

Teknik Özet

Teknik Özet



TÖ

Teknik Özet

Editörler:

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

Tasarlayan Yazarlar:

Fahmuddin Agus (Endonezya), Almut Arneth (Almanya), Paulo Artaxo (Brezilya), Humberto Bar-
bosa (Brezilya), Luis G. Barioni (Brezilya), Tim G. Benton (İngiltere), Suruchi Bhadwal (Hindis-
tan), 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 (Gambi-
ya), Aziz Elbehri (Fas), Karlheinz Erb (İtalya), Jason Evans (Avustralya), Dulce Flores-Renteria
(Meksika), Felipe Garcia-Oliva (Meksika), Giacomo Grassi (İtalya/Avrupa Birliği), Kathleen Her-
mans (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 İkbâl (Pakistan), Gensuo Jia (Çin), Es-
teban 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 (Ka-
nada), Anh Le Hoang (Viet Nam), Christopher Lennard (Güney Afrika), Diqiang Li (Çin), Emma
Liwenga (Tanzanya Birleşik Cumhuriyeti), Shuaib Lwasa (Uganda), Nagmeldin Mahmoud (Su-
dan), 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 (İs-
veç), Balgis Osman Elasha (Côte d'Ivoire) Jan Petzold (Almanya), Ramón Pichs-Madruga (Küba),
Elvira Poloczanska (İngiltere), Alexander Popp (Almanya), Hans-Otto Pörtner (Almanya), Prajal
Pradhan (Almanya/Nepal), Mohammad Rahimi (İran), Andy Reisinger (Yeni Zelanda), Marta G.
Rivera-Ferre (İspanya), Debra C. Roberts (Güney Afrika), Cynthia Rosenzweig (Amerika Birle-
şik Devletleri), Mark Rounsevell (İngiltere), Nobuko Saigusa (Japonya), Tek Sapkota (Kanada/

Nepal), Elena Shevliakova (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), Ranses 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), Nouredine 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 (Zimbabve)

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;

IPCC İklim Değişikliği ve Arazi Özel Raporu Teknik Özeti Yazarlarından;

Kuraklık Kutusu (Drought Box) Yazarlarından;

Ek I: Teknik Terimler Sözlüğü (Glossary) Editörlerinden

Teknik Özet'in 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 Özet, 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 Gazı 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,]. Özet Raporun Türkçe çevirisinin Konu Danışmanı ve Türkçe Editörü: Murat Türkeş. Türkçe çeviriyi yayımlayan TEMA Vakfı, İstanbul.

Teknik Özet'in 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 linkinde bulunabilir ve buradan indirilebilir. Daha ayrıntılı bilgi için lütfen IPCC sekreteryası ile iletişime geçiniz (Adres: 7bis Avenue de la Paix, C.P. 2300, 1211 Geneva 2, İsviçre ; e-mail: ipcc-sec@wmo.int)

Raporun Türkçe çevirisi ise IPCC tarafından yapılmış resmi bir çeviri değildir. TEMA Vakfı tarafından Env.net Projesi kapsamında Türkçe'ye çevrilmiş, özgün metindeki dili en doğru şekilde yansıtmaya 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

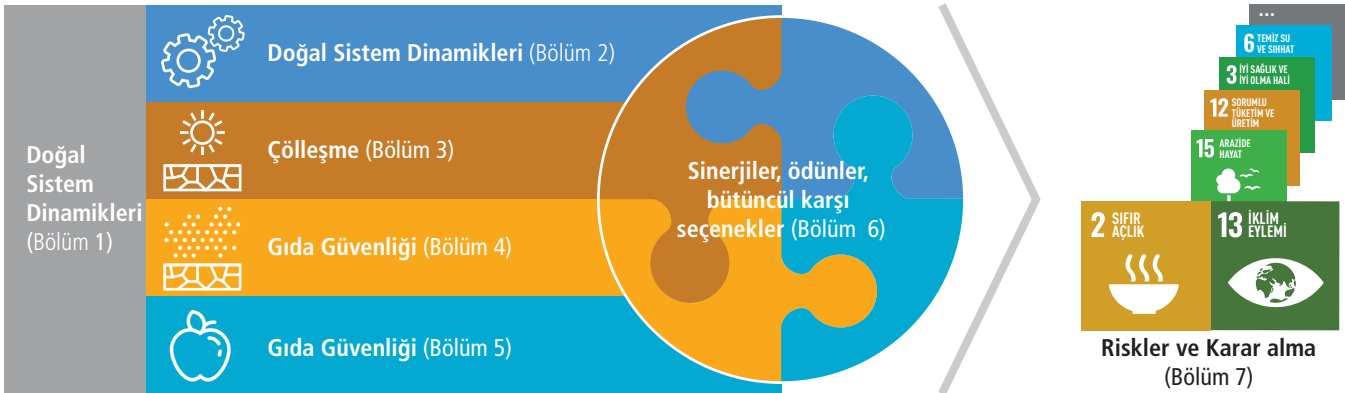
TÖ.0 Giriş

IPCC İklim Değişikliği ve Arazi Özel Raporunun (SRCCL)¹ Teknik Özeti, bölümlerdeki yönetici özetlerinin rapordan rakamlarla örneklenildiği 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 yayınlarda nerede yapıldığının 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 değişikliğine uyum sağlama ve çölleşmeyi ele alma konusunda önemli bilgilere yer verilmiştir. TÖ.4 (Bölüm 4), tüm arazi ekosistemlerinde arazi bozulmasının 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 güvenilirlik) 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 öngörülmektedir, bu rakam yaklaşık olarak yıllık küresel Gayri Safi Yurtiçi Hasıla değerine denk gelmektedir (2007 ABD Doları değerine dayalı) (*orta düzeyde güvenilirlik*). Arazi ve sağladığı biyolojik çeşitlilik, aynı zamanda bilişsel ve manevi zenginleştirme, rekreasyonel değerler, aidiyet duygusu ve estetik gibi insanlar için temel, elle tutulamayan faydaları temsil eder. Ekosistem hizmetlerini parasal yöntemlerle ele alma, toplumları, kültürleri ve yaşam kalitesini ve biyoçeşitliliğin içsel değerini şekillendiren ve maddi olmayan bu hizmetleri sıklıkla göz ardı eder. Dünya'nın arazi alanı sınırlıdır. Arazi kaynaklarını sürdürülebilir şekilde kullanmak insan refahı açısından esastır (*yüksek düzeyde güvenilirlik*). {1.1.1}

Arazi kullanımının mevcut coğrafi dağılışı, çoklu ekosistem hizmetlerinin büyük ölçüde benimsenmesi ve biyoçeşitlilik kaybı insanlık tarihinde daha önce görülmemiş bir durumdur (yüksek düzeyde güvenilirlik). 2015 yılına kadar küresel buzsuz 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 güvenilirlik*). Tarım arazileri küresel buzsuz yüzeyin %12-14'ünü kaplamaktadır. 1961'den bu yana, kişi başı küresel gıda kalorisi arzi 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 güvenilirlik*). Değişen yoğunluklarda insan kullanımı, ormanların yaklaşık %60-85'ini ve diğer doğal ekosistemlerin (örneğin, savanlar, doğal otlaklar) %70-90'ını etkiler (*yüksek düzeyde güvenilirlik*). Arazi kullanımı, küresel biyoçeşitliliğin yaklaşık %11-14 oranında azalmasına neden olmuştur (*orta düzeyde güvenilirlik*). (Şekil TÖ.2). {1.1.2}



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

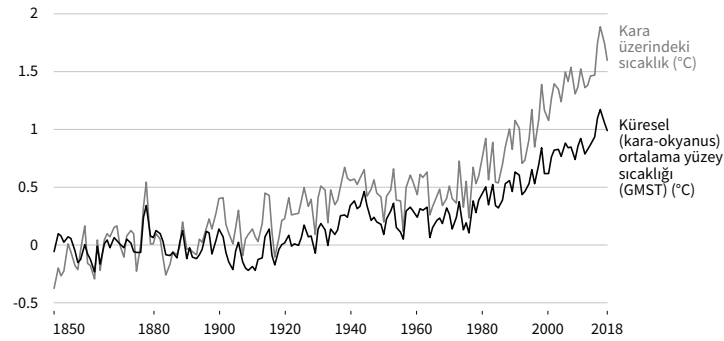
¹ Bu raporun tam başlığı IPCC Karasal Ekosistemlerde İklim değişikliği, Çölleşme, Arazi bozulumu, Sürdürülebilir Arazi Yönetimi, Gıda Güvenliği ve Sera Gazı Akısı Özel Raporudur.

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 KIYASLA SICAKLIK DEĞİŞİKLİĞİ (°C)

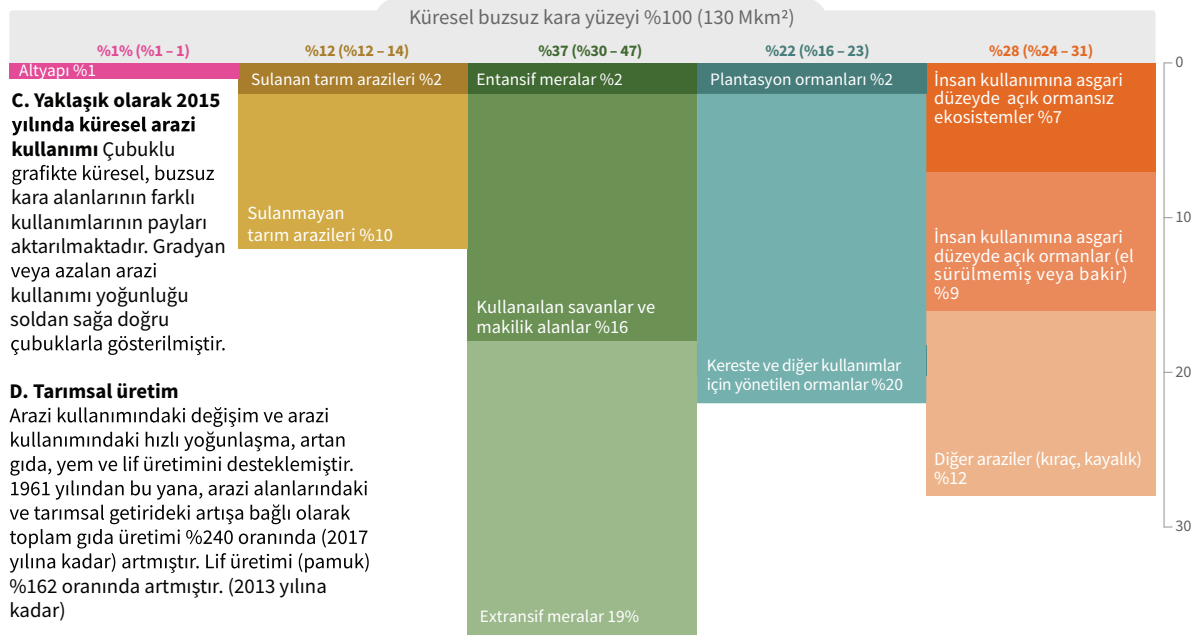
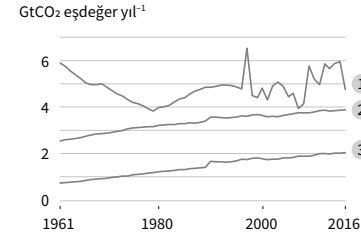


B. Sera gazı salımları

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

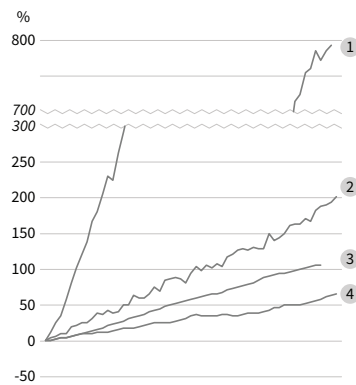
1961'den bu yana SALIMLARDAKİ DEĞİŞİM

- 1 FOLU kaynaklı Net CO₂ salımları (GtCO₂ eşdeğer yıl⁻¹)
- 2 Tarım kaynaklı CH₄ salımları (GtCO₂ eşdeğer yıl⁻¹)
- 3 Tarım kaynaklı N₂O salımları (GtCO₂ eşdeğer yıl⁻¹)



1961'e kıyasla DEĞİŞİM (%)

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

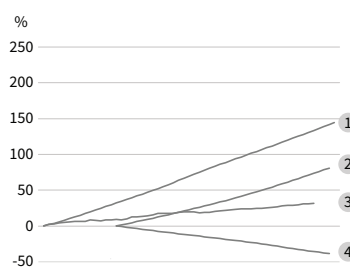


E. Gıda talebi

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

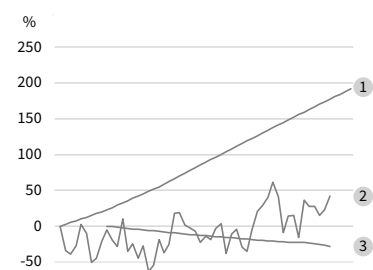


F. Çölleşme ve arazi bozulumu

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 gösterimleri.

Şekil TÖ.2 (devam): Panel A-F, bu raporda ele alınan temel konuların çoğunu 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 en kapsamlı ve mevcut verilere dayanmaktadır. D-F panellerinde y eksenleri zaman serisinin başlangıç yılına göre ifade edilmektedir (yeniden sıfıra temellendirilerek). Veri kaynakları ve notlar: **A:** Isınma eğrileri dört veri kümesinin ortalamalarıdır {2.1, Şekil 2.2, Tablo 2.1} **B:** Tarım kaynaklı N₂O ve CH₄ FAOSTAT'tan; iki hesaplama modelinin ortalaması (1997'den beri turbalık alanlardaki yangınlardan kaynaklanan salımlar dahil) kullanılarak elde edilen, FOLU kaynaklı net CO₂ salımları. CO₂-eşdeğer birimleri cinsinde ifade edilen tüm değerler, iklim-karbon geri bildirim olmayan AR5 100 yıllık Küresel Isınma Potansiyeli değerlerine dayanmaktadır (N₂O=265; CH₄=28). (Tablo SPM.1) {1.1, 2.3} **C:** Yaklaşık 2015 yılı için, küresel, buzsuz arazilerin farklı kullanımalarının paylarını, azalan arazi-kullanım yoğunluğunu yükselme ya da düşme şeklinde soldan sağa sıralı olarak betimler. Her çubuk geniş bir arazi örtüsü kategorisini temsil eder; köşeli parantez içinde belirsizlik aralıklarında 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 eksi '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 yansıtmaktadır 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 (VKİ) > 25 kg m⁻², zayıflık ise VKİ < 18.5 kg m⁻² 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 edilebilir. Nüfus verileri HYDE3.2 veri tabanındadır. 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 ısınma, küresel ortalama yüzey (kara ve okyanus) sıcaklıklarından daha hızlı bir oranda gerçekleşmiştir ve bunun arazi sistemi üzerinde gözle görülür etkileri olmuştur (yüksek düzeyde güvenilirlik). 2006-2015 dönemi için karalar üzerindeki ortalama sıcaklık, 1850-1900 dönemine kıyasla 1.53°C ve eşdeğer küresel ortalama sıcaklık değişiminden 0.66°C daha yüksektir. Isınma (değişen yağış modelleriyle birlikte) büyüme mevsimlerinin başlangıcını ve sonunu değiştirmekte, bölgesel ürün veriminin düşmesine, tatlı su varlığının azalmasına, biyolojik çeşitliliğin daha fazla zorlama altına girmesine, ağaç ölümünün (yüksek düzeyde güvenilirlik) artmasına neden olmaktadır. Artan atmosferik CO₂ seviyeleri, bitki büyümesinde gözlenen artışların yanı sıra otlaklar ve savanlarda odunsu bitki örtüsü artışlarına neden olmaktadır (orta düzeyde güvenilirlik). {1.1.2}

Arazi kaynaklarının aşırı sömürsünü 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 güvenilirlik). 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 güvenilirlik). 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 arttırabilir (yüksek düzeyde güvenilirlik). İklim değişikliği, ekosistemler ve bu ekosistemlerin sağladıkları hizmetleri doğrudan ve olumsuz etkileyerek söz konusu zorluklara neden olacaktır (yüksek düzeyde güvenilirlik). Bu çoklu etmenlere karşı hemen harekete geçmek, arazinin maddi olmayan ya da düzenleyici faydalarından ödün vermeden, gıda, lif ve su güvenliğini arttıracak, çölleşmeyi azaltacak ve arazi bozulmasını tersine çevirecektir (yüksek düzeyde güvenilirlik). {1.1.2, 1.2.1, 1.3.2– 1.3.6, Bölüm 1'deki Kesit Kutusu 1}

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

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

Bununla birlikte, araziyle ilişkili iklim değişikliği ile mücadelelenin, arazi için rekabeti arttırmayan pek çok seçeneği vardır (yüksek düzeyde güvenilirlik). Bu seçeneklerin çoğu, iklim değişikliğine uyum için ortak faydalara sahiptir (orta düzeyde güvenilirlik). Arazi kullanımı, özellikle de ormansızlaşmadan kaynaklanan CO₂ salımı, pirinç ve geviş getiren hayvan kaynaklı CH₄ salımı ve gübre kullanımından kaynaklanan N₂O salımı ile küresel sera gazı salımlarının yaklaşık dörtte birini oluşturur (yüksek düzeyde güvenilirlik). Arazi ekosistemleri de büyük miktarda karbon tüketmektedir (yüksek düzeyde güvenilirlik). Hem salımların büyüklüğünü azaltmak hem de karbon alımını arttırmak için birçok arazi yönetimi seçeneği vardır. Bu seçenekler ürün verimliliğini, toprak besin durumunu, mikro iklimi ya da biyolojik çeşitliliği arttırır ve böylece iklim değişikliğine uyumu destekler (yüksek düzeyde güvenilirlik). Buna ek olarak, gıda ve enerjinin aşırı tüketimini azaltmak gibi tüketici davranışlarındaki değişiklikler, arazi kaynaklı sera gazı salımlarının azaltılmasına yardımcı olacaktır (yüksek düzeyde güvenilirlik). 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 ölçekleri 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 arttıracaktır (yüksek düzeyde güvenilirlik). Beslenmeyi arttırmak için gıdaya erişimin, faydalanmanın, kalitenin ve güvenliğin iyileştirilmesi ve daha düşük salımlarla uyumlu küresel olarak eşit beslenme biçimlerinin teşvik edilmesi, arazi kullanımı ve gıda güvenliği üzerinde gösterilebilir olumlu etkilere sahiptir (yüksek düzeyde güvenilirlik). Gıda güvenli-

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

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

Bölgesel ve ülkelere özgü bağlamlar, iklim değişikliğine ve etkilerine, mücadele ve uyum (*yüksek düzeyde güvenilirlik*) 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 bozulmasına 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 güvenilirlik*). {1.3, 1.4}

Ölçekler arası, sektörler arası ve kapsayıcı yönetim, etkili uyumu ve mücadeleyi (*yüksek düzeyde güvenilirlik*) destekleyen eşgüdümlü bir politika sağlayabilir. İklim değişikliği ve sürdürülebilir arazi yönetimi zorluklarının ele alınmasında yerel, ulusal, sınır ötesi ve uluslararası gibi yönetim düzeyleri arasında koordinasyon eksikliği vardır. Politika tasarımı ve formülasyonu genellikle güçlü bir şekilde sektörelidir 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 güvenilirlik*) yanıt imkânı sağlayacaktır. Kadınların ve yerli halkın araziye erişim ve kullanım haklarını göz önünde bulunduran kapsamlı yönetim, arazi kaynaklarının eşit paylaşımını arttırır, gıda güvenliğini teşvik eder ve arazi kullanımı ile ilgili mevcut bilgileri arttırır, bu da mücadele ve uyum fırsatlarını artırabilir (*orta düzeyde güvenilirlik*). {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 güvenilirlik*). Katılımcı ve paydaşlarla birlikte yaratım süreçleri, gelecekteki sürdürülebilir kalkınma stratejilerinin tasarlanmasında senaryoların kullanımını kolaylaştırabilir (*orta düzeyde güvenilirlik*). 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 güvenilirlik*). Mevcut senaryo yaklaşımları, bugünden arzu edilen gelecek planlarına ya da vizyonlarına ulaşmasını 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 modellemede ilerlemelere ihtiyaç vardır. {1.2.2, Bölüm 1'deki Kesit Kutusu 1}

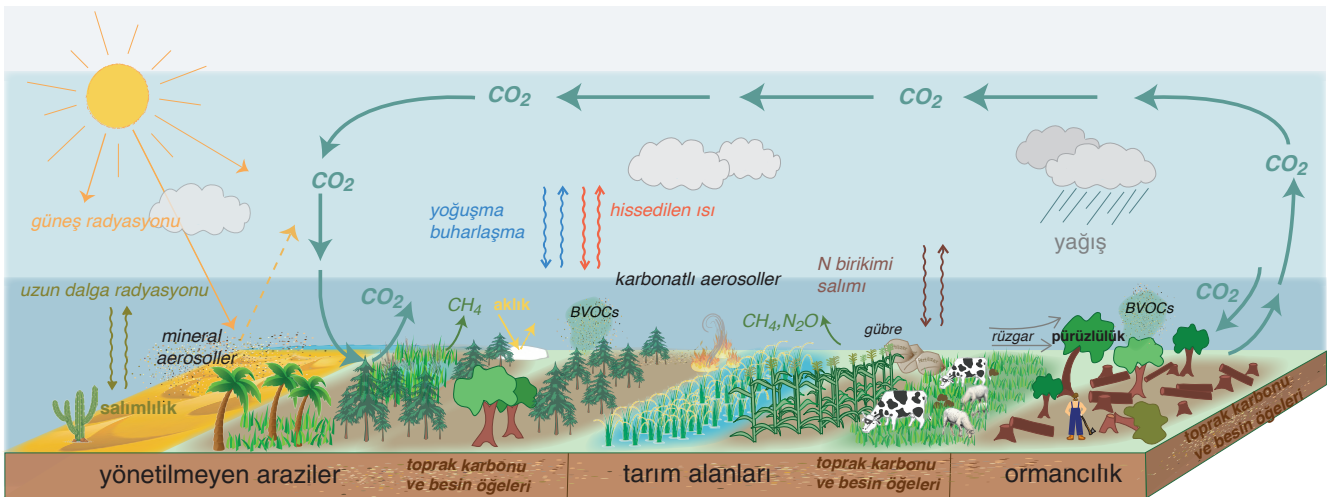
TÖ.2 Arazi-iklim etkileşimleri

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

Sanayi öncesi dönemden (1850–1900) günümüze (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°C artarken (*büyük olasılıkla* 1.38°C ila 1.68°C arasında), küresel yüzey sıcaklığı ortalaması ise 0.87°C *olasılıkla* 0.75°C ila 0.99°C arasındadır) artmıştır. Bağımsız olarak üretilen dört veri kümesinin mevcut olduğu 1880-2018 dönemi için LSAT artışı 1.41°C (1.31 – 1.51°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 gücün arazideki değişimlerinin bir sonucu olarak LSAT'ların, SST'den daha yüksek bir oranda artıyor olduğu konusunda hemfikirlerdir (*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 güvenilirlik*). 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 güvenilirlik*) 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 güvenilirlik*); bu da yapılarını, bileşimlerini ve işlevlerini değiştirebilir. Ek olarak, yüksek enlem ısınmasının, abiyotik (örn. Kuraklık, ateş) ve biyotik (örn. Zararlılar, hastalık) ajanlar (*yüksek düzeyde güvenilirlik*) yoluyla permafrost çözülmesini hızlandırması ve boreal ormanlardaki bozulmayı arttırması öngörülmektedir. {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 güvenilirlik*). Bu, insan etkinlikleri ile bağlantılı doğrudan (örn. arazi kullanımı ve yönetimi, ormanların korunması ve genişlemesi) ve dolaylı (yani, CO_2 gübrelemesi, uzun büyüme mevsimi, küresel ısınma, azot birikimi, dağılmış radyasyonun artması) etmenlerin bir araya gelmesinden kaynaklanır (*yüksek düzeyde güvenilirlik*). Daha sıcak iklimde kuraklık ve sıcak hava dalgalarında artış olacağı öngörülen pek çok bölgede esmerleşme eğilimleri (fotosentetik aktiviteyi azaltan) beklenir. Küresel yeşillendirme ve



Şekil TS.3 | Yerel, bölgesel ve küresel iklimi etkileyen yönetilen ve yönetilmeyen ekosistemlerin yapısı ve işleyişi. 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 (BVOC'ler) 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 güvenilirliktedir. {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 güvenilirlik). 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 güvenilirlik). Sıcak hava dalgalarının dünyanın pek çok yerinde frekans, yoğunluk ve sürede artması beklenmektedir (yüksek düzeyde güvenilirlik) ve kuraklık sıklığı ve yoğunluğunun, özellikle Akdeniz, orta Avrupa, Amazonların güneyi ve Güney Afrika dahil olmak üzere hali hazırda kuraklığa eğilimli bazı bölgelerde artması öngörülmektedir (orta düzeyde güvenilirlik). Bu değişiklikler ekosistemleri, gıda güvenliğini ve sera gazı akışları (yüksek düzeyde güvenilirlik) dahil olmak üzere arazi süreçlerini etkileyecektir. {2.2.5}

İklim değişikliği, insan etkinliğinin yanı sıra orman yangını yönetim sisteminin belirlenmesinde (orta düzeyde güvenilirlik) artan bir rol oynamaktadır: Gelecekteki iklim değişikliğinin tropikal yağmur ormanları gibi birçok bölgesel iklim ve bitki örtüsünde orman yangınları riskini ve şiddetini artırması beklenmektedir (yüksek düzeyde güvenilirlik). Yangın hava mevsimleri 1979 ve 2013 arasında küresel olarak uzadı (düşük düzeyde güvenilirlik). Yanmış küresel arazi alanı, özellikle otlaklarda ve savanlarda daha az yanma (yüksek düzeyde güvenilirlik) nedeniyle son yıllarda azalmıştır. Kuraklık, yangın salımlarının zorlama sebebi olmaya devam ederken, bazı tropikal ve ılıman bölgelerde, normale göre daha nemli geçen yıllarda, bitki örtüsünün alevlenmesini arttıran daha yüksek sıcaklıklar nedeniyle yangın aktivitesinde yakın zamanda bir artış meydana gelmiştir (orta düzeyde güvenilirlik). Ayrıca, Boreal alan daha büyük ve daha sık yangınlar deneyimlemektedir ve bu daha sıcak iklim koşullarında artabilir (orta düzeyde güvenilirlik). {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 güvenilirlik) net önemli bir kaynağıdır ve antropojen karbondioksit (CO₂), metan (CH₄) ve diazot monoksit (N₂O) salımlarının, 2007-2016'daki CO₂ eşdeğerleriyle, yaklaşık %23'üne neden olur (orta düzeyde güvenilirlik). AFOLU, hem atmosfere gelen CO₂'den, CH₄ ve N₂O salımlarına hem de bunların uzaklaştırılmasına sebep olur (yüksek düzeyde güvenilirlik). Bu akışlar doğal ve insan etmenlerinden (sürücüler) eşzamanlı olarak etkilenir ve bu da doğal olan akışları antropojen akışlardan ayırmayı zorlaştırır (çok yüksek düzeyde güvenilirlik). (Şekil TÖ.3) {2.3}}

Hem yönetilen hem de yönetilmeyen arazilerdeki toplam net kara atmosferi CO₂ akışı, modellere göre 2007'den 2016'ya küresel anlamda net uzaklaştırma sağladı (-6.0 ± 3.7GtCO₂ yıl⁻¹ olası aralık). Bu net uzaklaştırma iki ana bileşenden oluşur: (i) ormansızlaşma ve ormanlaştırma / yeniden ormanlaştırma (toplam net antropojen CO₂ salımlarının yaklaşık % 13'ü) dahil olmak üzere arazi

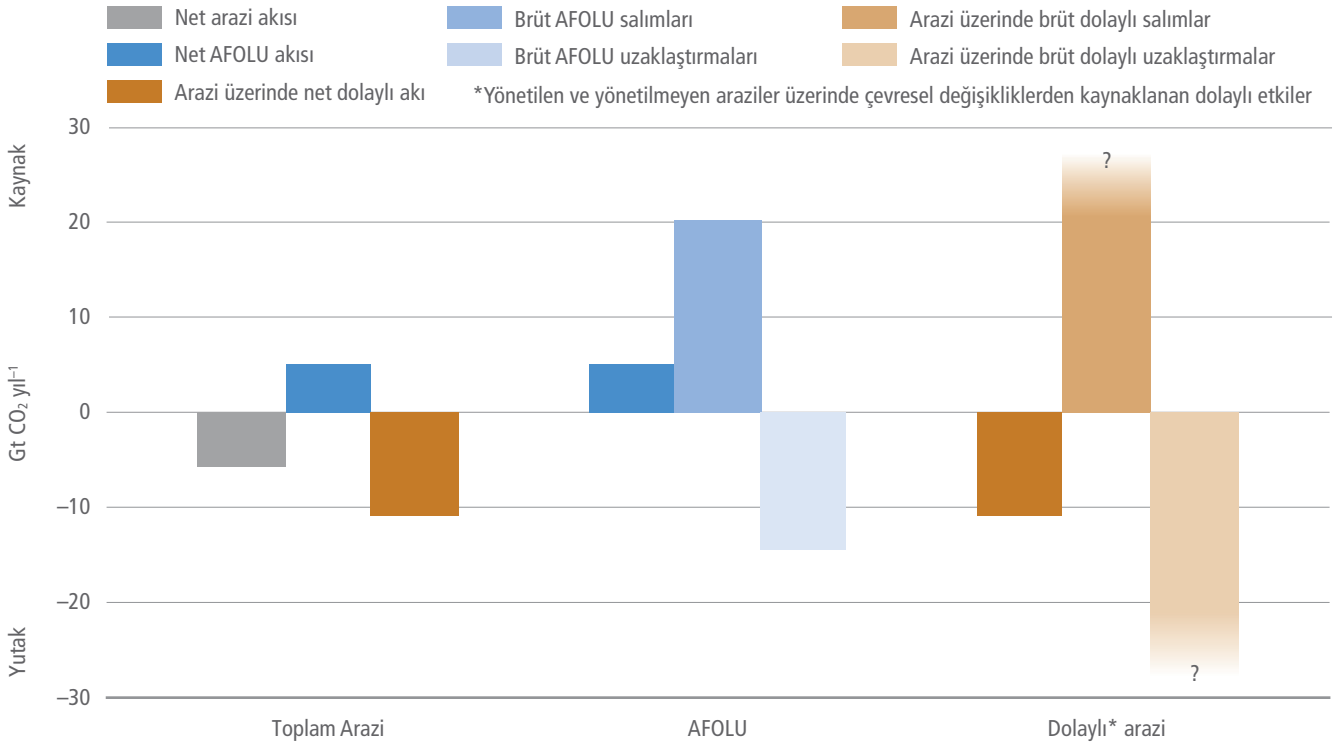
örtüsü değişikliğine dayanan AFOLU kaynaklı modellenmiş net antropojen salımlar 5.2 ± 2.6 GtCO₂ yıl⁻¹ (olası aralık) 'dır (orta düzeyde güvenilirlik) ve (ii) artan CO₂, azot birikimi ve iklim değişiklikleri gibi çevresel değişiklikler nedeniyle yönetilen ve yönetilmeyen alanlarda antropojen olmayan süreçlerden kaynaklanan modellenmiş net uzaklaştırmalar 11.2 ± 2.6 GtCO₂ yıl⁻¹'dir (olası aralık) (tüm antropojen etkinliklerden (fosil yakıt, sanayi ve AFOLU) yayılan CO₂'nin % 29'unun uzaklaştırılmasını sağlar (orta düzeyde güvenilirlik). {2.3.1}

Arazi sektörüne yönelik antropojen CO₂ salımlarını ve uzaklaştırmaları kestirmek için küresel modeller ve ulusal sera gazı envanterleri farklı yöntemler kullanır. Yöntemlerdeki farklılıkların dikkate alınması- Paris Anlaşması'nın küresel envanterleri (orta düzeyde güvenilirlik) gibi- arazi sektörü net salımının anlaşılmasını artırabilir. 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 yönergeleriyle 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 ± 1.0 GtCO₂ yıl⁻¹ iken, iki küresel kayıttan tutma modelinin ortalaması 5.1 ± 2.6 GtCO₂ 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 CO₂ akışı, iki karşıt brüt akıştan oluşur: (i) ormansızlaşma, toprakların ekimi ve ağaç ürünlerinin oksidasyonu kaynaklı brüt salımlar (20 GtCO₂ yıl⁻¹) ve (ii) büyük ölçüde odun hasadı ve tarımsal terkin ardından orman büyümesi kaynaklı brüt uzaklaştırma (-14 GtCO₂ yıl⁻¹), (orta düzeyde güvenilirlik). (Şekil TÖ.4) {2.3.1}

Arazi, 2006-2017 dönemi için antropojen CH₄ salımlarının %44'ünü (orta düzeyde güvenilirlik) oluşturan net bir CH₄ kaynağıdır. T2000 ve 2006 yılları arasında atmosferik CH₄ birikimlerinin yükselmesindeki duraklama ve ardından gelen yenilenen artış, kısmen arazi kullanımı ve arazi kullanımı değişikliği ile ilişkili görünmektedir. Atmosferdeki 13C izotopunun yakın zamandaki tükenme eğilimi, mevcut CH₄ 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 güvenilirlik). AR5'in bulguları ile uyumlu olarak, tropikal sulak alanlar ve turbalıklar, yıllar arası değişikliğin ve mevcut CH₄ konsantrasyon (birikim) artışlarının (orta kanıt, yüksek anlaşma) önemli itici güçleri olmaya devam etmektedir. Geviş getirenler ve pirinç yetiştiriciliğinin yaygınlaşması da mevcut eğilimde önemli bir artışa neden olmaktadır (orta kanıt, yüksek anlaşma). Atmosferde kayda değer miktarda ve devam eden CH₄ birikimi vardır (çok yüksek düzeyde güvenilirlik). {2.3.2}}

Teknik Özet



Şekil TÖ.4 | Arazi kaynaklı net ve brüt CO₂ akıları (2008-2017 için yıllık ortalamalar). Sol: Toprak ve atmosfer arasındaki toplam net CO₂ akısı (gri) iki bileşenli akıyla 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 akısına katkıda bulunan brüt salımlar ve uzaklaştırmalar. Sağda: Arazi yutağına katkıda bulunan brüt salımlar ve uzaklaştırmalar.

AFOLU, özellikle topraklara azot uygulaması nedeniyle N₂O'nun temel antropojen kaynağıdır (yüksek düzeyde güvenilirlik). Ekili alanlarda, N₂O 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 N₂O ve N salmaktadır. N₂O 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 N₂O salımlarında nispeten küçük artışlara neden olacaktır. Uygulama oranlarının yüksek olduğu ve bazı büyüme sezonlarında ürün talebini aştığı bölgelerde uygulama oranlarında azaltmaya gitmenin salımların azaltılmasında çok büyük etkileri olacaktır. (orta kanıt, yüksek anlaşma). {2.3.3}

Yönetilen meralar (mera ve otlaklar) otlatma alanlarının sadece dörtte birini oluşturmasına karşın bu meralara uygulanan azot girdisindeki hızlı artış otlakların yarattığı salımda oranısız bir büyümeye neden oldu ve bu meralar 1961 ve 2014 yılları arasında otlak alan kaynaklı N₂O salımlarının dörtte üçünden fazlasına neden oldular (orta düzeyde güvenilirlik). Otlatma arazileri (çayır ve meralar) toplam antropojen N₂O salımlarının üçte birinden ya da tarımsal salımların yarısından fazlasından sorumludur (yüksek düzeyde güvenilirlik). Salımlar büyük ölçüde Kuzey Amerika, Avrupa, Doğu Asya ve Güney Asya'dan gelmektedir, ancak sıcak noktalar Avrupa'dan Güney Asya'ya kaymaktadır (orta düzeyde güvenilirlik).

Gelecekte iklim değişikliği nedeniyle bitki örtüsü ve topraklardan kaynaklı artan salımların CO₂ gübrelemesine bağlı olarak potansiyel yutakları etkisizleştirilmesi beklenmektedir (düşük düzeyde güvenilirlik). Bitki örtüsü ve toprak organik karbonunun (SOC) artan atmosferik CO₂ birikimine ve iklim değişikliğine verdiği yanıtlar gözlemlerle sınırlı değildir (orta düzeyde güvenilirlik). Besin maddesi (örn., azot, fosfor) erişilebilirliği, artan CO₂ koşullarında gelecekteki bitki büyümesini ve karbon depolamasını sınırlandırabilir (yüksek düzeyde güvenilirlik). 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 güvenilirlik) üzerinden karbon kayıplarını hızlandıracaktır. Yüksek enlem ve yüksek irtifa (yüksekti) permafrostunun çözülmesi, SOC kaybı oranlarını artıracak ve CO₂ ve CH₄ salımları arasındaki dengeyi değiştirecektir (orta düzeyde güvenilirlik). Daha sıcak iklimlerde artan solunum ile gelişmiş bitki büyümesinden kaynaklanan karbon alımı arasındaki denge, gelecekteki arazi karbon yutağının büyüklüğü için önemli bir belirsizliktir (orta düzeyde güvenilirlik). {2.3.1, 2.7.2, Kutu 2.3}

Biyofiziksel ve biyojeokimyasal arazi zorlamaları ve iklim sistemini geri beslemeleri

İnsan kullanımı ya da iklim değişikliği kaynaklı arazi koşullarındaki değişiklikler, bölgesel ve küresel iklimi etkiler (yüksek düzeyde güvenilirlik). Küresel ölçekte, bu, karadaki CO₂, CH₄ ve N₂O

salımlarındaki ya da uzaklaştırılmalarındaki değişikliklerden (biyojeokimyasal etkiler) ve yüzey albedosundaki değişikliklerden kaynaklanmaktadır (*çok yüksek düzeyde güvenilirlik*). Arazi ve atmosfer arasındaki su buharı ve enerjiyi yeniden dağıtan herhangi bir yerel arazi değişikliği, bölgesel iklimi etkiler (*biyofiziksel etkiler; yüksek düzeyde güvenilirlik*). 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 güvenilirlik*) ve kuvvetli yağış olayları (*orta düzeyde güvenilirlik*) dahil, birçok aşırı olayın olasılığını, şiddetini ve süresini değiştirir. Kuru toprak koşulları, azaltılmış buharlaşma ve artmış hissedilir ısı yoluyla yaz sıcak hava dalgası koşullarını artırır 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 artırır (*orta düzeyde güven*). {2.5.1, 2.5.2, 2.5.3}

Antropojen arazi örtüsündeki tarihsel değişiklikler, biyofiziksel etkilerin (*orta düzeyde güvenilirlik*) zayıflamasıyla azaltılan biyojeokimyasal etkiler (*çok yüksek düzeyde güvenilirlik*) 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 gözlemsel tahminlerle $+0.25 \pm 0.10^{\circ}\text{C}$ oranında arazi temelli sera gazı salımlarından kaynaklanmaktadır. Artan yüzey albedo ve azalan türbülanslı 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 küçüktür. 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, büyüklükleri senaryoya bağlı olan biyojeokimyasal ısınmaya ve biyofiziksel soğumaya neden olacaktır (*yüksek düzeyde güvenilirlik*). 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 güvenilirlik*) tarafından öngörülmüştür. Küresel iklim modellerine göre $0.10 \pm 0.14^{\circ}\text{C}$ 'lik küresel biyofiziksel soğuma öngörülmektedir ve bunun arazi temelli ısınmayı (*düşük düzeyde güvenilirlik*) azaltacağı öngörülmektedir. 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 güçlüdür, ancak biyofiziksel soğumada ($-0.10 \pm 0.21^{\circ}\text{C}$) olduğu gibi az kanıta dayanır. {2.5.2}

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

siminin uzunluğunu arttıracacağı ve permafrostu çözeceği boreal bölgelerde, bölgesel kış ısınması azalan yüzey albedo ve kar nedeniyle artacakken, büyüme mevsimi boyunca daha yüksek düzeyde terleme ve buharlaşma nedeniyle ısınma etkisi azalacaktır (*orta düzeyde güvenilirlik*). İklim değişikliğinin yağışı arttıracacağı tropikal bölgelerde, bitki örtüsü büyümesi ve ilişkili terlemedeki ve buharlaşmadaki artış, bölgesel 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 güvenilirlik*). Arazideki değişiklikleri takiben suyun ve enerjinin yerel olarak yeniden dağıtılması, 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 güvenilirlik*) şehirlerde ve çevresindeki ısınmayı artıracaktır (kentsel ısı adası). Kentsel ve şehirlerarası tarım ve daha genel olarak kentsel yeşillendirme, gıda güvenliği ve düşük toprak-su-hava kirliliği için ortak faydalarla birlikte mücadeleye (*orta düzeyde güvenilirlik*) ve uyuma (*yüksek düzeyde güvenilirlik*) katkıda bulunabilir. {Bölüm 2'deki Kesit Kutusu 4}

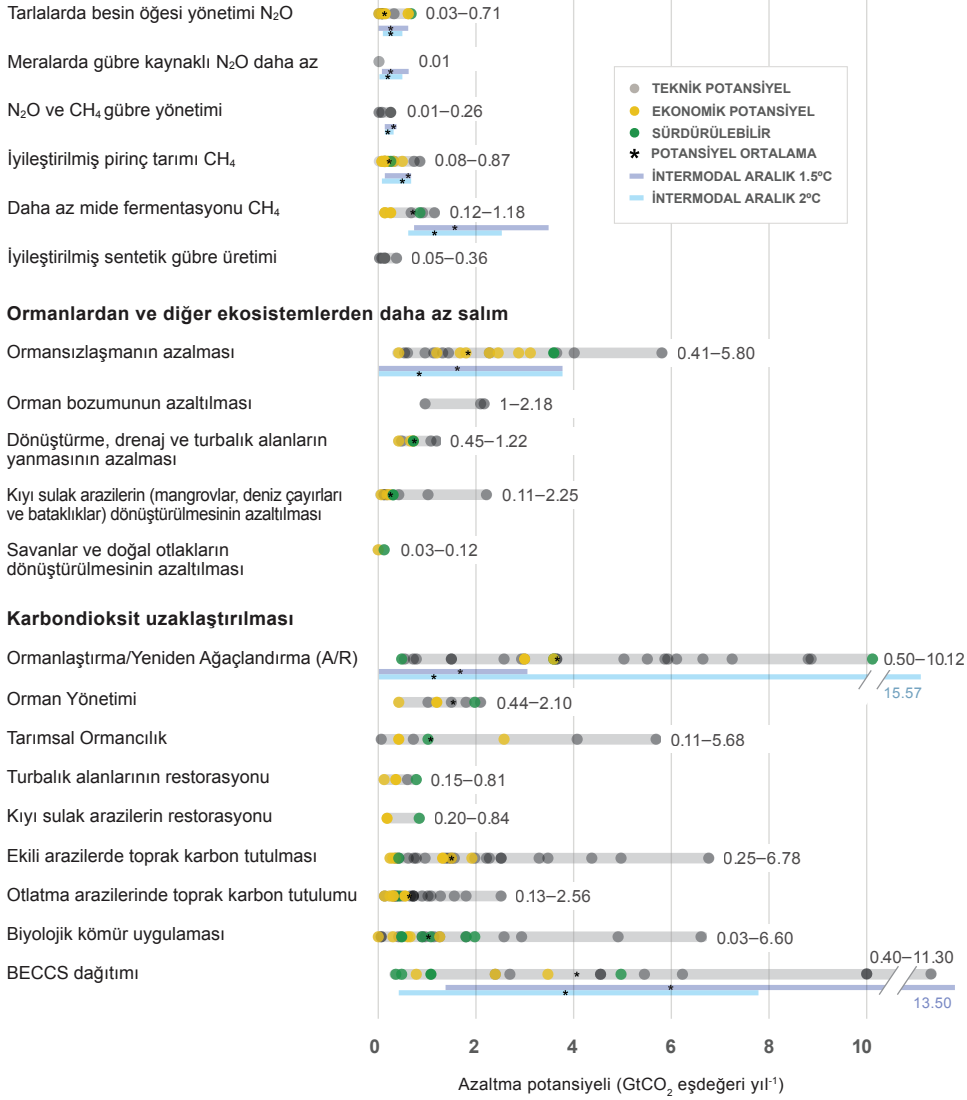
Bölgesel iklim, doğal arazi aerosollerinden (*orta düzeyde güven*) (örneğin mineral tozu, siyah, kahverengi ve organik karbon) güçlü bir şekilde etkilenmektedir. Ancak tarihsel eğilimlere, yıllararası ve on yıllık değişkenliklere ve gelecekteki değişimlere düşük düzeyde güvenilirlik vardır. Orman örtüsü,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

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

Paris Anlaşması uyarınca ülkeler tarafından Ulusal Katkı Beyanlarında (UKB) yüklenen 2030 yılına yönelik mücadele kalemlerinin yaklaşık dörtte birinin arazi temelli azaltım seçeneklerinden gelmesi bekleniyor (*orta düzeyde güvenilirlik*). Ülkeler tarafından sunulan UKB'lerin çoğu arazi temelli mücadeleyi içermesine rağmen, çoğu ayrıntıdan yoksundur. Bazıları açıkça azalmış ormansızlaşma ve orman yutaklarına atıfta bulunurken, birkaç 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 2010 yılındaki net akışa kıyasla, 2030 yılında $0.4\text{--}1.3 \text{ GtCO}_2 \text{ yıl}^{-1}$ net uzaklaştırma ile sonuçlanacağı beklenmektedir (*orta düzeyde güvenilirlik*). {2.6.3}

ARAZİ YÖNETİMİ

Tarım kaynaklı salımların azalması



TALEP YÖNETİMİ

Atık ve Kayıplar

Gıda ve tarımsal atıkların azaltılması

Beslenme Biçimleri

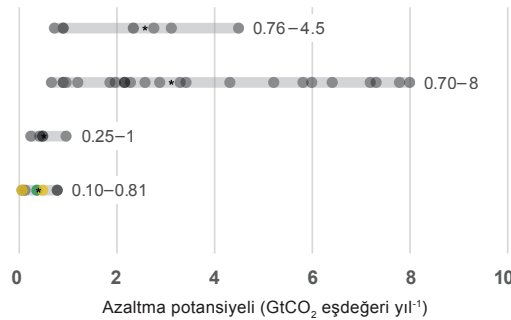
Bitki bazlı beslenme biçimlerine geçiş

Odun Ürünler

Çimento/çelik kullanımına geçişte artış

Yakıt Odun

Daha temiz ocaklarda artış



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

Şekil TÖ.5 | Roe ve arkadaşlarından uyarlanan, GtCO₂-eşdeğer yıl⁻¹ ölçülen 2020-2050 dönemi için karşı seçeneklerinin mücadele potansiyeli. (2017).

Şekil TÖ.5 (devam): Mücadele potansiyelleri, 2010'dan sonra yayınlanan çalışmalardan alınan düşük ila yüksek kestirimlerin tamamını yansıtmaktadır; 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 türevde) mücadele potansiyeli tahminlerini açıkça sağlayan referansları CO₂ eşdeğer yıl⁻¹'de (ya da benzer bir türevde) dahil ediyoruz. Bazıları arazi için rekabet unsuru olduğundan, arazi yönetimi potansiyelleri için tüm seçenekler ilave edilmemiştir. Kestirimler doğrudan karşılaştırılabilir ya da ilave edilebilir olmayabilecek bir dizi metodolojiyi (tanımlar, küresel ısınma potansiyelleri ve değerlendirme tarihi dahil) yansıtır. IAM'lerden elde edilen sonuçlar, OSS Veri tabanındaki (sürüm 2.0) 2°C ve 1.5°C senaryolu mevcut kategorilerde, tek seçeneği "aşağıdan yukarıya" tahminlerle karşılaştırılarak gösterilmiştir. Modeller arazi yönetimi değişikliklerini yansıtır, ancak bazı durumlarda karbon fiyatlarından gelen talep yönlü etkileri de yansıtabilir; bu yüzden, sadece "arz tarafı" olarak tanımlanamayabilir.

Çeşitli mücadele seçeneklerinin, azaltılmış salımlar ve Karbon Dioksit Uzaklaştırması (CDR) (yüksek düzeyde güvenilirlik) sayesinde 2050 yılına kadar >3 GtCO₂-eşdeğer yıl⁻¹ teknik potansiyeli vardır ve bu seçeneklerden bazıları arazi ve diğer kaynaklar için rekabet ederken, diğerleri arazi talebini azaltabilir (yüksek düzeyde güvenilirlik). Her bir yanıt seçeneğinin teknik potansiyeli ile ilgili öngörüler, her koşulda eklenmez AFOLU salımlarını azaltmaya yönelik en büyük potansiyel, azaltılmış ormansızlaşma ve orman bozulumu (0.4–5.8 GtCO₂-eşdeğer yıl⁻¹) (yüksek düzeyde güvenilirlik), bitki bazlı beslenmeye yönelik değişim (0.7–8.0 GtCO₂-eşdeğer yıl⁻¹) (yüksek düzeyde güvenilirlik) ve azaltılmış gıda ve tarımsal atıklar (0.8–4.5 GtCO₂-eşdeğer yıl⁻¹) (yüksek düzeyde güvenilirlik) aracılığıyla gerçekleşir. Birlikte alınan tarımsal önlemler 0,3–3,4 GtCO₂-eşdeğer yıl⁻¹ (orta düzeyde güvenilirlik) kadar azaltım sağlayabilir. CDR için en büyük potansiyelli seçenekler arasında ormanlaştırma/ yeniden ormanlaştırma (0.5–10.1 CO₂-eşdeğer yıl⁻¹) (orta düzeyde güvenilirlik), ekili arazi ve otlaklardaki karbon tutulumu (0.4–8.6 CO₂-eşdeğer yıl⁻¹) (yüksek düzeyde güvenilirlik) ve Karbon Tutma ve Depolama ile Biyoenerji (BECCS) (0.4–11.3 CO₂-eşdeğer 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 güvenilirlik). Örneğin orman alanının genişlemesi, tipik olarak CO₂'yi atmosferden uzaklaştırır ve böylece küresel ısınmayı (biyojeokimyasal etki, yüksek düzeyde güvenilirlik) 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 güvenilirlik) daha serin günler getirir. Uyku mevsiminde, özellikle orman örtüsünün albedoyu (yüksek düzeyde güvenilirlik) azalttığı karla kaplı alanlarda, ormanlar diğer kara örtülerinin hepsinden daha sıcaktır. Küresel ölçekte, boreal ormanlaştırma / yeniden ormanlaştırmanın 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 güvenilirlik). {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 güvenilirlik). Daha kuvvetli iklim hedefleri, özellikle CDR olmak üzere arazi temelli mücadele seçeneklerine daha

fazla dayanmaktadır (yüksek düzeyde güvenilirlik). 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 GtCO₂ yıl⁻¹ ortalama değerleriyle) hem de BECCS (sırasıyla –6,5, –11 ve –14,9 GtCO₂ yıl⁻¹) ile elde edilmektedir. CH₄ ve N₂O salımları, gelişmiş tarım ve hayvancılık yönetimi sayesinde salım yoğun hayvancılık ürünlerinden uzaklaşan beslenme değişimleri ile 133.2, 108.4 ve 73.5 MtCH₄ yıl⁻¹ ve 2100'e dair aynı senaryo dizisi için 7.4, 6.1 ve 4.5 MtN₂O yıl⁻¹ değerinde azaltılır (yüksek düzeyde güvenilirlik). Yüksek biyoenerji ürün üretimi seviyeleri, gübre kullanımı nedeniyle artan N₂O salımlarına neden olabilir. Bu senaryoları üreten Entegre Değerlendirme Modelleri, arazi kullanımının küresel ve bölgesel ısınma üzerindeki biyofiziksel etkilerini çoğunlukla ihmal etmektedir. {2.5, 2.6.2}

Isınmayı 1.5 ya da 2°C ile sınırlayan mücadele seçeneklerinin büyük ölçekli uygulanması, ormanlaştırma/yeniden ormanlaştırma ve biyoenerji ürünleri için geniş arazilerin dönüştürülmesini gerektirecektir ve bu da kısa vadeli karbon kayıplarına neden olabilir (yüksek düzeyde güvenilirlik). Mücadele stratejilerinde küresel orman alanının değişimi, 2010 ile 2100 arasında yaklaşık –0,2 ile +7,2 Mkm² 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 Mkm² arasındadır (yüksek düzeyde güvenilirlik). 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 yüzyıla kadar uzanan – gerektirebilen BECCS için arazi biyoenerji ürünlerine dönüştürmekten daha büyüktür (karbon borcu), (orta düzeyde güvenilirlik). (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 dengelemede 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 aza 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 arttıracaktır (yüksek düzeyde güvenilirlik). {2.6.2}

TÖ.3 Çölleşme

Çölleşme, hepsi birlikte kurak alanlar olarak bilinen kurak, yarı kurak ve kurakça yarı nemli alanlardaki arazi bozuludur; 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 düzeyde güvenilirlik). 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, büyüklüğünün 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 düzeyde güvenilirlik*). Diğer kurak bölgelerde çölleşmeyi deneyimlemiştir. Çölleşme halihazırda tarımsal üretkenliği ve gelirleri azaltmıştır (*yüksek düzeyde güvenilirlik*) ve bazı kurak bölgelerde biyolojik çeşitliliğin kaybına yol açmıştır (*orta düzeyde güvenilirlik*). Birçok kurak alanda, istilacı tesislerin yayılması ekosistem hizmetlerinde kayıplara yol açarken (*yüksek düzeyde güvenilirlik*), aşırı çekme yeraltı suyunun tükenmesine yol açmıştır (*yüksek düzeyde güvenilirlik*). Sürdürülemez arazi yönetimi, özellikle kuraklık ile birleştiğinde yüksek kuru fırtına etkinliğine neden olmuş ve bu da kuru alanlarda ve ötesinde insan refahını azaltmıştır (*yüksek düzeyde güvenilirlik*). Toz fırtınaları, 2005 yılında küresel olarak yaklaşık 402 000 kişinin kardiyopulmoner ölüm oranıyla ilişkilendirilmiştir. Kum fırtınalarının ve kumul hareketlerinin yoğunluğu ulaşım, güneş ve rüzgâr enerjisiyle hasat alma alt yapılarında bozulmaya ve zarara neden olmaktadır (*yüksek düzeyde güvenilirlik*). (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 düzeyde güvenilirlik). İklim değişkenliğinin ve antropojen iklim değişikliğinin, özellikle hem kara yüzeyi hava sıcaklığında ve terleme-buharlaşmada 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 düzeyde güvenilirlik*). {3.1.4, 3.2.2, 3.4.2}

İklim değişikliği birçok çölleşme sürecini şiddetlendirecektir (orta düzeyde güvenilirlik). CO₂ gübreleme etkisi kurak alanlarda bitki örtüsünün verimliliğini artırmasına karşın (*yüksek düzeyde güvenilirlik*), su varlığındaki azalmalar birçok kurak alandaki CO₂ gübrelenmesinden daha büyük bir etkiye sahiptir. Bazı yerlerde kuraklığın artması yüksek bir ihtimaldir, ancak kurak alan çoraklığında (*orta düzeyde 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

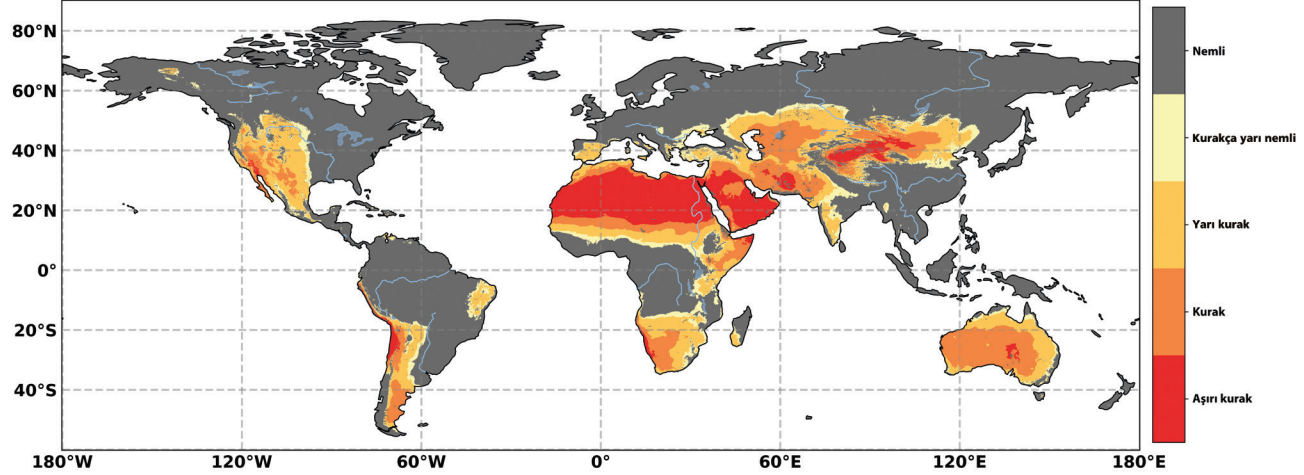
çok kurak alandaki su kaynaklı toprak erozyonu potansiyelini (*orta düzeyde güvenilirlik*) arttıracığı ve bunun da bazı kurak alanlardaki toprak organik karbon düşüşüne yol açacağı öngörülmektedir. {3.1.1, 3.2.2, 3.5.1, 3.5.2, 3.7.1, 3.7.3}

Çölleşmeden kaynaklanan risklerin iklim değişikliği nedeniyle artması öngörülmektedir (yüksek düzeyde güvenilirlik) 1.5°C, 2°C ve 3°C küresel ısınma senaryosu OSS2 ('İlımlı') 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 öngörülmektedir. 2°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 kayıplar da (yüksek düzeyde güvenilirlik) dahil, kurak alan ekosistem hizmetlerinin teminini ve ekosistem sağlığını azaltacaktır. Çölleşme ve değişen iklimin, ürün ve hayvancılık verimliliğinde azalmaya (*yüksek düzeyde güvenilirlik*) neden olacağı, bitki türlerinin kompozisyonunu değiştireceği ve kurak alanlarda biyolojik çeşitliliği azaltacağı öngörülmektedir (*orta düzeyde güvenilirlik*). Artan CO₂ seviyeleri, bazı bölgelerde birtakım istilacı bitki türlerinin daha hızlı yayılmasını destekleyecektir. Otçulların kullanılabileceği kaynakların kalitesinde ve miktarında azalma, yırtıcılar için zincirleme sonuçlar doğuracak (*sınırlı düzeyde kanıt, düşük uzlaşma*) ki bu da potansiyel olarak yıkıcı zincirleme ekolojik kayıplara sebep olabilir. Öngörülen sıcaklık artışları ve bazı kurak alanlardaki kuraklık olaylarının şiddeti, orman yangını oluşumunu arttırabilir (*orta düzeyde güvenilirlik*). {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 düzeyde güvenilirlik). İklim değişkenliği, antropojen iklim değişikliği ve çölleşmeden kaynaklanan zorlamaların birleşimi, yoksulluğa, gıda güvensizliğine ve artan hastalık yüküne (*yüksek düzeyde güvenilirlik*) ve potansiyel olarak çatışmalara (*düşük düzeyde güvenilirlik*) 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 teşviğe sebep olabilir (*orta düzeyde güven*). Kadınlar, özellikle tarımsal geçim kaynaklarına daha fazla bağımlı olan bölgelerde (*orta düzeyde 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 düzenekler yoluyla, çölleşme, iklim değişikliğini şiddetlendirir (yüksek düzeyde güvenilirlik). Kurak koşulların (sıcaklıktan çok) CO₂ 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 öngörülmektedir. Bu alanlarda net karbon alımı diğer alanlardan yaklaşık %27 daha düşüktür (*düşük düzeyde güvenilirlik*). Çölleşme, al-



Şekil TÖ.6 | Kuraklık indisine (AI) göre sınırlandırılmış kurak (arid) alanların coğrafi dağılışı. AI'nın sınıflandırması: Nemli $AI > 0.65$, Kurakça yarınemli $0.50 < AI \leq 0.65$, 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).

bedoyu artırma eğiliminde olup yüzeydeki mevcut enerjiyi ve ilişkili yüzey sıcaklıklarını azaltır ve iklim değişikliği bakımından olumsuz sonuç yaratır (*yüksek düzeyde güvenilirlik*). 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 artırır (*yüksek düzeyde güvenilirlik*). 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 güvenilirlik*). Kurak alanlardaki SLM uygulamaları, tarımsal üretkenliği artırır ve ortak mücadele yararları aracılığıyla (*yüksek düzeyde güvenilirlik*) iklim değişikliğine uyuma katkıda bulunur. Toprak bozulmasını azaltmak ve tarımsal üretim sistemlerinin iklim değişikliğinin etkilerine karşı direncini arttırmak için bütüncül ürün, toprak ve su yönetimi önlemleri kullanılabilir (*yüksek düzeyde güvenilirlik*). 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 malç örtüsünün korunmasını içerir. Koruma tarımı, tarımla geçiren ailelerin iklim değişikliğine uyum sağlama kapasitesini artırır (*yüksek düzeyde güvenilirlik*) ve 0.04 ve 0.4 t ha⁻¹ aralığında değişen tarımsal uygulamalardaki değişiklikleri takiben karbon tutulum oranlarında sayısal kestirimlerle toprak organik karbonunda zaman içinde artışlara yol açabilir (*orta düzeyde güvenilirlik*). Sürdürülebilir otlatma ve yeniden bitkilendirmeye dayanan mera yönetim sistemleri, mera verimliliğini ve ekosistem hizmetlerinin akışını artırır (*yüksek düzeyde güvenilirlik*). Tuz toleranslı ürünlerin birlikte kullanımı, iyileştirilmiş sulama uygulamaları, kimyasal iyileştirme önlemleri

ve uygun malç ve kompost, ikincil tuzlanmanın etkisini azaltmada etkilidir (*orta düzeyde güvenilirlik*). Kumul dengeleme tekniklerinin uygulanması, kum ve toz fırtınalarının azaltılmasına katkıda bulunur (*yüksek düzeyde güvenilirlik*). Tarımsal ormancılık uygulamaları ve rüzgâr siperleri, toprak erozyonunu azaltmaya ve karbonu tutmaya yardımcı olur. 'Yeşil duvarlar' ve 'yeşil setler' şeklinde rüzgâr siperleri oluşturmayı amaçlayan ormanlaştırma programları, özellikle yerel olarak uyarlanmış yöreye özgü ve iklime dayanıklı diğer ağaç türleriyle yapıldığında, toz fırtınalarının dengelenmesine ve azaltılmasına, rüzgâr 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 güvenilirlik*). Arazi onarımına yatırılan her 1 Amerikan dolarının 30 yıllık bir süre içinde yaklaşık 3-6 Amerikan dolarlık sosyal getirisi 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 arttırmaya yönelik faydalarına rağmen, güvenli olmayan arazi kullanım süresi, kredi ve tarımsal danışmanlık 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 dirençliliğin artırılmasına ve çölleşmeyle savaşıma (*orta düzeyde güvenilirlik*) 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 çıkamamaktadır. ILK ve yeni SLM teknolojilerinin birlikte kullanılması, iklim değişikliği ve çölleşme sorunlarına karşı dayanıklılığın artırılmasına katkıda bulunabilir (*yüksek düzeyde güvenilirlik*) {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 güvenilirlik*). Arazi Bozulmasının Dengelenmesi (LDN) politikalarının uygulanması, toplumların çölleşmeyi önlemesine, azaltmasına ve tersine çevirmesine imkân tanır ve böylece mücadele ortak faydalarıyla birlikte (*yüksek düzeyde güvenilirlik*) iklim değişikliğine uyuma katkıda bulunur. Arazi kullanım güvenliğinin güçlendirilmesi, ekili arazilerde toprak koruma önlemlerinin alınmasını sağlayan önemli bir etmendir (*yüksek düzeyde güvenilirlik*). Çiftlik içi ve çiftlik dışı geçim çeşitlendirme stratejileri, kırsal hanelerin çölleşmeye ve kuraklık gibi aşırı hava olaylarına karşı dayanıklılığını arttırmaktadır (*yüksek düzeyde güvenilirlik*). Kolektif eylemin güçlendirilmesi, çölleşmenin nedenlerini ve etkilerini ele almak ve iklim değişikliğine uyum sağlamak için önemlidir (*orta düzeyde güvenilirlik*). 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 güvenilirlik*). İyileştirilmiş piyasa erişimi, tarımsal karlılığı yükseltmekte ve iklim değişikliğine uyumu ve SLM'ye (*orta düzeyde güvenilirlik*) yatırımları motive etmektedir. Ekosistem hizmetleri için yapılan ödemeler, SLM uygulamalarını benimsemeleri için arazi kullanıcılarına ilave teşvikler sunar (*orta düzeyde güvenilirlik*). Kırsal danışmanlık hizmetlerine erişimin genişletilmesi SLM hakkındaki bilgiyi arttırmakta ve daha geniş bir şekilde benimsenmelerini kolaylaştırmaktadır (*orta düzeyde güvenilirlik*). 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 güvenilirlik*). Kuraklık riskini mücadele ve kuraklık ihtimaline hazırlıklı olmaya dayanan, kuraklıklara yönelik politik müdahaleler, kuraklık kaynaklı hasarların sınırlandırılmasında, reaktif kuraklık giderme çabalarından daha etkilidir (*yüksek düzeyde güvenilirlik*). {3.4.2, 3.6.2, 3.6.3, Bölüm 3'teki Çapraz Bölüm Kutusu 5}

İklim değişikliği ve çölleşmenin birleşik etkilerine uyumun sınırları hakkındaki bilgiler yetersizdir. Bununla birlikte, artık riskler ve uyumsuz sonuçlar için potansiyel yüksektir (*yüksek düzeyde güvenilirlik*). Kurak alanlarda uyum sınırlarına ilişkin deneysel kanıtlar sınırlıdır. Uyuma yönelik potansiyel sınırlamalar arasında, tersine çevrilemez çölleşme biçimlerinden kaynaklanan arazi verimliliği kayıpları bulunmaktadır. Kalan riskler, iklim değişikliğinin etkilerinden kaynaklanan verim kayıplarını 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 araziye ilk üretkenlik seviyesine geri döndürebilir. Kurak alanlarda tarımsal yoğunlaşmayı destekleyen bazı etkinlikler, çevre üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle uyumsuz hale gelebilir (*orta düzeyde güvenilirlik*) Çözümler olsa bile, sosyal, ekonomik ve kurumsal kısıtlamalar bunların uygulanmasında engel oluşturabilir (*orta düzeyde güvenilirlik*) {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 güvenilirlik*) yardımcı 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 güvenilirlik*) 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 güvenilirlik*). Çölleşmeyle ilgili bilgi ve bilgi akışı şu anda parçalanmış durumdadır. Gelişmiş bilgi ve veri alışverişi ve paylaşımı, LDN'ye ulaşma çabalarının etkinliğini arttıracaktır (*yüksek düzeyde güvenilirlik*). Veri toplamak için uzaktan algılanan bilgilerin genişletilmiş kullanımı, LDN'ye ulaşmada 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, gezegendeki insanları ve ekosistemleri etkiler ve hem iklim değişikliğinden etkilenir 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 bozulumdur. Ormansızlaşma, ormanın orman dışı toprağa dönüştürülmesidir ve arazinin bozulumuna neden olabilir. {4.1.3}

Arazi bozulumu insanların geçim kaynaklarını olumsuz etkiler (çok yüksek düzeyde güvenilirlik) ve Yerkürenin buzsuz arazi alanının (orta düzeyde güvenilirlik) dörtte birinden fazlasında etkilidir. Etkilenen 1.3 ila 3.2 milyar insanın çoğunluğu (düşük düzeyde güvenilirlik) gelişmekte olan ülkelerde yoksulluk içinde yaşıyor (orta düzeyde güvenilirlik). Arazi kullanımındaki değişiklikler ve sürdürülemez arazi yönetimi, arazi bozulumunu doğrudan etkileyen insan kaynaklı nedenlerdir; tarım ise bozulmayı tetikleyen baskın bir sektördür (çok yüksek düzeyde güvenilirlik). Geleneksel olarak işlenmiş topraklardan kaynaklanan toprak kaybı, toprak oluşum oranının 2 katından fazlasıdır (orta düzeyde güvenilirlik). Arazi bozulumu insanları, pazarlar, teknoloji, eşitsizlik ve demografik değişim (çok yüksek düzeyde güvenilirlik) 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 etkileyerek (çok yüksek düzeyde güvenilirlik) 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 büyüklüğünü artırmakta ve yeni bozulma modellerini beraberinde getirmektedir (yüksek düzeyde güvenilirlik). İnsan kaynaklı küresel ısınma, arazi bozulumunun iki önemli nedeninde gözlenen değişikliklere neden olmuştur. Bunlar: artan sıklık, yoğunluk ve / veya aşırı yağış tutarı (orta düzeyde güvenilirlik) ve artan ısı stresidir (yüksek düzeyde güvenilirlik). Bazı bölgelerde deniz seviyesinin yükselmesi, kıyı erozyonunu (orta düzeyde güvenilirlik) şiddetlendirmiştir. Günümüzde olduğunun ötesinde bir küresel ısınma, artan sel (orta düzeyde güvenilirlik), kuraklık sıklığı ve şiddeti (orta düzeyde güvenilirlik), artan siklonlar (orta düzeyde güvenilirlik) ve deniz seviyesinin yükselmesi (çok yüksek düzeyde güvenilirlik) aracılığıyla devam etmekte olan arazi bozulma süreçlerini, arazi yönetimi tarafından (çok yüksek düzeyde güvenilirlik) düzenlenen sonuçlarla birlikte daha da kötüleştirecektir. Isınmaya bağlı permafrost çözülmesi (yüksek düzeyde güvenilirlik), deniz seviyesinin yükselmesi ve değişen fırtına yollarının (düşük düzeyde güvenilirlik) 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 güvenilirlik). 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 güvenilirlik). {4.2.1, 4.2.2, 4.2.3, 4.4.1, 4.4.2, 4.9.6, Tablo 4.1}

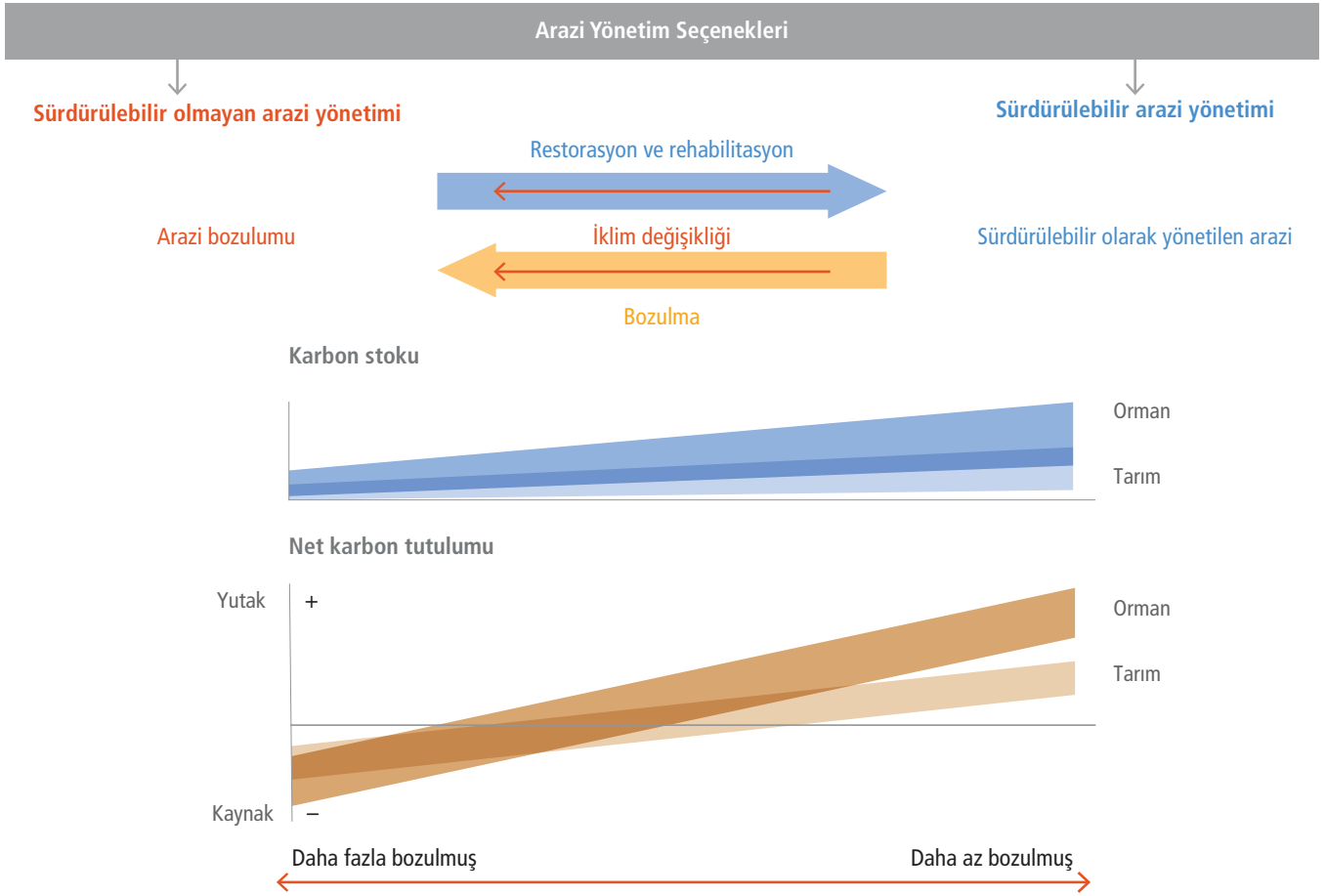
Arazi bozulumu ve iklim değişikliğinin hem tek tek hem de birlikte, doğal kaynak temelli geçim sistemleri ve toplumsal gruplar için derin etkileri vardır (yüksek düzeyde güvenilirlik). Geçim kaynağı bozulmuş topraklara bağlı olan insan sayısının dünya çapında yaklaşık 1.5 milyar olduğu öngörülmektedir (çok düşük düzeyde güvenilirlik). 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 güvenilirlik). Arazi bozulumu arazi verimliliğini düşürür ve bazı bölgelerde kadınları orantısız olarak etkileyen arazi yönetim iş yükünü artırır. Arazi bozulumu ve iklim değişikliği, hali hazırda istikrarsız olan geçim kaynakları (çok yüksek düzeyde güvenilirlik) için tehdit çarpanları olarak hareket eder, bu da onları yoksulluk ve gıda güvensizliği (yüksek düzeyde güvenilirlik) ve bazı durumlarda göç, çatışma ve kültürel miras kaybı (düşük düzeyde güvenilirlik) gibi aşırı iklim olaylarına karşı oldukça hassas bırakır. İklim değişikliğine bağlı gerçekleşen bitki örtüsü ve dağılımındaki değişiklikler, bazı bölgelerde arazi bozulma riskini arttırmaktadır (orta düzeyde güvenilirlik). Artan arazi bozulma oranları (yüksek düzeyde güvenilirlik) 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 oranların bağlı olarak iklim değişikliğinin itici bir gücüdür (çok yüksek düzeyde güvenilirlik). 1990 yılından bu yana, küresel olarak orman alanı, tropikal bölgelerde net düşüşler ve tropikal bölgelerde net artışlarla birlikte (yüksek düzeyde güvenilirlik) %3 (düşük düzeyde güvenilirlik) oranında azalmıştır. Ormansızlaşma öncesindeki karbon stoklarına oranla, yeniden büyüyen ormanlardaki daha düşük karbon yoğunluğu, arazi kullanımı değişikliği nedeniyle net salımlar ile sonuçlanmaktadır (çok yüksek düzeyde güvenilirlik). Orman arazilerinin karbon stoklarını azaltan orman yönetimi de salımlara yol açmaktadır, ancak bu salımların küresel tahminleri belirsizdir. Tarım toprakları ekimden öncesinde, organik karbon içeriğinin %20-60'ını kaybetmiştir ve geleneksel tarım altındaki topraklar sera gazı kaynağı olmaya devam etmektedir (orta düzeyde güvenilirlik). 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 çözülmesidir (yüksek düzeyde güvenilirlik). Tarımsal uygulamalar, topraktan CO₂ olmayan sera gazı da salmaktadır ve bu salımlar iklim değişikliği (orta düzeyde güvenilirlik) ile daha da artmaktadır. Birincil alanın yönetilen ormanlara dönüştürülmesi, yasadışı ağaç kesimi ve sürdürülemez orman yönetimi sera gazı salımlarına (çok yüksek düzeyde güvenilirlik) yol açar ve albedo kaymalarından (orta düzeyde güvenilirlik) 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 arttırmaktadır (yüksek düzeyde güvenilirlik). Örneğin, gübre uygulamaları, sulama ya da tek kültürlü enerji plantasyonları yoluyla biyokütle üretiminin kapsamının ve yoğunluğunun artırılması, yerel arazi bozulumuna neden olabilir. Arazi yönetiminde kötü uygulamanın yoğunlaşması, arazi

bozulumuna (örn. sulamadan kaynaklanan tuzlama) ve azalan geçim kaynaklarına (*yüksek düzeyde güvenilirlik*) sebep olur. Daha önce bozulmuş topraklarda ormanlaştırma ve yeniden ormanlaştırmanın olduğu alanlarda, restorasyonun doğal ya da ekili ormanları içerip içermediğine bağlı olarak, potansiyel olarak önemli yararları olan toprakları iyileştirme ve ıslah etme fırsatları mevcuttur (*yüksek düzeyde güvenilirlik*). Bozulmuş arazilerin toplam alanının 10-60 Mkm² olduğu öngörülmektedir (*çok düşük düzeyde güvenilirlik*). 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 güvenilirlik*) nedeniyle başka yerlerde arazi bozulumuna yol açabilir (*orta düzeyde güvenilirlik*). Enerji ekinlerinin etkileri, tarım ve ormanlık sistemleri ile stratejik entegrasyon aracılığıyla azaltılabilir (*yüksek düzeyde güvenilirlik*), ancak sinerjik üretim sistemleri yoluyla 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 faydalar sağlarken (*çok yüksek düzeyde güvenilirlik*) arazi bozulumunu ve CO₂ 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 güvenilirlik*). Gelişmiş orman koruması, iyileştirilmiş orman ve tarım yönetimi, yakıt değiştirme ve verimli pişirme ve ısıtma 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 azaltılabilir. (*çok yüksek düzeyde güvenilirlik*). {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 şekil. 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 gerekir. İnsanların arazi kullanımının türleri ve yoğunluğu ve iklim değişikliğinin arazi üzerindeki etkileri, onların karbon stoklarını ve karbon yutakları olarak çalışma yeteneklerini etkilemektedir. Yönetilen tarım arazilerinde bozulma, tipik olarak toprak verimi ve karbon yutaklarını da olumsuz etkileyen toprak organik karbon stoklarının azalmasıyla sonuçlanır. Orman arazisinde, sadece biyokütle karbon stoklarındaki azalma, muhakkak karbon yutaklarındaki bir azalmanın göstergesi olmayabilir. Sürdürülebilir bir şekilde yönetilen orman alanları, daha düşük biyokütle karbon yoğunluğuna sahip olabilir; ancak, daha genç ormanlar daha yüksek bir büyüme oranına sahip olabilir ve bu nedenle yaşlı ormanlara kıyasla daha güçlü karbon yutaklarına katkıda bulunabilir. Orman ve tarım alanlarındaki karbon yutakları birbiriyle 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
Tarımsal toprakların erozyona uğraması	Salım: CO ₂ , N ₂ O			Topraktaki organik maddenin artırılması, toprak işlemez, uzun ömürlü ürünler, erozyon kontrolü, tarımsal ormancılık, 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	Otlatma zorlaması	Isınma eğilimi
Ormansızlaştırma	Salım, CO ₂			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 ₂ Daha az karbon yutağı			Ormanların korunması, sürdürülebilir orman yönetimi	4.1.5, 4.5, 4.8.3, 4.8.4, 4.9.3	Tarımın genişlemesi	Kuruma eğilimi
Aşırı otlatma	Salım: CO ₂ , CH ₄ Albedo artışı			Kontrollü otlatma, 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 ₂ , CH ₄ Albedo artışı			Temiz pişirme (sağlık açısından, özellikle kadınlar ve çocuklar için eş faydalar)	3.6.3, 4.5.4, 4.8.3, 4.8.4	Yakacak odun	Değişken yağış rejimleri
Sıklığı ve yoğunluğu artan yangınlar	Salım: CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O Salım: aerosoller, Albedo artışı			Yakıt yönetimi, yangın yönetimi	3.1.4, 3.6.1, 4.1.5, 4.8.3, İlgili Bölüm, Kutu 3, Bölüm 2		Şiddetlenen siklonlar
Tropikal turbalı alanların bozulumu	Salım: CO ₂ , CH ₄			Turbalık alanların restorasyonu, erozyon kontrolü turbalı arazilerin kullanımının düzenlenmesi	4.9.4		Deniz seviyesinin yükselmesi
Permafrost çözülmesi	Salım: CO ₂ , CH ₄			Yerleşim ve alt yapının yeniden düzenlenmesi	4.8.5.1		
Kıyı erozyonu	Salım: CO ₂ , CH ₄			Sulak alanlar ve kıyı bölgelerin 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		
Çalılık yayılması	Tutunum: CO ₂ , Albedo azalması			Otlatma arazilerinin yönetimi, yangın yönetimi	3.6.1.3, 3.7.3.2		

Şekil TÖ.8 | İnsan ve iklim etmenleri etkileşimi çöleşmeyi ve arazi bozulumunu şiddetlendirebilir. Şekil, temel çöleşme ve arazi bozulumu sorunlarını, bunların iklimi nasıl etkilediğini ve temel sürücülerini olası çözümleriyle göstermektedir. İklim değişikliği, devam etmekte olan birkaç arazi bozulma ve çöleşme sürecinin hızını ve büyüklüğünü arttırmaktadır. Arazi bozulumu ve çöleşmenin insan kaynaklı itici güçleri arasında büyüyen tarım, tarımsal uygulamalar ve orman yönetimi bulunmaktadır. Dolayısıyla, arazi bozulumu ve çöleşme de sera gazı salımları, düşük karbon tutulumu oranları ve ekosistemlerin gelecekteki karbon yutağı gibi davranma kapasiteleri yoluyla iklim değişikliğinin sürücüleridir. İklim değişikliği üzerindeki etkiler ısınma (kırmızı renkte) ya da soğuma (mavi renkte) şeklindedir.

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 güvenilirlik). Sürdürülebilir arazi yönetimi, yerel çiftliklerden (çok yüksek düzeyde güvenilirlik) tüm havzalara (orta düzeyde güvenilirlik) kadar çok sayıda peyzaj ölçeğinde 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 gazı salımlarını azaltma hedeflerine katkıda bulunabilir. Sürdürülebilir orman yönetimi sosyo-ekonomik faydalar yaratır ve toplumun artan ihtiyaçlarını karşılamak için lif, kereste ve biyokütle sağlar. Sürdürülebilir orman yönetimi yüksek karbon yutaklarının devamlılığını sağlarken, birincil ormanlardan sürdürülebilir yöneti-

len ormanlara dönüşüm, biyolojik çeşitliliğin geçişi ve kaybı (yüksek düzeyde güvenilirlik) sırasında karbon salımına neden olabilir. Bunun aksine, bozulmuş orman alanlarında sürdürülebilir orman yönetimi, karbon depolanmasını ve biyolojik çeşitliliği artırabilir (orta düzeyde güvenilirlik). 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 ısınmayı 1.5°C ya da 2°C ile sınırlamak için gereken salım azaltımlarıyla da uyumsuzdur (yüksek düzeyde güvenilirlik). Toprakların daha iyi yönetimi, mevcut küresel antropojen sera gazı salımlarının %5-20'sini giderebilir (orta düzeyde güvenilirlik). Arazi bozulumun-

dan kaçınmak, azaltmak ve tersine çevirmek için önlemler mevcut; ancak, kaynaklara ve bilgiye erişim eksikliği de dahil ekonomik, politik, kurumsal, yasal ve sosyo-kültürel engeller, bu önlemlerin alınmasını kısıtlamaktadır (*çok yüksek düzeyde güvenilirlik*). Arazi bozulmasını 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 bozulmasını ele alma maliyetlerini arttırır ve tersine çevrilemez biyofiziksel ve insani sonuçlara neden olabilir (*yüksek düzeyde güvenilirlik*). Erken eylemler, arazi bozulmasından etkilenen topluluklara hem bölgeye özgü hem de hemen görülen faydalar sağlayabilir ve iklim değişikliğinin hafifletilmesi yoluyla uzun vadeli küresel faydalara katkıda bulunabilir (*yüksek düzeyde güvenilirlik*). (Şekil TÖ.7) {4.1.5, 4.1.6, 4.7.1, 4.8, Tablo 4.2}

Arazi bozulmasını önlemek, azaltmak ve tersine çevirmek için yeterli önlemler alınsa bile, bazı durumlarda bozulma olacaktır (*yüksek düzeyde güvenilirlik*). Uyum kısıtlamaları dinamiktir, sahaya özgüdür ve biyofiziksel değişikliklerin sosyal ve kurumsal koşullarla etkileşimi yoluyla belirlenir. Uyum sınırlarının aşılması, artan kayıpları tetikleyecek ya da zorunlu göç, çatışmalar ya da yoksulluk gibi istenmeyen değişikliklere neden olacaktır. İklim değişikliği kaynaklı arazi bozulmasına bağlı olarak oluşan potansiyel uyum sınırlarına örnekler arasında, kıyı erozyonu (arazinin kaybolduğu yerlerde, 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 bozulması ciddi ve yaygın bir sorun olmakla birlikte, kapsamı, şiddeti ve iklim değişikliğiyle olan bağlantıları konusunda kilit belirsizlikler devam etmektedir (*çok yüksek düzeyde güvenilirlik*). Arazi bozulmasının kapsamını ve şiddetini objektif olarak ölçmenin zorluklarına rağmen, karmaşık ve değer temelli özellikleri göz önüne alındığında, arazi bozulması- iklim değişikliği ile birlikte- insanlık için en büyük ve en acil sorunlardan biridir (*çok yüksek düzeyde güvenilirlik*). Arazi bozulmasının mevcut küresel kapsam, şiddet ve oranları iyi ölçülmemiştir. Arazi bozulmasının geniş alanlarda nesnel ve tutarlı bir şekilde ölçülebileceği tek bir yöntem yoktur, çünkü bu çok karmaşık ve değer yüklü bir kavramdır (*çok yüksek düzeyde güvenilirlik*). Bununla birlikte, İLK kullanımı da dahil olmak üzere mevcut birçok bilimsel ve yerel temelli yaklaşım, arazi bozulmasının farklı yönlerini değerlendirebilir ya da temsili değerler sağlayabilir. Diğer verilerle doğrulanan 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 bozulması 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}

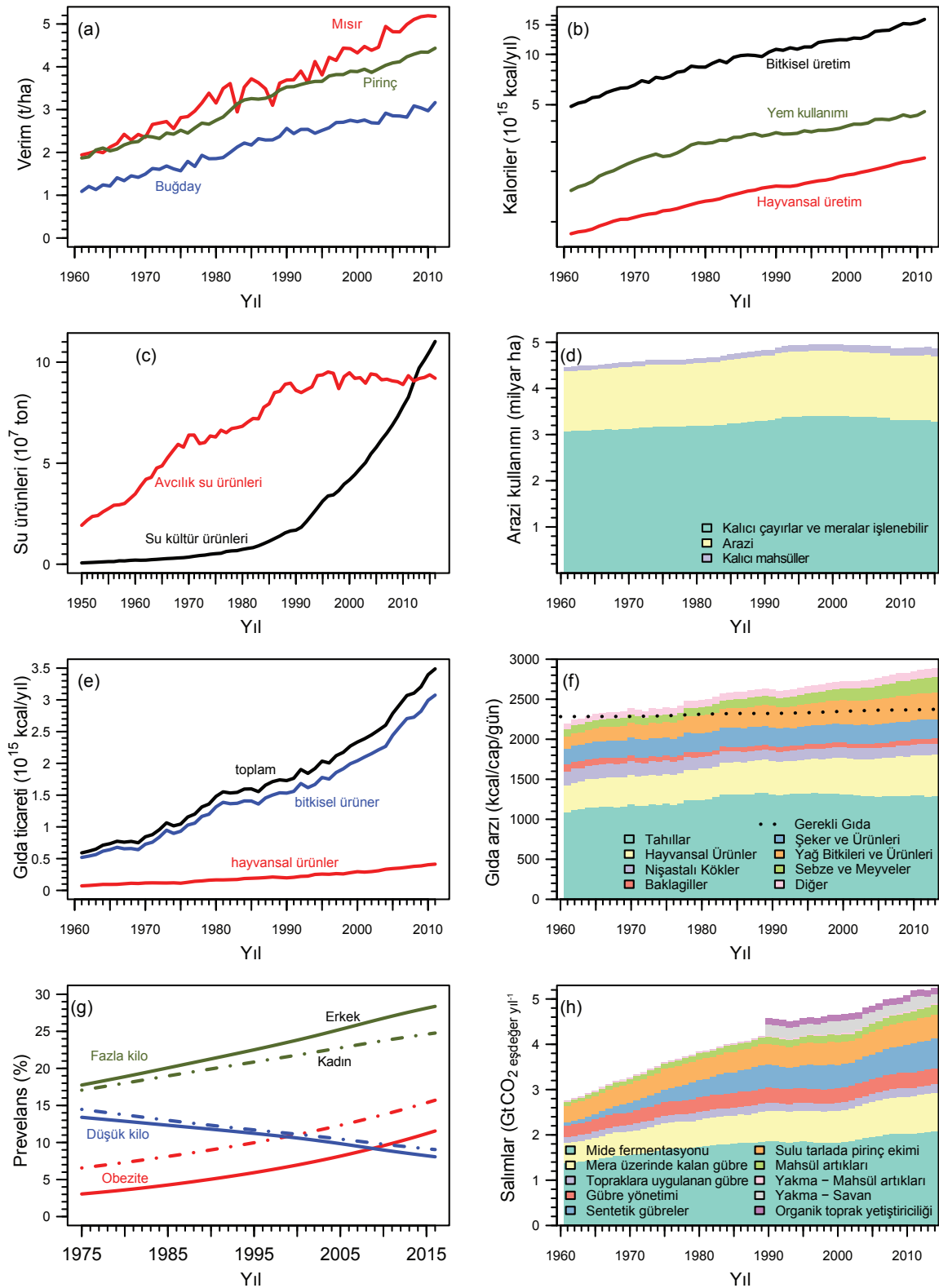
TÖ.5 Gıda güvenliği

Mevcut gıda sistemi (üretim, nakliye, işleme, paketlenme, 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 yoluyla (*yüksek düzeyde güvenilirlik*) gıda güvenliğini hali hazırda etkilemektedir. İklim değişikliğini ürün rekoltelerini 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 etkilendiğini göstermiştir. Kuraklık ile birleşen ısınma, Akdeniz'in bazı bölgelerinde verim üzerinde önemli olumsuz etkilere neden olmuştur. İLK'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 güvenilirlik*). OSS 1, 2 ve 3'te, küresel ürün ve ekonomik modeller, iklim değişikliği (RCP 6.0) nedeniyle 2050'de %1-29 tahıl fiyatı artışı öngörmüştür ve bu da tüketicileri daha yüksek gıda fiyatları nedeniyle küresel olarak etkileyecektir; bölgesel etkiler değişecektir (*yüksek düzeyde güvenilirlik*). 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 güvenilirlik*). Artan CO₂'nin, düşük sıcaklık artışlarında ürün verimliliği için yararlı olacağı öngörüldükçe, besin kalitesini (*yüksek düzeyde güvenilirlik*) düşüreceği beklenmektedir (örn., 546-586 ppm CO₂'de yetiştirilen 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 güvenilirlik*). Artan aşırı olaylar ve bu olayların başka öğelerle bağlantılı olması, gıda sisteminde bozulma riskleri artmaktadır (*yüksek düzeyde güvenilirlik*). {5.2.3, 5.2.4}

Kırsal sistemlerin iklim değişikliğinden etkilenebilirliği çok yüksektir (*yüksek düzeyde güvenilirlik*). Bu sistemler, göçebe topluluklar, yayla çobanları ve tarımsal göçebe 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 fonksiyonunu ve biyolojik



Şekil TÖ.9 | (a) Mısır, pirinç ve buğday ürünlerindeki küresel eğilimler (FAOSTAT 2018) - dünyada yetiştirilen 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 meyve 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 öngörülmektedir. Isı stresi meyve oluşumunu azaltır ve yıllık sebzelerin gelişimini hızlandırır, bu da verim kayıplarına, ürün kalitesinin bozulmasına ve gıda kaybının ve atıkların artmasına neden olur. Daha uzun büyüme mevsimleri, daha fazla sayıda ekimin yetiştirilmesini ve daha fazla yıllık verim alınmasını sağlayabilir. Ancak bununla birlikte, bazı meyve ve sebzelerin, tutarlı bir hasat üretmek için bir süre soğuk birimimine ihtiyacı vardır ve daha sıcak kışlar bir risk oluşturabilir. {5.2.2}

Gıda güvenliği ve iklim değişikliğinin güçlü cinsiyet ve eşitlik boyutları vardır. (yüksek düzeyde güvenilirlik). 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 güvenilirlik). Kadınları güçlendirmek ve karar almada hak temelli yaklaşımlar, uyum ve mücadele ile ev gıda güvenliği arasında sinerji yaratabilir. {5.2.6, 5.6.4}

Birçok uygulama, gıda sistemi boyunca uyumu ilerletmek için optimize edilebilir ve ölçeklendirilebilir (yüksek düzeyde güvenilirlik). Arz tarafı seçenekleri arasında artan toprak organik maddesi ve erozyon kontrolü, iyileştirilmiş ekili araziler, hayvancılık, otlak 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 güvenilirlik). 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 arttırmaya katkıda bulunabilir (yüksek düzeyde güvenilirlik). {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, paketlenme, işleme, perakende satışı ve tüketim kaynaklıdır (orta düzeyde güvenilirlik). Bu tahmin, çiftlik içi ürün üretimi ve hayvancılık etkinliklerinden %9-14, ormansızlaşma ve turba arazisi bozulumu (yüksek düzeyde güvenilirlik) dahil olmak üzere arazi kullanımı ve arazi kullanımı değişikliğinden %5-14; tedarik zinciri etkinliklerinden %5-10 aralıklarındaki salımları kapsamaktadır (orta düzeyde güvenilirlik). Bu tahmin, gıda kaybı ve atıklardan kaynaklanan sera gazı salımlarını da içerir. Gıda sistemi içinde, 2007-2016 dönemi boyunca, tedarik tarafında en büyük salımlar - çiftlik içi ürün üretimi ve hayvancılık etkinlikleri sırasıyla $142 \pm 42 \text{ TgCH}_4 \text{ yıl}^{-1}$ (yüksek düzeyde güvenilirlik) ve $8.0 \pm 2.5 \text{ TgN}_2\text{O}$

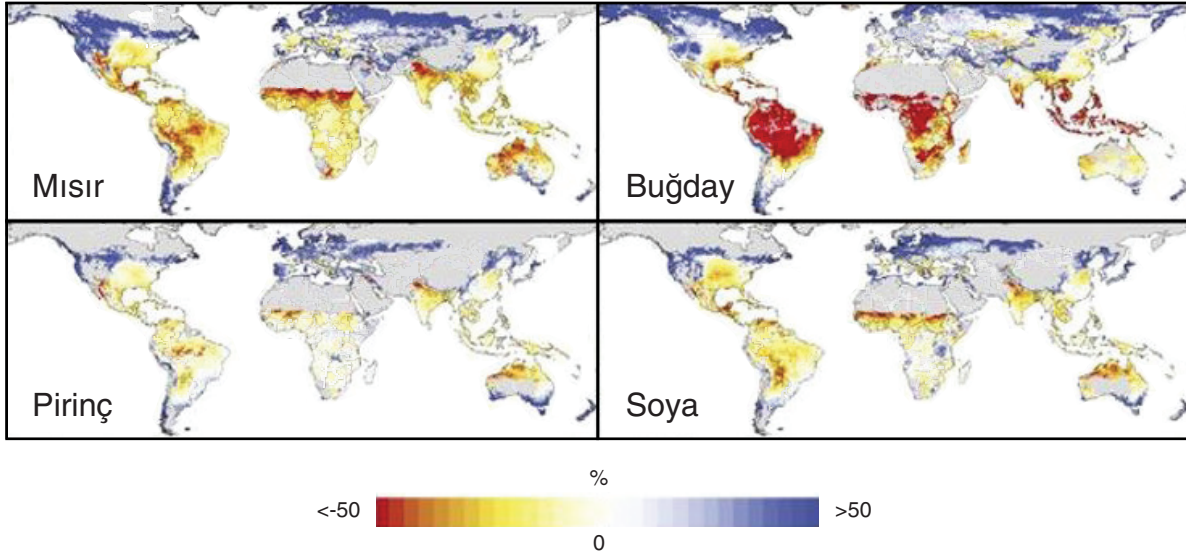
yıl^{-1} (yüksek düzeyde güvenilirlik) ve ormansızlaşma ve turbalık bozulumu gibi ilgili arazi kullanımı değişikliğindeki dinamiklerine bağlı $4.9 \pm 2.5 \text{ GtCO}_2$ salım değerleriyle - tarımsal üretim kaynaklıdır. IPCC AR5'ten 100 yıllık GWP değerleri (iklim geri beslemesi yok) kullanılarak, bu, tarımdan kaynaklanan toplam sera gazı salımlarının $6.2 \pm 1.4 \text{ GtCO}_2$ -eşdeğer yıl^{-1} olduğu, ilgili arazi kullanımıyla da $11.1 \pm 2.9 \text{ GtCO}_2$ -eşdeğer yıl^{-1} değerlerine yükseldiği anlamına gelir. Yanıt verilmediği 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 yönlü 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 güvenilirlik). Tarım ve hayvancılık etkinlikleri ile tarımsal ormancılıktan kaynaklanan toplam teknik etki mücadele potansiyeli 2050 yılına kadar $2.3-9.6 \text{ GtCO}_2$ -eşdeğer 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 N_2O salımlarında azalma, çeltik üretimi ilişkili 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 yoğunluğundaki (birim ürün başına salım) azalmalar, toplam üretimi sınırlamak için uygun yönetimin de aynı anda uygulanması koşuluyla, mutlak salımlardaki azalmaları destekleyebilir (orta düzeyde güvenilirlik). {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 güvenilirlik). Sağlıklı ve sürdürülebilir beslenme örnekleri kaba tahıllar, bakliyat, meyve 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 $0.7-8.0 \text{ GtCO}_2$ -eşdeğer yıl^{-1} olarak öngörülmektedir (orta düzeyde güvenilirlik). Bu tahmin, korunan arazilerdeki hayvancılık ve toprak karbon tutulumuna dayanan salımlardaki azalmaları içerir, ancak sağlıklı birlikte gelen ortak faydaları dikkate alınmaz. Beslenme değişikliğinin mücadele potansiyeli daha yüksek olabilmesine rağmen bu potansiyelin geniş ölçeklerde elde edilmesi, gelir artışının yanı sıra sosyal, kültürel, çevresel ve geleneksel etmenlerin yönlendirdiği tüketici tercihlerine ve beslenme tercihlerine bağlıdır. Taklit et (bitki ürünlerinden), kültürlü 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 güvenilirlik). Gıda kaybı ve atık, üretilen toplam gıdanın % 25-30'unu birlikte oluşturur (orta düzeyde güvenilirlik). 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 CO₂ etkisi ve açık azot (N) stresi; yalnız yağışa dayalı mısır, buğday, pirinç ve soya ürünleri için dört Küresel Grid Ürün Modeli (GGCM) (EPIC, GEPIK, 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 güvenilirlik*); ve maliyeti yıllık yaklaşık 1 trilyon Amerikan dolarıydı- 2012 (*düşük düzeyde güvenilirlik*). 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 anahtardır. Verimli üretim, nakliye ve işleme gibi üretim taraftaki eylemleri, gıda seçimlerinin değiştirilmesi ve gıda kaybının ve atıkların azaltılması gibi istem taraftaki yanıtlarla birleştirmek, sera gazı salımlarını azaltır ve gıda sisteminin direngenliğini güçlendirir. (yüksek düzeyde güvenilirlik) 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 kombine 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 gerekir (yüksek düzeyde güvenilirlik). Uyum açısından, artan aşırı olaylara karşı dayanıklılık, sigorta pazarları ve indis tabanlı hava sigortası gibi risk paylaşım ve transfer düzenekleriyle sağlanabilir (*yüksek düzeyde güvenilirlik*). Okul temini, sağlık sigortası teşvikleri ve farkındalık artırma kampanyaları gibi beslenmeyi 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 tehlikeye girecektir (*yüksek düzeyde güvenilirlik*). {5.7.5}

Gıda sistemi karşı seçenekleri

Mücadele ve uyum potansiyeli



	Karşı seçenekler	Mücadele	Uyum
İyileştirilmiş mahsul	Daha fazla toprak organik madde içeriği	Çok Yüksek	Yüksek
	Mahsul çeşidinde değişim	Sınırlı	Yüksek
	İyileştirilmiş su yönetimi	Sınırlı	Yüksek
	Ekim tarihlerinin düzenlenmesi	Yok	Yüksek
	Hassas gübre yönetimi	Yüksek	Sınırlı
	Entegre haşere mücadelesi	Yok	Sınırlı
	Zıt mevsimde mahsul üretimi	Yok	Sınırlı
	Biyolojik kömür uygulaması	Yüksek	Yüksek
	Tarımsal Ormanlık	Yüksek	Yüksek
	Monokültürden mahsul çeşitlendirmesine geçiş	Sınırlı	Yüksek
	Ürün alanında değişiklikler, arazi rehabilitasyonu (çevirme, ağaçlandırma çok yıllık tarım	Yüksek	Yüksek
	Toprağı işleme ve mahsul oluşturma	Yüksek	Sınırlı
	Atık yönetimi	Çok Yüksek	Yüksek
	Ürün-hayvancılık sistemleri	Yüksek	Sınırlı
İyileştirilmiş hayvancılık	Yönetilen meralar	Çok Yüksek	Yüksek
	Yeni hayvan ırkı	Sınırlı	Sınırlı
	Hayvancılık besi uygulamaları	Sınırlı	Yüksek
	Küçükbaş geviş getirenlere ya da kuraklığa dayanıklı hayvan yetiştiriciliğine ya da balık üretimine geçiş	Sınırlı	Yüksek
	Yem bankaları	Yüksek	Yüksek
	Metan inhibitörleri	Çok Yüksek	Yok
	Isıl gerilim kontrolü	Sınırlı	Yüksek
	Mevsimsel yem takviyesi	Yüksek	Yüksek
İyileştirilmiş hayvan sağlığı ve parazit kontrolü	Yüksek	Yüksek	
İklim Hizmeti	Erken uyarı sistemleri	Yok	Yüksek
	Mevsimsel ve mevsim içi iklim risklerine karşı planlama ve tahmin	Yok	Yüksek
	Tarım ve hayvancılık sigortası	Yok	Yüksek
İyileştirilmiş tedarik	Gıda depolama altyapıları	Sınırlı	Yüksek
	Kısalan tedarik zincirleri	Sınırlı	Sınırlı
	İyileştirilmiş gıda taşımacılığı ve dağıtımı	Yüksek	Yüksek
	Gıda işleme, perakende ve tarımsal gıda endüstrilerinde iyileştirilmiş verimlilik ve sürdürülebilirlik	Yüksek	Yüksek
	Tarımda iyileştirilmiş enerji verimliliği	Yüksek	Yüksek
	Daha az gıda kaybı	Çok Yüksek	Sınırlı
	Kentsel ve kent çevresinde tarım	Sınırlı	Yüksek
Biyo-ekonomi(örn. atıktan enerji)	Yok	Sınırlı	
Talep yönetimi	Diyet değişiklikleri	Çok Yüksek	Sınırlı
	Gıda atıklarını azaltma	Çok Yüksek	Yüksek
	Ambalajları azaltma	Sınırlı	Sınırlı
	Yeni satış yolları (örn. doğrudan satış)	Sınırlı	Sınırlı
	Gıda zincirleri ve dış maliyetlerin şeffaflığı	Yüksek	Yüksek

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 bozulumu, 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 bozulumu ve gıda güvenliğidir. Bu bölüm aynı zamanda, biyolojik çeşitlilik, su ve sürdürülebilir kalkınma dahil Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SKH) ile kesişmeleri değerlendirerek Doğanın İnsana Katkılarına (NCP) yönelik göstergeleri de tartışmaktadır. Bu bölüm, ilgili zorlukların üstesinden gelmek için kullanılacak 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 arttıracakken, sosyoekonomik kalkınma zorlukları artırabilir ya da azaltabilir (yüksek düzeyde güvenilirlik). İklim değişikliği kaynaklı biyofiziksel etkilerdeki artış, çölleşmeyi, arazi bozulumunu ve gıda güvensizliğini (yüksek düzeyde güvenilirlik) daha kötü hale getirebilir. Sosyoekonomik gelişmeden kaynaklanan ek zorlamalar bu zorlukları daha da şiddetlendirebilir; 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 güvenilirlik). {6.1}

Karşı seçeneklerinin uygulanabilirliği ve etkinliği, bölgeye ve bağlama özgüdür. Birçok değer zinciri ve risk yönetimi seçeneği potansiyel olarak geniş çapta uygulanabilirken, birçok arazi yönetimi seçeneği buzsuz arazi yüzeyinin %50'sinden daha azına uygulanabilmektedir (yüksek düzeyde güvenilirlik). Karşı seçenekler, arazi tipi, biyoiklimsel bölge ya da yerel gıda sistemi bağlamlarıyla sınırlıdır (yüksek düzeyde güvenilirlik). Bazı karşı seçenekler yalnızca belirli bölgelerde ya da bağlamlarda 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 güvenilirlik). Biyofiziksel iklim etkileri (örn. ormanlaştırma, yeniden ormanlaştırma) ile karşı seçeneklerin, uygulandıkları yere bağlı olarak yerel iklim üzerinde farklı etkileri olabilir (orta düzeyde güvenilirlik). Daha fazla zorluğa sahip bölgeler, uygulama için daha az karşı seçeneğe sahiptir (orta düzeyde güvenilirlik). {6.1, 6.2, 6.3, 6.4}

Dokuz seçenek, beş arazi sorununun tamamı için ortadan büyük düzeye kadar faydalar sağlar (yüksek düzeyde güvenilirlik). Tüm zorluklar için orta ila büyük faydaları 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 faydaları vardır (yüksek düzeyde güvenilirlik). {6.3, 6.4}

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

(>3 GtCO₂ eşdeğer yıl⁻¹). Bunlar: artan gıda verimliliği; azalmış ormansızlaşma ve orman bozulumu; 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 ılımlı bir azaltma potansiyeline sahiptir (yüksek düzeyde güvenilirlik). {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 güvenilirlik). 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 kullanımı, 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 güvenilirlik). Bazı seçenekler (gelişmiş kentsel gıda sistemleri ya da kentsel genişlemenin yönetimi gibi) büyük küresel faydalar sağlamayabilir, ancak olumsuz etkiler olmadan önemli olumlu yerel etkilere sahip olabilir (yüksek düzeyde güvenilirlik). (Şekil TÖ.13) {6.3, 6.4}

40 seçeneğin on yedisi, NCP ve SKH'lerin tamamı için ortak faydalar 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 güvenilirlik). Ortak faydaları olan ve olumsuz yan etkileri olmayan 17 seçenek, çoğu tarım ve toprak temelli arazi yönetimi seçeneğini, birçok ekosistem tabanlı arazi yönetimi seçeneğini, orman yönetimini, hasat sonrası kayıpların azalmasını, sürdürülebilir kaynak sağlamayı, gıda sistemlerinde gelişmiş enerji kullanımını ve geçim çeşitliliği içerir (orta düzeyde güvenilirlik). 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 olanak 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 güvenilirlik). 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 - çayırın ekili araziye daha az dönüştürülmesi, turbalık alanların daha az dönüştürülmesi ve iyileştirilmesi ve arazi rekabeti üzerinde daha küçük ya da değişken etkiye sahip olan kıyı sulak alanlarının dönüştürülmesi - dört seçenek, ölçek 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 doğurabilir, biyolojik çeşitliliğin kaybına yol açabilir ve bir dizi NCP'yi olumsuz etkileyebilir (*yüksek düzeyde güvenilirlik*). {6.3.6, 6.4}

Biyoenerji ve BECCS gibi bazı seçenekler ölçeğe bağlıdır. Biyoenerji ve BECCS için iklim değişikliği azaltma potansiyeli büyüktür (en fazla 11 GtCO₂ yıl⁻¹); ancak bununla birlikte biyoenerji üretiminin arazi bozulumu, gıda güvensizliği, su kıtlığı, sera gazı salımları ve diğer çevresel hedefler üzerindeki etkileri ölçeğe ve bağlama tabiidir (*yüksek düzeyde güvenilirlik*). Bu etkiler konuşlandırma ölçeği, ilk arazi kullanımı, arazi tipi, biyoenerji hammaddesi, ilk karbon stokları, iklim bölgesi ve yönetim biçimine (*yüksek düzeyde güvenilirlik*) 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 güvenilirlik*). Buna rağmen, biyoenerjinin sürdürülebilir şekilde yönetilen tarım alanlarına entegrasyonu bu zorlukları iyileştirebilir (*orta düzeyde güvenilirlik*). {6.2, 6.3, 6.4, Bölüm 6'daki Kesit Kutusu 7}

Yanıt seçenekleri birbiriyle ilişkilidir; bazı seçenekler (örn. arazi koruma ve sürdürülebilir arazi yönetimi seçenekleri), ortak faydaları ya da diğer seçeneklerin potansiyelini arttırabilir (*orta düzeyde güvenilirlik*). Bazı yanıt seçenekleri birlikte uygulandığında daha etkili olabilir (*orta düzeyde güvenilirlik*); örneğin, beslenme değişikliği ve atık azaltma, 5.8 Mkm² kadar bir alanı (diyet değişikliği için 0.8-2.4 Mkm²; hasat sonrası kayıpların azaltılması için yaklaşık 2 Mkm² ve azaltılmış gıda atığı için 1.4 Mkm²) özgür bırakarak diğer seçenekleri uygulama potansiyelini arttırır (*düşük düzeyde güvenilirlik*). Entegre su yönetimi ve artan toprak organik karbonu, bazı durumlar da gıda verimliliğini arttırabilir. {6,4}

Diğer karşı seçenekler (örn. arazi gerektiren seçenekler) çakışabilir; sonuç olarak, bütün karşı seçeneklerin potansiyeli eklenebilir değildir ve arazi temelli toplam potansiyel şu anda bilinmemektedir (*yüksek düzeyde güvenilirlik*). 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 seçeneğin potansiyellerinin toplamından çok daha düşüktür (*yüksek düzeyde güvenilirlik*). Karşı 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 güvenilirlik*). (Şekil TÖ.12) {6,4}

Ekonomik, teknolojik, kurumsal, sosyo-kültürel, çevresel ve jeofizik engeller nedeniyle, çoklu faydası olanlar da dahil olmak üzere karşı seçeneklerin fizibilitesi (*yüksek düzeyde güvenilirlik*) 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 güvenilirlik*). 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 kanıtıdır (*yüksek düzeyde güvenilirlik*). {6.3, 6.4}

Karşı seçeneklerinin benimsenmesine yönelik uygun koşulların (*yüksek düzeyde güvenilirlik*) oluşturulması için işletmeler, üreticiler, tüketiciler, arazi yöneticileri, yerli halklar ve yerel topluluklar ve politika yapımcılar da dahil olmak üzere çeşitli katılımcılar arasında eşgüdümlü 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 güvenilirlik*). Çiftlikten uluslararası ölçeklere 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 verdiğinde ve tüketiciler bu malları satın almanın faydalarını 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 güvenilirlik*). {6.3, 6.4}

Gecikmeli eylemler, arazi zorluklarına karşı artan yanıt ihtiyacına yol açmakla birlikte, iklim değişikliği ve diğer zorlamalar nedeniyle arazi temelli karşı seçenekler için potansiyelin azalmasına neden olacaktır (*yüksek düzeyde güvenilirlik*). Örneğin, iklim değişikliğinin hafifletilememesi, uyum gereksinimlerini arttıracak ve gelecekteki arazi temelli mücadele seçeneklerinin (*yüksek düzeyde güvenilirlik*) 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 güvenilirlik*). Diğer seçenekler (örneğin, azaltılmış ormansızlaşma ve orman yıkımı) arazi üzerinde ilerideki diğer kötü etkileri önler; bu seçeneklerin ertelenmesi, daha fazla sera gazına neden olan ve NCP'ler üzerinde eşzamanlı olumsuz etkilere (*orta düzeyde güvenilirlik*) 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 güvenilirlik*). İşlem çok uzun süre ertelenirse bazı yanıt seçenekleri mümkün olmayacaktır; örneğin, belirli bozulma eşikleri aşıldıktan sonra turbalık restorasyonu mümkün olmayabilir, yani turbalıklar belirli yerlerde geri getirilemez (*orta düzeyde güvenilirlik*). {6.2, 6.3, 6.4}

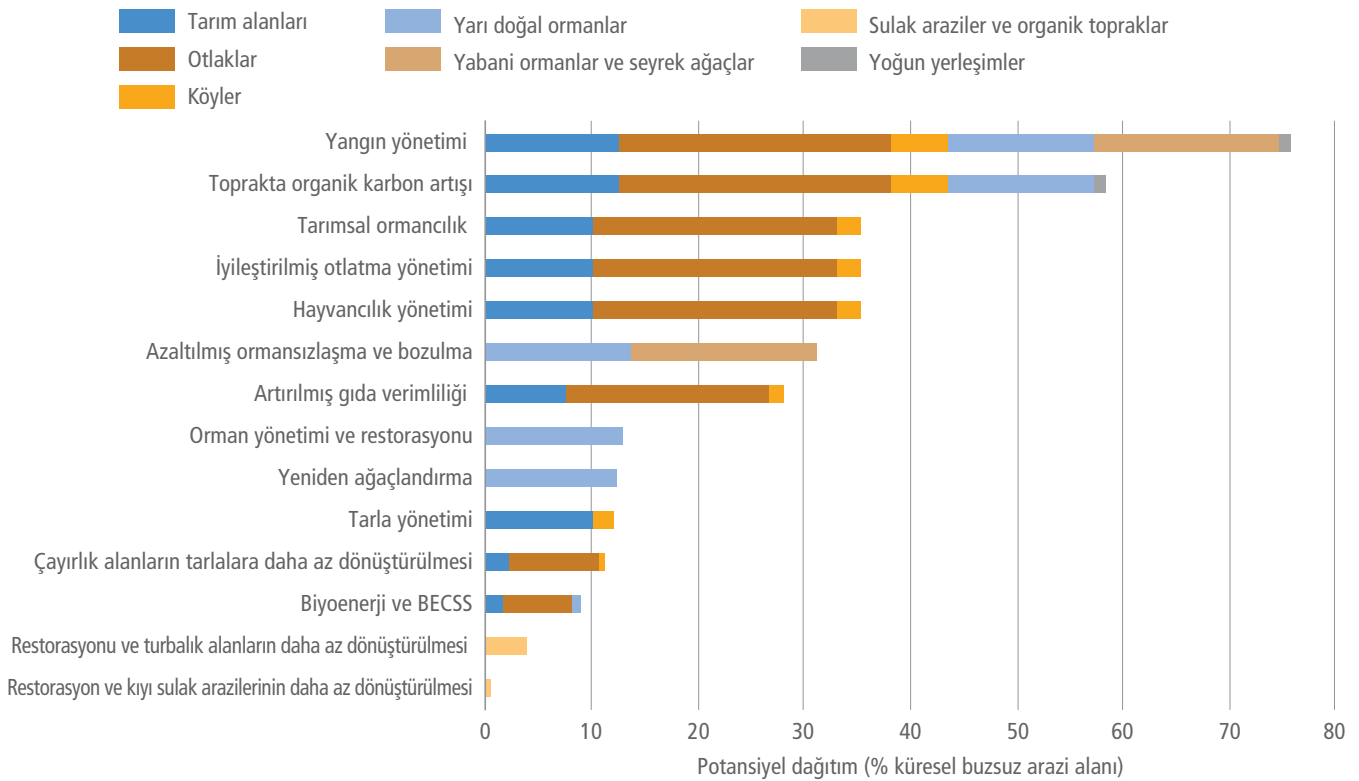
Bununla beraber, erken harekete geçmenin teknolojik hazır olma, geliştirme ve kurumsal engeller (*yüksek düzeyde güvenilirlik*) gibi zorlukları da vardır. Bazı karşı seçeneklerin geniş ölçekli

uygulanmalarını yakın vadede sınırlandırabilecek teknolojik engelleri vardır (*yüksek düzeyde güvenilirlik*). BECCS gibi bazı yanıt seçenekleri, yalnızca küçük ölçekli gösteri tesislerinde uygulanmıştır; bu seçeneklerin Bölüm 6'da tartışılan seviyelere yükseltilmesinde zorluklar bulunmaktadır (*orta düzeyde güvenilirlik*). Yönetim, finansal teşvikler ve finansal kaynaklar dahil olmak üzere ekonomik ve kurumsal engeller, birçok yanıt seçeneğinin kısa vadede benimsenmesini sınırlandırmakta ve uygulamanın politika döngüsünün yavaşlamasıyla geciktirildiği 'politika gecikmeleri' birçok seçenekte önemli olmaktadır (*orta düzeyde güvenilirlik*). 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 gerekli olanak koşullarının yanı sıra, yanıt seçeneklerinin yeterli finansmana, kurumsal desteğe, yerel katılım ve net metriklere nasıl ihtiyaç duyduğuna ilişkin açık örnekler sunmaktadır. {6.2, 6.4}

Bazı karşı seçenekleri, arazi zorluklarının sonuçlarını azaltır, ancak alttaki nedenleri ele almaz (*yüksek düzeyde güvenilirlik*). 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 güvenilirlik*). {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 güvenilirlik*). Geniş bir kanıt temeline ve yeterli deneyime sahip yanıt seçenekleri için, daha fazla uygulama ve geliştirme az yan etki riski taşıyacaktır (*yüksek düzeyde güvenilirlik*). Ancak, diğer seçenekler için bilgi boşlukları büyüdükçe riskler daha büyük hale gelir; örneğin, birçok arazi yanıt seçeneğinin ekonomik ve sosyal yönlerindeki belirsizlik, ilgili etkilerini tahmin etme yeteneğini engeller (*orta düzeyde güvenilirlik*). Dahası, IPCC'nin 1.5°C'lik 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 güvenilirlik*). {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 antropolar, 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 faydalar 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 büyüklüğüne 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	—
	Tarımsal ormancılık	O	O	O	O	D	●
	İyileştirilmiş ürün arazisi yönetimi	O	D	D	D	D	●●
	İyileştirilmiş hayvancılık yönetimi	O	D	D	D	D	●●●
	Tarımsal çeşitlendirme	D	D	D	O	D	●
	İyileştirilmiş otlama arazisi yönetimi	O	D	D	D	D	—
	Entegre su yönetimi	D	D	D	D	D	●●
	Çayırılık alanların tarlalara daha az dönüştürülmesi	D	—	D	D	D	●
Ormanlar	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	●●
	Daha az toprak sıkışması	—	D	—	D	D	●
Diğer ekolojik sistemler	Yangın yönetimi	O	O	O	O	D	●
	Daha az heyelan ve doğal tehlike	D	D	D	D	D	—
	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	●
Değer zinciri yönetimine dayalı karşı seçenekler							
Talep	Daha az hasat sonrası kayıplar	Y	O	D	D	Y	—
	Beslenme değişikliği	Y	—	D	Y	Y	—
	Daha az yiyecek artığı (tüketici veya perakende satıcı)	Y	—	D	O	O	—
Arz	Sürdürülebilir kaynak kullanımı	—	D	—	D	D	—
	İyileştirilmiş gıda işleme ve perakendecilik	D	D	—	—	D	—
	Gıda sistemlerinde iyileştirilmiş enerji kullanımı	D	D	—	—	D	—
Risk yönetimine dayalı karşı seçenekler							
Risk	Geçim kaynağı çeşitliliği	—	D	—	D	D	—
	Çarpık kentleşme 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.

Her bir bütüncül karşı seçeneğin etkisinin büyüklüğünü tanımlamak üzere kullanılan kriterler için anahtar		Mücadele GTCO ₂ eşdeğer yıl ¹	Uyum Milyon kişi	Çölleşme Milyon km ²	Arazi Bozulumu Milyon km ²	Gıda Güvenliği Milyon kişi
Pozitif	Yüksek	3'ten fazla	25'den fazla için pozitif	3'den fazla için pozitif	3'den fazla için pozitif	100'den fazla için pozitif
	Orta	0.3 ila 3	1 ila 25	0.5 ila 3	0.5 ila 3	1 ila 100
	Düşük	0.3'den az	1'den az	0.5'den az	0.5'den az	1'den az
Negatif	Göz ardı edilebilir	Etki yok	Etki yok	Etki yok	Etki yok	Etki yok
	Düşük	-0.3'den az	1'den az	0.5'den az	0.5'den az	1'den az
	Orta	-0.3 ila -3	1 ila 25	0.5 ila 3	0.5 ila 3	1 ila 100
	Yüksek	-3'den fazla	25'den fazla için negatif	3'den fazla için negatif	3'den fazla için negatif	100'den fazla için negatif

↔ Değişken: Pozitif veya negatif olabilir — veri yok na uygulanamaz

Güven düzeyi

Büyüklik kategorisi tahmininin güven düzeyini gösterir.

- Y Yüksek güven
- O Orta güven
- D Düşük güven

Maliyet aralığı

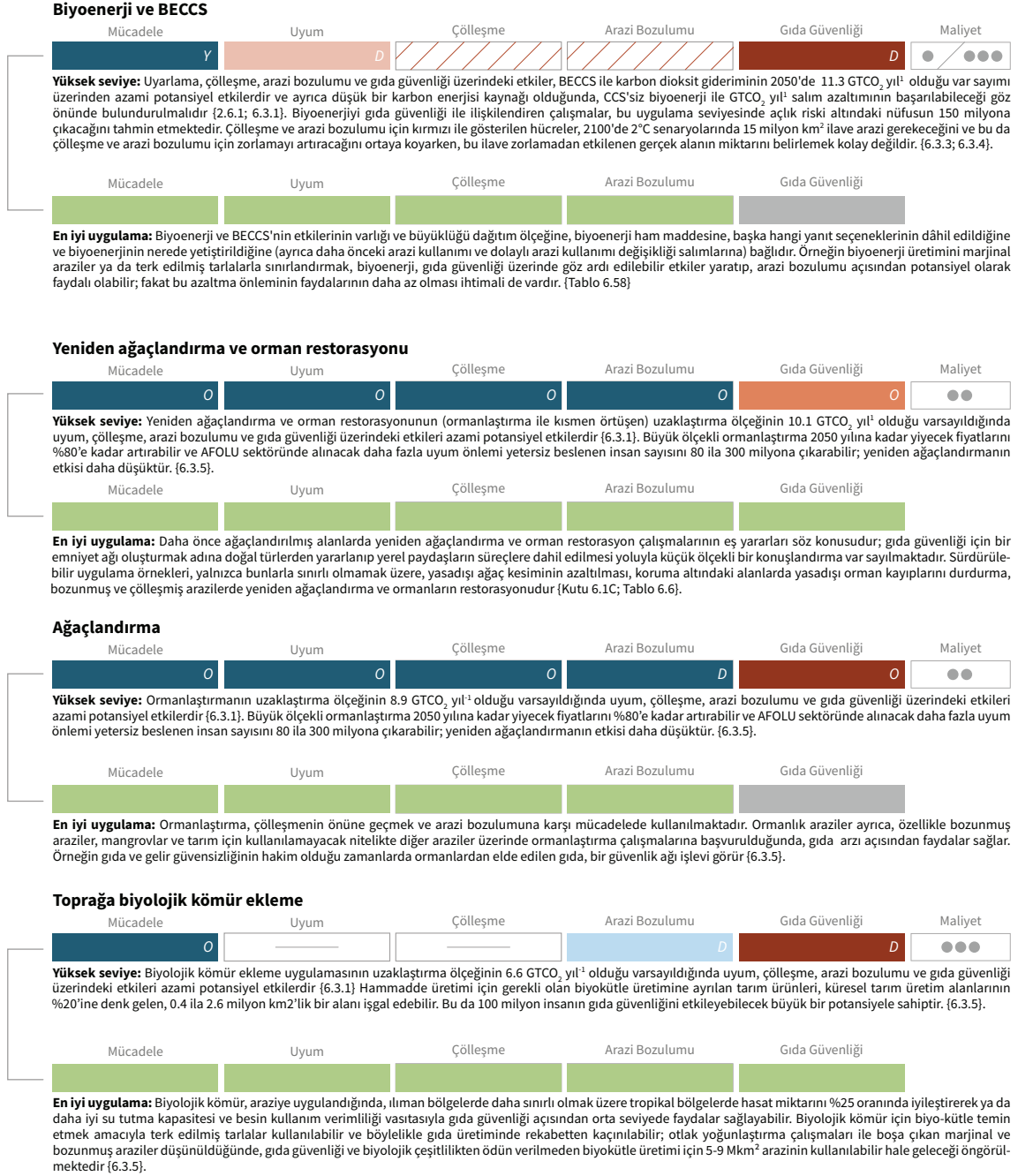
US\$ tCO₂e⁻¹ veya US\$ ha⁻¹'de maliyet aralıkları için teknik nota bakınız

- Yüksek Maliyet
- Orta Maliyet
- Düşük Maliyet
- veri yok

Şekil TÖ.13 | Karşı seçeneklerinin 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 bağlamları 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 büyüklük eşiklerini kullanarak 3 GtCO₂ yıl⁻¹ fazla CO₂ uzaklaştırma sağlayan ölçeklerde küresel uygulama için etkilerin nicel bir değerlendirmesini (Panel A'da olduğu gibi) gösterir. Kırmızı çizgilerle biçimlendirilen hücreler artan bir zorlamayı sayısal olmayan bir etkiyle 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 etkiyi gösterirken gri nötr bir etkileşimi gösterir.



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

Şekil TS.13 (devamı): Bu Şekil, karşı seçeneklerin nasıl uygulandığı ve içinde buldukları 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 büyüklüğü:** 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 (~3 GtCO₂-eşdeğer yıl⁻¹) yanıt seçeneklerinin yaklaşık potansiyellerine göre ayarlanır. "Büyük" ölçekli kategori eşiği bu düzeyde ayarlanır. Uyum için, büyüklükler, 2010-2030 yılları arasında iklim değişikliğinden ve karbon bazlı bir ekonomiden etkileneceği öngörülen 100 milyon hayata göre ayarlanmıştır. "Büyük" ölçekli kategori eşiği, bu toplamın %25'ini temsil etmektedir. Çölleşme ve arazi bozulumu için, büyüklükler, 10-60 milyon km²'lik bozulmuş arazi tahminlerinin alt ucuna göre ayarlanır. "Büyük" ölçekli kategori eşiği, düşük tahminin %30'unu temsil eder. Gıda güvenliği için büyüklükler, şu anda yetersiz beslenen yaklaşık 800 milyon kişiye göre belirlenmektedir. "Büyük" ölçekli 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 tanımlandığı gibidir. İkinci satırda (en iyi uygulama) her yanıt seçeneği için, yeşil renkle belirtilen nitel değerlendirmeler potansiyel olumlu etkileri ve gri renkle gösterilenler de nötr etkileşimleri belirtir. Artan gıda üretiminin, tarımsal kimyasallar gibi ek dış girdilerin haksız yere uygulanması aracılığıyla değil sürdürülebilir yoğunlaştırma ile elde edildiği varsayılmaktadır. **Güven düzeyleri:** Mücadele, uyum, çölleşme ve arazi bozulumu ile mücadele ve gıda güvenliğini arttırmaya yönelik her bir yanıt seçeneğinin denk geldiği büyüklük kategorisine duyulan güven (yüksek, orta ya da düşük). Yüksek düzeyde güvenilirlik, literatürde yüksek, orta ya da düşük büyüklükte sınıflandırmayı desteklemek için yüksek düzeyde bir anlaşma ve kanıt olduğu anlamına gelir. Düşük düzeyde güvenilirlik, büyüklüğün sınıflandırılmasının az sayıda çalışmaya dayandığını gösterir. Orta düzeyde güvenilirlik, 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 (<USD10 tCO₂-eşdeğer¹ ya da <USD20 ha⁻¹), iki kripto para orta maliyeti (USD10-USD100 tCO₂-eşdeğer¹ ya da USD20 –USD200 ha⁻¹) ve üç kripto para yüksek maliyeti gösterir (>USD100 tCO₂-eşdeğer¹ ya da USD200 ha⁻¹). USD ha⁻¹ ile belirtilen eşikler, karşılaştırılabilir şekilde seçilir, ancak kesin dönüşümler yanıt seçeneğine bağlı olacaktır. **Destekleyici kanıtlar:** Arazi yönetimi temelli yanıt seçenekleri için nicel potansiyelin büyüklüğüne dair destekleyici kanıtlar şu şekilde bulunabilir: Mücadele için Bölüm 2.7.1'de ek kanıtlarla, Tabloda 6.13'ten 6.20'ye; uyum için Tabloda 6.21'den 6.28'ye; çölleşmeyle mücadele için Bölüm 3'teki diğer kanıtlarla birlikte Tabloda 6.29'dan 6.36'ya, arazi bozulumuyla mücadele için Bölüm 4'teki kanıtlarla birlikte 6.37 ila 6.44 arasında; gıda güvenliğini arttırmaya 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, Tabloda 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 güvenilirlik*), artan orman yangını, düşük enlemlerde azalan ürün verimi, azalmış gıda istikrarı, azalan su mevcudiyeti, bitki örtüsü kaybı (*orta düzeyde güvenilirlik*), azalan yiyecek erişimi ve artan toprak erozyonu (*düşük düzeyde güvenilirlik*) ile sonuçlanacağı öngörülmektedir. Küresel ortalama sıcaklıktaki artışların küresel bitki örtüsü kaybında sürekli artışa, kıyı bozulmasına ve düşük enlemlerde azalan ürün verimine, gıda istikrarlığının düşmesine, gıda ve beslenmeye erişimin azalmasına ve kurak alanlarda sürekli permafrost bozulumu ve su kıtlığında orta düzeyde güvenilirliğe yol açacağına dair yüksek bir uzlaşma ve yüksek kanıt vardır. Etkiler tüm bileşenlerde hali hazırda gözlemlenmiştir (*yüksek düzeyde güvenilirlik*). Bazı süreçler diğerlerine göre daha düşük ısınma seviyelerinde tersine çevrilemez etkiler deneyimleyebilir. 1.5°C'de, permafrost bozulması ve orman yangını, kıyı bozulması, gıda sistemlerinin istikrarına yönelik yüksek riskler söz konusuysen, toprak erozyonu, bitki örtüsü kaybı ve beslenme değişikliklerinden kaynaklanan yüksek riskler, uyum olasılığının artması nedeniyle sadece yüksek sıcaklık eşiklerinde meydana gelir (*orta düzeyde güvenilirlik*). {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, geçim kaynakları, altyapının uygulanabilirliği ve arazinin değeri için bileşik risklere neden olmaktadır (*yüksek düzeyde güvenilirlik*). Risk deneyimi ve dinamikleri hem insan hem de doğal süreçlerin bir sonucu olarak zamanla değişir (*yüksek düzeyde güvenilirlik*). İklim ve arazi değişikliklerinin, yaşamın belirli dönemlerinde (örn. çok genç ve yaşlanan popülasyonlar için) artmış riskleri olmasının yanı sıra yoksulluk içinde yaşayanlar için sürekli risk teşkil ettiğine dair yüksek düzeyde güvenilirlik vardır. Yanıt seçenekleri de riskleri artırabilir. Örneğin, 2000'lerin ortalarında topluları 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 kötüleştirdi. (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 güvenilirlik*). Daha yüksek enlemlerde ürün verimi, başlangıçta daha yüksek karbondioksit (CO₂) 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 şiddeti toz fırtınaları ve yangınlardan kaynaklanan bozulmalara karşı hassastır (*yüksek düzeyde güvenilirlik*). {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 güvenilirlik*). 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 güvenilirlik*). 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°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°C'de ve % 24'ü 3°C'de su stresine maruz kalacaktır. Benzer şekilde OSS1 çerçevesinde, 1.5°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°C'de 854 milyon kişiye yükselmektedir (*düşük düzeyde güvenilirlik*). Bu etkilerin bir sonucu olarak, geçim kaynakları kötüleşmekte, geçim göçü hızlanmakta, çekişme ve çatışma daha da kötüleşmektedir (*orta düzeyde güvenilirlik*). {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 güvenilirlik*). Gıda güvenliği, ekosistem hizmetleri ve su güvenliği üzerindeki olumsuz yan etkiler BECCS intikal ölçeği ile artmaktadır. OSS1 tahmininde, 4 milyon km²'ye kadar biyoenerji ve BECCS dağıtımı sürdürülebilirlik kısıtlamaları ile uyumluyken, OSS3 gelecek tahmininde bu yayılım ölçeği hali hazırda yüksek risk teşkil etmektedir. {7.2.3}

Arazi bozulununun, sera gazı salımlarının (GHG) ve yoksulluğun kısır döngülerini ele alarak bütüncül bir şekilde uygulanan politikaların, iklime dayanıklı sürdürülebilir kalkınma sağlayabileceğine dair yüksek düzeyde güven vardır. Politika araçlarının seçimi ve uygulanması gelecekteki iklim ve arazi stratejilerini belirler (*orta düzeyde güvenilirlik*). Çevresel değişimleri azaltmak için arazi kullanımının etkin bir şekilde düzenlenmesi, geleneksel biyokütleyle daha az bağımlılık, tüketimde yavaş büyüme ve sınırlı et beslenme biçimleri, bağlı bölgesel 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 anlaşma, sınırlı kanıt*) (OSS1). Arazi kullanımına dair sınırlı düzenleme, 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 anlaşma, 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 kaydırmak, gıda güvenliği ve ekosistem hizmetlerindeki yan etkilerle ilişkili riski artırmaktadır (*yüksek düzeyde güvenilirlik*). 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 güvenilirlik*). {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 mücadelesi için kullanma ya da biyolojik çeşitlilik, gıda, yeraltı suyu ve nehir ekosistem hizmetleri (orta düzeyde güvenilirlik) 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* duyulmaktadır. Küçük hidroelektrik santralleri (özellikle kümeler halindeyse), nehrin aşağı akış yönündeki ekolojik balık bağlantısı etkileyebilirler (*yüksek anlaşma, orta kanıt*). Büyük ölçekli güneş enerjisi çiftlikleri ve rüzgâr 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 güvenilirlik*). 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 kaçığı 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 – büyüyen 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 eşgüdümü, ortak yararları artırır, arazi ve iklim risklerini yönetir, gıda güvenliğini geliştirir ve eşitlik endişelerini ele alır (orta düzeyde güvenilirlik). Taşkına dayanıklılık politikaları karşılıklı olarak güçlendiricidir ve taşkın bölgesi haritalamasını, aktarılabilecek 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 (sığınaklar dahil) için finansal destek, tarımsal salım ticareti ve tarımsal sübvansiyonların ortadan kaldırılması (*orta düzeyde güvenilirlik*) 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 güvenilirlik) için yeni fırsatlar sunar. Geleneksel biyokütle sektörünü modernleştirmek için yapılan uluslararası iş birliği hem araziyi hem de iş gücünü daha verimli kullanımlar için özgürleştirecektir. Teknoloji transferi, gelişmekte olan ülkelerin salım azaltmalarının ölçülmesini ve hesaplanmasını destekleyebilir. {7.4.4, 7.4.6, Bölüm 7'deki Kesit Kutusu 12}

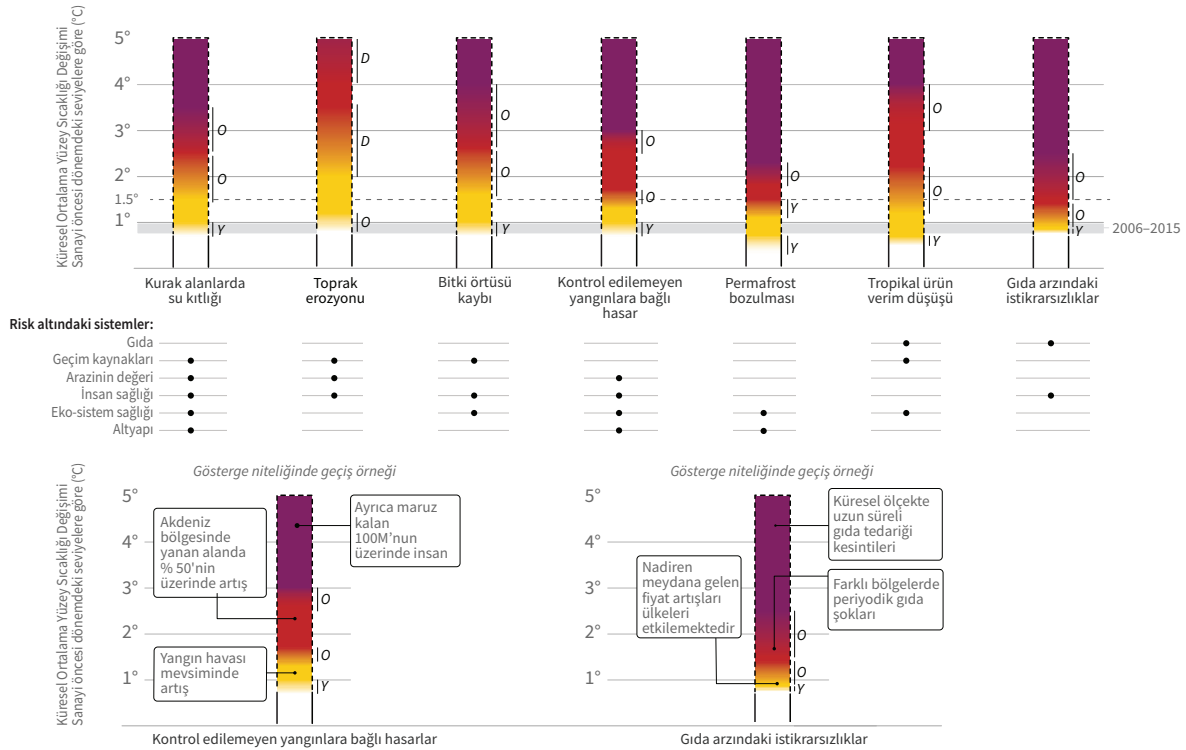
Ortak anlayış oluşturmak ve politika etkinliğini ilerletmek için, hedeflere yönelik ilerlemeyi ölçmek (yüksek anlaşma, orta kanıt) karar verme ve uyum yönetiminde önemlidir. İnsanların katılımıyla seçilen ve veri toplamayı destekleyen ölçülebilir göstergeler, iklim politikası geliştirme ve karar verme açısından yararlıdır. Bu göstergeler, SKH'leri, ulusal olarak belirlenmiş katkıları (NDC), arazi bozulmasının dengelenmesi (LDN) temel göstergelerini, karbon stok ölçümünü, REDD + için 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 gerektirir (yüksek düzeyde güvenilirlik). 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}

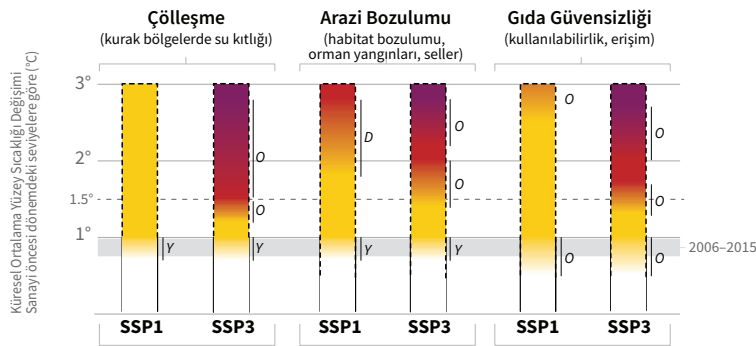
ILK, iklim süreçlerini ve etkilerini anlama, iklim değişikliğine uyum, farklı ekosistemlerde SLM ve gıda güvenliğinin artırılmasında anahtar rol oynayabilir (yüksek düzeyde güvenilirlik). ILK, bağlama özgü, toplu, gayri resmi olarak iletilen ve çok işlevli olmasının yanı sıra çevre ile ilgili gerçek bilgileri, kaynakların yönetimi ve ilgili haklar ve sosyal davranışları kapsayabilir. ILK, katılımcı iklim iletişimi ve eylemi için hem bir gereklilik hem de bir giriş stratejisi olan uyum ve mücadele deneyimlerinin karşılıklı paylaşılmasında ve karar verme sürecinde çeşitli ölçeklerde ve düzeylerde kullanılabilir. ILK'nın bilimsel bilgi ile bütünleşmesi 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

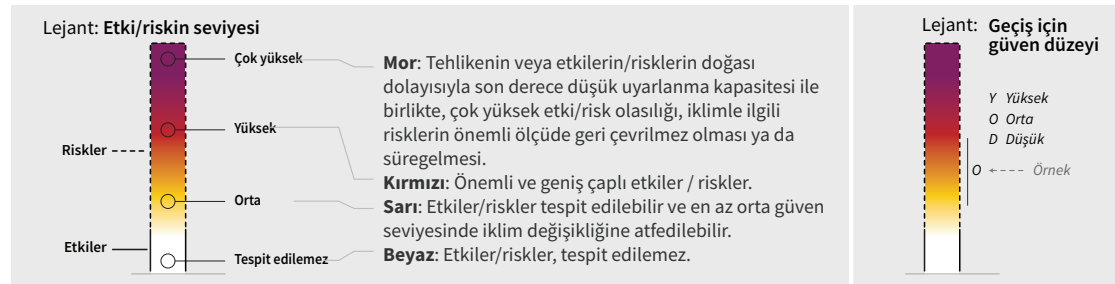
Sanayi öncesi seviyelere göre küresel ortalama yüzey sıcaklığındaki (GMST) artışlar, çölleşme (su kıtlığı), arazi bozulumu (toprak erozyonu, bitki örtüsü kaybı, orman yangını, permafrost çözülme) ve gıda güvenliği (ürün verimi ve gıda arzı) ile ilgili süreçleri etkiler. Bu süreçlerdeki değişiklikler 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 artış oranını etkileyebileceği gibi iklimle ilgili riskleri azaltabilir veya arttırabilir. 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 yolu 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 (devam): Önceki IPCC raporlarında olduğu gibi, literatür, uzman değerlendirmelerinde küresel ısınmanın risk seviyelerini, 7. bölümde ve bahse konu raporun diğer bölümlerinde de tanımlandığı gibi tespit edilemez, orta düzeyde, yüksek ya da çok yüksek şeklinde belirlemek için kullanılmıştır. Gösterilen figürler yaklaşık küresel ısınma seviyeleri olup, uyum ve yanıt dahil olmak üzere farklı faktörlerden etkilenebilirler. Değerlendirme, OSS stratejileri ile tutarlı uyum kapasitesini aşağıda açıkladığı 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 stratejisiyle 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. Çölleşmeyle 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, açlık riski altındaki nüfus, gıda fiyatlarındaki artışlar ve çocukluk dönemi zayıflıkla ilişkilendirilen engelli yaşam yıllarındaki artışlar dahil olmak üzere gıdaya erişim bulunmaktadır. Riskler, hedeflenen mücadele politikalarının 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°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 bilirkışı sonuç çıkarma protokolü (değiştirilmiş Delphi tekniğine ve Sheffield Elikitasyon Çerçevesine dayalı) izlenmiştir. Bu, iki tur bağımsız anonim eşik yargısı ve son konsensüs tartışmasını içeren çok yönlü bir eleme sürecini içeriyordu. 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 bilirkışı sonuç çıkarma protokolü (değiştirilmiş Delphi tekniğine ve Sheffield Elikitasyon Çerçevesine dayalı) izlenmiştir. Bu, iki tur bağımsız anonim eşik yargısı ve son konsensüs tartışmasını içeren çok yönlü bir eleme sürecini içeriyordu. 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 güvenilirlik) ve etkin şeffaf çözümlerin uygulanmasına imkân tanır (yüksek düzeyde güvenilirlik). Sürdürülebilir arazi yönetiminde iyileştirmeler şu yollarla sağlanır: (1) peyzaj koruma planlamasına, politika seçimine ve erken uyarı sistemlerine (orta düzeyde güvenilirlik) aracılık ederek ve bunları kolaylaştırarak vatandaş bilimine insanları dahil etmek; (2) toplumları sorunların (türlerin azalması, habitat kaybı, tarımda arazi kullanımı değişikliği, gıda üretimi ve ormancılık) tanımlanması, 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 güvenilirlik) 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 güvenilirlik). Engelleri ele alan politikalar arasında finansmana, bilgiye, teknolojiye, devlet transferlerine, eğitime ve yaygınlaştırmaya erişim de dahil olmak üzere cinsiyete dayalı kriterler ve uygun iş teslimi bulunur ve bu politikalar toplu mikro girişim (orta düzeyde güvenilirlik) dahil olmak üzere mevcut kadın programlarına, yapılarına (sivil toplum grupları) genişletilebilir. {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 yönetim

düzenekleri gerektirir. Arazi kullanımı ve biyokütle sistemlerinin ve pazarlarının genişlemesi ve çeşitlendirilmesi karma yönetim gerektirir: uluslararası, çok merkezli kamu-özel sektör ortaklıkları ve fırsatların çoğaltılmasını azaltımların eşit yönetilmesini, olumsuz etkilerin en aza indirilmesini garantilemek üzere devlet yönetişimi en üst düzeye çıkarılır (orta düzeyde güvenilirlik). {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 yetiştirme, 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 ölçeği, niteliği ve sonuçları tam olarak anlaşılabilir. 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 politikalarıyla bütünleştirebilir ve iklim değişikliğine dair kararsızlıkları azaltabilir. {7.7.2; 7.7.3; 7.7.4, 7.7.5}

Arazi kullanımı 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 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 yetiştiriciliği için tarımsal araştırmalara yatırım, tarımsal teknoloji transferi, iç avcılık ve su ürünleri yetiştiriciliği {7.4.7} tarım politikası reformu ve ticaretin serbestleştirilmesi
	Geliştirilmiş ekili araziler, otlama ve hayvancılık yönetimi	Çevresel çiftlik programları / tarım-çevre programları, su verimliliği gereksinimleri ve su transferi {3.8.5}, yayım hizmetleri
	Tarımsal ormanlık	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}
	Bütüncül su yönetimi	Bütüncül yönetim {7.6.2}, çok seviyeli araçlar {7.4.1}
Ormanlarda Arazi Yönetimi	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 eklenmesi	Arazi bozulumu tarafsızlığı (LDN) {7.4.5}, kuraklık planları, taşkın planları, taşkın bölgesi haritalaması {7.4.3}, teknoloji transferi {7.4.4}, arazi kullanımı imar {7.4.6}, ekolojik hizmet haritalaması ve paydaş tabanlı nicleme {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 - asitleme	Çevresel düzenlemeler, iklim mücadele (karbon fiyatlandırması) {7.4.4}
	İstilacı türlerin yönetimi / zarar	İstilacı tür düzenlemeleri, ticaret düzenlemeleri {5.7.2, 7.4.6}
	Kıyasal sulak alanlarının restorasyonu ve azaltılmış dönüşümü	Sel bölgesi haritalaması {7.4.3}, arazi kullanımı imar {7.4.6}
	Turbalık alanların restorasyonu ve azaltılmış dönüşümü	ES için ödeme {7.4.6; 7.5.3}, standartlar ve sertifika programları {7.4.6}, arazi kullanımı moratoryumları
Karbondiyoksit giderimi (CDR) arazi yönetimi	Minerallerin gelişmiş ayrışması	Veri yok
	Karbon tutma ve depolama ile biyoenerji ve biyoenerji (BECCS)	Biyokütlenin sürdürülebilirliği ve arazi kullanımı için standartlar ve sertifikalar {7.4.6}
İstem yönetimi	Beslenme değişikliği	Farkındalık kampanyaları / eğitimi, uyarılarla gıda seçeneklerini değiştirme, sağlık sigortası ve politikası ile sinerji {5.7.2}
	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 döngüelleştirmek, karbon fiyatlandırması, şeker / yağ vergileri
Tedarik yönetimi	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 spekülasyon ile ilgili düzenlemeler
	Gelişmiş kentsel gıda sistemleri	Yerel politikalar satın alın; kentsel tarıma, doğaya dayalı çözümlere ve şehirlerde yeşil altyapıyı teşvik etmek için arazi kullanımı imar; dikey tarım gibi teknolojiler için teşvikler
	Geliştirilmiş gıda işleme ve perakende satış, gıda sistemlerinde gelişmiş enerji kullanımı	Tarım salım ticareti {7.4.4}; yeni teknolojiler için Ar-Ge yatırımı; belgeleme
Risk Yönetimi	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 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 mücadelesine 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)

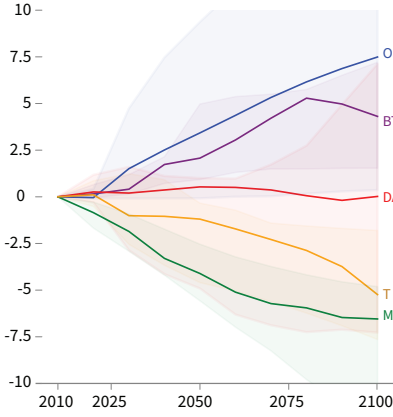
Toplumsal ve teknolojik gelişme tarihsel kalıpları izler. Biyoenerji, azalmış ormansızlaştırma ya da ormanlaştırma gibi arazi mücadele seçeneklerine yönelik artan istem, tarım arazilerinin gıda, yem ve lif için kullanılabilirliğini azaltır.

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 düşüşlere katkıda bulunur.

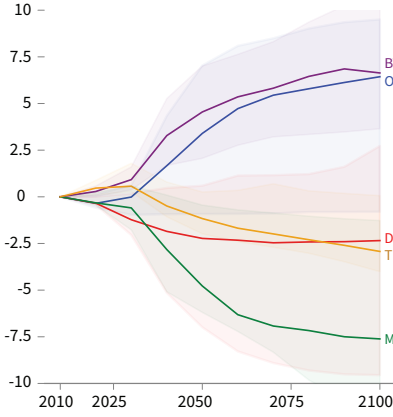
OSS1 Sürdürülebilir Odaklı

2010 itibarıyla Arazi Değişimi (Mkm²)



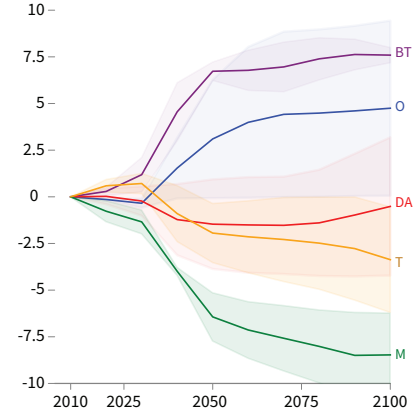
OSS2 Orta yol

2010 itibarıyla Arazi Değişimi (Mkm²)



OSS5 Kaynak yoğun

2010 itibarıyla Arazi Değişimi (Mkm²)



■ TARIM ARAZİSİ ■ MERA ■ BIOENERJİ ÜRETİM ARAZİSİ ■ ORMAN ■ DOĞAL ARAZİ

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 Nicel göstergeler	Dahil edilen modellerin sayısı*	2010'dan itibaren	2010'dan itibaren	2010'dan itibaren Tarım	2010'dan itibaren	2010'dan itibaren
			Doğal Arazi Değişimi Mkm ²	Biyoeenerji Arazisi Değişimi Mkm ²	Arazilerindeki Değişim Mkm ²	Ormanlardaki Değişim Mkm ²	Meralardaki Değişim Mkm ²
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 araziyi 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 (RCPLer)² ile birleştirilirler. 2010 yılı itibarıyla 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 araziye içerir (örn. Dallı darı, fil otu, hızlı büyüyen ağaç türleri). Orman, yönetilen ve yönetilmeyen ormanı içerir. Doğal araziler diğer otlak, savan ve çalılık alanları içerir. **Panel A:** Bu panel, RCP1.9'daki OSS1, OSS2 ve OSS5 için bütüncül değerlendirme modelinin (IAM)³ 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'dir.⁴ **Panel B:** Arazi kullanımı ve arazi örtüsü değişikliği, çok modelli ortalama 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

² 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.

³ 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.

⁴ 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.

