

# Teknik Özet



# TÖ

## Teknik Özet

### **Editörler:**

Priyadarshi R. Shukla (Hindistan), Jim Skea (İngiltere), Raphael Slade (İngiltere) Renée van Diepenen (Hollanda/İngiltere), Eamon Haughey (Irlanda), Juliette Malley (İngiltere), Minal Pathak (Hindistan), Joana Portugal Pereira (İngiltere)

### **Tasarlayan Yazarlar:**

Fahmuddin Agus (Endonezya), Almut Arneth (Almanya), Paulo Artaxo (Brezilya), Humberto Barbosa (Brezilya), Luis G. Barioni (Brezilya), Tim G. Benton (İngiltere), Suruchi Bhadwal (Hindistan), Katherine Calvin (Amerika Birleşik Devletleri), Eduardo Calvo (Peru), Donovan Campbell (Jamaika), Francesco Cherubini (İtalya), Sarah Connors (Fransa/Birleşik Krallık), Annette Cowie (Avustralya), Edouard Davin (Fransa/İsviçre), Kenel Delusca (Haiti), Fatima Denton (Gambiya), Aziz Elbehri (Fas), Karlheinz Erb (İtalya), Jason Evans (Avustralya), Dulce Flores-Renteria (Meksika), Felipe Garcia-Oliva (Meksika), Giacomo Grassi (İtalya/Avrupa Birliği), Kathleen Hermans (Almanya), Mario Herrero (Avustralya/Kosta Rika), Richard Houghton (Amerika Birleşik Devletleri), Joanna House (İngiltere), Mark Howden (Avustralya), Margot Hurlbert (Kanada), İsmail Abdel Galil Hüseyin (Mısır), Muhammed Mohsin İkbal (Pakistan), Gensuo Jia (Çin), Esteban Jobbagy (Arjantin), Francis X. Johnson (İsveç), Joyce Kimutai (Kenya), Kaoru Kitajima (Japonya), Tony Knowles (Güney Afrika), Vladimir Korotkov (Rusya Federasyonu), Murukesan V. Krishnapillai (Mikronezya/Hindistan), Jagdish Krishnaswamy (Hindistan), Werner Kurz (Kanada), Anh Le Hoang (Viet Nam), Christopher Lennard (Güney Afrika), Diqiang Li (Çin), Emma Liwenga (Tanzanya Birleşik Cumhuriyeti), Shuaib Lwasa (Uganda), Nagmedin Mahmoud (Sudan), Valérie Masson-Delmotte (Fransa), Cheikh Mbow (Senegal), Pamela McElwee (Amerika Birleşik Devletleri), Carlos Fernando Mena (Ekvador), Francisco Meza (Şili), Alisher Mirzabaev (Almanya/Özbekistan), John Morton (İngiltere), Wilfran Moufouma-Okia (Fransa), Soojeong My Kore Cumhuriyeti), Dalila Nedjraoui (Cezayir), Johnson Nkem (Kamerun), Ephraim Nkonya (Tanzanya Birleşik Cumhuriyeti), Nathalie De Noblet-Ducoudré (Fransa), Lennart Olsson (İsveç), Balgis Osman Elasha (Côte d'Ivo) Jan Petzold (Almanya), Ramón Pichs-Madruga (Küba), Elvira Poloczanska (İngiltere), Alexander Popp (Almanya), Hans-Otto Pörtner (Almanya), Prajal Pradhan (Almanya/Nepal), Mohammad Rahimi (Iran), Andy Reisinger (Yeni Zelanda), Marta G. Rivera-Ferre (İspanya), Debra C. Roberts (Güney Afrika), Cynthia Rosenzweig (Amerika Birleşik Devletleri), Mark Rounsevell (İngiltere), Nobuko Saigusa (Japonya), Tek Sapkota (Kanada/

Nepal), Elena Sheviakova (Amerika Birleşik Devletleri), Andrey Sirin (Rusya Federasyonu), Pete Smith (İngiltere), Youba Sokona (Mali), Denis Jean Sonwa (Kamerun), Jean-Francois Soussana (Fransa), Adrian Spence (Jamaika), Lindsay Stringer (İngiltere), Raman Sukumar (Hindistan), Miguel Angel Taboada (Arjantin), Fasil Tena (Etiyopya), Francesco N. Tubiello (Amerika Birleşik Devletleri/İtalya), Murat Türkeş (Türkiye), Riccardo Valentini (İtalya), Rances José Vázquez Montenegro (Küba), Louis Verchot (Kolombiya/Amerika Birleşik Devletleri), David Viner (Birleşik Krallık), Koko Warner (Amerika Birleşik Devletleri), Mark Weltz (Amerika Birleşik Devletleri), Nora M. Weyer (Almanya), Anita Wreford (Yeni Zelanda), Jianguo Wu (Çin), Yinlong Xu (Çin), Noureddine Yassaa (Cezayir), Sumaya Zakieldeen (Sudan), Panmao Zhai (Çin), Zinta Zommers (Letonya)

#### Bölüm Bilimcileri:

Yuping Bai (Çin), Aliyu Salisu Barau (Nijerya), Abdoul Aziz Diouf (Senegal), Baldur Janz (Almanya), Frances Manning (İngiltere), Erik Mencos Contreras (Amerika Birleşik Devletleri/ Meksika), Dorothy Nampanzira (Uganda), Chuck Chuan Ng (Malezya), Helen Berga Paulos (Etiyopya), Xiyan Xu (Çin), Thobekile Zikhali (Zimbabwe)

#### IPCC İklim Değişikliği ve Arazi Özel Raporu "Teknik Özeti" Türkçe çevirisinin

Konu Danışmanı ve Türkçe Editörü:

**Prof. Dr. Murat Türkeş**

TEMA Vakfı Bilim Kurulu Üyesi ve

IPCC İklim Değişikliği ve Arazi Özel Raporu Çölleşme Bölümü (Chapter 3: Desertification) Başyazarlarından;  
Kuraklık Kutusu (Drought Box) Yazarlarından;

Ek I: Teknik Terimler Sözlüğü (Glossary) Editörlerinden

#### Teknik Özeti'nin Türkçe çeviri sürümü aşağıdaki şekilde referans gösterilmelidir:

P.R. Shukla, J. Skea, R. Slade, R. van Diemen, E. Haughey, J. Malley, M. Pathak, J. Portugal Pereira (editörler). Teknik Özeti, 2019. İçinde: İklim Değişikliği ve Arazi: Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) İklim Değişikliği, Çölleşme, Arazi Bozulumu, Sürdürülebilir Arazi Yönetimi, Gıda Güvenliği ve Karasal Ekosistemlerdeki Sera Gazi Akıları Özel Raporu. [Editörler: P.R. Shukla, J. Skea, E. Calvo Buendia, V. Masson-Delmotte, H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, P. Zhai, R. Slade, S. Connors, R. van Diemen, M. Ferrat, E. Haughey, S. Luz, S. Neogi, M. Pathak, J. Petzold, J. Portugal Pereira, P. Vyas, E. Huntley, K. Kissick, M. Belkacemi, J. Malley]. Özeti Raporun Türkçe çevirisinin Konu Danışmanı ve Türkçe Editörü: Murat Türkeş. Türkçe çeviriyi yayımlayan TEMA Vakfı, İstanbul.

#### Teknik Özeti'nin İngilizce orijinal sürümü aşağıdaki şekilde referans gösterilmelidir:

P.R. Shukla, J. Skea, R. Slade, R. van Diemen, E. Haughey, J. Malley, M. Pathak, J. Portugal Pereira (eds.) Technical Summary, 2019. In: Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems [P.R. Shukla, J. Skea, E. Calvo Buendia, V. Masson-Delmotte, H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, P. Zhai, R. Slade, S. Connors, R. van Diemen, M. Ferrat, E. Haughey, S. Luz, S. Neogi, M. Pathak, J. Petzold, J. Portugal Pereira, P. Vyas, E. Huntley, K. Kissick, M. Belkacemi, J. Malley, (eds.)]. In press

Bir Birleşmiş Milletler organı olan IPCC, raporlarını BM'nin altı resmi dilinde (Arapça, Çince, İngilizce, Fransızca, Rusça, İspanyolca) yayımlamaktadır. Bu dillerde yayımlanan versiyonlar [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch) linkinde bulunabilir ve buradan indirilebilir. Daha ayrıntılı bilgi için lütfen IPCC sekretaryası ile iletişime geçiniz (Adres: 7bis Avenue de la Paix, C.P. 2300, 1211 Geneva 2, İsviçre ; e-mail: ipcc-sec@wmo.int)

Raporun Türkçe çevirisisi ise IPCC tarafından yapılmış resmi bir çeviri değildir. TEMA Vakfı tarafından Env.net Projesi kapsamında Türkçe'ye çevrilimiş, özgün metindeki dili en doğru şekilde yansıtması amaçlanarak sunulmuştur.

## İçindekiler Tablosu

TÖ.0 Giriş .....	4
TÖ.1 Çerçeve ve bağlam .....	4
TÖ.2 Arazi-iklim etkileşimleri .....	8
TÖ.3 Çölleşme .....	14
TÖ.4 Arazi bozulumu .....	17
TÖ.5 Gıda güvenliği .....	20
TÖ.6 Çölleşme, arazi bozulumu, gıda güvenliği ve sera gazı akıları arasındaki bağlantılar .....	25
TÖ.7 Sürdürülebilir kalkınmaya yönelik risk yönetimi ve karar verme .....	31

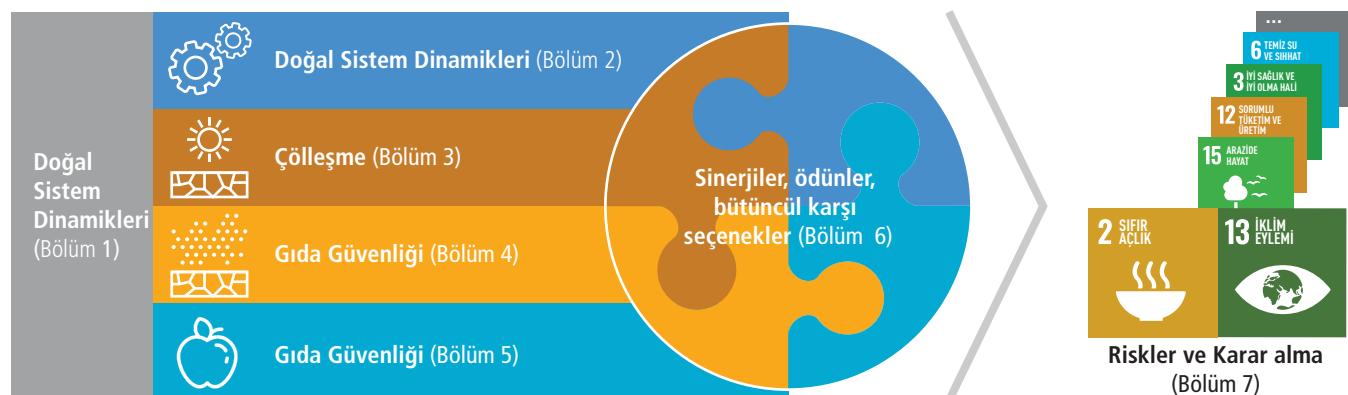
## TÖ.0 Giriş

IPCC İklim Değişikliği ve Arazi Özel Raporunun (SRCCl)<sup>1</sup> Teknik Özeti, bölgelerdeki yöneticilerin rapordan rakamlarla örneklendirildiği bir derlemeyi içerir. SRCCl'nin yapısını takip eder (Şekil TÖ.1) ve yedi bölüm halinde sunulmaktadır. TÖ.1 (Bölüm 1), temel kavramları ve tanımları anlatarak ve raporun önceki yayılarda nerede yapılanlığının altını çizerek Özel Rapor'da ele alınan ana konuların bir özeti verir. TÖ.2 (Bölüm 2) arazi iklim sisteminin dinamiklerine odaklanmaktadır (Şekil TÖ.2). İklim değişikliğinin arazi ve arazinin iklim üzerindeki etkilerini, atmosfer ile kara yüzeyi arasındaki biyokimyasal ve biyofiziksel akıların değişmesinden kaynaklanan etkileri anlamaya yönelik yakın zamandaki gelişmeleri değerlendirmektedir. TÖ.3 (Bölüm 3), dünyadaki kurak arazi bölgelerinde yaşayan toplumların, çölleşme ve iklim değişikliğine karşı nasıl savunmasız olduklarını incelemekte olup ayrıca iklim değişkenliğine uyum sağlama ve çölleşmeye ele alma konusunda önemli bilgilere yer verilmiştir. TÖ.4 (Bölüm 4), tüm arazi ekosistemlerinde arazi bozulumunun ele alınmasının ivediliğini değerlendirmektedir. Artan arazi bozulumu eğilimlerine rağmen, bu eğilimleri tersine çevirmek, iklim değişikliğine karşı dayanıklılığı arttırması, iklim değişikliği ile mücadele ve gelecek nesiller için gıda güvenliğini sağlaması beklenen arazi yenileme etkinlikleri ve iyileştirilmiş arazi yönetimi aracılığıyla mümkündür. TÖ.5 (Bölüm 5), iklim değişikliğinin gıda sistemlerine getirdiği risk ve fırsatların değerlendirilmesi aracılığıyla gıda güvenliğine odaklanmaktadır. Azaltım ve uyumun hem insan hem de dünya sağlığına nasıl katkıda bulunabileceğini değerlendirmektedir. TÖ.6 (Bölüm 6) çölleşme, arazi bozulumu ve gıda güvenliği zorluklarına karşı gelmek için etmek için seçenekler sunmakta ve sürdürülebilir arazi yönetimi, sürdürülebilir kalkınma hedefleri, iklim uyumu ve azaltımı için seçenekleri değerlendirmektedir. TÖ.7 (Bölüm 7), iklim-arazi-insan sistemindeki risklere karşı karar verme ve politika yansımalarını daha fazla değerlendirmektedir.

## TÖ.1 Çerçeve ve Bağlam

**Sahip olduğu su kaynakları dahil olmak üzere arazi, birincil üretkenlik, gıda, tatlı su ve diğer birçok ekosistem hizmetleri (yüksek düzeyde güvenirlilik) aracılığıyla insan geçim kaynakları ve refahı için temel oluşturur.** Ne bireysel ya da toplumsal kimliklerimiz ne de dünya ekonomisi, arazi ekosistemleri ve biyolojik çeşitlilik tarafından sağlanan çoklu kaynaklar, hizmetler ve geçim sistemleri olmadan var olamazdı. Dünyanın toplam karasal ekosistem hizmetlerinin yıllık değerinin 2011 yılında 75 trilyon ABD Doları olduğu öngörmektedir, bu rakam yaklaşık olarak yıllık küresel Gayri Safi Yurtiçi Hasila değerine denk gelmektedir (2007 ABD Doları değerine dayalı) (*orta düzeyde güvenirlilik*). Arazi ve sağladığı biyolojik çeşitlilik, aynı zamanda bilişel ve manevi zenginleştirme, rekreatif değerler, aidiyet duygusu ve estetik gibi insanlar için temel, elle tutulamayan faydalari temsil eder. Ekosistem hizmetlerini parasal yöntemlerle ele alma, toplumları, kültürleri ve yaşam kalitesini ve biyoçeşitliliğin içel değerini şekillendiren ve maddi olmayan bu hizmetleri sıklıkla göz ardi eder. Dünya'nın arazi alanı sınırlıdır. Arazi kaynaklarını sürdürelebilir şekilde kullanmak insan refahı açısından esastır (*yüksek düzeyde güvenirlilik*). {1.1.1}

**Arazi kullanımının mevcut coğrafi dağılışı, çoklu ekosistem hizmetlerinin büyük ölçüde benimsenmesi ve biyoçeşitlilik kaybı insanlık tarihinde daha önce görülmemiş bir durumdadır (yüksek düzeyde güvenirlilik).** 2015 yılına kadar küresel bursuz kara yüzeyinin dörtte üçü insan kullanımının etkisi altında kaldı. İnsanlar net birincil üretim için küresel karasal potansiyelinin üçte biri ile dörtte birini kullanmaktadır (*yüksek düzeyde güvenirlilik*). Tarım arazileri küresel bursuz yüzeyin %12-14'ünü kaplamaktadır. 1961'den bu yana, kişi başı küresel gıda kalorisi arzı üçte bir oranında artmış, bitkisel yağ ve et tüketimi iki kattan fazla artmıştır. Aynı zamanda, inorganik azotlu gübre kullanımı yaklaşık dokuz kat artmış ve sulama suyu kullanımı yaklaşık olarak iki katına çıkmıştır (*yüksek düzeyde güvenirlilik*). Değişen yoğunluklarda insan kullanımı, ormanların yaklaşık %60-85'ini ve diğer doğal ekosistemlerin (örneğin, savanlar, doğal otlaklar) %70-90'ını etkiler (*yüksek düzeyde güvenirlilik*). Arazi kullanımı, küresel biyoçeşitliliğin yaklaşık %11-14 oranında azalmasına neden olmuştur (*orta düzeyde güvenirlilik*). (Şekil TÖ.2). {1.1.2}



Şekil TÖ.1 | IPCC İklim Değişikliği ve Arazi Özel Raporuna (SRCCl) Genel Bakış.

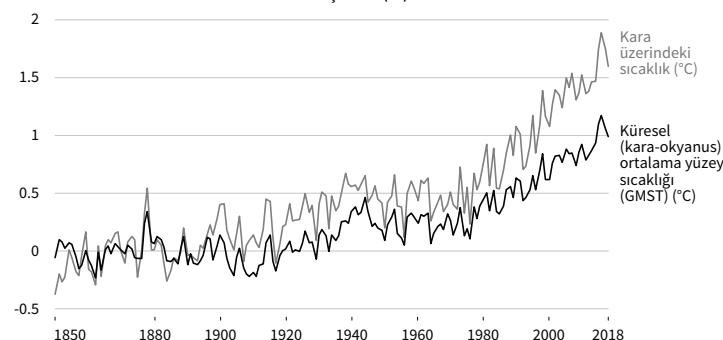
<sup>1</sup> Bu raporun tam başlığı IPCC Karasal Ekosistemlerde İklim Değişikliği, Çölleşme, Arazi Bozulumu, Sürdürülebilir Arazi Yönetimi, Gıda Güvenliği ve Sera Gazi Akısı Özel Raporudur.

## Arazi Kullanımı ve gözlenen iklim değişikliği

### A. 1850–1900 dönemine kıyasla gözlenen iklim değişikliği

Sanayi öncesi döneminden (1850–1900) bu yana gözlenen ortalama yeryüzü hava sıcaklığı, küresel ortalama yüzey sıcaklığından (karalar ve okyanuslar) önemli ölçüde daha fazla artış göstermiştir.

#### 1850–1900 DÖNEMİNE KİYASLA SICAKLIK DEĞİŞİKLİĞİ (°C)



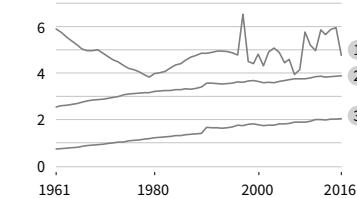
### B. Sera gazı salımları

Antropojen sera gazı salımlarının (2007–2016) yaklaşık %23'ü Tarım, Ormancılık ve Diğer Arazi Kullanımından (AFOLU) kaynaklanmaktadır.

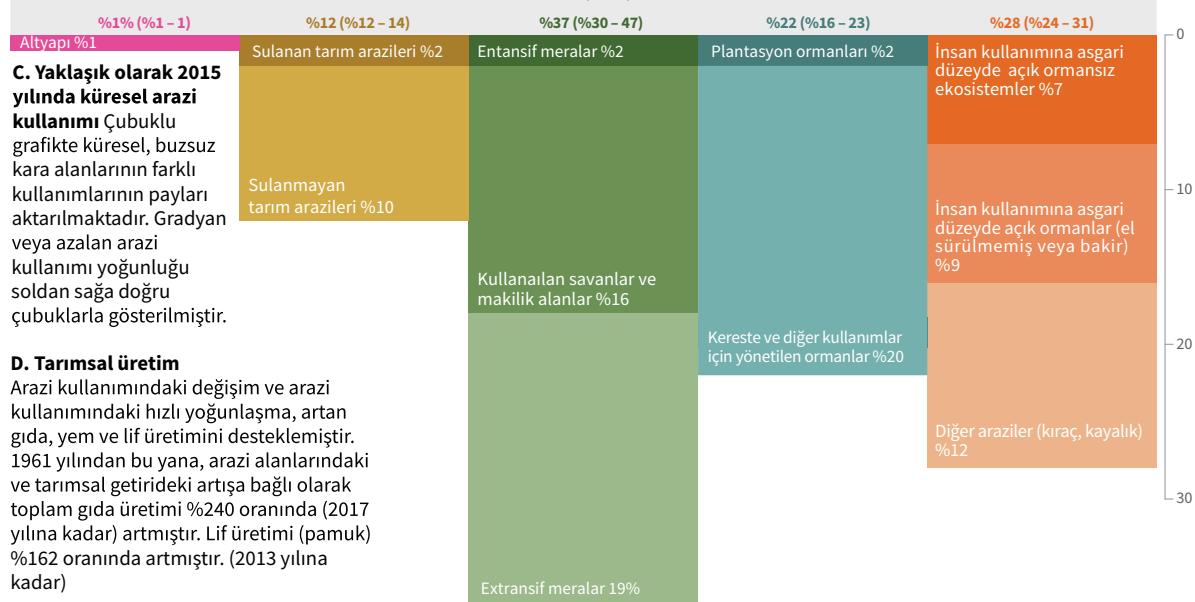
#### 1961'den bu yana SALIMLARDAKİ DEĞİŞİM

- 1 FOLU kaynaklı Net CO<sub>2</sub> salımları (GtCO<sub>2</sub> eşdeğer yıl<sup>-1</sup>)
- 2 Tarım kaynaklı CH<sub>4</sub> salımları (GtCO<sub>2</sub> eşdeğer yıl<sup>-1</sup>)
- 3 Tarım kaynaklı N<sub>2</sub>O salımları (GtCO<sub>2</sub> eşdeğer yıl<sup>-1</sup>)

#### GtCO<sub>2</sub> eşdeğer yıl<sup>-1</sup>



### Küresel buzlu kara yüzeyi %100 (130 Mkm<sup>2</sup>)

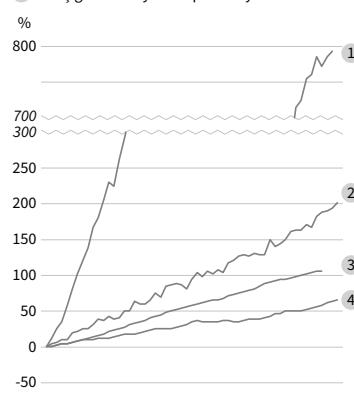


### D. Tarımsal üretim

Arazi kullanımındaki değişim ve arazi kullanımındaki hızlı yoğunlaşma, artan gıda, yem ve lif üretimi desteklemiştir. 1961 yılından bu yana, arazi alanlarındaki ve tarımsal getirideki artışa bağlı olarak toplam gıda üretimi %240 oranında (2017 yılına kadar) artmıştır. Lif üretimi (pamuk) %162 oranında artmıştır. (2013 yılına kadar)

#### 1961'e kıyasla DEĞİŞİM (%)

- 1 Inorganik azot(N) gübre kullanımı
- 2 Tahıl ürünleri
- 3 Sulama suyu hacmi
- 4 Geviş getiren hayvan toplam sayısı

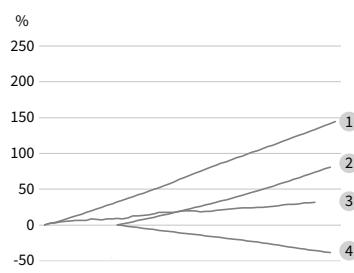


### E. Gıda talebi

Üretimdeki artışlar, tüketimdeki değişimlerle bağlantılıdır.

#### 1961 ve 1975'e kıyasla DEĞİŞİM %

- 1 Nüfus
- 2 Aşırı kilo + obez prevalansı
- 3 Kişi başına toplam kalori
- 4 Düşük kilo prevalansı

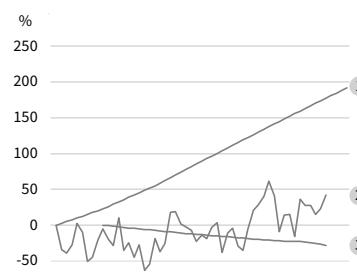


### F. Çölleşme ve arazi bozumu

Arazi kullanımındaki değişim, arazi kullanımındaki artış ve iklim değişikliği, çölleşmeye ve arazi bozulumuna katkı sağlayan faktörler

#### 1961 ve 1970'e kıyasla DEĞİŞİM %

- 1 Çölleşme yaşanan alanlarda nüfus
- 2 Yıllık olarak kuraklık yaşanan kurak alanlar
- 3 İç sulak alanlar



**Şekil TÖ.2 | Arazi kullanımı ve gözlemlenen iklim değişikliği:** Bu değerlendirme raporunda ele alınan temel arazi zorluklarının ve arazi-iklim sistemi süreçlerinin göstergeleri.

**Şekil TÖ.2 (devam):** Panel A-F, bu raporda ele alınan temel konularınlığını temsil eden iklim değişkenleri ve seçili arazi kullanımındaki durum ve eğilimi göstermektedir. B ve D-F'deki yıllık zaman serileri, çoğunlukla 1961'de başlayan FAOSTAT kaynaklı ulusal istatistiklerden elde edilen kapsamlı ve mevcut verilere dayanmaktadır. D-F panellerinde y eksenleri zaman serisinin başlangıç yılına göre ifade edilmektedir (yeniden sıfır temellendirilerek). Veri kaynakları ve notlar: A: Isınma eğrileri veri kümesinin ortalamalarıdır {2.1, Şekil 2.2, Tablo 2.1} B: Tarım kaynaklı  $N_2O$  ve CH<sub>4</sub> FAOSTAT'tan; iki hesaplama modelinin ortalaması (1997'den beri turbalk alanlardaki yangınlardan kaynaklanan salımlar dahil) kullanılarak elde edilen, FOLU kaynaklı net CO<sub>2</sub> salımları. CO<sub>2</sub>-eşdeğer birimleri cinsinde ifade edilen tüm değerler, iklim-karbon geri bildirimini olmayan AR5 100 yıllık Küresel Isınma Potansiyeli değerlerine dayanmaktadır ( $N_2O=265$ ; CH<sub>4</sub>=28). (Tablo SPM.1) {1.1, 2.3} C: Yaklaşık 2015 yılı için, küresel, buzsuz arazilerin farklı kullanımının paylarını, azalan arazi-kullanım yoğunluğunu yükseltme ya da düşme şeklinde soldan sağa sıralı olarak betimler. Her çubuk geniş bir arazi örtüsü kategorisini temsil eder; köşeli parantez içinde belirsizlik aralıklarla verilen üstteki sayılar, kapsanan buzsuz alanın toplam yüzdesidir. Yoğun mera, hayvan yoğunluğunun 100 hayvan/km' den fazla olması olarak tanımlanır. 'Kereste ve diğer kullanımlar için yönetilen orman' alanı, toplam orman alanı eksik 'birincil/sağlam' orman alanı olarak hesaplanmıştır. {1.2, Tablo 1.1, Şekil 1.3} D: Gübre kullanımının bölünmüş bir eksen üzerinde gösterildiğine dikkat edin. Gübre kullanımındaki büyük değişim yüzdesi, 1961'deki düşük kullanım oranını yansımaktadır ve alan başına artan gübre girişinin yanı sıra gıda üretimini artırmak için gübrelenmiş tarım arazilerinin ve otlakların genişlemesi ile ilgilidir. {1.1, Şekil 1.3} E: Aşırı kilolu popülasyon vücut kitle indeksi (VKI)> 25 kg m<sup>-2</sup>, zayıflık ise VKI < 18.5 kg m<sup>-2</sup> olarak tanımlanır. {5.1, 5.2} F: Kuraklık Endeksi'nin 0,65'in altında olduğu bölgeleri belirlemek için TerraClimate yağış ve potansiyel terleme- buharlaşma (1980-2015) kullanılarak kurak alanlar tahmin edilebildi. Nüfus verileri HYDE3.2 veri tabanındandır. Kuraklık alanlar, Küresel Yağış Klimatoloji Merkezi Kuraklık Endeksinin 12 aylık verilerine dayanmaktadır. İç sulak alan kapsamı (turbalar dahil) 2000'den fazla zaman serisinden elde edilen ve zaman içinde yerel sulak alandaki değişiklikleri rapor eden toplu verilere dayanmaktadır. {3.1, 4.2, 4.6}

**Karalar üzerindeki isınma, küresel ortalama yüzey (kara ve okyanus) sıcaklıklarından daha hızlı bir oranda gerçekleşmiştir ve bunun arazi sistemi üzerinde gözle görülür etkileri olmuştur (yüksek düzeyde güvenirlilik).** 2006-2015 dönemi için karalar üzerindeki ortalama sıcaklık, 1850-1900 döneminden kiyasla 1.53°C ve eşdeğer küresel ortalama sıcaklık değişiminden 0.66°C daha yüksektir. Isınma (değişen yağış modelleriyle birlikte) büyümeye mevsimlerinin başlangıcını ve sonunu değiştirmekte, bölgesel ürün veriminin düşmesine, tatlı su varlığının azalmasına, biyolojik çeşitliliğin daha fazla zorlama altına girmesine, ağaç ölümünün (yüksek düzeyde güvenirlilik) artmasına neden olmaktadır. Artan atmosferik CO<sub>2</sub> seviyesi, bitki büyümesinde gözlenen artışların yanı sıra otlaklar ve savanlarda odunsu bitki örtüsü artışlarına neden olmaktadır (orta düzeyde güvenirlilik). {1.1.2}

**Arazi kaynaklarının aşırı sömürüsünü durdurmak ve tersine çevirmek için acil eyleme geçme, iklim değişikliği de dahil olmak üzere çoklu zorlamaların, ekosistemler ve toplum üzerindeki olumsuz etkilerini önleyecektir (yüksek düzeyde güvenirlilik).** Teknolojik gelişme, nüfus artışı ve çoklu ekosistem hizmetleri için kişi başına artan talep gibi arazi kullanım değişikliğine bağlı sosyo-ekonomik itici güçlerinin gelecekte devam etmesi beklenmektedir (yüksek düzeyde güvenirlilik). Bunlar ve diğer itici güçler, doğal ekosistemlerin yönetilen araziye dönüştürülmesi, hızlı kentleşme, arazi yönetiminin yoğunlaştırılmasından kaynaklanan kirlilik ve arazi kaynaklarına adil erişim gibi mevcut çevresel ve toplumsal zorlukları artıtabilir (yüksek düzeyde güvenirlilik). İklim değişikliği, ekosistemler ve bu ekosistemlerin sağladıkları hizmetleri doğrudan ve olumsuz etkileyerek söz konusu zorluklara neden olacaktır (yüksek düzeyde güvenirlilik). Bu çoklu etmenlere karşı hemen harekete geçmek, arazinin maddi olmayan ya da düzenleyici faydalardan ödün vermeden, gıda, lif ve su güvenliğini artıracak, çölleşmeyi azaltacak ve arazi bozulumunu tersine çevirecektir (yüksek düzeyde güvenirlilik). {1.1.2, 1.2.1, 1.3.2- 1.3.6, Bölüm 1'deki Kesit Kutusu 1}

**Antropojen sera gazı (GHG) emisyonlarında (salımlarında) isınmayı 2°C'nin altında bir sıcaklıkla sınırlı hizli düşüşler, iklim değişikliğinin kara ekosistemleri üzerindeki olumsuz etkilerini büyük ölçüde azaltacaktır (yüksek düzeyde güvenirlilik).** Hızlı salım azaltımlarının olmadığı durumda, büyük ölçekli, arazi tabanlı, mücadele yöntemlerine bağlanmak arazi üzerindeki mevcut zorlamaları artıracaktır. (yüksek düzeyde güvenirlilik)

**(yüksek güvenirlilik).** Geniş arazi alanları (örneğin, biyoenerji ve ormanlaştırma / yeniden ormanlaştırma için) gerektiren iklim değişikliğini azaltım çabalarının, mevcut arazi kullanımlarıyla rekabet edecek oranda olacağı öngörmektedir (yüksek düzeyde güvenirlilik). Arazi rekabeti, gıda fiyatlarını artırabilir; su ve hava kirliliği göstergelerinde daha fazla yoğunlaşmaya (örneğin gübre ve su kullanımı) ve daha fazla biyolojik çeşitlilik kaybına (orta düzeyde güvenirlilik) yol açabilir. Bu tür sonuçlar toplumların araziye bağlı birçok Sürdürülebilir Kalkınma Hedefine (SKH) ulaşma kapasitesini riske atacaktır (yüksek düzeyde güvenirlilik). {1.3.1, Bölüm 1'deki Kesit Kutusu 2}

**Bununla birlikte, araziyle ilişkili iklim değişikliği ile mücadelenin, arazi için rekabeti artırmayan pek çok seçenekleri vardır (yüksek düzeyde güvenirlilik). Bu seçeneklerin çoğu, iklim değişikliğine uyum için ortak faydalara sahiptir (orta düzeyde güvenirlilik).** Arazi kullanımı, özellikle de ormansızlaşmadan kaynaklanan CO<sub>2</sub> salımı, pirinç ve gevş getiren hayvan kaynaklı CH<sub>4</sub> salımı ve gübre kullanımından kaynaklanan  $N_2O$  salımı ile küresel sera gazı salımlarının yaklaşık dörtte birini oluşturur (yüksek düzeyde güvenirlilik). Arazi ekosistemleri de büyük miktarda karbon tüketmektedir (yüksek düzeyde güvenirlilik). Hem salımların büyüğünü azaltmak hem de karbon alımını artırmak için birçok arazi yönetimi seçeneği vardır. Bu seçenekler ürün verimliliğini, toprak besin durumunu, mikro iklimi ya da biyolojik çeşitliliği artırır ve böylece iklim değişikliğine uyumu destekler (yüksek düzeyde güvenirlilik). Buna ek olarak, gıda ve enerjinin aşırı tüketimini azaltmak gibi tüketici davranışlarında değişiklikler, arazi kaynaklı sera gazı salımlarının azaltılmasına yardımcı olacaktır (yüksek düzeyde güvenirlilik). Mücadele ve uyum seçeneklerinin uygulanmasındaki engeller beceri eksikliğini, finansal ve kurumsal engelleri, teşviklerin eksikliğini, ilgili teknolojilere erişim, tüketici farkındalığı ve bu uygulamaların ve yöntemlerin başarısının gösterildiği sınırlı mekansal ölçükleri kapsar. {1.2.1, 1.3.2, 1.3.3, 1.3.4, 1.3.5, 1.3.6}

**Besin açısından dengeli ve çeşitli beslenme biçimine dayanan sürdürülebilir gıda arzı ve gıda tüketimi, iklim ve sosyo-ekonomik değişimlere tabii olan gıda güvenliğini artıracaktır (yüksek düzeyde güvenirlilik).** Beslenmeye artırmak için gıda erişiminin, faydalananmanın, kalitenin ve güvenliğin iyileştirilmesi ve daha düşük salımlarla uyumlu küresel olarak eşit beslenme biçimlerinin teşvik edilmesi, arazi kullanımını ve gıda güvenliği üzerinde gösterilebilir olumlu etkilere sahiptir (yüksek düzeyde güvenirlilik). Gıda güvenil-

gi aynı zamanda gıda kaybı ve atıklardan (üretilen toplam gıdanın %25-30'u olarak öngörmektedir) olumsuz etkilenmektedir (*orta düzeyde güvenirlilik*). Gelişmiş gıda güvenliğinin önündeki engeller arasında ekonomik itici güçler (fiyatlar, arzin mevcudiyeti ve istikrarı) ve gıda tüketimi ile ilgili geleneksel, sosyal ve kültürel normlar bulunmaktadır. İklim değişikliğinin gıda üretimi ve fiyatlardaki değişkenliği küresel olarak artırması beklenmektedir (*yüksek düzeyde güvenirlilik*), ancak gıda ürünleri ticareti bu etkileri önleyebilir. Ticaret su, toprak ve besin maddelerinin somut hareketlerini sağlayabilir (*orta düzeyde güvenirlilik*). Gıda ticareti, aşırı tüketimin etkilerini değiştirmek olumsuz çevresel etkileri de sahip olabilir (*orta düzeyde güvenirlilik*). Gelecekteki gıda sistemleri ve ticaret modelleri, ekonomi kadar politikalarla da şekillenecektir (*orta düzeyde güvenirlilik*). {1.2.1, 1.3.3}

**Cinsiyet kapsamlı bir yaklaşım, arazinin sürdürülebilir yönetimi geliştirmek için fırsatlar sunmaktadır (*orta düzeyde güvenirlilik*)**. Dünya genelinde tarım ve kırsal ekonomilerde kadınlar önemli bir rol oynamaktadır. Dünyanın pek çok bölgesinde yasalar, kültürel kısıtlamalar, ataerkilik, ayrımcı geleneksel yasalar ve normlar gibi sosyal yapılar, kadınların arazi kaynaklarının sürdürülebilir kullanımını destekleme kapasitesini azaltır (*orta düzeyde güvenirlilik*). Bu nedenle, kadınların arazi haklarının tanınması ve arazi yönetimi bilgilerinin arazi ile ilgili karar alma süreçlerine dahil edilmesi, arazi bozulumunun mücadeleşini destekleyecek ve bütünsüz uyum ve mücadele önlemlerinin alınmasını kolaylaşacaktır (*orta düzeyde güvenirlilik*). {1.4.1, 1.4.2}

**Bölgesel ve ülkelere özgü bağamlar, iklim değişikliğine ve etkilerine, mücadele ve uyum (*yüksek düzeyde güvenirlilik*) aracılığıyla yanıt verme kapasitesini etkiler.** Arazi kaynaklarının mevcudiyeti ve kullanımında bölgeler, ülkeler ve arazi yönetim sistemleri arasında büyük değişkenlik vardır. Ayrıca, refah, sanayileşme derecesi, kurumlar ve yönetim gibi sosyo-ekonomik koşullardaki farklılıklar, iklim değişikliğine, gıda güvensizliğine, arazi bozulumuna ve çölleşmeye müdahale etme kapasitesini etkiler. Yanıt kapasitesi yerel arazi sahipliğinden de büyük ölçüde etkilenmektedir. Bundan dolayı,

iklim değişikliği, bölgeleri ve toplulukları farklı şekilde etkileyecektir (*yüksek düzeyde güvenirlilik*). {1.3, 1.4}

**Ölçekler arası, sektörler arası ve kapsayıcı yönetim, etkili uyumu ve mücadeleyi (*yüksek düzeyde güvenirlilik*) destekleyen eşgüdümlü bir politika sağlayabilir.** İklim değişikliği ve sürdürilebilir arazi yönetimi zorluklarının ele alınmasında yerel, ulusal, sınır ötesi ve uluslararası gibi yönetim düzeyleri arasında koordinasyon eksikliği vardır. Politika tasarıımı ve formülasyonu genellikle güçlü bir şekilde sektöreldir ve bu da uluslararası kararları ilgili (alt) ulusal politikalara entegre ederken daha fazla engel teşkil eder. Yönetim katılımcılarının çeşitliliğini kapsayan bir politika araçları portföyü, karmaşık arazi ve iklim sorunlarına (*yüksek düzeyde güvenirlilik*) yanıt imkânı sağlayacaktır. Kadınların ve yerli halkın araziye erişim ve kullanım haklarını göz önünde bulunduran kapsamlı yönetim, arazi kaynaklarının eşit paylaşımını artırır, gıda güvenliğini teşvik eder ve arazi kullanımı ile ilgili mevcut bilgileri artırrır, bu da mücadele ve uyum fırsatlarını artırabilir (*orta düzeyde güvenirlilik*). {1.3.5, 1.4.1, 1.4.2, 1.4.3}

**Senaryolar ve modeller, belirsiz gelecekte arazi yönetimi kararlarına ilişkin mübadeleleri ve ortak faydaları keşfetmek açısından önemli araçlardır (*yüksek düzeyde güvenirlilik*)**. Katılımcı ve paydaşlarla birlikte yaratım süreçleri, gelecekteki sürdürülebilir kalkınma stratejilerinin tasarılanmasında senaryoların kullanımını kolaylaştırabilir (*orta düzeyde güvenirlilik*). Nitel yaklaşımlara ek olarak modeller, senaryoların ölçülmesinde kritik öneme sahiptir; ancak modellerdeki belirsizlikler, örneğin, temel veri kümelerindeki, arazi örtüsü sınıflarındaki ve modelleme paradigmalarındaki farklılıklardan kaynaklanır (*orta düzeyde güvenirlilik*). Mevcut senaryo yaklaşımları, bugünden arzu edilen gelecek planlarına ya da vizyonlarına ulaşılmasını sağlayabilecek zaman-bağımlı politika ve yönetim kararlarının ölçülmesinde sınırlıdır. İnsan karar alma süreçlerinin bir parçası olarak tam çevresel maliyetleri ve parasal olmayan değerleri daha iyi açıklamak için senaryo analizi ve modellemeye ilerlemelere ihtiyaç vardır. {1.2.2, Bölüm 1'deki Kesit Kutusu 1}

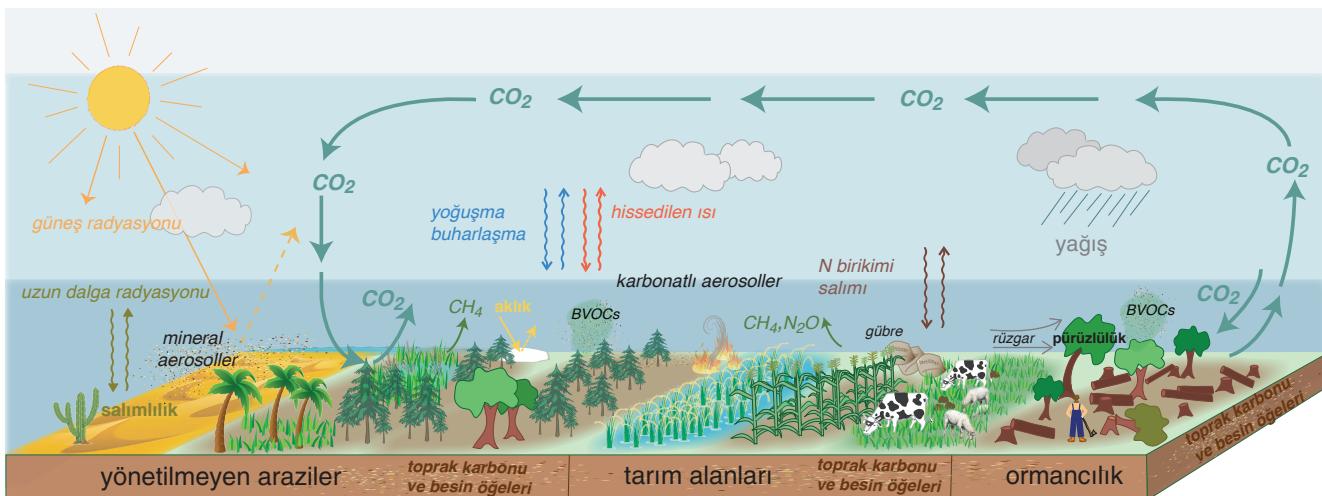
## TÖ.2 Arazi-iklim etkileşimleri

### *İklim değişikliği, değişkenlik ve aşırı olayların arazi sistemleri üzerindeki olası sonuçları*

Sanayi öncesi dönemden (1850–1900) günümüzü (1999–2018) kadar, küresel ortalama kara yüzeyi hava sıcaklığının (LSAT) küresel ortalama yüzey sıcaklığından (yani LSAT ve deniz yüzeyi sıcaklığı birlikte) daha hızlı yükseldiği kesinleşmiştir. En uzun ve en kapsamlı tek veri kümesine göre, 1850–1900 ile 2006–2015 arasında, kara yüzeyi hava sıcaklığı ortalaması  $1.53^{\circ}\text{C}$  artarken (*büyük olasılıkla*  $1.38^{\circ}\text{C}$  ile  $1.68^{\circ}\text{C}$  arasında), küresel yüzey sıcaklığı ortalaması ise  $0.87^{\circ}\text{C}$  *olasılıkla*  $0.75^{\circ}\text{C}$  ile  $0.99^{\circ}\text{C}$  arasındadır) artmıştır. Bağımsız olarak üretilen dört veri kümesinin mevcut olduğu 1880–2018 dönemi için LSAT artışı  $1.41^{\circ}\text{C}$  ( $1.31$ – $1.51^{\circ}\text{C}$ ) idi; burada aralık, veri kümelerinin medyan tahminlerindeki yayılımı temsil eder. Paleo (eski) kayıtları, tarihsel gözlemler, model simülasyonlar ve bunların altında yatan fiziksel prensiplerin tamamı, buharlaşma ve arazi-iklim geribildirimlerindeki farklılıklar ve aerosol gücünün arazideki değişimlerinin bir sonucu olarak LSAT'ların, SST'den daha yüksek bir oranda artıyor olduğu konusunda hemfikirdirler (*çok fazla güven*). 2000–2016 dönemi için karadan okyanusa ısınma oranı (yaklaşık 1.6), farklı gözlem kayıtlarında ve CMIP5 iklim modeli simülasyonlarında (olasılıkla  $1.54$ – $1.81$  aralığı) yakın bir uyum içindedir. {2.2.1}

Antropojen ısınma, öncelikle kurak iklimlerde artış ve kutup iklimlerinde azalma olarak iklim bölgelerinin değişmesine neden olmuştur (*yüksek düzeyde güvenirlik*). Devam eden ısınmanın, tropikal bölgelerde yeni sıcak iklimlere neden olmasına ve iklim bölgelerinin orta yüksek enlemlerde kutup yönünde ve daha yüksek yükseltili bölgelerde (*yüksek düzeyde güvenirlik*) yukarıya doğru kaymasına yol açması beklenmektedir. Bu bölgelerdeki ekosistemler, şu anda adapte oldukları iklim rejimlerinin ötesinde sıcaklık ve yağış aşırılıklarına giderek daha fazla maruz kalacaklar (*yüksek düzeyde güvenirlik*); bu da yapılarını, bileşimlerini ve işlevlerini değiştirebilir. Ek olarak, yüksek enlem ısınmasının, abiyotik (örn. Kuraklık, ateş) ve biyotik (örn. Zararlılar, hastalık) ajanlar (*yüksek düzeyde güvenirlik*) yoluyla permafrost çözülmüş hizlandırmayı ve boreal ormanlardaki bozulmayı artırması öngörmektedir. {2.2.1, 2.2.2, 2.5.3}

Küresel olarak, yeşillendirme eğilimleri (bitki örtüsünde artan fotosentetik aktivite eğilimleri) son 20 ila 30 yılda, özellikle Çin, Hindistan, Avrupa'nın pek çok yerinde, orta Kuzey Amerika, güneydoğu Brezilya ve güneydoğu Avustralya'da %22-33 oranında arttı (*yüksek düzeyde güvenirlik*). Bu, insan etkinlikleri ile bağlantılı doğrudan (örn. arazi kullanımı ve yönetimi, ormanların korunması ve genişlemesi) ve dolaylı (yani,  $\text{CO}_2$  gubrelemesi, uzun büyümeye mevsimi, küresel ısınma, azot birikimi, dağılmış radyasyonun artması) etmenlerin bir araya gelmesinden kaynaklanır (*yüksek düzeyde güvenirlik*). Daha sıcak iklimde kuraklık ve sıcak hava dalgalarında artış olacağı öngörülen pek çok bölgede esmerleşme eğilimleri (otosentetik aktiviteyi azaltan) beklenir. Küresel yeşillendirme ve



**Şekil TS.3 | Yerel, bölgesel ve küresel iklimi yönetilen ve yönetilmeyen ekosistemlerin yapısı ve işleyışı.** Albedo ve salım gücü gibi arazi yüzey özellikleri, kara tarafından emilen ve atmosfere yansıtılan ya da salınan güneş ve uzun dalga radyasyon (ışınım) şiddetini miktarını belirler. Yüzey pürüzlülüğü momentum, enerji, su ve biyojeokimyasal izleyicilerin düzensiz değişimini etkiler. Kara ekosistemleri, biyojenik uçucu organik bileşikler (BVOCs) ve mineral tozu dahil olmak üzere birçok sera gazı ve SLCF'nin öncüsü salımların uzaklaştırılması ve salımlar aracılığıyla atmosferik bileşimi düzenler. Bu öncülerden oluşan atmosferik aerosoller, kara yüzeylerine ulaşan yağış ve radyasyon miktarlarını bulut fiziğindeki rolleri ile değiştirerek bölgesel iklimi etkiler.

esmerleşme eğilimleri ile ilgili projeksiyonları düşük düzeyde güvenirliktedir. {2.2.4, Bölüm 2'deki Kesit Kutusu 4}

**Bazı aşırı hava ve iklim olaylarının sıklığı ve şiddeti, küresel ısınmanın bir sonucu olarak artmıştır ve orta ve yüksek salım senaryoları çerçevesinde artmaya devam edecektir (*yüksek düzeyde güvenirlik*).** Sıcak hava dalgaları gibi son zamanlarda gerçekleşen yüksek sıcaklık olayları, çoğu kara bölgesindeki antropojen sera gazı salımları nedeniyle daha sık ya da yoğun hale gelmekle birlikte Amazon ormanları, Brezilya'nın kuzeydoğusu, Akdeniz, Patagonya, Çin'in kuzeydoğusu ve Afrika'nın çoğunda kuraklık sıklığı ve yoğunluğu arttı (*orta düzeyde güvenirlik*). Sıcak hava dalgalarının dünyadan pek çok yerinde frekans, yoğunluk ve sürede artması beklenmektedir (*yüksek düzeyde güvenirlik*) ve kuraklık sıklığı ve yoğunluğunun, özellikle Akdeniz, orta Avrupa, Amazonların güneyi ve Güney Afrika dahil olmak üzere hali hazırda kuraklığa eğilimli bazı bölgelerde artması öngörmektedir (*orta düzeyde güvenirlik*). Bu değişiklikler ekosistemleri, gıda güvenliğini ve sera gazı akışları (*yüksek düzeyde güvenirlik*) dahil olmak üzere arazi süreçlerini etkileyecektir. {2.2.5}

**İklim değişikliği, insan etkinliğinin yanı sıra orman yangını yönetim sisteminin belirlenmesinde (*orta düzeyde güvenirlik*) artan bir rol oynamaktadır:** Gelecekteki iklim değişkenliğinin tropikal yağmur ormanları gibi birçok bölgesel iklim ve bitki örtüsünde orman yangınları riskini ve şiddetini artırması beklenmektedir (*yüksek düzeyde güvenirlik*). Yangın hava mevsimleri 1979 ve 2013 arasında küresel olarak uzadı (*düşük düzeyde güvenirlik*). Yanmış küresel arazi alanı, özellikle otlaklarda ve savanlarda daha az yanma (*yüksek düzeyde güvenirlik*) nedeniyle son yıllarda azalmıştır. Kuraklık, yanmış salımların zorlama sebebi olmaya devam ederken, bazı tropikal ve ılıman bölgelerde, normale göre daha nemli geçen yıllarda, bitki örtüsünün alevlenmesini artıran daha yüksek sıcaklıklar nedeniyle yanın aktivitesinde yakın zamanda bir artış meydana gelmiştir (*orta düzeyde güvenirlik*). Ayrıca, Boreal alan daha büyük ve daha sık yangınlar deneyimlemektedir ve bu daha sıcak iklim koşullarında artabilir (*orta düzeyde güvenirlik*). {Bölüm 2'deki Kesit Kutusu 4}

#### ***Yönetilmeyen ve yönetilen topraklarda karasal sera gazı akıları***

**Tarım, ormancılık ve diğer arazi kullanımı (AFOLU), sera gazı salımlarının (*yüksek düzeyde güvenirlik*) net önemli bir kaynağıdır ve antropojen karbondioksit ( $\text{CO}_2$ ), metan ( $\text{CH}_4$ ) ve diazot monoksit ( $\text{N}_2\text{O}$ ) salımlarının, 2007-2016'daki  $\text{CO}_2$  eşdeğerleriyle, yaklaşık %23'üne neden olur (*orta düzeyde güvenirlik*).** AFOLU, hem atmosfere gelen  $\text{CO}_2$ 'den,  $\text{CH}_4$  ve  $\text{N}_2\text{O}$  salımlarına hem de bunların uzaklaştırılmasına sebep olur (*yüksek düzeyde güvenirlik*). Bu akışlar doğal ve insan etmenlerinden (sürücüler) eşzamanlı olarak etkilenir ve bu da doğal olan akışları antropojen akışlarından ayırmayı zorlaştırmır (*çok yüksek düzeyde güvenirlik*). (Şekil TÖ.3) {2.3}}

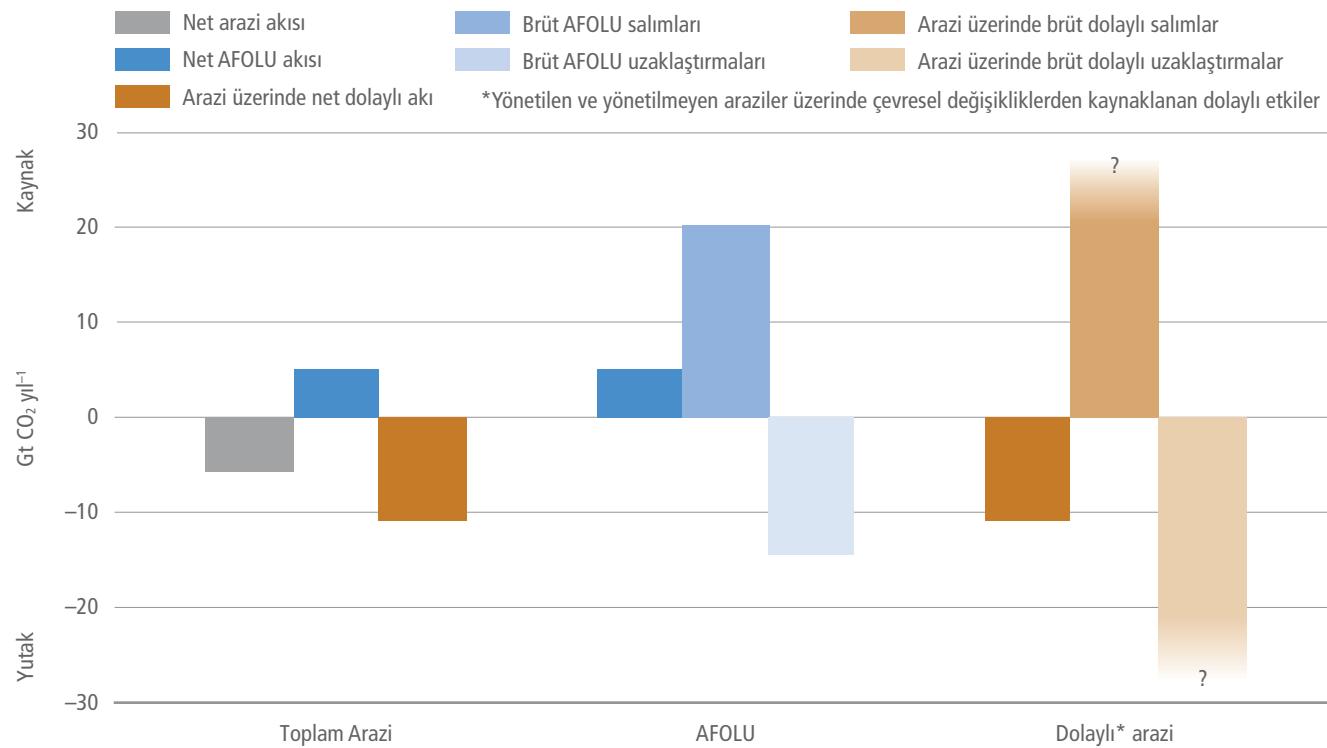
**Hem yönetilen hem de yönetilmeyen arazilerdeki toplam net kara atmosferi  $\text{CO}_2$  akışı, modellere göre 2007'den 2016'ya küresel anlamda net uzaklaştırma sağladı ( $-6.0 \pm 3.7 \text{ GtCO}_2 \text{ yıl}^{-1}$  olası aralık).** Bu net uzaklaştırma iki ana bileşenden oluşur: (i) ormansızlaşma ve ormanlaştırma / yeniden ormanlaştırma (toplam net antropojen  $\text{CO}_2$  salımlarının yaklaşık %13'ü) dahil olmak üzere arazi

örtüsü değişikliğine dayanan AFOLU kaynaklı modellenmiş net antropojen salımlar  $5.2 \pm 2.6 \text{ GtCO}_2 \text{ yıl}^{-1}$  (olası aralık) 'dir (*orta düzeyde güvenirlik*) ve (ii) artan  $\text{CO}_2$ , azot birikimi ve iklim değişiklikleri gibi çevresel değişiklikler nedeniyle yönetilen ve yönetilmeyen alanlarda antropojen olmayan süreçlerden kaynaklanan modellenmiş net uzaklaşımalar  $11.2 \pm 2.6 \text{ GtCO}_2 \text{ yıl}^{-1}$  dir (olası aralık) (tüm antropojen etkinliklerden (fosil yakıt, sanayi ve AFOLU) yayılan  $\text{CO}_2$ 'nin %29'unun uzaklaştırılmasını sağlar (*orta düzeyde güvenirlik*)). {2.3.1}

**Arazi sektörüne yönelik antropojen  $\text{CO}_2$  salımlarını ve uzaklaşımaları kestirmek için küresel modeller ve ulusal sera gazı envanterleri farklı yöntemler kullanır. Yöntemlerdeki farklılıkların dikkate alınması- Paris Anlaşması'nın küresel envanterleri (*orta düzeyde güvenirlik*) gibi- arazi sektörü net salımının anlaşılmamasını artırıbilir.** Hem modeller hem de envanterler, orman içeren arazi kullanımı değişikliği (örn. ormansızlaşma, ormanlaştırma) ile yakın uyum içinde olan ve yönetilen orman için farklılıklar gösteren kestirimler üretmektedir. Küresel modeller, işlenen arazileri yönetilen orman olarak kabul ederken, IPCC önerileriyle tutarlı olan ulusal sera gazı envanterleri, yönetilen ormanı daha kapsamlı tanımlamaktadır. Bu geniş kapsamda, envanterler aynı zamanda arazinin insan kaynaklı çevresel değişikliklere doğal tepkisini antropojen olarak değerlendirebilirken, küresel model yaklaşımı bu tepkiyi antropojen olmayan yutağın bir parçası olarak ele alır. Örnek vermek gerekirse, 2005'ten 2014'e kadar, ulusal GHG envanterlerinin net salım kestirimlerinin toplamı  $0.1 \pm 1.0 \text{ GtCO}_2 \text{ yıl}^{-1}$  iken, iki küresel kayıt tutma modelinin ortalaması  $5.1 \pm 2.6 \text{ GtCO}_2 \text{ yıl}^{-1}$  dir (olası aralık). {Tablo SPM.1}

**AFOLU kaynaklı brüt salımlar (toplam küresel salımların üçte biri), ormansızlaşma ve ormanlaştırma akılarını kapsayan küresel net salımlara (toplam küresel salımların %13'ü) kıyasla, azaltılan ormansızlaşmanın mücadele potansiyelinin daha fazla göstergesidir.** AFOLU kaynaklı net  $\text{CO}_2$  akışı, iki karşıt brüt akıştan oluşur: (i) ormansızlaşma, toprakların ekimi ve ağaç ürünlerinin oksidasyonu kaynaklı brüt salımlar ( $20 \text{ GtCO}_2 \text{ yıl}^{-1}$ ) ve (ii) büyük ölçüde odun hasadı ve tarımsal terkin ardından orman büyümesi kaynaklı brüt uzaklaştırma ( $-14 \text{ GtCO}_2 \text{ yıl}^{-1}$ ), (*orta düzeyde güvenirlik*). (Şekil TÖ.4) {2.3.1}

**Arazi, 2006-2017 dönemi için antropojen  $\text{CH}_4$  salımlarının %44'ünü (*orta düzeyde güvenirlik*) oluşturan net bir  $\text{CH}_4$  kaynağıdır.** T2000 ve 2006 yılları arasında atmosferik  $\text{CH}_4$  birikimlerinin yükselmesindeki duraklama ve ardından gelen yenilenen artış, kısmen arazi kullanımı ve arazi kullanımı değişikliği ile ilişkili görülmektedir. Atmosferdeki 13C izotopunun yakın zamandaki tükenme eğilimi, mevcut  $\text{CH}_4$  artışının bir kısmını daha fazla biyojenik kaynak kullanımına bağlamakta ve biyojenik kaynakların, kaynak kümesinin 2000'den önce olduğundan daha büyük bir kısmını oluşturduğunu göstermektedir (*yüksek düzeyde güvenirlik*). AR5'in bulguları ile uyumlu olarak, tropikal sulak alanlar ve turbalıklar, yıllar arası değişkenliğin ve mevcut  $\text{CH}_4$  konsantrasyon (birikim) artışlarının (orta kanıt, yüksek anlaşma) önemli itici güçleri olmaya devam etmektedir. Geviş getirenler ve pirinç yetiştirciliğinin yaygınlaşması da mevcut eğilimde önemli bir artıya neden olmaktadır (orta kanıt, yüksek anlaşma). Atmosferde kayda değer miktarда ve devam eden  $\text{CH}_4$  birikimi vardır (*çok yüksek düzeyde güvenirlik*). {2.3.2}}



**Şekil TÖ.4 | Arazi kaynaklı net ve brüt  $\text{CO}_2$  akıları (2008-2017 için yıllık ortalamalar).** Sol: Toprak ve atmosfer arasındaki toplam net  $\text{CO}_2$  akısı (gri) iki bileşenin birlikte gösterilir: yönetilen ve yönetilmeyen arazilerdeki doğal etkiler ve dolaylı çevresel etkiler nedeniyle gerçekleşen (i) net AFOLU salımları (mavi) ile ve (ii) net arazi yutağı (kahverengi). Orta: Net AFOLU akışına katkıda bulunan brüt salımlar ve uzaklaştırmalar. Sağda: Arazi yutağına katkıda bulunan brüt salımlar ve uzaklaştırmalar.

**AFOLU, özellikle topraklara azot uygulaması nedeniyle  $\text{N}_2\text{O}$ 'nun temel antropojen kaynağıdır (yüksek düzeyde güvenirlik).** Ekili alanlarda,  $\text{N}_2\text{O}$  salımlarının temel sebebi, ürün azotu talebi ile toprak azotu temini arasında senkronizasyon eksikliğidir ve tarım arazisine uygulanan azotun yaklaşık %50'sinin ürün tarafından alınmamasıdır. Tarımsal ürün arazileri her yıl 3 milyon tondan fazla  $\text{N}_2\text{O}$  ve N salmaktadır.  $\text{N}_2\text{O}$  salımlarının gübre uygulama oranlarına tepkisi doğrusal olmadığı için, Sahra altı Afrika ve Doğu Avrupa'nın bazı kısımları gibi düşük azot uygulama oranlarının baskın olduğu bölgelerde, azot gübre kullanımındaki artışlar tarımsal  $\text{N}_2\text{O}$  salımlarında nispeten küçük artışlara neden olacaktır. Uygulama oranlarının yüksek olduğu ve bazı büyümeye sezonlarında ürün talebinin aştiği bölgelerde uygulama oranlarında azaltmaya gitmenin salımların azaltılmasında çok büyük etkileri olacaktır. (orta kanıt, yüksek anlaşılma). {2.3.3}

**Yönetilen meralar (mera ve otlaklar) olatma alanlarının sadece dörtte birini oluşturmaya karşı bu meralara uygulanan azot girdisindeki hızlı artış otlakların yarattığı salımda orta düzeyde bir büyümeye neden oldu ve bu meralar 1961 ve 2014 yılları arasında otlak alan kaynaklı  $\text{N}_2\text{O}$  salımlarının dörtte üçünden fazlasına neden oldular (orta düzeyde güvenirlik).** Olatma arazileri (çayır ve meralar) toplam antropojen  $\text{N}_2\text{O}$  salımlarının üçte birinden ya da tarımsal salımların yarısından fazlasından sorumludur (yüksek düzeyde güvenirlik). Salımlar büyük ölçüde Kuzey Amerika, Avrupa, Doğu Asya ve Güney Asya'dan gelmektedir, ancak sıcak noktalar Avrupa ve Güney Asya ya kaymaktadır (orta düzeyde güvenirlik).

**Gelecekte iklim değişikliği nedeniyle bitki örtüsü ve topraklardan kaynaklı artan salımların  $\text{CO}_2$  gübrelemesine bağlı olarak potansiyel yutakları etkisizleştirmesi beklenmektedir (yüksek düzeyde güvenirlik).** Bitki örtüsü ve toprak organik karbonunun (SOC) artan atmosferik  $\text{CO}_2$  birikimine ve iklim değişikliğine verdiği yanıtlar gözlemlerle sınırlı değildir (orta düzeyde güvenirlik). Besin maddesi (örn., azot, fosfor) erişilebilirliği, artan  $\text{CO}_2$  koşullarında gelecekteki bitki büyümemesini ve karbon depolamasını sınırlayabilir (yüksek düzeyde güvenirlik). Ancak bununla birlikte, yeni kanıtlar, bitki-mikrop simbiyozları (ortak yaşam) aracılığıyla ekosistem uyumunun azot sınırlamasını hafifletebileceğini ileri sürmektedir (orta düzeyde kanıt, yüksek oranda uzlaşı). Toprakların ısınması ve ölü örtü girdisi, mikrobiyal solunum (yüksek düzeyde güvenirlik) üzerinden karbon kayıplarını hızlandıracaktır. Yüksek enlem ve yüksek irtifa (yükseleti) permafrostunun çözülmesi, SOC kaybı oranlarını artıracak ve  $\text{CO}_2$  ve  $\text{CH}_4$  salımları arasındaki dengeyi değiştirecektir (orta düzeyde güvenirlik). Daha sıcak iklimlerde artan solunum ile gelişmiş bitki büyümesinden kaynaklanan karbon alımı arasındaki denge, gelecekteki arazi karbon yutağının büyülüğu için önemli bir belirsizluktur (orta düzeyde güvenirlik). {2.3.1, 2.7.2, Kutu 2.3}

#### Biyofiziksel ve biyojeokimyasal arazi zorlamaları ve iklim sistemi geri beslemeleri

**İnsan kullanımı ya da iklim değişikliği kaynaklı arazi koşullarındaki değişiklikler, bölgesel ve küresel iklimi etkiler (yüksek düzeyde güvenirlik).** Küresel ölçekte, bu, karadaki  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  ve  $\text{N}_2\text{O}$

salımlarındaki ya da uzaklaştırılmalarındaki değişikliklerden (biyojeokimyasal etkiler) ve yüzey albedosundaki değişikliklerden kaynaklanmaktadır (*çok yüksek düzeyde güvenirlilik*). Arazi ve atmosfer arasındaki su buharı ve enerjiyi yeniden dağıtan herhangi bir yerel arazi değişikliği, bölgelik iklimi etkiler (*biyofiziksel etkiler; yüksek düzeyde güvenirlilik*). Bununla birlikte, bu biyofiziksel etkilerin küresel iklimi etkileyip etkilemediğine dair bir güven yoktur. {2.1, 2.3, 2.5.1, 2.5.2}

**Arazi koşullarındaki değişiklikler, sıcak hava dalgaları (*yüksek düzeyde güvenirlilik*) ve kuvvetli yağış olayları (*orta düzeyde güvenirlilik*) dahil, birçok aşırı olayın olasılığını, şiddetini ve süresini değiştirir.** Kuru toprak koşulları, azaltılmış buharlaşma ve artmış hissedilir ısı yoluyla yaz sıcak hava dalgası koşullarını arttırır ya da güçlendirir. Bunun aksine, örneğin tüm yıl boyunca ürün örtüsü sağlayan sulama ya da ürün yönetimi uygulamalarından kaynaklanan ıslak toprak koşulları, artan buharlaşma-terleme ve azaltılmış hissedilir ısı yoluyla aşırı sıcaklık olaylarını azaltabilir. Kuraklıklar kötü arazi yönetimi nedeniyle yoğunlaşabilir. Kentleşme, aşırı yağış olaylarını şehirlerin üstünde ya da rüzgâr yönünde arttırır (*orta düzeyde güven*). {2.5.1, 2.5.2, 2.5.3}

**Antropojen arazi örtüsündeki tarihsel değişiklikler, biyofiziksel etkilerin (*orta düzeyde güvenirlilik*) zayıflamasıyla azaltılan biyojeokimyasal etkiler (*çok yüksek düzeyde güvenirlilik*) nedeniyle yüzey havasında bir küresel yıllık ortalama ısınma ile sonuçlandı.** Biyojeokimyasal ısınma model temelli tahminlerle  $+0.20 \pm 0.05^\circ\text{C}$  (küresel iklim modelleri), küresel dinamik bitki örtüsü modelleriyle (DGVM'ler)  $+0.24 \pm 0.12^\circ\text{C}$  ve gözlemlisel tahminlerle  $+0.25 \pm 0.10^\circ\text{C}$  oranında arazi temelli sera gazi salımlarından kaynaklanmaktadır. Artan yüzey albedo ve azalan turbülanslı ısı akılarına bir yanıt olarak küresel iklim modellerinden  $-0.10 \pm 0.14^\circ\text{C}'lik$  net biyofiziksel soğuma elde edilmiştir. Ancak, bu soğuma arazi temelli salımların ısınma etkisinden daha küçütür. Bununla birlikte hem jeokimyasal hem de biyofiziksel etkiler, aynı küresel iklim modeli içinde hesaba katıldığında, modeller ortalama yıllık yüzey hava sıcaklığındaki net değişimin göstergesi konusunda uzlaşamazlar. {2.3, 2.5.1, Kutu 2.1}

**AR5 için incelenen antropojen arazi örtüsünde gelecekte öngörülen değişiklikler, büyülüklükleri senaryoya bağlı olan biyojeokimyasal ısınmaya ve biyofiziksel soğumaya neden olacaktır (*yüksek düzeyde güvenirlilik*).** Biyojeokimyasal ısınma RCP8.5 için hem küresel iklim modelleri ( $+0.20 \pm 0.15^\circ\text{C}$ ) hem de DGVM'ler ( $+0.28 \pm 0.11^\circ\text{C}$ ) (*yüksek düzeyde güvenirlilik*) tarafından öngörmüştür. Küresel iklim modellerine göre  $0.10 \pm 0.14^\circ\text{C}'lik$  küresel biyofiziksel soğuma öngörmektedir ve bunun arazi temelli ısınmayı (düşük düzeyde güvenirlilik) azaltacağı öngörmektedir. RCP4.5 için, küresel iklim modellerinden ( $+0.12 \pm 0.17^\circ\text{C}$ ) öngörülen biyojeokimyasal ısınma, DGVM'ler ( $+0.01 \pm 0.04^\circ\text{C}$ ) tarafından öngörülen ısınmadan daha güçlündür, ancak biyofiziksel soğumada ( $-0.10 \pm 0.21^\circ\text{C}$ ) olduğu gibi az kanıt dayanır. {2.5.2}

**Bölgelik iklim değişikliği, yerel arazi örtüsü ve arazi kullanımındaki değişiklikler (*yüksek düzeyde güvenirlilik*) yoluyla azaltılabilir ya da artırılabilir, ancak bu konuma ve mevsime bağlıdır (*yüksek düzeyde güvenirlilik*).** Örneğin, öngörülen iklim değişikliğinin ağaç sınırlarını kuzeye doğru ilerleteceği, büyümeye mev-

siminin uzunluğunu artıracığı ve permafrostu çözücegi boreal bölgelerde, bölgelik kiş ısınması azalan yüzey albedo ve kar nedeniyle artacakken, büyümeye mevsimi boyunca daha yüksek düzeyde terleme ve buharlaşma nedeniyle ısınma etkisi azalacaktır (*orta düzeyde güvenirlilik*). İklim değişikliğinin yağışı artıracığı tropikal bölgelerde, bitki örtüsü büyümesi ve ilişkili terlemedeki ve buharlaşmadaki artış, bölgelik ısınmada azaltıcı bir etkiye sahip olacaktır. {2.5.2, 2.5.3}

**Model temelli çalışmalara göre, yerel arazi örtüsündeki ya da sulamada kullanılabilir durumda olan sudaki değişiklikler, bölgelerdeki ve birkaç yüz kilometre rüzgâr yönündeki iklimi etkileyecektir (*yüksek düzeyde güvenirlilik*).** Arazideki değişiklikleri takiben suyun ve enerjinin yerel olarak yeniden dağıtıması, sıcaklık, basınç ve nemin yatay ve dikey gradyanlarını etkileyerek bölgesel rüzgarları değiştirir ve sonuç olarak nem ve sıcaklık artışı ve konveksiyonu ve takibinde de yağışı etkiler. {2.5.2, 2.5.4, Bölüm 2'deki Kesit Kutusu 4}

**Hem iklim değişikliğinde hem de kentleşmedeki gelecekte olması beklenen artışlar, özellikle sıcak hava dalgaları boyunca (*yüksek düzeyde güvenirlilik*) şehirlerde ve çevresindeki ısınmayı artıracaktır (kentsel ısı adası).** Kentsel ve şehirlerarası tarım ve daha genel olarak kentsel yesillendirme, gıda güvenliği ve düşük toprak-su-hava kırılığı için ortak faydalara birlikte mücadeleye (*orta düzeyde güvenirlilik*) ve uyuma (*yüksek düzeyde güvenirlilik*) katkıda bulunabilir. {Bölüm 2'deki Kesit Kutusu 4}

**Bölgelik iklim, doğal arazi aerosollerinden (*orta düzeyde güven*) (örneğin mineral tozu, siyah, kahverengi ve organik karbon) güçlü bir şekilde etkilenmektedir.** Ancak tarihsel eğilimlere, yıllararası ve on yıllık değişkenliklere ve gelecekteki değişimlere düşük düzeyde güvenirlilik vardır. Orman örtüsü, biyojenik uçucu organik bileşikler (BVOC) ve aerosol salımları (düşük düzeyde güvenirlilik) yoluyla iklimi etkiler. Ormanların ekili arazilere tarihsel dönümünden kaynaklanan BVOC salımlardaki azalma, doğrudan ve dolaylı aerosol etkileri yoluyla bir pozitif ısnımsal zorlama, metanın atmosferik ömrünün azalması yoluyla bir negatif ısnımsal zorlamaya ve farklı bölgelerdeki ozon konsantrasyonlarının artmasına neden olmuştur (düşük düzeyde güvenirlilik). {2.4, 2.5}

**Karbondioksit uzaklaştırması (negatif salımlar) dahil olmak üzere, arazi bazı mücadele ve uyum seçeneklerinin iklim sistemindeki sonuçları**

**Paris Anlaşması uyarınca ülkeler tarafından Ulusal Katkı Beğenilerinde (UKB) yüklenilen 2030 yılına yönelik mücadele kalemlerinin yaklaşıklık dörtte birinin arazi temelli azaltım seçeneklerinden gelmesi bekleniyor (*orta düzeyde güvenirlilik*).** Ülkeler tarafından sunulan UKB'lerin çoğu arazi temelli mücadeleyi içermesine rağmen, çoğu ayrıntıdan yoksundur. Bazıları açıkça azalmış ormansızlaşma ve orman yutaklarına atıfta bulunurken, birkaçı toprak karbon tutulumu, tarımsal yönetim ve biyoenerjiyi içermektedir. UKB'lerin tam uygulaması (Şubat 2016'ya kadar gönderilecektir), yükümlülüklerde referans aralığının belirsizlikten ziyade düşükten yükseğe mücadele hedefini temsil ettiği 2010larındaki net akışa kıyasla, 2030 yılında  $0.4\text{--}1.3 \text{ GtCO}_2 \text{ yıl}^{-1}$  net uzaklaştırma ile sonuçlanacağı beklenmektedir (*orta düzeyde güvenirlilik*). {2.6.3}

## ARAÇ YÖNETİMİ

### Tarım kaynaklı salımların azalması

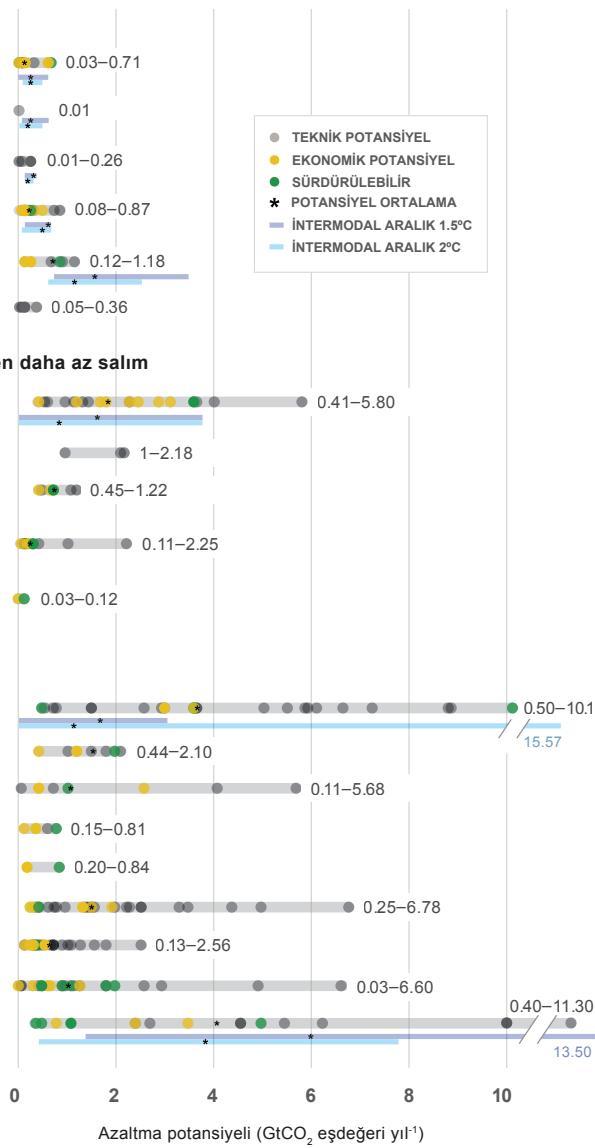
- Tarlalarda besin ögesi yönetimi  $\text{N}_2\text{O}$
- Meralarda gübre kaynaklı  $\text{N}_2\text{O}$  daha az
- $\text{N}_2\text{O}$  ve  $\text{CH}_4$  gübre yönetimi
- İyileştirilmiş pirinç tarımı  $\text{CH}_4$
- Daha az mide fermentasyonu  $\text{CH}_4$
- İyileştirilmiş sentetik gübre üretimi

### Ormanlardan ve diğer ekosistemlerden daha az salım

- Ormansızlaşmanın azalması
- Orman bozumunun azaltılması
- Dönüşürme, drenaj ve turbalık alanlarının yanmasının azalması
- Kıyı sulak arazilerin (mangroflar, deniz çayırları ve bataklıklar) dönüşürülmesinin azaltılması
- Savannalar ve doğal otlağların dönüşürülmesinin azaltılması

### Karbondioksit uzaklaştırılması

- Ormanlaştırma/Yeniden Ağaçlandırma (A/R)
- Orman Yönetimi
- Tarımsal Ormancılık
- Turbalık alanlarının restorasyonu
- Kıyı sulak arazilerin restorasyonu
- Eküli arazilerde toprak karbon tutulması
- Otlatma arazilerinde toprak karbon tutulumu
- Biyolojik kömür uygulaması
- BECCS dağıtımları



## Referanslar

1–5
6
5, 7
1–5, 8
1, 5, 7, 9
5, 10
1, 2, 11, 18
13, 16, 19
1, 2, 20
1, 2, 21, 22
1
1, 2, 29, 30, 11, 15, 23–28
1, 31, 32
1, 2, 5, 33
1, 34
1
1, 2, 40, 3, 5, 7, 35–39
1, 2, 43, 44, 3, 29, 36, 37, 39–42
1, 2, 47, 48, 3, 5, 23, 28, 30, 42, 45, 46
23, 28–30, 45, 49, 50

## TALEP YÖNETİMİ

### Atık ve Kayıplar

- Gıda ve tarımsal atıkların azaltılması

### Beslenme Biçimleri

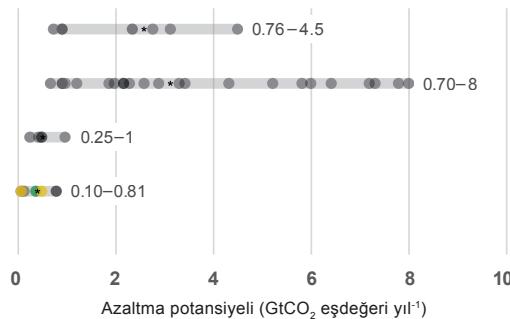
- Bitki bazlı beslenme biçimlerine geçiş

### Odun Ürünler

- Çimento/celik kullanımına geçişte artış

### Yakit Odun

- Daha temiz ocaklıarda artış



Şekil TÖ.5 | Roe ve arkadaşlarından uyarlanan,  $\text{GtCO}_2$ -eşdeğer  $\text{yıl}^{-1}$  ölçülen 2020-2050 dönemi için seçeneklerin mücadele potansiyeli. (2017).

**Sekil TÖ.5 (devam):** Mücadele potansiyelleri, 2010'dan sonra yayınlanan çalışmalarдан alınan düşük ila yüksek kestirimlerin tamamını yansımaktadır; potansiyeller teknik (mevcut teknolojilerle mümkün), ekonomik (verilen ekonomik kısıtlamalar altında mümkün) ve sürdürülebilir potansiyele (sürdürülebilirlik konuları tarafından kısıtlanan teknik ya da ekonomik potansiyel) göre farklılaştırılmıştır. Ortalamalar, dörtten fazla veri noktasına sahip kategorilerdeki tüm potansiyellerde hesaplanır. Sadece 2050 yılına kadar (ya da benzer bir türde) mücadele potansiyeli tahminlerini açıkça sağlayan referansları  $\text{CO}_2$  eşdeğer  $\text{yıl}^{-1}$ 'de (ya da benzer bir türde) dahil ediyoruz. Bazıları arazi için rekabet unsuru olduğundan, arazi yönetimi potansiyelleri için tüm seçenekler ilave edilmemiştir. Kestirimler doğrudan karşılaştırılabilir ya da ilave edilebilir olmayacağı bir dizi metodoloji (tanımlar, küresel ısınma potansiyelleri ve değerlendirme tarihi dahil) yansır. IAM'lerden elde edilen sonuçlar, OSS Veri tabanındaki (sürüm 2.0)  $2^{\circ}\text{C}$  ve  $1.5^{\circ}\text{C}$  senaryolu mevcut kategorilerde, tek seçenekli "aşağıdan yukarı" tahminlerle karşılaşırılarak gösterilmiştir. Modeller arazi yönetimi değişikliklerini yansıtır, ancak bazı durumlarda karbon fiyatlarından gelen talep yönü etkileri de yansıtılır; bu yüzden, sadece "arz tarafı" olarak tanımlanamayabilir.

**Çeşitli mücadele seçeneklerinin, azaltılmış salımlar ve Karbon Dioksit Uzaklaştırması (CDR) (yüksek düzeyde güvenirlilik) sayesinde 2050 yılına kadar  $>3 \text{ GtCO}_2$ -eşdeğer  $\text{yıl}^{-1}$  teknik potansiyeli vardır ve bu seçeneklerden bazıları arazi ve diğer kaynaklar için rekabet ederken, diğerleri arazi talebini azaltabilir (yüksek düzeyde güvenirlilik).** Her bir yanıt seçeneğinin teknik potansiyeli ile ilgili öngörüler, her koşulda eklenmez AFOLU salımlarını azaltmaya yönelik en büyük potansiyel, azaltılmış ormansızlaşma ve orman bozulumu ( $0.4\text{--}5.8 \text{ GtCO}_2$ -eşdeğer  $\text{yıl}^{-1}$ ) (yüksek düzeyde güvenirlilik), bitki bazlı beslenmeye yönelik değişim ( $0.7\text{--}8.0 \text{ GtCO}_2$ -eşdeğer  $\text{yıl}^{-1}$ ) (yüksek düzeyde güvenirlilik) ve azaltılmış gıda ve tarımsal atıklar ( $0.8\text{--}4.5 \text{ GtCO}_2$ -eşdeğer  $\text{yıl}^{-1}$ ) (yüksek düzeyde güvenirlilik) aracılığıyla gerçekleşir. Birlikte alınan tarımsal önlemler  $0.3\text{--}3.4 \text{ GtCO}_2$ -eşdeğer  $\text{yıl}^{-1}$  (orta düzeyde güvenirlilik) kadar azaltım sağlayabilir. CDR için en büyük potansiyelli seçenekler arasında ormanlaştırma/ yeniden ormanlaştırma ( $0.5\text{--}10.1 \text{ CO}_2$ -eşdeğer  $\text{yıl}^{-1}$ ) (orta düzeyde güvenirlilik), ekili arazi ve otlaklıkta karbon tutulumu ( $0.4\text{--}8.6 \text{ CO}_2$ -eşdeğer  $\text{yıl}^{-1}$ ) (yüksek düzeyde güvenirlilik) ve Karbon Tutma ve Depolama ile Biyoenerji (BECCS) ( $0.4\text{--}11.3 \text{ CO}_2$ -eşdeğer  $\text{yıl}^{-1}$ ) (orta düzeyde güven) bulunmaktadır. Bazı öngörüler sürdürülebilirlik ve maliyet unsurlarını içermekle birlikte, çoğu kestirim sosyo-ekonomik engelleri, gelecekteki iklim değişikliğinin ya da sera gazı dışı iklim zorlamalarının etkilerini içermemektedir. {2.6.1}

**Küresel ısınmayı azaltmaya yönelik karşı seçenekler, biyofiziksel etkiler nedeniyle yerel ve bölgesel iklimi de etkileyecektir (yüksek düzeyde güvenirlilik).** Örneğin orman alanının genişlemesi, tipik olarak  $\text{CO}_2$ 'yi atmosferden uzaklaştırır ve böylece küresel ısınmayı (biyojeokimyasal etki, yüksek düzeyde güvenirlilik) azaltır; ancak biyofiziksel etkiler bölgeye, mevsime ve günün saatine bağlı olarak bölgesel ısınmayı azaltabilir ya da arttırabilir. Büyüme mevsimi boyunca, ormanlaştırma genellikle artan buharlaşma ve soğuk geceler nedeniyle (yüksek düzeyde güvenirlilik) daha serin günler getirir. Uyku mevsiminde, özellikle orman örtüsünün albedo (yüksek düzeyde güvenirlilik) azalttığı karla kaplı alanlarda, ormanlar diğer kara örtülerinin hepsinden daha sıcaktır. Küresel ölçekte, boreal ormanlaştırma / yeniden ormanlaştırma sıcaklık etkileri, sera gazı etkilerine tam tropikal, tropikal bölgelerdeki sıcaklık etkileri sera gazı etkilerini güçlendirmektedir. Buna ek olarak, ağaçlar aşırı sıcaklıkların genliğini yerel olarak azaltır (orta düzeyde güvenirlilik). {2.5.2, 2.5.4, 2.7, Bölüm 2'deki Kesit Kutusu 4}

**Arazi kullanımına yönelik mücadele yanıt seçenekleri, diğer sektörlerde salım azaltımının yanı sıra, güçlü mücadele sağlayan çoğu modellenmiş senaryonun anahtar unsurudur (yüksek düzeyde güvenirlilik).** Daha kuvvetli iklim hedefleri, özellikle CDR olmak üzere arazi temelli mücadele seçeneklerine daha

fazla dayanmaktadır (yüksek düzeyde güvenirlilik). 2100 yılına dair çeşitli senaryolarda, karbondioksit giderimi, hem ormanlaştırma (RCP4.5, RCP2.6 ve RCP1.9 senaryoları için sırasıyla  $-1.3, -1.7$  ve  $-2.4 \text{ GtCO}_2 \text{ yıl}^{-1}$  ortalama değerleriyle) hem de BECCS (sırasıyla  $-6.5, -11$  ve  $-14.9 \text{ GtCO}_2 \text{ yıl}^{-1}$ ) ile elde edilmektedir.  $\text{CH}_4$  ve  $\text{N}_2\text{O}$  salımları, geçmiş tarım ve hayvancılık yönetimi sayesinde salım yoğun hayvancılık ürünlerinden uzaklaşan beslenme değişimleri ile  $133.2, 108.4$  ve  $73.5 \text{ MtCH}_4 \text{ yıl}^{-1}$  ve 2100'e dair aynı senaryo dizisi için  $7.4, 6.1$  ve  $4.5 \text{ MtN}_2\text{O} \text{ yıl}^{-1}$  değerinde azaltılır (yüksek düzeyde güvenirlilik). Yüksek biyoenerji ürün üretimi seviyeleri, gübre kullanımı nedeniyle artan  $\text{N}_2\text{O}$  salımlarına neden olabilir. Bu senaryoları üreten Entegre Değerlendirme Modelleri, arazi kullanımının küresel ve bölgesel ısınma üzerindeki biyofiziksel etkilerini çoğulukla ihmal etmektedir. {2.5, 2.6.2}

**Isınmayı 1.5 ya da  $2^{\circ}\text{C}$  ile sınırlayan mücadele seçeneklerinin büyük ölçekli uygulanması, ormanlaştırma/yeniden ormanlaştırma ve biyoenerji ürünler için geniş arazilerin dönüştürülmesini gerektirecektir ve bu da kısa vadeli karbon kayıplarına neden olabilir (yüksek düzeyde güvenirlilik).** Mücadele stratejilerinde küresel orman alanının değişimi, 2010 ile 2100 arasında yaklaşık  $-0.2$  ile  $+7.2 \text{ Mkm}^2$  arasında değişmektedir (çeşitli model ve senaryolarda ortalama değerler: RCP4.5, RCP2.6, RCP1.9) ve biyoenerji bitkileri için arazi talebi 2100'de yaklaşık  $3.2$  ila  $6.6 \text{ Mkm}^2$  arasında (yüksek düzeyde güvenirlilik). Büyük ölçekteki arazi temelli CDR, çoklu fizibilite ve sürdürülebilirlik kısıtlamaları ile ilişkilidir. Ormanlar ve turbalıklar gibi yüksek karbonlu arazilerde, arazi korumasının karbon faydaları kısa vadede, dönüşümü sırasında yayılan karbonu 'geri ödemek' için birkaç hasat döngüsü – onlarca yıldan yüzüylə kadar uzanan – gerektirebilen BECCS için arazide biyoenerji ürünlerine dönüştürmekten daha büyuktur (karbon borcu), (orta düzeyde güvenirlilik). (Şekil TÖ.5) {2.6.2, Bölüm 6, 7}

**BECCS gibi arazi talep eden CDR'ye az ihtiyaç duyularak iklim değişikliği hedeflerine ulaşmak mümkündür; ancak böylesi senaryolar hızla azalan salımlara ya da orman, tarım ve diğer sektörler kaynaklı CDR'ye daha fazla güvenmektedir.** Karasal CDR, mevcut teknolojilerle (gıda üretimi dahil) ortadan kaldırılması zor olan salımları dengelemeye teknik potansiyele sahiptir. Karasal CDR'ye daha az ihtiyaç duyulan iklim değişikliği hedeflerine ulaşan senaryolar, tarımsal talep yönlü değişikliklere (beslenme değişikliği, atık azaltma) ve tarımsal yoğunlaşma gibi tarımsal üretim değişikliklerine dayanır. Biyoenerji ve BECCS için arazi kullanımını en azı indiren böylesi stratejiler, tüm sektörlerde sera gazı salımlarının hızlı ve erken azaltılmasıyla olduğu kadar ormanlaştırma yoluyla daha önceki CDRler ile karakterize edilir. Bunun tersine, gecikmeli mücadele eylemi, arazi tabanlı CDR'ye olan bağımlılığı artıracaktır (yüksek düzeyde güvenirlilik). {2.6.2}

## TÖ.3 Çölleşme

**Çölleşme, hepsi birlikte kurak alanlar olarak bilinen kurak, yarı kurak ve kurakça yarı-nemli alanlardaki arazi bozulumudur; insan etkinlikleri ve iklimsel değişimler de dahil olmak üzere birçok etmenden kaynaklanır. Çölleşmenin boyutu ve yoğunluğu son birkaç on yılda bazı kurak alanlarda artmıştır (yüksek düzeye güvenirlik).** Kurak alanlar şu anda küresel arazi alanının yaklaşık %46.2'sini ( $\pm 0.8$ ) kapsamaktadır ve 3 milyar insana ev sahipliği yapmaktadır. Çölleşme süreçlerinin çokluğu ve karmaşıklığı, büyülüğünün sayılarla açıklanmasını zorlaştırır. 1980 ve 2000'ler arasında bitki örtüsü verimliliğinde bir düşüşle belirlendiği gibi, çölleşme noktaları, 2015 yılında yaklaşık 500 ( $\pm 120$ ) milyon insanı etkileyen kurak arazilerin neredeyse % 9.2'sine ( $\pm 0.5$ ) ulaşmıştır. Etkilenen en fazla insan, Güney ve Doğu Asya, Kuzey Afrika dahil Sahra bölgesi çevresi ve Arap Yarımadası dahil Orta Doğu çevresindedir (düşük düzeye güvenirlik). Diğer kurak bölgelerde çölleşmemi deneyimlemiştir. Çölleşme halihazırda tarımsal üretkenliği ve gelirleri azaltmıştır (yüksek düzeye güvenirlik) ve bazı kurak bölgelerde biyolojik çeşitliliğin kaybına yol açmıştır (orta düzeye güvenirlik). Birçok kurak alanda, istilacı tesislerin yayılması ekosistem hizmetlerinde kayiplara yol açarken (yüksek düzeye güvenirlik), aşırı çekme yeraltı suyunun tükenmesine yol açmıştır (yüksek düzeye güvenirlik). Sürdürülemez arazi yönetimi, özellikle kuraklık ile birleştiğinde yüksek kuru fırtına etkinliğine neden olmuş ve bu da kuru alanlarda ve ötesinde insan refahını azaltmıştır (yüksek düzeye güvenirlik). Toz fırtınaları, 2005 yılında küresel olarak yaklaşık 402 000 kişinin kardiyopulmoner ölüm oranıyla ilişkilendirilmiştir. Kum fırtınalarının ve kumul hareketlerinin yoğunluğu ulaşım, güneş ve rüzgar enerjisile hasat alma alt yapılarında bozulmaya ve zarara neden olmaktadır (yüksek düzeye güvenirlik). (Şekil TÖ.6) {3.1.1, 3.1.4, 3.2.1, 3.3.1, 3.4.1, 3.4.2, 3.4.2, 3.7.3, 3.7.4}

**Çölleşmenin iklim değişkenliği ve değişikliği ile insan etkinlikleriyle ilişkilendirilmesi, mekâna ve zamana göre değişir (yüksek düzeye güvenirlik).** İklim değişkenliğinin ve antropojen iklim değişikliğinin, özellikle hem kara yüzeyi hava sıcaklığında ve terleme-buharlaşmadı artışlar hem de yağışlardaki azalmalar yoluyla, insan etkinlikleriyle etkileşimde ve bazı kurak arazilerde çölleşmenin meydana gelmesinde rol oynamış olmaları olasıdır. İklim değişikliği ile etkileşime giren çölleşmenin başlıca insan etmenleri ekili alanların genişlemesi, sürdürülebilir olmayan arazi yönetimi uygulamaları ve nüfus ve gelir artışı nedeniyle arazi üzerinde artan baskıdır. Yoksulluk, hem iklim değişikliğine uyum sağlama kapasitesini hem de ve sürdürülebilir arazi yönetimine (SLM) yatırım yapmak için finansal kaynakların kullanılabilirliğini sınırlamaktadır (yüksek düzeye güvenirlik). {3.1.4, 3.2.2, 3.4.2}

**İklim değişikliği birçok çölleşme sürecini şiddetlendirecektir (orta düzeye güvenirlik).**  $CO_2$  gubreleme etkisi kurak alanlarda bitki örtüsünün verimliliğini artırmaya kararın (yüksek düzeye güvenirlik), su varlığındaki azalmalar birçok kurak alandaki  $CO_2$  gubrelemesinden daha büyük bir etkiye sahiptir. Bazı yerlerde kuraklığın artması yüksek bir ihtimaldir, ancak kurak alan çoraklığında (orta düzeye güven) öngörülen küresel bir eğilim olduğuna dair bir kanıt yoktur. Tuzlanma riski olan alanın gelecekte artması beklenmektedir (sınırlı kanıt, yüksek anlaşma). Gelecekteki iklim değişikliğinin, pek

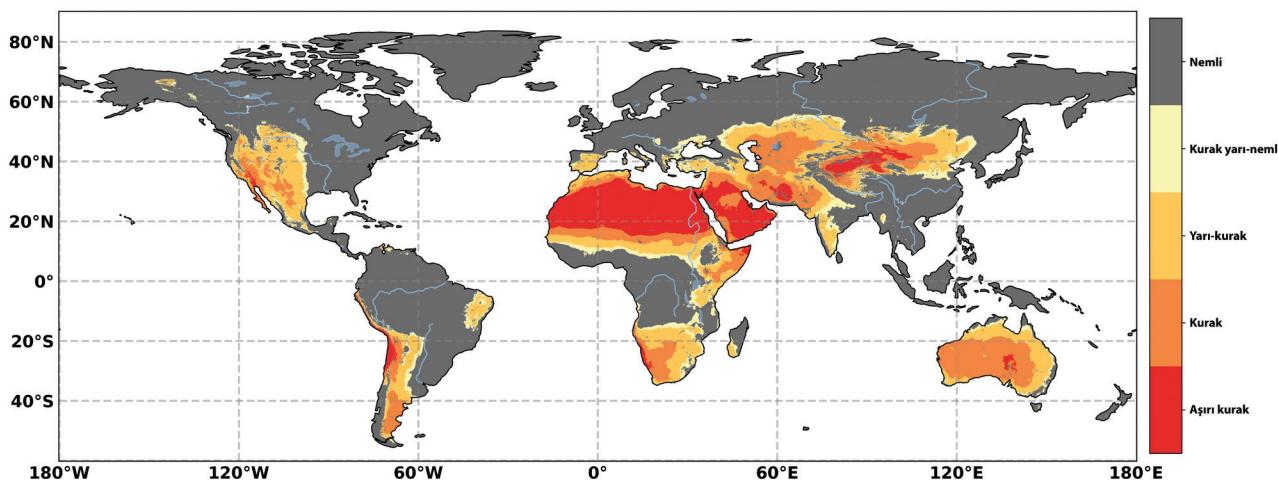
çok kurak alandaki su kaynaklı toprak erozyonu potansiyelini (orta düzeye güvenirlik) artıracığı ve bunun da bazı kurak alanlardaki toprak organik karbon düşüşüne yol açacağı öngörmektedir. {3.1.1, 3.2.2, 3.5.1, 3.5.2, 3.7.1, 3.7.3}

**Çölleşmeden kaynaklanan risklerin iklim değişikliği nedeniyle artması öngörmektedir (yüksek düzeye güvenirlik)**  $1.5^{\circ}C$ ,  $2^{\circ}C$  ve  $3^{\circ}C$  küresel ısınma senaryolu OSS2 ('İlimli') sosyo-ekonomik stratejileri çerçevesinde, su, enerji ve arazi sektörleriyle ilgili çeşitli etkilere (örneğin su stresi, kuraklık yoğunluğu, habitat bozulumu) uğrayan (etkilenebilir) kurak alan nüfusunun, sırasıyla 951 (178) milyon, 1152 (220) milyon ve 1285 (277) milyona ulaşacağı öngörmektedir.  $2^{\circ}C$ 'lik küresel ısınmada, OSS1 ("Sürdürülebilirlik") çerçevesinde, karşı karşıya kalan (etkilenebilir) kurak alan nüfusu 974 (35) milyon ve OSS3 ("Parçalanmış Dünya") çerçevesinde 1267 (522) milyondur. Etkilenebilir nüfusun yaklaşık yarısı Güney Asya'dadır ve bunu Orta Asya, Batı Afrika ve Doğu Asya takip eder. {2.2, 3.1.1, 3.2.2, 3.5.1, 3.5.2, 7.2.2}

**Çölleşme ve iklim değişikliği hem ayrı ayrı hem de birlikte, biyoçeşitlilikteki kayiplar da (yüksek düzeye güvenirlik) dahil, kurak alan ekosistem hizmetlerinin teminini ve ekosistem sağlığını azaltacaktır.** Çölleşme ve değişen iklimin, ürün ve hayvancılık verimliliğinde azalmaya (yüksek düzeye güvenirlik) neden olacağı, bitki türlerinin kompozisyonunu değiştireceği ve kurak alanlarda biyolojik çeşitliliği azaltacağı öngörmektedir (orta düzeye güvenirlik). Artan  $CO_2$  seviyeleri, bazı bölgelerde birtakım istilacı bitki türlerinin daha hızlı yayılmasını destekleyecektir. Otçulların kullanılacağı kaynakların kalitesinde ve miktarında azalma, yırtıcılar için zincirleme sonuçları doğuracak (sınırlı düzeye kanıt, düşük uzlaşma) ki bu da potansiyel olarak yıkıcı zincirleme ekolojik kayiplara sebep olabilir. Öngörülen sıcaklık artışı ve bazı kurak alanlardaki kuraklık olaylarının şiddeti, orman yanğını oluşumunu artırabilir (orta düzeye güvenirlik). {3.1.4, 3.4.1, 3.5.2, 3.7.3}

**İklim değişikliği ile birlikte karadaki insan zorlamasının artması, kurak alanlardaki toplumların esnekliğini azaltacak ve uyum kapasitelerini kısıtlayacaktır (orta düzeye güvenirlik).** İklim değişkenliği, antropojen iklim değişikliği ve çölleşmeden kaynaklanan zorlamaların birleşimi, yoksullağa, gıda güvensizliğine ve artan hastalık yüküne (yüksek düzeye güvenirlik) ve potansiyel olarak çatışmalara (düşük düzeye güvenirlik) neden olacaktır. İklim değişikliğinin kurak alanlarda göç üzerindeki güçlü etkileri tartışılmasına rağmen (orta kanıt, düşük anlaşma), bazı yerlerde, değişen iklim altındaki çölleşme göç için ek bir teşviye sebep olabilir (orta düzeye güven). Kadınlar, özellikle tarımsal geçim kaynaklarına daha fazla bağımlı olan bölgelerde (orta düzeye kanıt, yüksek anlaşma) çevresel bozulmadan erkeklerden daha fazla etkilenecektir. {3.4.2, 3.6.2}

**Bitki örtüsü, kum ve toz aerosoller ve sera gazı akıları gibi çeşitli duzenekler yoluyla, çölleşme, iklim değişikliğini şiddetlendirir (yüksek düzeye güvenirlik).** Kurak koşulların (sıcaklıktan çok)  $CO_2$  değişimini kontrol ettiği alanların oranı, 1948 ve 2012 arasında %6 artmıştır ve genişleme aynı oranda devam ederse 2050 yılına kadar en az %8 kadar daha artacağı öngörmektedir. Bu alanlarda net karbon alımı diğer alanlardan yaklaşık %27 daha düşüktür (düşük düzeye güvenirlik). Çölleşme, al-



**Sekil TÖ.6 | Kuraklık indisine (AI) göre sınırlandırılmış kurak (arid) alanların coğrafi dağılışı.** AI'nın sınıflandırması: Nemli  $AI > 0.65$ , Kurak yarı-nemli  $0.50 < AI \leq 0.65$ , Yarı kurak  $0.20 < AI \leq 0.50$ , Kurak  $0.05 < AI \leq 0.20$ , Aşırı kurak  $AI < 0.05$ . Veriler: TerraClimate - yağış ve potansiyel evapotranspirasyon (1980-2015) (Abatzoglou ve ark. 2018).

bedovy artırma eğiliminde olup yüzeydeki mevcut enerjiyi ve ilişkili yüzey sıcaklıklarını azaltır ve iklim değişikliği bakımından olumsuz sonuç yaratır (*yüksek düzeyde güvenirlik*). Çölleşme, bitki örtüsü ve topraklar üzerindeki etkisi üzerinden, ilişkili sera gazlarının (GHG'ler) emilimini ve salınmasını değiştirir. Bitki örtüsü kaybı ve çölleşme nedeniyle yüzey örtüsünün kuruması, toz fırtınalarının sıklığını artırtır (*yüksek düzeyde güvenirlik*). Kurak ekosistemler, topraktaki suyun mevcudiyetine bağlı olarak önemli bir küresel karbon yutağı olabilir (*orta düzey kanıtlar, yüksek anlaşma*). {3.3.3, 3.4.1, 3.5.2}

**Çölleşmeyi önlemek, azaltmak ve tersine çevirmek ve aynı zamanda iklim değişikliğinin hafifletilmesine ve uyumuna katkıda bulunmak için, hem yeni bilimsel yeniliklere hem de yerli ve yerel bilgiye (ILK) dayanan saha ve bölgeye özgü teknolojik çözümler vardır (*yüksek düzeyde güvenirlik*).** Kurak alanlarda SLM uygulamaları, tarımsal üretkenliği artırır ve ortak mücadele yararları aracılığıyla (*yüksek düzeyde güvenirlik*) iklim değişikliğine uyuma katkıda bulunur. Toprak bozulumunu azaltmak ve tarımsal üretim sistemlerinin iklim değişikliğinin etkilerine karşı direncini artırmak için bütüncül ürün, toprak ve su yönetimi önlemleri kullanılabilir (*yüksek düzeyde güvenirlik*). Bu önlemler, ekin çeşitlendirmesini ve kuraklığa dayanıklı ekolojik olarak uygun bitkilerin benimsenmesi, azaltılmış toprak işlemeyi, iyileştirilmiş sulama tekniklerinin (örn. Damla sulama) benimsenmesi ve nem koruma yöntemlerini (örneğin, yerli ve yerel uygulamalar kullanılarak yağmur suyu hasadı) ve bitki örtüsü ve malzeme örtüsünün korunmasını içerir. Koruma tarımı, tarımla geçen ailelerin iklim değişikliğine uyum sağlama kapasitesini artırır (*yüksek düzeyde güvenirlik*) ve  $0.04$  ve  $0.4$  t  $\text{ha}^{-1}$  aralığında değişen tarımsal uygulamalardaki değişiklikleri takiben karbon tutulum oranlarında sayısal kestirimlerle toprak organik karbonunda zaman içinde artışlara yol açabilir (*orta düzeyde güvenirlik*). Süreyyebilir otlatma ve yeniden bitkilendirmeye dayanan mera yönetim sistemleri, mera verimliliğini ve ekosistem hizmetlerinin akışını artırrı (*yüksek düzeyde güvenirlik*). Tuz toleranslı ürünlerin birlikte kullanımı, iyileştirilmiş sulama uygulamaları, kimyasal iyileştirme önlemleri

ve uygun malzeme ve kompost, ikincil tuzlanmanın etkisini azaltmadır (*orta düzeyde güvenirlik*). Kumul dengeleme tekniklerinin uygulanması, kum ve toz fırtınalarının azaltılmasına katkıda bulunur (*yüksek düzeyde güvenirlik*). Tarımsal ormancılık uygulamaları ve rüzgar siperleri, toprak erozyonunu azaltmaya ve karbonu tutmaya yardımcı olur. 'Yeşil duvarlar' ve 'yeşil setler' şeklinde rüzgar siperleri oluşturmayı amaçlayan ormanlaştırma programları, özellikle yerel olarak uyarlanmış yöreye özgü ve iklime dayanıklı diğer ağaç türleriyle yapıldığında, toz fırtınalarının dengelenmesine ve azaltılmasına, rüzgar erozyonunun önlenmesine yardımcı olabilir ve karbon yutağı görevi üstlenebilir (fazla güven). {3.4.2, 3.6.1, 3.7.2}

**Kurak alanlarda SLM, arazi onarım ve iyileştirme (restorasyon ve rehabilitasyon) yatırımları, olumlu ekonomik getirilere sahiptir (*yüksek düzeyde güvenirlik*).** Arazi onarımına yapılan her 1 Amerikan dolarının 30 yıllık bir süre içinde yaklaşık 3-6 Amerikan dolarlık sosyal getirişi olabilir. Çoğu SLM uygulaması 3 ila 10 yıl içinde mali açıdan kârlı hale gelebilir (*orta kanıt, yüksek anlaşma*). Birçok SLM uygulaması, çölleşme, iklim değişikliğini mücadele ve uyum sağlama, gıda ve ekonomik güvenliği artırmaya yönelik faydalara rağmen, güvenli olmayan arazi kullanım süresi, kredi ve tarımsal dağılımanlık hizmetlerine erişim eksikliği ve özel arazi kullanıcıları için yetersiz teşvikler nedeniyle yaygın olarak kabul edilmemektedir (*sağlam kanıt, yüksek anlaşma*). {3.6.3}

**Yerli ve yöreye özgü bilgi genellikle iklim değişikliğine karşı direngenliğin artırılmasına ve çölleşmeye savaşına (orta düzeyde güvenirlik) katkıda bulunur.** Kurak bölge toplumları kaynak seyrek kuru alan ortamlarına iyi uyumlaştırılan geleneksel tarımsal uygulamaları geliştirmiştir. Buna rağmen, geleneksel tarımsal bilgi kayıplarını belgeleyen sağlam kanıtlar vardır. Geleneksel tarımsal-ekolojik uygulamalar da giderek artan gıda talebi ile başa çıkmaktadır. ILK ve yeni SLM teknolojilerinin birlikte kullanılması, iklim değişikliği ve çölleşme sorunlarına karşı dayanıklılığın artırılmasına katkıda bulunabilir (*yüksek düzeyde güvenirlik*) {3.1.3, 3.6.1, 3.6.2}

SLM çözümlerinin benimsenmesini destekleyen politika çerçeveleri, kurak araziler arasında yoksulluğun ortadan kaldırılması ve gıda güvenliği için ortak faydalar sağlamakla birlikte, çölleşmenin ele alınmasına, iklim değişikliğinin hafifletilmesine ve uyumuna katkıda bulunur (*yüksek düzeyde güvenirlik*). Arazi Bozulumunun Dengelenmesi (LDN) politikalarının uygulanması, toplumların çölleşmeyi önlemesine, azaltmasına ve tersine çevirmesine imkân tanır ve böylece mücadele ortak faydalarıyla birlikte (*yüksek düzeyde güvenirlik*) iklim değişikliğine uyuma katkıda bulunur. Arazi kullanım güvenliğinin güçlendirilmesi, ekili arazilerde toprak koruma önlemlerinin alınmasını sağlayan önemli bir etmendir (*yüksek düzeyde güvenirlik*). Çiftlik içi ve çiftlik dışı geçim çeşitlendirme stratejileri, kırsal hanelerin çölleşmeye ve kuraklık gibi aşırı hava olaylarına karşı dayanıklılığını artırmaktadır (*yüksek düzeyde güvenirlik*). Kolektif eylemin güçlendirilmesi, çölleşmenin nedenlerini ve etkilerini ele almak ve iklim değişikliğine uyum sağlamak için önemlidir (*orta düzeyde güvenirlik*). Arazi kullanımı ve arazi yönetimi uygulamaları üzerindeki cinsiyete özgü farklılıkların anlaşılmasına daha fazla vurgu yapılması, arazi yenileme projelerinin daha başarılı olmasına yardımcı olabilir (*orta düzeyde güvenirlik*). İyileştirilmiş piyasa erişimi, tarımsal karlılığı yükseltmekte ve iklim değişikliğine uyumu ve SLM'ye (*orta düzeyde güvenirlik*) yatırımı motive etmektedir. Ekosistem hizmetleri için yapılan ödemeler, SLM uygulamalarını benimsemeleri için arazi kullanıcılarına ilave teşvikler sunar (*orta düzeyde güvenirlik*). Kırsal danışmanlık hizmetlerine erişimin genişletilmesi SLMlarındaki bilgiyi artırmakta ve daha geniş bir şekilde benimsenmelerini kolaylaştırmaktadır (*orta düzeyde güvenirlik*). Daha temiz enerji kaynaklarına ve teknolojilerine erişimin geliştirilmesi, etkinleştirilmesi ve teşvik edilmesi, enerji için yakacak odun ve ürün kalıntılarının kullanımını azaltarak çölleşmenin azaltılmasına ve iklim değişikliğinin azaltılmasına katkı sağlayabilir (*orta düzeyde güvenirlik*). Kuraklık riskini mücadele ve kuraklık ihtimaline hazırlıklı olmaya dayanan, kuraklıklara yönelik politik müdahaleler, kuraklık kaynaklı hasarların sınırlanılmasında, reaktif kuraklık giderme çabalarından daha etkilidir (*yüksek düzeyde güvenirlik*). {3.4.2, 3.6.2, 3.6.3, Bölüm 3'teki Çapraz Bölüm Kutusu 5}

İklim değişikliği ve çölleşmenin birleşik etkilerine uyumun sınırlarılarındaki bilgiler yetersizdir. Bununla birlikte, artık riskler ve uyumsuz sonuçlar için potansiyel yüksektir (*yüksek düzeyde güvenirlik*). Kurak alanlarda uyum sınırlarına ilişkin deneyimsel kanıtlar sınırlıdır. Uyuma yönelik potansiyel sınırlamalar arasında, tersine çevrilemez çölleşme biçimlerinden kaynaklanan arazi verimliliği kayipları bulunmaktadır. Kalan riskler, iklim değişikliğinin etkilerinden kaynaklanan verim kayiplarını tam olarak telafi etmek için alınan SLM önlemlerinin yetersizliğinden kaynaklanabilir. Ayrıca, SLM önlemleri uygulanırken dahi toprak verimliliğinin kaybedilmesi nedeniyle ekosistem hizmetlerindeki kaçınılmaz azalmalar, bir süre sonra araziyi ilk üretkenlik seviyesine geri döndürebilir. Kurak alanlarda tarımsal yoğunlaşmayı destekleyen bazı etkinlikler, çevre üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle uyumsuz hale gelebilir (*orta düzeyde güvenirlik*). Çözümler olsa bile, sosyal, ekonomik ve kurumsal kısıtlamalar bunların uygulanmasında engel oluşturabilir (*orta düzeyde güvenirlik*) {3.6.4}.

**Kapasiteleri geliştirme, yerel düzeydeki erken uyarı sistemlerini de içeren iklim hizmetlerine daha yüksek erişim sağlama ve uzaktan algılama teknolojilerinin kullanımını genişletme, çölleşmenin ele alınmasına (*yüksek düzeyde güvenirlik*) yardımçı olan etkili uyum ve savaşım seçeneklerini sağlamak için yüksek geri dönüşlü yatırımlardır.** Gelişmekte olan ülkelerdeki hidrometeorolojik ve erken uyarı hizmetlerini güçlendirmek için yatırım olarak yapılan her 1 ABD dolarının 4 ila 35 ABD doları (düşük düzeyde güvenirlik) getirebileceğini gösteren sayısal kestirimlerle, çölleşmeye karşı zamanında yapılan güvenilir iklim hizmetleri, çölleşmenin insan ve doğal sistemler üzerindeki etkisini azaltan uygun uyum ve mücadele seçeneklerinin geliştirilmesine yardımcı olabilir (*yüksek düzeyde güvenirlik*). Çölleşmeye ilgili bilgi ve bilgi akışı şu anda parçalanmış durumdadır. Gelişmiş bilgi ve veri alışverişi ve paylaşımı, LDN'ye ulaşma çabalarının etkinliğini artıracaktır (*yüksek düzeyde güvenirlik*). Veri toplamak için uzaktan algılanan bilginin genişletilmiş kullanımı, LDN'ye ulaşmadada kaydedilen ilerlemenin ölçülmesine yardımcı olur (*düşük kanıt, yüksek anlaşma*). {3.2.1, 3.6.2, 3.6.3, Bölüm 3'teki Kesit Kutusu 5}

## TÖ.4 Arazi bozulumu

**Arazi bozulumu, gezegende insanları ve ekosistemleri etkiler ve hem iklim değişikliğinden etkilendir hem de iklim değişikliğine neden olur.** Arazi bozulumu, bu raporda, biyolojik verimlilik, ekolojik bütünlük ya da insan için değer oluşturan öğelerinden en az birinde uzun vadeli azalma ya da kayıp olarak ifade edilen, insan kaynaklı iklim değişikliği dahil olmak üzere doğrudan ya da dolaylı insan kaynaklı süreçlerin neden olduğu arazi koşullarındaki olumsuz eğilim olarak tanımlanır. Orman bozulumu, orman arazisinde oluşan arazi bozulumudur.Ormansızlaşma, ormanın orman dışı toprağa dönüştürülmesidir ve arazinin bozulumuna neden olabilir. {4.1.3}

**Arazi bozulumu insanların geçim kaynaklarını olumsuz etkiler (çok yüksek düzeyde güvenirlilik) ve Yerkürenin buzusuz arazi alanının (orta düzeyde güvenirlilik) dörtte birinden fazlasında etkilidir. Etkilenen 1.3 ila 3.2 milyar insanın çoğunuğu (düşük düzeyde güvenirlilik) gelişmekte olan ülkelerde yoksulluk içinde yaşıyor (orta düzeyde güvenirlilik).** Arazi kullanımındaki değişiklikler ve sürdürülemez arazi yönetimi, arazi bozulumunu doğrudan etkileyen insan kaynaklı nedenlerdir; tarım ise bozulmayı tetikleyen baskın bir sektördür (çok yüksek düzeyde güvenirlilik). Geleneksel olarak işlenmiş topraklardan kaynaklanan toprak kaybı, toprak oluşum oranının 2 katından fazlasıdır (orta düzeyde güvenirlilik). Arazi bozuluğu insanları, pazarlar, teknoloji, eşitsizlik ve demografik değişim (çok yüksek düzeyde güvenirlilik) dahil olmak üzere sosyal, politik, kültürel ve ekonomik yönlerle etkileşime girerek çeşitli şekillerde etkiler. Arazi bozulum etkileri, yerel bozulma alanlarından uzakta bulunan insanları ve ekosistemleri etkilediği gibi deniz ve tatlı su sistemlerini de etkiyerek (çok yüksek düzeyde güvenirlilik) arazi yüzeyinin ötesine geçer. {4.1.6, 4.2.1, 4.2.3, 4.3, 4.6.1, 4.7, Tablo 4.1}

**İklim değişikliği, sürmekte olan birçok arazi bozulma sürecinin hızını ve büyülüğünü artırmaktır ve yeni bozulma modellerini beraberinde getirmektedir (yüksek düzeyde güvenirlilik).** İnsan kaynaklı küresel ısınma, arazi bozulumunun iki önemli nedeninde gözlenen değişikliklere neden olmuştur. Bunlar: artan sıklık, yoğunluk ve / veya aşırı yağış tutarı (orta düzeyde güvenirlilik) ve artan ısı stresidir (yüksek düzeyde güvenirlilik). Bazı bölgelerde deniz seviyesinin yükselmesi, kıyı erozyonunu (orta düzeyde güvenirlilik) şiddetlendirmiştir. Günümüzde olduğunun ötesinde bir küresel ısınma, artan sel (orta düzeyde güvenirlilik), kuraklık sıklığı ve şiddeti (orta düzeyde güvenirlilik), artan siklonlar (orta düzeyde güvenirlilik) ve deniz seviyesinin yükselmesi (çok yüksek düzeyde güvenirlilik) aracılığıyla devam etmeyecek olan arazi bozulma süreçlerini, arazi yönetimi tarafından (çok yüksek düzeyde güvenirlilik) düzenlenen sonuçlarla birlikte daha da kötüleştirecektir. ısınmaya bağlı permafrost çözülmesi (yüksek düzeyde güvenirlilik), deniz seviyesinin yükselmesi ve değişen fırtına yollarının (düşük düzeyde güvenirlilik) etkilerinden kaynaklanan kıyı erozyonu, normalde sorun teşkil etmediği yerleri etkileyen arazi bozulumunun örnekleridir. Deniz seviyesinin yükselmesi nedeniyle kıyı bölgelerinin erozyonu dünya çapında artacaktır (yüksek düzeyde güvenirlilik). Siklon eğilimli bölgelerde, deniz seviyesinin yükselmesi ve daha yoğun siklonların kombinasyonu, insanlar ve geçim kaynakları için ciddi sonuçlarla birlikte arazi bozulumuna neden olacaktır (çok yüksek düzeyde güvenirlilik). {4.2.1, 4.2.2, 4.2.3, 4.4.1, 4.4.2, 4.9.6, Tablo 4.1}

**Arazi bozulumu ve iklim değişikliğinin hem tek hem de birlikte, doğal kaynak temelli geçim sistemleri ve toplumsal gruplar için derin etkileri vardır (yüksek düzeyde güvenirlilik).** Geçim kaynağı bozulmuş topraklara bağlı olan insan sayısının dünya çapında yaklaşık 1.5 milyar olduğu öngörmektedir (çok düşük düzeyde güvenirlilik). Sınırlı uyum seçeneklerine sahip kadınlar ve gençler de dahil, geçim, gıda güvenliği ve gelir açısından doğrudan doğal kaynaklara bağımlı olan bozulmuş bölgelerdeki insanlar, özellikle arazi bozulumuna ve iklim değişikliğine karşı savunmasızdır (yüksek düzeyde güvenirlilik). Arazi bozulumu arazi verimliliğini düşürür ve bazı bölgelerde kadınları orantısız olarak etkileyen arazi yönetim iş yükünü artırrı. Arazi bozulumu ve iklim değişikliği, hali hazırda istikrarsız olan geçim kaynakları (çok yüksek düzeyde güvenirlilik) için tehdit çarpanları olarak hareket eder, bu da onları yoksulluk ve gıda güvensizliği (yüksek düzeyde güvenirlilik) ve bazı durumlarda göç, çatışma ve kültürel miras kaybı (düşük düzeyde güvenirlilik) gibi aşırı iklim olaylarına karşı oldukça hassas bırakır. İklim değişikliğine bağlı gerçekleşen bitki örtüsü ve dağılımındaki değişiklikler, bazı bölgelerde arazi bozulma riskini artırmaktadır (orta düzeyde güvenirlilik). Artan arazi bozulma oranları (yüksek düzeyde güvenirlilik) ve yeni bozulma modelleri (düşük kanıt, yüksek anlaşma) nedeniyle, iklim değişikliğinin geçim kaynakları, habitatlar ve altyapı üzerinde zararlı etkileri olacaktır. {4.1.6, 4.2.1, 4.7}

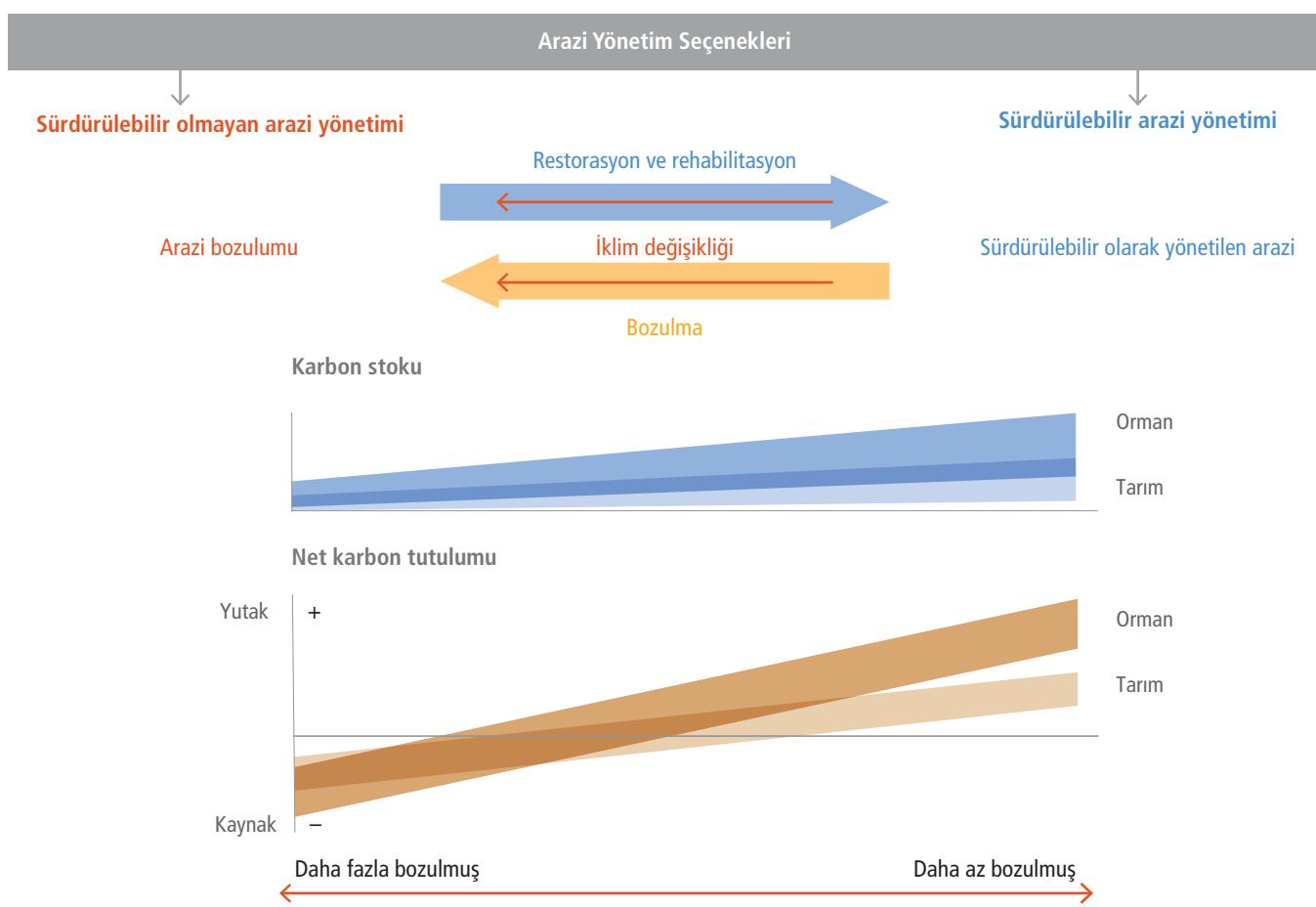
**Arazi bozulumu, sera gazı salımları (GHG'ler) ve düşük karbon tutulma oranlarının bağlı olarak iklim değişikliğinin itici bir gücüdür (çok yüksek düzeyde güvenirlilik).** 1990 yılından bu yana, küresel olarak orman alanı, tropikal bölgelerde net düşüşler ve tropikal bölgelerde net artışlarla birlikte (yüksek düzeyde güvenirlilik) %3 (düşük düzeyde güvenirlilik) oranında azalmıştır.Ormansızlaşma öncesindeki karbon stoklarına oranla, yeniden büyütürken ormanlardaki daha düşük karbon yoğunluğu, arazi kullanımı değişikliği nedeniyle net salımlar ile sonuçlanmaktadır (çok yüksek düzeyde güvenirlilik). Orman arazilerinin karbon stoklarını azaltan orman yönetimi de salımlara yol açmaktadır, ancak bu salımların küresel tahminleri belirsizdir. Tarım toprakları ekimden öncesi, organik karbon içeriğinin %20-60'ını kaybetmiştir ve geleneksel tarım altındaki topraklar sera gazı kaynağı olmaya devam etmektedir (orta düzeyde güvenirlilik). Arazi bozulum süreçleri arasında iklim değişikliğine en çok sebep olan süreçler sera gazı salımları ve ormansızlaşmanın ardından, karasal karbon yutaklarındaki azalma nedeniyle, ormansızlaşma, artan yangınlar, turba topraklarının bozulumu ve permafrost çözülmESİ (yüksek düzeyde güvenirlilik). Tarımsal uygulamalar, topraktan CO<sub>2</sub> olmayan sera gazı da salmaktadır ve bu salımlar iklim değişikliği (orta düzeyde güvenirlilik) ile daha da artmaktadır. Birincil alanın yönetilen ormanlara dönüştürülmesi, yasadışı ağaç kesimi ve sürdürülemez orman yönetimi sera gazı salımlarına (çok yüksek düzeyde güvenirlilik) yol açar ve albedo kaymalarından (orta düzeyde güvenirlilik) kaynaklananlar da dahil olmak üzere bölgesel iklim üzerinde ek fiziksel etkilere neden olabilir. Bu etkileşimler daha bütüncül iklim etkisi değerlendirmeleri gerektirmektedir. {4.2.2, 4.3, 4.5.4, 4.6}

**Biyoenerjiye yönelik özel biyokütle üretiminin büyük ölçekli uygulanması, gıda güvenliği ve arazi bozulumu için potansiyel olarak ciddi sonuçlarla birlikte arazi için rekabeti de artırmaktadır (yüksek düzeyde güvenirlilik).** Örneğin, gübre uygulamaları, sulama ya da tek kültürler enerji plantasyonları yoluyla biyokütle üretiminin kapsamının ve yoğunluğunun artırılması, yerel arazi bozulumuna neden olabilir. Arazi yönetiminde kötü uygulamanın yoğunlaşması, arazi

## Teknik Özeti

bozulumuna (örn. sulamadan kaynaklanan tuzlama) ve azalan geçim kaynaklarına (*yüksek düzeyde güvenirlik*) sebep olur. Daha önce bozulmuş topraklarda ormanlaştırma ve yeniden ormanlaşmanın oluşturduğu alanlarda, restorasyonun doğal ya da ekili ormanları içerip içermediğine bağlı olarak, potansiyel olarak önemli yararları olan toprakları iyileştirme ve islah etme fırsatları mevcuttur (*yüksek düzeyde güvenirlik*). Bozulmuş arazilerin toplam alanının 10-60 Mkm<sup>2</sup> olduğu öngörmektedir (*çok düşük düzeyde güvenirlik*). Özel biyokütle üretimi için uygun olan bozulmuş ve marjinal alanların boyutu oldukça belirsizdir ve mevcut arazi kullanımı ve arazi kullanım süresi dikkate alınmaksızın kurulamaz. Tahsis edilmiş enerji bitkileri alanının artırılması, dolaylı arazi kullanımı değişikliği (*orta düzeyde güvenirlik*) nedeniyle başka yerlerde arazi bozulumuna yol açabilir (*orta düzeyde güvenirlik*). Enerji ekinlerinin etkileri, tarım ve ormancılık sistemleri ile stratejik entegrasyon aracılığıyla azaltılabilir (*yüksek düzeyde güvenirlik*), ancak sinerjik üretim sistemleri yolyla üretilebilecek toplam biyokütle miktarı bilinmemektedir. {4.1.6, 4.4.2, 4.5, 4.7.1, 4.8.1, 4.8.3, 4.8.4, 4.9.3}

**Geleneksel biyokütlenin sürdürülemez kullanımını azaltmak, sosyal ve ekonomik ortak faydalara sağlamak için (*çok yüksek düzeyde güvenirlik*) arazi bozulumunu ve CO<sub>2</sub> salımlarını azaltır.** Yakacak odun, odun kömürü ve tarımsal kalıntılar şeklindeki geleneksel biyokütle, küresel nüfusun üçte birinden fazlası için birincil enerji kaynağı olmaya devam etmektedir. Bu ise, biyokütle kaynaklarının ve orman bozulumunun sürdürülemez şekilde kullanılmasına ve küresel sera gazı salımlarının yaklaşık %2'sine yol açmaktadır (*düşük düzeyde güvenirlik*). Gelişmiş orman koruması, iyileştirilmiş orman ve tarım yönetimi, yakıt değiştirme ve verimli pişirme ve istihma cihazlarının benimsenmesi, daha sürdürülebilir biyokütle kullanımını özendirilebilir ve azalmış sera gazı salımları, iyileştirilmiş insan sağlığı ve özellikle kadınlar ve gençler için azaltılmış iş yükünün ortak faydaları ile birlikte arazi bozulumunu azaltabilir. (*çok yüksek düzeyde güvenirlik*). {4.1.6, 4.5.4}



**Şekil TÖ.7 | İklim değişikliğinin etkilerinin sürdürülebilir ya da bozulmuş sonuçlarını belirlemek için arazi yönetimi ile etkileşime girdiğini gösteren kavramsal şe.** İklim değişikliği birçok bozulma sürecini şiddetlendirebilir (Tablo 4.1) ve yeni süreçleri (örneğin permafrost çözülmesi ya da biyom (canlı topluluğu) değişimleri) beraberinde getirebilir, bu nedenle arazi yönetiminin bozulmayı önlemek, azaltmak ya da tersine çevirmek için iklim etkilerine yanıt vermesi gereklidir. İnsanların arazi kullanımının türleri ve yoğunluğu ve iklim değişikliğinin arazi üzerindeki etkileri, onların karbon stoklarını ve karbon yutaklarını olarak çalışma yeteneklerini etkilemektedir. Yönetilen tarım arazilerinde bozulma, tipik olarak toprak verimi ve karbon yutaklarını da olumsuz etkileyen toprak karbon stoklarının azalmasıyla sonuçlanır. Orman arazisinde, sadece biyokütle karbon stoklarındaki azalma, muhakkak karbon yutaklarındaki bir azalmanın göstergesi olmamayıp. Sürdürülebilir bir şekilde yönetilen orman alanları, daha düşük biyokütle karbon yoğunluğuna sahip olabilir; ancak, daha genç ormanlar daha yüksek bir büyümeye oranına sahip olabilir ve bu nedenle yaşlı ormanlara kıyasla daha güclü karbon yutaklarına katkıda bulunabilir. Orman ve tarım alanlarındaki karbon yutakları birbirile örtüşmektedir. Bazı durumlarda, iklim değişikliğinin etkileri, en azından kısa vadede, verimlilik ve karbon stoklarının artmasına neden olabilir.

Sorun/sendrom	İklim değişikliği üzerindeki etkisi	İnsan faktörü	İklim faktörü	Arazi yönetim seçenekleri	Referanslar	İnsan etmeni	İklim etmeni
Tarimsal toprakların erozyona uğraması	Salım: CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> O			Topraktaki organik maddenin artırılması, toprak işlenmesiz, uzun ömürlü ürünler, erozyon kontrolü, tarimsal ormançılık, diyetlerin değiştirilmesi	3.1.4, 3.4.1, 3.5.2, 3.7.1, 4.8.1, 4.8.5, 4.9.2, 4.9.5	Olatma zorlaması	Isınma eğilimi
Ormansızlaştırma	Salım, CO <sub>2</sub>			Orman koruma, sürdürülebilir orman yönetimi ve diyet değişikliği	4.1.5, 4.5, 4.8.3, 4.8.4, 4.9.3	Tarım uygulaması	Aşırı sıcaklık
Ormanların bozulması	Salım, CO <sub>2</sub> Daha az karbon yutuğu			Ormanların korunması, sürdürülebilir orman yönetimi	4.1.5, 4.5, 4.8.3, 4.8.4, 4.9.3	Tarım genişlemesi	Kuruma eğilimi
Aşırı olatma	Salım: CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> Albedo artışı			Kontrollü olatma, mera yönetimi	3.1.4.2, 3.4.1, 3.6.1, 3.7.1, 4.8.1.4	Ormanların ağaçsızlandırılması	Aşırı yağışlar
Yakacak odun ve odun kömürü üretimi	Salım: CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> Albedo artışı			Temiz pişirme (sağlık açısından, özellikle kadınlar ve çocuklar için eş faydalı)	3.6.3, 4.5.4, 4.8.3, 4.8.4	Yakacak odun	Değişken yağış rejimleri
Sıklığı ve yoğunluğu artan yangınlar	Salım: CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O Salım: aerosoller, Albedo artışı			Vakit yönetimi, yanın yönetimi	3.1.4, 3.6.1, 4.1.5, 4.8.3, İlgili Bölüm, Kutu 3, Bölüm 2	Şiddetlenen siklonlar	
Tropikal turbali alanların bozulumu	Salım: CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub>			Turbalık alanların restorasyonu, erozyon kontrolü turbali arazilerin kullanımının düzenlenmesi	4.9.4	Deniz seviyesinin yükselmesi	
Permafrost çözülmesi	Salım: CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub>			Yerleşim ve alt yapının yeniden düzenlenmesi	4.8.5.1		
Kıyı erozyonu	Salım: CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub>		 	Sulak alanlar ve kıyı bölgelerinin restorasyonu, mangrov alanlarının korunması, uzun vadeli arazi kullanımı planlaması	4.9.6, 4.9.7, 4.9.8		
Kum ve toz fırtınaları, rüzgâr erozyonu	Salım: aerosoller	 		Bitki örtüsü yönetimi, ormanlaştırma, rüzgâr kesiciler	3.3.1, 3.4.1, 3.6.1, 3.7.1, 3.7.2		
Çalışlık yayılması	Tutunum: CO <sub>2</sub> , Albedo azalması			Olatma arazilerinin yönetimi, yanın yönetimi	3.6.1.3, 3.7.3.2		

**Şekil TÖ.8 | İnsan ve iklim etmenleri etkileşimi çölleşmeyi ve arazi bozulumunu şiddetlendirebilir. Şekil, temel çölleşme ve arazi bozulumu sorunlarını, bunların iklimi nasıl etkilediğini ve temel sürücülerini olası çözümleriyle göstermektedir.** İklim değişikliği, devam etmekte olan birkaç arazi bozulma ve çölleşme sürecinin hızını ve büyülüüğünü artırmaktadır. Arazi bozulumu ve çöllemenin insan kaynaklı içiçi güçleri arasında büyuyen tarım, tarimsal uygulamalar ve orman yönetimi bulunmaktadır. Dolayısıyla, arazi bozulumu ve çölleşme de sera gazı salımları, düşük karbon tutulumu oranları ve ekosistemlerin gelecekteki karbon yutuğu gibi davranış kapasiteleri yoluyla iklim değişikliğinin sürücüleridir. İklim değişikliği üzerindeki etkiler isınma (kırmızı renkte) ya da soğuma (mavi renkte) şeklinde dir.

**Sürdürülebilir arazi yönetimi uygulaması, iklim değişikliğine uyum ve mücadele dahil eş zamanlı pek çok ortak fayda sağlayabilen onarma ve iyileştirme uygulamaları sayesinde, arazi bozulumu engellenebilir, azaltılabilir ya da tersine çevrilebilir (yüksek düzeyde güvenirlik).** Sürdürülebilir arazi yönetimi, yerel çiftliklerden (çok yüksek düzeyde güvenirlik) tüm havzalara (orta düzeyde güvenirlik) kadar çok sayıda peyzaj ölçünde arazi bozulumunu ele aldığı kanıtlanmış kapsamlı bir dizi teknolojiyi ve olanak sağlayan koşulları içermektedir. Sürdürülebilir orman yönetimi ormansızlaşmayı önleyebilir, karbon yutaklarını koruyabilir ve geliştirebilir ve sera gazi salımlarını azaltma hedeflerine katkıda bulunabilir. Sürdürülebilir orman yönetimi sosyo-ekonomik faydalalar yaratır ve toplumun artan ihtiyaçlarını karşılamak için lif, kereste ve biyökütle sağlar. Sürdürülebilir orman yönetimi yüksek karbon yutaklarının devamlılığını sağlarken, birincil ormanlardan sürdürülebilir yöneti-

len ormanlara dönüşüm, biyolojik çeşitliliğin geçiği ve kaybı (yüksek düzeyde güvenirlik) sırasında karbon salımına neden olabilir. Bunun aksine, bozulmuş orman alanlarında sürdürülebilir orman yönetimi, karbon depolanmasını ve biyolojik çeşitliliği artırabilir (orta düzeyde güvenirlik). Uzun ömürlü ağaç ürünlerinde karbon depolanması ve salımı yoğun malzemelerin yerini almak üzere ahşap ürün kullanımından sağlanan salım azalmaları, mücadele hedeflerine katkıda bulunur. (Şekil TÖ.8) {4.8, 4.9, Tablo 4.2}

**Arazi bozulumuna yönelik eylem eksikliği, salımları artıracak ve karbon yutaklarını azaltacaktır. Bu durum küresel isınmayı 1.5°C ya da 2°C ile sınırlamak için gereken salım azaltımlarıyla da uyumsuzdur (yüksek düzeyde güvenirlik).** Toprakların daha iyi yönetimi, mevcut küresel antropojen sera gazi salımlarının %5-20'sini giderebilir (orta düzeyde güvenirlik). Arazi bozulumun-

dan kaçınmak, azaltmak ve tersine çevirmek için önlemler mevcuttur; ancak, kaynaklara ve bilgiye erişim eksikliği de dahil ekonomik, politik, kurumsal, yasal ve sosyo-kültürel engeller, bu önlemlerin alınmasını kısıtlamaktadır (*çok yüksek düzeyde güvenirlik*). Arazi bozulumunu önleyen, azaltan ya da tersine çeviren uygulamaların uygulanmasını kolaylaştıran kanıtlanmış önlemler, görev süresi reformunu, vergi teşviklerini, ekosistem hizmetleri için ödemeleri, katılımcı entegre arazi kullanım planlamasını, çiftçi ağlarını ve kırsal danışmanlık hizmetlerini içermektedir. Gecikmeli eylem, arazi bozulumunu ele alma maliyetlerini artırır ve tersine çeviremez biyofizikal ve insani sonuçlara neden olabilir (*yüksek düzeyde güvenirlik*). Erken eylemler, arazi bozulumundan etkilenen topluluklara hem bölgeye özgü hem de hemen görülen faydalara sağlayabilir ve iklim değişikliğinin hafifletilmesi yoluya uzun vadeli küresel faydalara katkıda bulunabilir (*yüksek düzeyde güvenirlik*). (Şekil TÖ.7) {4.1.5, 4.1.6, 4.7.1, 4.8, Tablo 4.2}

**Arazi bozulumunu önlemek, azaltmak ve tersine çevirmek için yeterli önlemler alınsa bile, bazı durumlarda bozulma olacaktır (*yüksek düzeyde güvenirlik*).** Uyum kısıtlamaları dinamiktir, sahaya özgüdür ve biyofizikal değişikliklerin sosyal ve kurumsal koşullarla etkileşimi yoluyla belirlenir. Uyum sınırlarının aşılması, artan kayipları tetikleyecek ya da zorunlu göç, çatışmalar ya da yoksulluk gibi istenmeyen değişikliklere neden olacaktır. İklim değişikliği kaynaklı arazi bozulumuna bağlı olarak oluşan potansiyel uyum sınırlarına örnekler arasında, kıyı erozyonu (arazinin kabloğu yererde, permafrostun çözülmesi nedeniyle çöken geçim kaynakları ve altyapı) ve aşırı toprak erozyonu formları vardır. {4.7, 4.8.5, 4.8.6, 4.9.6, 4.9.7, 4.9.8}

**Arazi bozulumu ciddi ve yaygın bir sorun olmakla birlikte, kapsamı, şiddeti ve iklim değişikliğiyle olan bağlantıları konusunda kilit belirsizlikler devam etmektedir (*çok yüksek düzeyde güvenirlik*).** Arazi bozulumunun kapsamını ve şiddetini objektif olarak ölçmenin zorluklarına rağmen, karmaşık ve değer temelli özelliklerini göz önüne alındığında, arazi bozulumu- iklim değişikliği ile birlikte- insanlık için en büyük ve en acil sorunlardan biridir (*çok yüksek düzeyde güvenirlik*). Arazi bozulumunun mevcut küresel kapsam, şiddet ve oranları iyi ölçülmemiştir. Arazi bozulumunun geniş alanlarda nesnel ve tutarlı bir şekilde ölçülebileceği tek bir yöntem yoktur, çünkü bu çok karmaşık ve değer yüklü bir kavramdır (*çok yüksek düzeyde güvenirlik*). Bununla birlikte, ILK kullanımı da dahil olmak üzere mevcut birçok bilimsel ve yerel temelli yaklaşım, arazi bozulumunun farklı yönlerini değerlendirebilir ya da temsili değerler sağlayabilir. Diğer verilerle doğrulanın uzaktan algılama, ilgili zaman ölçeklerinde (birkaç on yıl) temsili olarak kullanılabilen coğrafi olarak net ve küresel olarak tutarlı veriler üretebilir. Az sayıda çalışma, önerilen arazi bazlı negatif salım teknolojilerinin arazi bozulumu üzerindeki etkilerini özellikle ele almıştır. Pek çok araştırma, geçim kaynaklarının ve ekosistemlerin belirli bir stres etmeninden (örn., kuraklık, ısı stresi ya da su basması) nasıl etkilendiğini anlamaya çalışmıştır. Bitkilerin, habitatların ve ekosistemlerin, olumsuz salım teknolojilerinin büyük ölçekli uygulanmasından kaynaklanan olası yeni stres etmenleri dahil, birçok stresin kümülatif ve etkileşimli etkilerinden nasıl etkilendiğini anlama konusunda önemli bilgi eksiklikleri bulunmaktadır. {4,10}

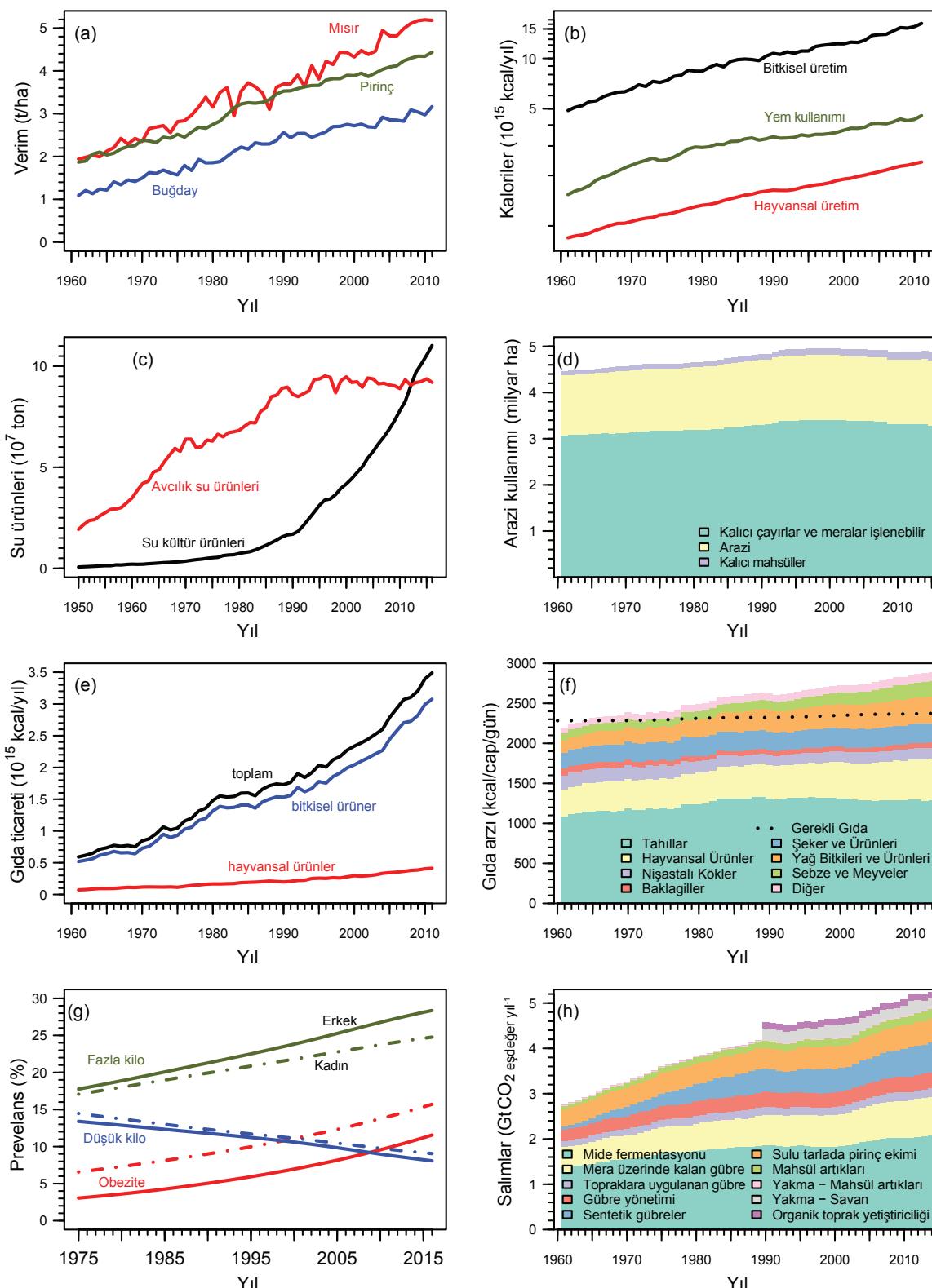
## TÖ.5 Gıda güvenliği

**Mevcut gıda sistemi (ürütim, nakliye, işleme, paketleme, depolama, perakende, tüketim, kayıp ve atık) dünya nüfusunun büyük bir bölümünü beslemekte ve 1 milyardan fazla insanın geçim kaynaklarını desteklemektedir.** 1961'den bu yana, kişi başına gıda arzı %30'dan fazla artmış, azotlu gübrelerin daha fazla kullanımı (%800 civarında artış) ve sulama için su kaynakları (%100'den fazla artış) bu artışa eşlik etmiştir. Ancak bununla birlikte, şu anda tahmini 821 milyon insan yetersiz beslenmekte ve beş yaşın altında 151 milyon çocuk büyüme engelli, 15 ila 49 yaş arası 613 milyon kadın ve kız demir eksikliğinden etkilenmekte ve 2 milyar yetişkin fazla kilolu ya da obezdir. Gıda sistemi, iklim dışı stres etmenlerinin (örn. nüfus ve gelir artışı, hayvansal kaynaklı ürün talebi) ve iklim değişikliğinin baskısı altındadır. Bu iklim ve iklim dışı stresler, gıda güvenliğinin dört dayanağını (kullanılabilirlik, erişim, kullanım ve istikrar) etkilemektedir. (Şekil TÖ.9) {5.1.1, 5.1.2}

**Gözlenen iklim değişikliği, artan sıcaklıklar, değişen yağış desenleri ve bazı aşırı olayların daha sık görülmesi yoluya (*yüksek düzeyde güvenirlik*) gıda güvenliğini hali hazırda etkilemektedir.** İklim değişikliğini ürün rekortelerini etkileyen diğer etmenlerden ayıran çalışmalar, pek çok alçak enlem bölgesindeki bazı ürünlerin (örneğin, mısır ve buğday) veriminin gözlemlenen iklim değişikliklerinden olumsuz etkilendiğini belirtirken, birçok yüksek enlem bölgesinde ise bazı ürünlerin (örneğin, mısır, buğday ve şeker pancarı) verimlerinin son yıllarda olumlu etkilediğini göstermiştir. Kuraklık ile birleşen ısınma, Akdeniz'in bazı bölgelerinde verim üzerinde önemli olumsuz etkiler neden olmuştur. ILK'e dayanarak, iklim değişikliği kurak alanlarda, özellikle Afrika'da, Asya ve Güney Amerika'nın yüksek dağ bölgelerinde gıda güvenliğini etkilemektedir. (Şekil TÖ.10) {5.2.2}

**Gıda güvenliği, gelecek için öngörülen iklim değişikliğinden giderek daha fazla etkilenecektir (*yüksek düzeyde güvenirlik*).** OSS 1, 2 ve 3'te, küresel ürün ve ekonomik modeller, iklim değişikliği (RCP 6.0) nedeniyle 2050'de %1-29 tahlil fiyatı artışı öngörmüştür ve bu da tüketicileri daha yüksek gıda fiyatları nedeniyle küresel olarak etkileyecektir; bölgesel etkiler deGetInstancecektir (*yüksek düzeyde güvenirlik*). Düşük gelirli tüketiciler özellikle risk altındadır; modeller, OSS'ler genelinde iklim değişikliği senaryosuna kıyasla, 1-183 milyon ek insan için açlık riski öngörmektedir (*yüksek düzeyde güvenirlik*). Artan CO<sub>2</sub>'nin, düşük sıcaklık artışlarında ürün verimliliği için yararlı olacağı öngörlürken, besin kalitesini (*yüksek düzeyde güvenirlik*) düşüreceği beklenmektedir (örn., 546-586 ppm CO<sub>2</sub>'de yetişirilen buğday %5.9-12.7 daha az protein, %3.7-6.5% daha az çinko ve % 5.2-7.5 daha az demire sahiptir). Zararlıların ve hastalıkların dağılımı değişecek ve bu da birçok bölgede üretimi olumsuz yönde etkileyecektir (*yüksek düzeyde güvenirlik*). Artan aşırı olaylar ve bu olayların başka öğelerle bağlantılı olması, gıda sisteminde bozulma riskleri artmaktadır (*yüksek düzeyde güvenirlik*). {5.2.3, 5.2.4}

**Kırsal sistemlerin iklim değişikliğinden etkilenebilirliği çok yüksektir (*yüksek düzeyde güvenirlik*).** Bu sistemler, göçeve topluluklar, yayla çobanları ve tarımsal göçeve çobanlar dahil olmak üzere 200 ila 500 milyon kişi tarafından ülkelerin %75'inden fazlasında uygulanmaktadır. Afrika'daki kırsal sistemlerdeki etkiler, daha düşük mera ve hayvan verimliliğini, hasarlı üreme fonksyonunu ve biyolojik



**Şekil TÖ.9 | (a) Mısır, pirinç ve buğday ürünlerindeki küresel eğilimler (FAOSTAT 2018)** - dünyada yetişirilen ilk üç ürün; **(b)** bitkisel ve hayvansal kalorilerin üretimi ve bitkisel kalorilerin hayvan yemi olarak kullanılması (FAOSTAT 2018); **(c)** deniz ve su ürünleri balıkçılığından üretim (FishStat 2019); **(d)** tarım için kullanılan arazi (FAOSTAT 2018); **(e)** kalorilerde gıda ticareti (FAOSTAT 2018); **(f)** 1961-2012 yılları arasında gıda tedariki ve gerekli gıdalar (örn., orta fiziksel aktiviteler için insan enerji gereksinimlerine dayalı) (FAOSTAT 2018; Hiç ve ark. 2016); **(g)** 1975-2015 yılları arasında aşırı kilo, obezite ve düşük kilo yaygınlığı (Abarca-Gómez ve ark. 2017); ve **(h)** arazi kullanım değişikliği hariç, tarım sektörü için sera gazı salımları (FAOSTAT 2018). Şekil (b) ve (e) için, kütle birimlerinde sağlanan veriler, besleyici etmenler kullanılarak kaloriye dönüştürülmüştür (FAO 2001b). Savana yakılması ve organik toprakların ekimi nedeniyle salımlara ilişkin veriler ancak 1990 sonrası için verilmektedir (FAOSTAT 2018).

çeşitlilik kaybını kapsamaktadır. Kırsal sistem güvenlik açığı, iklim dışı etmenler (arazi kullanım süresi, göçmenlerin bir yaşam alanına yerleştirilmesi, geleneksel kurumlardaki değişiklikler, istilacı türler, pazar eksikliği ve çatışmalar) tarafından daha da kötüleşmektedir. {5.2.2}

**Sağlıklı beslenmenin önemli bir bileşeni olan meye ve sebze üretimi de iklim değişikliğine karşı savunmasızdır (orta kanıtlar, yüksek anlaşma).** Özellikle tropikal ve yarı tropikal bölgelerde, yüksek sıcaklıklarda, ürün uygunluğu ve veriminde düşüşler öngörmektedir. İşi stresi meye oluşumunu azaltır ve yıllık sebzelerin gelişimi hızlandırır, bu da verim kayıplarına, ürün kalitesinin bozulumuna ve gıda kaybının ve atıkların artmasına neden olur. Daha uzun büyümeye mevsimleri, daha fazla sayıda ekimin yetiştirilmesini ve daha fazla yıllık verim alınmasını sağlayabilir. Ancak bununla birlikte, bazı meye ve sebzelerin, tutarlı bir hasat üretmek için bir süre soğuk biri-kimine ihtiyacı vardır ve daha sıcak kişiler bir risk oluşturabilir. {5.2.2}

**Gıda güvenliği ve iklim değişikliğinin güçlü cinsiyet ve eşitlik boyutları vardır. (yüksek düzeyde güvenirlilik).** Bölgesel farklılıklar olmasına karşın, dünya çapında kadınlar gıda güvenliğinde kilit bir rol oynamaktadır. İklim değişikliğinin etkileri yaşa, etnik kökene, cinsiyete, varlığa ve sınıfa bağlı olarak çeşitli sosyal gruplar arasında değişiklik gösterir. Aşırı iklim olaylarının, yoksul ve savunmasız toplulukların geçim kaynakları üzerinde acil ve uzun vadeli etkileri vardır ve bu da iç ve dış göç için stres çarpanı olarak daha fazla gıda güvensizliği riskini beraberinde getirebilir (*orta düzeyde güvenirlilik*). Kadınları güçlendirmek ve karar almada hak temelli yaklaşımlar, uyum ve mücadele ile ev gıda güvenliği arasında sinerji yaratır. {5.2.6, 5.6.4}

**Birçok uygulama, gıda sistemi boyunca uyumu ilerletmek için optimize edilebilir ve ölçeklendirilebilir (yüksek düzeyde güvenirlilik).** Arz tarafi seçenekleri arasında artan toprak organik maddesi ve erozyon kontrolü, iyileştirilmiş ekili araziler, hayvancılık, otlağ arazi yönetimi ile ısı ve kuraklığa tolerans için genetik iyileştirmeler bulunmaktadır. Gıda sistemindeki çeşitlilik (örn., entegre üretim sistemlerinin, geniş tabanlı genetik kaynakların ve heterojen beslenmenin uygulanması) riskleri azaltmak için temel bir stratejidir (*orta düzeyde güvenirlilik*). Sağlıklı ve sürdürülebilir diyetlerin benimsenmesi gibi talep yönlü uyum, gıda kaybı ve atıkların azaltılması ile birlikte, gıda üretimi ve buna bağlı gıda sistemi güvenlik açıkları için gerekli ek alanların azaltılması aracılığıyla uyuma katkıda bulunabilir. ILK, gıda sistemi direncini artırmaya katkıda bulunabilir (*yüksek düzeyde güvenirlilik*). {5.3, 5.6.3 Bölüm 5'deki Kesit Kutusu 6}.

**Toplam sera gazı (GHG) salımlarının yaklaşık %21-37'si gıda sistemiyle ilişkilendirilebilir. Bu salımlar tarım ve arazi kullanımı, depolama, nakliye, paketleme, işleme, perakende satış ve tüketim kaynakıdır (orta düzeyde güvenirlilik).** Bu tahmin, çiftlik içi ürün üretimi ve hayvancılık etkinliklerinden %9-14, ormansızlaşma ve turba arazisi bozulumu (*yüksek düzeyde güvenirlilik*) dahil olmak üzere arazi kullanımını ve arazi kullanımını değişikliğinden %5-14; tedarik zinciri etkinliklerinden %5-10 aralıklarındaki salımları kapsamaktadır (*orta düzeyde güvenirlilik*). Bu tahmin, gıda kaybı ve atıklardan kaynaklanan sera gazı salımlarını da içerir. Gıda sistemi içinde, 2007-2016 dönemi boyunca, tedarik tarafından en büyük salımlar - çiftlik içi ürün üretimi ve hayvancılık etkinlikleri sırasıyla  $142 \pm 42 \text{ TgCH}_4 \text{ yıl}^{-1}$  (*yüksek düzeyde güvenirlilik*) ve  $8.0 \pm 2.5 \text{ TgN}_2\text{O}$

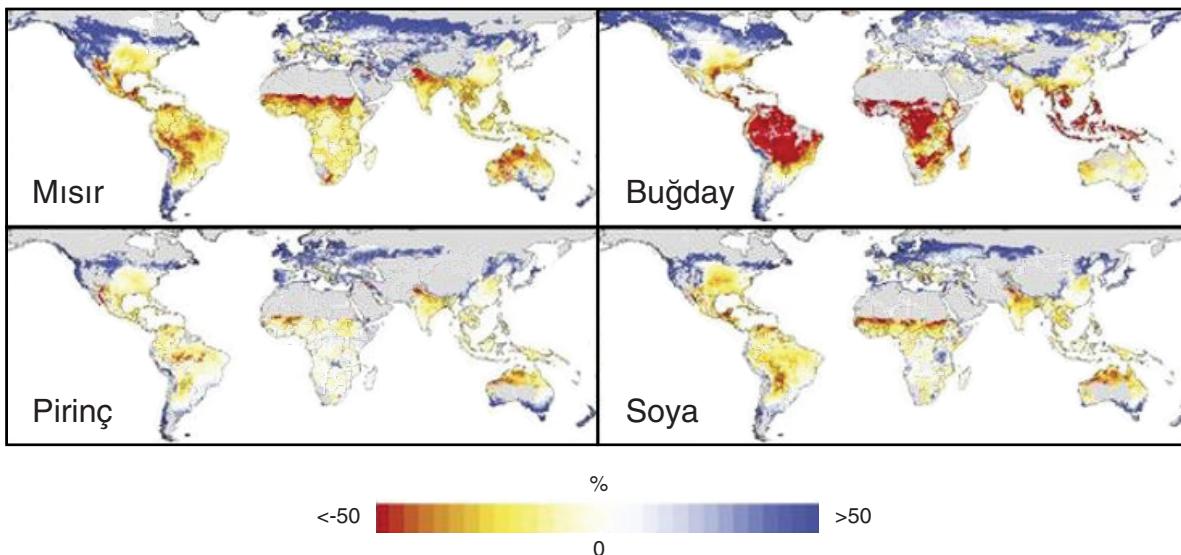
$\text{yıl}^{-1}$  (*yüksek düzeyde güvenirlilik*) ve ormansızlaşma ve turbalık bozulumu gibi ilgili arazi kullanımı değişikliğinden dinamiklerine bağlı  $4.9 \pm 2.5 \text{ GtCO}_2$  salım değerleriyle - tarımsal üretim kaynakıdır. IPCC AR5'ten 100 yıllık GWP değerleri (iklim geri beslemesi yok) kullanılarak, bu, tarımdan kaynaklanan toplam sera gazı salımlarının  $6.2 \pm 1.4 \text{ GtCO}_2$ -eşdeğer  $\text{yıl}^{-1}$  olduğu, ilgili arazi kullanımıyla da  $11.1 \pm 2.9 \text{ GtCO}_2$ -eşdeğer  $\text{yıl}^{-1}$  değerlerine yükseldiği anlamina gelir. Yanıt verilmemiş takdirde, nüfus, gelir artışı ve beslenme değişikliğine (artan güven) bağlı olarak artan talep nedeniyle, bunların 2050 yılına kadar yaklaşık %30-40 oranında artması muhtemeldir. {5.4}

**Arz yönü uygulamalar, ürün ve hayvancılık salımlarını azaltarak, toprak ve biyokütle içindeki karbon tutulumunu güçlendirerek ve sürdürülebilir üretim sistemlerindeki salım yoğunluğunu azaltarak iklim değişikliğinin hafifletilmesine katkıda bulunabilir (yüksek düzeyde güvenirlilik).** Tarım ve hayvancılık etkinlikleri ile tarımsal ormancılıktan kaynaklanan toplam teknik etki mücadele potansiyeli 2050 yılına kadar  $2.3\text{--}9.6 \text{ GtCO}_2$ -eşdeğer  $\text{yıl}^{-1}$  olarak hesaplanmıştır (*orta güven*). Tarımsal ürün sistemleri dahilinde sera gazı azaltılmasında büyük potansiyele sahip seçenekler arasında toprak karbon tutulumu (zamanla azalan oranlarda), gübrelerden kaynaklanan  $\text{N}_2\text{O}$  salımlarında azalma, çeltik üretimi ilişkili  $\text{CH}_4$  salımlarında azalma ve verim açıklarının kapatılması bulunmaktadır. Hayvancılık sistemlerinde büyük bir azaltma potansiyeli olan seçenekler arasında daha yüksek otlak arazi yönetimi, artan net birincil üretim ve toprak karbon stokları, gelişmiş gübre yönetimi ve daha yüksek kaliteli yem yer alır. Hayvancılık kaynaklı sera gazı salımlarının yoğunluğun-daki (birim ürün başına salım) azalmalar, toplam üretimi sınırlamak için uygun yönetimin de aynı anda uygulanması koşuluyla, mutlak salımlardaki azalmaları destekleyebilir (*orta düzeyde güvenirlilik*). {5.5.1}

**Sağlıklı ve sürdürülebilir besinlerin tüketimi, gıda sistemlerinden kaynaklanan sera gazı salımlarını azaltmak ve sağlık sonuçlarını iyileştirmek için büyük fırsatlar sunmaktadır (yüksek düzeyde güvenirlilik).** Sağlıklı ve sürdürülebilir beslenme örnekleri kaba tahıllar, bakliyat, meye ve sebzeler ile sert kabuklu yemişler ve tohumlarda fazlayken, enerji yoğun hayvan kaynaklı ve isteğe bağlı gıdalarda (şekerli içecekler gibi) azdır ve bu örneklerin bir karbonhidrat eşikleri vardır. Beslenme değişikliklerinin toplam teknik etki azaltma potansiyeli 2050 yılına kadar  $0.7\text{--}8.0 \text{ GtCO}_2$ -eşdeğer  $\text{yıl}^{-1}$  olarak öngörmektedir (*orta düzeyde güvenirlilik*). Bu tahmin, korunan arazilerdeki hayvancılık ve toprak karbon tutulumuna dayanan salımlardaki azalmaları içerir, ancak sağlıklı birlikte gelen ortak faydalari dikkate alınmaz. Beslenme değişikliğinin mücadele potansiyeli daha yüksek olabilmesine rağmen bu potansiyelin geniş ölçekte elde edilmesi, gelir artışının yanı sıra sosyal, kültürel, çevresel ve geneliksel etmenlerin yönlendirdiği tüketici tercihlerine ve beslenme tercihlerine bağlıdır. Taklit et (bitki ürünlerinden), kültürülü et ve böcekler gibi et benzeri ürünler, karbon ayak izleri ve kabul edilebilirlikleri belirsiz olmasına rağmen daha sağlıklı ve sürdürülebilir beslenme biçimlerine geçişte yardımcı olabilir. {5.5.2, 5.6.5}

**Gıda kaybının ve atıkların azaltılması sera gazı salımlarını azaltabilir ve gıda güvenliğini artırabilir (orta düzeyde güvenirlilik).** Gıda kaybı ve atık, üretilen toplam gıdanın % 25-30'unu birlikte oluşturur (*orta düzeyde güvenirlilik*). 2010-2016 döneminde küresel gıda kaybı ve atıklar, toplam antropojen sera gazı salımlarının

## Açık N stresi ile GGCM'ler



**Şekil TÖ.10 | RCM8.5** (1980-2010 referans dönemine (normaline) kıyasla 2070-2099) için AgMIP ortalama verim değişiklikleri (%), beş GCM üzerinde CO<sub>2</sub> etkisi ve açık azot (N) stresi; yalnız yağışa dayalı mısır, buğday, pirinç ve soya ürünleri için dört Küresel Grid Ürün Modeli (GGCM) (EPIC, GEPIC, pDSSAT ve PEGASUS'tan 20 topluluk üyesi; topluluk üyesi 15 olan pirinç hariç). Gri alanlar, verim kapasitesi çok az olan ya da hiç olmayan tarihi alanları gösterir. Tüm modeller 0.5°C grid kullanır, ancak tarım arazilerini temsil etmek için benzeştirilen grid hücrelerinde farklılıklar vardır. Bazı modeller tüm kara alanlarını benzeştirirken, diğerleri değişen iklim koşullarına göre yalnızca olası car olan ekili arazileri benzeştirir. Diğerleri 2000 yılında çeşitli veri kaynaklarına göre tarihi hasat alanlarını kullanmışlardır (Rosenzweig ve ark. 2014).

%8-10'una eşitti (*orta düzeyde güvenirlik*); ve maliyeti yıllık yaklaşık 1 trilyon Amerikan dolarydı- 2012 (*düşük düzeyde güvenirlik*). Gıda kaybı ve atıkların azaltılması için teknik seçenekler arasında iyileştirilmiş hasat teknikleri, tarla içi depolama, altyapı ve paketleme yer alır. Gıda kaybı (örn. soğutma eksikliği) ve atık (örn. davranış) süreçlerine dair nedenler, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler ve bölgeler arasında (*sağlam kanıt, orta düzey anlaşma*) önemli ölçüde farklılık göstermektedir. {5.5.2}

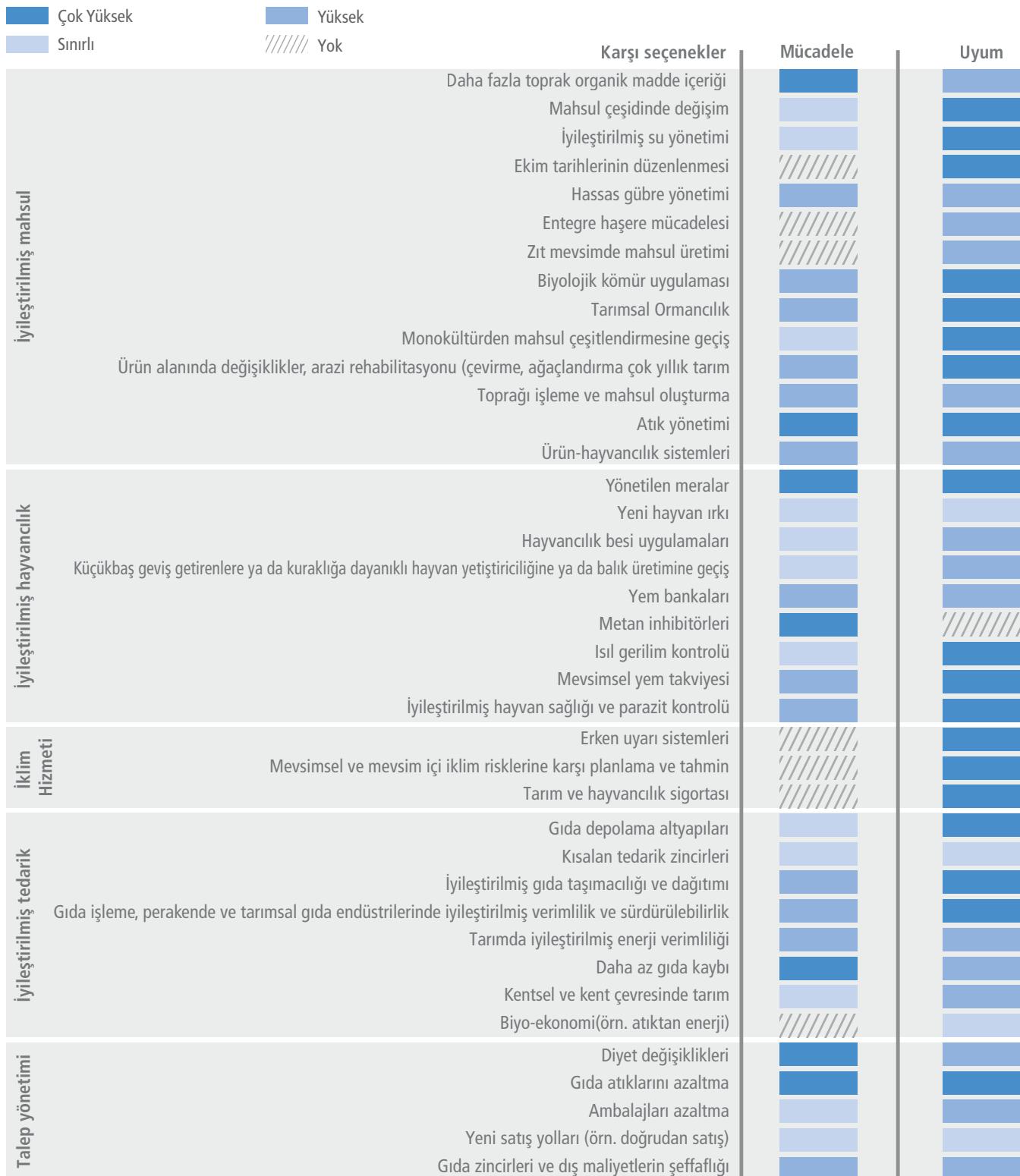
**Tarım ve gıda sistemi küresel iklim değişikliği yanıtlarında anahtarlıdır.** Verimli üretim, nakliye ve işleme gibi üretim tarafindaki eylemleri, gıda seçimlerinin değiştirilmesi ve gıda kaybının ve atıkların azaltılması gibi istem tarafındaki yanıtlarla birleştirmek, sera gazı salımlarını azaltır ve gıda sisteminin direngenliğini güçlendirir. (*yüksek düzeyde güvenirlik*) Bu tür birleşik önlemler, gıda üretimi için artan rekabet ve yüksek fiyatlar nedeniyle gıda güvenliğini tehdit etmeden, büyük ölçekli arazi tabanlı uyum ve mücadele stratejilerinin uygulanmasını sağlayabilir. Çiftlik yönetimi, tedarik zincirleri ve talebe yönelik kombiné gıda sis-

temi önlemleri olmadığı takdirde, olası yan etkiler, yetersiz beslenen insan sayısında artışı ve küçük ölçekli çiftçiler üzerindeki etkileri (*orta kanıt, yüksek anlaşma*) kapsayacaktır. Bu etkileri ele almak için sadece geçişlere ihtiyaç vardır. (Şekil TÖ.11) {5.5, 5.6, 5.7}

**Gıda sistemi düzeyinde uyum ve mücadele için sağlayıcı koşulların, politikalar, pazarlar, kurumlar ve yönetim aracılığıyla yaratılması gereklidir (*yüksek düzeyde güvenirlik*).** Uyum açısından, artan aşırı olaylara karşı dayanıklılık, sigorta pazarları ve indirim tabanlı hava sigortası gibi risk paylaşım ve transfer düzenekleriyle sağlanabilir (*yüksek düzeyde güvenirlik*). Okul temini, sağlık sigortası teşvikleri ve farkındalık artırma kampanyaları gibi beslenmeye iyileştirmeye yönelik kamu sağlığı politikaları, potansiyel olarak talebi değiştirebilir, sağlık bakım giderlerini azaltabilir ve düşük sera gazı salımlarına (*sınırlı kanıt, yüksek anlaşma*) katkıda bulunabilir. Daha geniş iklim değişikliği politikalarına kapsamlı gıda sistemi yanıtları dahil edilmedikçe, Bölüm 5'te değerlendirilen uyum ve mücadele potansiyelleri gerçekleşmeyecek ve gıda güvenliği tehlkiye girecektir (*yüksek düzeyde güvenirlik*). {5.7.5}

**Gıda sistemi karşı seçenekleri**

Mücadele ve uyum potansiyeli



**Şekil TÖ.11 | Gıda sistemi yanıt seçenekleri (karşı seçenekler) ve bunların mücadele ve uyum üzerindeki potansiyel etkileri.** Birçok yanıt seçeneği hem mücadele hem de uyum için önemli bir potansiyel sunmaktadır.

## TÖ.6 Çölleşme, arazi bozumu, gıda güvenliği ve sera gazı akıları arasındaki içsel bağlantılar: Sinerjiler, mübadeleler ve bütüncül karşı seçenekler

**Bu rapor bağlamındaki arazi sorunları, iklim değişikliğinin hafifletilmesi, uyum, çölleşme, arazi bozumu ve gıda güvenliğidir.** Bu bölüm aynı zamanda, biyolojik çeşitlilik, su ve sürdürülebilir kalkınma dahil Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SKH) ile kesişmeleri değerlendirecek Doğanın İnsana Katkılarına (NCP) yönelik göstergeleri de tartısmaktadır. Bu bölüm, ilgili zorlukların üstesinden gelmek için kullanılabilecek karşı seçenekleri değerlendirmektedir. Bu karşı seçenekler önceki bölümlerden türetilmiş ve üç geniş kategoriye ayrılmıştır: arazi yönetimi, değer zinciri ve risk yönetimi.

**Bugün karşı karşıya kalınan arazi sorunları bölgelere göre değişmektedir. İklim değişikliği gelecekteki zorlukları artıracakken, sosyoekonomik kalkınma zorlukları artırabilir ya da azaltabilir (yüksek düzeyde güvenirlilik).** İklim değişikliği kaynaklı biyofiziksel etkilerdeki artış, çölleşmeyi, arazi bozulumunu ve gıda güvensizliğini (yüksek düzeyde güvenirlilik) daha kötü hale getirebilir. Sosyoekonomik gelişmeden kaynaklanan ek zorlamalar bu zorlukları daha da şiddetlendirilebilir; ancak, etkiler senaryoya bağlıdır. Gelir artışı ve arazi üzerindeki zorlamaların azalmasını öngören senaryolar, gıda güvensizliğinde azalmaya yol açabilir; ancak, değerlendirilen tüm senaryolar su talebinde ve su kıtlığında artışa neden olur (orta düzeyde güvenirlilik). {6,1}

**Karşı seçeneklerinin uygulanabilirliği ve etkinliği, bölgeye ve bağlama özgüdür.** Birçok değer zinciri ve risk yönetimi seçenekleri potansiyel olarak geniş çapta uygulanabilirken, birçok arazi yönetimi seçenekleri buzdusuz arazi yüzeyinin %50'sinden daha azına uygulanamamaktadır (yüksek düzeyde güvenirlilik). Karşı seçenekler, arazi tipi, biyoeklimsel bölge ya da yerel gıda sistemi bağamlarıyla sınırlıdır (yüksek düzeyde güvenirlilik). Bazı karşı seçenekler yalnızca belirli bölgelerde ya da bağamlarda olumsuz yan etkiler oluşturur. Örneğin, tatlı su kullanan karşı seçeneklerin suyun bol olduğu bölgelerde olumsuz bir yan etkisi olmayabilir, ancak suyun az olduğu bölgelerde önemli olumsuz yan etkileri olabilir (yüksek düzeyde güvenirlilik). Biyofiziksel iklim etkileri (örn. ormanlaştırma, yeniden ormanlaştırma) ile karşı seçeneklerin, uygulandıkları yere bağlı olarak yerel iklim üzerinde farklı etkileri olabilir (orta düzeyde güvenirlilik). Daha fazla zorluğa sahip bölgeler, uygulama için daha az karşı seçenekne sahiptir (orta düzeyde güvenirlilik). {6.1, 6.2, 6.3, 6.4}

**Dokuz seçenek, beş arazi sorununun tamamı için ortadan büyük düzeye kadar faydalara sağlar (yüksek düzeyde güvenirlilik).**

Tüm zorluklar için orta ila büyük faydalari olan seçenekler, artan gıda verimliliği, gelişmiş tarım arazileri yönetimi, gelişmiş otlak arazi yönetimi, gelişmiş hayvancılık yönetimi, tarımsal ormancılık, orman yönetimi, artan toprak organik karbon içeriği, yangın yönetimi ve azaltılmış hasat sonrası kayıplardır. Diğer iki seçenek olan, beslenme değişikliği ve azaltılmış gıda atığının uyuma yönelik küresel bir tahmini yoktur, ancak diğer tüm zorluklar için orta ila büyük faydalari vardır (yüksek düzeyde güvenirlilik). {6.3, 6.4}

**Beş seçenek, diğer zorluklarda (yüksek düzeyde güvenirlilik) yan etki yaratmadan büyük mücadele potansiyeline sahiptir**

(>3 GtCO<sub>2</sub> eşdeğer yıl<sup>-1</sup>). Bunlar: artan gıda verimliliği; azalmış ormansızlaşma ve orman bozumu; artan toprak organik karbon içeriği; yangın yönetimi ve hasat sonrası kayıpların azalmasıdır. Büyük azaltma potansiyeli olan iki diğer seçenek, beslenme değişikliği ve gıda israfının azaltılması ise uyum için küresel bir tahmin oluşturmaz, ancak diğer zorluklar üzerinde olumsuz bir etki göstermez. Beş seçenek; gelişmiş ekili alan yönetimi, otlak alanlarının iyileştirilmesi, tarımsal ormancılık, entegre su yönetimi, ve orman yönetimi, diğer zorlukları olumsuz etkilemeden ilmeli bir azaltma potansiyeline sahip (yüksek düzeyde güvenirlilik). {6.3.6}

**On altı karşı seçenek, diğer arazi zorlukları üzerinde olumsuz yan etkiler olmaksızın, büyük uyum potansiyeline (25 milyondan fazla kişi yararlanmaktadır) sahiptir (yüksek düzeyde güvenirlilik).** Bunlar, artan gıda verimliliği, gelişmiş tarım arazileri yönetimi, tarımsal ormancılık, tarımsal çeşitlendirme, orman yönetimi, artan toprak organik karbon içeriği, azalmış heyelanlar ve doğal afetler, kıyı sulak alanlarının onarılması ve azaltılmış dönüşümü, hasat sonrası kayıpların azaltılması, sürdürülebilir kaynak kullanımını, tedarik zinciri yönetimi, gelişmiş gıda işleme ve perakende satış, gıda sistemlerinde gelişmiş enerji kullanımı, geçim kaynağı çeşitliliği, yerel tohumların kullanımı ve afet risk yönetimidir (yüksek düzeyde güvenirlilik). Bazı seçenekler (gelişmiş kentsel gıda sistemleri ya da kentsel genişlemenin yönetimi gibi) büyük küresel faydalara sağlamayabilir, ancak olumsuz etkiler olmadan önemli olumlu yerel etkilere sahip olabilir (yüksek düzeyde güvenirlilik). (Şekil TÖ.13) {6.3, 6.4}

**40 seçeneğin on yedisi, NCP ve SKH'lerin tamamı için ortak faydalara sağlar ya da olumsuz yan etkilere neden olmaz: Sadece üç seçenek (ağaçlandırma, BECCS) ve (sigorta gibi) bazı risk paylaşım araçları beş ya da daha fazla NCP ya da SKH için potansiyel olarak olumsuz yan etkilere sahiptir (orta düzeyde güvenirlilik).** Ortak faydalari olan ve olumsuz yan etkilere olmayan 17 seçenek, çoğu tarım ve toprak temelli arazi yönetimi seçeneğini, birçok ekosistem tabanlı arazi yönetimi seçeneğini, orman yönetiminini, hasat sonrası kayıpların azaltmasını, sürdürülebilir kaynak sağlama, gıda sistemlerinde gelişmiş enerji kullanımını ve geçim çeşitliliği içerir (orta düzeyde güvenirlilik). Karşı seçenekler ve SKH'ler arasındaki sinerjilerin bazıları, gelişmiş su yönetimi ya da tedarik zincirlerinin iyileştirilmiş yönetimi gibi faaliyetlere dayanan, yoksulluğun ortadan kaldırılmasına yönelik olumlu etkileri içermektedir. Karşı seçenekler ve NCP'ler arasındaki sinerjilere örnek olarak, istilacı türlerin yönetimi ve tarımsal çeşitlendirme gibi etkinliklerin habitat devamlılığında olumlu etkileri bulunmaktadır. Bununla birlikte, bu sinerjilerin çoğu otomatik değildir ve başarılı olmak için kurumsal ve olak sağlayan koşulları gerektiren iyi uygulanmış faaliyetlere bağlıdır. {6.4}

**Karşı seçeneklerin çoğu var olan arazi için rekabet etmeden uygulanabilir; ancak, yedi seçenek arazi rekabeti ile sonuçlanmaktadır (orta düzeyde güvenirlilik).** Çeşitli arazi yönetimi seçenekleri, tüm değer zinciri ve tüm risk yönetimi seçenekleri dahil olmak üzere çok sayıda karşı seçeneği özel arazi gerektirmez. Diğer üç seçenekle birlikte- çayırların ekili araziye daha az dönüştürülmesi, turbalık alanlarının daha az dönüştürülmesi ve iyileştirilmesi ve arazi rekabeti üzerinde daha küçük ya da değişken etkiye sahip olan kıyı sulak alanlarının dönüştürülmesi - dört seçenek, ölçük halinde uygulandığında arazi için rekabeti büyük ölçüde arttırabilir: ormanlaştırma, yeniden

ormanlaştırma ve BECCS ya da biyokömür için hammadde sağlamak için kullanılan arazi. Azaltılan ormansızlaşmanın ve ormanların bozulumu gibi diğer seçenekler, diğer kullanımlar ve tercihler için arazi dönüşümünü kısıtlar. Mevcut yönetilen arazinin doğal ekosistemlere doğru genişlemesi, diğer arazi zorlukları için olumsuz sonuçlar doğabilir, biyolojik çeşitliliğin kaybına yol açabilir ve bir dizi NCP'yi olumsuz etkileyebilir (*yüksek düzeyde güvenirlilik*). {6.3.6, 6.4}

**Biyoenerji ve BECCS gibi bazı seçenekler ölçüye bağlıdır. Biyoenerji ve BECCS için iklim değişikliği azaltma potansiyeli büyktür (en fazla 11 GtCO<sub>2</sub> yıl<sup>-1</sup>); ancak bununla birlikte biyoenerji üretiminin arazi bozulumu, gıda güvensizliği, su kıtlığı, sera gazı salımları ve diğer çevresel hedefler üzerindeki etkileri ölçüye ve bağlama tabiidir (*yüksek düzeyde güvenirlilik*).** Bu etkiler konuşturma ölçüği, ilk arazi kullanımı, arazi tipi, biyoenerji hammaddesi, ilk karbon stokları, iklim bölgesi ve yönetim biçimine (*yüksek düzeyde güvenirlilik*) bağlıdır. Diğer arazi kullanımlarının yerini alan monokültür biyoenerji ürünlerine yönelik alanlar, gıda üretimi, gıda tüketimi ve dolayısıyla gıda güvenliği için olumsuz etkilerin yanı sıra arazi bozulumu, biyolojik çeşitlilik ve su kıtlığı için olumsuz etkilerle arazi rekabeti ile sonuçlanabilir (*orta düzeyde güvenirlilik*). Buna rağmen, biyoenerjinin sürdürülebilir şekilde yönetilen tarım alanlarına entegrasyonu bu zorlukları iyileştirebilir (*orta düzeyde güvenirlilik*). {6.2, 6.3, 6.4, Bölüm 6'daki Kesit Kutusu 7}

**Yanıt seçenekleri birbirile ilişkilidir; bazı seçenekler (örn. arazi koruma ve sürdürülebilir arazi yönetimi seçenekleri), ortak faydaları ya da diğer seçeneklerin potansiyelini artıtabilir (*orta düzeyde güvenirlilik*).** Bazı yanıt seçenekleri birlikte uygulandığında daha etkili olabilir (*orta düzeyde güvenirlilik*); örneğin, beslenme değişikliği ve atık azaltma, 5.8 Mkm<sup>2</sup> kadar bir alanı (diyet değişikliği için 0.8-2.4 Mkm<sup>2</sup>; hasat sonrası kayıpların azaltılması için yaklaşık 2 Mkm<sup>2</sup> ve azaltılmış gıda atığı için 1.4 Mkm<sup>2</sup>) özgür bırakarak diğer seçenekleri uygulama potansiyelini artırır (*düşük düzeyde güvenirlilik*). Entegre su yönetimi ve artan toprak organik karbonu, bazı durumlarda gıda verimliliğini artıtabilir. {6.4}

**Düzen karşılık seçenekler (örn. arazi gerektiren seçenekler) çakışabilir; sonuç olarak, bütün düzen seçeneklerin potansiyeli eklenebilir değildir ve arazi temelli toplam potansiyel şu anda bilinmemektedir (*yüksek düzeyde güvenirlilik*).** Bazı seçenek gruplarını (örn. arazi için rekabet edenler) birleştirmek, maksimum potansiyelin gerçekleştirilemeyeceği anlamına gelebilir; örneğin ormanlaştırma, yeniden ormanlaştırma, biyoenerji ve BECCS, bunların hepsi aynı sonlu arazi kaynağı için rekabet eder; bu yüzden birleşik potansiyel, alternatif arazi kullanımları yokluğunda hesaplanan her bir seçenekin potansiyellerinin toplamından çok daha düşüktür (*yüksek düzeyde güvenirlilik*). Karşılık seçenekleri arasındaki bağlar ve tüm uygun arazilere uygulandığı varsayılan her bir bireysel seçenek için azaltma potansiyelleri göz önüne alındığında, toplam mücadele potansiyeli, bireysel yanıt seçeneklerinin hafif potansiyelinin toplamından çok daha düşüktür (*yüksek düzeyde güvenirlilik*). (Şekil TÖ.12) {6.4}

**Ekonominik, teknolojik, kurumsal, sosyo-kültürel, çevresel ve jeofizik engeller nedeniyle, çoklu faydası olanlar da dahil olmak üzere karşı seçeneklerin fizibilitesi (*yüksek düzeyde güvenirlilik*) sınırlıdır.** Bir dizi karşı seçeneği (örn. çoğu tarıma dayalı

arazi yönetimi seçeneği, orman yönetimi, yeniden ormanlaştırma ve restorasyon) bugüne kadar geniş çapta uygulanmıştır (*yüksek düzeyde güvenirlilik*). Diğer birçok yanıt seçeneğinin, çeşitli arazi zorlukları karşısında ortak fayda sağlayabileceğine dair sağlam kanıtlar vardır; ancak, bunlar şu anda uygulanmamaktadır. Bu sınırlı uygulama, karşı seçeneklerin uygulanmasında birden fazla engelin bulunduğu karnıtıdır (*yüksek düzeyde güvenirlilik*). {6.3, 6.4}

**Karşı seçeneklerinin benimsenmesine yönelik uygun koşulların (*yüksek düzeyde güvenirlilik*) oluşturulması için işletmeler, üreticiler, tüketiciler, arazi yöneticileri, yerli halklar ve yerel topluluklar ve politika yapıcları da dahil olmak üzere çeşitli katılımcılar arasında eşgüdümü bir eylem gereklidir.** Değerlendirilen yanıt seçenekleri, aşılması için çoklu katılımcılar arasında eylem gerektiren çeşitli uygulama engelleriyle (teknolojik, kurumsal, sosyo-kültürel, çevresel ve jeofizik) karşı karşıyadır (*yüksek düzeyde güvenirlilik*). Çiftlikten uluslararası ölçekte kadar farklı ölçeklerde, farklı paydaşlar tarafından uygulanan önlemlerin portföylerini oluşturabilecek çeşitli yanıt seçenekleri mevcuttur. Örneğin, tarımsal çeşitlendirme ve yerel tohumların küçük iş sahipleri tarafından kullanılması, özellikle yoksulluğun ortadan kaldırılması ve biyolojik çeşitliliğin korunmasına yönelik önlemler olabilir; ancak, yalnızca ulusal ve uluslararası pazarlar ve tedarik zincirleri gibi daha yüksek ölçekler, ticaret yönetim şekillerinde de bu değerlere yer verdiği ve tüketiciler bu malları satın almanın faydalarnı gördüğünde başarılı olabilir. Bununla beraber, arazi ve gıda sektörleri kurumsal parçalanmanın belirli zorluklarıyla karşı karşıyadır ve genellikle farklı ölçeklerdeki paydaşlar arasında katılım eksikliğinden sıkıntı yaşarlar (*orta düzeyde güvenirlilik*). {6.3, 6.4}

**Gecikmeli eylemler, arazi zorluklarına karşı artan yanıt ihtiyacına yol açmakla birlikte, iklim değişikliği ve diğer zorlamlar nedeniyle arazi temelli karşı seçenekler için potansiyelin azaltmasına neden olacaktır (*yüksek düzeyde güvenirlilik*).** Örneğin, iklim değişikliğinin hafifletilememesi, yum gereksinimlerini artıracak ve gelecekteki arazi temelli mücadele seçeneklerinin (*yüksek düzeyde güvenirlilik*) etkinliğini azaltabilecektir. İklim değişikliği arttıkça bazı arazi yönetimi seçeneklerinin potansiyeli azalmaktadır; örneğin, iklim, toprak ve bitki örtüsü karbon tutumu için yutak kapasitesini değiştirir ve bu da toprak organik karbonunun artma potansiyelini azaltır (*yüksek düzeyde güvenirlilik*). Diğer seçenekler (örneğin, azaltılmış ormansızlaşma ve orman yıkımı) arazi üzerinde ilerideki diğer kötü etkileri örter; bu seçeneklerin ertelenmesi, daha fazla sera gazına neden olan ve NCP'ler üzerinde eşzamanlı olumsuz etkilere (*orta düzeyde güvenirlilik*) sahip olan artan ormansızlaşma, dönüşüm ya da bozulmaya yol açabilir. Ormanlaştırma, yeniden ormanlaştırma, biyoenerji ve BECCS gibi karbondioksit giderme (CDR) seçenekleri diğer sektörlerdeki kaçınılmaz salımları telafi etmek için kullanılır; gecikmeli yapılan eylemler, daha sonra daha büyük ve daha hızlı yayılma ile sonuçlanacaktır (*yüksek düzeyde güvenirlilik*). İşlem çok uzun süre ertelenirse bazı yanıt seçenekleri mümkün olmayacaktır; örneğin, belirli bozulma eşikleri aşıldıkten sonra turbalık restorasyonu mümkün olmayabilir, yani turbalıklar belirli yerlerde geri getirilemeyebilir (*orta düzeyde güvenirlilik*). {6.2, 6.3, 6.4}

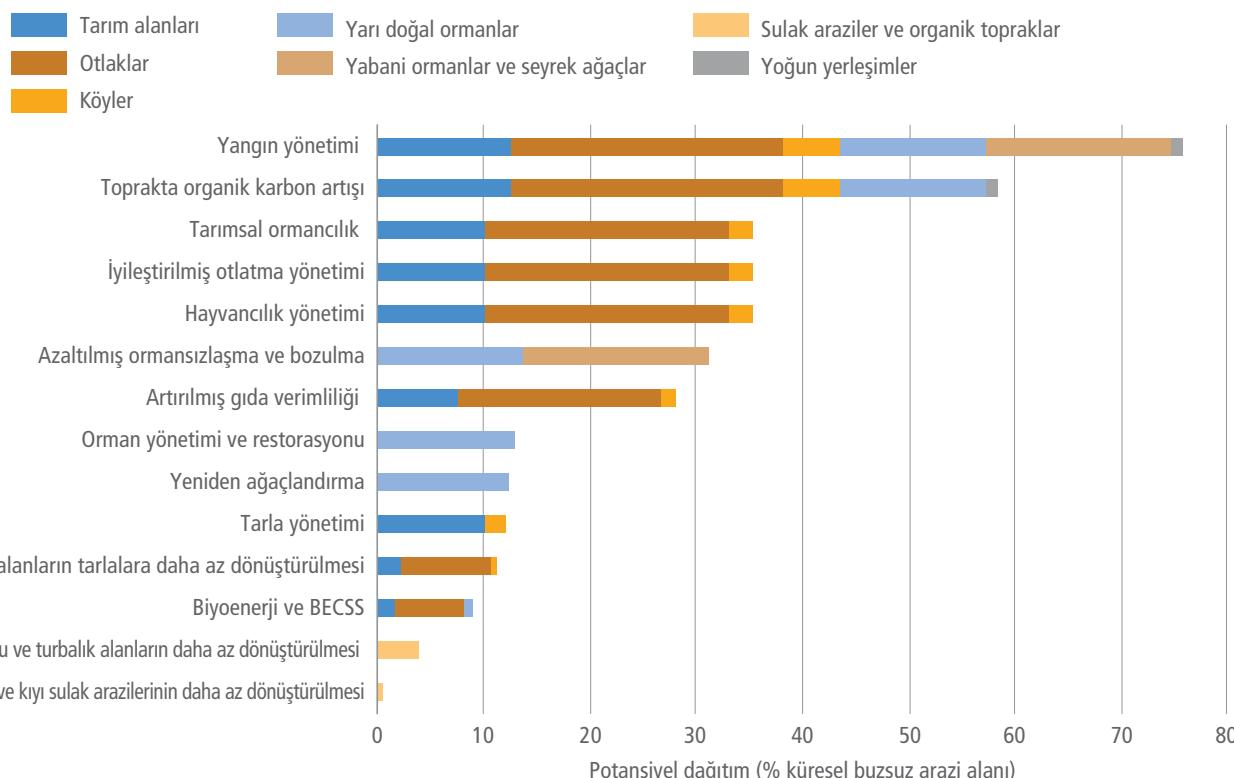
**Bununla beraber, erken harekete geçmenin teknolojik hazırlama, geliştirme ve kurumsal engeller (*yüksek düzeyde güvenirlilik*) gibi zorlukları da vardır.** Bazı karşı seçeneklerin geniş ölçekli

uygulanmalarını yakın vadede sınırlandırabilecek teknolojik engelleri vardır (*yüksek düzeyde güvenirlik*). BECCS gibi bazı yanıt seçenekleri, yalnızca küçük ölçekli gösteri tesislerinde uygulanmıştır; bu seçeneklerin Bölüm 6'da tartışılan seviyelere yükseltilmesinde zorluklar bulunmaktadır (*orta düzeyde güvenirlik*). Yönetim, finansal teşvikler ve finansal kaynaklar dahil olmak üzere ekonomik ve kurumsal engeller, birçok yanıt seçeneğinin kısa vadede benimsenmesini sınırlamaktan ve uygulamanın politika doğusunun yavaşlamasıyla geciktirildiği 'politika gecikmeleri' birçok seçenekte önemli olmaktadır (*orta düzeyde güvenirlik*). Başlangıçta 'kolay kazançlar' gibi görünen bazı eylemlerin uygulanması dahi, ormansızlaşma ve orman bozulumundan kaynaklanan salımları azaltmak ve korumayı teşvik etmek için durdurulan politikalarla (REDD+) zorlayıcı olmuştur ve bu diğer gereklili olanak koşullarının yanı sıra, yanıt seçeneklerinin yeterli finansmana, kurumsal desteği, yerel katılım ve net metriklerle nasıl ihtiyaç duyduğuna ilişkin açık örnekler sunmaktadır. {6.2, 6.4}

**Bazı karşı seçenekleri, arazi zorluklarının sonuçlarını azaltır, ancak alttaki nedenleri ele almadır (*yüksek düzeyde güvenirlik*).** Örneğin, kentsel yayılmanın yönetimi, kentsel sistemlerin çevresel et-

kilerini azaltmaya yardımcı olabilir; ancak, bu tür bir yönetim kentsel alanların genişlemesine neden olan sosyo-ekonomik ve demografik değişiklikleri ele almamaktadır. Altta yatan itici güçleri ele almamakla, gelecekte yeniden zorluk olarak ortaya çıkma potansiyeli vardır (*yüksek düzeyde güvenirlik*). {6.4}

**Uzun yıllar boyunca pek çok bölgede birçok yanıt seçeneği uygulanmaktadır; ancak, diğer yanıt seçeneklerinin etkinliği ve daha geniş etkileri hakkında sınırlı bilgi vardır (*yüksek düzeyde güvenirlik*).** Geniş bir kanıt temeline ve yeterli deneyime sahip yanıt seçenekleri için, daha fazla uygulama ve geliştirme az yan etki riski taşıyacaktır (*yüksek düzeyde güvenirlik*). Ancak, diğer seçenekler için bilgi boşlukları büyükçe riskler daha büyük hale gelir; örneğin, birçok arazi yanıt seçeneğinin ekonomik ve sosyal yönlerindeki belirsizlik, ilgili etkilerini tahmin etme yeteneğini engeller (*orta düzeyde güvenirlik*). Dahası, IPCC'nin 1.5°C'luk Küresel Isınma (SR15) Özel Raporu'nda stratejileri geliştirmek için kullanılanlar gibi, Entegre Değerlendirme Modelleri, bu yanıt seçeneklerinin çoğunu ilave etmez ve tüm arazi zorlukları için sonuçları değerlendirmez (*yüksek düzeyde güvenirlik*). {6.4}



**Şekil TÖ.12 | Yalnızca yerel zorluklar ve iklim değişikliğinin hafifletilmesi için ortak yararlar sağlayan ve küresel gıda güvenliği üzerinde büyük bir olumsuz yan etkiye sahip olmayan yanıt seçeneklerini seçerken, arazi kullanım türleri (ya da antromalar, bkz. Bölüm 6.3) arasında arazi yönetimi seçeneklerinin potansiyel uygulama alanı (bkz. Bölüm 6.3) Ele alınan zorlukları (çölleşme, arazi bozulumu, iklim değişikliğine uyum, kronik yetersiz beslenme, biyolojik çeşitlilik, yeraltı suyu stresi ve su kalitesi) haritalamak için kullanılan kriterler için bkz. Şekil 6.2. Çorak topraklar için herhangi bir yanıt seçeneği tespit edilmedi.**

## Karşı seçeneklerin mücadele, uyum, çölleşme ve arazi bozulumuyla mücadele ve gıda güvenliğinin artırılmasına potansiyel küresel katkısı

**Panel A** arazi talebini azaltma potansiyeline sahip olanlar da dahil, arazi için sınırlı rekabet olmaksızın ya da sınırlı rekabet ile uygulanabilecek yanıt seçeneklerini göstermektedir. Ortak faydalalar ve olumsuz yan etkiler, değerlendirilen potansiyeller aralığının üst ucuna göre nicel olarak gösterilir. Katkıların büyüklükleri, olumlu ya da olumsuz etkiler için eşikler kullanılarak sınıflandırılır. Hücrelerdeki harfler, kullanılan eşiklere göre etkinin büyüklüğünü olan güveni gösterir (bkz. gösterge). Değişim yönündeki güven genellikle daha yüksektir.

Arazi yönetimine dayalı karşı seçenekler		Mücadele	Uyum	Çölleşme	Arazi Bozulumu	Gıda Güvenliği	Maliyet
Tarım	Artan gıda verimliliği	D	O	D	O	Y	—
	Tarimsal ormancılık	O	O	O	O	D	●
	İyileştirilmiş ürün arazisi yönetimi	O	D	D	D	D	●●
	İyileştirilmiş hayvancılık yönetimi	O	D	D	D	D	●●●
	Tarimsal çeşitlendirme	D	D	D	O	D	●
	İyileştirilmiş otlatma arazisi yönetimi	O	D	D	D	D	—
	Entegre su yönetimi	D	D	D	D	D	●●
Ormanlar	Çayırlık alanların tarlalara daha az dönüştürülmesi	D	—	D	D	-D	●
	Orman yönetimi	O	D	D	D	D	●●
	Daha az ormansızlaşma ve orman bozulması	Y	D	D	D	D	●●
Topraklar	Daha fazla toprak organik karbon içeriği	Y	D	O	O	D	●●
	Daha az toprak erozyonu	↔ D	D	O	O	D	●●
	Daha az toprak tuzlanması	—	D	D	D	D	●●
Diğer eko-sistemler	Daha az toprak sıkışması	—	D	—	D	D	●
	Yangın yönetimi	O	O	O	O	D	●
	Daha az heyelan ve doğal tehlike	D	D	D	D	D	—
Değer zinciri yönetimine dayalı karşı seçenekler	Asitleşme dâhil daha az kirlilik	↔ O	O	D	D	D	—
	Restorasyon ve kıyı sulak alanlarının daha az dönüştürülmesi	O	D	O	O	↔ D	—
	Restorasyon ve turbalık alanlarının daha az dönüştürülmesi	O	—	na	O	-D	●
	Daha az hasat sonrası kayıplar	Y	O	D	D	Y	—
Talep	Beslenme değişikliği	Y	—	D	Y	Y	—
	Daha az yiyecek artığı (tüketicili veya perakende satıcı)	Y	—	D	O	O	—
Araz	Sürdürülebilir kaynak kullanımı	—	D	—	D	D	—
	İyileştirilmiş gıda işleme ve perakendecilik	D	D	—	—	D	—
	Gıda sistemlerinde iyileştirilmiş enerji kullanımı	D	D	—	—	D	—
Risk	Risk yönetimine dayalı karşı seçenekler	—	D	—	D	D	—
	Geçim kaynağı çeşitliliği	—	D	—	D	D	—
	Çarpık kenteleşme yönetimi	—	D	D	O	D	—
	Risk paylaşım araçları	↔ D	D	—	↔ D	D	●●

Gösterilen seçenekler, üç veya daha fazla arazi yönetimini değerlendirmek için gerekli verilerin mevcut olduğu kategoriler içindir. Büyüklükler, her bir seçenek için bağımsız olarak değerlendirilmektedir ve ilave değildir.

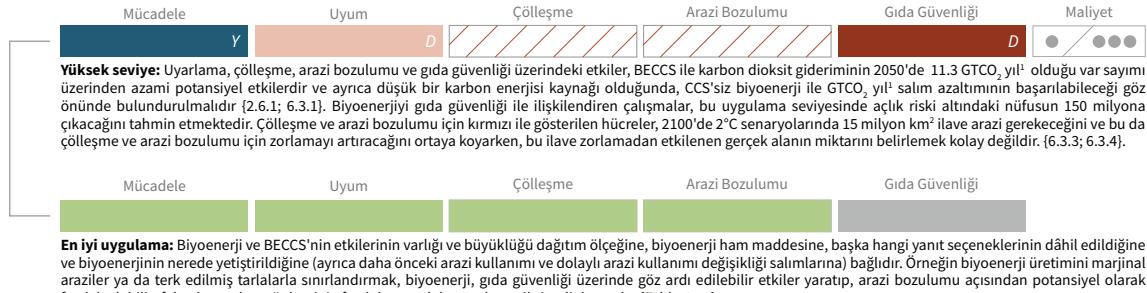


Şekil TÖ.13 | Karşı seçeneklerin mücadele, uyum, çölleşme ve arazi bozulumuyla mücadele ve gıda güvenliğinin artırılmasına potansiyel küresel katkısı (Panel A).

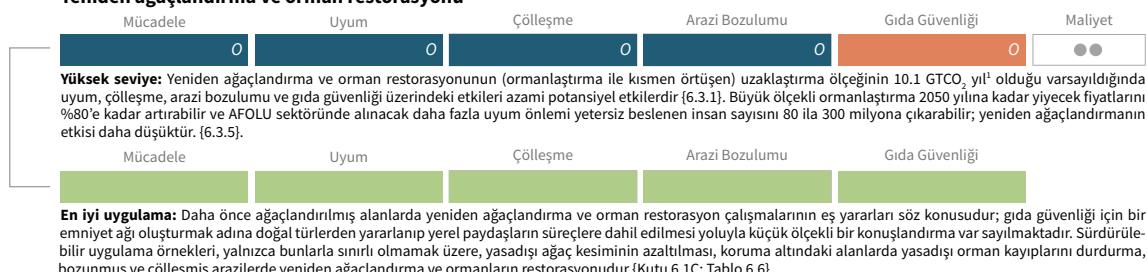
## Karşı seçeneklerin, mücadele, uyum, çölleşme ve arazi bozulumu ve gıda güvenliğinin iyileştirilmesine yönelik olası küresel katkısı

**Panel B** ek arazi kullanımı değişikliğine dayanan ve farklı uygulama bağları altında üç ya da daha fazla arazi sorununda etkileri olabilecek yanıt seçeneklerini göstermektedir. Her seçenek için, ilk sıra (yüksek seviyeli uygulama), Panel A'da gösterilen büyüklik eşiklerini kullanarak  $3 \text{ GtCO}_2 \text{ yıl}^{-1}$  fazla  $\text{CO}_2$  uzaklaştırma sağlayan ölçeklerde küresel uygulama için etkilerin nicel bir değerlendirmesini (Panel A'da olduğu gibi) gösterir. Kırmızı çizgilerle biçimlendirilen hücreler artan bir zorlamayı sayısız olmayan bir etkiye gösterir. Her bir seçenek için, ikinci sıra (pratikte en iyi uygulama), uygun yönetim mekanizmalarıyla desteklenen ve etkili ve sürdürülebilir kaynak kullanımına imkân tanıyarak düzgün yönetilen arazi sistemlerinde pratik olarak en iyi şekilde uygulandığı zaman gerçekleşecek olan etkinin niceliksel tahminlerini gösterir. Bu nitel değerlendirmelerde yeşil olumlu bir etkiye gösterirken gri nötr bir etkileşimi gösterir.

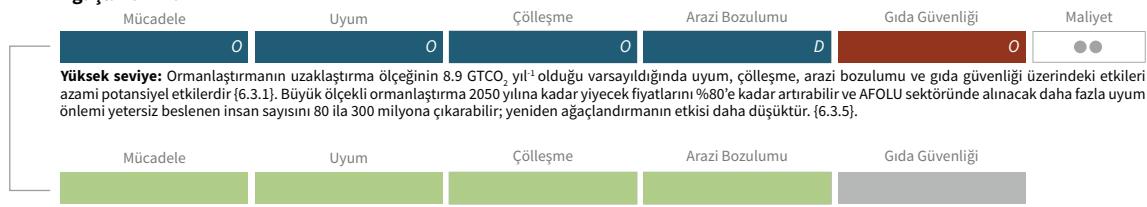
### Bioyenerji ve BECCS



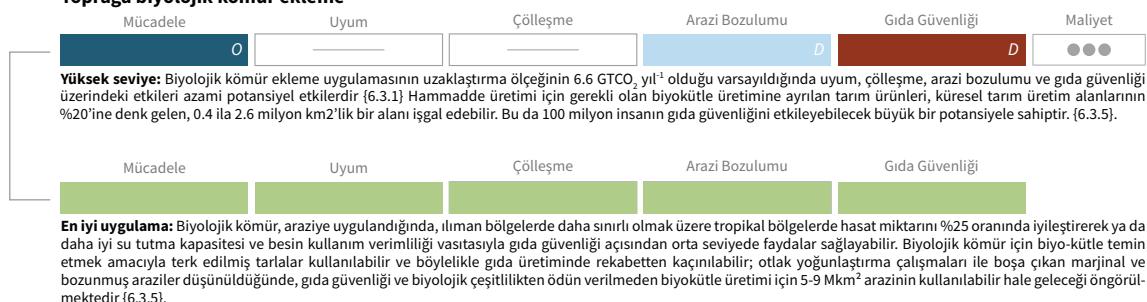
### Yeniden ağaçlandırma ve orman restorasyonu



### Ağaçlandırma



### Toprağa biyolojik kömür ekme



**Şekil TÖ.13 | Mücadele, uyum, çölleşme ve arazi bozumu ile mücadele ve gıda güvenliğinin artırılmasına ilişkin yanıt seçeneklerinin olası küresel katkısı. (Panel B).**

## Teknik Özeti

**Şekil TS.13 (devamı):** Bu Şekil, karşı seçeneklerin nasıl uygulandığı ve içinde bulundukları bağlamlar hakkında çok çeşitli varsayımlara sahip çalışmalardan elde edilen bilgilerin bir araya getirilmesine dayanmaktadır. Yerelden küresel ölçeklere farklı şekilde uygulanan yanıt seçenekleri farklı sonuçlar doğurabilir. **Potansiyelin büyülüklüğü:** Panel A için büyüklükler karşı seçeneklerin küresel anlamdaki teknik potansiyeli içindir. Büyüklükler her bir arazi zorluğu için belirleyici bir seviyeye göre aşağıdaki gibi ayarlanır. Mücadele için potansiyeller, en büyük bireysel etkileri olan ( $\sim 3 \text{ GtCO}_2\text{-eşdeğer yil}^{-1}$ ) yanıt seçeneklerinin yaklaşık potansiyellerine göre ayarlanır. "Büyük" ölçümlü kategori eşiği bu düzeyde ayarlanır. Uyum için, büyüklükler, 2010-2030 yılları arasında iklim değişikliğinden ve karbon bazlı ekonomiden etkileneceği öngörülen 100 milyon hayata göre ayarlanmıştır. "Büyük" ölçümlü kategori eşiği, bu toplamın %25'ini temsil etmektedir. Çölleşme ve arazi bozulumu için, büyüklükler, 10-60 milyon  $\text{km}^2$ lik bozulmuş arazi tahminlerinin alt ucuna göre ayarlanır. "Büyük" ölçümlü kategori eşiği, düşük tahminin %30'unu temsil eder. Gıda güvenliği için büyüklükler, şu anda yetersiz beslenen yaklaşık 800 milyon kişiye göre belirlenmektedir. "Büyük" ölçümlü kategori eşiği, bu toplamın %12.5'ini temsil eder. Panel B için büyüklük ve eşikler, her bir yanıt için birinci satırda (yüksek düzey uygulama) panel A için tanımladığı gibidir. İkinci satırda (en iyi uygulama) her yanıt seçeneği için, yeşil renkle belirtilen nitel değerlendirmeler potansiyel olumlu etkileri ve gri renkle gösterilenler de nötr etkileşimlerini belirtir. Artan gıda üretiminin, tarımsal kimyasallar gibi ek dış girdilerin haksız yere uygulanması aracılığıyla değil sürdürülürbilir yoğunlaştırma ile elde edildiği varsayılmaktadır. **Güven düzeyleri:** Mücadele, uyum, çölleşme ve arazi bozulumu ile mücadele ve gıda güvenliğini artırmaya yönelik her bir yanıt seçeneğinin denk geldiği büyüklük kategorisine duyulan güven (yüksek, orta ya da düşük). Yüksek düzeyde güvenirlilik, literatürde yüksek, orta ya da düşük büyüklükte sınıflandırılmayı desteklemek için yüksek düzeyde bir anlaşma ve kanıt olduğu anmasına gelir. Düşük düzeyde güvenirlilik, büyüklüğün sınıflandırılmasının az sayıda çalışmaya dayandığını gösterir. Orta düzeyde güvenirlilik, yanıt büyüklüklerinde orta düzey kanıt ve uzlaşmayı yansıtır. **Maliyet aralıkları:** Maliyet tahminleri, genellikle bölgesel araştırmaların bir araya getirilmesine dayanır ve dahil edilen maliyetlerin bileşenlerinde değişiklik gösterir. Panel B'de, en iyi uygulama için maliyet tahminleri verilmemiştir. Bir kripto para düşük maliyeti ( $<\text{USD}10 \text{ tCO}_2\text{-eşdeğer}^{-1}$  ya da  $<\text{USD}20 \text{ ha}^{-1}$ ), iki kripto para orta maliyeti ( $\text{USD}10-\text{USD}100 \text{ tCO}_2\text{-eşdeğer}^{-1}$  ya da  $\text{USD}20-\text{USD}200 \text{ ha}^{-1}$ ) ve üç kripto para yüksek maliyeti gösterir ( $>\text{USD}100 \text{ tCO}_2\text{-eşdeğer}^{-1}$  ya da  $\text{USD}200 \text{ ha}^{-1}$ ). USD  $\text{ha}^{-1}$  ile belirtilen eşikler, karşılaştırılabilen şekilde seçilir, ancak kesin dönüşümler yanıt seçeneğine bağlı olacaktır. **Destekleyici kanıtlar:** Arazi yönetimi temelli yanıt seçenekleri için nicel potansiyelin büyülüğünü dair destekleyici kanıtlar şu şekilde bulunabilir: Mücadele için Bölüm 2.7.1'de ek kanıtlarla, Tablodada 6.13'ten 6.20'ye; uyum için Tablodada 6.21'den 6.28'ye; çölleşmeyle mücadele için Bölüm 3'teki diğer kanıtlarla birlikte Tablodada 6.29'dan 6.36'ya, arazi bozulumuyla mücadele için Bölüm 4'teki kanıtlarla birlikte 6.37 ila 6.44 arasında; gıda güvenliğini artırmaya yönelik olarak Tablo 5'teki diğer kanıtlarla birlikte 6.45 ila 6.52 arasında. Tabloları, burada gösterilmeyen diğer sinerjiler ve mübadeleler Bölüm 6'da tartışılmıştır. Panel B'de ikinci satırda her bir yanıt seçeneği için nitel değerlendirmelere yönelik destekleyici ek kanıtlar, Tablodada 6.6, 6.55, 6.56 ve 6.58, Bölüm 6.3.5.1.3 ve Kutu 6.1c'de bulunabilir.

## TÖ.7 Sürdürülebilir kalkınmaya ilişkin risk yönetimi ve karar verme

Küresel ortalama yüzey sıcaklığındaki artışların, sürekli permafrost ve kıyı bozulumu (*yüksek düzeyde güvenirlilik*), artan orman yanğını, düşük enlemlerde azalan ürün verimi, azalmış gıda istikrarı, azalan su mevcudiyeti, bitki örtüsü kaybı (*orta düzeyde güvenirlilik*), azalan yiyecek erişimi ve artan toprak erozyonu (*düşük düzeyde güvenirlilik*) ile sonuçlanacağı öngörmektedir. Küresel ortalama sıcaklığındaki artışların küresel bitki örtüsü kaybında sürekli artışa, kıyı bozulmasına ve düşük enlemlerde azalan ürün verimine, gıda istikrarlılığının düşmesine, gıda ve beslenmeye erişimin azalmasına ve kurak alanlarda sürekli permafrost bozulumu ve su kıtlığında orta düzeyde güvenirliğe yol açacağına dair yüksek bir uzlaşma ve yüksek kanıt vardır. Etkiler tüm bileşenlerde hali hazırda gözlemlenmiştir (*yüksek düzeyde güvenirlilik*). Bazı süreçler diğerlerine göre daha düşük ısınma seviyelerinde tersine çevrilemez etkiler deneyimleyebilir.  $1.5^{\circ}\text{C}$ 'de, permafrost bozulması ve orman yanğını, kıyı bozunması, gıda sistemlerinin istikrarına yönelik yüksek riskler söz konusuyken, toprak erozyonu, bitki örtüsü kaybı ve beslenme değişikliklerinden kaynaklanan yüksek riskler, uyum olasılığının artması nedeniyle sadece yüksek sıcaklık eşiklerinde meydana gelir (*orta düzeyde güvenirlilik*). {7.2.2.1, 7.2.2.2, 7.2.2.3; 7.2.2.4; 7.2.2.5; 7.2.2.6; 7.2.2.7; Şekil 7.1}

**Bu değişiklikler gıda sistemleri, insan ve ekosistem sağlığı, yaşam kaynakları, altyapının uygulanabilirliği ve arazinin değeri için bileşik risklere neden olmaktadır (*yüksek düzeyde güvenirlilik*).** Risk deneyimi ve dinamikleri hem insan hem de doğal süreçlerin bir sonucu olarak zamanla değişir (*yüksek düzeyde güvenirlilik*). İklim ve arazi değişikliklerinin, yaşamın belirli dönemlerinde (örn. çok genç ve yaşılanan popülasyonlar için) artmış riskleri olmasının yanı sıra yoksulluk içinde yaşayanlar için sürekli risk teşkil ettiğine dair yüksek düzeyde güvenirlik vardır. Yanıt seçenekleri de riskleri artırabilir. Örneğin, 2000'lerin ortalarında toplumlari iklim stres etmenlerine bağlı gıda fiyatlarındaki ani artışlardan izole etmek için yapılan yurtiçi çabalar, gıda güvensizliğini ve yoksulluğunu yetersiz bir şekilde engelledi ve küresel anlamda yoksulluğu daha fazla kötülestirdi. (Şekil TÖ.14) {7.2.1, 7.2.2, 7.3, Tablo 7.1}

**Risklerde önemli bir bölgesel heterojenlik vardır: Sahra altı Afrika, Güneydoğu Asya ve Orta ve Güney Amerika dahil tropikal bölgeler, ürün verimindeki düşüşlere karşı özellikle savunmasızdır (*yüksek düzeyde güvenirlilik*).** Daha yüksek enlemlerde ürün verimi, başlangıçta daha yüksek karbondioksit ( $\text{CO}_2$ ) konsantrasyonlarından olduğu kadar ısınmadan da yararlanabilir. Ancak Akdeniz, Kuzey Afrika, Gobi çölü, Kore ve batı Amerika Birleşik Devletleri dahil ılıman bölgeler artan kuraklık sıklığı ve şiddetli toz fırtınaları ve yanıklardan kaynaklanan bozulmalara karşı hassastır (*yüksek düzeyde güvenirlilik*). {7.2.2}

**Arazi bozulumu, çölleşme ve gıda güvenliği ile ilgili riskler sıcaklıkla birlikte artar ve bazı sosyo-ekonomik gelişme stratejilerindeki kalkınma kazanımlarını tersine çevirebilir (*yüksek düzeyde güvenirlilik*).** OSS1, insan ve doğal sistemlerin savunmasızlığını ve maruz kalma oranını azaltır. Böylece OSS3'e oranla çölleşme, arazi bozulması ve gıda güvensizliğinden

kaynaklanan riskleri sınırlar (*yüksek düzeyde güvenirlilik*). SSP1, düşük nüfus artışı, azaltılmış eşitsizlikler, arazi kullanım düzenlemesi, düşük et tüketimi, artan ticaret ve uyum ya da mücadelenin önündeki birkaç engel ile karakterize edilir. OSS3 tam tersi özelliklere sahiptir. OSS1 çerçevesinde, kurak arazi nüfusunun sadece küçük bir kısmı (2050 yılı için  $3^{\circ}\text{C}$ 'de yaklaşık %3) su stresine maruz kalacak ve buna karşı savunmasız olacaktır. Bununla birlikte, OSS3 çerçevesinde, kurak bölge toplumlarının (2050 yılı için) yaklaşık %20'si  $1.5^{\circ}\text{C}$ 'de ve % 24'ü  $3^{\circ}\text{C}$ 'de su stresine maruz kalacaktır. Benzer şekilde OSS1 çerçevesinde,  $1.5^{\circ}\text{C}$ 'de 2 milyon insanın ürün verimi değişikliğine maruz kalması ve savunmasız olması beklenmektedir. OSS3'te, 20 milyondan fazla insanın ürün verimi değişikliğine maruz kalacağı ve savunmasız olacağı beklenirken, bu sayı  $3^{\circ}\text{C}$ 'de 854 milyon kişiye yükselmektedir (*düşük düzeyde güvenirlilik*). Bu etkilerin bir sonucu olarak, geçim kaynakları kötüleşmekte, geçim gücü hızlanmakta, çekişme ve çatışma daha da kötüleşmektedir (*orta düzeyde güvenirlilik*). {Bölüm 6, 7.2.2, 7.3.2, Tablo 7.1, Şekil 7.2'deki Kesit Kutusu 9}

**Arazi temelli uyum ve mücadele seçenekleri, seçilen önlemlerin etkinliği ve olası olumsuz yan etkileri ile ilişkili riskler oluşturmaktadır (*orta düzeyde güvenirlilik*).** Gıda güvenliği, ekosistem hizmetleri ve su güvenliği üzerindeki olumsuz yan etkiler BECCS intikal ölçü ile artmaktadır. OSS1 tahmininde, 4 milyon  $\text{km}^2$ 'ye kadar biyoenerji ve BECCS dağıtımını sürdürülebilirlik kısıtlamaları ile uyumluken, OSS3 gelecek tahmininde bu yayılım ölçüği hali hazırda yüksek risk teşkil etmektedir. {7.2.3}

**Arazi bozulumunun, sera gazı salımlarının (GHG) ve yoksulluğun kısır döngülerini ele alarak bütüncül bir şekilde uygulanan politikaların, iklim dayanıklı sürdürülebilir kalkınma sağlayabileceğine dair yüksek düzeyde güven vardır.** Politika araçlarının seçimi ve uygulanması gelecekteki iklim ve arazi stratejilerini belirler (*orta düzeyde güvenirlilik*). Çevresel değişimleri azaltmak için arazi kullanımının etkin bir şekilde düzenlenmesi, genelkesel biyokütleye daha az bağımlılık, tüketimde yavaş büyümeye ve sınırlı et beslenme biçimleri, bağlı bölgelik pazarlarla orta düzeyde uluslararası ticaret ve etkili sera gazı mücadele araçları ile desteklenen sürdürülebilir kalkınma stratejileri (OSS1'de tanımlanmıştır) düşük gıda fiyatları, seller ve diğer iklim afetlerinden daha az insanın etkilenmesi ve orman arazilerinin artması ile sonuçlanabilir (*yüksek anlaşılma, sınırlı kanıt*) (OSS1). Arazi kullanımına dair sınırlı düzenlenme, düşük teknoloji geliştirme, kaynak yoğun tüketim, kısıtlı ticaret ve etkisiz sera gazı azaltma araçları içeren bir strateji planı, gıda fiyatlarında artışlar ve önemli ölçüde orman kaybı ile sonuçlanabilir (*yüksek anlaşılma, sınırlı kanıt*) (OSS3). {3.7.5, 7.2.2, 7.3.4, 7.5.5, 7.5.6, Tablo 7.1, Bölüm 6'daki Kesit Kutusu 9, Bölüm 7'deki Kesit Kutusu 12}

**Diğer sektörlerde derin mücadeleyi ertelemek ve yükü arazi sektörüne kaydirmak, gıda güvenliği ve ekosistem hizmetlerindeki yan etkilerle ilişkili riski artırmaktadır (*yüksek düzeyde güvenirlilik*).** Bunun sonuçları arasında, mücadelede başarısızlığın yüksek riski nedeniyle arazi üzerinde artan baskı sıcaklık aşımı riski ve etkisiz iklim değişikliği mücadelesi ve yükün paylaşımının gelecek kuşaklara aktarılması vardır. CDR'ye minimum güvenerek erken dekarbonizasyona öncelik verilmesi, mücadele başarısızlığı riskini azaltır (*yüksek düzeyde güvenirlilik*). {2.5, 6.2, 6.4, 7.2.1, 7.2.2, 7.2.3, 7.5.6, 7.5.7, Bölüm 6'daki Kesit Kutusu 9}

Araziyi iklim değişikliği mücadele için kullanma ya da biyolojik çeşitlilik, gıda, yeraltı suyu ve nehir ekosistem hizmetleri (*orta düzeyde güvenirlik*) ile Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi (SKH) 7 (uygun fiyatlı temiz enerji) için kullanma arasında alışverişler oluşabilir. Ödünleşmelerin şu anda iklim politikaları ve karar verme süreçlerinin bir parçası olmamasına *orta düzeyde güven* duymaktadır. Küçük hidroelektrik santralleri (özellikle kümeler halindeyse), nehrin aşağı akış yönündeki ekolojik balık bağlantısı etkileyebilirler (*yüksek anlaşma, orta kanıt*). Büyük ölçekli güneş enerjisi çiftlikleri ve rüzzgâr türbini tesisleri, nesli tükenmekte olan türleri etkileyebilir ve habitat bağlantısını bozabilir (*orta anlaşma, orta düzey kanıt*). Nehirlerin ulaşım için dönüştürülmesi balıkçılık ve nesli tükenmekte olan türleri (su altında kazı ve trafik yoluyla) olumsuz etkileyebilir (*orta anlaşma, düşük kanıt*). {7.5.6}

**Bu raporda değerlendirilen tam mücadele potansiyeli, ancak tarımsal salımların ana akım iklim politikasına dahil edilmesi durumunda gerçekleşecektir (*yüksek anlaşma, yüksek kanıt*).** Karbon piyasaları teorik anlamda vergilendirmeden daha uygun maliyetlidir; ancak, arazi sektörüne uygulanması zordur (*yüksek düzeyde güvenirlik*). Karbon fiyatlandırması (karbon piyasaları ya da karbon vergileri yoluyla), sera gazı salımlarını azaltmak için etkili bir mekanizma olma potansiyeline sahip olmasına karşın, tarım ve gıda sistemlerinde göreceli olarak denenmemiş durumdadır. Eşitlik konuları hem piyasa hem de piyasa dışı mekanizmaların bir karışımı ile dengelenebilir (*orta kanıt, orta anlaşma*). Salım kaçağı çok taraflı eylemle azaltılabilir (*yüksek mutabakat, orta kanıt*). {7.4.6, 7.5.5, 7.5.6, Bölüm 6'daki Kesit Kutusu 9}

**Bir dizi tutarlı iklim ve arazi politikası, yoksulluk, açlık, sağlık, sürdürülebilir şehirler ve topluluklar, sorumlu tüketim ve üretim ve karadaki yaşama yönelik araziyle ilgili SKH hedeflerinde ve Paris Anlaşması'nın hedefinde gelişme kaydedilmesini sağlayabilir.** Erken harekete geçmenin riskleri önleyeceği ya da en aza indireceği, kayıpları azaltacağı ve yatırım getirileri sağlayacağına dair yüksek bir güven vardır. Sürdürülebilir arazi yönetimi (SLM), mücadele ve uyum konusundaki eylemlerin ekonomik maliyetleri, insanlar ve ekosistemler için eylemsizliğin getireceklerinden daha azdır (*orta düzeyde güven*). Ekolojik restorasyonu daha cazip hale ve insanları da daha dayanıklı hale getiren politika portföyleri – büyüğen finansal katılım, esnek karbon kredileri, afet riski ve sağlık sigortası, sosyal koruma ve uyarlanabilir güvenlik ağları, koşullu finans ve rezerv fonları ve erken uyarı sistemlerine evrensel erişim – global olarak uygulandığında yılda 100 milyar ABD tasarruf sağlayabilir. {7.3.1, 7.4.7, 7.4.8, 7.5.6, Bölüm 7'deki Kesit Kutusu 10}

**Ölçekler, seviyeler ve sektörler arasında politika araçlarının eşğudümü, ortak yararları artırır, arazi ve iklim risklerini yönetir, gıda güvenliğini geliştirir ve eşitlik endişelerini ele alır (*orta düzeyde güvenirlik*).** Taşkına dayanıklılık politikaları karşılıklı olarak güçlendiricidir ve taşkın bölgesi haritalamasını, aktarılacak finansal teşvikleri, bina kısıtlamalarını ve sigortayı içerir. Sürdürülebilirlik sertifikası, teknoloji transferi, arazi kullanım standartları, erken eylem ve hazırlıklı olma entegre güvenli arazi kullanım süresi planları yanıt seçeneklerini iyileştirir. SLM, tarım-

sal araştırmaya yatırım, çevresel çiftlik uygulamaları, tarım-çevre ödemeleri, sürdürülebilir tarımsal su altyapısı (sıçınaklar dahil) için finansal destek, tarımsal salım ticareti ve tarımsal sübvensyonların ortadan kaldırılması (*orta düzeyde güvenirlik*) ile gelişmektedir. Kuraklığa dayanıklılık politikaları (kuraklığa hazırlık planlaması, erken uyarı ve izleme, su kullanım verimliliğinin artırılması dahil), sinerjik olarak tarımsal üreticilerin geçim kaynaklarını iyileştirir ve SLM'yi güçlendirir. (Şekil TÖ.15) {3.7.5, Bölüm 3, Kesit Kutusu 5, 7.4.3, 7.4.6, 7.5.6, 7.4.8, 7.5.6, 7.6.3}

**Arazi kullanım sektörlerinde teknoloji transferi, uyum, mücadele, uluslararası iş birliği, Ar-Ge iş birliği ve yerel katılım (*orta düzeyde güvenirlik*) için yeni fırsatlar sunar.** Geleneksel biyokütle sektörünü modernleştirmek için yapılan uluslararası iş birliği hem araziyi hem de iş gücünü daha verimli kullanıcılar için özgürlestirecektir. Teknoloji transferi, gelişmekte olan ülkelerin salım azaltımlarının ölçülmesini ve hesaplanması destekleyebilir. {7.4.4, 7.4.6, Bölüm 7'deki Kesit Kutusu 12}

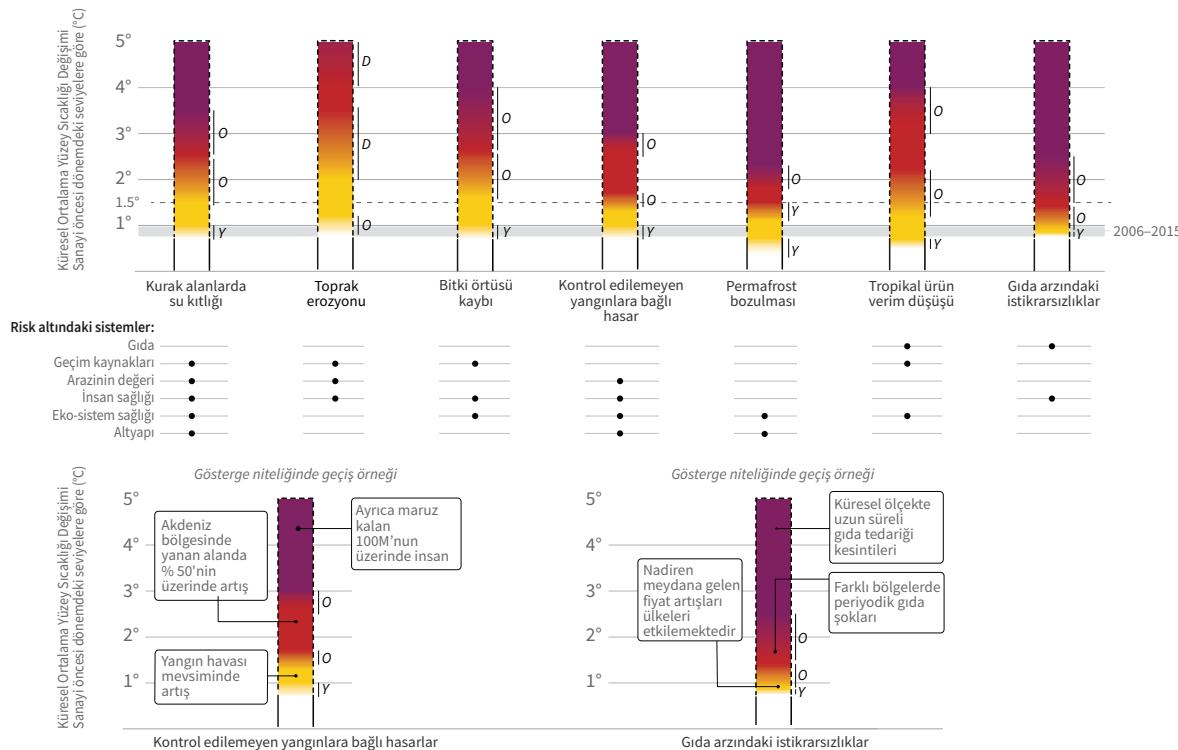
**Ortak anlayış oluşturmak ve politika etkinliğini ilerletmek için, hedeflere yönelik ilerlemeyi ölçmek (*yüksek anlaşma, orta kanıt*) karar verme ve uyum yönetiminde önemlidir.** İnsanların katılımıyla seçilen ve veri toplamayı destekleyen ölçülebilir göstergeler, iklim politikası geliştirme ve karar verme açısından yararlıdır. Bu göstergeler, SKH'leri, ulusal olarak belirlenmiş katkıları (NDC), arazi bozulumunun dengelenmesi (LDN) temel göstergelerini, karbon stok ölçümünü, REDD + içín ölçüm ve gözlemi, biyoçeşitlilik ve ekosistem hizmetlerini ölçmek için değerlendirme sistemlerini ve yönetim kapasitesini kapsamaktadır. {7.5.5, 7.5.7, 7.6.4, 7.6.6}

**Arazi ve iklim etkileşimleri ve gıda güvenliği ile ilgili karmaşık mekânsal, kültürel ve zamansal risk ve belirsizlik dinamikleri, riskleri değerlendirmek, kararları ve politika araçlarını gözden geçirmek için esnek, uyarlanabilir, yinelemeli bir yaklaşım gerektir (*yüksek düzeyde güvenirlik*).** Uyarlanabilir ve yinelemeli karar verme, göstergeler yoluyla tetikleme noktaları tarafından tanımlanan risklere sahip dinamik uyum stratejileri gibi yeni yöntemleriyle standart ekonomik değerlendirme tekniklerinin ötesine geçer. Senaryolar arazi, iklim ve gıda ile ilgili tüm planlama aşamalarında değerli bilgiler sağlayabilir; uyarlanabilir yönetim, yeni bilgi ve verilere ulaşıldıkça müdahale etmek için yapılan ve yeniden değerlendirilen strateji seçimleriyle, senaryo planlamasındaki belirsizliği ele alır. {3.7.5, 7.4.4, 7.5.2, 7.5.3, 7.5.4, 7.5.7, 7.6.1, 7.6.3}

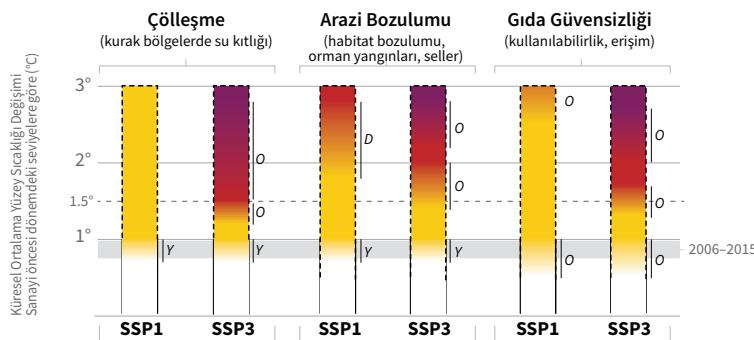
**ILK, iklim süreçlerini ve etkilerini anlama, iklim değişikliğine uyum, farklı ekosistemlerde SLM ve gıda güvenliğinin arttırılmasında anahtar rol oynayabilir (*yüksek düzeyde güvenirlik*).** ILK, bağlama özgü, toplu, gayri resmi olarak iletilen ve çok işlevli olmasının yanı sıra çevre ile ilgili gerçek bilgileri, kaynakların yönetimi ve ilgili haklar ve sosyal davranışları kapsayabilir. ILK, katılımcı iklim iletişimini ve eylemi için hem bir gereklilik hem de bir giriş stratejisi olan uyum ve mücadele deneyimlerinin karşılıklı paylaşılmasında ve karar verme sürecinde çeşitli ölçekte ve düzeylerde kullanılabilir. ILK'nın bilimsel bilgi ile bütünlüğü için fırsatlar vardır. {7.4.1, 7.4.5, 7.4.6, 7.6.4, Bölüm 7'deki Kesit Kutusu 13}

## A. İklim değişikliğinin bir sonucu olarak arazi temelli süreçlerdeki değişikliklerden kaynaklanan insana ve ekosistemlere yönelik riskler

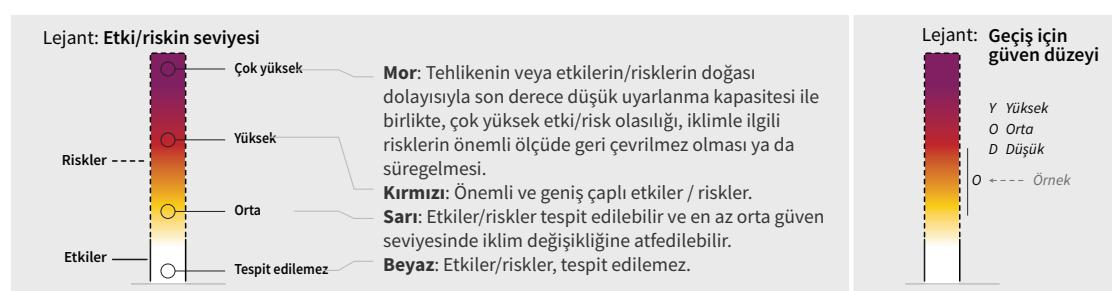
Sanayi öncesi seviyelere göre küresel ortalama yüzey sıcaklığındaki (GMST) artışlar, çölleşme (su kıtlığı), arazi bozulumu (toprak erozyonu, bitki örtüsü kaybı, orman yangını, permafrost çözülme) ve gıda güvenliği (ürün verimi ve gıda arzı) ile ilgili süreçleri etkiler. Bu süreçlerdeki değişiklikler gıda sistemleri, geçim kaynakları, altyapı, toprağın değeri, insan ve ekosistem sağlığı için risk oluşturmaktadır. Bir süreçteki değişiklikler (örn. orman yangını ya da su kıtlığı) bileşik risklere neden olabilir. Riskler konuma özgüdür ve bölgeye göre farklılık gösterir.



## B. Farklı sosyoekonomik stratejiler iklimle ilgili risk düzeylerini etkiler



Sosyo-ekonomik seçimler, sıcaklık artışı oranını etkileyebildiği gibi iklimle ilgili riskleri azaltabilir veya artırır. OSS1 stratejisi, düşük nüfus artışı, yüksek gelir ve düşük eşitsizlik, düşük sera gazı salım sistemlerinde üretilen gıdalar, etkin arazi kullanım yönetmeliği ve yüksek uyum kapasitesine sahip bir dünyayı göstermektedir. OSS3 yolunda zıt eğilimlere sahiptir. Aynı seviyede GMST artışı göz önüne alındığında, OSS3'e kıyasla OSS1'de riskler daha düşüktür.



**Şekil TÖ.14 | Karasal ekosistemlerdeki küresel iklim değişikliği, sosyo-ekonomik gelişme ve yanıt seçeneklerinden kaynaklanan arazi ile ilgili insan sistemleri ve ekosistemlere yönelik riskler.**

**Şekil TÖ.14 (devamı):** Önceki IPCC raporlarında olduğu gibi, literatür, uzman değerlendirmelerinde küresel isınmanın risk seviyelerini, 7. bölümde ve bahse konu raporun diğer bölümlerinde de tanımladığı gibi tespit edilemez, orta düzeyde, yüksek ya da çok yüksek şeklinde belirlemek için kullanılmıştır. Gösterilen figürler yaklaşık küresel isınma seviyeleri olup, uyum ve yanıt dahil olmak üzere farklı faktörlerden etkilenebilirler. Değerlendirme, OSS stratejileri ile tutarlı uyum kapasitesini aşağıda açıklandığı gibi göz önünde bulundurmaktadır. **Panel A:** Küresel ortalama yüzey sıcaklığının bir fonksiyonu olarak arazi sisteminin seçilen unsurlara yönelik riskler [2.1, Kutu 2.1, 3.5, 3.7.1.1, 4.4.1.1, 4.4.1.2, 4.4.1.3, 5.2.2, 5.2.3, 5.2.4, 5.2.5, 7.2, 7.3, Tablo SM7.1]. Daha geniş sistemlerle ilgili bağlantılar örnekleyici niteliktedir ve kapsamlı olması amaçlanmamıştır. Risk seviyeleri, OSS2 stratejiyle büyük oranda tutarlı olan sosyoekonomik koşullardaki ortalama eğilimlerin tetiklediği savunmasızlık ve orta derecede maruz kalma varsayılarak tahmin edilir. [Tablo SM7.4] **Panel B:** İklim değişikliği ve sosyo-ekonomik kalkınma modellerine bağlı çölleşme, arazi bozulması ve gıda güvenliği ile ilişkili riskler. Çölleşmeye ilişkili artan riskler, kurak alanlarda su kıtlığına savunmasız olan ve maruz kalan nüfusu kapsamaktadır. Arazi bozulmasına ilişkin riskler arasında habitat bozulmasının artması, orman yangını ve sellere maruz kalan nüfus ve sel maliyetleri vardır. Gıda güvenliğine yönelik riskler arasında, ağırlı riski altındaki nüfus, gıda fiyatlarındaki artışlar ve çocukların döneme zayıflıkla ilişkilendirilen engelli yaşam yıllarındaki artışlar dahil olmak üzere gıda erişim bulunmaktadır. Riskler, hedeflenen mücadele politikallarının etkileri hariç bırakılarak, iki karşıt sosyo-ekonomik strateji (OSS1 ve OSS3 {Kutu KVÖ.1}) için değerlendirilir. {3.5, 4.2.1.2, 5.2.2, 5.2.3, 5.2.4, 5.2.5, 6.1.4, 7.2, Tablo SM7.5}  $3^{\circ}\text{C}$ 'nin üzerindeki sıcaklıklar için riskler belirtilmemektedir çünkü OSS1 bu sıcaklık değişim seviyesini aşmaz. **Tüm paneller:** Değerlendirmenin bir parçası olarak literatür derlenmiş ve veriler bir özet tablosuna dökülmüştür. Risk geçiş eşiklerini belirlemek için bilirkişi sonucu çökarma protokolü (değiştirilmiş Delphi teknijne ve Sheffield Elikitasyon Çerçevesine dayalı) izlenmiştir. Bu, iki tur bağımsız anonim eşik yargısı ve son konsensus tartışmasını içeren çok yönlü bir eleme sürecini içeriyoordu. Yöntemler ve temeldeki literatür hakkında daha fazla bilgi Bölüm 7 Ek Materyalde bulunabilir. **Tüm paneller:** Değerlendirmenin bir parçası olarak literatür derlenmiş ve veriler bir özet tablosuna dökülmüştür. Risk geçiş eşiklerini belirlemek için bilirkişi sonucu çökarma protokolü (değiştirilmiş Delphi teknijne ve Sheffield Elikitasyon Çerçevesine dayalı) izlenmiştir. Bu, iki tur bağımsız anonim eşik yargısı ve son konsensus tartışmasını içeren çok yönlü bir eleme sürecini içeriyoordu. Yöntemler ve temeldeki literatür hakkında daha fazla bilgi Bölüm 7 Ek Materyalde bulunabilir.

**Arazi ve iklimle ilgili karar verme ve politika oluşturma süreçlerine halkın (toplumun) katılımı, sinerjileri geliştiren, sürdürülebilir arazi yönetimindeki mübadeleleri azaltan, uyum ve azaltım engellerinin üstesinden gelen yanıt seçeneklerinin (yüksek düzeyde güvenirlilik) ve etkin şeffaf çözümlerin uygulanmasına imkân tanır (yüksek düzeyde güvenirlilik).** Sürdürülebilir arazi yönetiminde iyileştirmeler şu yollarla sağlanır: (1) peyzaj koruma planlamasına, politika seçimine ve erken uyarı sistemlerine (*orta düzeyde güvenirlilik*) aracılık ederek ve bunları kolaylaştırarak vatandaş bilimine insanları dahil etmek; (2) toplumları sorunların (türlerin azalması, habitat kaybı, tarımda arazi kullanım değişikliği, gıda üretimi ve ormancılık) tanımlaması, göstergelerin seçimi, iklim verilerinin toplanması, arazi modelleme, tarımsal yenilik fırsatları süreçlerine dahil etmektir. Sosyal öğrenme kolektif eylemle birleştirildiğinde, arazi kullanım süresi konularını ve değişen arazi kullanım uygulamalarını (*orta düzeyde güven*) ele alan dönüştürücü değişim meydana gelebilir. Anlamlı katılım, iklim ve arazi kararlarını çevreleyen politika ve bilimi, alternatifleri teşvik eden kapsayıcı tartışmaya açarak engellerin üstesinden gelir. {3.8.5, 7.5.1, 7.5.9; 7.6.1, 7.6.4, 7.6.5, 7.6.7, 7.7.4, 7.7.6}

**Güçlenen kadınlar, hane içi gıda güvenliği ve sürdürülebilir arazi yönetimi (yüksek düzeyde güvenirlilik) arasındaki sinerjileri güçlendirebilir.** Bu, cinsiyet farklılıklarını dikkate alan politika araçlarıyla gerçekleştirilebilir. Tarım dahil olmak üzere birçok arazi temelli faaliyette kadınların ezici varlığı, toplumsal cinsiyet politikalarının yaygınlaştırılması, toplumsal cinsiyet engellerinin üstesinden gelmek, cinsiyet eşitliğini artırmak ve sürdürülebilir arazi yönetimi ve gıda güvenliğini artırmak için fırsatlar sunmaktadır (*yüksek düzeyde güvenirlilik*). Engelleri ele alan politikalar arasında finansmana, bilgiye, teknolojiye, devlet transferlerine, eğitime ve yaygınlaştırılmaya erişimde dahil olmak üzere cinsiyete dayalı kriterler ve uygun iş teslimi bulunur ve bu politikalar toplu mikro girişim (*orta düzeyde güvenirlilik*) dahil olmak üzere mevcut kadın programlarına, yapılarına (sivil toplum grupları) genişletebilir. {Bölüm 7'deki Çapraz Bölüm Kutusu 11}

**Sürdürülebilir arazi kullanımı için gerekli olan önemli sosyal ve politik değişiklikler, talepteki azalmalar ve iklim istikrarı ile ilişkili arazi temelli mücadele çabaları çok çeşitli yönetişim**

**düzenekleri gerektirir.** Arazi kullanımı ve biyokütle sistemlerinin ve pazarlarının genişlemesi ve çeşitlendirilmesi karma yönetim gerektirir: uluslararası, çok merkezli kamu-özel sektör ortaklıklarını ve fırSATLARIN çoğaltılmasını azaltımların eşit yönetilmesini, olumsuz etkilerin en aza indirilmesini garantilemek üzere devlet yönetişimi en üst düzeye çıkarılır (*orta düzeyde güvenirlilik*). {7.5.6, 7.7.2, 7.7.3, Bölüm 6'daki Çapraz Bölüm Kutusu 7}

**Arazi kullanım hakkı sistemlerinin, belirli sosyo-ekonomik ve yasal bağlamlarda anlaşılması gereken uyum ve mücadeleye yönelik etkileri vardır ve bunların kendileri de iklim değişikliği ve iklim eyleminden etkilenebilir (sınırlı kanıt, yüksek anlaşma).** Arazi politikası (serbest mülkiyet unvanına odaklanmanın ötesine geçen çeşitli biçimlerde), arazi güvenliğine yollar sağlayabilir ve ürün yetiştirmeye, mera, orman, tatlı su ekosistemleri ve diğer sistemler arasında iklim eylemlerini kolaylaştırabilir ya da sınırlayabilir. Büyük ölçekli arazi kazanımları, arazi hakkı güvenliği ve iklim değişikliği arasındaki ilişkiler için önemli bir bağlamdır; ancak, bunların ölçü, niteliği ve sonuçları tam olarak anlaşılamamıştır. Arazi tapu ve onay programlarının, özellikle de yerli ve toplumsal arazi kullanım hakkına yetki veren ve uyum sağlayanların, karbon depolaması da dahil olmak üzere ormanların daha iyi yönetilmesini sağlayabileceğine dair orta düzeyde güven vardır. Güçlü kamu koordinasyonu (hükümet ve kamu idaresi), arazi politikasını ulusal mücadele politikallarıyla bütünlüğe getirebilir ve iklim değişikliğine dair kararsızlıkları azaltabilir. {7.7.2; 7.7.3; 7.7.4, 7.7.5}

**Arazi kullanımını yönetimi, ormancılık, tarım ve biyoenerji ile ilgili politika araçlarının ve kurumlarının etkinliğini anlama söz konusu olduğunda bilgi anlamında önemli boşluklar vardır.** Arazi sektörlerindeki politika ve önlemlerin etkileri konusunda disiplinlerarası araştırmalara gereksinim vardır. Bilgi boşlukları kısmen toprak ve iklim önlemlerinin yerel ve son derece bağlama özgü olan doğasından ve arazi kullanım değişikliğini, bir şekilde daha karşılaştırılabilir olan enerji ya da sanayide yapılan teknolojik yatırımlara kıyasla, sosyo-ekonomik çerçevede değerlendirmek için gerek duyulan uzun sürelerden kaynaklanır. Farklı sektörler ve seviyelerdeki politika etkilerinin izlenmesi, değerlendirilmesi ve ölçülmesi önemli yatırımların yapılmasını gerektirir. {7,8}

Tablo TÖ.1 | Yanıt seçeneklerini destekleyen Politikaların / Programların / Araçların Seçimi.

Kategori	Bütüncül Yanıt Seçeneği	Yanıt seçeneğini destekleyen politika araçları
Tarımda Arazi Yönetimi	Artan gıda verimliliği	Ürün ve hayvan yetiştirciliği için tarımsal araştırmalara yatırım, tarımsal teknoloji transferi, iç avcılık ve su ürünleri yetiştirciliği {7.4.7} tarım politikası reformu ve ticaretin serbestleştirilmesi
	Geliştirilmiş ekili araziler, otlatma ve hayvancılık yönetimi	Çevresel çiftlik programları / tarım-çevre programları, su verimliliği gereksinimleri ve su transferi {3.8.5}, yayım hizmetleri
	Tarımsal ormancılık	Ekosistem hizmetleri (ES) için ödeme {7.4.6}
	Tarımsal çeşitlendirme	Tarım sübvansiyonlarının kaldırılması {5.7.1}, çevresel çiftlik programları, tarım-çevre ödemeleri {7.5.6}, kırsal kalkınma programları
	Çayır-meraların azalması	Tarım sübvansiyonlarının kaldırılması, sigorta teşviklerinin kaldırılması, ekolojik restorasyon {7.4.6}
Ormanlarda Arazi Yönetimi	Bütüncül su yönetimi	Bütüncül yönetim {7.6.2}, çok seviyeli araçlar {7.4.1}
	Orman yönetimi, azaltılmış ormansızlaşma ve bozulma, ağaçlandırma ve orman restorasyonu, ağaçlandırma	REDD+, orman koruma düzenlemeleri, ES için ödemeler, orman haklarının tanınması ve arazi kullanım hakkı {7.4.6}, ormanların uyarlanabilir yönetimi {7.5.4}, arazi kullanımı moratoryumları, ağaçlandırma programları ve yatırım {4.9.1}
Toprakların Arazi Yönetimi	Artan toprak organik karbon içeriği, azaltılmış toprak erozyonu, azaltılmış toprak tuzlanması, azaltılmış toprak sıkışması, toprağa biyokömür eklemleri	Arazi bozulumu tarafsızlığı (LDN) {7.4.5}, kuraklık planları, taşkin planları, taşkin bölgesi haritalaması {7.4.3}, teknoloji transferi {7.4.4}, arazi kullanımı imar {7.4.6}, ekolojik hizmet haritalaması ve paydaş tabanlı niceleme {7.5.3}, çevresel çiftlik programları / tarım-çevre planları, su verimliliği gereksinimleri ve su transferi {3.7.5}
Diğer tüm ekosistemlerde Arazi Yönetimi	Yangın yönetimi	Yangın söndürme, öngörülen yangın yönetimi, mekanik işlemler {7.4.3}
	Azaltılmış heyelanlar ve doğal afetler	Arazi kullanım imar {7.4.6}
	Azaltılmış kirlilik - asitlenme	Çevresel düzenlemeler, iklim mücadele (karbon fiyatlandırması) {7.4.4}
	İstilacı türlerin yönetimi / zarar	İstilacı tür düzenlemeleri, ticaret düzenlemeleri {5.7.2, 7.4.6}
	Kiyasal sulak alanlarının restorasyonu ve azaltılmış dönüşümü	Sel bölgesi haritalaması {7.4.3}, arazi kullanım imar {7.4.6}
	Turbalık alanlarının restorasyonu ve azaltılmış dönüşümü	ES için ödeme {7.4.6; 7.5.3}, standartlar ve sertifika programları {7.4.6}, arazi kullanımı moratoryumları
Karbondioksit giderimi (CDR) arazi yönetimi	Biyolojik çeşitliliğin korunması	Koruma düzenlemeleri, korunan alan politikaları
	Minerallerin gelişmiş ayrışması	Veri yok
İstem yönetimi	Karbon tutma ve depolama ile biyoenerji ve biyoenerji (BECCS)	Biyokütlenin sürdürülebilirliği ve arazi kullanımı için standartlar ve sertifikalar {7.4.6}
	Beslenme değişikliği	Farkındalık kampanyaları / eğitimi, uyarılarla gıda seçeneklerini değiştirmeye, sağlık sigortası ve politikası ile sinerji {5.7.2}
Tedarik yönetimi	Hasat sonrası kayıpların azalması Azalan gıda atığı (tüketici ya da perakendeci), malzeme ikamesi	Tarımsal işletme risk programları {7.4.8}; gıda israfını azaltmak ve vergileri düzenlemek, raf ömrünü uzatmak, ikame ürünler üretmek için ekonomiyi döngüleştirmek, karbon fiyatlandırması, şeker / yağı vergileri
	Sürdürülebilir kaynak kullanımı	Gıda etiketleme, daha düşük çevresel ayak iziyle gıdaya geçiş için yenilik, kamu alım politikaları {5.7.2}, standartlar ve sertifikasyon programları {7.4.6}
	Tedarik zincirlerinin yönetimi	Serbestleşmiş uluslararası ticaret {5.7.2}, hükümetlerin gıda satın alma ve depolama politikaları, standartlar ve sertifikasyon programları {7.4.6}, gıda sistemlerinde speküasyon ile ilgili düzenlemeler
	Gelişmiş kentsel gıda sistemleri	Yerel politikalar satın alın; kentsel tarıma, doğaya dayalı çözümlere ve şehirlerde yeşil altyapı teşvik etmek için arazi kullanım imar; dikey tarım gibi teknolojiler için teşvikler
Risk Yönetimi	Geliştirilmiş gıda işleme ve perakende satış, gıda sistemlerinde gelişmiş enerji kullanımı	Tarım salım ticareti {7.4.4}; yeni teknolojiler için Ar-Ge yatırımı; belgeleme
	Kentsel yayılmanın yönetimi	Arazi kullanım imar {7.4.6}
	Geçim çeşitliliği	İklim-akıllı tarım politikaları, uyum politikaları, yayım hizmetleri {7.5.6}
	Afet risk yönetimi	Afet riskinin azaltılması {7.5.4; 7.4.3}, uyum planlaması
Risk Yönetimi	Risk paylaşım araçları	Sigorta, yinelemeli risk yönetimi, CAT tahvilleri, risk katmanlama, beklenmedik fonlar {7.4.3}, tarımsal işletme risk portföyleri {7.4.8}

## A. Sosyoekonomik kalkınma, mücadele yanıtları ve araziyi ilişkilendiren yollar

Sosyoekonomik kalkınma ve arazi yönetimi, **TARIM ARAZİSİ**, **MERA**, **BIOENERJİ ÜRETİM ARAZİSİ**, **ORMAN**, ve **DOĞAL ARAZİ** için ayrılan göreceli tutarda arazi de dahil olmak üzere arazi sisteminin gelişimini etkiler. Çizgiler, üç alternatif ortak sosyoekonomik strateji için (RCP1.9'daki OSS1, OSS2 ve OSS5) Entegre Değerlendirme Modelleri (IAM) genelindeki ortalamayı gösterir; gölgeli alanlar modeller arasındaki aralığı gösterir. Buradaki yolların, iklim değişikliği mücadeleşine özgü etkileri gösterdiğini, ancak iklim değişikliğinin ya da uyumun etkilerini göstermediği dikkate alınmalıdır.

### A. Sürdürülebilirlik odaklı (OSS1)

Arazi yönetimi, intensif tarım, üretim ve tüketim kalıplarındaki sürdürülebilirlik, kişi başına düşen gıda tüketimindeki artışlara karşın, azalan tarımsal arazi gereksinimiyle sonuçlanır. Bu araziler tarım yerine yeniden ormanlaştırma, ormanlaştırma ve biyoenerji için kullanılabilir.

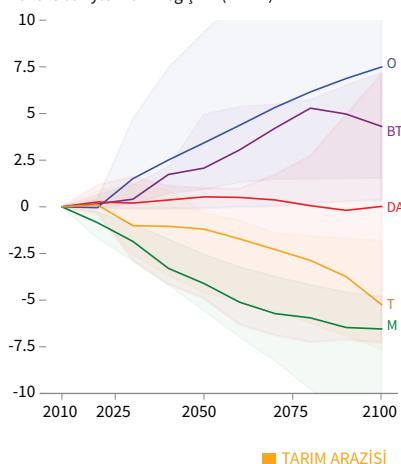
### B. Orta yol (OSS2)

Toplumsal ve teknolojik gelişme tarihsel kalıpları izler. Biyoenerji, azalmış ormansızlaştırma ya da ormanlaştırma gibi arazi mücadele seçeneklerine yönelik artan istem, tarım arazilerinin gıda, yem ve lif için kullanılabilirliğini azaltır.

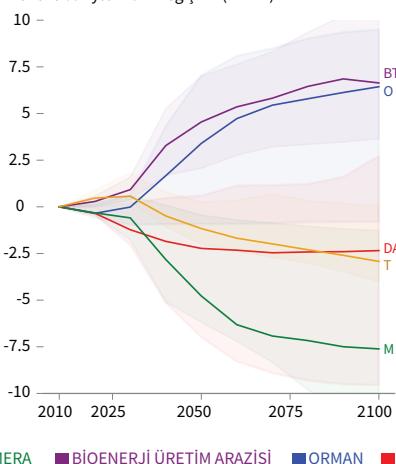
### C. Kaynak yoğun (OSS5)

Kaynak yoğun üretim ve tüketim modelleri, yüksek taban çizgisinde olan salımlara neden olur. Azaltım, büyük çapta biyoenerji ve BECCS gibi teknolojik çözümlere odaklanır. Kuvvetlendirme ve rekabetçi arazi kullanımları, tarım arazilerindeki düşüslere katkıda bulunur.

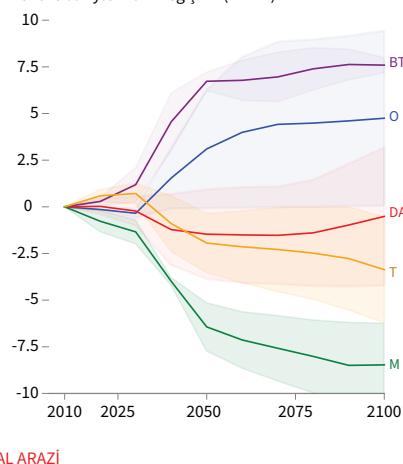
OSS1 Sürdürülebilir Odaklı  
2010 itibarıyle Arazi Değişimi ( $\text{Mkm}^2$ )



OSS2 Orta yol  
2010 itibarıyle Arazi Değişimi ( $\text{Mkm}^2$ )



OSS5 Kaynak yoğun  
2010 itibarıyle Arazi Değişimi ( $\text{Mkm}^2$ )



Şekil TÖ.15 | Sosyoekonomik kalkınma, azaltım yanıtları ve araziyi ilişkilendiren stratejiler (Panel A).

## B. OSS'lerde arazi kullanımı ve arazi örtüsü değişimi

	SSP'ler için Nitelik göstergeler	Dahil edilen modellerin sayısı*	2010'dan itibaren Doğal Arazi Değişimi Mkm <sup>2</sup>	2010'dan itibaren Biyoenerji Arazisi Değişimi Mkm <sup>2</sup>	2010'dan itibaren Tarım Arazilerindeki Değişim Mkm <sup>2</sup>	2010'dan itibaren Ormanlardaki Değişim Mkm <sup>2</sup>	2010'dan itibaren Meralardaki Değişim Mkm <sup>2</sup>
SSP1	RCP1.9 2050'de	5/5	0.5 (-4.9, 1)	2.1 (0.9, 5)	-1.2 (-4.6, -0.3)	3.4 (-0.1, 9.4)	-4.1 (-5.6, -2.5)
	└ 2100		0 (-7.3, 7.1)	4.3 (1.5, 7.2)	-5.2 (-7.6, -1.8)	7.5 (0.4, 15.8)	-6.5 (-12.2, -4.8)
	RCP2.6 2050'de	5/5	-0.9 (-2.2, 1.5)	1.3 (0.4, 1.9)	-1 (-4.7, 1)	2.6 (-0.1, 8.4)	-3 (-4, -2.4)
	└ 2100		0.2 (-3.5, 1.1)	5.1 (1.6, 6.3)	-3.2 (-7.7, -1.8)	6.6 (-0.1, 10.5)	-5.5 (-9.9, -4.2)
	RCP4.5 2050'de	5/5	0.5 (-1, 1.7)	0.8 (0.5, 1.3)	0.1 (-3.2, 1.5)	0.6 (-0.7, 4.2)	-2.4 (-3.3, -0.9)
	└ 2100		1.8 (-1.7, 6)	1.9 (1.4, 3.7)	-2.3 (-6.4, -1.6)	3.9 (0.2, 8.8)	-4.6 (-7.3, -2.7)
SSP2	Anahat 2050'de	5/5	0.3 (-1.1, 1.8)	0.5 (0.2, 1.4)	0.2 (-1.6, 1.9)	-0.1 (-0.8, 1.1)	-1.5 (-2.9, -0.2)
	└ 2100		3.3 (-0.3, 5.9)	1.8 (1.4, 2.4)	-1.5 (-5.7, -0.9)	0.9 (0.3, 3)	-2.1 (-7, 0)
	RCP1.9 2050'de	4/5	-2.2 (-7, 0.6)	4.5 (2.1, 7)	-1.2 (-2, 0.3)	3.4 (-0.9, 7)	-4.8 (-6.2, -0.4)
	└ 2100		-2.3 (-9.6, 2.7)	6.6 (3.6, 11)	-2.9 (-4, 0.1)	6.4 (-0.8, 9.5)	-7.6 (-11.7, -1.3)
	RCP2.6 2050'de	5/5	-3.2 (-4.2, 0.1)	2.2 (1.7, 4.7)	0.6 (-1.9, 1.9)	1.6 (-0.9, 4.2)	-1.4 (-3.7, 0.4)
	└ 2100		-5.2 (-7.2, 0.5)	6.9 (2.3, 10.8)	-1.4 (-4, 0.8)	5.6 (-0.9, 5.9)	-7.2 (-8, 0.5)
SSP3	RCP4.5 2050'de	5/5	-2.2 (-2.2, 0.7)	1.5 (0.1, 2.1)	1.2 (-0.9, 2.7)	-0.9 (-2.5, 2.9)	-0.1 (-2.5, 1.6)
	└ 2100		-3.4 (-4.7, 1.5)	4.1 (0.4, 6.3)	0.7 (-2.6, 3.1)	-0.5 (-3.1, 5.9)	-2.8 (-5.3, 1.9)
	Anahat 2050'de	5/5	-1.5 (-2.6, -0.2)	0.7 (0, 1.5)	1.3 (1, 2.7)	-1.3 (-2.5, -0.4)	-0.1 (-1.2, 1.6)
	└ 2100		-2.1 (-5.9, 0.3)	1.2 (0.1, 2.4)	1.9 (0.8, 2.8)	-1.3 (-2.7, -0.2)	-0.2 (-1.9, 2.1)
	RCP1.9 2050'de		Değerlendirilen modellerin hiçbirinde uygulanabilir değil		-	-	-
	└ 2100		-		-	-	-
SSP4	RCP2.6 2050'de		Değerlendirilen modellerin hiçbirinde uygulanabilir değil		-	-	-
	└ 2100		-		-	-	-
	RCP4.5 2050'de	3/3	-3.4 (-4.4, -2)	1.3 (1.3, 2)	2.3 (1.2, 3)	-2.4 (-4, -1)	2.1 (-0.1, 3.8)
	└ 2100		-6.2 (-6.8, -5.4)	4.6 (1.5, 7.1)	3.4 (1.9, 4.5)	-3.1 (-5.5, -0.3)	2 (-2.5, 4.4)
	Anahat 2050'de	4/4	-3 (-4.6, -1.7)	1 (0.2, 1.5)	2.5 (1.5, 3)	-2.5 (-4, -1.5)	2.4 (0.6, 3.8)
	└ 2100		-5 (-7.1, -4.2)	1.1 (0.9, 2.5)	5.1 (3.8, 6.1)	-5.3 (-6, -2.6)	3.4 (0.9, 6.4)
SSP5	RCP1.9 2050'de		Değerlendirilen modellerin hiçbirinde uygulanabilir değil**		-	-	-
	└ 2100		-		-	-	-
	RCP2.6 2050'de	3/3	-4.5 (-6, -2.1)	3.3 (1.5, 4.5)	0.5 (-0.1, 0.9)	0.7 (-0.3, 2.2)	-0.6 (-0.7, 0.1)
	└ 2100		-5.8 (-10.2, -4.7)	2.5 (2.3, 15.2)	-0.8 (-0.8, 1.8)	1.4 (-1.7, 4.1)	-1.2 (-2.5, -0.2)
	RCP4.5 2050'de	3/3	-2.7 (-4.4, -0.4)	1.7 (1, 1.9)	1.1 (-0.1, 1.7)	-1.8 (-2.3, 2.1)	0.8 (-0.5, 1.5)
	└ 2100		-2.8 (-7.8, -2)	2.7 (2.3, 4.7)	1.1 (0.2, 1.2)	-0.7 (-2.6, 1)	1.4 (-1, 1.8)
SSP5	Anahat 2050'de	3/3	-2.8 (-2.9, -0.2)	1.1 (0.7, 2)	1.1 (0.7, 1.8)	-1.8 (-2.3, -1)	1.5 (-0.5, 2.1)
	└ 2100		-2.4 (-5, -1)	1.7 (1.4, 2.6)	1.2 (1.2, 1.9)	-2.4 (-2.5, -2)	1.3 (-1, 4.4)
	RCP1.9 2050'de	2/4	-1.5 (-3.9, 0.9)	6.7 (6.2, 7.2)	-1.9 (-3.5, -0.4)	3.1 (-0.1, 6.3)	-6.4 (-7.7, -5.1)
	└ 2100		-0.5 (-4.2, 3.2)	7.6 (7.2, 8)	-3.4 (-6.2, -0.5)	4.7 (0.1, 9.4)	-8.5 (-10.7, -6.2)
	RCP2.6 2050'de	4/4	-3.4 (-6.9, 0.3)	4.8 (3.8, 5.1)	-2.1 (-4, 1)	3.9 (-0.1, 6.7)	-4.4 (-5, 0.2)
	└ 2100		-4.3 (-8.4, 0.5)	9.1 (7.7, 9.2)	-3.3 (-6.5, -0.5)	3.9 (-0.1, 9.3)	-6.3 (-9.1, -1.4)
SSP5	RCP4.5 2050'de	4/4	-2.5 (-3.7, 0.2)	1.7 (0.6, 2.9)	0.6 (-3.3, 1.9)	-0.1 (-1.7, 6)	-1.2 (-2.6, 2.3)
	└ 2100		-4.1 (-4.6, 0.7)	4.8 (2, 8)	-1 (-5.5, 1)	-0.2 (-1.4, 9.1)	-3 (-5.2, 2.1)
	Anahat 2050'de	4/4	-0.6 (-3.8, 0.4)	0.8 (0, 2.1)	1.5 (-0.7, 3.3)	-1.9 (-3.4, 0.5)	-0.1 (-1.5, 2.9)
	└ 2100		-0.2 (-2.4, 1.8)	1 (0.2, 2.3)	1 (-2, 2.5)	-2.1 (-3.4, 1.1)	-0.4 (-2.4, 2.8)

\* Dahil edilen modellerin sayısı/ Denenen modellerin sayısı. Bir model, arazi verileri sunmadığı için tüm girdilerden çıkarılmıştır.

\*\* Bir model, SSP4 ile RCP1.9'a ulaşmış fakat arazi verisi sunmamıştır.

**Şekil TÖ.15 | Sosyoekonomik kalkınma, azaltım yanıtları ve araziye ilişkilendiren stratejiler (Panel B).**

**Şekil TÖ.15 (devamı): Sosyoekonomik kalkınma, azaltım yanıtları ve araziyi ilişkilendiren yollar |** Geleceğe dair senaryolar, mücadele ve sosyo-ekonominin arazi üzerindeki etkilerini anlamak için bir çerçeve sunmaktadır. Ortak Sosyo-ekonomik Stratejiler (OSS'ler) bir dizi farklı sosyo-ekonomik varsayımları kapsar (Kutu KVÖ.1). Farklı düzeylerde mücadele anlamına gelen Temsilci Konsantrasyon Stratejileri (RCP'ler)<sup>2</sup> ile birleştirilirler. 2010 yılı itibarıyle tarım arazisi, mera, biyoenerji arazisi orman ve doğal arazideki değişiklikler gösterilmiştir. Bu şekil için, tarım arazisi diğer ekilebilir arazilerin (ekili alan) yanı sıra gıda, yem ve yem bitkilerindeki tüm arazileri içerir. Bu kategori birinci nesil orman dışı biyoenerji ürünlerini (örn. etanol için mısır, etanol için şeker kamışı, biyodizel için soya fasulyesi) içerir, ancak ikinci nesil biyoenerji ürünlerini dışarıda bırakır. Mera, sadece yüksek kaliteli meraları değil, mera arazilerinin kategorilerini içerir ve FAO'nun 'kalıcı çayır ve mera' tanımına dayanır. Biyoenerji arazisi, ikinci nesil enerji ürünlerine adanmış araziyi içerir (örn. dallı dari, fil otu, hızlı büyüyen ağaç türleri). Orman, yönetilen ve yönetilmeyen ormanı içerir. Doğal araziler diğer otlak, savan ve çalışlık alanları içerir. **Panel A:** Bu panel, RCP1.9'daki OSS1, OSS2 ve OSS5 için bütüncül değerlendirme modelinin (IAM)<sup>3</sup> sonuçlarını göstermektedir. Her strateji için, gölgeli alanlar tüm IAM'ler için aralığı gösterir; çizgi, modeller arasındaki ortalamayı gösterir. RCP1.9 için OSS1, OSS2 ve OSS5 sonuçları sırasıyla beş, dört ve iki IAM'dır.<sup>4</sup> **Panel B:** Arazi kullanımı ve arazi örtüsü değişikliği, çok modelli ortalamaya ve aralığı (min, maks.) gösteren çeşitli OSS-RCP kombinasyonları için belirtilmiştir. (Kutu KVÖ.1) [1.3.2, 2.7.2, 6.1, 6.4.4, 7.4.2, 7.4.4, 7.4.5, 7.4.6, 7.4.7, 7.4.8, 7.5.3, 7.5.6, Bölüm 1'deki Kesit Kutusu 1, Bölüm 6'daki Kesit Kutusu 9]

---

<sup>2</sup> Temsilci Konsantrasyon Yolları (RCP'ler), sera gazları (GHG'ler) ve aerosollerin ve kimyasal olarak aktif gazların yanı sıra arazi kullanımı / arazi örtüsü salımlarının zaman serilerini ve konsantrasyonlarını içeren senaryolardır.

<sup>3</sup> Temsilci Konsantrasyon Yolları (RCP'ler), sera gazları (GHG'ler) ve aerosollerin ve kimyasal olarak aktif gazların yanı sıra arazi kullanımı / arazi örtüsü salımlarının zaman serilerini ve konsantrasyonlarını içeren senaryolardır.

<sup>4</sup> Temsilci Konsantrasyon Yolları (RCP'ler), sera gazları (GHG'ler) ve aerosollerin ve kimyasal olarak aktif gazların yanı sıra arazi kullanımı / arazi örtüsü salımlarının zaman serilerini ve konsantrasyonlarını içeren senaryolardır.



**Bu yayın Avrupa Birliği'nin maddi desteği ile hazırlanmıştır. İçerik tamamıyla «TEMA Vakfı» sorumluluğu altındadır ve Avrupa Birliği'nin görüşlerini yansıtma zorunda değildir.**