



İklim Değişikliği 2007: Doğa Bilimleri Temelinde

Politika Belirleyiciler İçin Özet

I. Çalışma Grubu'nun (WGI), Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC)'nin Dördüncü Rapor Değerlendirmelerine Katkısı

Politika belirleyicileri için hazırlanan bu özet, resmi olarak Şubat 2007' de Paris' te, IPCC I. Çalışma Grubunun 10. Toplantısında onaylanmıştır.

Not:

Burada verilen metinler, tablolar ve sayılar nihai olup, format değişikliği yapılabilir.

Düzeltilmeler 5 Şubat 2007 tarihi itibarıyla yapılmıştır.

Yazarlar:

Richard Alley, Terje Berntsen, Nathaniel L. Bindoff, Zhenlin Chen, Amnat Chidthaisong, Pierre Friedlingstein, Jonathan Gregory, Gabriele Hegerl, Martin Heimann, Bruce Hewitson, Brian Hoskins, Fortunat Joos, Jean Jouzel, Vladimir Kattsov, Ulrike Lohmann, Martin Manning, Taroh Matsuno, Mario Molina, Neville Nicholls, Jonathan Overpeck, Dahe Qin, Graciela Raga, Venkatachalam Ramaswamy, Jiawen Ren, Matilde Rusticucci, Susan Solomon, Richard Somerville, Thomas F. Stocker, Peter Stott, Ronald J. Stouffer, Penny Whetton, Richard A. Wood, David Wratt

Katkıda Bulunan Yazarlar:

Julie Arblaster, Guy Brasseur, Jens Hesselbjerg Christensen, Kenneth Denman, David W. Fahey, Piers Forster, Eystein Jansen, Philip D. Jones, Reto Knutti, Hervé Le Treut, Peter Lemke, Gerald Meehl, Philip Mote, David Randall, Dáithí A. Stone, Kevin E. Trenberth, Jürgen Willebrand, Francis Zwiers

GİRİŞ

I. Çalışma Grubu çalışması ile IPCC Dördüncü Değerlendirme Raporuna, iklim değişikliklerinin¹ insan ve doğa ile ilgili sebeplerinin anlaşılmasında, gözlemlenen iklim değişikliklerinin, iklim süreçleri ve özelliklerinin ve gelecekteki iklim değişikliği tahminlerinde kaydedilen ilerlemenin tanımlanmasında katkıda bulunmuştur. Çalışma, geçmişteki IPCC değerlendirmelerini sürdürerek, geçen altı yılda yapılan araştırmaların sonuçları neticesinde yeni bulgular içermektedir. Üçüncü Değerlendirme Raporu'ndan (TAR) beri kaydedilen bilimsel ilerleme, çok miktarda yeni ve daha geniş kapsamlı verilere, veriler üzerinde daha gelişmiş incelemelere, süreçlerin ve bunların modeller üzerindeki simülasyonlarının anlaşılmasındaki gelişmelere ve belirsizlik aralıklarının daha geniş kapsamlı araştırılmasına dayanmaktadır.

Politika belirleyiciler için hazırlanan bu özeti bağımsız paragraflarının dayanakları küme parantezleri içinde verilen bölümlerde bulunabilir.

İNSAN VE DOĞANIN MEVSİM DEĞİŞİKLİKLERİNE ETKİLERİ

Sera gazlarının ve aerosollerin atmosferdeki yoğunluğunda, güneş ışınlarında ve yeryüzünün özelliklerinde meydana gelen değişiklikler iklim sisteminin enerji dengesini değiştirmektedir. Bu değişiklikler insan ögesinin ve doğal ögelerin dünyanın iklimini nasıl etkilediğini karşılaştırarak açıklamak için kullanılan ışımsal zorlama² terimiyle ifade edilmektedir. Üçüncü Değerlendirme Raporu'ndan beri (TAR) yeni gözlemler ve ilgili sera gazları örnekleri, güneşin faaliyetleri, yeryüzü özellikleri ve aerosollerin bazı yönleri, ışımsal zorlama kavramının sayısal tahminlerinde gelişmeler kaydedilmesini sağlamıştır.

Dünya atmosferindeki karbondioksit, metan ve diazotmonoksit oranları 1750 yılından itibaren insan faaliyetleri sonucunda, belirgin bir şekilde artmış ve günümüzde bu oranlar binlerce yıllık geçmişte olan buz çekirdeklerinden anlaşıldığı üzere sanayi öncesi değerleri fazlasıyla aşmıştır (Şekil SPM-1'e bkz). Karbondioksit yoğunluğunun dünyadaki artışı, temel olarak fosil yakıtların kullanılması ve yeryüzü kullanım değişikliklerinden kaynaklanırken, metan ve diazotmonoksitteki artışlar temel olarak tarımdan kaynaklanmaktadır. {2.3, 6.4, 7.3}

- Karbondioksit, en önemli antropojenik sera gazıdır (Şekil SPM-2'ye bkz). Karbondioksitin dünya atmosferinde yoğunluğu, sanayileşme devri öncesindeki değeri 280 ppm³'den 2005 yılında 379 ppm'e yükselmiştir. Buz çekirdeklerinden de anlaşıldığı üzere, karbondioksitin atmosferdeki yoğunluğundaki artış oranı 2005 yılında, son 650.000 yıllık doğal değer aralığının çok üzerine çıkmıştır (180 ila 300 ppm). Son 10 yıl içerisinde, yıllık karbondioksit yoğunluğunun (1995 – 2005 ortalaması: yıllık 1,9 ppm) artış oranlarında yıldan yıla değişiklikler olmasına karşın, devamlı yapılan doğrudan atmosfer ölçümlerinin başladığı tarihe kadarki süreçte olduğundan çok daha yüksektir (1960 – 2005 ortalaması: yıllık 1,4 ppm). {2.3, 7.3}.
- Sanayi öncesi dönemden beri, atmosferdeki karbondioksit yoğunluğu artışının temel nedeni fosil yakıt kullanımı iken bir diğer önemli ancak artışa daha az katkısı bulunan neden yeryüzü kullanımında yapılan değişikliklerdir. Yıllık fosil karbondioksit emisyonları⁴ 1990'lı yıllarda yıllık ortalama 6.4 [6.0 ila 6.8] ⁵ GtC (23.5 [22.0 ila 25.0] GtCO₂)'dan, 2000–2005 yıllarında yıllık 7.2 [6.9 ila 7.5] GtC (26.4 [25.3 ila 27.5] GtCO₂)'lere yükselmiştir.

1. IPCC kullanımında *iklim değişikliği*, belli bir süre içerisinde iklimlerde, gerek doğal değişiklik gerekse insan faaliyetleri sonucunda meydana gelen herhangi bir değişiklikle ilgilidir. Bu kullanım, dolaylı ya da dolaysız olarak insan faaliyetleriyle ilişkilendirilen ve küresel atmosferin içeriğini değiştiren ve kıyaslanabilir bir süre içerisinde doğal iklim değişikliğine ilave edilen, İklim Değişikliği Üzerine Çerçeve Konvansiyon'dan farklıdır.

2. *İşımsal zorlama*, bir ögenin dünyanın atmosfer sistemine giren ve çıkan enerji dengesini değiştiren etkinin ölçümüdür ve potansiyel iklim değişikliği mekanizması olarak o ögenin öneminin endeksidir. Artı zorlama yüzeyi ısıtma eğilimindeyken, eksi zorlama serinletme eğilimindedir. Bu raporda, ışımsal zorlama değerleri 2005 yılından sanayileşme dönemi öncesi 1750 yılında belirlenen değerlerdir ve metre kare başına vat'la ifade edilmektedir. (W m⁻²). Daha fazla ayrıntı için Sözlükçe'ye ve Bölüm 2.2'ye bakınız.

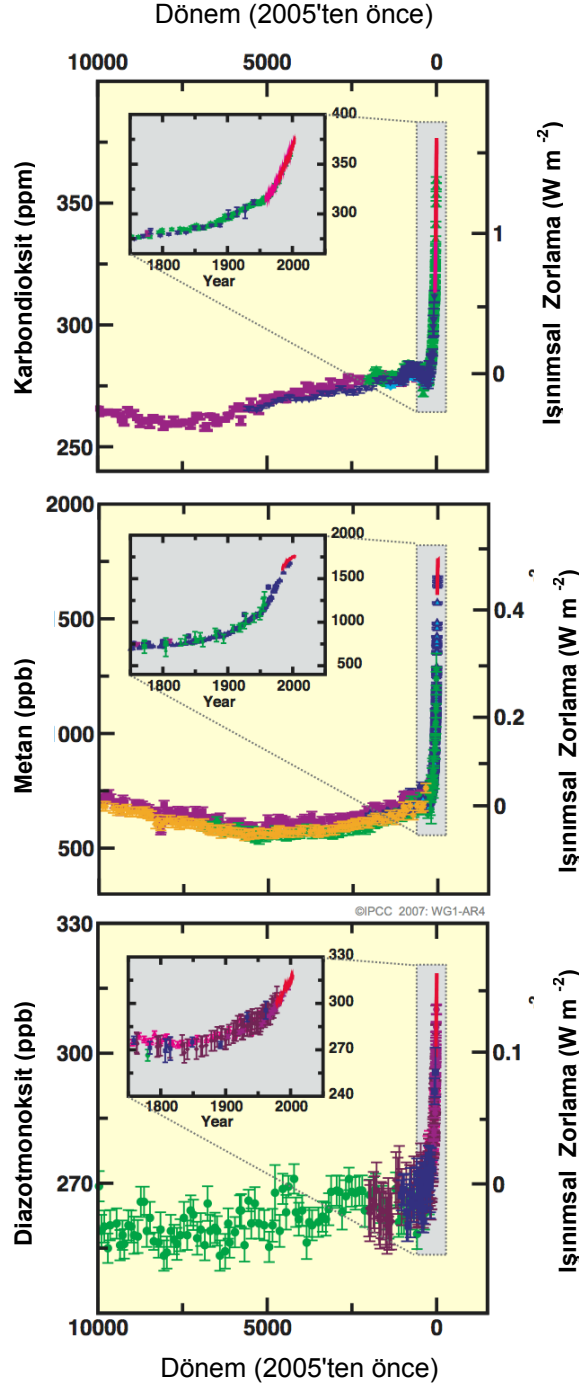
3. ppm (milyon başına birim) ya da ppb (milyar başına birim, 1 milyar = 1.000 milyon) sera gazı molekülleri sayısının, kuru havadaki toplam molekül sayısına olan oranıdır. Örneğin: 300 ppm, milyon molekül kuru hava başına 300 molekül sera gazı anlamına gelmektedir.

4. Fosil karbondioksit emisyonlarına, fosil yakıtlarının üretimi, dağılımı ve tüketimi ve çimento üretiminin yan ürünleri oluşanlar da dahildir. 1 GtC'lik bir emisyon, 3.67 GtCO₂'ya tekabül etmektedir.

5. Genel olarak politika belirleyiciler için olan bu Özet'te verilen sonuçlardaki belirsizlik oranları, aksi belirtilmedikçe, %90 belirsizlik aralıklarıdır. Örneğin, parantez içinde verilen bir değerin, %5 o aralığın altında ya da üstünde %5 olması olasılığı vardır. Mevcut oldukları zaman en iyi tahminler verilmiştir. Değerlendirilmiş belirsizlik aralıkları daima ilgili oldukları en iyi tahminlerle simetrik değildir. Çalışma Grubu I TAR'daki bir kaç belirsizlik aralığının 2-sigma (%95)sını karşılamaktadır, genellikle uzman kararına yer verilmiştir.

(2004 ve 2005 verileri geçici tahminlerdir). Yeryüzü kullanımındaki değişiklikler ile ilişkili karbondioksit emisyonlarının, 1990'lı yıllardan sonra her yıl 1.6 [0.5 ila 2.7] GtC (5.9 [1.8 ila 9.9] GtCO₂) olması tahmin edilmektedir. Öte yandan bu tahminlerde büyük belirsizlik vardır. {7,3}

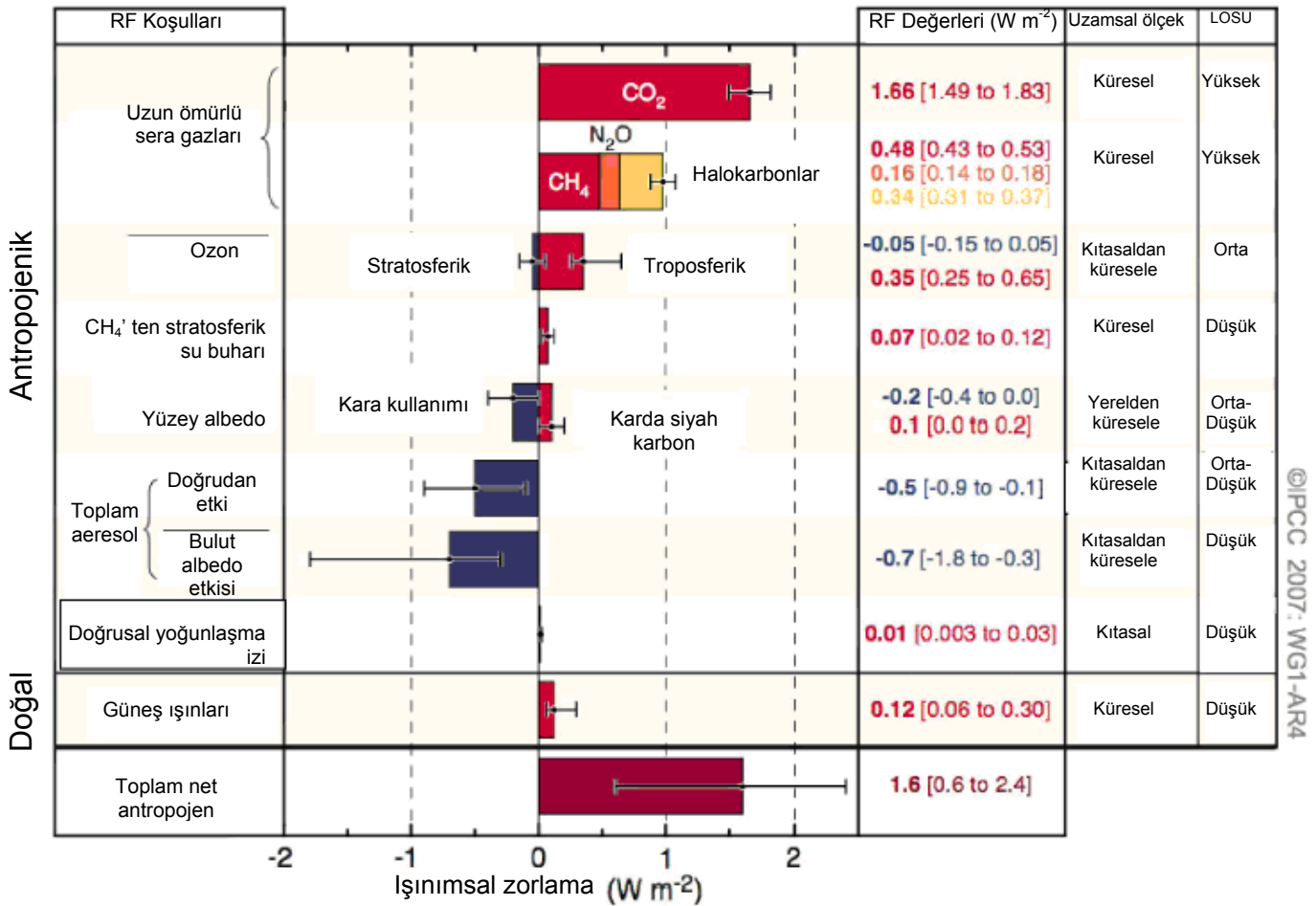
Buzul-Çekirdeği ve Çağdaş Verilere Göre Sera Gazlarında Değişiklikler



ŞEKİL SPM-1. Atmosferdeki karbondioksit, metan ve diazotmonoksit oranlarının son 10.000 yıl içinde yoğunluğu (büyük tablolar) ve 1750'den itibaren yoğunluğu (iç tablolar). Buzul çekirdeklerinden (farklı çalışmalarda farklı renklerdeki sembollerle) ve atmosfer örneklerinden (kırmızı çizgiler) ölçümler gösterilmiştir. Bunlara ilişkin işinmsal zorlamaları büyük karelerin sağ ekseninde gösterilmiştir. {Şekil 6.4}

- Metanın küresel atmosfer yoğunluğu, 1990'lı yılların başında sanayi öncesi dönemdeki değeri olan 715 ppb'den 1732 ppb'ye ve 2005'te 1774 ppb'ye yükselmiştir. Buzul çekirdeklerinden tespit edildiği üzere, 2005 yılında metanın atmosferdeki yoğunluğu son 650.000 yılın doğal aralığını (320 ile 790 ppb arası) fazlasıyla aşmaktadır. 1990'lı yılların başından itibaren, toplam emisyonun (antropojen ve doğal kaynakların toplamı) o dönemde hemen hemen sabit kalmasına paralel olarak büyüme oranlarında düşüş görülmüştür. Metan yoğunluğunda gözlenen artışın antropojen faaliyetlerden, ağırlıklı olarak tarımdan ve fosil yakıt kullanımından kaynaklandığı *çok muhtemeldir*⁶. Ancak, diğer farklı sebeplerin bu artışa katkıları çok iyi belirlenememiştir. {2.3, 7.4}
- Diazotmonoksitin küresel atmosferdeki oranı sanayileşme öncesi devirdeki 270 ppb'den 2005 yılında 319 ppb'ye yükselmiştir. Artış oranı 1980 yılından beri neredeyse sabit kalmıştır. Diazotmonoksit emisyonlarının üçte birinden fazlası antropojen faaliyetlerden ve temel olarak tarımdan kaynaklanmaktadır. {2.3, 7.4}

İşinimsal Zorlama Unsurları



ŞEKİL SPM-2. 2005 yılı için işinimsal zorlama (RF) küresel ortalama tahminleri ve antropojen karbondioksit (CO₂), metan (CH₄), diazotmonoksit (N₂O) ve diğer önemli ajanlarla mekanizmaların aralıkları ile birlikte zorlamanın tipik coğrafik kapsamı (uzamsal ölçü) ve bilimsel anlayış seviyesinin değerlendirilmesi (LOSU). Net antropojen işinimsal zorlama ve aralığı da gösterilmiştir. Bunlar, bileşenler yönünden simetrik olmayan belirsizlik tahminlerinin özetlenmesini gerektirmektedir ve basit bir toplama işlemiyle elde edilemezler. Buraya dahil edilmeyen diğer ilave zorlama öğelerinin çok düşük LOSU değerlerine sahip oldukları düşünülmektedir. Volkanik püskürmeler de ilave bir doğal zorlama olarak katkıda bulunsalar da, yapıları itibarıyla bu sayıya dahil edilmemişlerdir. Jet uçaklarının arkalarında bıraktıkları beyaz çizgiye, havacılığın bulutlu havaya olan muhtemel etkileri dahil edilmemiştir. {2.9, Şekil 20}

⁶ Politika Belirleyiciler için hazırlanan bu Özet, aşağıdaki terimler, bir sonucun uzmanlarca değerlendirilmiş ihtimalini belirtmek için kullanılmıştır: *Hemen hemen kesin* > %99, *son derece muhtemel* > %95, *çok muhtemel* > %90, *Muhtemel* > %66, *Olması ihtimal dahilinde* > %50, *Az bir ihtimalle* < %33, *Çok az bir ihtimalle* < %10, *Son derece olanaksız* < %5. (Daha fazla ayrıntı için bkz. Kutu TS.1.1).

Antropojen ısınma ve soğumanın iklim üzerindeki etkilerinin anlaşılmasında Üçüncü Değerlendirme Raporu'ndan (TAR) itibaren, 1750 yılından beri insanoğlunun faaliyetlerinin küresel ortalama net etkilerinin +1.6 [+0.6 ila +2.4] W m⁻² 'lik bir ısınsal zorlama ile bir ısınmaya neden olduğu doğrultusunda çok güçlü bir inanç⁷ ı doğuran bir ilerleme sağlanmıştır. {2.3. 6.5, 2.9}

- Karbondioksit, metan ve diazotmonoksitin artması neticesindeki bileşik ısınsal zorlamadaki artış +2.30 [+2.07 ila +2.53] W m⁻² olmuş ve sanayi dönemindeki ısınsal zorlamadaki artış oranının 10.000 yıl içerisinde görülmemiş bir düzeye ulaşmış olması *çok muhtemeldir* (Bkz. Şekil SPM-1 ve SPM-2). Karbondioksit ısınsal zorlaması 1995' ten 2005' e %20 oranında artmıştır ki bu da son 200 yılda herhangi bir on yıl içinde görülen en yüksek artıştır. {2.3, 6.4}
- Antropojenin aerosollere olan katkıları (belli başlıları sülfat, organik karbon, siyah karbon, nitrat ve toz) hep birlikte, toplam -0.5 [-0.9 ila -0.1] W m⁻² değerinde doğrudan bir ısınsal zorlama ile ve -0.7 [-1.8 ila -0.3] W m⁻² değerinde dolaylı bir bulut ve albedo zorlamasıyla, soğutucu bir etki yaratmaktadır. Bu zorlamalar, gelişen koşullar, uydulardan ve yerden yapılan ölçümler ve daha geniş kapsamlı örneklemeler sayesinde TAR'ın hazırlandığı döneme kıyasla günümüzde daha iyi anlaşılmaktadır. Ama ısınsal zorlama konusunda hakim olan belirsizlik hala aşılamamıştır. Aerosoller genellikle bulutların ömrünü ve yağışı etkilemektedir. {2.4, 2.9, 7.5}
- Antropojenin ısınsal zorlamaya önemli ölçüdeki katkıları diğer bir kaç sebepten kaynaklanmaktadır. Ozonu oluşturan kimyasal maddeler (nitrojen oksitler, karbon monoksit ve hidrokarbonlar) +0.35 [+0.25 ila +0.65] W m⁻² arası değerlerle troposferde değişikliklere yol açmaktadır. Halokarbonlardaki⁸ değişiklikler yüzünden meydana gelen doğrudan ısınsal zorlama +0.34 [+0.31 ila +0.37] W m⁻²'dir. Yeryüzündeki değişiklikler ve kar üzerinde siyah karbon aerosollerinin yüzey albedoda meydana getirdiği değişiklikler, ayrı ayrı -0.2 [-0.4 ila 0.0] ve +0.1 [0.0 ila +0.2] W m⁻² değerlerinde zorlama getirmektedir. ±0.1 W m⁻² 'den az olan ilave koşullar Şekil SPM-2'de gösterilmiştir {2.3, 2.5, 7.2}
- 1750'den beri güneşin parlaklığındaki değişikliklerin +0.12 [+0.06 ila +0.30 arası] W m⁻² değerinde bir ısınsal zorlama getirdiği tahmin edilmektedir ki bu değer TAR'da verilen tahmini değer yarısından azdır. {2.7}

YAKIN GEÇMİŞTEKİ İKLİM DEĞİŞİKLİKLERİNE İLİŞKİN DOĞRUDAN GÖZLEMLER

Çok sayıda veri grupları ve veri analizleri, daha geniş coğrafik kapsam, belirsizliklerin daha iyi kavranması ve daha fazla çeşitlilikteki ölçümler sayesinde, TAR'dan itibaren yer ve zaman uyarınca iklim değişikliğinin nasıl olduğunu anlama konusunda ilerleme kaydedilmiştir. 1960'lardan beri, buzullar ve kar örtüsü üzerinde ve geçmiş on yıllık dönemden itibaren de deniz suyu seviyeleri ile buz tabakaları üzerinde geniş kapsamlı gözlemler yapılmaktadır. Öte yandan, verilerin kapsamı hala bazı bölgelerde sınırlı kalmaktadır.

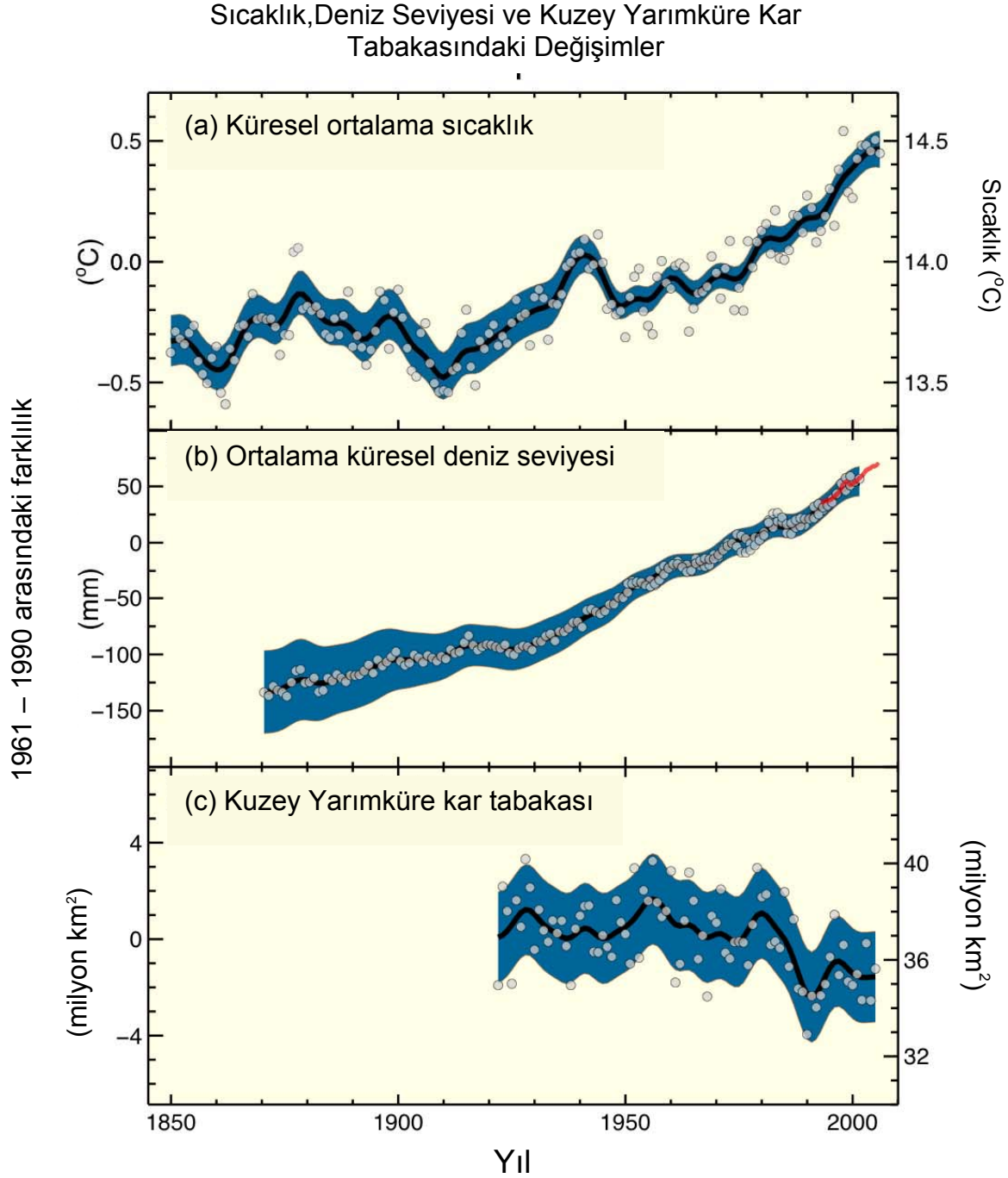
Küresel hava ve deniz sıcaklıkları ortalamalarındaki artışların incelenmesinden, kar ve buzların bütün dünyada erimesinden ve küresel deniz suyu seviyelerinin yükselmesinden de gözlemlendiği üzere, iklim sisteminin ısındığı kuşku götürmez bir gerçektir (Bkz. Şekil SPM-3). {3.2, 4.2, 5.5}

- Son on iki yılın on bir yılı (1995 -2006) dünya tarihinde küresel yüzey ısısının en yüksek olduğu en sıcak 12 yıl sıralamasına girer⁹ (1850'den beri). Bu nedenle 0.74 [0.56 ila 0.92]°C'lik güncellenmiş 100 yıllık doğrusal eğilim (1906–2005), buna tekabül eden ve 1901–2000 dönemi için TAR'da belirtilen 0.6 [0.4 ila 0.8]°C'lik doğrusal eğilimden daha yüksektir. Son 50 yılın doğrusal ısınma eğilimi, (her on yıl için 0.13 [0.10 ila 0.16]°C) son 100 yılın yaklaşık iki katına tekabül eder. 1850–1899 döneminden 2001 – 2005 dönemine kadar olan sürede toplam ısı artışı 0.76 [0.57 ila 0.95]°C'dir. Kentsel ısı adası etkileri her ne kadar bölgesel ve az etkiye sahip olsa da gerçektir (On yıl içinde karada 0,006°C'den daha az ve okyanuslar üzerinde sıfır.) {3.2}

⁷ Politika belirleyiciler için hazırlanan bu özette, ilgili bilim dalının doğruluğu konusunda uzmanların kararlarını açıklamak için şu ifadeler kullanılmıştır: *çok yüksek inanç* en azından 10'da 9 doğru olma ihtimali; *yüksek inanç* aşağı yukarı 10'da 8 doğru olma ihtimali (Bkz Kutu TS.1.1).

⁸ Halokarbon ısınsal zorlama, IPCC'nin Küresel İklim Sistemi ve Ozon Tabakası'nın Korunması konusundaki özel Rapor'unda ele alınmıştır. (2005).

⁹ Karada ve deniz yüzeyinde ortalama yüzey ısısı.



ŞEKİL SPM-3. (a) küresel ortalama yüzey sıcaklığındaki, (b) gelgit ölçüsünden (mavi) ve uydu verilerinden (kırmızı) küresel ortalama deniz seviyesi yükselişindeki (c) Mart-Nisan ayları için Kuzey Yarımküre kar tabakasındaki değişiklikleri göstermektedir. Bütün değişiklikler 1961–1990 dönemi için tekabül eden ortalamalara ilişkindir. Yuvarlak eğriler, on yılın ortalama değerlerini temsil ederken, daireler yıllık değerleri ifade etmektedir. Gölge alanlar, bilinen belirsizlikler (a ve b) ve zaman dizini (c) ile ilgili geniş kapsamlı bir analiz sonucu tahmini belirsizlik aralıklarıdır (a ve b). {FAQ 3.1, Şekil 1, Şekil 4.2 ve Şekil 5.13}

- Alt ve orta troposfer ısılarının balonla ve uydu yoluyla yapılan ölçümlerin yeni analizleri, yüzey ısıları kayıtlarına benzer ısınma oranları göstermektedir ve ilgili belirsizliklerle tutarlıdır; böylelikle büyük ölçüde TAR'da belirtilen bir tutarsızlık ortadan kalkmıştır. {3.2, 3.4}

- Ortalama atmosfer su buharı içeriği 1980'li yıllardan başlayarak hem kara ve denizler üstünde, hem de üst troposferde artmıştır. Bu artış çoğunlukla daha sıcak hava kütesinin taşıyabileceği fazla su buharı ile doğru orantılıdır. {3.4}
- 1961 yılından beri yapılan gözlemler, ortalama küresel okyanus ısısının en azından 3000 m. derinliklere kadar artış gösterdiğini ve okyanusların, dünya atmosfer sistemine ilave olan ısının %80'inden fazlasını emdiğini ortaya koymuştur. Böylesi bir ısınma deniz suyunun genişlemesine sebep olmakta, deniz sularının yükselmesine katkıda bulunmaktadır (Bkz. Tablo SPM-1). {5.2, 5.5}

Tablo SPM-1. Deniz seviyesinde gözlenen yükselme ve farklı sebeplerden doğan tahmini katkılar {5.5, Tablo 5.3}.

Deniz seviyesindeki yükselmenin nedenleri	Deniz yüzeyinde yükselme oranı (mm / yıl)	
	1961 – 2003	1993 – 2003
Termal genişleme	0.42 ± 0.12	1.6 ± 0.5
Buzullar ve buzul başlıkları	0.50 ± 0.18	0.77 ± 0.22
Grönland buz tabakası	0.05 ± 0.12	0.21 ± 0.07
Antarktika buz tabakası	0.14 ± 0.41	0.21 ± 0.35
Deniz sularının yükselmesine tek tek atmosfer katkılarının toplamı	1.1 ± 0.5	2.8 ± 0.7
Deniz seviyesinde gözlenen toplam yükselme	1.8 ± 0.5 ^a	3.1 ± 0.7 ^a
Fark (Gözlenen eksi tahmini iklim koşullarının toplamı)	0.7 ± 0.7	0.3 ± 1.0

Tablo ile ilgili not:

^a 1993 yılından önceki veriler, mareograf istasyonları ölçümlerinden, 1993 yılından sonrakiler uydu ölçümlerinden alınmıştır.

- Her iki yarımküredeki dağ buzulları ve kar tabakasında ortalama bir azalma görülmüştür. Buzullarda ve buzul başlıklarındaki yaygın azalma, deniz seviyelerinin yükselmesine katkıda bulunmuştur (Buzul başlıkları, Grönland ve Antarktika'daki buz tabakalarından gelen katılımları kapsamamaktadır) (Bkz. Tablo SPM-1). {4.6, 4.7, 4.8, 5.5}
- TAR'dan beri yeni veriler, Grönland ve Antarktika'daki buz tabakalarındaki erimenin 1993'den 2003 yılına kadar olan dönemde deniz seviyesinin yükselmesine katkıda bulunduklarının *çok muhtemel* olduğunu göstermektedir. (Bkz. Tablo SPM-1). Grönland ve Antarktik buzullarının çıkış noktalarındaki su akış hızı artmış ve bu da buz tabakalarının iç bölümünden buzların dışarı doğru çekilmesine neden olmuştur. Böylelikle buz tabakalarının kütsel kaybının artmasını, genellikle buz tabakalarının incilmesi, azalması ya da tamamen kaybolması veya yüzen buzul kütlelerinin yok olması takip eder. Böylesine dinamik bir buzul kaybı, Antarktika'daki net kütle kaybını ve Grönland'daki kütle kaybının yarısının nedenlerini açıklamaya yeterlidir. Grönland'daki buzul kaybının kalanı ise, erimeden dolayı meydana gelen kayıp oranının yağın karın birikme oranına göre daha fazla olmasıdır. {4.6, 4.8, 5.5}
- Küresel deniz seviyesi 1961 ile 2003 yılları arasında yıllık ortalama 1.8 [1.3 ila 2.3] mm yükselmiştir. Bu oran, 1993 ile 2003 arasında daha hızlı ve yıllık ortalama 3.1 [2.4 ila 3.8] mm'dir. 1993 ile 2003 yılları arasındaki daha yüksek oranın on yıllık değişkenliği mi gösterdiği yoksa uzun vadeli eğilimde bir artışı mı gösterdiği kesin değildir. Gözlemlenen deniz seviyesindeki yükselmenin, 19. yüzyıldan 20. yüzyıla arttığı yolundaki *inanç çok yüksektir*. 20. Yüzyıldaki toplam yükselmenin 0.17 [0.12 ila 0.22] m. olduğu tahmin edilmektedir. {5.5}
- 1993–2003 yılları arasındaki dönem için, iklim katkılarının toplamı, doğrudan gözlemlenen deniz seviyesindeki toplam yükselmedeki belirsizlikler ile tutarlılık göstermektedir (Bkz. Tablo SPM-1). Bu tahminler, gelişmiş uydu tahminlerine ve günümüzde mevcut olan yerinde elde edilmiş verilerine dayanmaktadır. 1961 ila 2003 dönemi için, toplam iklim katkılarının, toplam gözlemlenen deniz seviyesindeki yükselmeden daha az olduğu tahmin edilmektedir. TAR da 1910 ile 1990 arasında benzeri bir tutarsızlığı göstermektedir. {5.5}

Kıtasal, bölgesel ve okyanus havzaları ölçümlerinde, iklimlerde çok sayıda uzun vadeli değişiklik gözlemlenmiştir. Bu değişikliklere, Kuzey Kutbu ısılarında ve buzullarında, yağış oranlarında, denizlerin tuzluluk oranlarında ve rüzgarların düzenlerinde değişiklikler ile kuraklık, yoğun yağışlar, sıcaklık dalgaları ve tropikal siklonlarını da içine alır şekilde kötü hava koşullarındaki değişiklikler de dahildir¹⁰. {3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 5.2}

- Kuzey Kutbu ortalama ısı son 100 yıl içerisinde, küresel ortalama oranının hemen hemen iki katı artış göstermiştir. Kuzey Kutup ısıları, on yıllık yüksek değişkenlikler göstermiş ve 1925 ile 1945 yıllarında sıcak bir dönem gözlenmiştir. {3.2}
- 1978'den bu yana, uydu verileri Kuzey Kutup denizindeki yıllık ortalama buz yayılmasının her on yıllık dönemde %2,7 [2,1 ile 3,3] oranında daraldığını göstermiştir. Daralma, yaz aylarında her on yılda %7,4'lük [5,0 ile 9,8] bir oran ile daha yüksek oranda olmaktadır. Bu değerler, TAR'da gösterilen değerlerle tutarlıdır. {4.4}
- 1980'lerden itibaren Kuzey Kutbunda permafrost tabakasının üstündeki sıcaklık genel olarak (3°C derece kadar) artmıştır. Mevsimsel olarak buzla kaplanan alanlar 1900'lü yıllardan itibaren Kuzey Yarımküre'de %7'ye kadar düşüş göstermiştir. Bu azalma oranı ilkbaharda %15'tir. {4.7}
- 1900 ile 2005 arası, birçok geniş bölgede yağış miktarında uzun vadeli eğilimler gözlenmiştir¹¹. Kuzey ve Güney Amerika, Kuzey Avrupa ile Kuzey ve Orta Asya'da yağışlarda önemli oranda artış görülmüştür. Sahel, Akdeniz, Güney Afrika'da ve Güney Asya'nın bazı bölümlerinde kuraklık görülmüştür. Yağışlar, alan ve ısı yönünden büyük oranda değişkenlik göstermektedir ve veriler bazı bölgelerle sınırlıdır. Değerlendirilen diğer geniş bölgelerde uzun vadeli eğilimlere rastlanmamıştır.¹¹ {3.3, 3.9}
- Orta ve yüksek enlemlerde bulunan suların giderek tatlı suya dönüşmesi ile düşük enlemlerdeki sularda tuz oranındaki artış, yağışlardaki değişiklikleri ve okyanuslardaki buharlaşmayı göstermiştir. {5.2}
- Orta enlemlerde Batı'dan esen rüzgarlar 1960'lardan beri her iki yarımkürede de daha sertleşmeye başlamıştır. {3.5}
- 1970'lerden beri, daha yoğun ve uzun süreli kuraklıklar özellikle tropikal ve subtropikal iklime sahip bölgeler olmak üzere daha geniş alanlarda gözlenmiştir. Daha yüksek ısılarla bağlantılı olarak artan kuraklık ve azalan yağışlar kuraklıkta değişikliklere yol açmıştır. Deniz yüzeyi sıcaklığında (SST) ve rüzgar düzenlerinde meydana gelen değişiklikler ve giderek azalan kar birikintileri ile kar tabakaları da kuraklıkla ilişkilendirilmiştir. {3.3}
- Isınma ve atmosferdeki su buharında gözlemlenen artışla ilişkili olarak yoğun yağışların gerçekleşme sıklığı birçok bölgenin üzerinde artış göstermiştir. {3.8, 3.9}
- Son 50 yılda, aşırı uç ısılarda daha yaygın değişiklikler görülmüştür. Soğuk geceler, soğuk gündüzler ve don olayları daha da azalırken, sıcak günler ve sıcak geceler, ısı dalgaları daha sık görülmeye başlanmıştır (Bkz. Tablo SPM-2). {3.8}
- 1970 yılından sonra, Kuzey Atlantik'te yoğun tropikal siklon faaliyetlerinde artış olduğu gözlemlere dayanarak kanıtlanmıştır. Bu durumun, tropikal deniz yüzeylerindeki ısı artışlarıyla ilgisi vardır. Aynı zamanda, verilerin niteliği konusunda endişelerin bulunduğu bazı bölgelerde, yoğun tropikal siklon faaliyetlerinde artış olduğu sanılmaktadır. Rutin uydu gözlemlerinin 1970'li yıllarda başlamasından önceki tropikal siklon kayıtlarının niteliği ve birkaç on yıla dayanan değişkenliği, tropikal siklon faaliyetlerinin uzun vadeli eğilimlerinin belirlenmesini karmaşık hale getirmektedir. Yıllık tropikal siklon sayılarında açık bir eğilim bulunmamaktadır. {3.8}

¹⁰ Tropikal siklonlara şiddetli kasırga ve tayfunlar da dahildir.

¹¹ Değerlendirilen bölgeler, bu Raporun 11. Bölümünde ve TAR'ın bölgesel tahminler Bölümünde ele alınan bölgelerdir.

Tablo SPM-2. Son eğilimler, eğilim üzerinde insanoğlunun etkisinin değerlendirilmesi ve 20. yüzyılın sonlarında gözlemlenen eğilim ile bulunan aşırı uçta hava koşullarına ilişkin tahminler. {Tablolar 3.7, 3.8, 9.4, Bölümler 3.8, 5.5, 9.7, 11.2-11.9}

Olay ^a ve eğilimin yönü	Eğilimin 20. yüzyılın sonlarında (özellikle 1960 sonrası) meydana gelmiş olması ihtimali	Gözlemlenen eğilime insanoğlunun katkısı olma ihtimali ^b	21. Yüzyıl için Emisyon Senaryoları üzerine Özel Rapor (SRES) senaryosu kullanılarak varılan tahminler dayanağında gelecekteki eğilimlerin olasılığı
Çoğu kara alanında daha sıcak veya soğuk gündüz veya geceler	Çok muhtemel ^c	Muhtemel ^d	Hemen hemen kesin ^d
Çoğu bölge daha sıcak ve soğuk ve sıcak gecelerde sıklık	Çok muhtemel ^c	Muhtemel ^d (geceler)	Hemen hemen kesin ^d
Sıcak dalgaları. Çoğu yerde görülme sıklığı artmaktadır	Muhtemel ^d	Olması ihtimal dahilinde ^f	Çok muhtemel
Yoğun yağışlar. Sıklık (ya da yoğun yağışların toplam yağışa oranı) çoğu bölgede artışlar	Muhtemel ^d	Olması ihtimal dahilinde ^f	Çok muhtemel
Kuraklıktan etkilenen alanlarda artış	1970'lerden beri pek çok bölgede olması muhtemel	Olması ihtimal dahilinde	Muhtemel
Yoğun tropikal siklon faaliyetlerinde artış	1970'lerden beri bazı bölgelerde olması muhtemel	Olması ihtimal dahilinde ^f	Muhtemel
Deniz seviyesinde aşırı yükselme olaylarında artış (tsunamiler hariç)	Muhtemel	Olması ihtimal dahilinde ^{f, h}	Muhtemel

Tablo ile ilgili notlar

^a Tanımlarla ilgili olarak daha fazla ayrıntı için bkz. Tablo 3.7.

^b Bkz. Tablo TS-4, Kutu TS.3.4 ve Tablo 9.4.

^c Soğuk gündüz ve gecelerin sıklığında azalma (en soğuk %10).

^d Her yıl en soğuk gece ve gündüzlerde ısınma.

^e Sıcak gündüz ve gecelerin sıklığında azalma (en sıcak %10).

^f Antropojen katkıların boyutları değerlendirilmemiştir. Bu olaylarla ilişkilendirme, resmi ilişkili çalışmalardan çok uzman kararına dayanmaktadır.

^g Deniz seviyesinin aşırı yüksekliği ortalama deniz seviyesi yüksekliğine ve bölgesel hava sistemlerine bağlıdır. Burada en yüksek, belli bir dönemde belli bir merkezde saat başına deniz seviyesinde gözlemlenen değer %1 olarak tanımlanmıştır.

^h Ortalama deniz seviyesindeki değişiklikleri, gözlemlenen aşırı yüksek su seviyelerini izlemektedir. {5.5.2.6}. Antropojen faaliyetlerin ortalama deniz seviyesindeki yükselmeye katkıda bulunmuş olduğu çok muhtemeldir. {9.5.2}

ⁱ Bütün senaryolarda tahmini ortalama küresel deniz seviyesi 2100'de, söz konusu dönemden daha yüksektir. {10.6}. Deniz seviyesindeki aşırı uç değerlerde bölgesel hava sistemlerinin etkileri değerlendirmeye alınmamıştır.

İklimlerin Değişiklik Gözlemlenmeyen Bazı Yönleri {3.2, 3.8, 4.4, 5.3}

- Günlük ısı aralığında (DTR) bir düşüş olduğu TAR'da belirtilmişti, ancak o dönemde mevcut olan veriler sadece 1950 ile 1993 dönemlerini kapsamaktaydı. Güncellenmiş gözlemler, hem gündüz hem de gece ısılarının aşağı yukarı aynı oranda arttığını ve böylece DTR'nin 1979 ile 2004 yılları arasında değişiklik olmadığını ortaya koymaktadır. Eğilimler bir bölgeden diğerine büyük değişiklik göstermektedir. {3.2}
- Antarktika denizi buzul yayılması, bir yıl içinde ve yerel olarak değişiklik göstermeye devam etmekte, fakat bölgeden alınan ortalama atmosfer derecelerine yansıyan ısınmanın meydana gelmemesi ile paralel olarak önemli bir ortalama eğilim bulunmamaktadır. {3.2, 4.4}

- Okyanusların tümünün meridyenel dönüş sirkülasyonunda veya kasırga, dolu, yıldırım ve toz fırtınaları gibi küçük çaplı olaylarda mevcut eğilimlerin olup olmadığını belirlemek için yeterli kanıt mevcut değildir. {3.8, 5.3}

PALEOİKLİMSEL AÇIDAN BAKIŞ

Paleoiklimsel araştırmalarda, on yıllık sürelerden milyonlarca yıla uzanan bir zaman ölçeğinde meydana gelen geçmiş küresel iklim değişikliklerinden sonuç çıkarabilmek için iklim yönünden duyarlı göstergeler kullanılır. Bunlar gibi temsili veriler (örneğin ağaç halkası genişliği) hem yerel sıcaklıklardan hem de yağışlar gibi diğer öğelerden etkilenebilirler ve genellikle yılların tamamından çok belirli mevsimleri temsil ederler. TAR'dan beri yapılan çalışmalarla, dünyanın farklı bölgelerindeki birden fazla göstergede tutarlılık gösteren ilave verilerden daha kesin sonuçlar çıkmaktadır. Öte yandan belirsizlikler, genellikle geçmişe doğru gidildiğinde, giderek artan bölgenin kapsama alınması nedeniyle artmaktadır.

Paleoiklim bilgileri, geçtiğimiz yarım yüzyılda görülen sıcaklığın en azından son 1300 yıl içerisinde olağandışı olduğu görüşünü desteklemektedir. Kutup bölgelerinin günümüzdekenden önemli ölçüde sıcak olduğu son uzun dönemde (yaklaşık 125.000 yıl önce), kutup buzlarındaki erimeler deniz seviyesinin 4 ila 6 metre yükselmesine neden olmuştur. {6.4, 6.6}

- 20. Yüzyılın ikinci yarısında Kuzey Yarımküre ortalama ısıları, son 500 yıl içinde görülen herhangi bir 50 yıllık dönemden daha yüksek seyretmiş olduğu *çok muhtemeldir* ve *muhtemelen* son 1300 yılın en yüksek değerlerine ulaşmıştır. Yakın zamanda yapılan bazı araştırmalar, Kuzey Yarımküre sıcaklıklarında TAR'da belirtilenlerden daha büyük bir değişkenlik olduğunu ve özellikle 12. ila 14., 17., ve 19. yüzyıllarda daha serin dönemlerde yaşanmış olduğunu bulgusunu göstermiştir. 20. yüzyıl öncesindeki daha sıcak dönemler, TAR 'da belirtilen belirsizlik aralığı içinde bulunmaktadır. {6.6}
- Son buzul dönemindeki ortalama küresel deniz seviyesi (yaklaşık 125.000 yıl önce) 20. Yüzyıla kıyasla *muhtemelen* 4 ila 6 m. daha yüksektir. Bunun temel nedeni, kutup buzullarının geri çekilmesi idi. Buzul çekirdeği verileri, o tarihlerde ortalama kutup ısısının, Dünya yörüngesinin farklı olmasından dolayı bugüne kıyasla 3 ila 5°C daha yüksek olduğunu göstermektedir. Grönland buz tabakası ve diğer Kuzey Kutbu buz alanları deniz seviyesinde gözlemlenen yükselişe *muhtemelen* 4 m.'den daha fazla katkıda bulunmamıştır. Ayrıca, Antarktika'dan da katılım olmuş olabilir. {6.4}

İKLİM DEĞİŞİKLİKLERİNİ ANLAMA VE İLİŞKİLENDİRME

Bu değerlendirme, daha uzun ve gelişmiş kayıtları, daha geniş kapsamlı gözlemleri ve TAR'dan beri yapılan çalışmalara dayanarak, iklimin pek çok yönünü ve değişkenliklerini daha gelişmiş düzenlerle ele almaktadır. Aynı zamanda bu değerlendirme, gözlemlenen değişikliklerin dışarıdan gelen zorlamaya karşı beklenen tepkilerle sayısal olarak uyumlu olup olmadığını ve alternatif fiziksel makul açıklamalarla tutarsızlık gösterip göstermediğini değerlendiren yeni ilişkilendirme çalışmalarının sonuçlarını ele almaktadır.

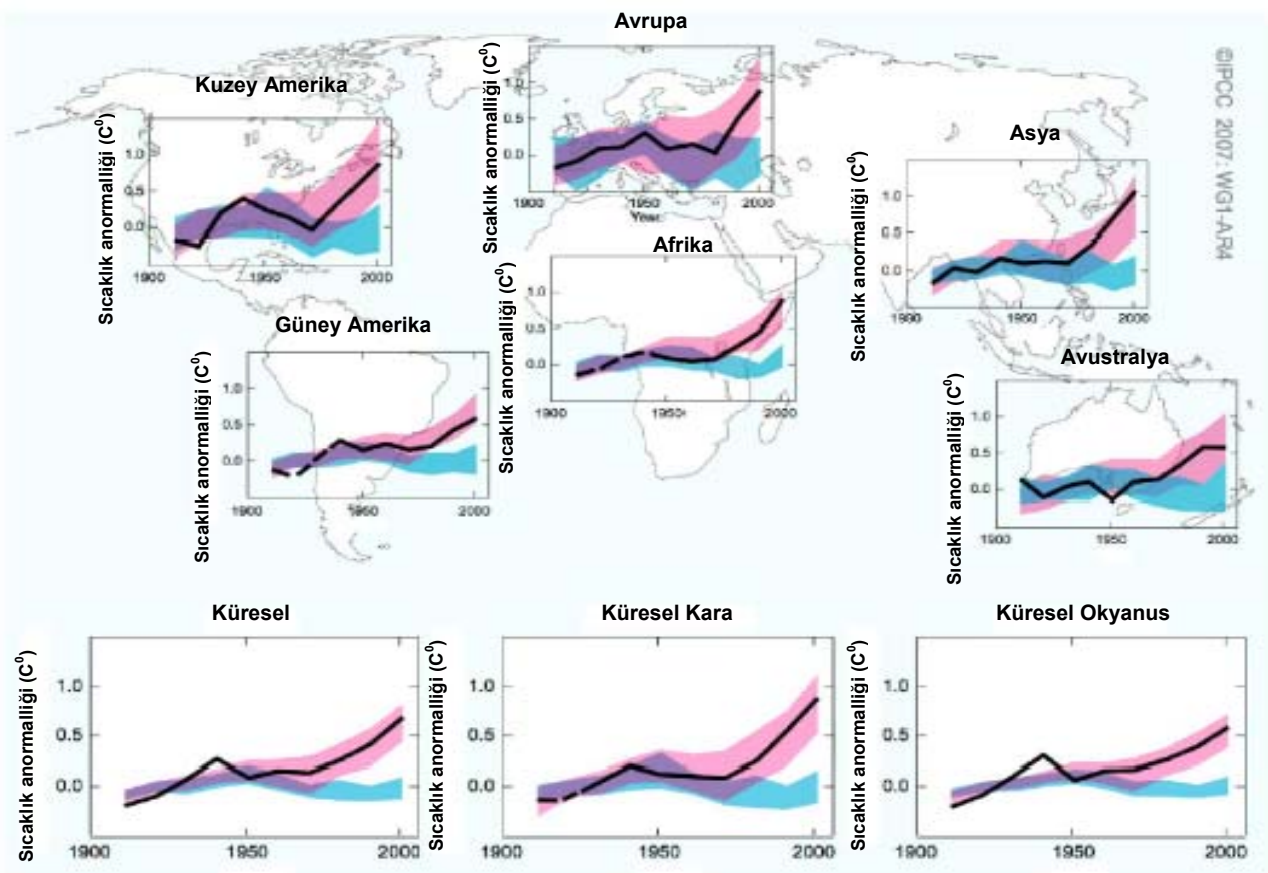
20. yüzyılın ortasından itibaren küresel ortalama sıcaklıklarda gözlemlenen artışın, antropojen sera gazı yoğunluklarında gözlenen artıştan kaynaklandığı *çok muhtemeldir*¹². Bu, TAR'da varılan şu sonuca göre bir ilerlemedir: “son 50 yılda görülen ısınma *muhtemelen* sera gazı yoğunluklarındaki artıştan kaynaklanmaktadır.” İnsanoğlunun görülebilir etkileri, bugün iklimlerin diğer yönlerini de kapsamaktadır: okyanuslarda ısınma, kıtaların ortalama sıcaklıkları, aşırı dereceler ve rüzgarın düzenleri buna dahildir. (Bkz. Şekil SPM-4 ve Tablo SPM-2). {9.4, 9.5}

- Tek başına sera gazı yoğunluklarındaki artışın, gözlemlenenden daha fazla ısınmaya sebep olmuş olması *muhtemeldir*, zira volkanik ve antropojen aerosoller, aksi takdirde gerçekleşmesi beklenen ısınmayı karşılamıştır. {2.9, 7.5, 9.4}
- Atmosfer ve okyanuslarda görülen yaygın ısınma, buz kütlelerinin erimesi ile birlikte, son elli yılda meydana gelen iklim değişikliklerinin, dışarıdan gelen zorlama olmaksızın açıklanabilmesinin *son derece olanaksız* olduğu sonucunu desteklemektedir ve bu durumun sebeplerinin doğal olmadığı *çok muhtemeldir*. {4.8, 5.2, 9.4, 9.5, 9.7}

¹² Geri kalan belirsizlikler güncel metodolojiye dayanarak ele alınmıştır.

- İklim sistemindeki ısınma, yüzey ve atmosfer ısılarındaki değişikliklerden, okyanusun üst bir kaç yüz metresinde meydana gelen ısı değişikliklerinden ve bunların deniz seviyesinin yükselmesine olan katkılarından anlaşılmıştır. İlişkilendirme araştırmaları, bütün bu değişikliklerde antropojen katkıları belirlemiştir. Troposfer'de gözlenen ısınma ve stratosferde gözlenen soğuma düzeninin, sera gazı artışları ve stratosferdeki ozonun tükenmesinin ortak sonucu olduğu *çok muhtemeldir*. {3.2, 3.4, 9.4, 9.5}
- Antarktika hariç olmak üzere her bir kıtada, geçtiğimiz 50 yıl içerisinde, önemli derecede antropojen ısınma meydana gelmiş olduğu *muhtemeldir* (Bkz. Şekil SPM-4). Okyanus üzerindeki ısınmadan daha fazla olan kara üzerindeki ısınma ve onların zaman içindeki değişikliği dahil olmak üzere gözlenen ısınma modelleri sadece antropojen zorlamayı içerir modeller ile canlandırılmaktadır. İkili iklim modellerinin altı kıtanın her birinde gözlenen ısı evrimini canlandırmadaki yeterliliği, insan faaliyetlerinin iklimler üzerindeki etkilerine ilişkin TAR'da mevcut olduğundan daha güçlü kanıtlar sağlamaktadır. {3.2, 9.4}

Küresel ve Kıtasal Sıcaklık Değişimi



ŞEKİL SPM-4. Doğal ve antropojen zorlama kullanılarak canlandırılan modellerden elde edilen sonuçlarla, yüzey derecelerindeki gözlenen kıtasal ve küresel çapta değişikliklerin karşılaştırılması. Gözlemlerin onar yıllık ortalamaları, 1901–1950 yılları için karşılık ortalamaya kıyasen 1906–2005 dönemi için (siyah çizgi) on yılın ortasında çizilerek gösterilmiştir. Alan kapsamının %50'den daha az olduğu yerde kırık çizgiler kullanılmıştır. Mavi çizgiler, sadece güneş faaliyetleri ve volkanlar gibi doğal zorlamalar kullan 5 iklim modelinden %5–95 aralığında 19 canlandırmayı göstermektedir. Kırmızı çizgiler, hem doğal hem de antropojen zorlamaları kullanan 14 iklim modelinden, 58 canlandırmanın %5–95 aralığını göstermektedir. {FAQ 9.2, Şekil 1}

- Daha küçük ölçeklerde gözlenen ısı değişikliklerinin güvenilir bir şekilde canlandırılması ve ilişkilendirilmesinde zorluklar bulunmaktadır. Bu ölçeklerde, doğal iklim değişkenliği oldukça fazladır ve bu durum dış zorlamalardan kaynaklanan beklenen değişiklikleri belirlemeyi zorlaştırmaktadır. Yerel zorlamalar ve verilerdeki belirsizlikler de sera gazı artışlarının küçük ölçekli ısı değişimlerine olan katkılarını tahmin etmeyi zorlaştırmaktadır. {8.3, 9.4}
- Antropojen zorlama *muhtemelen* her iki yarımkürede tropikal rüzgarların düzenlerini ve sıcaklık düzenlerini etkileyen rüzgar düzenlerinin değişikliklerine¹³ katkıda bulunmuştur. Öte yandan, Kuzey Yarımküre'de gözlenen sirkülasyon değişiklikleri, 20. Yüzyılda zorlama değişikliklerine kıyasla daha büyüktür. {3.5, 3.6, 9.5, 10.3}
- Çok sıcak geceler, soğuk geceler ve soğuk günlerin sıcaklıkları *muhtemelen* antropojen zorlama sonucu artmıştır. Antropojen zorlamanın ısı dalgaları riskini artırmış olması *ihtimal dahilindedir*. (bkz. Tablo SPM-2). {9.4}

İklim modellerinin analizi ile birlikte gözlemlerin sonuçları, iklim duyarlılığı için muhtemel bir aralığın değerlendirilmesini ilk kez mümkün kılar ve iklim sisteminin ısınsal zorlamaya karşı tepkisinin anlaşılmasında güvenilirliği artırır. {6.6, 8.6, 9.6, Kutu 10.2}

- İklim duyarlılık dengesi, iklim sisteminin süregelen ısınsal zorlamaya gösterdiği tepkinin ölçümüdür. Bu bir tahmin değildir fakat karbondioksit yoğunluğunun iki misli artmasını takiben küresel ortalama yüzey sıcaklığı olarak tanımlanmaktadır. Bu ölçünün, 2 ila 4.5°C arasında, en iyi tahminle ise 3°C civarında olacağı *muhtemeldir* ve 1.5°C'nin altında olması *hemen hemen olanaksızdır*. 4.5°C'den çok daha yüksek olan değerler hariç tutulmasa da, modellerin gözlemlerle uyumu bu değerler açısından yeterince iyi değildir. Su buharındaki değişiklikler, iklim duyarlılığını etkileyen en büyük öğelerden biridir ve artık TAR'a kıyasla daha iyi anlaşılmaktadır. Bulutların etkisi en büyük belirsizlik kaynağı olmaya devam etmektedir. {8.6, 9.6, Kutu 10.2}
- 1950'den önceki en az yedi yüzyılda meydana gelen değişikliklerin sadece iklim sisteminde meydana gelen değişkenlikten kaynaklanmış olması *çok az bir ihtimaldir*. Bahsi geçen yüzyıllarla ilgili olarak yeniden yapılandırılan onar yıllık ısı değişkenliğinin önemli bir bölümünün, volkanik patlamalar ve güneşin parlaklığındaki değişiklikten kaynaklandığı *çok muhtemeldir* ve bu kayıtlarda açıkça görülen antropojen zorlamanın 20. Yüzyılın başındaki ısınmaya olan katkısı *muhtemeldir*. {2.7, 2.8, 6.6, 9.3}

GELECEKTEKİ İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ TAHMİNLERİ

TAR'a kıyasen iklim değişiklikleri tahminleri değerlendirilmesindeki başlıca ilerleme, geniş bir model aralığında çok sayıda canlandırmanın mevcut olmasıdır. Bunlar, gözlemlerden elde edilen ilave bilgilerle birlikte ele alınınca, gelecekteki iklim değişikliklerinin bir çok yönü için ihtimalleri ele alırken sayısal bir temel sağlamaktadırlar. Model canlandırmalar, ideal emisyon ya da yoğunluk varsayımları da dahil, gelecekteki aralıkları da kapsamaktadır. Bunlar arasında 2000-2100 dönemi için SRES¹⁴ örnekleyici marker senaryoları ve 2000 ya da 2100 döneminden sonra sabit tutulan sera gazları ile aerosol yoğunlukları da vardır.

Önümüzdeki yirmi yıl içinde, her on yıl için, SRES emisyon senaryolarına göre 0.2°C derecelik bir ısınma meydana gelecektir. Bütün sera gazları ve aerosol yoğunlukları 2000 yılı düzeyinde sabit tutulsalar bile, her on yılda bir 0.1°C civarında ısınma beklenmektedir. {10.3,10.7}

¹³ Özellikle Güney ve Kuzey Atlantik Yıllık Modlarında ve Kuzey Atlantik Salınımı'nda ilgili değişikliklerle {3.6, 9.5, Kutu TS.3.1}

¹⁴ SRES, IPCC'nin Emisyon Senaryoları hakkındaki Özel Raporu'na atıf yapmaktadır (2000). SRES aileleri ve örnekleyen vakalara, ilave iklim inisiyatifleri dahil edilmemiştir. Bunlar bu Politika Belirleyiciler için Özet'in sonundaki kutuda gösterilmişlerdir. 2100 'de insan faaliyetlerinden kaynaklanan sera gazı ve aerosollerin sebep olduğu hesaplanacak ısınsal zorlamalara karşılık gelen CO₂ eşdeğer yoğunluklardır (SRES B1, A1T, B2, A1B, A2 ve A1FI için TAR'ın. 823 sayfasına bkz). Örnekleme senaryolar için değerler ayrı ayrı 600, 700, 800, 850, 1250 ve 1550 ppm'dir. Senaryo B1, A1B, ve A2 kıyaslamalar arası çalışmaları modelinin odak noktası olmuştur ve elde edilen sonuçlardan birçoğu bu raporda değerlendirilmiştir.

- IPCC'nin 1990 yılında yayınlanan ilk raporundan beri, değerlendirme sonucu yapılan tahminler, dünyanın 1990'dan 2005'e kadar her on yılda bir ortalama 0.15 ve 0.3°C derece arasında ısındığını ortaya koymuştur. Bu sonuçlar her on yıl için gözlemlenen 0.2°C ile kıyaslanabilmekte ve yakın vadeli tahminlere duyulan güveni artırmaktadır. {1.2, 3.2}
- Model deneyler, bütün ısınimsal zorlama öğeleri 2000 yılı düzeylerinde sabit tutulsalar bile önümüzdeki yirmi yıl içinde her on yıl için 0.1°C'lik bir ısınma gerçekleşeceğini göstermektedir. Bunun temel nedeni okyanusların yavaş tepkisidir. Emisyonlar SRES senaryoları içinde kalırlarsa, iki misli bir ısınma (her on yıl için 0.2°C) beklenmektedir. Modellere dayanılarak yapılan en iyi tahminler, 2030 yılına kadar insanların yaşadığı her kıtada on yıl için ortalama ısının, SRES senaryoları arasındaki seçime duyarsız kaldığını ve 20. Yüzyılda bunlara karşılık gelen modele dayalı doğal değişkenlerden az iki misli fazla olacağını *çok muhtemel* olduğunu ortaya koymaktadır. {9.4, 10.3, 10.5, 11.2–11.7, Şekil TS-29}

Bugünkü oranlarda ya da üstünde süregelen sera gazı emisyonları daha fazla ısınmaya neden olacak ve 21. Yüzyılda küresel iklim sisteminde, 20. Yüzyılda gözlenenlerden daha büyük pek çok değişikliğe yol açacağı *çok muhtemeldir*. {10.3}

- İklim değişikliği modellemesindeki ilerlemeler sayesinde, artık en iyi tahminler yapılabilmekte ve farklı emisyon senaryolarında ısınma tahminleri için *muhtemel* değerlendirilmiş belirsizlik aralıkları verilebilmektedir. Politik bilgilerin kaybolmasını önlemek için, farklı emisyon senaryolarının sonuçları, bu raporda ayrı olarak açıkça verilmiştir. 21. yüzyıl sonu için (2090–2099) tahmini ortalama küresel yüzey ısınmaları Tablo SPM-3'te gösterilmiştir. Bunlar alt ve üst SRES emisyon senaryoları arasındaki farklılıkları ve bu senaryolarla ilişkilendirilmiş tahmini belirsizlikleri göstermektedir. {10.5}
- Altı SRES marker senaryosu için en iyi tahmini ortalama küresel yüzey ısınmalarının *muhtemel* aralıkları bu değerlendirmede verilmiş ve Tablo SPM-3'de gösterilmiştir. Örneğin, alt senaryo için en iyi tahmin (B1) 1.8°C (*muhtemel* aralık 1.1°C ile 2.9°C arasında) ve üst senaryo için en iyi tahmin (A1FI) 4.0°C'dir (*muhtemel* aralık 2.4°C ile 6.4°C arasında). Bu tahminler TAR'da belirtilen aralıkla (1.4 ila 5.8°C) oldukça tutarlı olmalarına rağmen, doğrudan kıyaslanabilir değildirler (Bkz. Şekil SPM-5). AR4, her bir marker senaryosu için en iyi tahminleri ve değerlendirilmiş olasılık aralığını sağladığı için daha gelişmiştir. *Muhtemel* aralıkların yeni değerlendirmesi, artık artan karmaşıklık ve gerçekçilikteki daha çok sayıda iklim modellerine ve aynı zamanda, karbon döngüsünden elde edilen verilerin yapısına ilişkin bilgilere ve iklim tepkilerine ilişkin gözlem sonuçlarına dayanmaktadır. {10.5}

Tablo SPM-3. 21. Yüzyılın sonunda tahmin edilen ortalama küresel yüzey ısınması ve deniz seviyesindeki yükselme {10.5, 10.6, Tablo 10.7}

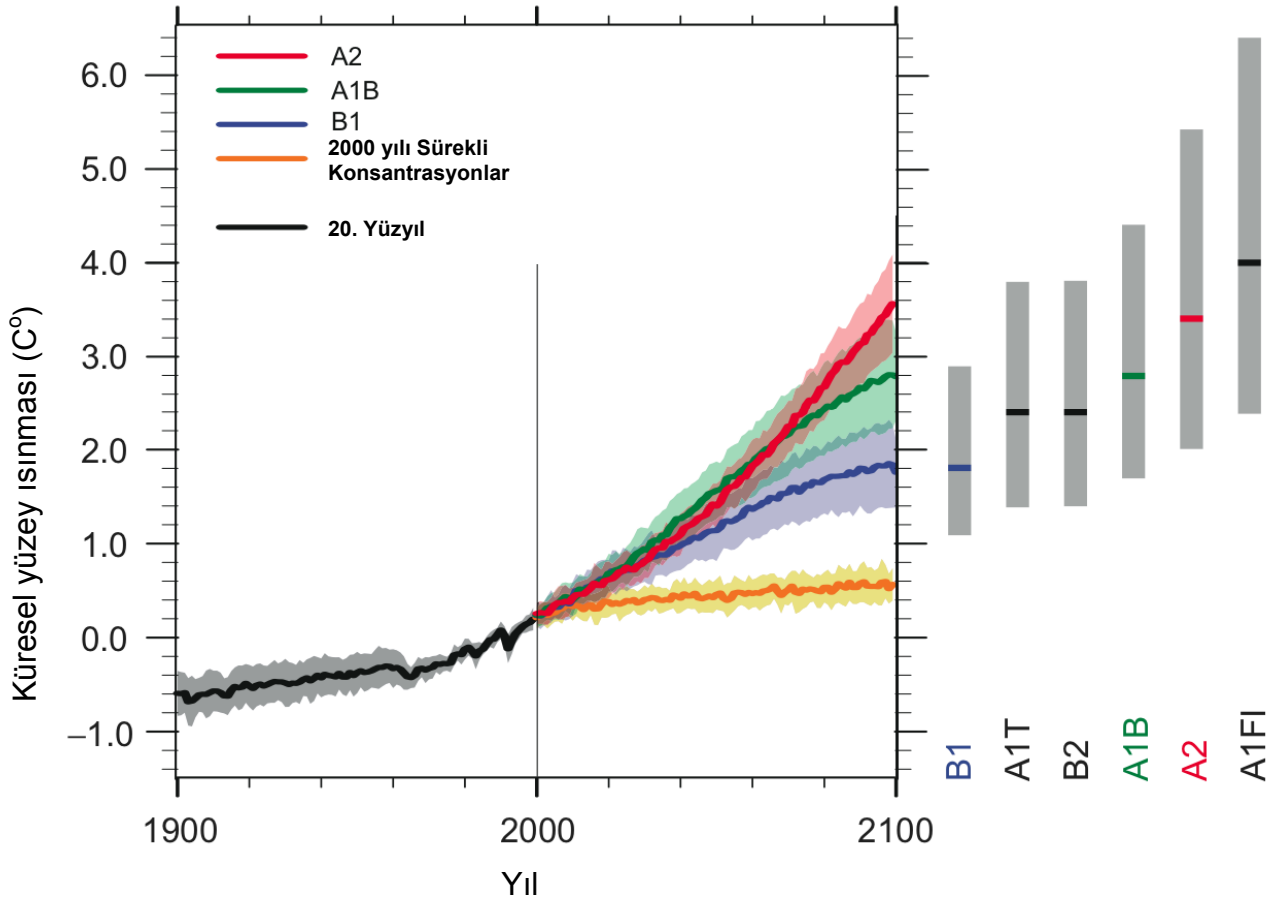
Olay	Isı Değişikliği (°C 2090-2099'da 1980-1999'e kıyasla) ^a		Deniz Seviyesinde Yükselme (m 2090-2099'da 1980-1999'a kıyasla)
	En iyi tahmin	<i>Muhtemel</i> aralık	Modele dayalı aralık, gelecekte buzlardaki hızlı dinamik değişiklik hariç
2000 Yılı sabit yağunluklar ^b	0.6	0.3 – 0.9	NA
Senaryo B1	1.8	1.1 – 2.9	0.18 – 0.38
Senaryo A1T	2.4	1.4 – 3.8	0.20 – 0.45
Senaryo B2	2.4	1.4 – 3.8	0.20 – 0.43
Senaryo A1B	2.8	1.7 – 4.4	0.21 – 0.48
Senaryo A2	3.4	2.0 – 5.4	0.23 – 0.51
Senaryo A1FI	4.0	2.4 – 6.4	0.26 – 0.59

Tablo notları:

^a Bu tahminler, bir tek iklim modelini, bir kaç modeli, Orta Karışıklıktaki Dünya Modellerini (EMICs) içeren büyük bir model grubundan ve Atmosfer-Okyanus Küresel Sirkülasyon Modelleri'nden (AOGCMs) seçilmiştir.

^b 2000 yılı sabit bileşeni sadece AOGCM'lerden alınmıştır.

Yüzey Isınması için Çoklu-model Ortalamaları ve Değerlendirilen Aralıklar



ŞEKİL SPM-5. Kesintisiz çizgiler yüzeysel ısınmanın (1980-99'a kıyasla) 20. Yüzyıl canlandırmalarının devamı olarak, A2, A1B ve B1 senaryoları için çoklu model küresel ortalama ısınmasını göstermektedir. Renklendirme, yıllık tek model ortalamasının eksi/artı bir standart sapma aralığını göstermektedir. Portakal rengi çizgi, 2000 yılı değerlerinde yoğunlukların sabit tutulduğu deney içindir. Sağdaki gri çubuklar en iyi tahmini (her bir çubuk içindeki kesintisiz çizgi) ve altı SRES marker senaryosu için değerlendirilen *muhtemel* aralığı göstermektedir. En iyi tahminin değerlendirilmesi ve çubuklardaki *muhtemel* aralıklara şeklin sol bölümündeki AOGCM'ler ve aynı zamanda bağımsız modeller serisinden modeller ve gözlemle ilgili kısıtlamalar da dahildir. {Şekiller 10.4 ve 10.29}

- Isınma, atmosferde kalan antropojen emisyonların oranını yükselterek toprak ve denizlerin atmosferdeki mevcut karbondioksiti alma oranını azaltmaktadır. Örneğin A2 senaryosu için, iklim-karbon döngüsü verileri, 2100 yılında buna karşılık gelen küresel ortalama ısınmayı 1°C'den daha fazla artırmaktadır. Isı tahminlerinde değerlendirilen üst aralıklar TAR'dan daha geniştir (Tablo SPM-3'e bakınız). Bunun nedeni artık mevcut olan daha geniş kapsamlı modellerin daha güçlü iklim-karbon döngüsü bilgisi sağlamalarıdır. {7.3, 10.5}
- 21. Yüzyılın sonunda (2090–2099) modele-dayalı küresel ortalama deniz seviyesindeki yükselme tahminleri Tablo SPM-3'de gösterilmiştir. Her bir senaryo için, Tablo SPM-3'deki orta nokta aralığı, 2090–2099 model ortalaması için TAR'ın %10'udur. Artık tahmini katkılarda bazı belirsizlikler hakkındaki daha gelişmiş bilgiler nedeniyle aralıklar TAR'da olduğundan daha dardır.¹⁵ {10.6}
- Bugüne kadar kullanılan modeller iklim-karbon döngüsü verilerinde belirsizlikleri içermediği gibi, basılı literatür temelini eksikliği nedeniyle, buz akışının tam etkileri de bunlara dahil edilmemiştir. Tahminlere, 1993–2003 arasında gözlemlenen aralıklarda Grönland ve Antarktika'daki buz tabakası akışlarının katkısı da dahil edilmiştir. Ancak, bu buz tabakası akışları gelecekte azalabilir ya da çoğalabilir. Örneğin bu katkı ortalama küresel ısı değişikliğiyle doğrusal olarak artarsa, SPM-3'de gösterilen SRES senaryoları için deniz seviyesinde yükselmenin üst aralıkları 0.1 m ila 0.2 m arasında artacaktır.

¹⁵ TAR tahminleri 2100 için yapılmıştı. Öte yandan bu rapordaki tahminler 2090–2099 yılları içindir. TAR 'da da belirsizlikler aynı şekilde ele alınsaydı Tablo SPM-2'dekine benzer aralıklar olacaktı.

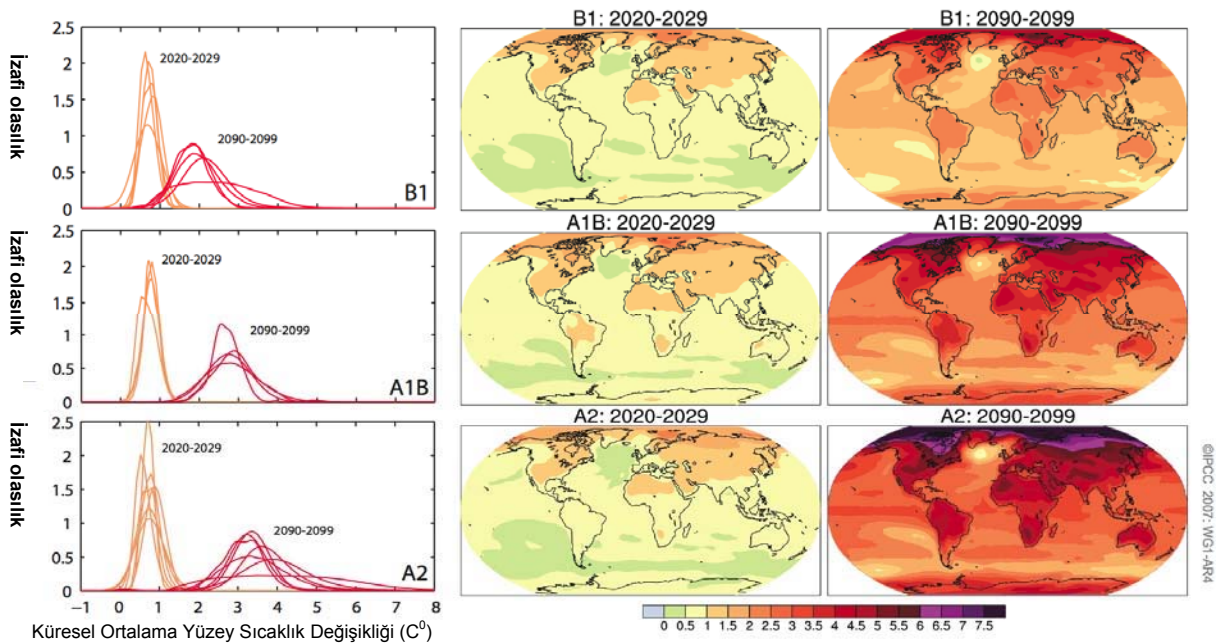
Daha yüksek değerler hariç tutulmasa da bu etkilerin anlaşılması, bunların olasılıklarını değerlendirmek, en iyi tahmini yapabilmek ya da deniz yüzeylerinin yükselmesindeki üst sınırı verebilmek için çok sınırlıdır. {10.6}

- Atmosferdeki giderek artan karbondioksit yoğunlukları okyanuslardaki asitleşmenin artmasına yol açmaktadır. SRES senaryolarına dayalı tahminler, 21. Yüzyılda küresel okyanus yüzeyi pH¹⁶ değerinde 0.14 ve 0.35 ünite azalma göstermektedir. Bu, sanayi öncesinden beri mevcut olan 0.1 üniteye ilave olacaktır. {5.4, Kutu 7.3, 10.4}

Artık ısınmanın tahmini düzenlerine ve rüzgar düzenleri, yağışlar ve aşırı uç değerlerin ve buzların bazı yönlerindeki değişiklikler dahil olmak üzere diğer bölgesel ölçekli incelemelere daha fazla güven duyulmaktadır. {8.2, 8.3, 8.4, 8.5, 9.4, 9.5, 10.3, 11.1}

- 21. Yüzyıldaki tahmini ısınma, son birkaç on yılda gözlenenlere benzer, senaryolardan bağımsız coğrafi düzenler göstermektedir. Isınma en fazla karalarda, en çok yüksek kuzey enlemlerde ve en az Güney Okyanusu ve Kuzey Atlantik Okyanusu'nun bölümlerinde görülecektir. (Bkz. Şekil SPM-6). {10.3}

Yüzey Sıcaklıklarıyla ilgili AOGCM Projeksiyonları

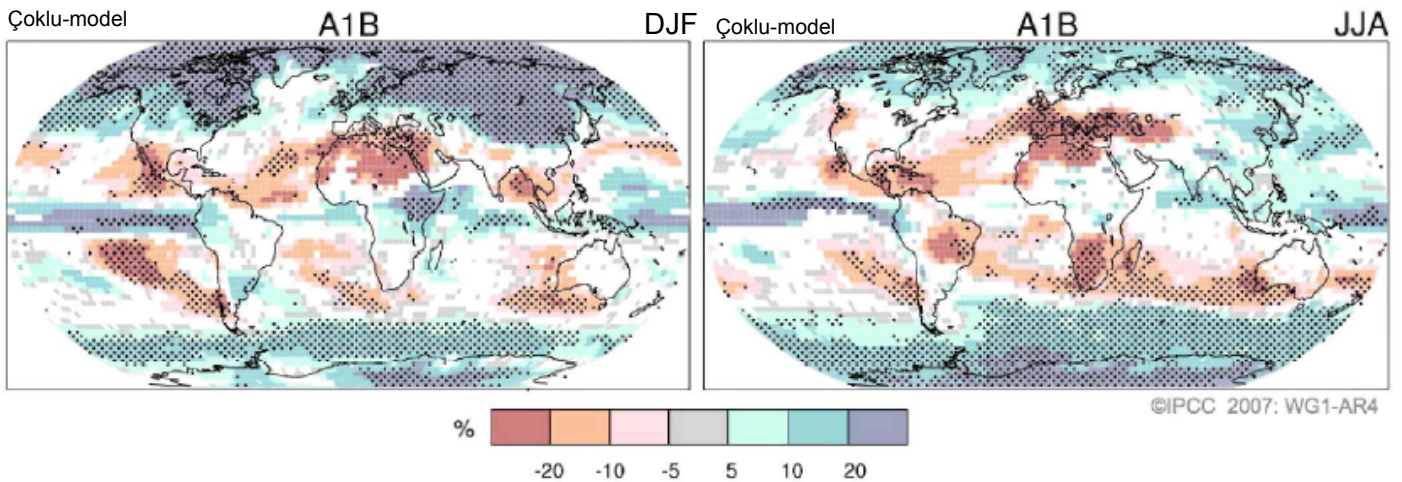


ŞEKİL SPM-6. 21. Yüzyıl başı ve sonu için 1980–1999'a kıyasla tahmini yüzey ısı değişiklikleri. Orta ve sağ bölümler B1 (üst), A1B (orta) ve A2 (alt) SRES senaryoları için 2020–2029 (orta) ve 2090–2099 (sağ) dönemlerinde ortalaması alınan, Atmosfer-Okyanus Genel Sirkülasyon çoklu-Model ortalama tahminleri göstermektedir. Sol bölüm ise, aynı dönemler için farklı AOGCM ve EMIC çalışmalarından tahmini küresel ortalama ısınmanın ilgili olasılıklarına kıyasla karşılık belirsizlikleri göstermektedir. Bazı çalışmalar sadece SRES senaryolarının yan bölümleri ya da değişik model uyarlamaları için sonuçları göstermektedir. O yüzden, sol bölümlerde gösterilen eğrilerin sayısındaki farklılıklar, sadece mevcut sonuçlara erişebilirlikteki farklılıklardan kaynaklanmaktadır. {Şekil 10.8 ve 10.28}

¹⁶ pH değerindeki azalmalar, bir çözeltinin asit oranındaki artışa karşılık gelmektedir. Daha fazla ayrıntı için Sözlükçe'ye bakınız.

- Kar örtüsünün daralacağı tahmin edilmektedir. Çoğu donmuş bölgede erime derinliğinin yaygın olarak artacağı tahmin edilmektedir. {10.3, 10.6}
- Bütün SRES senaryolarında, denizdeki buzların hem Kuzey kutbunda hem de Antarktika'da küçülmesi beklenmektedir. Bazı tahminlere göre 21. Yüzyılın son bölümünde yaz sonrası deniz buzları tamamen yok olacaktır. {10.3}
- Aşırı sıcakların, sıcaklık dalgalarının ve yoğun yağışların daha sık görülmesi *çok muhtemeldir*. {10.3}
- Model aralıklarına dayanarak, gelecekte tropikal siklonların (tayfun ve hortumların) daha yoğun olması ve tropikal SST'de devam eden artışlarla birlikte çok şiddetli rüzgarların ve daha şiddetli yağışların görülmesi *muhtemeldir*. Tropikal siklonların sayılarında küresel olarak azalma tahminlerine pek güvenilmemektedir. Bazı bölgelerde 1970'lerden beri çok yoğun fırtınaların oranlarında görülen artış, o dönemler için güncel modellerle canlandırılanlardan çok daha fazladır. {9.5, 10.3, 3.8}
- Tropik bölgelerdeki fırtınaların kutuplara doğru kayacağı tahmin edilmekte, bunun sonucu rüzgar, yağış ve ısı düzenlerinde değişikliklerle birlikte son yarı yüzyılda gözlemlenen eğilimlerin sürmesi beklenmektedir. {3.6,10.3}
- Tahmin edilen yağış düzenlerini anlama konusunda TAR'dan itibaren ilerlemeler kaydedilmiştir. Birçok subtropikal topraklar ve bölgelerde yağış miktarlarında azalma görülmesi *muhtemel* iken, yüksek enlemlerde yağış miktarlarında artış görülmesi *çok muhtemeldir*. (2100'de A1B senaryosunda %20'ye kadarlık bir oranla, Bkz. Şekil SPM-7). Geçmiş eğilimlerde gözlenen düzen sürecektir. {3.3, 8.3, 9.5, 10.3, 11.2 ile 11.9}
- Güncel model canlandırmalarına göre, Atlantik Okyanusu meridyensel dönme sirkülasyonunun (MOC) 21. Yüzyılda yavaşlaması *çok muhtemeldir*. SRES emisyon senaryosu A1B için, 2100 yılında çoklu model ortalama azalma oranı (0-%50 aralığında) %25'tir. Sera gazlarındaki tahmini artışlarla ilişkilendirilen çok daha fazla ısınma nedeniyle oluşacak değişikliklere rağmen, Atlantik bölgesinde sıcaklığın artacağı tahmin edilmektedir. MOC'un 21. Yüzyılda büyük ve ani bir değişikliğe uğraması *çok az bir ihtimaldir*. MOC'taki uzun vadeli değişiklikler güvenli bir şekilde değerlendirilememektedir. {10.3, 10.7}

Yağış Değişikliklerinin Öngörülen Düzenleri



ŞEKİL SPM-7. 2090–2099 dönemi için 1980–1999 dönemiyle kıyasla yağışlarda meydana gelecek değişikliklerin (yüzde olarak) tahmini. Değerler, Aralık'tan Ocak (solda) ve Haziran'dan Ağustos (sağda) aylarına kadar SRES A1B senaryosuna dayalı çoklu model ortalamalarıdır. Beyaz bölümler, modellerin %66'sından daha azının değişim halinde olduğunu kabul ettiği bölümleri gösterirken, noktalı bölümler modellerden %90'ından fazlasının değişim halinde olduğunu kabul ettiği bölgelerdir. {Şekil 10.9}

Sera gazı yoğunlukları sabitlense bile, iklim süreçleri ve geri dönüşümü ile ilişkilendirilen zaman ölçekleri yüzünden, antropojen ısınma ve deniz seviyelerindeki yükselme yüzyıllar boyunca sürecektir. {10.4, 10.5, 10.7}

- İklim karbon döngüsü çiftlemesinin, iklim sistemi ısındıkça atmosfere karbondioksit ilave etmesi beklenmektedir ancak bu verilerin boyutu belirsizdir. Bu da, belirli bir denge düzeyinde atmosferik karbondioksit konsantrasyonu yakalamak için gerekli olan karbondioksit emisyonundaki belirsizliği arttırmaktadır. İklim karbon döngüsü verileri üzerindeki güncel anlayışını esas alan model araştırmaları, karbondioksiti 450 ppm'de sabitlemenin 21. Yüzyılda kümülatif emisyonların tahmini olarak ortalama 670 [630 ila 710] GtC (2460 [2310 ila 2600] GtCO₂)'den 490 [375 ila 600] GtC (1800 [1370 ila 2200] GtCO₂)'e düşürülmesini gerekli kılabileceğini savunmaktadır. Benzer şekilde, bu veriyi 1000 ppm'de sabitlemek, kümülatif emisyonların tahmini bir model ortalaması olan yaklaşık 1415'ten [1340 ila 1490] GtC (5190 [4910 ila 5460] GtCO₂) yaklaşık 1100'e [980 ila 1250] GtC (4030 [3590 ila 4580] GtCO₂) düşürülmesini gerektirebilir. {7.3, 10.4}.
- 2100 yılında ısınımsal zorlamalar B1 ya da A1B düzeylerinde sabitlenirse, yine de, çoğunlukla 2200'e kadar küresel ortalama sıcaklıkta 0.5°C kadar bir artış beklenmektedir. {10.7}
- Isınımsal zorlamalar 2100 yılında A1B düzeylerinde sabitlenirse, sadece termal genişleme, 2300 yılında 0.3 ila 0.8 m. arasında bir deniz seviyesi yükselmesine yol açacaktır (1980–1999 ile kıyaslamalı olarak). Termal genişleme, ısının okyanusun derinliklerine taşınması için gerekli zaman yüzünden, yüzyıllar boyunca sürecektir. {10.7}
- Grönland buz tabakasındaki daralma 2100 yılından sonra da devam ederek deniz seviyelerinin yükselmesine katkıda bulunacaktır. Güncel modeller, ısınmayla buz kütlelerindeki kayıpların, yağışla kazandığından daha hızlı artmasını ve yüzey kütle dengesinin 1.9 ila 4.6°C arası bir ortalama küresel ısınmayla (sanayi öncesi değerlere kıyasla) bozulacağını öne sürmektedir. Eğer böyle bir negatif yüzeysel kütle dengesi bir yüzyıl kadar sürerse bu Grönland buz tabakasının tamamen yok olması ve deniz seviyesini 7 m. kadar yükselmesi sonucunu doğuracaktır. Grönland'da gelecekte buna tekabül eden ısılar, paleoiklimsel bilgilerin kutup buzlarının alanlarında azalmanın ve deniz seviyesinde 4 ila 6 m. arası bir yükselmenin olduğu bundan 125.000 yıl önceki son buzul çağı arası dönem ile karşılaştırılabilir durumdadır. {6.4, 10.7}
- Güncel modellere dahil edilmeyen ama yakın geçmişte gözlemlenen buzların akışıyla ilgili dinamik süreçler buz kütlelerinin ısıya karşı direncini azaltabilir ve gelecekte deniz seviyesinin yükselmesini artırabilir. Bu süreçler tam olarak anlaşılamamaktadır ve boyutları hakkında bir fikir birliğine varılmamıştır. {4.6, 10.7}
- Güncel küresel model araştırmaları, yaygın olarak yüzeyin erimesi için daha uzun bir süre Kuzey Kutup buz tabakasının çok soğuk kalacağını ve artan kar yağışıyla birlikte kütlenin hacim kazanacağını gösteriyor. Öte yandan, eğer dinamik buz kopmaları buz tabakasının kütle dengesine hakim olursa, buz kütlesinde net kayıp devam edecektir. {10.7}
- Geçmişte meydana gelen antropojen emisyonlar gelecekte de devam edecek ve küresel ısınmayla deniz seviyesinin yükselmesine, bu gazın atmosferden atılması için gerekli zaman süreci dolayısıyla, bir yüzyıl daha katkıda bulunacaktır. {7.3, 10.3}

IPCC Özel Raporu'nun Emisyon Senaryoları (SRES¹⁷) Üzerine Emisyon Senaryoları

A1. A1 olaylar dizisi ve senaryo grubu gelecekte çok hızlı bir ekonomik büyümenin, yüzyılın ortalarında zirveye ulaşan ve sonrasında azalan küresel nüfusun ve yeni ve daha etkili teknolojilerin hızlı bir şekilde giriş yaptığı bir dünya tasvir etmektedir. Başlıca temel konular, bölgeler arasındaki yakınlaşma, kapasite gelişimi ve artan kültürel ve sosyal etkileşimler ile kişi başına gelirlerde bölgesel farklılıklardaki önemli bir azalmadır. A1 senaryo grubu, enerji sisteminde teknolojik değişikliklerin alternatiflerini açıklayan üç gruba ayrılmaktadır. Söz konusu üç A1 grubu, ön plana aldıkları teknolojik konuya göre birbirlerinden ayrılırlar: fosil yoğunluğu açısından teknolojiyi ön plana alan (A1FI), fosil olmayan enerji kaynaklarını ön plana alan (A1T), ya da bütün kaynaklar arasında dengeyi öngören (A1B) (buradaki dengeden kastedilen, tüm enerji arzına ve nihai kullanım teknolojilerine benzer gelişim oranlarının uygulanacağı varsayımıyla, bir tek enerji kaynağına çok fazla bağımlı olmamaktır).

A2. A2 olaylar dizisi ve senaryo grubu çok heterojen bir dünya tanımlamaktadır. Temel konular, kendi kendine yetebilme ve yerel kimliklerin korunmasıdır. Bölgeler arası çoğalma şemaları birbirlerine çok yavaş yaklaşmakta, bu da sürekli artan nüfusu doğurmaktadır. Ekonomik gelişme temelde bölgesel eğilim göstermekte ve kişi başına ekonomik büyüme ile teknolojiye değişiklikler, dipter olaylar dizisine göre, daha parça parça ve yavaştır.

B1. B1 olaylar dizisi ve senaryo grubu, yüzyıl ortasında zirveye ulaşp daha sonra azalmaya başlayan küresel nüfusa sahip oluşuyla A1 olaylar dizisindekine benzer, ancak somut malzeme yoğunluğunda azalmaya gidilerek ve daha verimli ve temiz kaynak teknolojilerine ağırlık verilerek ekonomik yapılarda hizmet ve bilgi ekonomisine doğru hızla bir değişikliğin olduğu bir dünyayı tanımlamaktadır. Burada üzerinde durulan, gelişmiş net varlıkları da içerir şekilde ancak ek iklim girişimleri olmaksızın, ekonomik, sosyal ve çevresel sürdürülebilirliğe küresel çözüm bulunmasıdır.

B2. B2 olaylar dizisi ve senaryo grubu, ekonomik, sosyal ve çevresel koşulların sürdürülmesine yerel çözümler getiren bir dünyayı tarif etmektedir. Tarif edilen dünya, nüfusu A2 senaryosuna kıyasla daha düşük oranda da olsa artan bir dünyadır, ekonomik gelişme orta düzeydedir ve B1 ile A1 olaylar dizilerine kıyasla daha yavaş ve daha çeşitli teknolojik değişiklikler göstermektedir. Bu senaryo da çevre koruma ve sosyal eşitlik konularını vurguluyor olsa da yerel ve bölgesel çözümler üzerinde odaklanmaktadır.

Altı senaryo grubundan her biri için, A1B, A1FI, A1T, A2, B1 ve B2, bir örnekleme senaryosu seçilmiştir ve hepsinin eşit derecede güvenilir kabul edilmelidir.

SRES senaryoları iklimle ilgili ilave girişimleri içermemektedir, ki bu da, hiçbir senaryonun, Birleşmiş Milletler İklim Değişiklikleri Üzerine Çerçeve Konvansiyonu'nun açıkça üstlendiği uygulamalarını ya da Kyoto Protokolündeki emisyon hedeflerini içermediği anlamına gelmektedir.

¹⁷ Emisyon senaryoları, IPCC I. Çalışma Grubu raporunda değerlendirilmemiştir. SRES senaryolarını özetleyen bu kutu TAR'dan alınmıştır ve her satırı Panel'in ön onayına tabidir.