar kıyı gelgit bölgelerinde yetişen bir dizi ağaç ve ormanlardır.

olabilir. Biyokütle yakılması, iç ortam hava kirliliği ve gıda güvencesizliğine de neden oluyor. Evlerde enerji ihtiyacının geleneksel yollardan karşılanmasının yılda yaklaşık [4 milyon](#) erken ölüme neden olduğu tahmin ediliyor.

Türkiye: Arazi Bozulununun Etkileri

- [Çölleşme ile Mücadele İlerleme Raporu](#), Türkiye'deki çölleşme tehdidini gözler önüne seriyor. 2018 yılında yayımlanan rapora göre Türkiye topraklarının %25,5'i yüksek, %53,2'si ise orta derecede çölleşme riski ile karşı karşıya.
- Türkiye'nin karşı karşıya kaldığı iklim etkileri; kuraklık olayları ve su kıtlığı olarak hayatımızın parçası haline geliyor. Bu etkiler; tarım, enerji, üretim, sulama, kentleşme gibi birçok alanda önemli sosyal ve ekonomik sorunlar, maliyetler ortaya çıkarıyor.

Afrika: Arazi Bozulununun Etkileri

- **Afrika**'da orman örtüsü, ormanların tarım alanlarına dönüştürülmesi ve artan nüfusun ihtiyacını karşılamak için yerleşimin yayılmasıyla bağlantılı olarak, küçülmeye devam ediyor. Her yıl yaklaşık [500 bin kilometrekare](#) arazi bozuluma uğruyor. Projeksiyonlar toplam orman alanının 2050 itibarıyla 6 milyon kilometrekarenin altına düşeceğine işaret ediyor.
- Orman alanındaki azalma, orman karbon yutağını azaltıyor. **Batı** ve **Orta Afrika**'daki karbon yoğunluğu en yüksek ormanların karbon stokları, 1990 ile 2005 yılları arasında [46 milyar tondan 43 milyar tona](#) düştü. Kongo Havzası'nın 2000 ve 2005 yılları arasındaki yıllık ormansızlaşma oranının %0,17 ve yıllık bozulum oranının %0,09 olduğu tahmin ediliyor.
- **Doğu Afrika**'da, kömür üretimi birçok yerel topluluk için önemli bir geçim kaynağı olmakla birlikte, [arazi bozulununun](#) da en önemli kaynaklarından biri. Kömür çıkarılmasının yol açtığı arazi kaybı, insanların geçim kaynaklarını etkilediği gibi, iklim üzerinde de olumsuz etkilere neden olacak. Geleneksel enerji yakma işlemleri için biyokütle kaynaklarının aşırı hasadı, Doğu Afrika'da olduğu gibi, **Güney Asya**'da da [net arazi kaybına](#) ve seragazi emisyonlarında artışa neden oldu.
- **Svaziland**'da, kuraklığın ardından gelen yoğun yağışlar, [toprak erozyonu](#) ve toprak verimliliği kaybına neden oluyor. Svazi kültüründe, toprak kültürel ve manevi değere sahip; arazi bozulununun artması kültürlerine karşı bir tehdit olarak algılanıyor. **Etiyopya**'nın dağlık bölgelerinde görülen ciddi boyutlardaki toprak erozyonu ve orman bozulumu, [tekrar eden kuraklıklar](#) yüzünden etkilerinin daha da artması sonucunda, önemli birer çevresel etki teşkil ediyor. Bu durum, değişen koşullara ve geçim kaynaklarının yok olmasına uyum sağlamak isteyen halkın göç etmesine neden oldu.

Asya: Arazi Bozulununun Etkileri

- Turbalık alanlar küresel ölçekte önemli karbon depolarıdır. Her ne kadar yeryüzünün sadece %3'ünü kaplasalar da, topraktaki toplam karbonun [%32-46](#)'sını içerirler. **Güneydoğu Asya**'da, tropikal turbalıklardan kaynaklanan emisyon miktarı yılda [yaklaşık 172 milyon](#) karbondioksit eşdeğeri. Bölgedeki turbalık alanlar, drenaj, tarım alanına dönüştürme ve bozulum yüzünden, [büyük bir hızla](#) karbon yutağından karbon kaynağına dönüşüyor. Üç farklı çalışmada yer alan

tahminlere göre⁸, Güneydoğu Asya'daki toplam turbalık alanın %47'si 2006 yılı itibarıyla ormansızlaştırılmıştı.

- **Güneydoğu Asya**'da orman ve turbalık alan yangınları önemli bir sorun teşkil ediyor. Yangınların sonucunda ortaya çıkan aerosol partikül emisyonları insan sağlığı, ulaşım, turizm ve ekonomik faaliyetleri olumsuz şekilde etkiliyor. Bu yangınların hem alanı hem de sıklıkları artıyor ve Endonezya turbalık alanlarındaki süregiden bozulum ve ormansızlaşmaya bağlı olarak bu yangınların [daha da sıklaşması öngörülüyor](#).
- **Güneydoğu Asya**'da 2005 ile 2015 yılları arasında yılda [10 bin kilometrekareden](#) fazla alan ormansızlaştırılarak, yıllık yüzlerce milyon ton karbondioksit emisyonuna neden oldu.
- **Endonezya**'da, 1990-2000 yılları arasında yaklaşık [11,5 milyon hektarlık](#) orman örtüsü kaybolurken, 2000 ile 2012 arasında [15,8 milyon hektar](#) orman yok oldu. Bunun başlıca nedeni tropikal ormanların tarım alanlarına dönüştürülmesiydi (örneğin, palm yağı ve hamur odunu).
- Mangrov kayıplarına bağlı olarak, topraktan kaynaklanan en yüksek muhtemel karbondioksit emisyonuna sahip olan iki ülke **Endonezya** (yılda 3,4 milyon ton karbondioksit eşdeğeri⁹) ve **Malezya** (yılda 1,3 milyon ton karbondioksit eşdeğeri).
- **Güneydoğu Asya**'daki orijinal mangrovların [%60](#)'ı kıyıların imara açılmasıyla kesildi. Güneydoğu Asya dünyadaki mangrovların yaklaşık %46'sına ev sahipliği yapıyor. Bölgedeki genel eğilim de mangrovların kaybına işaret ediyor. Dünyanın en yüksek mangrov ormansızlaşma oranı ile en sıcak nokta kabul edilen Myanmar'da, 1975-2005 arasında [%35](#), 2000 ile 2014 arasında %28 oranında mangrov kaybı meydana geldi.
- **Çin**'de kentsel alanların büyümesi, 20 milyon hektarlık bir alanı etkilediği tahmin edilen [toprak bozulumunun](#) önemli nedenlerinden biri. Tahminlere göre, 1998 ile 2003 yılları arasında, kentsel alanların büyümesine bağlı olarak [30 milyon tonluk](#) tahıl üretimi kaybı meydana geldi.

Kuzey ve Güney Amerika: Arazi Bozulmasının Etkileri

- Guatemala'nın kuzeyinde, ormansızlaşmadan kaynaklanan arazi ve toprak bozulumunun insanların evlerini terk etmesi ve [göç etmesinin](#) arkasındaki başlıca neden olduğu bildiriliyor.
- Hasat sigortasının yan faydalar sağlaması, arazi bozulmasını önlemesi ve toprağı bozulmadan koruması pek mümkün görünmüyor. **ABD**'de yapılan bir çalışma, 2006 ile 2010 yılları arasında, artan fiyatlar ve sigortaya erişimin etkisiyle, otlak ve meraların tarıma açılmasının [531 bin hektarlık](#) otlak ve mera alanının yok olmasına neden olduğunu ortaya koydu.

⁸ <https://www.fs.usda.gov/treesearch/pubs/download/57401.pdf>, <https://royalsocietypublishing.org/doi/pdf/10.1098/rstb.2015.0176> ve https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/29039/bq_7_1505_2010.pdf?sequence=2

⁹ Karbondioksit [eşdeğeri](#) (CO₂e): Seragazlarını olası küresel ısınma [potansiyellerine](#) dayanarak karşılaştıran bir birim.

3. Gıda Sistemleri

Gıda üretimi ve tüketimini kapsayan gıda sistemi¹⁰, özünde hem toprakla hem de iklimle doğrudan bağlantılı. Genel olarak bakıldığında, her bir derecelik ısı artışının, [tarımsal üretimi](#), [verimliliği](#) ve [hayvancılık üretimini](#) düşürmesi bekleniyor.

İklim değişikliği yoksulluk ve kırılganlığı artırabilir, gelirleri düşürebilir ve çiftçilerin [fiyat artışları](#) karşısındaki dayanıklılıklarını etkileyebilir, aşırı hava olaylarıyla bağlantılı olarak tedarik istikrarını azaltabilir ve de mahsul kıtlığı ve gıda fiyatlarında ani artışlar ve [göç](#) ve [catışmalara](#) yol açabilir. İklim değişikliği [gıdaların besin içeriğini](#) düşürerek ve [patojenleri](#) artırarak gıda güvenliği ve insan sağlığını da etkileyebilir.

Bu bölüm, iklim ve arazi kullanım değişikliğinin gıda sistemi üzerindeki bölgesel ve küresel düzeyde önem arz eden bazı etkilerini özetliyor.

Arazi Baskılarının Gıda Sistemi Üzerindeki Küresel Etkileri

Tarıma Etkileri:

- Isı artışının tarım üretimini olumsuz yönde etkileyeceği öngörülüyor; küresel sıcaklıktaki her bir derecelik artış¹¹, küresel buğday, mısır ve soya üretimini sırasıyla %6, %3,2, %7,4 ve %3,1 oranında [düşürebilir](#). Bu tarım ürünleri halihazırda küresel kalori alımının [üçte ikisini](#) sağlayarak, tedarike son derece bağımlı, “çeşitlendirilmemiş” bir gıda üretimi ve ticaret sistemi yaratıyor.
- Gelecekte yaşanacak ısınma, önemli üretim bölgelerinde **eşzamanlı** ekin kaybı riskini artıracak. Mevcut koşullarda, en büyük dört mısır ihracatçısı ülkenin (ABD, Çin, Brezilya ve Arjantin küresel mısır ihracatının [%87](#)'sini teşkil ediyor) eşzamanlı olarak üretim kaybı¹² yaşama olasılığı sıfıra yakın. Fakat ardı ardına yaşanacak üretim kaybı riski 2 derecelik ısınmayla %7'ye¹³, 4 derecelik bir artışla ise çarpıcı bir şekilde artarak [%86](#)'ya çıkıyor.
- Ozon ve siyah karbon gibi kısa ömürlü iklim kirleticileri aynı zamanda tarımsal üretimi de - ürünler üzerindeki etkileriyle doğrudan ve iklim üzerindeki etkileriyle dolaylı olarak- etkiliyor. Daha yüksek ozon konsantrasyonları 2050 yılı itibarıyla tarımsal hasarı [%20'e kadar](#) artırabilir.

¹⁰ Gıda Güvencesi ve Beslenme Alanında Üst Düzey Uzmanlar Paneli, [gıda sistemini](#) “gıda üretimi, işleme ve dağıtım, hazırlama ve tüketimiyle bağlantılı tüm unsurları (çevre, insan, girdiler, süreçler, altyapılar, kurumlar, vs.), faaliyetleri ve sosyoekonomik ve çevresel sonuçlar dahil olmak üzere, bu faaliyetlerin çıktılarını bir araya getiren bir sistem” olarak tanımlamakta.

¹¹ CO₂ gübrelemesinin etkileri dikkate alınmamıştır.

¹² %10'un üzerindeki üretim kayıpları.

¹³ 1980-1999 ortalaması ile karşılaştırıldığına.

Bu durum, gıda fiyatlarında istikrarsızlığa yol açarak, özellikle halihazırda aşırı yoksulluk çeken 800 milyon kişiyi etkileyecek.

- Endüstriyel hayvancılık iklim değişikliğinden doğrudan etkilenerek, üretim maliyetlerinin artmasına ve altyapının tahrip olmasına yol açacak. Otlatma ve karma sistemler ise, verimi daha düşük hayvan yemi üretimi ve hayvan sağlığındaki bozulmalara bağlı olarak, iklim değişikliğinden dolaylı olarak etkilenecek.

Gıda Değer Zinciri Üzerindeki Etkileri:

- İklim değişikliği, arzdaki azalma ve altyapılar üzerindeki etkilerine bağlı olarak, şehirlerde [gıda tedarikini](#) de etkiliyor. Yoksul kentliler ise, iklim değişikliğine bağlı olarak gıda fiyatlarındaki görülen hızlı değişiklikler karşısında daha kırılgan. İklim değişikliği, gıda ulaşımı ve dağıtımını - altyapının aşırı hava olaylarından etkilenmesine bağlı olarak- zora sokacak.

İnsanlar Üzerindeki Etkileri

- İklim değişikliğinin birçok bölgede gıda üretimini daha sık sekteye uğratacağı ve küresel gıda fiyatlarını artıracacağı da öngörülüyor.
- 21. yüzyılın ortalarında 10 milyarlık bir nüfusun gıda ihtiyacının karşılanması, artan iklim ve arazi baskıları yüzünden giderek zorlaşacak. 2030 itibarıyla sadece **Çin**'in artan gıda talebinin karşılanması için pirinç üretiminin [%20](#) oranında artması gerekecek.
- Gelecekte [mısır ihracatı üzerinde oluşacak baskılar](#) hakkında yapılan tahminler küresel tahıl ticaretinde ve uluslararası tahıl fiyatlarında artan bir istikrarsızlığın meydana geleceğini ve bunun halihazırda aşırı yoksulluk çeken 800 milyon kişi orantısız şekilde etkileyeceğine işaret ediyor. Bu tür bir volatilité aynı zamanda hububat üreticileri, hayvan üreticileri ve tarım endüstrisi için de belirsizlik yaratıyor. Artan atmosferik karbondioksit, gıdaların besin kalitesini düşürecek. Yüksek karbondioksit konsantrasyonları tahıl ve sebzelerdeki çinko ve demir oranlarının [azalmasına](#) yol açabilir. Mikro besin eksikliği şimdiden [dünyada 2 milyardan fazla insanı etkileyen ve yılda 63 milyon kişinin ölümüne yol açan](#) büyük bir sağlık sorunu.
- Yüksek sıcaklık, [patojenlerin](#) artmasıyla gıda güvenliğinin korunmasını zorlaştırarak, insan sağlığı etkileyebilir ve ölüm oranlarını artırabilir.

Türkiye ve Avrupa: Arazi Baskılarının Gıda Sistemi Üzerindeki Etkileri

Tarıma Etkileri:

- Türkiye'de iklim değişikliği ile verimde azalma, sulama suyu talebinde artış, dikim ve hasat zamanında değişiklikler, [toprağın elverişliliğinde azalma](#), daha fazla hastalık ve zararlı tehditlerinin ortaya çıktığını ve bu tehditlerin giderek arttığını [gösteriyor](#).
- **Akdeniz** bölgesinde hava sıcaklığı ve yağış rejimlerinde yaşanan değişiklikler [önemli miktarda tarımsal ürün kayıplarına](#) neden oldu. Ancak iklim değişikliğinin etkileri mahsul ve bölgeye göre farklılık gösteriyor.

- Örneğin, Avrupa'da hava sıcaklığı ve yağış rejimindeki değişiklikler, bu çevresel değişiklikler yaşanmasa elde edilecek üretim miktarı ile karşılaştırıldığında, buğday ve arpanın ortalama verimini sırasıyla %2,5 ve %3,8 oranında [düşürürken](#), şeker pancarı ve mısırın ortalama verimini %0,2 ve 0,3 oranında arttırdı.
- **Çekya**'da son zamanlarda meydana gelen sıcaklık artışının salatalık ve domates gibi bazı sebzelerin verimliliği üzerinde [olumlu](#) etkisi oldu. Bununla beraber, geleneksel olarak üretilen kök sebzelerin ürün stabilitesinde düşüş kaydedildi. Aşırı sıcak ve soğuk hava tarımsal üretime önemli bir tehdit oluşturuyor.
- **Fransa**'da süregiden ısınmanın mısır üzerindeki genel etkisi muhtemelen [her bir derece için %2,6'lık](#) düşüş, ancak bazı modelleme çalışmalarında az da olsa bir artış görülüyor.

İnsanlar Üzerindeki Etkisi:

- İklim değişikliği gıda güvenliğini de sarsabilir. Küf mantarı tarafından sentezlenen aflatoksin türü toksinlerin gıdaları kontamine ederek, Avrupa'da aciliyeti giderek artan bir [gıda güvenliği](#) sorununa dönüşeceği öngörülüyor. Aflatoksin özellikle **Güney Avrupa**'da ve Türkiye'de mısırı etkileyecek.

Afrika: Arazi Askılarının Gıda Sistemi Üzerindeki etkileri

Tarıma Etkileri:

- İklim değişikliği gelişmekte olan ülkelerde ve özellikle kurak bölgelerde, tarımsal üretime tehdit oluşturuyor¹⁴. Son yıllarda **Afrika**'nın tamamında, mısır, buğday, sorgum ve birçok meyve çeşidi gibi [temel gıda ürünleri üretiminde](#) yaşanan düşüş gıda güvencesizliği uçurumunu derinleştirdi. Gelecekte yaşanacak ortalama sıcaklık artışı muhtemelen **Batı Afrika**'da mısır, darı ve sorgum gibi tarım ürünlerin [üretim verimliliğini düşürecek](#). Bu, [önümüzdeki 30 yıl içinde](#) beklenen nüfus artışı ile aynı zamanda gerçekleşecek ve böylece gıda güvencesizliğine de yol açabilecek.
- İklim değişikliği, **Kamerun'un Sahel bölgesinde**, kısmen sert iklim koşullarından kaynaklanan aşırı kuraklığın yol açtığı tarımsal üretimdeki düşüşe bağlı olarak [beslenme yetersizliği](#) seviyelerinin yükselmesine neden oluyor. **Nijerya**'da ise, iklim değişikliği toplam verimi düşürerek çiftçilerin [geçim kaynaklarını](#) etkiliyor.
- İklim değişikliğinin [otlak ve otlak alanları](#) üzerindeki etkileri bölgesel farklılık gösteriyor. Kuzey bölgelerinde (ABD ve Kanada gibi) yıllık üretimde artış beklenirken, **Afrika**'da büyük düşüşler yaşanacağı ve otlak alanlarda hayvancılık yapan 180 milyon kişinin derinden etkileneceği öngörülüyor.
- Yapılan tahminler **Senegal**'de [fıstık üretiminin](#) iklim değişikliğine bağlı olarak artacağına işaret ediyor.

¹⁴ Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) kurak alanları bir kuraklık endeksine (AI) göre tanımlamaktadır. Bu endeks ortalama yıllık yağış ile potansiyel evapotranspirasyonun (terleme ve buharlaşma) oranı olarak hesaplanmaktadır ve 0,65'in altındaki oranlara sahip alanlar kurak alan olarak tanımlanmaktadır.

- İklim değişikliğinin yol açtığı üretim ve altyapı kayıpları, seller, hastalık riskindeki artış, parazit ve zararlı yosunların çoğalması [su ürünleri yetiştiriciliğini de etkiliyor](#). **Uganda, Nijerya ve Mısır**'ın Afrika'nın en kırılgan ülkeleri olduğu tahmin ediliyor.

İnsanlar Üzerindeki Etkileri:

- Kahve, **Etiyopya**'da 15 milyon çiftçinin geçim kaynağı olmanın yanı sıra, ülkenin ihracat gelirlerinin dörtte birini teşkil ediyor. Etiyopya'da kahve üretimine elverişli alanların 2100 itibarıyla [%21 oranında azalması](#) bekleniyor. Mevcut kahve üretim alanının %39-59'unun iklim değişikliği yüzünden kahve üretimi için kullanılamayacağı öngörülüyor.
- **Batı Afrika**'da, ormanlardaki karbon tutma projeleri için [arazi kullanım haklarının el değiştirmesiyle](#) kontrolün devlet ve erkeklere geçmesi, mangrov bataklıklarından kabuklu su ürünleri toplayan kadınları olumsuz yönde etkiledi.

Asya: Arazi Baskılarının Gıda Sistemi Üzerindeki Etkileri

Tarım Etkileri:

- Sıcaklık artışı tarımsal verimliliği ve mevsim değişikliklerini etkileyecek ve bunun üretime hem olumlu hem de olumsuz etkileri olacak. **Pencap ve Pakistan**'da üretim verimliliği düşebilir. Tarımsal üretim Pakistan GSYİH'nin %0,4'nü teşkil ettiği için [yoksulluk oranlarını arttıran](#) ve toplumun halihazırda kırılgan kesimlerinin riskler karşısında daha korumasız kılan ciddi sosyoekonomik etkileri olabilir. **Aynı bölgede** görülen sıcaklık değişiklikleri, mısırın [üretim dönemlerinde](#) değişiklik yaşanmasına yol açtı. 1980 ile 2014 yılları arasında, bahar mısır hasadı her bir 10 yıl için 4,6 gün erkene kayarken, sonbaharda yapılan mısır ekimi her bir 10 yıl için üç gün ileri alındı.
- Mısır ısı stresine özellikle dayanıksız bir tarım ürünü. 2050 itibarıyla, **Güney Asya**'da ısı stresinden etkilenen alanın [%21](#) artacağı ve sulamasız mısır üretiminden elde edilen mahsulün %12,2 oranında düşeceği öngörülüyor. Hindistan'da 1981-2009 yılları arasında yaşanan sıcaklık artışları, buğday üretimini [%5,2](#) oranında düşürdü. Sıcaklık artışı devam ettiği takdirde, mısır üretimi [her 1 derece için %5,2](#) oranında azalabilir.
- Yağış modellerindeki değişiklikler tarım ürünlerini önemli derecede etkileyecek. **Hindistan**'da 2050 itibarıyla pirinç üretimi, sadece yağışlardaki değişikliklere bağlı olarak, [%11](#) düşebilir.
- İklim değişikliğinin yol açtığı üretim ve altyapı kayıpları, seller, hastalık riskindeki artış, parazit ve zararlı yosunların çoğalması [su ürünleri yetiştiriciliğini](#) de etkileyebilir. **Vietnam, Bangladeş, Laos ve Çin**'in Asya'nın en kırılgan ülkeleri olduğu ileri sürülüyor.

İnsanlar Üzerindeki Etkileri:

- Daha sık meydana gelen aşırı hava olayları, tedarik istikrarsızlığını artırarak gıda güvencesine tehdit oluşturuyor. **Hindistan**'da, 2007 gıda fiyatlarında görülen aşırı artış ile çocuklarda [yetersiz beslenme riskinde artış](#) ve erime sendromunda %10'luk artış arasında ilişki kuruldu¹⁵.
- Hindistan'da, sıcaklıklardaki iniş çıkışlar mahsullere zarar verirken, küçük çiftçiler arasındaki [intihar](#) oranlarının artmasında da rol oynadı. Bu intiharlar tarım sigortası eksikliği ve yüksek

¹⁵ Boya kıyasla düşük kilo: https://www.who.int/nutrition/nlis_interpretation_guide.pdf

girdi-yüksek verim türü ürünler için alınan kredilerin ödenmesinde yaşanan güçlüklerle de ilişkili olabilir.

- **Hindikuş-Himalaya dağlık bölgesinde**¹⁶ yaşayan halk iklim değişikliğiyle ilişkili gıda güvencesizliği karşısında özellikle kırılgan durumda kalıyor. Zayıf altyapı, ıssız coğrafya, düşük verim ve küresel pazarlara kısıtlı erişim, kırılganlığı artıran etkenler. Kadınlar ve çocuklar başta olmak üzere, nüfusun %50'si yetersiz besleniyor.
- Asya'da gıdaların besin kalitesi de iklim değişikliğinden etkilenecek. **Güneydoğu Asya**'da en çok yetiştirilen pirinç türünün mikro besin ve B vitamini içeriklerinin, karbondioksit artmaya devam ettiği takdirde, **azalması** ve yaklaşık 600 milyon kişi açısından sağlık riski oluşturması bekleniyor¹⁷.
- Hem arazi kullanım değişikliği hem de kentleşme dikkate alındığında, **Çin**'de 2030 ve 2050'de dört dominant **malarya** vektörüne maruz kalacak kişi sayısının artacağı öngörülüyor.

Kuzey ve Güney Amerika: Arazi Baskılarının Gıda Sistemi Üzerindeki Etkileri

Tarıma Etkileri:

- **ABD** ve **Brezilya**'da, ısınmanın devam etmesine bağlı olarak, mısırdaki **her 1 derecelik ısınma için sırasıyla %10,3 ve %5,5'lik** verim düşüşü öngörülüyor.
- **Nikaragua**'da 2,2 derecelik bir yerel sıcaklık artışının, kahve ekimine elverişli alanları **%90** oranında azaltması bekleniyor. **Bolivya**'nın Colomi bölgesinde 2012 ve 2014 yılları arasında katılımcı çalıştaylar, saha çalışmaları ve mülakatlar sonucunda toplanan veriler, iklim değişikliğinin **tarım ürünlerinin verimliliğini etkilediği** ve çiftçilerin ekim zamanlarını değiştirmesine neden olduğuna işaret ediyor.
- İklim değişikliğinin yol açtığı üretim ve altyapı kaybı, seller, hastalık riskindeki artış, parazit ve zararlı yosunların çoğalması **su ürünleri yetiştiriciliğini de etkileyebilir**. **Beliz, Honduras ve Ekvator**'un en kırılgan ülkeler olması bekleniyor.

¹⁶ Pakistan, Hindistan, Nepal ve Çin'in bazı bölgelerini kapsar.

¹⁷ IPCC, 2018: 1,5°C küresel ısınma. Bir Özel IPCC Raporudur. (*Global warming of 1.5°C.*) 1,5°C Küresel Isınma; İklim değişikliği tehdidinin önlenmesi, yoksulluğun ortadan kaldırılması ve sürdürülebilir kalkınma için ortaya konan küresel çabaların güçlendirilmesi kapsamında, sanayi öncesi seviyelerin 1,5°C üzerindeki küresel ısınmanın etkilerine ve ilişkili küresel seragazi emisyon patikalarına dair bir IPCC Özel Raporu

4. Çölleşme ve Su Kıtlığı

Yeryüzünün yaklaşık %45,4'ünü kaplayan ve yaklaşık [2,7 milyar kişinin](#) yaşadığı kurak alanlar,¹⁸ gezegenin [en büyük biyomu](#). Kurak alanlar, su kıtlığı derecesine bağlı olarak çöl, otlak ve meraları veya ormanlık alanları içerebilir. Kurak alanlar genel ve uzun dönemli [klimatolojik su açığı](#) (düşük yağış ve yüksek buharlaşma) ile tanımlanır. Kurak alanların yaşamı destekleme kabiliyetleri iklim değişikliği ve insan faaliyetleri karşısında son derece hassas.

[Çölleşme](#), kurak alanlarda meydana gelen farklı arazi bozulumu türleri için kullanılan geniş kapsamlı bir tanım ve insan faaliyeti ve iklim değişikliği dahil olmak üzere [bir çok nedeni](#) bulunuyor. Çölleşmenin kendisi de iklim değişikliğini [artırıyor](#). İklim değişikliği ve çölleşme arasındaki etkileşimin derin sonuçları var: Arazinin kuruması, arazinin [verimliliğini](#) düşürüyor ve [biyolojik çeşitlilik kaybı](#) da dahil olmak üzere, ekosistem sağlığını bozarak gıda güvencesini etkiliyor ve [yoksulluğa yol açıyor](#). Kurak alanlar, hassas su dengesine bağlı olarak kuraklık karşısında özellikle kırılganlık gösteriyor.

Bu bölüm, çölleşmenin insanlar ve ormanlar üzerindeki su stresini ve yangı riskini artıracaklarını, gıda üretimini düşüreceğini, insan sağlığını etkileyeceğini ve hatta çatışma ve göç risklerini nasıl artıracaklarını göstererek, çölleşmenin bazı derin küresel ve **bölgesel etkilerinin** özetini sunuyor.

Çölleşme ve Su Kıtlığının Küresel Etkileri

Su Stresi ve Gıda Güvencesi

- Çölleşmenin doğrudan [250 milyon kişiyi](#), dolaylı olarak da 1 milyar kişiyi etkilediği tahmin ediliyor. Kurak alanlarda 3 milyar hektar bozuluma uğruyor.
- Çölleşme özellikle [Afrika ve Asya](#), Türkiye'nin de içinde bulunduğu [Akdeniz bölgesi](#) ve [Latin Amerika](#) ve [Karayip](#) ülkelerini etkiliyor.
- Artan küresel hava sıcaklıklarının kurak alan ekosistemlerini çölleşmeye karşı daha [kırılgan](#) bırakması bekleniyor. Yüksek emisyon senaryosunda, küresel kurak alan yüzölçümünün bu yüzyıl sonu itibarıyla yaklaşık [%10](#) oranında [artması](#) bekleniyor¹⁹. Bu kuraklığın [neredeyse %80'inin, toplam yüzölçümlerinin %60'ını kurak alanların teşkil ettiği](#) ve kuraklık karşısında gelişmiş ülkelerden daha büyük kırılganlık gösteren gelişmekte olan ülkelerde meydana gelmesi bekleniyor.
- Bu yüzyılın sonunda yaklaşık [700 milyon kişinin](#) kurak bölgelerde yaşayacağı tahmin ediliyor. Aşırı kuraklık yaşayacak en kalabalık nüfusların **Asya** ve **Afrika**'da olacağı öngörülüyor.

¹⁸ Aşırı derecede kurak, kurak, yarı kurak ve kurak-yarı nemli alanları kapsar. Kurak alanlar, genel ve uzun dönemli [klimatolojik su açığı](#) (düşük yağış ve yüksek terleme ve buharlaşma) ile tanımlanır ve dolayısıyla iklim değişikliği ve insan faaliyetlerine son derece hassastır.

¹⁹ RCP8.5

- Türkiye'nin de içinde bulunduğu **Akdeniz, Güneybatı Amerika ve Afrika'nın güney bölgelerinde** 2100 itibarıyla toprak yüzeyinin kuruması [bekleniyor](#).

Kurak Alanların Genişlemesi Kuraklık Riskini Artırıyor:

- Kuraklıklar, maliyeti en yüksek doğal afetler arasında yer alıyor. Yapılan ilk küresel tahminler, küresel ölçekte yıllık kuraklık maliyetinin [80 milyar dolar](#) olduğu gösteriyordu. **AB'nin** yayımladığı rakamlar 2000'li yılların başında AB'de kuraklığın yol açtığı yıllık zararın [7,5 milyar Euro](#) civarında olduğunu ortaya koydu. Alt-ulusal düzeyde bakıldığında ise, Kaliforniya'da 2015 yılında yaşanan kuraklık [2,7 milyar dolar](#) hasara neden oldu. 2000 ile 2002 yılları arasında Orta ve Güney Asya'da meydana gelen ve geniş alanları etkisi altına alan kuraklık da çok yüksek maliyetlere neden olmuştu.
- **Uganda** 2005 ile 2015 yılları arasında meydana gelen kuraklıklara bağlı olarak yılda [237 milyon dolar](#) kayba uğradı.
- **Pakistan'da** kuraklık tarım sektörünü olumsuz yönde etkiledi ve yıllık GSYİH büyüme oranının 1990-2000 yıllarının ortalaması olan %4,5'tan 2000 yılında %2,6 ve 2001 yılında %0,07'ye [düşmesine](#) neden oldu. GSYİH büyüme oranı 2002 yılında kuraklığın sona ermesiyle birlikte %4,15'e çıktı.
- **Özbekistan'da** [kuraklık](#), 130 milyon dolar değerinde kayba yol açarken, yaklaşık 600 bin kişi de 19 milyon dolar değerinde gıda yardımına muhtaç kaldı.

Kontrol Altına Alınamayan Yangınların Artması:

- Kurak alanlarda artacağı öngörülen hava sıcaklığı ve şiddetli kuraklık olaylarının kontrol altına alınamayan yangın ihtimallerini [artıracağı](#) tahmin ediliyor²⁰.
- İklim değişikliği [artan sıcaklıklar, kuraklık ve kontrol altına alınamayan yangınlarla](#), ormanlara giderek büyüyen bir tehdit oluşturacak. Ilıman ve boreal bölgelerde, yangın mevsimleri uzuyor ve küresel sıcaklıklar arttıkça daha da uzayacakları [öngörülüyor](#).
- Kontrol edilemeyen yangınlar [ABD'nin batı bölgesinde](#), Akdeniz ve Avustralya'da [şimdiden görülebildiği](#) üzere çölleşmeye yol açıyor.
- Orman yangınlarının sıklığı ve şiddetinin artması ile büyüyen su stresinin geniş ölçekli [ağaç ölümlerine](#) yol açacağı öngörülüyor. "Geriye doğru ölüm" ismi verilen bu durumun [Amazon bölgesinde](#), boreal ormanlarında, tropikal dağlarda ve Avustralya'da yoğun şekilde yaşanması bekleniyor.

Toz Fırtınasının Etkileri:

- Toz fırtınalarının artışıyla birlikte hava kirliliği de artarak, hem [insan sağlığını](#) hem de [ulaşım ve enerji](#) altyapılarını etkileyecek. Toz partikülleri enerjiyi emiyor ve hava sıcaklığının daha da artmasına neden oluyor.
- Küçük toz partikülleri 2005 yılında dünyada yaklaşık 400 bin kişinin [kalp damar hastalığından ölümü](#) ve sadece o yıl içinde 3,47 milyon yaşam yılı kaybı ile ilişkilendirilmişti. Sahra bölgesi,

²⁰ <https://www.nature.com/articles/ncomms8537>, <https://researchdirect.westernsydney.edu.au/islandora/object/uws%3A47126>

Orta Doğu, Güney ve Doğu Asya'da kalp damar hastalıklarına bağlı ölümlerin %15-50'sine toz fırtınalarının neden olduğu ileri sürüldü.

- **Afrika** kıtası çöl tozunun en önemli kaynağı. Havada asılı tozların yaklaşık %30'u Sahra bölgesinden kaynaklanıyor.²¹

Çatışma ve Göç:

- Çölleşme ve iklim değişikliğinin doğrudan çatışma ve sivil iç kargaşaya neden olmamakla birlikte, genel çatışma potansiyelini artırdığına dair geniş bir konsensüs var. Örneğin, normal hava modellerini aksatan El Nino- Güney Salımı'nın (ENSO) 1950'den bu yana meydana gelen tüm sivil çatışmalarının [%21](#)'inde payı olduğu ileri sürülmüştü. Hava sıcaklığı veya yağış miktarındaki her bir standart sapma artışın, kişilerarası şiddeti %4, gruplar arası şiddeti ise [%14](#) oranında artırdığı bulunmuştu. Aynı şekilde, çalışmalar 1990-2011 döneminde kuraklıktaki artışın **Sahraaltı Afrika** ülkelerinde ayaklanma ihtimalini [%8,3](#) oranında artırdığını göstermişti.
- [Kuraklığın](#), son [900 yılın](#) en uzun süren ve şiddetli kuraklığının tarımsal ürün verimliliğini düşürdüğü ve yüzbinlerce insanın göçüne neden olduğu **Suriye**'deki çatışmanın en önemli itici güçlerinden biri olduğu ileri sürüldü.²²
- Bir çalışma ise, 21. yüzyılın sonu itibarıyla **AB'ye** sığınma başvurularının, iklim senaryosuna göre, [%28 ile %188 arasında](#) artacağını öngörüyor.

Türkiye ve Avrupa: Çölleşme ve Su Kıtlığının Etkileri

- İklim değişikliği, bu çölleşme riskini her geçen gün derinleştiriyor. Bilim insanları, dünyanın geri kalanında olduğu gibi ülkemizde kuraklığın şiddetinin ve süresinin giderek arttığını gözler önüne seriyor. Çölleşme ile Mücadele İlerleme Raporu, Türkiye'deki çölleşme tehdidini gözler önüne seriyor. 2018 yılında yayımlanan rapora göre Türkiye topraklarının %25,5'i yüksek, %53,2'si ise orta derecede çölleşme riski ile [karşı karşıya](#).
- Avrupa Çevre Ajansı (EEA), AB topraklarının %8'inin (Bulgaristan, Kıbrıs, Yunanistan, İtalya, Romanya, İspanya ve Portekiz'e ait) [çölleşme hassasiyetini "çok yüksek" ve "yüksek"](#) olarak sınıflandırıyor. "Orta derecede" hassas bölgeler dahil edildiğinde ise oran %23'e çıkıyor.
- [Kentsel alanların büyümesinin](#) özellikle **Akdeniz** iklimlerinde çölleşmeye yol açtı belgelendi; **İspanya**'da sürdürülebilir olmayan arazi kullanımı çölleşmenin en sık rastlanan nedeni iken, [kentleşme](#) de en önemli nedeni olarak belirlendi.
- Kuraklık, **İtalya**'da 1980'lerden beri devam ısınmanın etkisini artırarak tarımsal ürün verimliliğinde [%5 veya daha yüksek oranda](#) düşüş yaşanmasına neden oldu.
- **Doğu İspanya**'nın yarı kurak Akdeniz çalılık alanlarda, bitki çeşitliliği ve bitki örtüsü iklim değişikliği ve toprak erozyonu yüzünden azaldı.

21

https://www.researchgate.net/publication/264116745_The_Global_Dispersion_of_Pathogenic_Microorganisms_by_Dust_Storms_and_Its_Relevance_to_Agriculture ve <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1875963716301215>

22 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25733898>, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168192310001334>

Afrika: Çölleşme ve Su Kıtlığının Etkileri

- Yapılan bir çalışmaya göre, çölleşme Afrika'daki [57 ülkeden 46'sını](#) etkiliyor. **Sahra Çölü** 20. yüzyılda [%10](#) oranında büyüdü.
- Son birkaç on yılda, Afrika kıtasında yer alan birçok nehir havzasının toprağı [önemli derecede bozuluma uğradı](#). Bunların arasında Nil (%42), Nijer (%50), Senegal (%51), Volta (%67), Limpopo (%66) ve Çad Gölü (%26) bulunuyor.
- İklim değişikliği Afrika'da, özellikle yarı kurak bölgelerde, suya erişilebilirlik üzerindeki mevcut su stresini artıracak.
- **Sahraaltı Afrika bölgesi** nüfusunun, halihazırda kritik seviyelere çıkan su kıtlığına bağlı olarak, aşırı kuraklık karşısında özellikle [en kırılğan](#) nüfus olacağı öngörülüyor.
- **Cezayir**'in güneydoğu bölgesinde yaşanan uzun süreli kuraklık ve bozkır arazinin insan eliyle meydana gelen bozulumu neticesinde, bölgede yaşayan tür sayısı 1978'te 234 türden 2011'de 95 türe [düştü](#).
- **Burkina Faso**'da 1984 ile 2001 yılları arasında ağaçlı bozkırlar, çıplak topraklar ve tarım arazileri sırasıyla %17,55, %18,79 ve %21,79 oranında büyürken, ağaçlık arazi, galeri ormanları, çalılık bozkırlar ve su kaynaklarının sırasıyla %22,02, %5,03, %40,08 ve %31,2 oranında [azaldığı](#) tahmin ediliyor.

Gıda Güvencesi:

- Kurak alanların büyümesi, arazi kullanılabilirliğini ciddi şekilde etkilemenin yanı sıra gıda güvencesine de tehdit oluşturuyor. **Sahraaltı Afrika**'da 2050 itibarıyla tarımsal üretimin iklim değişikliğine bağlı olarak [%17-22](#) oranında düşebileceği tahmin ediliyor.
- 2 derecelik bir dünyada, yıllık su boşaltımının azalacağı ve 2070 itibarıyla sıcak dalgalarının [gıda üretimine risk](#) oluşturacağı öngörülüyor. **Sahraaltı Afrika** için yapılan projeksiyonlar daha yüksek sıcaklıklara ve sıcak dalgası sayısında artışa işaret ediyor, artan kuraklık ise kuru tarımı [etkileyecek](#).

Su Güvencesi:

- [IPCC](#), **Afrika** için iklim değişikliğinin, özellikle yarı-kurak bölgelerde, suya erişilebilirlik ve tarım sistemleri üzerindeki mevcut su stresi artıracaklarını yüksek güvenle belirtiyor.
- Cervigini ve ark.'ın yaptığı tahmine göre, 2010 yılında **Sahraaltı Afrika**'da kuraklığa maruz kalan 424,7 milyon kişinin yaklaşık [%23](#)'ü kuraklığın üstesinden gelemeyi, yani kuraklık şokunun ardından gelirleri yoksulluk sınırının altına düşecek.

Asya: Çölleşme ve Su Kıtlığının Etkileri

- Kısa süre önce yapılan bir çalışmaya göre, halihazırda çölleşme Asya'da [48 ülkeden 38'ini](#) etkiliyor.
- **Hindistan**'da son 30 yılda (1972-2004) kuraklıkların sıklığı ve şiddeti [arttı](#). Tarım üretimi açısından önem arz eden güney sahil bölgesi, orta Maharashtra bölgesi ve Hint-Gangetik düzlüklerinde daha fazla bölgesel kuraklık yaşandı. **Kuzey Hindistan** son 30 yıldır [kuraklaşıyor](#). Bu kuraklıklar, buğday gibi temel ürünler dahil olmak üzere [tarımsal ürün verimliliğine](#)

olumsuz etki ederek, gıda güvencesizliği ve ekonomik kırılganlık düzeyinin artmasına yol açıyor.

- Sulama [su stresini](#) artırıyor. **Güneydoğu Asya** gibi bazı bölgelerde yüzey ve yeraltı su kaynaklarından çekilen toplam su miktarının yaklaşık %90'²³ yıl boyu yapılan sulama faaliyetleri için kullanılıyor.
- **Çin**'in kuzeydoğu, kuzey ve kuzeybatı bölgelerini de içine alan kurak ve yarı kurak bölgeleri 1,6 milyon kilometrekarenin üzerinde bir alanı kaplıyor ve yıllık 450 milimetrenin altında yağış alıyor. Bu bölgeler son birkaç yüzyıldır kırsal hayvancılık ve tarım arazileri için kullanılıyordu. İklim değişikliği ve insan faaliyetleri bölgede çölleşme ve toz fırtınalarının önemli bir soruna dönüşmesine [neden](#) oldu. Çin kurak alanları çölleşmeye fevkalade elverişli.²⁴ 1983 ve 2012 yılları arasında sosyoekonomik etkenler Kuzey Şanksi bölgesinde çölleşmeye yol açtı. Çölleşen alan yüzölçümü artışının yaklaşık [%80](#)'ini teşkil etti. Öte yandan, yapılan arazi yönetimi bu bölgede yaşanan çölleşmenin azaltılmasına da [katkıda bulundu](#).
- **Çin**'in kurak ve yarı kurak bölgelerinde 2040 ile 2099 yılları arasında hayvancılık ve tahıl üretiminin düşmesi ve bunun da gıda güvencesini tehdit edeceği [öngörülüyor](#). **Tibet Platosu**'nda yaşayan ve ürün çeşitlendirme imkanları çok kısıtlı olan hayvan üreticileri genellikle [aşırı otlamanın](#) yol açtığı çölleşme ile karşı karşıya kalıyor.
- **Orta Asya** için yapılan projeksiyonlar, tarım ürünleri verimliliğinde [düşüşe](#) ve uzun süren sıcak dalgalarının halk sağlığına olumsuz etkilerine işaret ediyor.
- İklim analizleri **Batı Asya** ve **Ortadoğu**'da²⁵ artan genel bir kuraklığa işaret ederken, **Ürdün**'ün [Badia bölgesinde](#) yıllık yağış miktarında azalma görülüyor.
- Kuraklık ve aşırı otlama **Pakistan**'da [biyolojik çeşitlilik kaybına](#) neden oldu. Kurak otlama alanlarında artık sadece uyum sağlamış türler hayatta kalabiliyor. Benzer trendler **Moğolistan**'ın bozkırlarında da [gözlemlendi](#). **Çin**'in yarı-kurak **Altay Dağları**'nda yapılan bir çalışma, memeli hayvan türü sayısında azalma olacağını, tür dönüşümü oranının artacağını ve mevcut çeşitliliğin [%50](#)'sinden fazlasının yok olacağını gösteriyor.

Avustralya: Çölleşme ve Su Kıtlığının Etkileri

- **Avustralya**'da çölleşme ve su kıtlığının [derin toplumsal sonuçları](#) var. Kuraklık sıklığındaki artış ve arazi verimliliği üzerindeki etkileri, başta erkeklerde olmak üzere, çiftçi intiharlarıyla ilişkilendirildi.
- İnsan faaliyetlerinden veya başka nedenlerden kaynaklanan bozulmuş, özellikle iç batı kıyı bölgesi yakınlarında, öngörülenden daha büyük oldu ve **Avustralya**'nın [%5'inden fazlasını](#) etkiledi. Tuzlanmanın Avustralya'nın Murray-Darling Havzası'nın bazı kısımlarında bozuluma yol açtığı görüldü.

²³ <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2008GL035296>; <https://www.nature.com/articles/nature11295>

²⁴ <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0341816299000843>, <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2009GB003687>, <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs12665-012-1763-3> ve <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11284-006-0048-2>

²⁵ <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1029/2005JD006181>, <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2010JD015459> ve <https://www.int-res.com/abstracts/cr/v63/n2/p99-113/>

- 1981 ve 2006 yılları arasında çekilen uydu resimlerine dayanan bir çalışmada, büyük yeşil alanlarda küçülme görülen **Avustralya'nın doğu bölgesi** hariç, ülkenin büyük kısmında geniş bir [yeşillenme](#) saptandı. 2002 ile 2009 yılları arasında **Avustralya'nın doğusu** kuraklığın etkisi altındaydı. 1982-2013 dönemine bakıldığında ise, Avustralya'da geniş alanlara yayılan bir [yeşillenme](#) ve **doğu bölgesinde** ise kuraklık sonrası dönemde bir yeşillenme görüldü.

Kuzey ve Güney Amerika: Çölleşme ve Su Kıtlığının Etkileri

- **Latin Amerika** ve **Karayipler**'de kurak alanlar toplam yüzölçümünün %25'ini teşkil ediyor. **Latin Amerika**'da [516 milyon hektarın](#) çölleşmeye yatkın olduğu tahmin ediliyor; bir diğer çalışma ise, [378 milyon hektarın](#) ciddi derecede bozuluma uğradığını ileri sürüyor. **Güney ve Orta Amerika**'da, net birincil verimlilik ve ekosistem verimliliğinin düştüğü bozuluma uğrayan toplam alan [300 milyon hektar](#).
- **Guatemala**'da toplam yüzölçümünün %12'sinin, özellikle de ormansızlaşmanın arttığı bölgelerin, çölleşmekte olduğu tahmin ediliyor.
- **Bolivya, Şili, Ekvator** ve **Peru**'nun [toplam yüzölçümünün](#) %27-43'ü çölleşme etkisi altında. **Bolivya** nüfusunun yaklaşık %77'si bozuluma uğramış alanlarda yaşıyor.
- [Bozuluma](#) uğrayan arazi oranı **Arjantin**'de %75, **Brezilya**'da %8, **Peru**'da %34.
- **Arjantin**'in kurak Chaco ve Caldenal bölgelerinde geçtiğimiz yüzyıl içinde geniş çapta arazi bozulmaları yaşandı.²⁶ **Arjantin**'in Patagonya Monte bölgesinde [aşırı otlamanın](#) bir bozulum nedeni olduğu saptandı. **Brezilya'nın batısındaki** Caatinga bölgesinde geniş alanlara yayılan bir çölleşme yaşandığı ve alanın %50'sinin bozuluma uğradığı tahmin ediliyor.
- Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü [FAO](#)'ya göre, orman yangınları 2003 ve 2013 yılları arasında toplam 4,9 milyon hektarlık mahsule zarar verdi. Latin Amerika bu orman yangınlarında en fazla zarar gören ülke oldu; tarımsal ürün kaybının değeri 689 milyon dolar olarak açıklandı. Bu rakamın yılda 19,6 milyon ton tahıla eşdeğer olduğu ve 78 milyon kişinin tahıl tüketimi miktarına denk geldiği hesaplandı.
- **Meksika**'nın kurak alanlarında, yeraltı suyu kullanılarak yapılan yoğun buğday ve pamuk üretimi [tuzlanmaya](#) neden oldu ve bu da tarımsal üretim alanının 1970'te 132 bin 516 hektardan 2009'da 66 bin 044 hektara düşmesine yol açtı. **Meksika**'nın Querétaro eyaletinin iç kesimlerinde ve batı ve güney kesimlerdeki bazı kurak alanlar ağır [bozuluma](#) uğramış durumda.
- **Brezilya**'da, 1979-2000 döneminde [El Nino ve kuraklıklar](#) arasında güçlü bir ilişki gözlemlendi. [Brezilya Amazonu](#)'nda sıcak ve kuraklık da dahil olmak üzere, artan aşırı hava olayları kontrol altına alınamayan yangınların sıklık ve şiddetini arttırdı; 2015 kuraklığı sırasında yangın vakaları, ormansızlaşma oranlarının düşmesine rağmen, %36 oranında arttı.
- **Colorado Nehri** yüzey akışının her bir derecelik ısınma için [%2 ile 8 arasında azalacağı](#) ve kuraklık ile ısınmanın, ekosistemlerin suya erişebilirliğini azaltacağı öngörülüyor.
- **ABD'nin New Mexico eyaletinin** Chihuahuan Çölü'nde yer alan Jornada Havzası'nda geçtiğimiz yüzyıldan bu yana [çalı istilası](#) şeklinde çölleşme meydana gelmekte. Bu istila Kuzey

²⁶ <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0140196317301994>, <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ldr.851>

Amerika'nın batı bölgelerindeki otlak ve meralarda oldukça geniş bir alanda gözlemleniyor.²⁷ [Kumul istilasının](#) ise ABD'nin Kaliforniya eyaletinde görülen çölleşmenin bir nedeni olduğu saptandı. San Joaquin Vadisi ve Colorado Nehir Havzası'nda [tuzlanma](#) meydana geliyor.

- **Güney Kaliforniya çöllerinde**, iklim değişikliğinin yol açtığı aşırı sıcak ve kuraklık, bazı çöl türlerinin [hayatta kalma eşiğini](#) geçebilir.
- Kurak alan biyolojik çeşitlilik sıcak noktalarında yaşayan [2 binden fazla bitki türü](#), 2004 yılından itibaren 100 yıl içinde tükenebilir (**Ümit Burnu Floristik Bölgesi, Akdeniz Havzası ve Güneybatı Avustralya**'da).

²⁷ <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0140196308000724?via%3Dihub>,
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479709001522> ve <https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1890/10-0542.1>