

# Avrupa'nın değişen ikliminin etkileri

Gösterge temelli bir değerlendirme



Kapak tasarımı: AÇA  
Mizanpaj: AÇA

**Yasal uyarı**

Bu yayının içeriği Avrupa Komisyonu veya diğer Avrupa Toplulukları kurumlarının resmi görüşlerini yansıtmayabilir. Avrupa Çevre Ajansı veya Ajans adına hareket eden şahıs veya şirketler bu raporda yer alan bilgilerin kullanımından sorumlu değildir.

**Tüm hakları saklıdır**

Bu yayının hiç bir bölümü telif hakkı sahibinin yazılı izni olmaksızın, fotokopi ve kaydetme dahil olmak üzere elektronik veya mekanik araçlarla veya herhangi bir bilgi depolama/ erişim sistemi yoluyla çoğaltılamaz. Çeviri veya çoğaltma hakları ile ilgili olarak, lütfen AÇA proje yöneticisi Ove Caspersen ile temasa geçiniz (adres bilgileri aşağıda yer almaktadır).

Avrupa Birliği hakkındaki bilgiler İnternet'te mevcuttur. Bu bilgilere Europa sunucusu üzerinden erişilebilir (<http://europa.eu.int>).

Katalog bilgileri bu yayının sonunda yer almaktadır.

Lüksemburg: Avrupa Toplulukları Resmi Yayınlar Dairesi, 2004

ISBN 92-9167-758-2

© AÇA, Kopenhag, 2004

European Environment Agency  
Kongens Nytorv 6  
1050 Copenhagen K  
Denmark  
Tel. (45) 33 36 71 00  
Fax (45) 33 36 71 99  
Enquiries: <http://www.eea.eu.int/enquiries>  
Website: <http://www.eea.eu.int>

# İçindekiler

<b>Teşekkür .....</b>	<b>1</b>
<b>Özet .....</b>	<b>3</b>
<b>1 Giriş .....</b>	<b>10</b>
1.1 Bu raporun amacı ve kapsamı.....	10
1.2 Ana Çerçeve .....	10
<b>2 Arka Plan .....</b>	<b>12</b>
2.1 Geçmiş ve gelecekteki iklim değişikliği .....	12
2.1.1 İklimde meydana gelen doğal değişiklikler .....	12
2.1.2 İnsanların sebep olduğu iklim değişikliği .....	12
2.1.3 Gelecekteki iklim değişikliği .....	13
2.2 İklim değişikliği politikası ve sürdürülebilir kalkınma .....	14
2.2.1 Mevcut politik çerçeve .....	15
2.2.2 Uzun vadeli politikalar ve sürdürülebilir kalkınma.....	15
2.2.3 İklim değişikliği ile diğer çevre sorunları ve politikaları .....	16
<b>3 İklim değişikliğinin Avrupa'daki etkileri .....</b>	<b>17</b>
3.1 Giriş .....	17
3.1.1 Göstergeler ve zarar görme olasılığı .....	17
3.1.2 Göstergelerin seçimi .....	17
3.1.3 Bu rapordaki veri ve bilgilerin kaynakları .....	18
3.1.4 Göstergelerin Sunumu .....	19
3.2 Atmosfer ve iklim .....	20
3.2.1 Sera gazı konsantrasyonları .....	20
3.2.2 Küresel ve Avrupa hava sıcaklığı .....	23
3.2.3 Avrupa yağış rejimiİlgi .....	27
3.2.4 Aşırı sıcaklık ve yağışlar .....	30
İlgi .....	30
3.3 Buzullar, kar ve buz .....	33
3.3.1 Buzullar .....	33
3.3.2 Kar tabakası .....	35
3.3.3 Kuzey Kutup Denizi buzu.....	37
3.4 Deniz sistemleri.....	40
3.4.1 Deniz seviyesinde yükselme .....	40
3.4.2 Deniz yüzeyi sıcaklığı .....	43
3.4.3 Deniz canlılarının büyüme mevsimi .....	46
İlgi .....	47
3.4.4 Deniz canlıları türlerinin kompozisyonu.....	49
3.5 Karasal ekosistemler ve biyolojik çeşitlilik.....	51
3.5.1 Bitki türleri kompozisyonu .....	51
3.5.2 Dağlık bölgelerdeki bitki türlerinin dağılımı.....	54
3.5.3 Karasal karbon alışı .....	57
3.5.4 Bitki fenolojisi ve büyüme mevsimi .....	60
3.5.5 Kuşların hayatta kalması .....	62
3.6 Su .....	64
3.6.1 Nehirlerin taşıdıkları yıllık su miktarı .....	64
3.7 Tarım .....	67
3.7.1 Ürün rekoltesi.....	67

3.8	Ekonomi.....	70
3.8.1	Ekonomik kayıplar.....	70
3.9	İnsan sağlığı .....	73
3.9.1	Sıcak hava dalgaları .....	73
3.9.2	Seller .....	75
3.9.3	Kene ile geçen hastalıklar.....	77
<b>4</b>	<b>Adaptasyon .....</b>	<b>79</b>
4.1	Adaptasyon ihtiyacı.....	79
4.2	Bir adaptasyon stratejisinin geliştirilmesi.....	79
4.3	Adaptasyon stratejileri örnekleri .....	81
<b>5</b>	<b>Belirsizlikler, veri mevcudiyeti ve gelecekte ortaya çıkacak ihtiyaçlar .....</b>	<b>82</b>
5.1	Belirsizliğin sebepleri.....	82
5.2	Veri mevcudiyeti .....	83
5.3	Ek göstergelere duyulan ihtiyaç .....	86
	<b>Referanslar .....</b>	<b>89</b>

# Harita ve grafiklerin listesi

Tablo S.1:	Bu raporda yer alan göstergelere ilişkin eğilim özetleri ve tahminler.....	6
Şekil 2.1:	Küresel ortalama sıcaklığın ve atmosferdeki CO <sub>2</sub> konsantrasyonunun son 400 000 yıl içerisinde geriye dönük olarak yeniden oluşturulmuş kaydı .....	13
Şekil 2.2	Son 1 000 yıl içerisinde geriye dönük olarak yeniden oluşturulan ve ölçülen sıcaklık (Kuzey Yarımküre) ile önümüzdeki 100 yıl için tahmin edilen sıcaklık artışı .....	14
Şekil 3.1	1750 yılına göre sera gazları konsantrasyonunda meydana gelen artış .....	20
Şekil 3.2	Gelecekte dört farklı olası senaryo için atmosferde bulunan GHG konsantrasyonundaki artışa ilişkin tahminler.....	22
Şekil 3.3	Avrupa’da kış ayları, yaz ayları ve yıllık bazda sıcaklıklarda gözlemlenen sapmalar .....	23
Harita 3.1	Avrupa’da 2003 yılında yaşanan yıllık sıcaklık sapması .....	24
Harita 3.2	Avrupa’da 2080 yılına kadar yaşanması beklenen sıcaklık değişiklikleri .....	25
Harita 3.3	1900–2000 yılları arasında Avrupa’da yıllık yağış rejiminde meydana gelen değişiklikler.....	27
Harita 3.4	Avrupa’da 2080 yılına kadar yaz aylarındaki yağış rejiminde yaşanması beklenen değişiklikler .....	29
Harita 3.5	1976 ile 1999 yılları arasında Avrupa’daki sıcak günlerin görülme sıklığında meydana gelen değişiklikler .....	30
Harita 3.6	1976 ile 1999 yılları arasında Avrupa’daki çok yağışlı günlerin görülme sıklığında meydana gelen değişiklikler .....	31
Şekil 3.4	Avrupa’daki tüm buzul bölgelerden derlenen buzulların kümülatif net dengesi .....	33
Şekil 3.5	Kuzey yarımküredeki karalarda gözlenen (Grönland dahil) kar tabakası boyutundaki aylık sapmalar .....	35
Şekil 3.6	Sıcaklık sapmalarına (noktalı eğri) kıyasla mevsimsel kar tabakasındaki (kesintisiz eğri) sapmalar .....	35
Şekil 3.7	Kuzey Kutup Denizi buzunun kapladığı alanda yaşanan aylık sapmalar .....	37
Şekil 3.8	Kuzey Kutup Denizi’ndeki ortalama deniz buzu kalınlığında meydana gelen bölgesel değişiklikler .....	37
Harita 3.7	1896 ile 1996 yılları arasında Avrupa’da seçilen istasyonlardaki deniz seviyesinde meydana gelen değişiklik .....	40
Şekil 3.9	Avrupa’da seçilen ölçüm istasyonlarındaki deniz seviyesi artışı... 41	
Şekil 3.10	Ortalama küresel deniz seviyesi artışı tahmini .....	42
Şekil 3.11	Kuzey yarımkürede üzerinde ortalaması alınmış yıllık su yüzeyi sıcaklığı (SST) sapmaları .....	43
Şekil 3.12	Norveç Denizi, Baltık Denizi ve Batı Akdeniz’de yaz ve kış mevsimlerindeki deniz yüzeyi sıcaklığı (SST).....	44
Şekil 3.13	Kuzey Denizi’nin merkezindeki uzun vadeli aylık fitoplankton ortalamaları renk endeksi .....	46

Şekil 3.14	Kuzey Denizinde yaz ve kiş aylarında deniz yüzeyi sıcaklığında meydana gelen sapmalar .....	46
Şekil 3.15	Kuzey Denizindeki on ayaklı larvalarının mevsimsel zamanlamasındaki değişiklikler.....	47
Şekil 3.16	Kuzey Denizindeki soğuk ve sıcak suda yetişen kopepod türleri arasındaki tür kompozisyonunda meydana gelen değişiklikler.....	49
Şekil 3.17	Hollanda ve Norveç'teki 'sıcak' ve 'soğuk' koşullara adapte olmuş bitki türleri gruplarının sıklığında meydana gelen değişiklikler.....	51
Harita 3.8	Dayanıklı türlerin 1990 yılına kıyasla 2100 yılındaki payı.....	52
Şekil 3.18	Yirminci yüzyıl boyunca Doğu Alplerdeki 30 yüksek zirvede bulunan tür zenginliğinde meydana gelen değişiklik .....	54
Harita 3.9	Günümüzde yaygın olan üç dağ bitkisi türünün 2100 yılı itibarıyla iklim değişikliğine karşı olası tepkisi .....	56
Harita 3.10	Karasal biyosferin yıllık karbon alışı .....	57
Şekil 3.19	Karasal biyosferin karbon dengesi .....	59
Şekil 3.20	Avrupa'da biyosferden atmosfere karbon akışlarının yıllar içerisindeki varyasyonu .....	59
Şekil 3.21	Büyüme mevsiminin uzunluğunda gözlemlenen değişiklikler.....	60
Şekil 3.22	Avrupa'daki vejetasyonun yeşilliği .....	61
Şekil 3.23	Büyüme günlerinin tahmini sayısı .....	61
Şekil 3.24	Tahmini kuraklık stresi .....	61
Şekil 3.25	Gri balıkçıl ve şahinin hayatta kalması.....	62
Harita 3.11	Yirminci yüzyılda nehirlerin taşıdığı yıllık ortalama su miktarlarında meydana gelen değişiklikler .....	64
Harita 3.12	2070 yılında Avrupa nehir havzalarındaki yıllık ortalama taşınan su miktarında 2000 yılına kıyasla meydana gelmesi beklenen değişiklik .....	66
Harita 3.13	2003 yılı buğday rekoltesi (2002 yılına göre yaşanan değişiklik) .....	67
Şekil 3.26	Avrupa'daki hava durumu ve iklime bağlı felaketler.....	70
Şekil 3.27	Avrupa'daki hava durumu ve iklime bağlı felaketler sebebiyle oluşan ekonomik ve sigorta kapsamındaki kayıplar .....	70
Şekil 3.28	2003 yılı yaz mevsimindeki sıcak hava dalgası sırasında, Paris'te rapor edilen ölü sayısı ile maksimum ve minimum sıcaklıklar .....	73
Şekil 3.29	Sel vakası sayısı (solda), sel vakası başına düşen ölü sayısı (sağda).....	75
Harita 3.14	İsveç'in orta ve kuzey bölgelerinde görülen kene yaygınlığı (beyaz noktalar) .....	77
Şekil 4.1	İklim adaptasyonu stratejileri için karar alma çerçevesi .....	80

# Teşekkür

Bu rapor, Avrupa Çevre Ajansının Hava ve İklim Değişikliği üzerine Avrupa Konu Merkezi (ETC/ACC) tarafından hazırlanmıştır. Ayrıca, UBA Berlin (Umweltbundesamt, Federal Çevre Ajansı) ve RIVM (Hollanda, Ulusal Halk Sağlığı ve Çevre Enstitüsü) de ETC/ACC içerisinde yer alan ortaklar olarak mali katkıda bulunmuşlardır. UBA Berlin’de çalışan Thomas Voight ile RIVM’de çalışan Jelle van Minnen, raporun tüm gelişim aşamalarını koordine etmiş ve bir çok bölüme yazar olarak katkıda bulunmuşlardır.

Diğer ana yazarlar şunlardır: Markus Erhard (Atmosferik Çevre Araştırma (MK-IFU), Forschungszentrum Karlsruhe), Potsdam İklimsel Etkiler Araştırma Enstitüsü’nden (PIK) Marc Zebisch, David Viner (İklimsel Araştırma Birimi – CRU) ve Robert Koelemeijer (RIVM). RIVM’den Rob Swart ve UBA Berlin’den Wolf Garber, tüm proje boyunca yazarlara son derece değerli tavsiye ve yorumlarda bulunmuşlardır.

AÇA proje müdürlüğünü André Jol yerine getirmiştir.

Yazarlar, metin, veriler, rakamlar ve yorumlar anlamında destek sunarak çalışmaya katkıda bulunan aşağıdaki kişilere en içten teşekkürlerini sunarlar:

Joseph Alcamo (Kassel Üniversitesi, Almanya), Michel Bakkenes (RIVM, Bilthoven, Hollanda), André Berger (AÇA Bilimsel Komitesi, Louvain Üniversitesi, Belçika), Gerhard Berz (Münich Re, Münih, Almanya), Keith Brander (ICES, Kopenhag, Danimarka), Ludwig Braun (Bavyera Bilimler Akademisi, Münih, Almanya), Jerry Brown (IPA, Woods Hole (MA), ABD), Melvin Cannell (CEH, Penicuik, Birleşik Krallık), Tim Carter (Finlandiya Çevre Enstitüsü, Helsinki, Finlandiya), Philippe Ciais (LSCE, Paris, Fransa), Sophie Condé (Doğa Koruma ve Biyolojik Çeşitlilik hakkında ETC, Paris, Fransa), Wolfgang Cramer (PIK, Potsdam, Almanya),

Harry Dooley (ICES, Kopenhag, Danimarka), Martin Edwards (SAHFOS, Plymouth, Birleşik Krallık), Rune Engeset (NVE, Oslo, Norveç), Heidi Escher-Vetter (Bavyera Bilimler Akademisi, Münih, Almanya), Paul Föhn (SLF, Davos, İsviçre), Regula Frauenfelder (WGMS, Zürih Üniversitesi, İsviçre), Erik Framstad (NINA, Oslo, Norveç), Annette Freibauer (MPI-BGC, Jena, Almanya), Karl Gabl (ZAMG, Innsbruck, Avusturya), Thilo Günther (DWD, Berlin, Almanya), Christian Haas (AWI, Bremerhaven, Almanya), Wilfried Häberli (WGMS Zürih Üniversitesi, İsviçre), Clair Hanson (CRU, Norviç, Birleşik Krallık), Mike Hulme (Tyndall-Centre, UEA, Norviç, Birleşik Krallık), Martin Hoelzle (WGMS, Zürih Üniversitesi, İsviçre), Hans-Jürgen Jäger (Giessen Üniversitesi, Almanya), Ivan Janssens (Antwerpen Üniversitesi, Belçika), Gerd Jendritzki (DWD, Freiburg, Almanya), Phil Jones (CRU, UEA, Norviç, Birleşik Krallık), Frank Kaspar (MPI, Hamburg, Almanya), Sari Kovats (LSHTM, Londra, Birleşik Krallık), Michael Kuhn (Innsbruck Üniversitesi, Avusturya), Bernhard Lehner (Kassel Üniversitesi, Almanya), Günter Liebsch (Dresden Teknik Üniversitesi, Almanya), Peter Loewe (BSH, Hamburg, Almanya), Grégoire Lois (Doğa Koruma ve Biyolojik Çeşitlilik hakkında ETC, Paris, Fransa), Christoph Maier (GEUS, Kopenhag, Danimarka), Bettina Menne (WHO-ECEH, Roma, İtalya), Annette Menzel (Münih Teknik Üniversitesi, Almanya), Ranga Myneni (Boston Üniversitesi, Boston (MA), A.B.D), Kristin Novotny (Dresden Teknik Üniversitesi, Almanya), Gert-Jan van Oldenborgh (KNMI, de Bilt, Hollanda), Tim Osborn (CRU, Norviç, Birleşik Krallık), Harald Pauli (Viyana Üniversitesi, Avusturya), Zbigniew Pruszek (Hidrolik Mühendislik Enstitüsü, Gdansk, Polonya), Lars-tto Reiersen (AMAP, Oslo, Norveç), Natalja Schmelzer (BSH, Rostock, Almanya), Klaus Schwarzer (Kiel Üniversitesi, Almanya), Rune Solberg (Euroclim, Oslo, Norveç), Johan Ludvig Sollid (Oslo Üniversitesi, Norveç), Ott Stabbetorp (NINA, Oslo, Norveç), Wil Tamis (CML,

Leiden Üniversitesi, Hollanda), Arnold van Vliet (EPN ve Wageningen Üniversitesi, Wageningen, Hollanda), Janet Wijngaard (KMNI, de Bilt, Hollanda), Sunhild Wilhelms (BSH, Hamburg, Almanya), Angelika Wirtz (Munich Re, Münih, Almanya).

Son olarak, AÇA; AÇA, Avrupa Konu Merkezleri, Ulusal Odak Noktaları ve Avrupa Komisyonu'nda (Çevre Genel Müdürlüğü, İklim Değişikliği birimi) yer alan ve bu taslak rapor üzerinde yorumda bulunan herkese teşekkür eder.



# Özet

## Genel Bakış

Yaşlı küremiz tarihi boyunca çok sayıda iklim değişikliğine tanıklık etmiştir. Fakat günümüzde yaşanan iklim değişikliğinin boyutu ve hızı, son birkaç bin yılda ve muhtemelen bu sürenin çok daha öncesinde yaşanan bütün doğa değişimlerini aşmış durumdadır. Son dönemde gözlemlenen ısınmanın sorumluluğunun çoğunlukla insan eylemlerine ve özellikle fosil yakıtların kullanılmasından dolayı ortaya çıkan sera gazları (GHG'ler) emisyonlarına ve arazi kullanımındaki değişikliklere bağlanabileceğine ilişkin ciddi kanıtlar bulunmaktadır. GHG'lerin halen sürmekte olan emisyonları sebebiyle, küresel sıcaklıkta gözlemlenen artışın devam etmesi ve yirmi birinci yüzyılda bu artışın hızlanması beklenmektedir. İklim değişikliğinin çevre, insan sağlığı ve toplum üzerinde şimdiden gözlenen önemli etkilerinin gelecekte daha da ciddi boyutlara ulaşması beklenmektedir.

İklim değişikliği karşısında, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC) yapılmıştır. Bu anlaşma, sera gazı emisyonlarını azaltmayı ve bu gazların etkilerini hafifletmeyi amaçlamaktadır. Ayrıca, 2008–2012 yılları için Kyoto Protokolü emisyon hedefleri de kabul edilmiştir. Buna ek olarak, GHG emisyonlarının gelecekte daha büyük oranda azaltılması ve sıcaklıklarda beklenen tolere edilebilir artışlar için AB düzeyinde ve ulusal düzeyde belirleyici politika hedefleri saptanmıştır. Bu hedeflere ulaşabilmek için, toplumun ilgili sektörlerinde (enerji, ulaşım, sanayi, haneler, tarım) daha fazla sürdürülebilir kalkınma sağlanması amacıyla yönelik olarak daha başka stratejiler ve politikaların oluşturulması gerekmektedir. Ek olarak, iklim değişikliğinin etkilerine adapte olmak için stratejilere olan ihtiyaç her geçen gün artacaktır.

Bu rapor, Avrupa'nın iklimindeki geçmiş eğilimler, bu günkü durum ve gelecekte meydana gelmesi beklenen olası değişiklikler ile iklim değişikliğinin

Avrupa'da çevre ve toplum üzerindeki etkilerini sunmaktadır. Rapor, hangi doğal sistemlerin ve toplumsal sektörlerin iklim değişikliği ve onun etkilerine karşı daha hassas olduğunu bilmek isteyenler başta olmak üzere, konuyla genel olarak ilgili halk kesimleri ve karar alıcıları hedeflemektedir.

Raporun ana bölümü, 22 iklim değişikliği durumu ve etki göstergelerine ilişkin mevcut eğilimleri ve gelecekteki beklentileri açıklamaktadır. Bu göstergeler sekiz kategoriyi kapsamaktadır: atmosfer; kriyosfer (kar, buz ve buzullar); deniz çevresi; karasal ekosistemler ve biyolojik çeşitlilik; su; tarım; ekonomi ve insan sağlığı. 22 göstergeye dair temel bulgular, Tablo S.1'de özetlenmektedir. Hemen hemen tüm göstergeler için belirgin bir eğilim mevcut olup etkileri halen gözlenmektedir.

İklim değişikliği ve yarattığı etkilerin değerlendirilmesinde halen bir takım belirsizlikler ve bilgi eksikliği söz konusudur. Bu raporda sunulan 22 gösterge, iklim değişikliğinin yalnızca küçük bir dizi olası sonuçlarını yansıtmaktadır. Orman, suya erişebilme veya turizm gibi iklim değişikliğine duyarlı olan başka alanlar da mevcuttur. Bu alanlara yönelik bazı göstergeler de geliştirilmiştir fakat Avrupa açısından yeterli düzeyde verilerin bulunmayışı veya bu göstergelerdeki değişikliklerin sebebi olarak iklim değişikliğinin gösterilmesinin kesin olmayışı yüzünden, söz konusu göstergeler bu rapora dahil edilmemiştir. Bu alanların bazılarında yönelik bilgiler elimizde mevcuttur ve bunlara ilişkin göstergeler yakın zamanda sunulabilir. Diğerleri açısından, bu sistemlerin iklim değişikliğiyle ilgili olarak maruz kalma ve duyarlılık durumlarına ilişkin daha fazla bilgi ve analize ihtiyaç bulunmaktadır.

Son 50 yıldan fazla süredir gözlemlenen ısınmanın insan eylemleri sebebiyle ortaya çıktığına dair yeni ve daha güçlü kanıtlar mevcuttur. Toplum, sera gazları emisyonlarını önümüzdeki on yıllarda

büyük oranda azalrsa da iklim sistemi gelecek yüzyıllarda değişmeye devam edecektir.

Çevreye ve topluma verebileceği ciddi zararları önlemek ve değişen iklimsel koşullarda bile sürdürülebilir kalkınmayı sağlamak için adaptasyon stratejileri gerekmektedir. Adaptasyon stratejilerinin tasarlanması ve uygulanmasına yönelik metotlar Bölüm 4'te sunulmaktadır.

## Temel bulgular

### 1. Atmosfer ve iklim

Atmosferik göstergeler, atmosferin daha alt katmanlarındaki sanayi öncesi dönemde 280 ppm (milyondaki partikül sayısı) olan karbon-dioksit (CO<sub>2</sub>) konsantrasyonunun 2003 yılında 375 ppm'ye ulaştığını göstermektedir. Bu, son 500 000 yılda elde edilen en yüksek düzeydir. Aynı zamanda, iklim, Avrupa dahil olmak üzere dünyanın pek çok yerinde ısınmaktadır. Küresel ortalama sıcaklık, yaklaşık olarak 0.7 °C artmış olup son yüzyıl içerisinde Avrupa'da gerçekleşen ortalama sıcaklık artışı 0.95 °C'dir. 2100 yılı itibarıyla sıcaklıkların küresel olarak 1.4–5.8 °C ve Avrupa'da 2.0–6.3 °C daha artacağı tahmin edilmektedir. Yağış kalıpları çok daha çeşitli bir görüntü ortaya koymaktadır. Yakın dönemde, Orta ve Kuzey Avrupa geçmiş yıllara göre daha çok yağış almıştır. Bunun aksine, Güney ve Güneydoğu Avrupa'da mevsimler daha kurak geçmektedir. Bu değişikliklerin gelecekte devam etmesi beklenmektedir. Buna ek olarak, kuraklık, sıcak hava dalgaları ve su baskınları gibi aşırı hava olaylarının sayısı artarken aşırı soğuk günlerin (don olayı yaşanan gün) sayısında azalma meydana gelmiştir.

### 2. Buzullar, kar ve buz

İklim değişikliğinin Avrupa'daki en gözle görülür etkilerinden biri buzulların, kar tabakasının ve Kuzey Kutup Denizi buzunun çekilmesi yoluyla kriyosferde gözlemlenebilmektedir. Dokuz buzul bölgenin sekizinde belirgin bir çekilme görülmektedir, ilerleyen buzullar yalnızca Norveç'tekilerdir. 1850 ile 1980 yılları arasında, Avrupa Alplerindeki

buzullar, kapladıkları alanın yaklaşık olarak üçte birini ve kütlelerinin yarısını kaybetmiştir ve bu eğilim halen sürmektedir. Norveç buzullarında meydana gelen ilerlemelerin, kışın yağın kar miktarını artıran iklim değişikliğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Karla kaplı alanların boyutu ve karla kaplı oldukları süre, 1960 yılından beri azalma göstermektedir. Avrupa'nın Kuzey Kutup bölgelerindeki deniz buzunda da bir azalma gözlemlenmektedir.

### 3. Deniz sistemleri

İklim değişikliğinin deniz çevresi üzerindeki etkileri bu raporda, deniz seviyesi ve deniz yüzey sıcaklığındaki artışlar ile deniz canlılarının büyüme mevsiminde ve tür kompozisyonlarında yaşanan değişiklikler değerlendirilerek ele alınmıştır. Bu göstergelerin tümü belirgin eğilimler sergilemektedir. Deniz sistemi, özellikle Baltık Denizi ve Kuzey Denizi gibi yalıtılmış su havzalarında deniz yüzey sıcaklığında meydana gelen artışlardan etkilenmektedir. Bu da, fitoplankton biyokütlesinde bir artışa, yerli zooplankton türlerinin geçtiğimiz son bir kaç on yıl içerisinde 1 000 km kadar kuzeye doğru hareket etmesine ve Kuzey Denizindeki sıcak bölge türlerinin varlığının ve sayısının artmasına yol açmıştır. Deniz seviyesindeki 0.8–3.0 mm/yıllık mevcut artışın devam etmesi ve günümüzdeki değerlerin 2.2 ile 4.4 kat artması beklenmektedir.

### 4. Karasal ekosistemler ve biyolojik çeşitlilik

Karasal ekosistemler, esas olarak bitki fenolojisi ile bitki ve hayvan türleri açısından etkilenmektedirler. İklim değişikliği, 1962 ve 1995 yılları arasında, büyüme mevsiminin süresini 10 gün kadar artırmıştır. Bitki türlerinin kuzeye doğru hareketi (daha sıcak iklim sebebiyle meydana gelmektedir) Kuzeybatı Avrupa'daki türlerin çeşitliliğini muhtemelen artırmıştır, ancak Avrupa'nın diğer çeşitli yerlerindeki biyolojik çeşitlilikte azalma meydana gelmiştir. Kışı geçirmek için Avrupa'ya göç eden farklı kuş türlerinin hayatta kalma oranı geçtiğimiz son 20–30 yılda artmış olup, kışın artması beklenen hava sıcaklıkları sebebiyle daha da çoğalacağı beklenmektedir. Bitki örtüsünün karasal

karbon alışı, Avrupa'da son 20 yılda olumlu bir dengeye gelmiştir. Bu da, atmosferde bulunan CO<sub>2</sub> konsantrasyonunun bir kısmının ayrılmasına ve kısmen de olsa iklim değişikliğinin hafiflemesine yol açmıştır. Yine de, karbonun bu şekilde ayrılması ve tecridi gelecekte büyük ihtimalle azalacaktır.

#### 5. Su

Nehirlerin yıllık taşıdıkları su miktarı, hem bir nehir havzasında bulunan tatlı su mevcudiyeti, hem de debilerin alçalma ve yükselme olaylarına ilişkin bir göstergedir. Nehirlerin taşıdıkları yıllık su miktarı son bir kaç on yılda Avrupa çapında değişiklik göstermiştir. Bazı bölgelerde bu düzey yükselirken bazı bölgelerde düşüş göstermektedir. Bu değişikliklerin bir kısmı, yağışlarda gözlemlenen değişikliklerden kaynaklanmaktadır. Yıllık taşınan su miktarının Güney ve Güneydoğu Avrupa'da güçlü bir şekilde azalması fakat Kuzey ve Kuzeydoğu Avrupa'da artması beklenmektedir. Bu yüzden, su mevcudiyeti önümüzdeki on yıllar içerisinde tüm Avrupa'da değişecektir.

#### 6. Tarım

İklim değişikliği tarımı pek çok biçimde etkilemektedir. Atmosferdeki CO<sub>2</sub> oranının artması ve sıcaklıkların yükselmesi, ekim tarihlerinin daha erkene alınmasını, ekinlerin daha hızlı büyümesini ve potansiyel ürün randımanının artmasını sağlayabilir. Diğer taraftan, artan sıcaklıklar ekinlerin ihtiyaç duyduğu su miktarını artırmaktadır. Yağış kalıplarının değişmesiyle birlikte artan sıcaklıkların da etkisiyle yeterli sulama yapılabilen alanlardaki rekoltenin artması, sıcak ve kurak bölgelerdeki rekoltenin ise azalması ve tarımın daha kuzeye kayması beklenmektedir.

#### 7. Ekonomi

Aşırı iklim olayları, sanayi, altyapı ve özel konutlarda zarara yol açmaktadır. Avrupa'da 1980 yılından beri yaşanan çok sayıda

felaket olayı, hava ve iklim koşullarında görülen aşırılıklardan kaynaklanmaktadır. Bunlar: seller, fırtınalar, kuraklık ve sıcak hava dalgalarıdır. Hava durumu ve iklime bağlı olaylar yüzünden yaşanan ekonomik kayıplar, son 20 yılda gözle görülür biçimde artmıştır. Bunun sebebi, refah artışı ve olayların daha sık ortaya çıkmasından kaynaklanmaktadır. İklim değişikliğine ilişkin tahminler aşırı hava olaylarının artacağını göstermektedir. Bu yüzden, zarar verecek olayların yaşanmasında muhtemelen bir artış olacaktır.

#### 8. İnsan sağlığı

İklim değişikliğinin insan sağlığı üzerindeki etkisi, sıcak hava dalgalarına bağlı sağlık problemleri, kene ile geçen hastalıklar ve su baskını bağlamında değerlendirilmektedir. Son birkaç on yıl içerisinde söz konusu etkilerde bir artış meydana gelmiştir ve sıcaklıklarda yaşanması beklenen artışlar sebebiyle bu etkilerin daha da tırmanması beklenmektedir.

#### Adaptasyon

Toplum, sera gazları emisyonlarını önümüzdeki on yıllarda büyük oranda azaltsa bile, iklim sisteminin gelecek yüzyıllarda değişmeye devam etmesi beklenmektedir. Bu yüzden, toplumun hafifletme tedbirlerine ek olarak kaçınılmaz iklim değişikliğinin bazı sonuçlarına hazırlıklı olması ve bunlara uyum göstermesi gerekmektedir. Çevre, toplum ve ekonomilerin ciddi hasar görmesini önlemek veya sınırlandırmak için, etkilenen sistemler için Avrupa düzeyi ile ulusal, bölgesel ve yerel düzeylerde adaptasyon stratejilerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Bu rapor, adaptasyon stratejileri için genel bir çerçeve ortaya koymakta ve bir dizi örnek sunmaktadır.

**Tablo S.1 Bu raporda yer alan göstergelere ilişkin eğilim özetleri ve tahminler**

Göstergeler	Temel mesajlar
<b>Atmosfer ve iklim</b>	
Sera gazı konsantrasyonları	<ul style="list-style-type: none"> <li>İnsan eylemleri sebebiyle, temel sera gazı olan karbon dioksit (CO<sub>2</sub>) konsantrasyonu, sanayi öncesi dönemle karşılaştırıldığında %34 oranında bir artış göstermiş olup bu artış 1950 yılından beri hızlı bir seyir izlemiştir. İnsan eylemlerinin bir sonucu olarak diğer sera gazı konsantrasyonları da artmıştır.</li> <li>Sanayi öncesi dönemden beri tüm sera gazlarında yaşanan toplam artış miktarı 170 ppm CO<sub>2</sub>'e eşdeğerdir, bunun %61'i CO<sub>2</sub>'den, %19'u metandan, %13'ü florokarbon (CFC) ve hidroflorokarbonlardan (HFCF) ve %6'sı nitrik oksitten oluşmaktadır.</li> <li>İklim'e yönelik politika tedbirleri uygulanmadığı takdirde, 2100 yılı itibarıyla 650-1 215 ppm CO<sub>2</sub> eşdeğer gaz artışı daha beklenmektedir.</li> <li>AB'nin küresel sıcaklık artışını 2 °C olarak sınırlandırmaya yönelik uzun vadeli hedefinin yakalanabilmesi için, sera gazı emisyonlarının 1990'lardaki seviyelerinden önemli ölçüde azaltılması gerekmektedir.</li> </ul>
Küresel ve Avrupa'da hava sıcaklığı	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ortalama küresel sıcaklık son 100 yılda 0.7 ± 0.2 °C artış göstermiştir. 1990'lı yıllar, gözlem kayıtlarında yer alan en sıcak on yılı oluştururken, 1998 en sıcak yıl olmuş ve bunu 2002 ve 2003 yılları takip etmiştir.</li> <li>1900 yılından beri Avrupa'daki sıcaklık artışı 0.95 °C ile küresel ortalamanın üzerinde olmuştur. Kış sıcaklıkları yaz sıcaklıklarına göre daha büyük artış göstermiştir. En fazla ısınma Kuzeybatı Rusya ve İbre Yarımadası'nda görülmüştür.</li> <li>Küresel ısınma, her on yılda 0.17 ± 0.05 °C oranında artmış ve bu değer muhtemelen son 1 000 yıl içerisindeki diğer tüm yüzyıllık ısınma oranlarının üzerine çıkmıştır. Her on yıl için 0.1-0.2 °C'yi aşmama üzerine kurulu belirgin hedef şimdiden aşılmış durumdadır veya önümüzdeki birkaç on yılda aşılabacaktır.</li> <li>1990 ila 2100 yılları arasında, küresel ortalama sıcaklık artışının 1.4-5.8 °C olması ve Avrupa için ise (herhangi bir politika önlemi alınmadığı takdirde) 2.0-6.3 °C düzeyinde gerçekleşmesi beklenmektedir. Küresel sıcaklık artışını sanayi öncesi değerlerin 2.0 °C üzerinde olmayacak şekilde sınırlamaya yönelik 'sürdürülebilir' AB hedefi, 2050 yılı itibarıyla aşılabacaktır.</li> </ul>
Avrupa yağış rejimi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Avrupa'da 1900-2000 arası dönemde yaşanan yıllık yağış eğilimleri, Kuzey Avrupa (%10-40 daha yağışlıdır) ile Güney Avrupa (%20 daha kurudur) arasında birbirine göre zıt bir görüntü çizmektedir. Avrupa'nın çoğu bölgesinde en büyük değişiklikler kışın yaşanmıştır.</li> <li>Avrupa'ya yönelik tahminler, Kuzey Avrupa'da yıllık yağış miktarında her on yılda %1-2'lik bir artış olacağını ve Güney Avrupa'da ise her on yılda %1 düzeyinde bir azalma yaşanacağını (yaz aylarında her on yılda %5'lik bir azalma olabilir) göstermektedir. Güney Avrupa'daki azalmanın tarım ve su kaynakları üzerinde önemli etkilere yola açacak daha sık yaşanacak kuraklıklar gibi ciddi etkiler doğurması beklenmektedir.</li> </ul>
Aşırı sıcaklık ve yağışlar	<ul style="list-style-type: none"> <li>Son 100 yılda, soğuk ve don olaylarının yaşandığı gün sayısı, Avrupa'nın çoğu bölümünde azalırken, sıcaklığın 25 °C'nin üzerinde olduğu (yaz aylarında) ve sıcak hava dalgalarının görüldüğü gün sayısı artmıştır.</li> <li>Çok nemli günlerin ortaya çıkma sıklığı, geçtiğimiz son birkaç on yılda, Güney Avrupa'daki pek çok yerde belirgin şekilde azalmış fakat Orta ve Kuzey Avrupa'da artmıştır.</li> <li>Soğuk kışların 2080 yılı itibarıyla tamamen kaybolması ve sıcak yazların çok daha sık görülmesi beklenmektedir.</li> <li>Yine 2080 yılı itibarıyla, kuraklık ve yoğun yağış olaylarının daha sık ortaya çıkması beklenmektedir.</li> </ul>
<b>Buzullar, kar ve buz</b>	
Buzullar	<ul style="list-style-type: none"> <li>Avrupa'daki dokuz buzul bölgeden sekizinde çekilme yaşanmaktadır ve bu durum küresel eğilimlerle uyumludur.</li> <li>1850 ila 1980 yılları arasında, Avrupa Alplerindeki buzullar, kapladıkları alanın yaklaşık olarak üçte birini ve kütlelerinin yarısını kaybetmişlerdir. 1980 yılından beri, kalan buzun diğer bir %20-30'luk kısmı da kaybolmuştur. 2003 yılında yaşanan sıcak ve kuru yaz mevsimi, Alplerde kalan son buzul kütlelerinin %10'unun kaybolmasına yol açmıştır.</li> <li>Alplerde yaşanan çekilme, geçen 5 000 yıldaki çekilmeleri aşan seviyelere ulaşmaktadır.</li> <li>Buzulun çekilmeye devam etmesi beklenmektedir. 2050 yılı itibarıyla, İsviçre Alplerindeki buzulların %75'inin kaybolacağı tahmin edilmektedir.</li> </ul>

**Tablo S.1 Bu raporda yer alan göstergelere ilişkin eğilim özetleri ve tahminler**

Kar tabakası	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kuzey yarımküredeki yıllık kar tabakasının boyutu, 1966 yılından beri yaklaşık %10 oranında azalmıştır.</li> <li>Kuzey Yarımküredeki 45 °K ve 75 °K arasındaki kara alanlarının karla kaplı olma süresi, 1971 ve 1994 yılları arasında, on yıl başına ortalama olarak 8.8 gün kısalmıştır.</li> <li>Kuzey Yarımküredeki kar tabakasının boyutunun yirmi birinci yüzyılda daha da azalması beklenmektedir.</li> </ul>
Kuzey Kutup Denizi buz	<ul style="list-style-type: none"> <li>Toplam Kuzey Kutup Denizi buz alanı, 1978 ile 2003 yılları arasında %7'den daha fazla daralmıştır.</li> <li>1993–1997 yılları arasındaki ortalama buz kalınlığı, 1958–1976 yılları arasında ölçülen ortalama buz kalınlığına göre, bölgesel anlamda büyük çeşitlilikler sergilemekle birlikte, yaklaşık %40 oranında azalmıştır.</li> <li>Kalıcı Kuzey Kutup Denizi buzunun geniş bir bölümü için, yaz erime sezonunun süresi, 1979 ile 1996 yılları arasında, her on yılda bir 5.3 gün (%8) artmıştır.</li> <li>Tahminler, 2100 yılı itibarıyla, büyük bölümünde buz bulunmayan bir Kuzey Kutup Denizi göstermektedir.</li> </ul>
<b>Deniz sistemleri</b>	
Deniz seviyesinde yükselme	<ul style="list-style-type: none"> <li>Geçtiğimiz yüzyılda, Avrupa genelinde deniz seviyeleri, 0.8 mm/yıl (Brest ve Newlyn) ile 3.0 mm/yıl (Narvik) arasında artış göstermiştir.</li> <li>1990 ile 2100 yılları arasında deniz seviyesinde meydana geleceği tahmin edilen yükselme oranı, yirminci yüzyılda yaşananlardan 2.2 ile 4.4 kat daha fazla olup deniz seviyesinin yüzyıllar içerisinde artmaya devam etmesi beklenmektedir.</li> </ul>
Deniz yüzeyi sıcaklığı	<ul style="list-style-type: none"> <li>On dokuzuncu yüzyılın son dönemlerinden itibaren küresel düzeyde ortalama deniz yüzeyi sıcaklığı, küresel hava sıcaklığı artışına bağlı olarak yaklaşık <math>0.6 \pm 0.1</math> °C arasında artmıştır.</li> <li>Küresel okyanus ısı içeriği, 1950'li yıllardan beri belirgin şekilde artmıştır. Isı içeriğindeki artışın yarısından fazlası, okyanusun en üstteki 300 metrelik kısmında gerçekleşmiştir.</li> <li>Avrupa'da bulunan hiçbir denizde belirgin bir soğuma gözlenmemiştir. Baltık ve Kuzey Denizleri ile Batı Akdeniz, son 15 yılda yaklaşık 0.5 °C gibi küçük bir ısınma göstermiştir.</li> <li>Okyanusların karalara göre daha az ısınmaları beklenmektedir. 2100 yılı itibarıyla, küresel deniz yüzeyi sıcaklığının 1990'lardaki seviyesine göre 1.1–4.6 °C artacağı tahmin edilmektedir.</li> </ul>
Deniz canlıları büyüme mevsimi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Son birkaç on yılda, Kuzey Denizi ve Kuzey Atlantik'teki fitoplankton biyokütlesinde bir artış yaşanması ve mevsimsel büyüme süresinde bir uzama olduğu gözlenmiştir.</li> <li>1990'larda, on ayaklı larvaların (zooplankton) mevsimsel gelişimi, uzun dönem ortalamasıyla karşılaştırıldığında daha erken bir tarihte (yaklaşık 4–5 hafta) gerçekleşmiştir.</li> </ul>
Deniz türlerinin kompozisyonu	<ul style="list-style-type: none"> <li>Son 30 yıldan uzun bir süre içerisinde, zooplankton türlerinin yaklaşık olarak 1 000 km kadar kuzeye doğru kaydıkları ve plankton ekosistemlerinin büyük çapta yeniden organizasyon yaşadığı gözlemlenmiştir.</li> <li>Kuzey Denizi'ndeki sıcak deniz canlıları türlerinin varlığı ve sayısı, son birkaç on yılda artış göstermiştir.</li> </ul>
<b>Karasal ekosistemler ve biyolojik çeşitlilik</b>	
Bitki türleri kompozisyonu	<ul style="list-style-type: none"> <li>Son 30 yılda yaşanan iklim değişikliği, Güney ve Kuzey Avrupa'daki bitki türleri topluluklarında azalmalar yaşanmasıyla sonuçlanmıştır.</li> <li>Kuzeybatı Avrupa'daki bitki türlerinin çeşitliliği, güneye özgü termofilik türlerin kuzeye doğru hareket etmeleri sebebiyle artarken, soğuğa toleransı olan bitkiler üzerindeki etkisi halen sınırlıdır.</li> <li>Tahminlere göre, birçok bitki türünün daha, kuzeye doğru hareket etmesi öngörülmektedir. 2050 yılı itibarıyla, Avrupa'nın pek çok bölümündeki tür dağılımının büyük oranda etkilenmesi beklenmektedir.</li> <li>Gelecekte iklim değişikliği nedeniyle, küresel anlamda çok sayıda türün neslinin tükenmesi beklenmektedir. Habitatların bölünmesi gibi iklim dışı faktörler sebebiyle, nesil tükenme hızlarının artacağı öngörülmektedir. Bu faktörler, türlerin iklim değişikliğine yanıt vermek için ihtiyaç duydukları göç ve adaptasyon becerilerini sınırlandıracaktır.</li> </ul>

**Tablo S.1 Bu raporda yer alan göstergelere ilişkin eğilim özetleri ve tahminler**

Dağlık bölgelerdeki bitki türleri dağılımı	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Endemik dağ bitkileri türleri, alp dağı eteklerinde yetişen daha rekabetçi çalılık ve ağaç türlerinin, belirli bir oranda iklim değişikliği sebebiyle daha yukarılara doğru hareket etmeleri yüzünden tehdit altındadır.</li> <li>• Alp dağlarında meydana gelen yukarıya doğru göç hareketi sonucunda bitki türleri zenginliği 30 dağ zirvesinin 21'inde artış yaşarken diğer zirvelerde azalmış veya aynı kalmıştır.</li> <li>• Avrupa'nın yıllık ortalama sıcaklığında yaşanması beklenen değişiklikler, çoğu dağ türünün tolerans aralığının dışında kalmaktadır. Bu türlerin yerlerine daha rekabetçi çalılık ve ağaç türlerinin gelmesi ve bunun da dağlık bölgelerdeki endemik türlerin önemli kısmının yok olmasına sebep olacağı beklenmektedir.</li> </ul>
Karasal karbon alışı	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1990–1998 yılları arasındaki dönemde, karbon için net bir kaynak durumunda olan Avrupa'nın karasal biyosferi, antropojenik CO<sub>2</sub> emisyonlarının artışı kısmen de olsa dengelemiştir.</li> <li>• Avrupa'daki Karbon alışı, (yeniden) ağaçlandırma çalışmaları ve diğer toprak yönetimi önlemleriyle artırılabilir. AB'nin ormanlar ve tarımdaki ek potansiyel muhafaza kapasitesinin Kyoto Protokolüyle kabul edilen hedeflerle kıyaslandığında, göreceli olarak daha az olacağı tahmin edilmektedir.</li> <li>• Ortalama sıcaklıklarda meydana gelmesi beklenen artışın, gelecekte Avrupa karasal biyosferinde ayrılıp tecrit edilebilen potansiyel karbon miktarını azaltması beklenmektedir.</li> </ul>
Bitki fenolojisi ve büyüme mevsimi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Avrupa'da yıllık ortalama büyüme mevsimi, 1962 ile 1995 yılları arasında, yaklaşık olarak 10 gün uzamış olup bu sürenin gelecekte daha da artması beklenmektedir.</li> <li>• Bitki örtüsünün yeşilliği (bir bitki üretkenliği göstergesidir), bitki büyümesindeki artışın bir göstergesi olacak şekilde %12 oranında artış sergilemiştir.</li> <li>• Sıcaklıklarda yaşanan artışın bitkilerin büyümesi üzerinde olumlu etkileri olduğu kadar (örneğin daha uzun bir büyüme mevsimi) bitki örtüsünü olumsuz yönde de etkileyebilecektir, örneğin, Orta ve özellikle Güney Avrupa'daki artan su sıkıntısı riskiyle bitki örtüsünün ortadan kalkması beklenmektedir.</li> </ul>
Kuşların hayatta kalması	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kış mevsimini Avrupa'da geçiren birbirinden farklı kuş türlerinin hayatta kalma oranı son birkaç on yıl içerisinde artmıştır.</li> <li>• Kış sıcaklıklarında yaşanması beklenen artışlar sebebiyle çoğu kuş türünün hayatta kalma oranının daha da artması beklenmektedir.</li> <li>• Bununla birlikte, hayatta kalma oranındaki bu artışın kuş toplulukları üzerinde ne tür etkiler yaratacağını öngörmek henüz mümkün değildir.</li> </ul>
Su	
Nehirlerin taşıdıkları yıllık su miktarı	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nehirlerin taşıdıkları yıllık su miktarı, geçtiğimiz son birkaç on yılda Avrupa genelinde değişiklikler sergilemiştir. Doğu Avrupa'nın da içinde bulunduğu bazı bölgelerde, bu düzey yükselirken Güney Avrupa'nın içerisinde yer aldığı bazı bölgelerde düşüş yaşanmıştır. Bu değişikliklerin bir kısmı, yağışlarda gözlemlenen değişikliklerden kaynaklanmaktadır.</li> <li>• Yağış rejimleri ve sıcaklıklarda yaşanması beklenen değişikliklerin bir araya gelen etkileri, çoğu yerde, nehirlerin taşıdıkları yıllık su miktarındaki değişiklikleri daha da artıracaktır.</li> <li>• Yıllık taşınan su miktarının su mevcudiyetiyle ilgili doğuracağı sonuçlarla birlikte, Güney ve Güneydoğu Avrupa'da güçlü bir şekilde azalması, buna karşın Kuzey ve Kuzeydoğu Avrupa'nın neredeyse tamamında artması beklenmektedir.</li> </ul>
Tarım	
Ürün rekoltesi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bütün ticari tarım ürünlerinin hektar başına düşen rekoltesi, son 40 yıl içerisinde, teknolojik ilerlemeler sayesinde, Avrupa'da sürekli bir artış göstermiş olup iklim değişikliklerinin bu artışta küçük bir etkisi olmuştur.</li> <li>• Avrupa'nın çoğu yerinde, özellikle Orta ve Kuzey Avrupa'da yapılan tarımın CO<sub>2</sub> konsantrasyonu ve sıcaklıktaki artışlardan potansiyel olarak olumlu anlamda etkilenmesi beklenmektedir.</li> <li>• Ekim yapılan bölgeler, kuzeye doğru genişleyebilir.</li> <li>• Güney Avrupa'nın bazı kısımlarındaki tarım faaliyetleri, iklim değişikliğinin su stresinde yaratacağı artış sebebiyle tehdit altına girebilir.</li> <li>• 2003 yılında yaşanan sıcak hava dalgaları sırasında, çoğu Güney Avrupa ülkesinin rekolteğinde %30'luk azalma yaşanırken, bazı Kuzey Avrupa ülkeleri sıcaklık artışları ve yağmurların azalmasından karlı çıkmışlardır.</li> <li>• Aşırı hava olaylarının (kuraklık, sel, fırtına, dolu) görülme sıklığı, zararlı böcek ve hastalıklardaki artış sebebiyle, kötü hasat çok daha yaygın bir biçimde ortaya çıkabilecektir.</li> </ul>

**Tablo S.1 Bu raporda yer alan göstergelere ilişkin eğilim özetleri ve tahminler**

Ekonomi	
Ekonomik kayıplar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Avrupa'da, 1980 yılından beri yaşanan felaket olaylarının %64'ünden doğrudan aşırı hava ve iklim koşulları sorumludur. Bunlar; seller, fırtınalar kuraklık ve sıcak hava dalgalarıdır. Afetlerin sebep olduğu ekonomik kayıpların %79'u hava ve iklim değişiklikleriyle ilgili olaylardan kaynaklanmaktadır.</li> <li>• Hava ve iklim koşullarıyla ilgili olaylar sebebiyle ortaya çıkan ekonomik kayıplar, son 20 yılda yıllık ortalama 5 milyar ABD Dolarından az bir miktarda, yaklaşık 11 milyar ABD Doları olmak üzere önemli ölçüde artış göstermiştir. Bunun sebebi, refah artışı ve olayların daha sık görülmesidir. Bu dönemde görülen en büyük beş ekonomik kaybın dördü 1997 yılından sonra ortaya çıkmıştır.</li> <li>• Avrupa'da hava ve iklim koşullarından kaynaklanan ve felaket getiren olayların yıllık ortalama sayısı, 1990'lı yıllarda, bir önceki on yıllara karşılaştırıldığında ikiye katlanmış, bunun yanında depremler gibi iklime bağlı olmayan felaketlerin sayısı aynı kalmıştır.</li> <li>• İklim değişikliği tahminleri, aşırı hava olaylarının artacağını ortaya koymaktadır. Bu yüzden, yaşanacak zararın da muhtemelen artması beklenmektedir.</li> </ul>
İnsan sağlığı	
Sıcak hava dalgaları	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2003 yılı yaz mevsiminde, Batı ve Güney Avrupa'da, özellikle yaşlılar arasında meydana gelen 20 000'in üzerindeki aşırı ölümlerin sorumlusu sıcaklardır.</li> <li>• Sıcak hava dalgalarının yirmi birinci yüzyılda daha sık ve daha yoğun bir şekilde ortaya çıkması ve bu sebeple sıcağa bağlı aşırı ölümlerin gelecekte de artması beklenmektedir. Diğer yandan, kış süresinin kısalması da kış aylarında yaşanan aşırı ölümlerin sayısını azaltacağı beklenmektedir.</li> </ul>
Seller	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1975 ve 2001 yılları arasında, Avrupa'da 238 adet sel vakası kaydedilmiştir. Bu dönem boyunca, yıllık sel vakası sayısı çok açık bir şekilde artmıştır.</li> <li>• İnsan sağlığına ilişkin olumsuz fiziksel ve psikolojik sonuçlarla birlikte, sel felaketlerinden etkilenen insan sayısı belirgin bir şekilde artmıştır.</li> <li>• Muhtemelen gelişmiş uyarı ve kurtarma önlemleri sayesinde, sel felaketi başına düşen ölü sayısında önemli ölçüde azalma kaydedilmiştir.</li> <li>• İklim değişikliğinin en yüksek ölüm riski taşıyan sel baskınları başta olmak üzere Avrupa'daki aşırı sel vakalarının sıklığını artırması beklenmektedir.</li> </ul>
Kene ile geçen hastalıklar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kene ile geçen ensefalit vakaları, 1980 ile 1995 yılları arasında, Baltık bölgesinde ve Orta Avrupa'da artmış olup hala yüksek bir seviyededir. Keneler, kene ile geçen ensefalitler (TBE) ve Lyme hastalığı (Avrupa'da Lyme borreliosis olarak adlandırılır) gibi çeşitli hastalıklar taşıyabilirler.</li> <li>• Avrupa'da yıllık olarak rapor edilen 85 000 Lyme borreliosis vakasından kaç tanesinin son birkaç on yılda meydana gelen sıcaklık artışları sebebiyle oluştuğu tam olarak belli değildir.</li> </ul>

# 1 Giriş

## 1.1 Bu raporun amacı ve kapsamı

Geçtiğimiz son bir kaç on yılda, küresel iklimde ve Avrupa ikliminde gözle görülür değişiklikler yaşanmaktadır. Sıcaklıklar artmakta, Avrupa'nın pek çok yerinde yağış rejimleri değişmekte ve aşırı hava olaylarının sıklığı bazı bölgelerde giderek artmaktadır (IPCC, 2001a). BM Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) raporuna göre, 'son 50 yıldan fazla bir süredir gözlemlenen ısı artışlarının sera gazı emisyonları başta olmak üzere insan eylemleri sebebiyle ortaya çıktığına dair yeni ve daha güçlü kanıtlar bulunmaktadır (IPCC, 2001a).

İnsanların sebep olduğu iklim değişikliğinin insan toplumu ve çevre üzerinde önemli etkiler doğurmaya devam ederek önümüzdeki on yıllarda da sürmesi beklenmektedir (IPCC, 2001a). Bu etkilerin boyutu, büyük oranda gelecekte ortaya çıkacak sıcaklık artışının doğasına ve hızına bağlıdır. İklim değişikliğinin sonuçlarına artan sel ve riski, biyolojik çeşitlilik kayıpları, insan sağlığına yönelik tehditler ve ormancılık, tarım, turizm ve sigortacılık endüstrisi gibi ekonomik sektörlere vereceği zararlar da dahildir. Bazı sektörlerde, Avrupa'da buldukları bölgeye bağlı olarak, yeni fırsatlar ortaya çıkabilir. Bunun bazı etkileri şimdiden ortaya çıkmaya başlamıştır.

Bu rapor, son dönemde ortaya çıkan ve gelecekte ortaya çıkması beklenen iklim değişiklikleri ve bu değişikliklerin Avrupa'daki etkilerine ilişkin gösterge temelli bir değerlendirmenin sonuçlarını sunmaktadır. Hava ve İklim Değişikliği üzerine Avrupa Konu Merkezi (ETC/ACC), bu raporu, Avrupa Çevre Ajansı (AÇA) için hazırlanmıştır. Raporun hedefi şunlardır:

- iklim değişikliği ve etkilerinin bu günkü ve gelecekte beklenen boyutlarını ortaya koymak;
- doğa ve toplumla ilgili sektörlerin iklim değişikliğinden zarar görme olasılığının değerlendirilmesini ve adaptasyon stratejilerinin geliştirilmesini sağlamak;
- başta AB'nin küresel sıcaklık hedef olmak üzere, uzun vadeli iklim değişikliği hedefleriyle arada bulunan mesafeyi göstermek;
- sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yönelik indirim politikalarının iklim değişikliğinin Avrupa'daki olumsuz etkilerinin potansiyelini nasıl geciktirebileceği veya önleyebileceği konusunda bilinç düzeyini artırmak.

Bu rapor, esas olarak, Avrupa genelindeki eğilimlere odaklanmıştır, ancak gerekli olduğu yerlerde küresel eğilimlere ilişkin bilgileri de eklemektedir. İklim değişikliğinin bölgesel etkileri üzerine ayrıntılı bilgiler, Birleşik Krallık (Cannell, 2003; Hulme *et al.*, 2002) ve İrlanda için (Sweeney *et al.*, 2002) olduğu gibi ulusal iklim değişikliği gösterge raporlarında sunulmaktadır.

Rapor, iklim değişikliğinin hangi etkilerinin görülmeye başlandığını, bu etkilerin gelecekte nasıl bir seyir izleyeceğini ve hangi doğal sistemlerin ve toplumsal sektörlerin iklim değişikliğine karşı en hassas sektörler olduğunu bilmek isteyenler başta olmak üzere, konuyla genel olarak ilgili halk kesimleri ve karar alıcıları hedeflemektedir. Rapor, bir kısmı bağımsız olarak AÇA web sitesinde yayınlanan ve yayınlanacak olan bir dizi daha ayrıntılı gösterge düzeyindeki temel veriler üzerine inşa edilmiştir.

## 1.2 Ana Çerçeve

Bu raporda yer alan Bölüm 2. iklim değişikliği ve onun etkilerine yönelik bir değerlendirmeye duyulan ihtiyacı anlamamıza yardımcı olacak arka planı oluşturmaktadır. Geçmişte görülen ve gelecekte ortaya çıkacak iklim değişiklikleri ve iklim değişikliğinin sebepleri açıklanmaktadır. Son birkaç bin yıldan milyon yıla kadar olan süre içerisinde meydana gelen iklim değişikliklerinin doğa olayları tarafından tetiklendiğini ancak son birkaç yüzyılda ivme kazanan



iklim değişikliğinin sorumluluğunun büyük oranda insan eylemleri olduğu gösterilmektedir.

İklim değişikliği politikası ve sürdürülebilir kalkınma üzerine olan kısımda, iklim değişikliği ve onun etkilerine yönelik politik boyutu tartışılmaktadır. BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC) ve Kyoto Protokolü'nün mevcut politika çerçevesi açıklanmakta ve belirgin politika hedefleri sunulmaktadır. Sera gazı emisyonlarının azaltılması veya 'karbon kuyularının' artırılması yanında iklim değişikliğinin sonuçlarına adapte olunmasını amaçlayan daha başka politik stratejiler özetlenmektedir. Son olarak, diğer ilgili çevre politikası konularına ve çerçevelerine (biyolojik çeşitlilik, su ve insan sağlığı) yönelik bağlantılar sergilenmektedir.

Raporun ana kısmını Bölüm 3 oluşturmaktadır. İklim değişikliğinin durumu ve Avrupa'daki etkileri, sekiz farklı kategoriye bölünen 22 gösterge yoluyla açıklanmaktadır. Bu kategoriler şunlardır:

- Atmosfer ve iklim
- Buzullar, kar ve buz
- Deniz sistemleri
- Karasal ekosistemler ve biyolojik çeşitlilik
- Su
- Tarım
- Ekonomi
- İnsan sağlığı.

Göstergeler, iklim değişikliğine tepki vermek anlamında belirgin eğilimler gösteren iklim değişikliği ve etkilerine ilişkin seçili ve ölçülebilir örnekler sunmaktadır. Göstergelerin verdikleri tepkiler, tüm kategorinin daha karmaşık tepkilerinin temsilcisi olarak anlaşılabilir. Bunun ötesinde, sonuçlar, bugün ve gelecekte, Avrupa'nın hangi bölgelerinin sektörlerinin, hangi boyutta, iklim değişikliğine karşı daha duyarlı olduğunu görmek açısından bir gösterge sunabilir.

Bu göstergelerin her biri içerisinde temel mesajların bir özetinin, söz konusu göstergenin çevre, toplum ve politikayla olan ilgisinin bir açıklaması ile geçmişteki, günümüzdeki ve gelecekteki eğilimlerin bir tanımlamasının bulunduğu, ayrı birer alt bölüm içerisinde sunulmaktadır.

Bölüm 4'te adaptasyon stratejilerine olan ihtiyaç vurgulanmakta ve bunların nasıl oluşturulabileceği ve iklim değişikliğinin sonuçlarının doğuracağı ciddi zararların önlenmesine nasıl yardımcı olabileceği incelenmektedir.

Son olarak, Bölüm 5'te, iklim değişikliğinin değerlendirilmesi çabalarının zorlukları ile doğurduğu sorunlar değerlendirilmektedir. Bu bölümde belirsizliklerin sebepleri açıklanmakta ve veri mevcudiyeti ile bunların kalitesi tartışılmaktadır. Ayrıca, gelecekteki iklim etkilerinin değerlendirilmesi çalışmalarının kapsamını genişletebilecek olası göstergeler önerilmektedir.

## 2 Arka Plan

### 2.1 Geçmiş ve gelecekteki iklim değişikliği

Yeterli gıda, temiz su tedariki ve diğer temel eko sistem hizmetleri için uygun çevresel koşullar yaratan Dünya iklimi olmaksızın insan yaşamı devam edemez. Dünya üzerindeki iklimin son bir kaç on yılda, geçmişte insan uygarlığının adaptasyon sağladığı dönemlerde olmadığı kadar hızlı bir şekilde değiştiğini gösteren başka bilimsel kanıtlar da mevcut bulunmaktadır. Aşağıdaki kısım, iklim değişikliğinin geçmişte ve günümüzdeki sebepleri hakkındaki mevcut bilimsel birikimi özetlemektedir.

#### 2.1.1 İklimde meydana gelen doğal değişiklikler

Yaşlı küremiz tarihi boyunca iklim koşullarında pek çok değişiklik sergilemiştir. Bunların bazıları, iklim koşullarında yıllar veya on yıllar içerisinde büyük değişikliklere neden olan tekil olaylardır. Diğerleri ise, farklı döngüler izleyen düzenli bir davranış sergilemektedir. Söz konusu diğer değişikliklerin çoğu, yüzlerce, binlerce veya milyonlarca yıllık dönemler içerisinde meydana gelmişlerdir. Bunlar, Dünya'nın güneş etrafındaki yörüngesinde oluşan varyasyonlar, Dünya'nın ekseninde meydana gelen varyasyonlar, güneşin faaliyetlerindeki dalgalanmalar ve volkanik patlamalar gibi doğal fenomenler tarafından tetiklenmiştir. Son 400 000 yılda, iklim, buzul çağları ve sıcak dönemlerden oluşan periyodik bir döngü sergilemiştir (Şekil 2.1). Bu varyasyonlarla kıyaslandığında, son 8 000 yıldaki dünya iklimi, çok küçük sıcaklık dalgalanmaları haricinde nispeten son derece istikrarlı olmuştur (yüzyıl başına 1 °C'den az). Bu istikrar, insan toplumunun gelişimi için bu dönemde son derece olumlu koşullar sunmuştur (Petit *et al.*, 1999).

#### 2.1.2 İnsanların sebep olduğu iklim değişikliği

Yirminci yüzyılın başlangıcından beri, Dünyanın iklimi, Avrupa'da 0.95 °C'lik

bir artış göstermekle birlikte ortalama olarak 0.7 °C'lik hızlı bir ısınma yaşamıştır (İklim Araştırma Birimi — CRU, 2003). Bu değişiklikler, sıcaklık değişikliğinin hem büyüklüğü hem de hızı anlamında anormal boyutlardadır. Söz konusu ısınma, son 1 000 yılda yaşanan bütün iklim varyasyonlarının çok ötesindedir. (IPCC, 2001a) (Şekil 2.2). Özellikle 1990'lar, bu dönem içerisindeki en sıcak on yıl olup (IPCC, 2001a) sıcaklıkların gelecekte daha da artması beklenmektedir (bkz. Kısım 3.2).

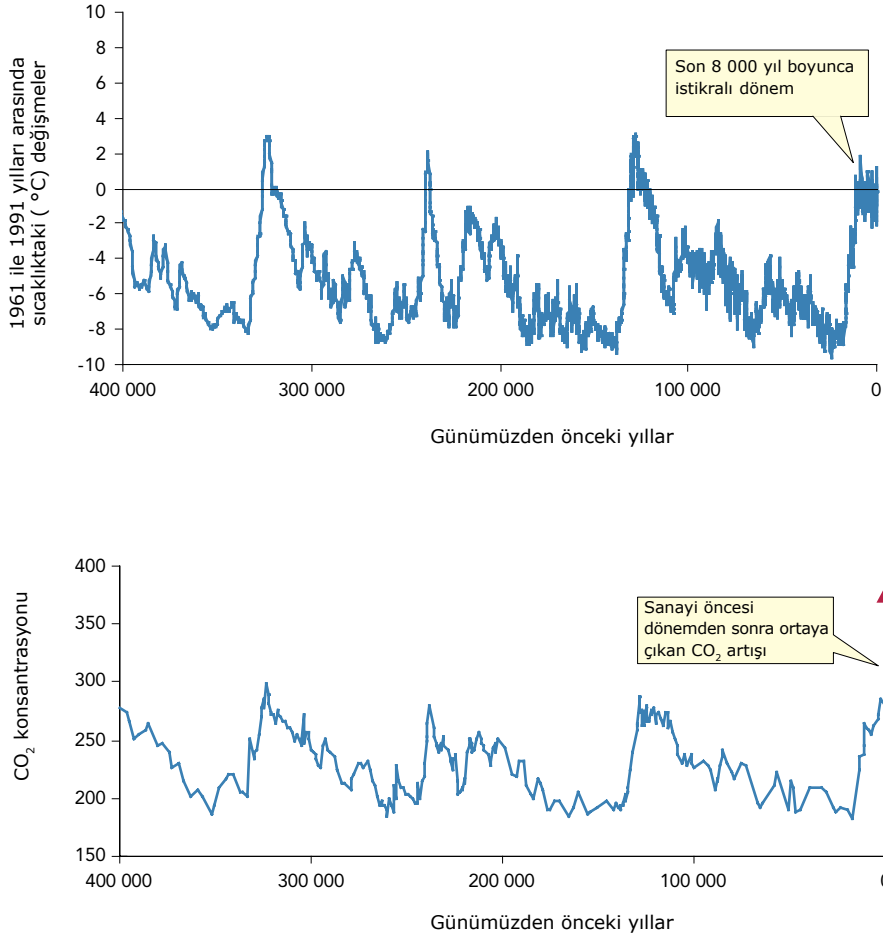
Böylesi bir küresel ısınmanın ancak çok küçük bir kısmı doğal sebeplerle açıklanabilir. Bu ısınmanın büyük bir kısmına ilişkin sorumluluğun insan eylemlerine ve özellikle sera gazları emisyonlarına yüklenebileceğine dair yeni ve daha güçlü kanıtlar bulunmaktadır (IPCC, 2001a).

Sera gazlarının yeryüzünden yayılan sıcaklığı engelleme ve yeniden yayma özelliği, küresel sıcaklık artışlarına yol açmaktadır. Sera gazları, küresel iklim sistemi açısından çok önemlidir. Doğal (sanayi-öncesi) sera gazları olmasaydı, ortalama küresel sıcaklık şimdikinden 34 °C daha soğuk olurdu. Bu sıcaklıkta ise insan yaşamının desteklenmesi mümkün olmazdı.

Diğer yandan, sera gazlarındaki belirgin bir artış, sıcaklıkların da artmasına sebep olacaktır. Bu da, doğal ve toplumsal sistemleri, insan toplumunun adapte olmasını güçleştirecek bir ölçüde etkileyebilir.

İnsan eylemleri sebebiyle ortaya çıkan başlıca sera gazı, yakıtların (kömür, petrol, gaz) yanması sebebiyle ortaya çıkan karbondioksittir (CO<sub>2</sub>). Diğer önemli antropojenik sera gazları, tarım sebebiyle ortaya çıkan metan (CH<sub>4</sub>), tarım ve sanayi sebebiyle ortaya çıkan nitrik oksit (N<sub>2</sub>O), endüstriyel halojen gazlar (CFC ve HCFC'ler) insan faaliyetlerinin (sanayi, karayolu taşımacılığı, konutlar, enerji

**Şekil 2.1 Küresel ortalama sıcaklığın ve atmosferdeki CO<sub>2</sub> konsantrasyonunun son 400 000 yıl içerisinde geriye dönük olarak yeniden oluşturulmuş kaydı**



**Kaynak:** Petit *et al.*, 1999

sektörleri) yaydığı bileşenlerden oluşan ozonu içerir.

Antropojenik emisyonlar, CO<sub>2</sub>'nin atmosfer içerisindeki konsantrasyonunu 280 ppm'den (yaklaşık olarak 1750 yılı, sanayi öncesi dönem) günümüzde son 400 000 yıl içindeki en yüksek konsantrasyonu 70 ppm aşacak şekilde 375 ppm'ye yükseltmiştir (Şekil 2.1).

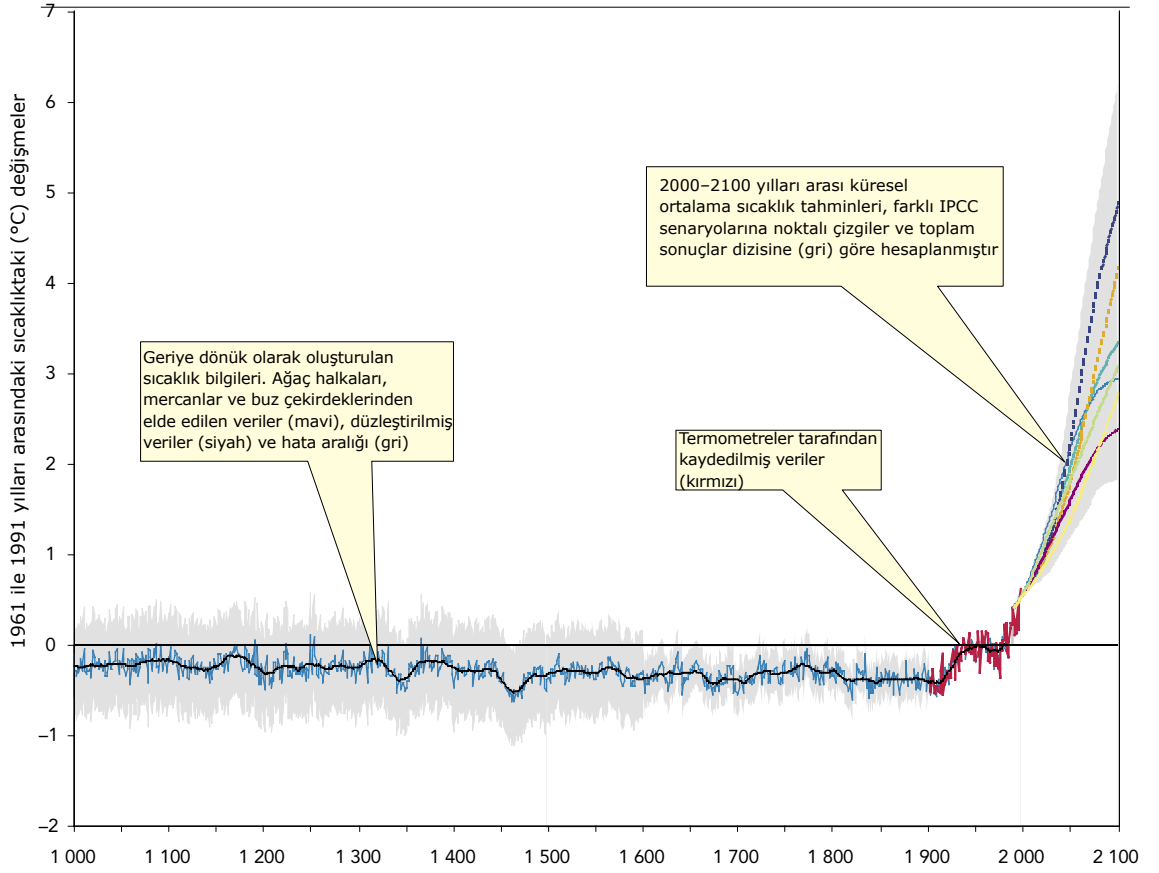
### 2.1.3 Gelecekteki iklim değişikliği

Çeşitli iklimsel süreçlere ilişkin bilimsel bilgiler eksik ve sera gazları emisyonlarının büyüklüğünü belirleyen sosyo-ekonomik gelişme belirsiz olduğu için, gelecekte ortaya çıkacak iklim değişikliğinin boyutu kesin olarak bilinmemektedir. Bununla birlikte, iklim modellerinin sera gazı emisyon tahminlerini bir girdi olarak kullanarak geleceğin iklimini tahmin etme kapasitesine yönelik bilimsel güven

artmaktadır. Olası sosyo-ekonomik gelişmeler ve ilgili sera gazı emisyonları hakkındaki geniş bir senaryo yelpazedeki senaryoları kullanan bu modellere göre, 2100 yılı itibarıyla ortalama küresel yüzey sıcaklığı 1990'lardaki seviyelerinin 1.4 ve 5.8 °C üzerinde olacaktır (Şekil 2.2) (IPCC, 2001a, ayrıca bkz. Kısım 3.2).

Gelecekteki iklime yönelik yapılan bu az veya çok doğrusal olarak kabul edilebilecek eğilimlerin yanında doğrusal olmayan veya bunun ötesindeki küresel ısınma tarafından tetiklenen sözde tekil olayların yarattığı ekstra riskler de bulunmaktadır. Böyle bir olayın önümüzdeki yüzyıl içerisinde meydana gelme olasılığı nispeten düşük olmasına rağmen gerçekleşmesi halinde etkileri son derece yüksek ve adaptasyonu çok zor olacaktır. Gelecekte ortaya çıkabilecek bu tür olası tekil olaylara ilişkin örnekler şunlardır:

**Şekil 2.2** Son 1 000 yıl içerisinde geriye dönük olarak yeniden oluşturulan ve ölçülen sıcaklık (Kuzey Yarımküre) ile önümüzdeki 100 yıl için tahmin edilen sıcaklık artışı



**Kaynak:** Mann *et al.*, 1999 (son 1 000 yıl); IPCC, 2001 (önümüzdeki 100 yıla ilişkin tahmin).

- Kuzey Atlantik'teki termohalin dolaşımının ('Kuzey Atlantik Akıntısı' olarak anılmaktadır, ayrıca doğru olmayan bir şekilde 'Gulf Stream' de denmektedir) durması. Bu durum, Kuzey ve Batı Avrupa'nın önemli ölçüde soğumasına sebep olabilir;
- okyanusta, derin göllerde ve kutuplardaki tortularda bulunan doğal gaz hidratlarından küresel ısınmayı hızlandıracak şekilde büyük miktarda metan emisyonlarının yayılması;
- deniz seviyesinde birkaç metrelik bir artışa sebep olabilecek şekilde Batı Antarktika Buz Kütlesinin parçalanması veya Grönland buzunun erimesi.

Bu tür olayların ortaya çıkma ihtimalinin düşük oluşu ve bilimsel verilerin kesin olmayışı sebebiyle, tekil olaylar, bu raporda göz önünde bulundurulmamıştır. Bu konu, daha fazla bilgi elde edildikten sonra,

gelecek raporlarda ele alınabilir (bkz. IPCC, 2001a ve WGBU (Alman Küresel Değişiklik Danışma Konseyi), 2003a).

## 2.2 İklim değişikliği politikası ve sürdürülebilir kalkınma

Küresel iklim değişikliğinin sürmekte olan ve giderek ivme kazanan hızı ve doğa ve insan toplumu üzerindeki ciddi etkileri, politik tedbirleri gerekli kılmaktadır. Bu yanıtlar, iklim değişikliği ve yaratacağı etkileri mümkün olduğu kadar hafifletmeye ve kısmen kaçınılmaz olan bir takım sonuçlarına karşı adaptasyona yardımcı olmalıdır. Bu kısım, iklim değişikliğinin politik çerçevelerini ortaya koymakta ve diğer politik konularla olan bağlantıları göstermektedir. Bu bölümde aktarılan politik hedeflerin bazıları, Bölüm 3'te karşılık gelen iklim durumu ve etki göstergeleriyle karşılaştırılmaktadır.

### 2.2.1 Mevcut politik çerçeve

Birleşmiş Milletler, 1992 yılında İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ni (UNFCCC) imzaya açmış ve bu sözleşme 1994 yılında yürürlüğe girmiştir. UNFCCC'nin nihai hedefi, 'atmosferdeki sera gazları konsantrasyonlarını iklim sistemine tehlikeli boyuttaki antropojenik müdahaleyi önleyecek bir seviyede sabitlemektir. Bu seviye, ekosistemlerin iklim değişikliğine doğal bir şekilde adapte olmasını, gıda üretiminin tehdit altına girmemesini ve ekonomik kalkınmanın sürdürülebilir seviyede ilerlemesini sağlamaya yetecek bir zaman zarfında elde edilmelidir' (UNFCCC, 1993). Yirminci yüzyılın sonu itibarıyla, 175'in üzerinde ülke, hem sanayileşmiş hem de gelişmekte olan çok sayıda ülkenin iklim değişikliğini ciddi bir tehdit olarak kabul ettiklerini gösterir şekilde bu sözleşmeyi onaylamışlardır. AB iklim değişikliğini sürdürülebilir kalkınma bağlamında, çevreyle ilgili en temel konulardan biri olarak tanımlamıştır (Avrupa Parlamentosu ve Devlet ve Hükümet Başkanları Konseyi, 2002).

1997 yılında, iklim değişikliğini ve etkilerini sınırlandırmak için, Çerçeve Sözleşmeyi, gelişmiş ülkelerde altı çeşit sera gazının (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O ve florlanmış üç gaz grubu) emisyonları için nicel sınırlamalar getiren Kyoto Protokolü olarak adlandırılan protokolle tamamlamak üzere uzlaşmaya varılmıştır. Bir bütün olarak tüm sanayileşmiş ülkeler için belirlenen hedef, baz alınan yıla kıyasla (birçok ülke için florlanmış gazlar hariç en önemli Kyoto gazları baz yılı 1990'dır) 2008–2012 yılları arasında %5 düzeyinde emisyonu azaltmaktır. O dönemde 15 üyesi bulunan AB, protokol kapsamında emisyon oranını %8 azaltmayı taahhüt etmiştir. Belirlenen bu genel hedef çerçevesinde, 'sorumluluk paylaşımı (burden-sharing)' olarak bilinen bir AB mutabakatı ile her bir üye devlet için farklı emisyon sınırlaması veya azaltma hedefleri kararlaştırılmıştır. Bununla birlikte, 2004 yılında AB'ne katılan 10 Üye Devlet için, Kyoto Protokolü çerçevesinde bireysel olarak kabul ettikleri baz alınan yıl itibarıyla %6 ile 8 arasında değişen azaltma hedefleri geçerlidir. Ülkelere, gelişmiş ülkeler arasındaki proje temelli ortak uygulamalar ile gelişmiş ve

gelişmekte olan ülkeler arasındaki temiz kalkınma mekanizmaları da dahil olmak üzere, taahhütlerini yerine getirmek amacıyla, Kyoto veya esnek mekanizmalar denilen mekanizmaları uygulamalarına izin verilmiştir. Ayrıca, azaltmayla ilgili taahhütlerin yerine getirilmesine yönelik olan karbon kuyuları (karbonu ayırıp tecrit edebilen ekosistemler, bkz. Kısım 3.5.3) ancak belirli bir yere kadar kullanılabilirler. Şimdiye kadar, 120 ülke Protokolü onaylamış ve çoğu sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yönelik ulusal programları kabul etmişlerdir. Bununla birlikte, protokolü onaylayan sanayileşmiş ülkelerdeki emisyon oranları, baz alınan yıl emisyonlarının %55'ine denk düşen eşik değere ulaşmadıkları için Kyoto henüz tam olarak yürürlüğe girmemiştir. Rusya imzalamış olsaydı, eşik değere ulaşılmış olacaktı. Aralarında ABD ve Avustralya'nın da bulunduğu bazı sanayileşmiş ülkeler, Kyoto Protokolü'nü onaylamayacaklarını açıkça belirtmişlerdir.

### 2.2.2 Uzun vadeli politikalar ve sürdürülebilir kalkınma

Kyoto Protokolü, 'iklim sistemine tehlikeli boyuttaki antropojenik müdahaleyi' önlemeye yönelik sadece bir ilk adım teşkil etmektedir. Protokol henüz yürürlüğe girmemiş olsa da, AB ve bir dizi ülke, uzun vadede, GHG emisyonlarında önemli bir azaltmaya gidilmesi yönündeki niyetlerini ifade etmişlerdir. AB, uzun vadeli CO<sub>2</sub> seviyesini 550 ppm'de sabitleme hedefine ek olarak, sanayi öncesi dönemdeki sıcaklıkları 2 °C'den fazla aşmayacak uzun vadeli bir küresel sıcaklık hedefi belirlemiştir (altıncı çevre eylem programı). Alman Küresel Değişiklik Danışma Konseyi, ekolojik sistemler, gıda üretimi, mevcut su kaynakları, ekonomik kalkınma ve insan sağlığı için iklim değişikliğinin sınırlarına yönelik kapsamlı bir değerlendirmeye dayanarak, yakın dönemde, aynı küresel sıcaklık hedefi ile 450 ppm düzeyinde bir CO<sub>2</sub> konsantrasyon hedefi önermiştir (WGBU, 2003a). Birleşik Krallık (DTI, 2003a, b) 2050 yılı itibarıyla %60 ve Almanya 2020 yılı itibarıyla %40 düzeyinde ulusal emisyonlarını azaltma hedefini benimsemişlerdir (1990'daki seviyelerine göre). Benzer şekilde, Hollanda Batı Avrupa için belirgin bir hedef olarak %40–60 düzeyinde bir emisyon azaltma

hedefi önermiştir. Yakın dönemde yapılan bir çalışma (WGBU, 2003b), fosil yakıtlardan yayılan küresel CO<sub>2</sub> emisyonlarını 2050 yılı itibarıyla 1990'daki seviyelerine göre %45–60 azaltmayı teklif etmiştir. Bu hedefler, 2005 yılında başlayacak olan, Kyoto sonrası küresel görüşmeler için bir temel oluşturabilirler.

Sera gazlarının emisyonlarında küresel düzeyde büyük azaltma hedeflerinin yakalanması için, hem yenilenebilir enerjinin küresel düzeydeki paylaşımının artırılması hem de enerji verimliliğinin büyük oranda geliştirilmesi gerekmektedir. Teknolojik gelişmelerin yanısıra, artan araştırmalar, pazara giriş stratejileri ve fiyat teşviklerinin sağlanması da gereklidir. Bu önlemler, gelişmekte olan ülkelere, sermaye ve teknoloji transferi ile tamamlanmalıdır. Küresel enerji sistemlerinin dönüşümü, BM'in milenyum kalkınma hedeflerinden biri olan, gelişmekte olan ülke halklarının sürdürülebilir enerjiye erişimini sağlamak için gereklidir.

Emisyon azaltma önlemleri gibi hafifletme stratejilerine ek olarak, iklim değişikliğine adaptasyon da giderek daha fazla dikkat çekmektedir (bkz. Bölüm 4). Çok sayıda ülke, şimdiden bu yönde önlemler geliştirmekte ve uygulamaktadır. UNFCCC içerisinde, çeşitli iklim değişikliği fonları kabul edilmiştir (UNFCCC, 2003).

### 2.2.3 İklim değişikliği ile diğer çevre sorunları ve politikaları

İklim değişikliği neredeyse tüm doğal ve toplumsal sistemler açısından bir takım sonuçlar doğurduğundan (bkz. Bölüm 3), bu konu, diğer önemli çevre sorunları ve politik önlemler bağlamında değerlendirilmektedir. Bunlar:

- Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesinde (CBD, 2003) ele alınan biyolojik çeşitlilik. Bu, iklim değişikliği dahil olmak üzere

insan faaliyetlerinin biyolojik çeşitliliği olumsuz yönde etkilediğinin altını çizmektedir. AB 2010 yılı itibarıyla iklim değişikliği tarafından etkilenen biyolojik çeşitlilikteki azalmayı ortadan kaldırmayı hedeflemektedir.

- İnsan sağlığı, iklim değişikliğinden doğrudan (sıcaklık artışı) veya dolaylı olarak (seller) etkilenebilir. İklim değişikliğinin insan sağlığı üzerindeki etkileri, Dünya Sağlık Örgütü tarafından dile getirilmiştir (örneğin WHO, 2003).
- Atmosferik süreçler yoluyla iklim değişikliği üzerinde bir etki doğurabilecek olan stratosferdeki ozonun tükenmesi ('ozon deliği'). Ozon tükenmesini hafifletme stratejileri Montreal Protokolü ile ele alınmıştır.
- İklim değişikliği sebebiyle gelecekte su bulabilme olanakları değişecektir. Her ne kadar iklim değişikliği açıkça ele alınmasa da, AB su çerçeve direktifinde, su kalitesi (örneğin nitrat seviyeleri) ve su miktarına ilişkin sorunlara (sel riski) işaret edilmektedir.

Bu bağlantılar nedeniyle, bu sorunları bir arada ele alan politikalara olan ihtiyaca yönelik artan bir bilinç söz konusudur. Örneğin, ormanların yok olmasının azaltılmasına yönelik politikalar, hem iklim değişikliği (ormanların yok olması CO<sub>2</sub>'nin oluşmasında başlıca nedenlerden biridir) hem de biyolojik çeşitlilik açısından faydalı olabilecektir. Bu konuda bir diğer örnek, farklı çevre sorunlarıyla aynı anda ilgilenen çevre vergilerinin kullanılması olabilir (AÇA, 2003a). Çevre sorunlarının sektörel politikalara olan entegrasyonu AB'nin sürdürülebilir kalkınma stratejisi içerisinde dahil edilmiştir (2002). Sürdürülebilir kalkınma hedefine ulaşmak için, gelecekte politik tedbirlerin daha fazla entegrasyonu ve uygulanması gereklidir.

## 3 İklim değişikliğinin Avrupa'daki etkileri

### 3.1 Giriş

Son yüzyıl boyunca gözlemlenen iklim değişikliği, Avrupa'yı pek çok şekilde etkilemektedir. İklim değişikliği, buzullar veya eko-sistemler gibi doğal sistemlerin yanısıra insan sağlığı ve tarım gibi toplumsal ve ekonomik sistemleri de etkilemektedir.

Çoğu durumda, iklim değişikliği ek bir baskı faktörü olarak ortaya çıkmaktadır. Örneğin, biyolojik çeşitlilik, arazi kullanımındaki değişiklikler, doğal kaynakların aşırı tüketimi, istilacı yabancı türler ve hava kirliliği gibi faktörler tarafından da etkilenmektedir. Ancak iklim değişikliğinin rolünün, özellikle iklim değişikliğinin büyüklüğü ve hızı tahmini aralığın daha yüksek ucunda olduğundan, çok daha baskın olması beklenmektedir (IPCC, 2001a, b; WGBU, 2003).

#### 3.1.1 Göstergeler ve zarar görme olasılığı

Doğal ve toplumsal sistemler ile iklim sistemi arasındaki karmaşık etkileşimler sebebiyle iklim değişikliğinin etkisi eksiksiz bir şekilde ortaya koyulamamaktadır. Bunun yerine, iklim değişikliğinin belirgin bir etkisini göstermiş olan iyi tanımlanmış ve ölçülebilir öğelerdeki değişiklikler, toplam sistemdeki değişiklikler için gösterge olarak kullanılabilir. Örneğin, buzulların çekilmesi, iklim değişikliğinin kar ve buzla ilgili sistemler üzerindeki etkisine ilişkin bir gösterge olarak kullanılabilir. Göstergeler bütün hikayeyi ortaya koyamayabilir, ancak bir sistemin değişmekte olduğu ve bu değişikliklerin hangi yönde ve boyutta olduğu konusunda açık ipuçları verebilir.

Bu şekilde göstergeler, doğal ve toplumsal sistemlerin iklim değişikliğinden zarar görme olasılığını değerlendirmek açısından yardımcı olabilir. Etkiye açıklık, doğal veya toplumsal bir sistemin iklim değişikliğine maruz kalma derecesi, duyarlılığı ve adaptasyon kapasitesi göz önünde bulundurularak, iklim değişikliğinin

yol açtığı zarara karşı ne oranda hassas olduğunu açıklar. Avrupa'nın, her ne kadar ekonomik kapasitesi sayesinde iklim değişikliğine adaptasyon konusunda gelişmekte olan ülkelere göre etkiye muhtemelen daha az açık olsa da, yine de iklim değişikliğinin etkilerine açık olduğuna ilişkin bilinç giderek artmaktadır. Bunun ötesinde, göstergeler politik hedeflerin ne kadar uzak mesafede olduğunu göstermeye yardımcı olabilmektedir. Söz konusu hedefler, günümüzde sadece sera gazı konsantrasyonu ve küresel ortalama sıcaklık konularında mevcuttur. Fakat gelecekte, nelerin 'iklim sistemine yönelik tehlikeli antropojenik karışıma' yol açtığı sorusuyla ilgili olarak daha fazla hedef tanımlanabilir (bkz. Kısım 2.2.1).

İklim değişikliğinin etkilerini, iklim değişikliğinden zarar görme olasılığının açıklığı ve söz konusu değişikliği adaptasyonu değerlendirmek için kullanılacak araç ve yöntemlere ilişkin genel bir bakış için, UNFCCC (2004)'e bakınız.

#### 3.1.2 Göstergelerin seçimi

Bu rapor için, iklim durumunu ve iklim değişikliğinin çeşitli doğal ve toplumsal sistemler üzerindeki etkilerini açıklamak için, 22 gösterge seçilmiştir. Bu göstergeler, sekiz ayrı kategoriye bölünmüştür:

- Atmosfer ve iklim
- Buzullar, kar ve buz
- Deniz sistemleri
- Karasal ekosistemler ve biyolojik çeşitlilik
- Su
- Tarım
- Ekonomi
- İnsan sağlığı.

Bu göstergeler, ölçülebilirlikleri, iklim değişikliğiyle nedensel ilişkileri, uygunlukları (politika), tarihsel zaman serilerinin mevcudiyeti, Avrupa'nın geniş bir kesimine ilişkin verilerin mevcudiyeti (tercihen bu veriler tüm Avrupa'yı kapsmalıdır) ve şeffaflıkları (yani politika yapıcılar ve genel anlamda konuyla ilgilenen kişiler tarafından kolayca anlaşılabilirlikleri) nedeniyle seçilmişlerdir.

Genel olarak, pek çok başka etki göstergesinin (örneğin ormanlar üzerindeki etkiler) de bu rapora dahil edilmesi düşünülmüş, fakat gözlemlenen bir eğilimin iklim değişikliğine atfedilme zorluğu veya yeterli verinin mevcut olmaması sebebiyle raporun içerisine alınmamıştır (ayrıca bkz. Bölüm 5) (AÇA, 2002b). Gelecekte bu konuyla ilgili daha fazla verinin elde edilmesi halinde, iklim değişikliğinin çevre ve toplum üzerindeki etkilerine dair daha kapsamlı bir tablo ortaya koyabilmek için bu göstergelerin bir kısmının gelecekte oluşturulacak bir rapora dahil edilmesi yeniden düşünülebilir.

Örneğin Birleşik Krallık (Cannell *et al.*, 1999; Cannell, 2003; Hulme *et al.*, 2002) için olduğu gibi mevcut ulusal gösterge kümelerinden elde edilen göstergeler, uygun görüldükleri yerlere dahil edilmiştir. Diğerleri, tüm Avrupa'ya ilişkin verilerin eksik olması veya söz konusu göstergelerin içeriğinin ulusal konularla sınırlı olması nedeniyle rapora dahil edilmemiştir.

Bu göstergeler, AÇA'nın 'DPSIR' nedensellik zinciri içerisindeki ilişkileri ortaya koymak için kullandığı göstergeler kümesinin bir kısmını oluşturmaktadır. Bunun içerisine, sosyo-ekonomik anlamda belirleyici olan güçler (örneğin enerji tedarik ve kullanımı), baskılar (sera gazlarının emisyonları), çevrenin durumu (örneğin iklim), etkiler ve politik yollarla verilecek yanıtlar girmektedir (AÇA, 2002a). Sera gazı emisyonları, karbon kuyuları yoluyla ayrılmalar, politik tedbirlerin etkinliğine ilişkin göstergeler, diğer raporlarda (Avrupa Komisyonu, 2003; AÇA, 2003a, b; IEA, 2002) ve UNFCCC'ye yapılan Ulusal ve Avrupa düzeyindeki tebliğlerde (UNFCCC, 2003) sunulmuşlardır. Bu sebeple söz konusu göstergeler, burada ele alınmamıştır.

### 3.1.3 Bu rapordaki veri ve bilgilerin kaynakları

Bu raporda, geçmişte meydana gelen ve gelecekte meydana gelebilecek olan iklim değişikliği ve etkilerini değerlendirmek için, kayıtlı veriler ve model sonuçları kullanılmıştır.

Kayıtlı veriler ölçülebilir etkilerin (örneğin sıcaklık) geçmişte sergiledikleri eğilimlerin tanımlanması için iyi bir kaynak oluştururken, doğrudan ölçülemeyen karmaşık unsurların (örneğin karbon alışı) ve gelecekte ortaya çıkacak eğilimlerin değerlendirilmesi için modeller gerekli olmaktadır. Modeller, iklim değişikliğinin mekanizması ve etkileri hakkındaki bilgilerin matematiksel formülasyonlarıdır. Gelecekteki eğilimlerin model temelli bir değerlendirmesi için, iklim değişikliğini tetikleyen unsurlara ilişkin olası değişiklikler (örneğin CO<sub>2</sub> emisyonu) hakkında bir takım varsayımlar gerekmektedir. Bu tür varsayımlar, senaryo olarak adlandırılmaktadır. Senaryolar, bir eğilimle ilgili öngöründe bulunmaz, ancak gelecekte ortaya çıkabilecek gelişmelerin izleyeceği olası yolu gösterir. Senaryolar, 'CO<sub>2</sub> konsantrasyonları 650 ppm seviyesine yükselirse iklimde ne gibi değişiklikler olur?' gibi varsayımlara yanıt bulmak için kullanılan yaygın bir araçtır.

Bu raporda kullanılan veri kaynaklarına sıcaklık ve yağış rejimi (Hadley Centre, 2003) ve iklim değişikliği ve insan sağlığı (WHO, 2003) konularında mevcut olan en son raporlar dahildir. Genel olarak, küresel düzeyde veri tabanı oluşturan kaynaklar, UNFCCC, IPCC, WMO (Dünya Meteoroloji Örgütü), WHO (Dünya Sağlık Örgütü), WGMS (Dünya Buzul İzleme Servisi) ve East Anglia Üniversitesi'nin İklim Araştırmaları Birimi'dir (Birleşik Krallık). İklimsel etkilere ilişkin değerlendirmelerin uygulanmasına yönelik olarak kurulan bir konsorsiyum olan ACACIA (Parry, 2000), CarboEurope (Freibauer, 2002) ve European Phenology Network (Avrupa Fenoloji Ağı) gibi AB araştırma projeleri, Avrupa düzeyinde bilgiler sağlamıştır. Son olarak, Birleşik Krallık (Cannell *et al.*, 1999; Cannell, 2003; Hulme *et al.*, 2002) ve diğer ülkeler için iklim değişikliğinin durumu ve etkilerine



ilişkin göstergeler hakkındaki ulusal bilgiler, mevcut olduklarında kullanılmışlardır.

Bu raporda belirtilen tahminlerin çoğu, BM Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli tarafından yayınlanan altı farklı emisyon senaryosuna (emisyon senaryoları konulu özel rapor – SRES; IPCC, 2000) dayanmaktadır. Bu senaryolar, politikalar, teknolojiler, arazi kullanımı, yaşam biçimleri, nüfus, ekonomik büyüme ve diğer konularda gelecekte meydana gelebilecek değişikliklere ilişkin makul tahminleri içermektedir. Buna karşın söz konusu varsayımlar, sera gazları ve diğer kirletici maddelere ilişkin farklı emisyon yollarıyla sonuçlanmaktadır. Emisyon senaryoları, değişen emisyonların iklim ve etkilerine ilişkin sonuçlarını değerlendirmek için kullanılmaktadır. Farklı senaryoları ve modelleri bir araya getirmek, belirsizliği azaltmakta ve böylece bir tahminin güvenilirliğini artırmaktadır.

Bu raporda sunulan göstergelerle ilgili tüm bilgiler çeşitli türde belirsizliklere tabidir. Bu durum, iklim değişikliği süreçlerine ilişkin bilgiler arasındaki boşluklar, yetersiz veri mevcudiyeti, gözlemlenen bir değişikliğin

iklim değişikliğine atfedilmesinde karşılaşılan zorluklar ve gelecekte ortaya çıkabilecek çok sayıda olası sosyo-ekonomik gelişme ve sera gazları emisyonlarından kaynaklanmaktadır. Belirsizlikler konusuna her bir göstergenin açıklanması sırasında kısaca işaret edilmiştir. Bu konu daha ayrıntılı olarak Bölüm 5'te açıklanmıştır.

### 3.1.4 Göstergelerin Sunumu

Her bir göstergenin sunumu üç kısımdan oluşmaktadır:

- Gözlemlenen ve gelecekte ortaya çıkması beklenen eğilimleri özetleyen temel mesajlar;
- Politika, sosyo-ekonomik ve çevresel ilgiyi açıklayan bir ilgi kısmı. Bu bölüm, politik olarak kabul edilen veya yol gösterici olarak belirlenen hedefler, iklim değişikliğinin olası etkileri, diğer çevre sorunlarıyla ilgisini ve göstergeyle ilgili belirsizlikler hakkındaki bilgileri içermektedir;
- Geçmiş eğilimler ve tahminler (gelecekteki eğilimler).

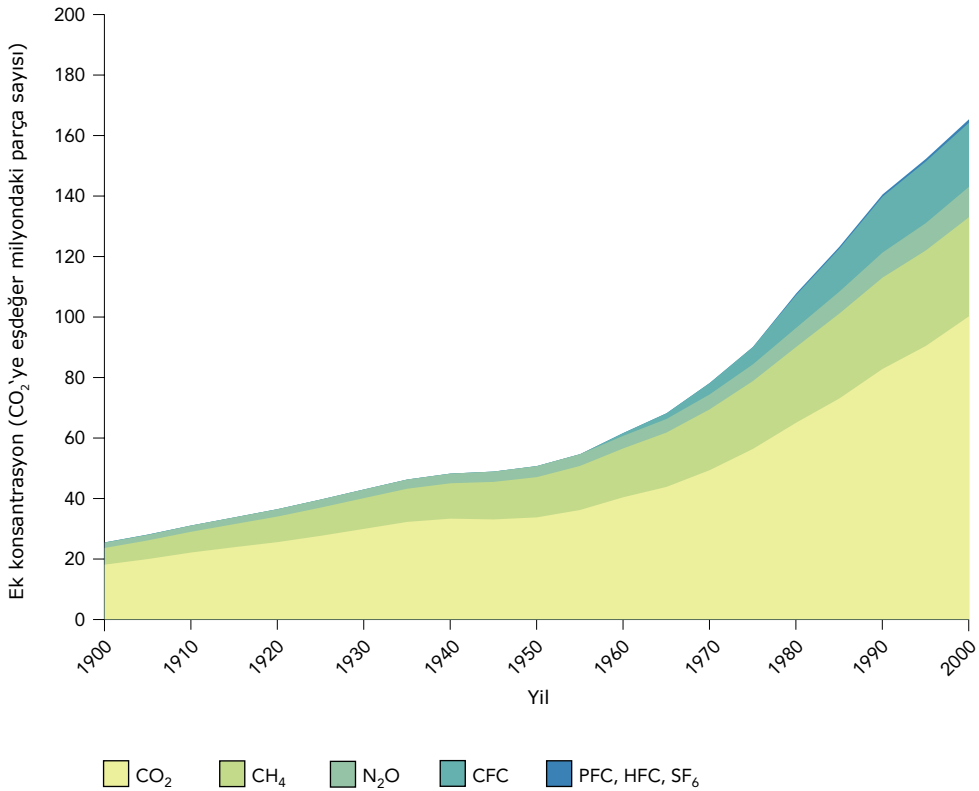
## 3.2 Atmosfer ve iklim

### 3.2.1 Sera gazı konsantrasyonları

#### Temel mesajlar

- İnsan eylemleri sebebiyle, ana sera gazı olan karbondioksit konsantrasyonu (CO<sub>2</sub>), sanayi öncesi dönemle karşılaştırıldığında %34 oranında artmış olup, bu artış 1950 yılından itibaren bir hız kazanmıştır. Ayrıca, insan eylemlerinin bir sonucu olarak diğer sera gazı konsantrasyonları da artmıştır.
- Sanayi öncesi dönemden beri tüm sera gazlarında yaşanan toplam artış miktarı 170 ppm CO<sub>2</sub>'e eşdeğer olmuş, bunun %61'i CO<sub>2</sub>'den, %19'u metandan, %13'ü florokarbon (CFC) ve hidroflorekarbonlardan (HFCF) ve %6'sı nitrik oksitten oluşmaktadır.
- İklimle yönelik politika tedbirleri uygulanmadığı takdirde, 2100 yılı itibarıyla 650–1 215 ppm CO<sub>2</sub>'e eşdeğer gaz artışı beklenmektedir.
- AB'nin küresel sıcaklık artışını 2 °C olarak sınırlandırmaya yönelik uzun vadeli hedefinin yakalanabilmesi için, sera gazı emisyonlarının 1990'lardaki seviyelerinden önemli ölçüde azaltılması gerekmektedir.

**Şekil 3.1** 1750 yılına göre sera gazları konsantrasyonunda meydana gelen artış



**Kaynak:** IPCC, 2001a.

#### İlgi

İnsan eylemleri sebebiyle oluşan sera gazı emisyonları, son dönemdeki iklim değişikliğinin en önemli tetikleyicisi durumundadır. Son 50 yılda gözlemlenen ısı artışından büyük oranda sera gazı

konsantrasyonlarındaki artışların sorumlu olduğu düşünülmektedir (IPCC, 2001a).

BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nin nihai hedefi, atmosferdeki sera gazı konsantrasyonlarını, iklim sistemine tehlikeli boyutta antropojenik müdahaleyi

önleyecek bir seviyede sabitlemektir. AB, uzun vadede küresel sıcaklık artışını sanayi öncesi seviyelere göre en fazla 2 °C olarak sınırlandırmaya dönük bir hedef belirlemiştir. AB'ye göre, bu hedefe ulaşmak için küresel CO<sub>2</sub> konsantrasyonunu sanayi öncesi 280 milyondaki partikül olan seviyenin iki katı olan 550 ppm seviyesinin altında tutmak gerekmektedir (Avrupa Parlamentosu ve Konseyi, 2002). Bununla birlikte, 2 °C hedefine ulaşmak için konsantrasyon seviyesini 550 ppm ile sınırlandırmanın yeterli olup olmayacağı konusunda önemli ölçüde bir bilimsel belirsizlik söz konusudur. Yeni çalışmalara bir yanıt olarak, yakın zamanda, 2 °C'lik sıcaklık artışı tavan hedefini tutturabilmek için, daha katı bir konsantrasyon hedefi olan 450 ppm CO<sub>2</sub> konsantrasyonu teklif edilmiştir (WGBU, 2003b).

GHG konsantrasyon ölçümlerindeki belirsizlik çok düşüktür (yaklaşık %1). Gelecekte ortaya çıkabilecek eğilimlerin tahmin edilmesine ilişkin daha büyük belirsizliğin sebebi, esas olarak, gelecekteki emisyonlara ilişkin belirsizlikler ile daha az ölçüde, fiziki iklim sisteminin davranışı hakkındaki bilgilerin eksik oluşudur.

### Geçmiş eğilimler

Sera gazlarının atmosferdeki konsantrasyonu, genel olarak fosil yakıtların kullanımı (örneğin elektrik gücü üretimi, sanayi, konutlar ve ulaşım için), tarım faaliyetleri, arazi kullanımındaki değişiklik (esas olarak ormanların yok olması) ve florlanmış gazların sanayide kullanılmasıyla ilgili insan eylemleri sebebiyle yirminci yüzyılda artış göstermiştir. Bu artış özellikle 1950'den itibaren hızlanmıştır. Konsantrasyon oranları sanayi öncesi dönemle (1750 öncesi) karşılaştırıldığında, karbondioksit (CO<sub>2</sub>) %34, metan (CH<sub>4</sub>) %153 ve nitrik oksit (N<sub>2</sub>O) %17 oranında artmıştır. CO<sub>2</sub>'in (375 ppm, milyondaki parça sayısı) ve CH<sub>4</sub>'ün mevcut konsantrasyonları (1 772 ppb, milyardaki parça sayısı) son 420 000 yıl içerisinde (hatta CO<sub>2</sub> için son 20 milyon yılda) aşılmamış, mevcut N<sub>2</sub>O konsantrasyonu (317 ppb) en azından son 1 000 yıl içerisinde aşılmamıştır.



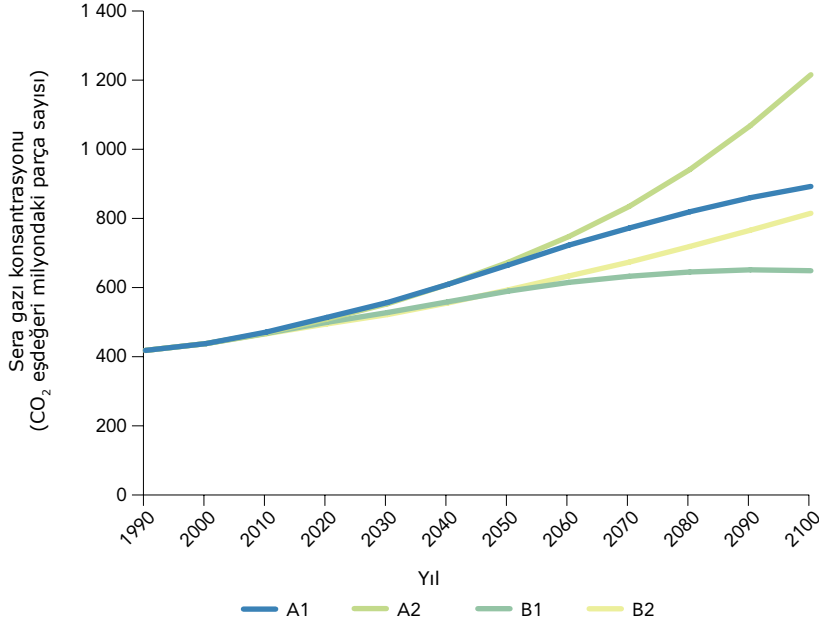
**Kaynak:** www.imageafter.com, 2004.

Her bir sera gazı konsantrasyonunun bir 'CO<sub>2</sub> eşdeğeri' olarak ifade edilmesi, farklı gazların karşılaştırılmasına olanak sağlar. Sera gazlarının toplam konsantrasyonu sanayi öncesi dönemden itibaren 170 ppm CO<sub>2</sub> eşdeğeri artışı yaşamıştır (Şekil 3.1). Bu artışa yönelik katkılar, CO<sub>2</sub> (%61), CH<sub>4</sub> (%19), N<sub>2</sub>O (%6) ile halokarbon CFC'ler ve HCFC'ler (%13), PFC'ler, HFC'ler ve SF<sub>6</sub>'dan (%0.7) gelmektedir. CO<sub>2</sub> ve N<sub>2</sub>O konsantrasyonları, son bir kaç on yıldakilere benzer bir hızda artmaya devam etmektedir. PFC'ler, HFC'ler ve SF<sub>6</sub> gibi florlanmış sera gazlarının konsantrasyonları, hızlı bir artış göstermektedir. Bunun sebebi kısmen HFC'lerin ozon tüketen gazların yerine geçmesidir. Buna karşılık, son birkaç yılda, Montreal Protokolü çerçevesinde kullanım ve üretimlerine getirilen yasaklar sonucunda, CH<sub>4</sub> konsantrasyonlarının seviyesi düşmüş ve aynı zamanda sera gazlarından olan ozon tüketici CFC ve HCFC'lerde azalma veya daha düşük bir hızla artma eğilimi görülmektedir.

### Tahminler (gelecekteki eğilimler)

IPCC, 2100 yılı itibarıyla, farklı sosyo-ekonomik, teknolojik ve demografik gelişme senaryolarına göre, farklı sera gazı konsantrasyon tahminleri yapmıştır (IPCC, 2001a).

**Şekil 3.2 Gelecekte dört farklı olası senaryo için atmosferde bulunan GHG konsantrasyonundaki artışa ilişkin tahminler**



**Kaynak:** IPCC, 2001a.

Bu senaryolar, hiçbir iklim yönelimli özel politika tedbirleri alınmayacağı varsayımına dayanmaktadır. Bu senaryolara göre, sera gazı konsantrasyonlarının 2100 yılı itibarıyla 650–1 215 ppm CO<sub>2</sub> eşdeğeri yükselmesi beklenmektedir. Yirmi birinci yüzyılda yaşanması beklenen bu artışın başlıca sebebinin fosil yakıtların kullanımı olduğu tahmin edilmektedir (IPCC, 2001a, b, Şekil 3.2).

IPCC, atmosferde bulunan CO<sub>2</sub> konsantrasyonunu sabitlemek için ne tür müdahaleler gerekebileceğini de göz önünde bulundurmıştır. Toplam antropojenik CO<sub>2</sub> emisyonların 450 ppm'de

sabit CO<sub>2</sub> konsantrasyon miktarı hedefini yakalayabilmek için bir kaç on yıl içerisinde, yaklaşık 650 ppm hedefini yakalamak veya 1 000 ppm hedefini yakalayabilmek için iki yüzyıl içerisinde 1990 yılı emisyonlarının altına düşürülmesi gerekmektedir. AB'nin CO<sub>2</sub> konsantrasyonlarını en fazla 550 ppm'le sınırlandırma hedefinin yakalanabilmesi için, küresel sera gazı emisyonlarının 1990'lardaki seviyelerinden önemli ölçüde azaltılması gerekmektedir. CO<sub>2</sub>'i 450 ppm seviyesinde sabitlemek gibi daha katı bir hedefin yakalanabilmesi, 2050 yılı itibarıyla, CO<sub>2</sub> emisyonlarının 1990 yılındaki seviyelerine göre küresel olarak %45 ile 60 oranında azaltılmasını gerektirmektedir.



**Kaynak:** F. Coppin, www.pixelquelle.de, 2004.

### 3.2.2 Küresel ve Avrupa hava sıcaklığı

#### Temel mesajlar

- Ortalama küresel sıcaklık son 100 yılda  $0.7 \pm 0.2$  °C artış göstermiştir. 1990'lı yıllar, gözlem kayıtlarında yer alan en sıcak on yıl olurken, 1998 en sıcak yıl olmuş ve bunu 2002 ve 2003 yılları takip etmiştir.
- 1900 yılından beri Avrupa'daki sıcaklık artışı  $0.95$  °C ile küresel ortalamanın üzerinde olmuştur. Kış sıcaklıkları yaz sıcaklıklarına göre daha büyük artış göstermiştir. En fazla ısınma, Kuzeybatı Rusya ve İber Yarımadası'nda görülmüştür.
- Küresel ısınma, her on yılda  $0.17 \pm 0.05$  °C oranında artmış ve bu değer muhtemelen son 1 000 yıl içerisindeki diğer tüm yüzyıllık ısınma oranlarının üzerine çıkmıştır. Her on yıl için  $0.1-0.2$  °C'yi aşmama üzerine kurulu belirgin hedef şimdiden aşılmış durumdadır veya önümüzdeki birkaç on yılda aşılacaktır.
- 1990 ile 2100 yılları arasında küresel ortalama sıcaklık artışının  $1.4-5.8$  °C ve Avrupa'daki ortalama sıcaklık artışının  $2-6.3$  °C düzeyinde gerçekleşmesi beklenmektedir. Küresel sıcaklık artışını sanayi öncesi değerlerin  $2.0$  °C üzerinde olmayacak şekilde sınırlamaya yönelik 'sürdürülebilir' AB hedefi, 2050 yılı itibarıyla aşılacak gibi görünmektedir.

**Şekil 3.3** Avrupa'da kış ayları, yaz ayları ve yıllık bazda sıcaklıklarda gözlemlenen sapmalar



**Kaynak:** CRU, 2003; Jones and Moberg, 2003.

#### İlgi

Özellikle son birkaç on yıl içerisinde, ortalama hava sıcaklığında gözlemlenen artış, iklim değişikliğinin en açık göstergelerinden biridir. Sıcaklıklarda meydana gelen artışların sonuçları, seller ve kuraklık risklerinin artması, biyolojik çeşitlilikte meydana gelen kayıplar, buzulların çekilmesi ve insan sağlığına yönelik yeni tehditler gibi etkiler

içermektedir. Buna ek olarak, sıcaklık artışları, ormancılık, tarım, turizm ve sigortacılık gibi ekonomik sektörler de zarar verebilir. Örneğin, ormancılık veya turizm gibi bazı sektörler, buldukları yere bağlı olarak iyileşen çevresel koşullardan faydalanabilirler. Sonuç olarak, Avrupa'nın farklı bölgelerindeki sektörler birbirine zıt şekillerde etkilenebilir. Ortalama sıcaklıklarda son yakın zamanda gözlemlenen, her on yıl başına  $0.1$  ila  $0.2$  °C

arasındaki artışlardan (aşağıya bakın) (büyük oranda) antropojenik sera gazları emisyonlarının sorumlu olduğuna dair güçlü deliller ortaya çıkmıştır. Yirminci yüzyılın ortasına kadar sıcaklıkta gözlenen değişkenlik, büyük oranda volkanlar ve güneşin faaliyetleri gibi doğal faktörlerle açıklanabiliyordu, ancak bunlar yakın zamanda meydana gelen ısınmanın sadece küçük bir kısmını açıklayabilmektedir (ayrıca bkz. Bölüm 2). AB, UNFCCC'nin nihai hedefine paralel olarak, altıncı çevre eylem programında, ortalama küresel sıcaklığı, sanayi öncesi seviyelerin en fazla 2 °C üzerinde bir seviyede (bugünkü ortalama küresel sıcaklığın yaklaşık 1.3 °C üzerinde) sınırlandırmaya yönelik 'sürdürülebilir' bir hedef önermiştir. Bazı çalışmalar, antropojenik ısınma oranını, her on yıl başına 0.1 ile 0.2 °C arasında değişen bir seviyede sınırlandırmak gibi ek bir 'sürdürülebilir' hedef önermişlerdir (aşağıya bakınız).

Avrupa'nın pek çok bölgesinde, pek çok on yıllık sıcaklık ölçümleri yapılmıştır. Bu raporda belirtilen diğer tüm göstergelere göre Avrupa'yı en iyi kapsayan ve en

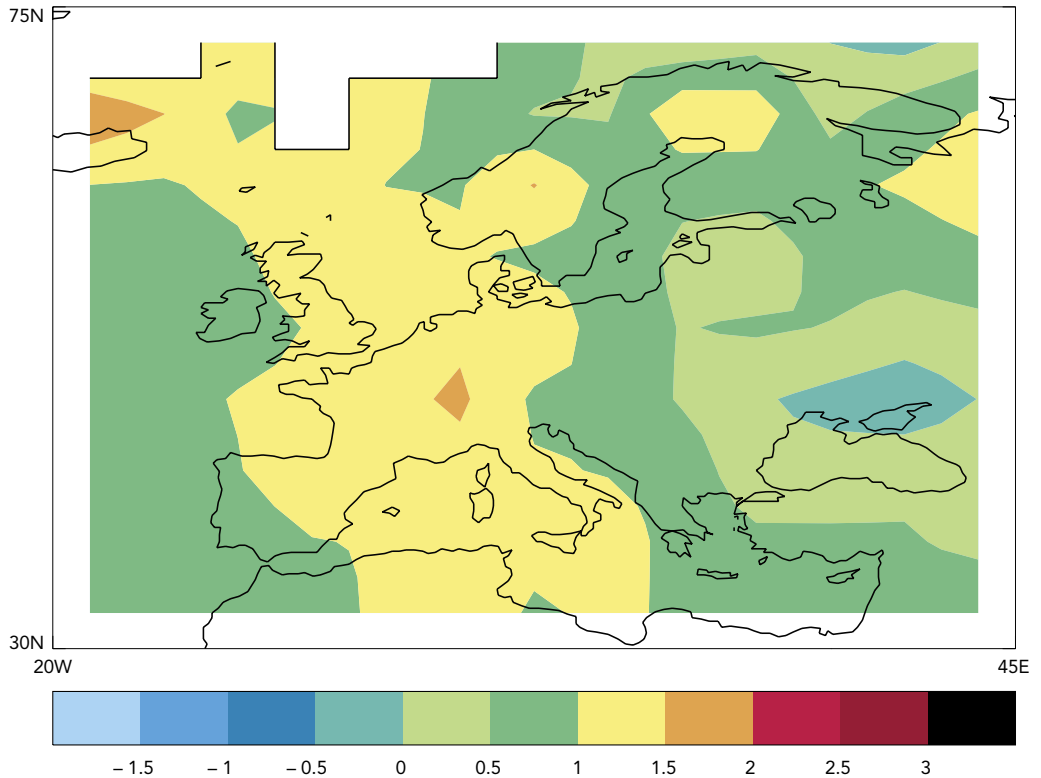
düşük düzeyde ölçüm belirsizliğine sahip olan göstergedir. Gelecekteki sıcaklığa ilişkin belirsizlik, iklim sisteminin iklim duyarlılığı (örneğin, CO<sub>2</sub> konsantrasyonlarının iki katına çıkması halinde sıcaklıkta meydana gelen artış) ve mevsimsel sıcaklık değişkenliği gibi unsurları hakkındaki bilgilerin eksik oluşu sebebiyle daha da artmaktadır (ayrıca bkz. Bölüm 5).

### Geçmiş eğilimler

Dünya'da ve Avrupa'da, son bir kaç on yıl başta olmak üzere, son 100 içinde önemli ölçüde sıcaklık artışları gözlenmiştir. Küresel olarak, son yüzyılda yaşanan artış yaklaşık olarak  $0.7 \pm 0.2$  °C arasındadır (IPCC, 2001a; CRU, 2003). Bu dönem içerisinde, 1990'lı yıllar kayıtlara göre en sıcak on yıl olurken, 1998 en sıcak yıl olmuş ve bunu 2002 ve 2003 yılları takip etmiştir (Jones and Moberg, 2003; WMO, 2003).

Küresel ortalama sıcaklık artış oranı, bu dönemde her on yıl başına yaklaşık  $0.17 \pm 0.05$  °C düzeyinde gerçekleşmiştir (IPCC, 2001a). Ekosistemlerin sınırlı

**Harita 3.1** Avrupa'da 2003 yılında yaşanan yıllık sıcaklık sapması



**Not:** 1961-1990 yılları arasındaki ortalama sıcaklığa kıyasla sıcaklık sapması (°C).  
**Kaynak:** CRU, 2003; Jones and Moberg, 2003.

adaptasyon yeteneklerine bağlı olarak, artışı her on yıl başına en fazla 0.1–0.2 °C olarak sınırlandırmaya ilişkin belirgin bir hedef önerilmiştir (Rijsberman and Swart, 1990; Leemans and Hootsman, 1998; WBGU, 2003b). Önerilen bu hedefler, günümüzde çoktan aşılmış durumdadır veya yakın gelecekte aşılabacaktır.

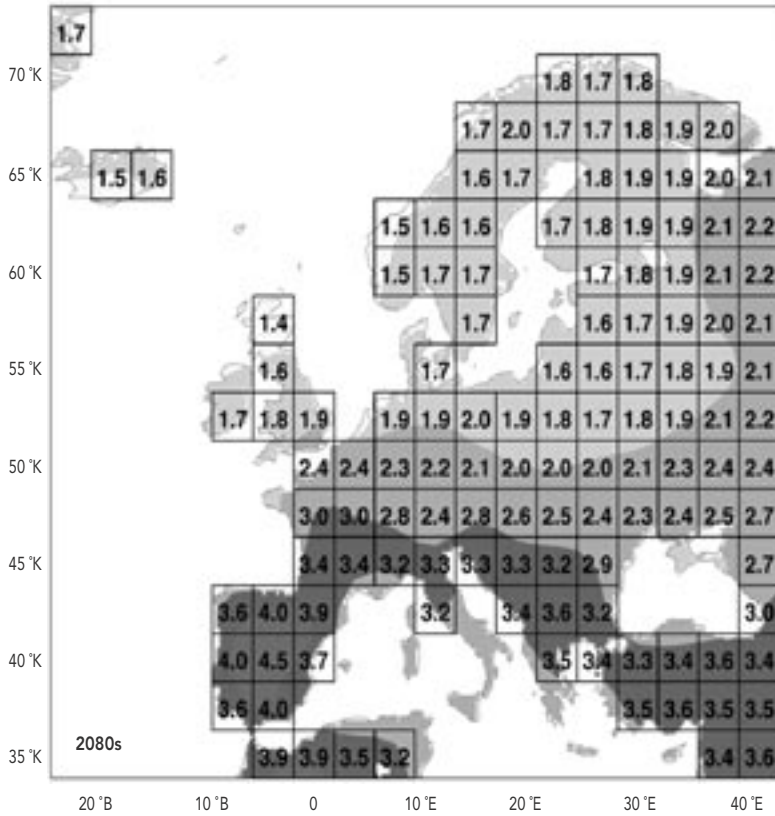
Avrupa'da son 100 yıl içerisindeki sıcaklık artışı, yaklaşık 0.95 °C'dir (CRU, 2003; Jones and Moberg, 2003) ve bu değer küresel ortalamanın üzerindedir. 2000 yılı Avrupa'da bu güne kadar gözlemlenen en sıcak yıl olurken, bundan sonraki en sıcak yedi yıl, son 14 sene içinde yer almıştır (Şekil 3.3). Tüm kıta genelinde meydana gelen sıcaklık artışlarında büyük farklılıklar bulunmaktadır (Harita 3.1). En fazla ısınma, Kuzeybatı Rusya ve İber Yarımadası'nda görülmüştür (Parry, 2000; Klein Tank *et al.*, 2002). Sıcaklık, küresel eğilime paralel olarak, kış döneminde, yaza kıyasla daha yüksek bir artış oranı kaydetmektedir (kış



**Kaynak:** Glassman, stock.xchng, 2004.

döneminde + 1.1 °C ve yaz döneminde + 0.7 °C). Bu durum, kışların daha yumuşak geçmesine ve mevsimsel çeşitliliğin azalmasına yol açmaktadır (Şekil 3.3. Jones and Moberg, 2003).

### Harita 3.2 Avrupa'da 2080 yılına kadar yaşanması beklenen sıcaklık değişiklikleri



**Not:** Sıcaklık değişikliği (°C). 1961–1990 dönemindeki ortalama sıcaklığa kıyasla. Gelecekteki olası emisyonlara ilişkin geniş bir aralık içinde ara ACACIA senaryosu.

**Kaynak:** IPCC, 2001b; Parry *et al.*, 2000.

### Tahminler (gelecekteki eğilimler)

1990 ile 2100 yılları arasında, ortalama sıcaklık artışının küresel çapta 1.4–5.8 °C arasında olması (IPCC, 2001a, Harita 3.2) ve Avrupa çapında 2–6.3 °C arasında gerçekleşmesi (Parry, 2000) beklenmektedir.

Bu aralık, farklı teknolojik, demografik ve ekonomik gelişme potansiyeli sebebiyle (farklı emisyon oranlarına yol açan) ortaya çıkmakta olup değişen sera gazı konsantrasyonlarına karşılık olarak iklim sisteminin vereceği tepkiye ilişkin belirsizliklerden kaynaklanmaktadır. Öngörülen aralığa baktığımızda, ortalama küresel ısınmayı, sanayi öncesi seviyelerden

en çok 2 °C fazla bir seviyeye sınırlamaya ilişkin 'sürdürülebilir' AB hedefi 2040 ile 2060 yılları arasında aşılabılır.

Avrupa içerisinde ısınmanın en fazla güney (İspanya, İtalya, Yunanistan) ve kuzeyde (örneğin Batı Rusya) gerçekleşmesi, Atlantik kıyı şeridinde yer alan ülkelerde ise daha az olması beklenmektedir (Harita 3.2). Bu durum, özellikle Güney Avrupa'da, artan kuraklık stresi, daha sık orman yangınları, artan sıcaklık baskısı ve insan sağlığına yönelik riskler gibi ciddi sonuçları da beraberinde getirebilecektir. Avrupa'da kış aylarının yaz aylarına göre daha hızlı ısınması eğilimi (Güney Avrupa hariç) devam edecektir.

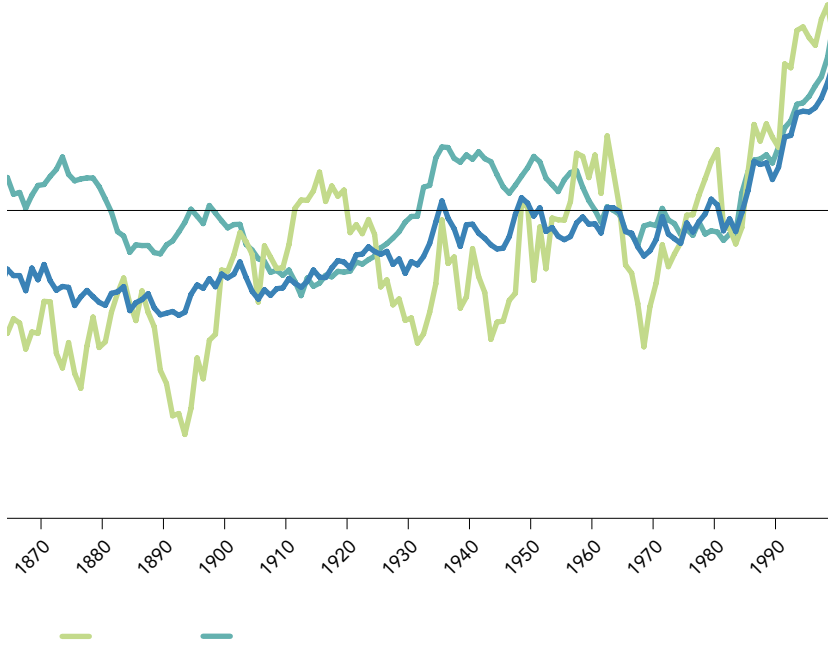


### 3.2.3 Avrupa yağış rejimi

#### Temel mesajlar

- Avrupa'da 1900–2000 arası dönemde yaşanan yıllık yağış eğilimleri, Kuzey Avrupa (%10–40 daha fazla yağışlıdır) ile Güney Avrupa (%20 daha fazla kurudur) arasında birbirine zıt bir görüntü çizmektedir. Avrupa'nın çoğu bölgesinde en büyük değişiklikler kışın yaşanmıştır.
- Avrupa'ya yönelik tahminler, Kuzey Avrupa'da yıllık yağış miktarında her on yılda %1–2'lik bir artış olacağını ve Güney Avrupa'da ise her on yılda %1 düzeyinde bir azalma yaşanacağını (yaz aylarında her on yılda %5'lik bir azalma olabilir) göstermektedir. Güney Avrupa'daki azalmanın tarım ve su kaynakları üzerinde önemli etkilere yola açacak daha sık yaşanacak kuraklıklar gibi ciddi etkiler doğurması beklenmektedir.

**Harita 3.3 1900–2000 yılları arasında Avrupa'da yıllık yağış rejiminde meydana gelen değişiklikler**



**Not:** Birim: Yüzyıl başına değişiklik yüzdesi. Siyah daireler daha çok, beyaz daireler ise daha az yağış alma eğiliminde olan alanları göstermektedir. Dairenin büyüklüğü eğilimin büyüklüğüne göre değişmektedir. Gölge eğilimler %90 düzeyinde belirgindir.

**Kaynak:** IPCC, 2001b; Parry, 2000.

#### İlgi

Yağışlar yağmur, kar ve dolu şeklinde olmaktadır. Ortalama yağış miktarında meydana gelen değişiklikler, ekosistemler ve biyolojik çeşitlilik ile tarım (besin üretimi), su kaynakları ve nehir taşkınları üzerinde kapsamlı etkilere yol açma potansiyeline sahiptir. Yıl içerisinde yağış kalıplarında meydana gelen değişiklikler bazı bölgelerde veya bazı mevsimlerde sellerin artmasına

sebepler olurken, diğerlerinde daha çok kuraklığa, toprak kaymalarının ve toprak erozyonunun daha sık görülmesine yol açabilir. Hatta aynı bölgede, aynı yıl içerisinde farklı mevsimlerde, sel veya kuraklık meydana gelebilir (örneğin bir bölge ilkbaharda kuraklıkla karşı karşıya kalırken sonbaharda seller maruz kalabilir).

Yağış rejimleri konusunda Avrupa geneline ilişkin mevcut veriler yeterli düzeyde olup

belirsizlik düzeyleri düşüktür. Ölçüm teknikleri yirminci yüzyıl içerisinde değiştirdiğinden, eğilimlere ilişkin verilerdeki belirsizlik daha fazladır. Gelecekteki yağış rejimlerine ilişkin tahminlerde daha da büyük bir belirsizlik söz konusudur. Bu durum, özellikle bölgesel yağış rejimleri ve bunların mevsimsel dağılımları hakkındaki tahminler için geçerlidir.

### Geçmiş eğilimler

Tüm küresel arazi alanlarına düşen ortalama yıllık yağış miktarı, 1900 ve 2000 yılları arasında %2 artmıştır. Bu artış Avrupa'da önemli ölçüde daha yüksek olmuştur (IPCC, 2001a; Parry, 2000; Klein Tank *et al.*, 2002). Avrupa'daki eğilim, mevsimler arasında belirgin bir değişiklik sergilemekte olup kıta genelinde birbirine zıt görüntüler ortaya çıkarmaktadır (Harita 3.3). 1990–2000 yılları arasında, Kuzey Avrupa'ya düşen yıllık yağış miktarı %10–40 oranında artarken, Avrupa'nın güneyindeki bazı kesimlerde %20'lik bir azalma göstermiştir (IPCC, 2001a; Klein Tank *et al.*, 2002; NOAA, 2001). Mevsimsel yağış kalıbı, Avrupa genelinde yıllık değişikliklere kıyasla daha belirgin eğilimler ortaya koymaktadır. Özellikle kış mevsiminde, Avrupa'nın güneyi ve doğusu daha az yağış alırken (Romero *et al.*, 1998), Kuzeybatı Avrupa'nın pek çok kısmında daha fazla yağış gerçekleşmiştir (Parry, 2000). Yağışlarda kış mevsiminde meydana gelen değişiklikler, kısmen Kuzey Avrupa'dan gelen ve daha çok bulut getiren daha güçlü

batı rüzgarları gibi belli hava koşullarına bağlanabilir. Akdeniz ve Orta İskandinavya ülkelerinde, yaz aylarında görülen yağış miktarında yaklaşık %10 düzeyinde bir azalma söz konusudur.

### Tahminler (gelecekteki eğilimler)

İklim modellerinin gelecekteki yağış rejimlerini öngörme kapasitesine olan bilimsel güven giderek artmakla birlikte, değişikliklere ilişkin yapılan tahminlerin (bölgesel) pek çoğunda yüksek oranda belirsizlik bulunmaktadır. Bu durum tahminlerin geniş bir aralıkta yapılmasına yol açmaktadır. 1990 ile 2100 yılları arasında, küresel ortalama yağışın (karada ve denizde) %2–7 arasında artması beklenmektedir (IPCC, 2001a). Bu aralık, iklim modelleri içindeki belirsizliklerden ve emisyon senaryolarındaki farklılıklardan kaynaklanmaktadır. Avrupa'ya yönelik tahminler, Kuzey Avrupa'da yıllık yağış miktarında bir artış olacağını (her on yılda %1–2 arası), Güney Avrupa'da ise bir azalma yaşanacağını (her on yılda en fazla %1 düzeyinde) göstermektedir. Kış aylarında, özellikle Balkanlar ve Türkiye'de görülebilecek bazı istisnalar dışında, Avrupa'nın çoğu bölgesinin daha çok yağış alması (her on yılda %1–4 arası) beklenmektedir. Bu artışa rağmen, sıcaklıktaki artışlar sebebiyle kar yağışı miktarında bir azalma olması beklenmektedir. Yaz aylarında, Kuzey Avrupa'nın daha yağışlı olması beklenirken

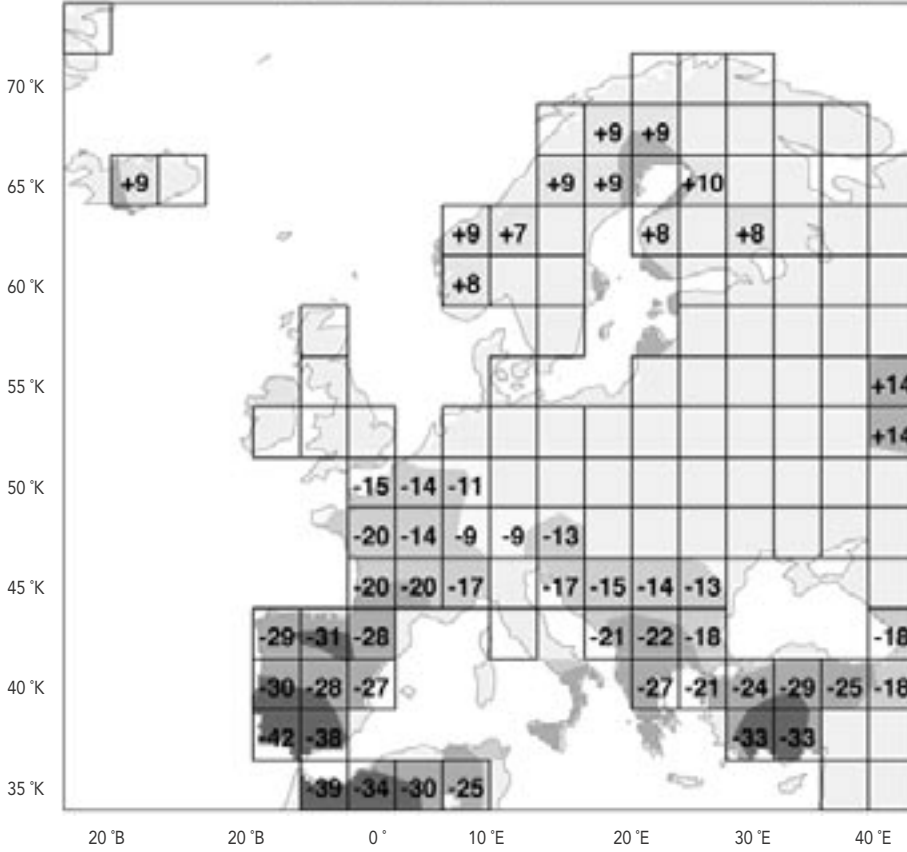


**Kaynak:** stock.xchng, 2004.

(her on yılda en fazla %2 oranında), Güney Avrupa'nın her on yılda en fazla %5 oranında daha kurak hale gelmesi beklenmektedir (Harita 3.4) (Parry, 2000; IPCC, 2001b).

İkinci olarak dile getirilen durum, özellikle yaz aylarında nem miktarının şimdiden oldukça sınırlı hale gelmiş olması, tarım ve su kaynakları üzerinde ciddi etkiler doğurabilir.

**Harita 3.4** Avrupa'da 2080 yılına kadar yaz aylarındaki yağış rejiminde yaşanması beklenen değişiklikler



**Not:** Yaz aylarındaki yağış rejimi değişikliği (%). 1961–1990 yılları arasındaki ortalama yağışa kıyasla. Gelecekteki olası emisyonlara ilişkin geniş bir aralık içinde ara ACACIA senaryosu.

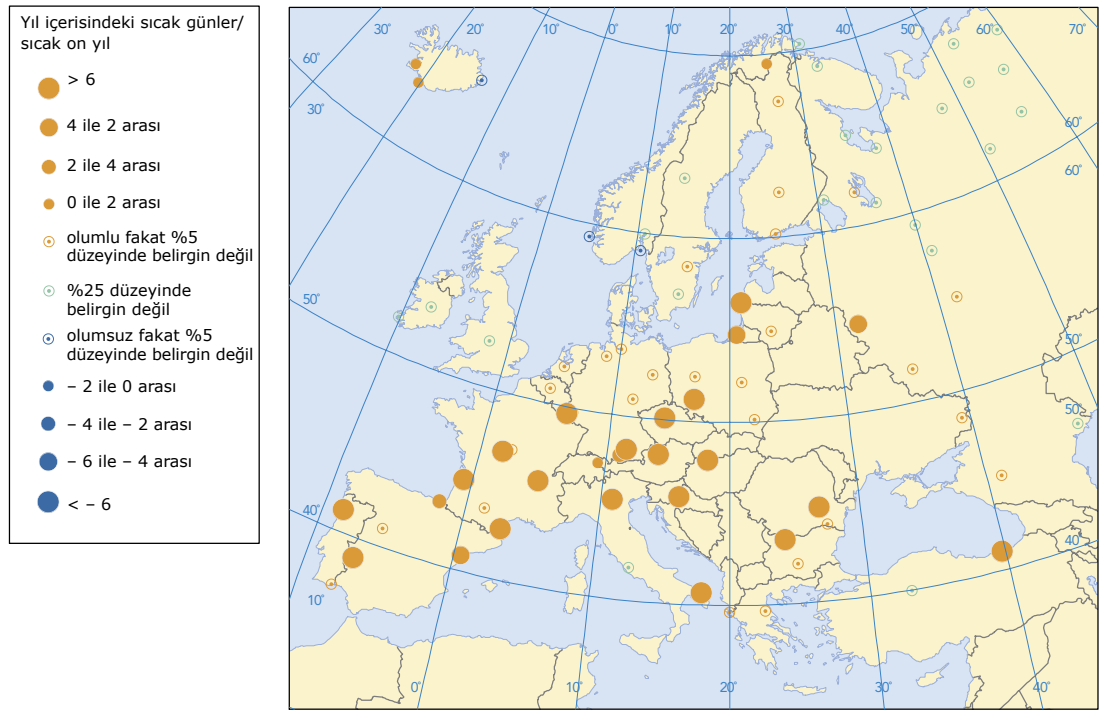
**Kaynak:** IPCC, 2001b; Parry *et al.*, 2000.

### 3.2.4 Aşırı sıcaklık ve yağışlar

#### Temel mesajlar

- Son 100 yılda, soğuk ve don olaylarının yaşandığı gün sayısı, Avrupa'nın çoğu bölümünde azalırken, sıcaklığın 25 °C'nin üzerinde olduğu (yaz aylarında) ve sıcak hava dalgalarının görüldüğü gün sayısı artmıştır.
- Çok nemli günlerin ortaya çıkma sıklığı geçtiğimiz son birkaç on yılda Güneydoğu Avrupa'da belirgin şekilde azalmış fakat Orta ve Kuzey Avrupa'da artmıştır.
- Soğuk kışların 2080 yılı itibarıyla tamamen kaybolması ve sıcak yazların çok daha sık görülmesi beklenmektedir.
- Yine 2080 yılı itibarıyla, kuraklık ve yoğun yağış olaylarının daha sık ortaya çıkması beklenmektedir.

**Harita 3.5 1976 ile 1999 yılları arasında Avrupa'daki sıcak günlerin görülme sıklığında meydana gelen değişiklikler**



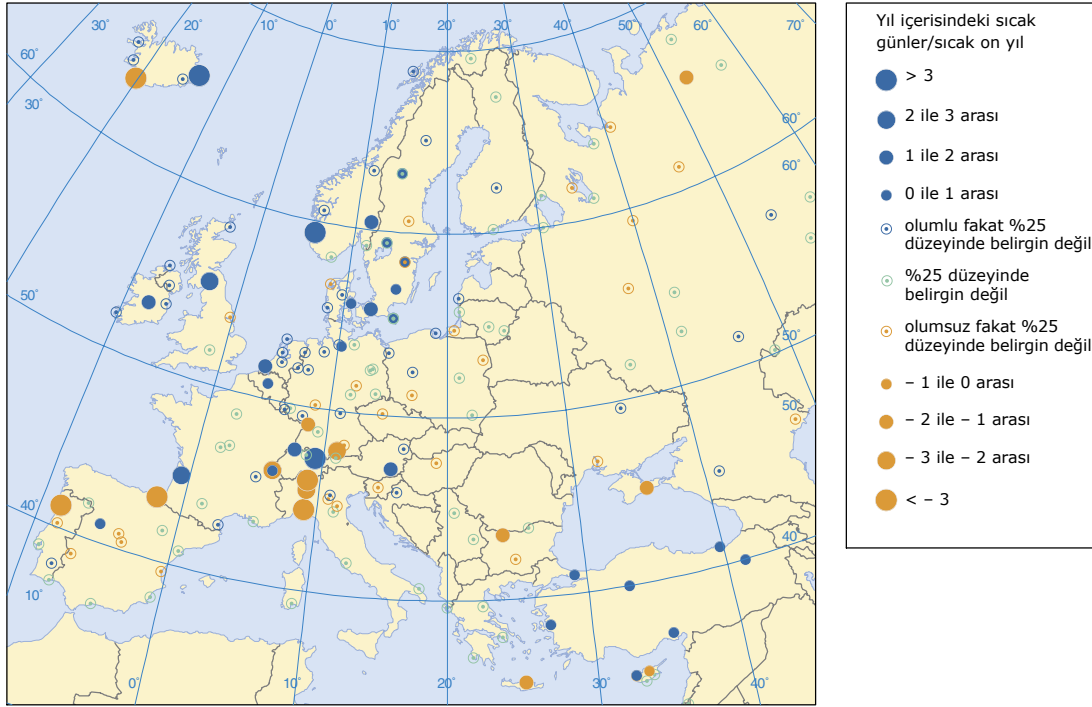
**Not:** Sıcak günler, hava sıcaklığının 25 °C'nin üzerinde olduğu günleri tanımlamak için kullanılmıştır.  
**Kaynak:** Klein Tank *et al.*, 2002.

#### İlgi

Sıcak hava dalgaları, yaz kuraklıkları veya aşırı yağmur gibi sıcaklık ve yağışlarda meydana gelen aşırı olaylar, ekosistemler ve toplum üzerinde çok ciddi etkilere neden olabilir. Bu etkiler, biyolojik çeşitlilik, tarım, su mevcudiyeti ve insan sağlığı gibi ekosistem hizmetleri üzerinde sahip olduğu olumsuz etkilerin yanında, nehir taşmaları gibi aşırı olayları da içermektedir. Bu olumsuz etkiler, İspanya'da 1999 yılında meydana gelen ve 3 milyar EURO'dan fazla

bir maddi kayba neden olan kuraklıklarda olduğu gibi, ağır ekonomik sonuçlar doğurabilir (AÇA, 2004). Söz konusu aşırı durumlarla iklim değişikliği arasındaki ilişki, iklim sistemine ilişkin doğru verilerin ve bilimsel bir kavrayışın mevcut olmayışı sebebiyle halen belirsizdir. Ancak son dönemde aşırı olayların iklim ortalamasına göre daha hızlı değiştiğini gösteren bazı ilk değerlendirmeler yayınlanmıştır (örneğin Schär *et al.*, 2004). Bu tür bilgiler, gelecekte ne tür olayların artarak meydana geleceğine ilişkin bir göstergedir.

**Harita 3.6 1976 ile 1999 yılları arasında Avrupa'daki çok yağışlı günlerin görülme sıklığında meydana gelen değişiklikler**



**Not:** Çok yağışlı günler 20 mm'nin üzerindeki yağışları ifade etmektedir.

**Kaynak:** Klein Tank *et al.*, 2002.

### Geçmiş eğilimler

Son 30 yıl içerisinde, yaz günleri (25 °C'nin üzerinde sıcaklıkların yaşandığı günler) ve sıcak hava dalgaları daha sık görülmeye başlamıştır (Harita 3.5). En ciddi boyuttaki değişiklikler, kıtanın batı ve güney bölgelerinde gözlenmiştir. Aynı zamanda, kış aylarındaki ısınma yaz aylarına göre daha fazla olduğundan, don olaylarının yaşandığı gün sayısı çok daha fazla azalmıştır (Jones *et al.*, 1999; Klein Tank *et al.*, 2002). Avrupa'da, son 10–20 yıl içerisinde daha ılıman kış aylarına doğru yaşanan eğilim kısmen, Kuzey Atlantik Salınımı'nın (NAO) olumlu bir aşamasıyla paralel olarak kış aylarında batıdan esen rüzgarların daha güçlü olmasından kaynaklanmaktadır (Hurrell, 1996). NAO'nun olumlu aşamasına doğru söz konusu eğilimin insan faaliyetleri tarafından tetiklenen iklim değişikliğinden mi? yoksa doğal iklim değişkenliğinden mi? Kaynaklandığı bilimsel olarak belirsizliğini korumaktadır. Bu durum, her ikisinin bir kombinasyonu gibi de görünmektedir (Gillett *et al.*, 2003).

Bunun dışında, Avrupa'da son birkaç on yılda yaşanan aşırı yağışlı günlerin sayısı

artmıştır (Harita 3.6. Klein Tank *et al.*, 2002). Pek çok bölgede yaşanan (Rusya'nın bölgeleri dahil) aşırı yağışlarda gözlemlenen eğilim, ortalama yağış eğilimine göre daha belirgin olmuştur. 1976 yılından beri gözlenen aşırı yağışlarda zaman içinde sürekli bir değişiklik meydana gelmiştir. Orta ve Kuzey Avrupa bölgelerindeki aşırı yağışlı gün sayısında bir artış gözlemlenirken, Avrupa'nın güneyinde azalma meydana geldiği görülmüştür.



**Kaynak:** stock.xchng, 2004.



**Kaynak:** J. W. Joensen, Novolytio, 2000.

Geçtiğimiz on yılda Avrupa, üç aşırı hava olayından dikkate değer şekilde etkilenmiştir. 1995 ve 2003 yılı yaz ayları, Avrupa'nın çoğu bölgesinde aşırı sıcak geçmiştir. Bunun aksine, 2002 yılı, aşırı yağışlı geçmiş ve Orta Avrupa'da aşırı sel olayları görülmüştür. Aşırı hava olaylarının tarihsel sıklığıyla karşılaştırıldığında, bu tür aşırı hava olaylarının son birkaç on yılda daha yoğun olarak görülmektedir (IPCC, 2001a; Schär *et al.*, 2004).

Aşırı iklim olaylarının sıklığında ve yaygınlığında meydana gelen değişikliklerin iklim ortalamasının daha aşırı koşullar ve bu ortalamadan daha fazla ve güçlü sapmalar nedeniyle oluştuğuna yönelik kanıtlar artmaktadır (IPCC, 2001a). Schär *et al.* (2004), 2003 yılında görülen aşırı

sıcakların büyük oranda sadece iklim değişkenliğinde görülen bir yaygınlaşmayla açıklanabileceğini göstermiştir.

#### **Tahminler (gelecekteki eğilimler)**

Soğuk kışlar (1961 ile 1990 yılları arasında her 10 yılda bir meydana gelen) daha nadiren ortaya çıkmaktadır ve tahminlere göre 2080 yılı itibarıyla tümüyle ortadan kalkacaktır. Buna karşın, 2080 yılı itibarıyla, Avrupa'nın pek çok bölgesinde neredeyse bütün yaz mevsimlerinin bugünkü iklimde %10 oranındaki en sıcak yazlardan daha sıcak geçmesi beklenmektedir. Yüksek emisyon oranları senaryolarına göre, Avrupa'da yirmi birinci yüzyılın sonu itibarıyla yaşanacak her ikinci yaz mevsimi, 2003 yazı kadar ve hatta ondan daha sıcak olacaktır (Luterbacher *et al.*, 2004). Güney Avrupa'da söz konusu değişikliklerin daha erken ortaya çıkması beklenmektedir (İspanya'da 2020'lerde) (Parry, 2000).

Avrupa'daki aşırı yağışlarda da değişiklikler beklenmekte ancak bu konudaki belirsizlikler varlığını sürdürmektedir. Buna göre, hem yoğun yağış olaylarının hem de yaz aylarında görülen kuraklıkların meydana gelme sıklığının artacağı tahmin edilmektedir (Parry, 2000; Klein Tank *et al.*, 2002). Yoğun yağış olaylarının artması sel olaylarının artmasına yol açabilecekken, yaz kuraklıklarının artması ise tarım, su kaynakları ve Güney Avrupa'da görülen orman yangınlarının sıklığı üzerinde ciddi sonuçlar doğuracaktır.

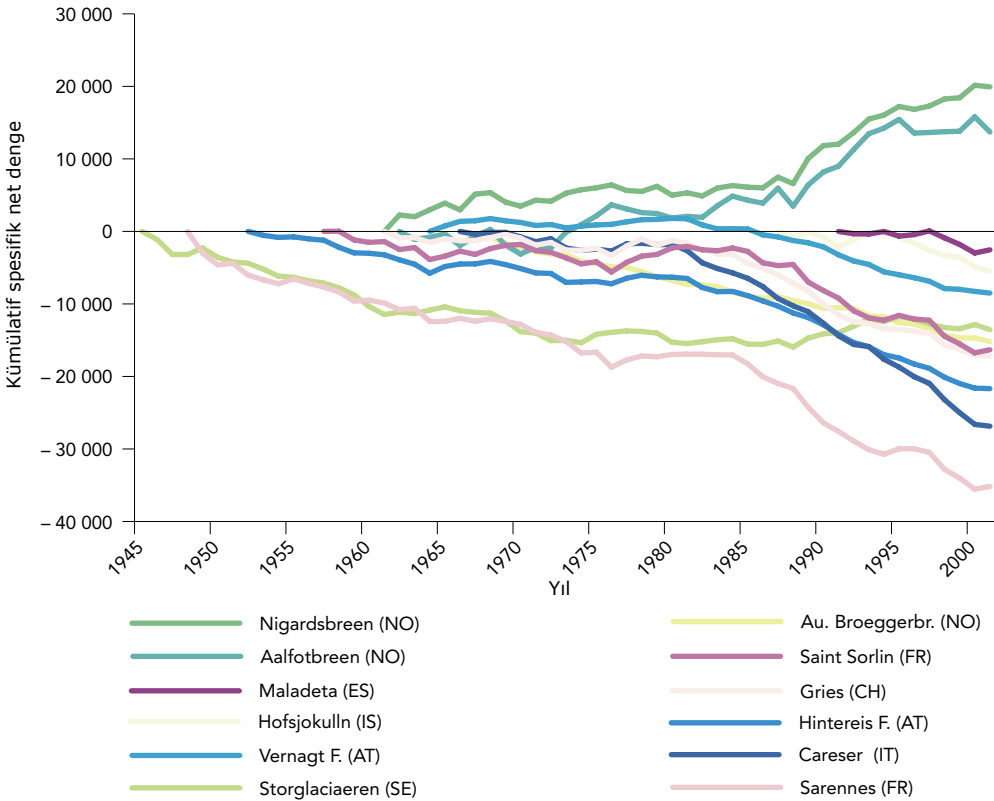
### 3.3 Buzullar, kar ve buz

#### 3.3.1 Buzullar

##### Temel mesajlar

- Avrupa'daki dokuz buzul bölgeden sekizinde çekilme yaşanmaktadır ve bu durum küresel eğilimle uyumludur.
- 1850 ile 1980 yılları arasında, Avrupa Alplerindeki buzullar, kapladıkları alanın yaklaşık olarak üçte birini ve kütlelerinin yarısını kaybetmişlerdir. 1980 yılından beri, kalan buzun diğer bir %20-30'luk kısmı da kaybolmuştur. 2003 yılında yaşanan sıcak ve kuru yaz mevsimi, Alplerde kalan son buzul kütlesinin %10'unun kaybolmasına yol açmıştır.
- Alplerde yaşanan çekilme, geçen 5 000 yıldaki çekilmeleri aşan seviyelere ulaşmaktadır.
- Buzul kütlesinin çekilmeye devam etmesi beklenmektedir. 2050 yılı itibarıyla, İsviçre Alplerindeki buzulların %75'inin kaybolacağı tahmin edilmektedir.

**Şekil 3.4** Avrupa'daki tüm buzul bölgelerden derlenen buzulların kümülatif net dengesi

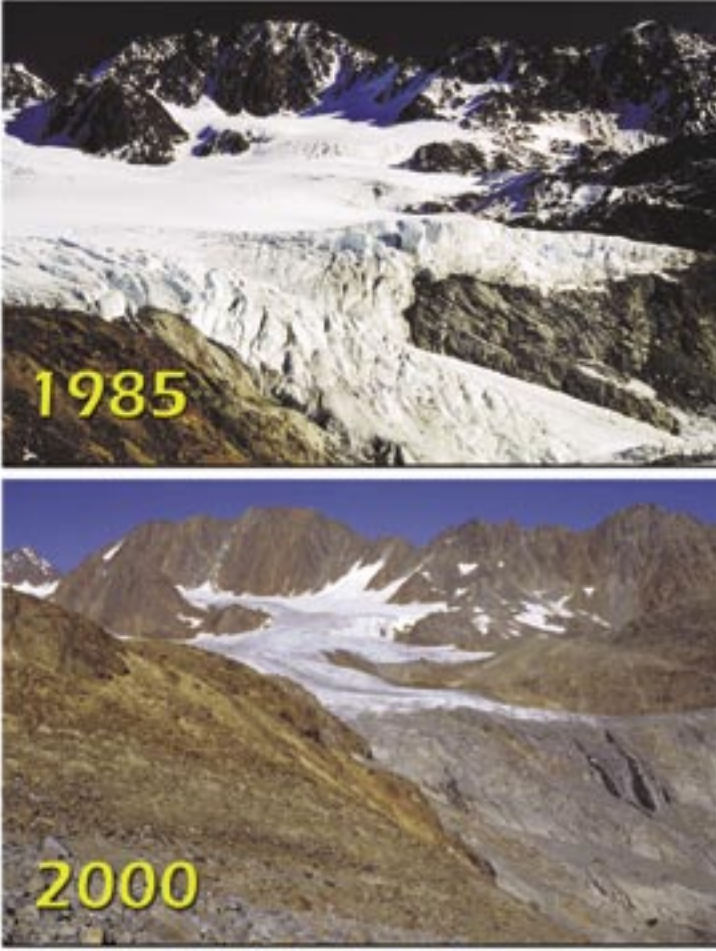


**Kaynak:** Frauenfelder, WGMS, 2003.

#### İlgi

Avrupa kıtasının (Grönland hariç) yaklaşık 54 000 km<sup>2</sup>'lik bölümü buzullarla kaplıdır. Bunların %68'i Svalbard adalarında, %21'i İzlanda'da, %6'sı İskandinavya'da ve %5'i ise Alpler ve Pirenelerde bulunmaktadır. Dağ buzulları, yüzey sıcaklıkları donma/erime noktasına yakın olduğu için küresel iklim değişikliklerine karşı özellikle duyarlıdır.

Zaman içerisinde, kütle, hacim, alan ve uzunluk açısından buzullarda meydana gelen değişiklikler, doğadaki iklim değişikliğine ilişkin en açık sinyallerden bazılarını ortaya koymaktadır. Bu yüzden, buzullar, sera gazlarıyla ilgili küresel boyuttaki ısınma eğilimlerinin önceden teşhis edilmesi anlamında temel göstergeler olarak kabul edilmektedir (IPCC, 2001a).



Vernagt buzulu (Avusturya)  
**Kaynak:** Weber; BAdW/kfG; 1985, 2000.

Buz kütlelerinin azalmasıyla birlikte, yıllık eriyen su miktarı ve bunun nehir taşmaları ve deniz seviyesinin yükselmesine yönelik katkısı uzun vadede azalmaktadır. Erime süreci sırasında, buzul göllerinin kırılması, buz kütlelerinin düşmesi ve toprak kaymaları gibi tehlikeli olayların sayısında bir artış yaşanmaktadır. Buzulların çekilmesi, dağlık bölgelerde turizmi ve kış sporlarını etkilemekte ve dağlık peyzajların cazibesini yitirmesine sebep olmaktadır. Suyun çevriminde meydana gelen değişiklikler, içme suyunun azalmasına, sulama kanallarının zayıflamasına ve hidro-elektrik üretiminin engellenmesine yol açmaktadır. Tehlikeli olayların sayısında meydana gelen artış, altyapıda daha büyük hasara yol açabilir. Gözlemlenen eğilimlerin belirsizlik düzeyi düşük olmakla birlikte gelecekte meydana gelmesi beklenen buzul çekilmeleri konusunda daha büyük bir belirsizlik söz konusudur. Bunun sebebi, dağlık bölgelerde yaz aylarında görülen kar yağışı da dahil olmak üzere iklim sistemi konusundaki bilgilerin eksik olmasıdır.

### Geçmiş eğilimler

Buzulların dinamikleri, Avrupa'daki dokuz buzul bölgenin her birinde yapılan araştırmalar tarafından ortaya koyulabilir (Şekil 3.4). Avrupa'daki buzul bölgelerin neredeyse tümünde, on dokuzuncu yüzyılın ortasında yaşanan 'buzul yükselmesinin' ardından genel anlamda buzul kütlesi kaybı gözlemlenmiştir. Alplerdeki buzullar 1850 ile 1980 tarihleri arasında yüzeylerinin üçte birini ve kütlelerinin yarısını kaybetmişlerdir. Günümüzde, 1980'li yılların sonundan beri, buzul hacim ve alanlarının kaybolmasına ilişkin dünya çapında artan bir eğilime dair kanıtlar mevcuttur (Dyurgerov, 2003). Örneğin, Alplerdeki buzullar, 1980 yılından beri, kalan buzlarının yaklaşık %20-30'unu kaybetmiştir. 2003 yılında yaşanan sıcak ve kurak geçen yaz mevsimi, Alplerdeki kalan buzulların %10'unun kaybolmasına yol açmıştır (Haeberli, 2003). Günümüzde Alplerde yaşanan buzul çekilmesi, son 5 000 yıl boyunca yaşanan çekilmeyi aşan seviyelere ulaşmaktadır (IPCC, 2001a). Avrupa'daki buzulların çoğu, daha sıcak yazlar ve yaz mevsiminde kar yağışının meydana gelmemesi sebebiyle çekilmekte, kütle ve yaygınlıklarını kaybetmektedirler. Yine iklim değişikliğinin bir sonucu olarak kış aylarında artan kar yağışı nedeniyle, sadece Norveç kıyısı şeridindeki buzullar genişlemekte ve kütle artışı yaşamaktadır (IPCC, 2001a).

### Tahminler (gelecekteki eğilimler)

Buzullar ve sürekli donuk dağlık alanlar, giderek hızlanmak suretiyle devam etmekte olan iklim değişikliklerine karşı en hassas bölgeler arasında yer almaktadır. Münferit buzullara ilişkin model çalışmaları, gelecekte, küresel ısınma tarafından tetiklenen sürekli ve giderek hızlanan bir çekilmeyi ortaya koymaktadır (Wallinga and van de Wal, 1998; Haeberli and Beniston, 1998). İsviçre'de bugün mevcut olan buzulların yarısının 2035 yılı itibarıyla dörtte üçünün 2050 yılı itibarıyla kaybolması beklenmektedir (Maisch and Haeberli, 2003).

Buzullarda devam etmekte olan çekilme, buzul bölgelerde yaz aylarında yapılan kayak sporunu olumsuz etkileyecek ve böylece bu bölgelerde turizmi ve turizmin sağladığı ekonomik kazançları azaltacaktır (Bürki *et al.*, 2003). Ayrıca, bölgesel su kaynaklarında da olumsuz etkilere yol açabilecektir.

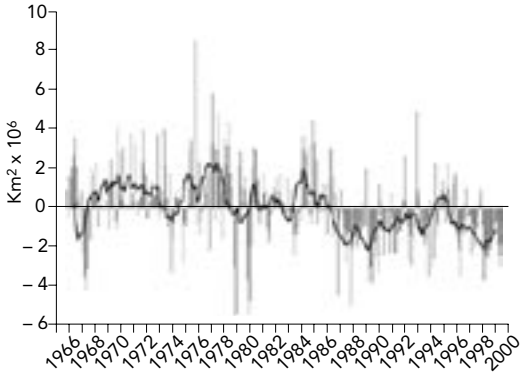


### 3.3.2 Kar tabakası

#### Temel mesajlar

- Kuzey yarımküredeki yıllık kar tabakasının boyutu, 1966 yılından beri yaklaşık %10 oranında azalmıştır.
- Kuzey Yarımküredeki 45 °K ve 75 °K arasındaki kara alanlarının karla kaplı olma süresi, 1971 ve 1994 yılları arasında, on yıl başına ortalama olarak 8.8 gün kısalmıştır.
- Kuzey Yarımküredeki kar tabakasının boyutunun yirmi birinci yüzyılda daha da azalması beklenmektedir.

**Şekil 3.5** Kuzey yarımküredeki karalarda gözlenen (Grönland dahil) kar tabakası boyutundaki aylık sapmalar



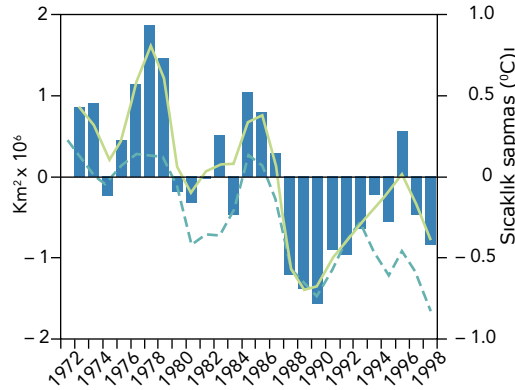
**Not:** Sapmalar 30 yıllık bir ortalama ile karşılaştırılmaktadır. 12 ay üzerinden ortalamalar (kesintisiz eğri).  
**Kaynak:** IPCC, 2001a.

#### İlgi

Kar tabakası, iklim sistemine ilişkin önemli bir geri bildirim mekanizması oluşturmaktadır. Kar tabakasının boyutu, sıcaklık ve solar radyasyon gibi iklim olaylarına bağlıdır. Bununla birlikte, kar tabakasının boyutu da, radyasyon yansımaları, ısı yalıtımı, hidroloji ve büyüme mevsiminin uzunluğunu etkileyerek iklim ve iklimle ilgili sistemler üzerinde etkide bulunmaktadır. Kar tabakasında meydana gelen azalma, iklim değişikliğinin hızlanmasına yol açacak şekilde, solar radyasyon yansımalarını azaltmaktadır.

Dünya'daki karaların %30'undan fazlasının yüzeyi mevsimsel olarak karla kaplıdır. Kuzey yarımküredeki karlardaki (NHL) kar

**Şekil 3.6** Sıcaklık sapmalarına (noktalı eğri) kıyasla mevsimsel kar tabakasındaki (kesintisiz eğri) sapmalar



**Not:** Sapmalar 30 yıllık bir ortalama ile karşılaştırılmaktadır.  
**Kaynak:** IPCC, 2001a.

tabakasının coğrafi boyutu mevsimsel olarak değişmektedir. Ocak ve Şubat aylarında, bu rakam, maksimum olarak, yaklaşık 46 milyon km<sup>2</sup>'ye ulaşırken (NHL'nin yaklaşık %50'si), Ağustos ayında, minimum olarak 4 milyon km<sup>2</sup>'lik bir alanı kaplamaktadır (Armstrong and Brodzik, 2001).

Kar tabakası, nehirlerin taşıdıkları su miktarını, vejetasyonu (ısı yalıtımı) ve vahşi hayatı (göç kalıpları) etkilemektedir. Kar tabakasındaki çekilme, kış sporları ve kış turizmi yanında erimiş suya dayanan hidroelektrik güç üretiminde olumsuz etkilere sahiptir. Diğer yandan, kar tabakasının çekilmesi, kış aylarında otoyol ve demiryolu bakımı sırasında karşılaşılan sorunları azaltmakta ve ulaşımı kolaylaştırmaktadır.



**Kaynak:** M. Zebisch, 2004.

1960'lı yılların ortalarından beri uzaktan algılama çalışmalarıyla edinilen kar verileri ve karasal ölçümler, düşük belirsizlik seviyesine sahip olarak mevcuttur. İklim sistemi ve topografya ile vejetasyon tabakası örneklerine benzer peyzaj özellikleri gibi iklimsel olmayan parametreler hakkındaki bilgilerin eksik oluşu sebebiyle, gelecekteki kar tabakasına ilişkin tahminlerdeki belirsizlikler yüksektir.

### Geçmiş eğilimler

Uydu kayıtları (Şekil 3.5 ve 3.6), daha yüksek karasal sıcaklık sebebiyle, Kuzey yarımkürede bulunan yıllık kar tabakasının boyutunun 1966 yılından beri yaklaşık %10 oranında azaldığını ortaya koymaktadır (IPCC, 2001a). Bu değişiklik, esas olarak, hem Avrasya hem de Amerika kıtalarının 1980'li yılların ortalarından beri gözle görülür düzeyde bir azalma yaşayan, ilkbahar ve yaz aylarındaki kar tabakasını etkilemektedir (Robinson, 1997, 1999). Kuzey Yarımkürede, 45 °K ve 75 °K arasında bulunan kara alanlarının karla kaplı olmadıkları süre, 1971 ve 1994 yılları arasında, on yıl başına ortalama 8.8 (± 1.7) oranında bir artış göstermiştir (Dye, 1997). Avrupa'da kar tabakasındaki uzun vadeli değişiklikler, İsviçre için de belgelenmektedir (Laternser, 2001). Burada, yüksek rakımlı bölgeler, sadece küçük değişiklikler gösterirken, orta ve alçak

rakımlı bölgeler daha büyük değişiklikler sergilemiştir. Alplerdeki karla kaplı olma süresinin kısalması, sonbahardaki kar yağışlarının eskiye göre daha geç başlamasından ziyade, karların ilkbaharda daha erken erimeye başlamasından kaynaklanmaktadır. 1931–1999 yılları arasındaki gözlem dönemi boyunca, İsviçre Alplerindeki ortalama kar derinliği ve karla kaplı olma süresi, 1950'li yılların sonu ve 1970'li yılların başı arasında belirgin duraklamalar göstermekle birlikte, 1980'li yılların başına kadar kademeli olarak bir artış sergilemiş, yüzyılın sonlarına doğru bu artış yerini bir azalmaya bırakmıştır.

### Tahminler (gelecekteki eğilimler)

Küresel ısınma arttığı müddetçe, günümüzde kar yağışı alan bölgelerin giderek artan bir şekilde yağmur biçiminde yağış alacağı tahmin edilmektedir. Sıcaklıkta yaşanan her 1 °C'lik artışa karşılık, karların erimediği bölgenin sınırı yaklaşık 150 metre daha yükseğe kaymaktadır. Sonuç olarak, daha düşük yüksekliklerde meydana gelen kar birikmesinde bir azalma yaşanacaktır. Buna karşın, buzulların erimediği bölge sınırının üzerindeki bazı yerlerde kar yağışının artması sebebiyle kar birikmesinin de artacağı tahmin edilmektedir (IPCC, 2001a). İklim modelleri, gelecekte Avrupa Alpleri ve Pirenelerde, yağışların artmasıyla birlikte kış mevsimlerinin daha ılıman ve yaz aylarının daha sıcak ve kuru geçeceğini göstermektedir (Beniston *et al.*, 1995). En ılıman dağlık bölgelerde, kar sıcaklığı erime noktasına yakın ve bu sebeple sıcaklıktaki değişikliklere çok duyarlı olduğundan, söz konusu koşulların dağlardaki kar tabakasını azaltacağı tahmin edilmektedir.

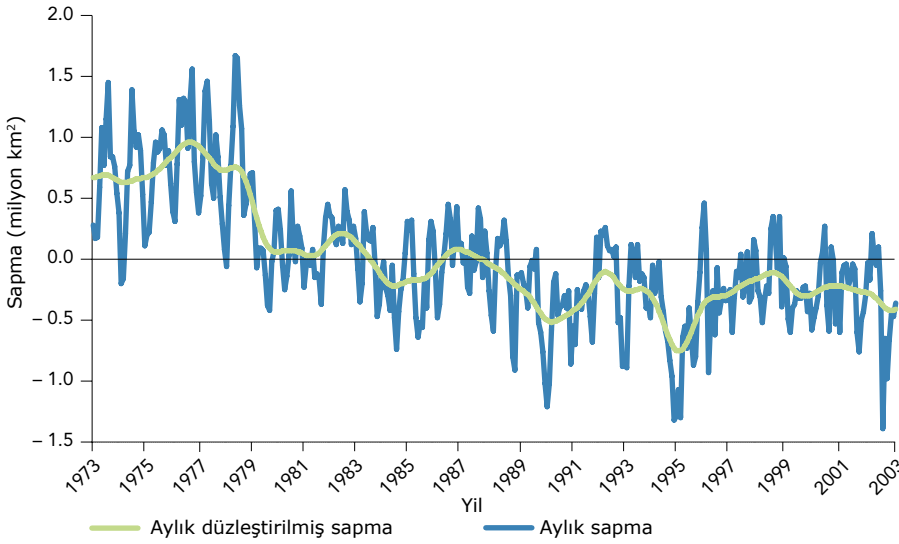
Daha alçak dağlık bölgelerdeki kar yağışı önümüzdeki on yıllarda giderek daha tahmin edilemez ve değişken hale gelecektir (Bürki *et al.*, 2003). Sonuç olarak, İsviçre'deki bütün kayak merkezlerinin neredeyse yarısı ile Almanya, Avusturya ve Pirenelerdeki merkezlerin yarıdan da fazlası turistleri ve kış sporları tutkunlarını çekme konusunda sorunlar yaşayacaktır.

### 3.3.3 Kuzey Kutup Denizi buzı

#### Temel mesajlar

- Toplam Kuzey Kutup Denizi buz alanı, 1978 ila 2003 yılları arasında %7'den daha fazla daralmıştır.
- 1993–1997 yılları arasındaki ortalama buz kalınlığı 1958–1976 yılları arasında ölçülen ortalama buz kalınlığına göre, bölgesel anlamda büyük çeşitlilikler sergilemekle birlikte, yaklaşık %40 oranında azalmıştır.
- Kalıcı Kuzey Kutup Denizi buzunun geniş bir bölümü için, yaz erime sezonunun süresi, 1979 ile 1996 yılları arasında, her on yılda 5.3 gün (%8) artmıştır.
- Tahminler, 2100 yılı itibarıyla, büyük bölümünde buz bulunmayan bir Kuzey Kutup Denizi göstermektedir.

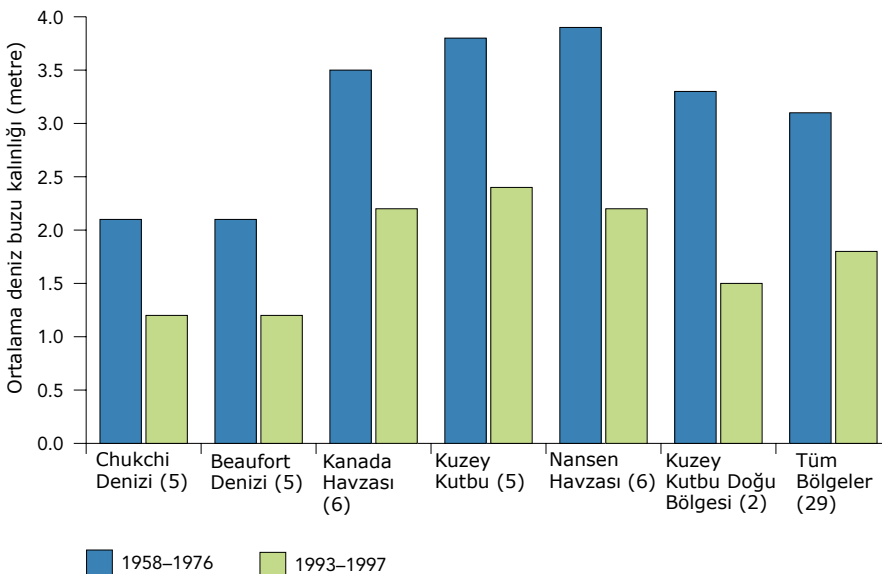
**Şekil 3.7** Kuzey Kutup Denizi buzunun kapladığı alanda yaşanan aylık sapmalar



**Not:** 30 yıllık dönemdeki aylık ortalamaya göre sapmalar.

**Kaynak:** N. Rayner, UKMO, 2004.

**Şekil 3.8** Kuzey Kutup Denizi'ndeki ortalama deniz buzı kalınlığında meydana gelen bölgesel değişiklikler



**Not:** Deniz buzı kalınlığı, buzun deniz yüzeyinin altında kalan kısmının kalınlığıdır.

**Kaynak:** Rothrock *et al.*, 1999.

## İlgi

Kuzey Kutup Denizi buzu, küresel iklim sisteminin önemli bir parçasıdır. Ondaki değişkenlik radyasyon yansımaları ve okyanus ile atmosfer arasındaki ısı değişikliğini etkilemektedir. Kuzey Kutup Denizi buzu, Kuzey denizlerinin üst tabakalarındaki katmanlaşmayı ve Kuzey Atlantik Akıntısı gibi termohalin sirkülasyonlarını değiştirmektedir.

Kuzey Kutup Denizi buzunun boyutunda gözlemlenen değişiklikler, küresel iklim ısınmasına ilişkin erken kanıtlar sunmaktadır.

Buzların boyutunda ve kalınlığında meydana gelen uzun vadeli eğilimler, atmosferdeki sirkülasyon rejimleri ve okyanus akıntıları kalıplarındaki değişmelerin yanında bölgesel ve küresel sıcaklık ve yağış rejimindeki değişikliklerin bir sonucudur.

Kuzey Kutup Denizi buzu, Kuzey Kutbu ve onu çevreleyen bölgelerdeki biyofiziksel ve sosyoekonomik davranışlar açısından büyük öneme sahiptir. Deniz buzunun eriyerek küçülmesi, kutup ayıları, foklar

ve deniz ayılarının biyolojik habitatlarını tehdit etmekle beraber daha soğuk açık okyanus suyunun oluşumuna sebep olarak okyanusun CO<sub>2</sub> depolama kapasitesini artırmaktadır. Deniz buzu alanında meydana gelen azalma, yerli halkların habitatlarını olumsuz etkilemekte, balıkçılık üzerinde etkide bulunmakta ve deniz ulaşımını kolaylaştırmaktadır. Ayrıca, kıyıların ciddi hava durumlarına karşı korunmasını zayıflatmakta ve erozyon, sel, binalara yönelik tehdit ve suyu kirleten maddelerin yayılmasını artırmaktadır.

Deniz buzu boyutu konusundaki veriler çoğunlukla uzaktan algılama sistemlerinden elde edilmekte olup düşük bir belirsizlik oranına sahiptirler. Bununla birlikte, buz kalınlığı konusundaki veriler daha çok askeri denizaltılarda bulunan yukarıyı tarayan sonar sistemleri tarafından ölçüldüğü için, bu verilere erişim sınırlı olup bilgi eksikliği söz konusudur. Yakın gelecekte başlayacak olan 'Cryosat' gibi uydular, mevcut verileri geliştirecektir. İklim değişikliği ile Kuzey Kutup Denizi buz tabakası arasındaki ilişkinin belirsizliği, deniz buzundaki değişikliklere ilişkin tahminlerde de belirsizliğe yol açmaktadır.



## Geçmiş eğilimler

Yirminci yüzyılda, Kuzey Kutup Bölgesi'ndeki ısınma, yaygın kara alanları üzerinde yaşanan 5 °C'lik hava sıcaklığı artışı ile dünyanın diğer tüm bölgelerinde meydana gelen ısınmadan daha fazla olmuştur (IPCC, 2001). Yirminci yüzyılın ilk yarısı boyunca, Kuzey Kutbu'ndaki buzun boyutu, bütün mevsimlerde genel olarak aynı kalmıştır. 1950 yılı civarında, yazın görülen minimum buz boyutu, çekilerek küçülmeye başlarken, kışın görülen maksimum buz boyutu aynı kalmıştır. Yaklaşık olarak 1975 yılı civarlarından bu yana, kışın görülen maksimum buz boyutu da çekilerek küçülmeye başlamıştır.

Uydulardan elde edilen gözlemler, 1978–2003 yılları arasında, Kuzey Kutup Denizi buzunun kapladığı toplam alanın sürekli olarak azaldığını (Johannessen *et al.*, 2002, 1995; Bjørgo *et al.*, 1997; Cavalieri *et al.*, 1997; WMO, 2002), Eylül 2002'de ise rekor düzeye eriştiğini (Johannessen *et al.*, 2002), ortaya koymaktadır (Şekil 3.7). Uydu verileri, deniz buzu konsantrasyonunda (Kuzey Kutup Denizi'nin buzla kaplı yüzey yüzdesi), 1990'lı yılların başından beri, açık bir şekilde olumsuz bir eğilim olduğunu da göstermektedir (Loewe, 2002).

Buz kalınlığı konusunda bölgesel olarak oldukça büyük oranda çeşitlilik bulunmasına rağmen, farklı Kuzey Kutup bölgelerindeki ortalama buz kalınlığı, 1958–1976 ile 1993–1997 dönemleri arasında %40 oranında düşüş göstermiştir (Rothrock *et al.*, 1999) (Şekil 3.8). Kuzey Kutbu Kutuplararası Sürüklenen Buz Kütlelerinin yaz aylarındaki kalınlığı, 1991–2001 yılları arasındaki on yılda, %20 oranında azalmıştır (Haas, 2004). Bu konuda son dönemde yayınlanmış bir başka araştırma da (Overland *et al.*, 2004), Kuzey Kutup Denizi buzunun çekilerek küçüldüğünü ve incelendiğini desteklemektedir. İklim

değişikliğinin Kuzey Kutup bölgesindeki etkileri üzerine yapılan bir başka ayrıntılı analiz de, 2004 yılı sonunda, Kuzey Kutbu İklimsel Etkiler Değerlendirme (Arctic Climate Impact Assessment — ACIA) Kuruluşu tarafından sunulacaktır.

Kuzey Kutup Denizi buzunun büyük bir kısmı üzerinde, yaz erime mevsiminin süresi (sıcaklığın sıfır derecenin üzerinde olduğu günler), 1979 ile 1996 yılları arasında, her on yılda 5.3 gün (%8) artmıştır (IPCC, 2001a).

Kuzey Kutup Denizi buzunun çekilmesine ilişkin son birkaç on yıl içerisinde yapılan gözlemler, iklim modelleri tarafından oldukça iyi bir biçimde taklit edilmiştir. Hem gözlemlenen hem de modeli oluşturulan eğilimler, doğal varyasyonlardan beklenebilecek eğilimlerden daha büyüktür. Bu durum, 1950 yılından beri deniz buzlarının boyutunda gözlemlenen azalmanın Kuzey Kutup bölgesinde gözlemlenen ısınma sebebiyle ortaya çıktığını ve artan iklim değişikliğinin doğrudan veya dolaylı etkilerinin bir sonucu olduğunu ortaya koymaktadır (Moritz *et al.*, 2002).

## Tahminler (gelecekteki eğilimler)

Kuzey Kutup Denizi buzuna ilişkin küresel iklim modeli simülasyonlarına göre, gelecekte ortaya çıkacak küresel ısınmanın maksimum buz kalınlığında °C başına 0.06 metrelik bir azalmaya ve açık deniz süresinde °C başına 7.5 günlük bir artışa sebep olacağı tahmin edilmektedir (IPCC, 2001).

2050 yılı itibarıyla Deniz buzunun boyutu, yirminci yüzyılın ortasında sahip olduğu değerden yaklaşık %80 daha az olabilecek ve bu yüzyılın sonu itibarıyla yaz aylarında tümüyle ortadan kaybolabilecektir (Johannessen, 2002).

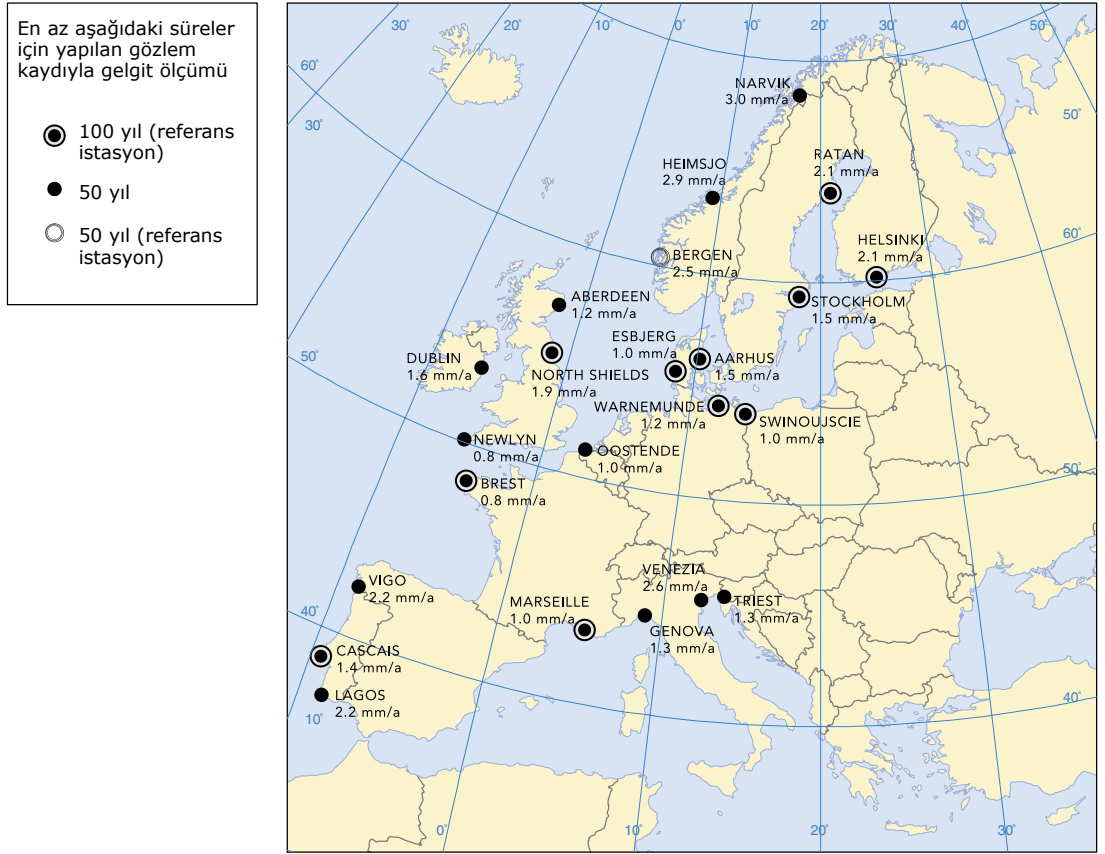
### 3.4 Deniz sistemleri

#### 3.4.1 Deniz seviyesinde yükselme

##### Temel mesajlar

- Geçtiğimiz yüzyılda, Avrupa genelinde deniz seviyeleri, 0.8 mm/yıl (Brest ve Newlyn) ile 3.0 mm/yıl (Narvik) arasında artış göstermiştir.
- 1990 ile 2100 yılları arasında deniz seviyesinde meydana geleceği tahmin edilen yükselme oranı, yirminci yüzyılda yaşanandan 2.2 ila 4.4 kat daha fazla olup deniz seviyesinin yüzyıllar içerisinde artmaya devam etmesi beklenmektedir.

**Harita 3.7 1896 ile 1996 yılları arasında Avrupa'da seçilen istasyonlardaki deniz seviyesinde meydana gelen değişiklik**



**Not:** Bu veriler, buzul sonrası süreçler için düzeltilmiştir.

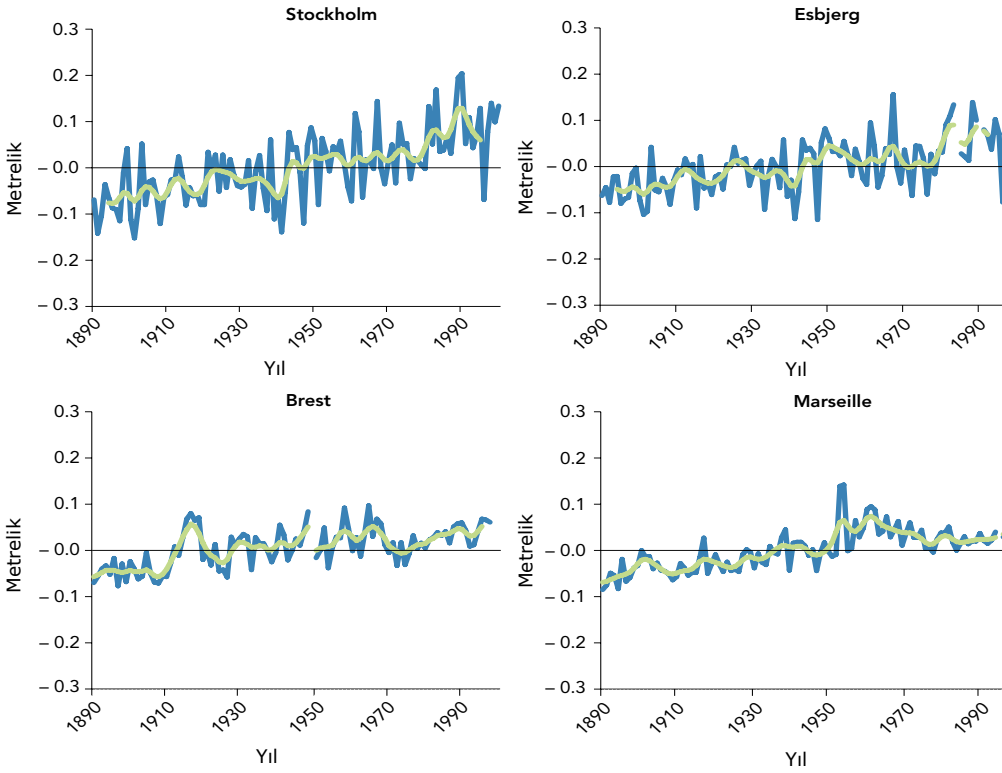
**Kaynak:** Liebsch *et al.*, 2002.

#### İlgi

Deniz seviyesindeki yükselme Avrupa'daki sel, kıyı erozyonu ve düz kıyı bölgelerinin kaybıyla büyük ölçüde ilişkili önemli bir iklim değişikliği göstergesidir. Küresel olarak, bazı ülkelerin (ada ülkeleri) tamamı tehdit altındadır. Deniz seviyesinin yükselmesi, fırtınadan kaynaklanan dev dalgaların ortaya çıkma ihtimalini artırmakta, tuzlu suyun karaya karışmasını güçlendirmekte ve kıyı bölgelerindeki eko

sistemleri ve sulak alanları tehlike altına sokmaktadır.

Doğal ekosistemlerden ayrı olarak, kıyı bölgeleri, önemli yönetilen ekosistemler, ekonomik sektörler ve başlıca kent merkezleri olma özelliklerine de sahiptir. Bu sebeple, sel riskinin artması, can ve mal kaybı tehdidi yanında koruma önlemleri ve altyapı hasarı tehdidini artırır; turizm, eğlence ve ulaşımda kayıplara yol açabilir.

**Şekil 3.9** Avrupa'da seçilen ölçüm istasyonlarındaki deniz seviyesi artışı

**Not:** Bu veriler buzul sonrası süreçler için düzeltilmiştir.

**Kaynak:** Liebsch *et al.*, 2002.

Avrupa kıyı bölgelerinde bulunan farklı yerlerde, 230 yıldır ileriye dönük olarak deniz seviyesiyle ilgili veriler toplanmakta olup bu verilerin belirsizlik düzeyi çok düşüktür. Deniz seviyesi artışlarına yönelik tahmin aralığı, farklı emisyon senaryoları aralığı ile bir dereceye kadar deniz seviyesi artışına katkıda bulunan farklı fiziksel süreçlerle ilgili belirsizlikten kaynaklanmaktadır.

### Geçmiş eğilimler

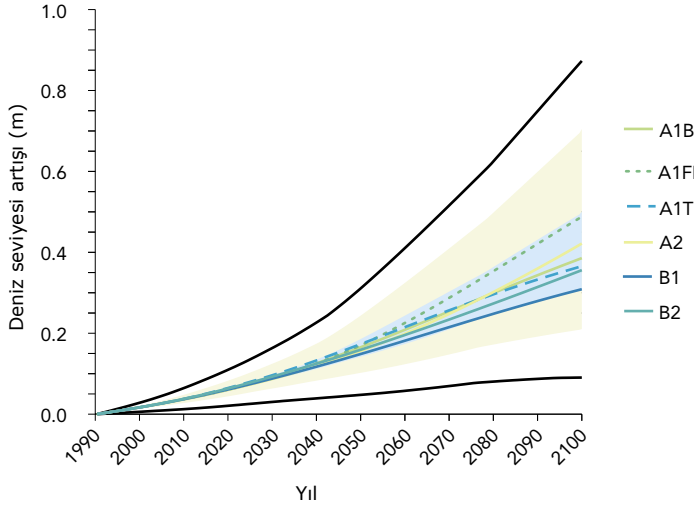
Geçtiğimiz son yüzyılda, Avrupa'daki ve küresel deniz seviyesi ortalaması, 0.15 m'lik bir orta değer ile, 0.10 ile 0.20 m arası artış göstermiştir (IPCC, 2001a). Günümüzde, Avrupa kıyılarındaki deniz seviyesi, küresel ortalama eğilime yakın bir şekilde, 0.8 mm/yıl (Brest ve Newlyn) ile 3.0 mm/yıl (Narvik) (Harita 3.7, Şekil 3.9) arası bir hızla yükselmektedir.

Kıyılardaki ortalama deniz seviyesindeki bir değişikliğin pek çok nedeni olabilir. Bu durum, tek başına karaların dikey hareketinden (örneğin, buzul sonrası süreçler), hakim rüzgar ve okyanus

akıntılarında meydana gelen değişikliklere bağlı olarak yerel deniz seviyesindeki değişiklikten veya dünyadaki okyanusların hacminde oluşan bir değişiklikten kaynaklanabilir. Geçtiğimiz 100 yıl içerisinde deniz seviyesinin artışında gözlemlenen eğilim, esas olarak küresel iklim değişikliğinin bir sonucu olan okyanus suyunun hacmindeki artışa bağlanabilir. Yerel varyasyonlar, yukarıda belirtilen diğer süreçlerin bazıları ile açıklanabilir.



**Kaynak:** D. Viner, 2004.

**Şekil 3.10 Ortalama küresel deniz seviyesi artışı tahmini**

**Not:** Termal genişleme ve karalardaki buzlarda meydana gelen değişiklikler, yedi küresel hava/okyanus iklim modelinin (AOGCM'ler) her biri için ayrı olarak ayarlanan basit bir iklim modeli kullanılarak hesaplanmıştır. Tahminler altı IPCC (SRES) senaryosuna yöneliktir. Açık gölgeli alan, tüm model ve senaryo aralığını göstermektedir. Koyu çizgiler karalardaki buzlar, permafrost tabakası ve tortul çökmesinde meydana gelen değişikliklere ilişkin belirsizlikleri de içermektedir.

**Kaynak:** IPCCa, 2001a.

Okyanus suyu hacmindeki artışa katkıda bulunan iklim değişikliğiyle ilgili süreçler şunlardır: suyun termal genişmesi, buzul kütlelerinin, buzul başlıkları ve yaygın buz tabakalarının kaybolması, permafrost tabakasının erimesi sonucunda meydana gelen taşma ve okyanus tabanına tortu çökmesidir (IPCC, 2001a). Yirminci yüzyılda deniz seviyesinde gözlemlenen artış, küresel iklim modellerinden elde edilen tahmini artışla tam olarak uyuşmaktadır. Bu da, deniz seviyesinde gözlemlenen artışın en azından kısmen de olsa, iklim değişikliğinden kaynaklandığına ilişkin başka bir gösterge sunmaktadır (IPCC, 2001a).

Uyduyan elde edilen veriler, 1990'lı yıllarda deniz seviyesinde meydana gelen artışa ilişkin olarak, yirminci yüzyılın büyük bir bölümünde yaşanan ortalama artış oranının bile üzerinde bir oran ileri sürmektedir (IPCC, 2001a; Nerem and Mitchum, 2001). Okyanus suyunun sahip olduğu yüksek termal depolama kapasitesi ve buz tabakalarının yavaş reaksiyonu, Avrupa

kıyılarındaki genel olarak hız kazanmış bir deniz seviyesi artışını erteliyor gibi görünmektedir.

#### Tahminler (gelecekteki eğilimler)

Altı SRES senaryosu dizisi (IPCC, 2001a) ve ayarlanmış küresel bir iklim/okyanus modeli çerçevesinde, 1990 ile 2100 yılları arasında, 0.48 cm'lik ortalama bir değer ile, 0.09–0.88 metrelik bir deniz seviyesi artışı beklenmektedir (Şekil 3.10). Ortalama değer, yirminci yüzyılda elde edilen oranın 2.2 ila 4.4 katı arasında ortalama bir orana sahiptir (IPCC, 2001a).

Sera gazı konsantrasyonları sabitlenirse dahi, deniz seviyesi, yüzlerce yıl daha yükselmeye devam edecektir. 500 yılın ardından, okyanusların termal genişmesinden kaynaklanan deniz seviyesi artışı son seviyesinin sadece yarısına ulaşmış olup, buzulların geri çekilmesi ve buz tabakalarının iklim değişikliğine tepki vermesi devam edecektir.

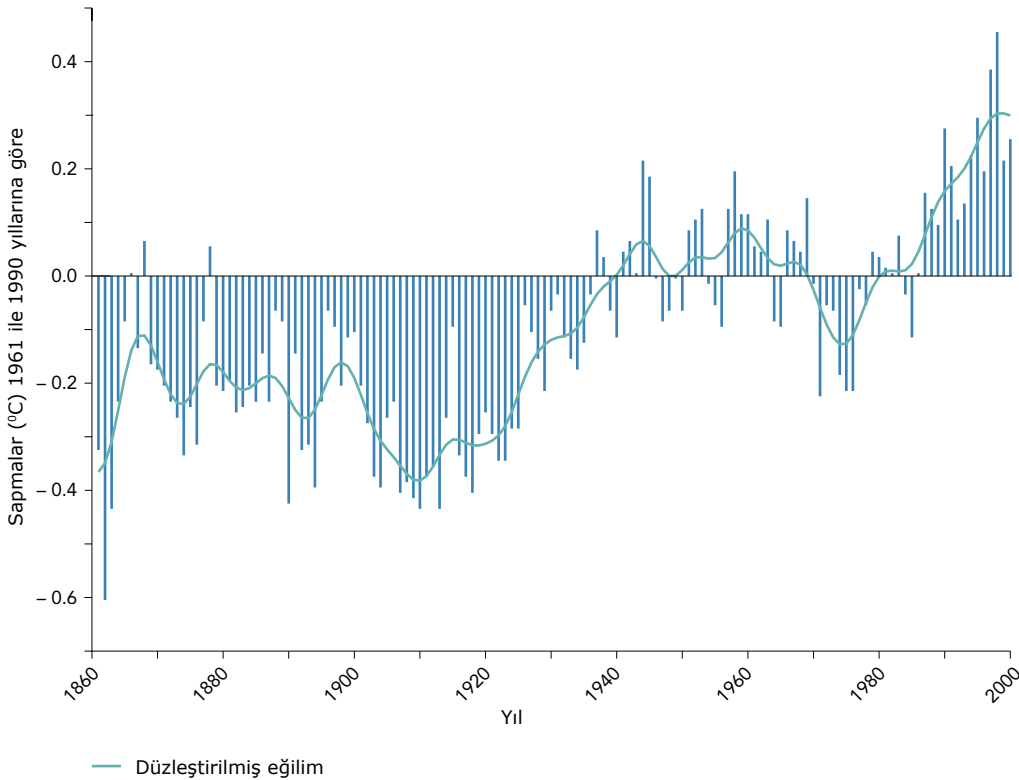


### 3.4.2 Deniz yüzeyi sıcaklığı

#### Temel mesajlar

- On dokuzuncu yüzyılın son dönemlerinden itibaren küresel düzeyde ortalama deniz yüzeyi sıcaklığı, küresel hava sıcaklığı artışına bağlı olarak yaklaşık  $0.6 \pm 0.1$  °C arasında bir artış göstermektedir.
- Küresel okyanus ısı içeriği, 1950'li yıllarından bu yana belirgin şekilde artmıştır. Isı içeriğindeki artışın yarısından fazlası, okyanusun en üstteki 300 metrelik kısmında gerçekleşmiştir.
- Avrupa'da bulunan hiçbir denizde belirgin bir soğuma gözlenmemiştir. Baltık ve Kuzey Denizleri ile Batı Akdeniz, son 15 yılda yaklaşık 0.5 °C gibi küçük bir ısınma göstermiştir.
- Okyanusların karalara göre daha az ısınmaları beklenmektedir. 2100 yılı itibarıyla, küresel deniz yüzeyi sıcaklığının 1990'lardaki seviyelere göre 1.1–4.6 °C artacağı tahmin edilmektedir.

**Şekil 3.11** Kuzey yarımkürede üzerinde ortalaması alınmış yıllık su yüzeyi sıcaklığı (SST) sapmaları



**Kaynak:** IPCC, 2001a.

#### İlgi

Okyanuslar ısının muhafaza edilmesi ve yeniden dağıtılması açısından büyük bir kapasiteye sahiptir. Isıyı muhafaza ederek, küresel sıcaklık artışını geciktirmektedirler. Ayrıca, okyanuslar, atmosferdeki CO<sub>2</sub>'i emerek artan CO<sub>2</sub> emisyonunun sonuçlarını hafifletmektedir. Bununla

birlikte, okyanuslarda da ısınma meydana gelmektedir ve bu ısınma devam ettiği takdirde CO<sub>2</sub>'in çözünürlüğü ve böylece okyanuslar tarafından yapılan CO<sub>2</sub> alımı azalacaktır. Diğer yandan, okyanuslardaki ısınma, okyanusların biyolojik CO<sub>2</sub> alımından sorumlu olan ve 'biyolojik pompa' olarak adlandırılan zooplankton ve fitoplanktonları aktif hale getirebilir.

Yine de, CO<sub>2</sub>'in daha sıcak okyanuslardaki fiziksel çözünürlüğünün bozulması, küresel ortalama anlamında söz konusu olan olumlu etkiyi geçersiz hale getirebilir.

Küresel okyanusların deniz yüzeyi sıcaklıklarında meydana gelen değişiklikler, atmosferik sıcaklık başta olmak üzere, küresel iklim sistemindeki varyasyonlar ve değişikliklerle de tutarlıdır (bkz. Kısım 3.2.2).

Artan deniz yüzeyi sıcaklığının sonuçları şunları içermektedir: deniz seviyesinin yükselmesi; Kuzey Kutup Denizi buzunun oluşumunun azalması; deniz ekosistemleri, balıkçılık ve su kültürü üzerindeki etkiler ile bulaşıcı hastalık taşıyan bakterilerin çoğalması ve zararlı deniz yosunlarının gelişmesi sonucunda insan sağlığına yönelik risklerin artması (ayrıca, deniz seviyesi yükselmesi, Kuzey Kutup denizi buzu, deniz canlılarının büyüme mevsimi ve deniz canlıları kompozisyonu

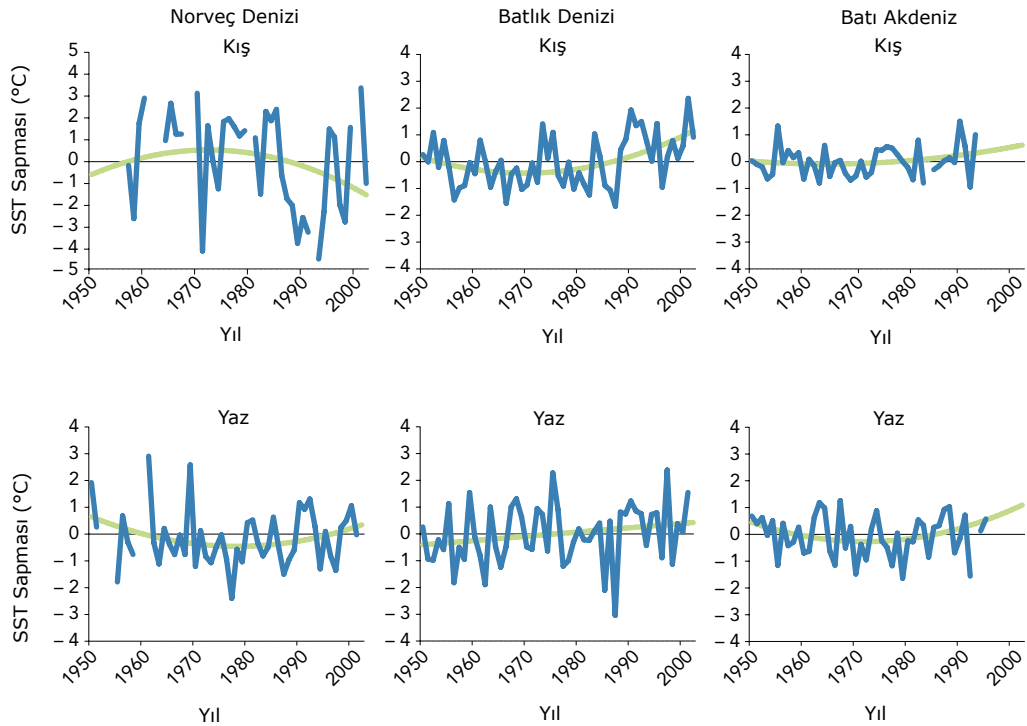
konusundaki bağımsız göstergelere de bakınız).

Deniz yüzeyi sıcaklığının ölçümü, uzun yıllardır gemiler, şamandıralar ve istasyon donanımları tarafından yerine getirilmekte olup son birkaç on yıldır buna uzaktan algılama da eklenmiştir. Bu ölçüme ilişkin belirsizlik düzeyi düşüktür. Tahminlere ilişkin belirsizliklerin sebebi, ölçüm verileri ile akıntılar ve bu akıntıların deniz yüzeyi sıcaklığı üzerindeki etkileri hakkındaki bilgilerin eksik olmasıdır.

### Geçmiş eğilimler

Okyanus suyu sıcaklıkları, okyanustan okyanusa farklılıklar sergilemekle birlikte bütün büyük okyanus havzalarında artmaktadır. Bu eğilim, hava sıcaklığında gözlemlenen artışla da tutarlıdır (Levitus *et al.*, 2000; Cane *et al.*, 1997). Geçtiğimiz son 100 yılda, ilk ısınma dönemini (1910–1945)

**Şekil 3.12** Norveç Denizi, Baltık Denizi ve Batı Akdeniz'de yaz ve kış mevsimlerindeki deniz yüzeyi sıcaklığı (SST)



**Not:** Sapmalar uzun vadeli ortalamalardan alınmıştır.  
**Kaynak:** Dooley, ICES, 2003.

bir soğuma dönemi takip etmiştir. İkinci ısınma dönemi ise 1970'lerde başlamış olup halen devam etmektedir.

Avrupa'daki denizlerin yüzey sıcaklıkları esas olarak bölgesel hava kalıpları ve sirkülasyonundan etkilenmektedir. Bu sebeple, küresel deniz yüzeyi sıcaklıklarının artmasına ilişkin belirgin sinyal (Şekil 3.11), Avrupa'daki denizlerin sıcaklıklarına sadece kısmen yansımaktadır (Şekil 3.12).

Norveç Denizi gibi kuzey denizlerindeki sıcaklıklar, büyük oranda bölgesel atmosferik hava sirkülasyonlarındaki değişiklikler (Kuzey Atlantik Salınımı ve Kuzey Kutbu Salınımı) ile okyanus akıntılarına (örneğin, sıcak Kuzey Atlantik Akıntısı'nın gücü ve sıcaklığı) bağlı olduklarından bir eğilim göstermemektedirler (Melsom, 2001; Furewik, 2000; Mizoguchi *et al.*, 1999). Kuzey Denizi ve Batık Denizi, özellikle 1980'lerden bu yana, kış ve yaz aylarında, hafif ve önemli olmayan bir ısınma sergilemektedir.

Batı Akdeniz ve Kuzey Atlantik, küresel okyanuslara benzer şekilde tepki göstermektedir. 1990'lı yıllarda, bu denizlerde 0.5 °C civarında bir sıcaklık artışı görülmüştür (Rixen *et al.*, 2004).

#### Tahminler (gelecekteki eğilimler)

Okyanusların karalara göre daha az ısınmaları beklenmektedir çünkü



Sahilde yetişen deniz yosunları  
**Kaynak:** Van Liere, 2003.

okyanuslardaki daha büyük ısı kapasitesi ısınmanın gecikmesini sağlamaktadır (IPCC, 2001a). 2100 yılı itibarıyla, küresel deniz yüzeyi sıcaklığında (1990 yılına göre) 1.1 ile 4.6 °C arasında bir artış beklenmektedir (bkz. Kısım 3.2.2.).

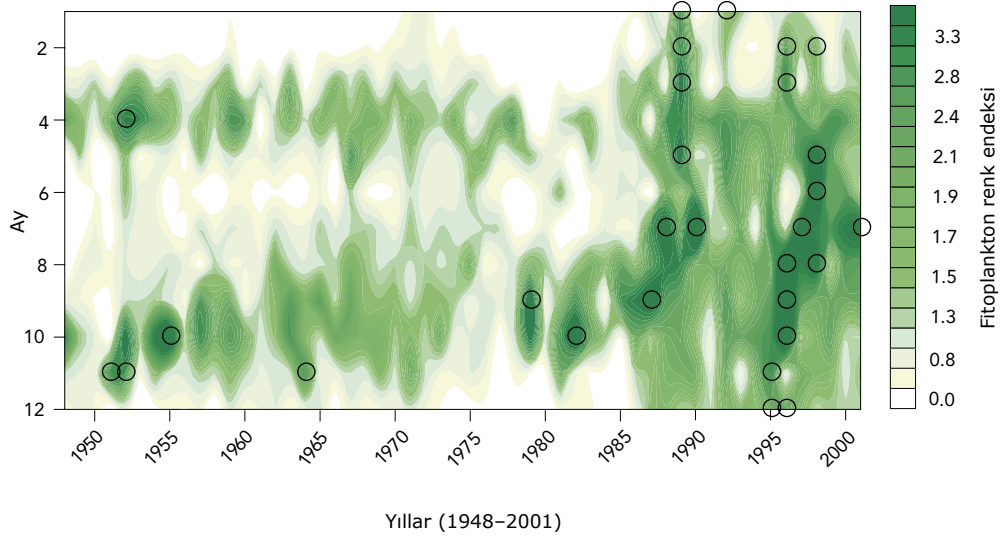
Isınma miktarında meydana gelen coğrafi varyasyonlar, esas olarak yerel ve bölgesel atmosfer ve okyanusa ilişkin süreçlerden kaynaklanmaktadır. Okyanus dibindeki karışmanın Kuzey Atlantik ve güneydeki okyanusların yüzeylerinde sınırlı bir ısınmaya yol açması beklenmektedir. Kuzey Atlantik'teki ısınma, okyanus sirkülasyonlarının zayıflaması dolayısıyla daha da azalabilir (IPCC, 2001a).

### 3.4.3 Deniz canlılarının büyüme mevsimi

#### Temel mesajlar

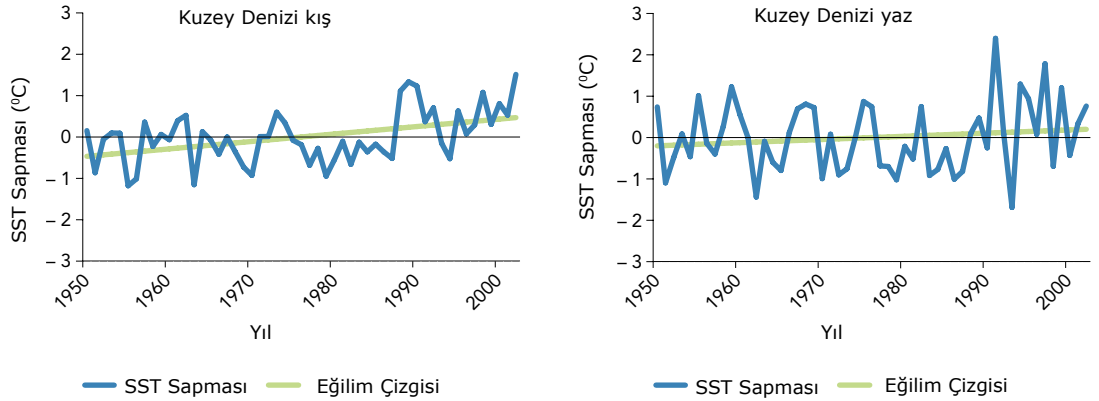
- Son birkaç on yılda, Kuzey Denizi ve Kuzey Atlantik'teki fitoplankton biyokütlesinde bir artış yaşanmış ve mevsimsel büyüme süresinde bir uzama olduğu gözlenmiştir.
- 1990'larda, on ayaklı larvaların (zooplankton) mevsimsel gelişimi, uzun dönem ortalamasıyla karşılaştırıldığında daha erken bir tarihte (yaklaşık 4-5 hafta) gerçekleşmiştir.

**Şekil 3.13** Kuzey Denizi'nin merkezindeki uzun vadeli aylık fitoplankton ortalamaları renk endeksi



**Kaynak:** M. Edwards, (SAHFOS), 2003.

**Şekil 3.14** Kuzey Denizde yaz ve kış aylarında deniz yüzeyi sıcaklığında meydana gelen sapmalar



**Kaynak:** H. Dooley, ICES, 2003.

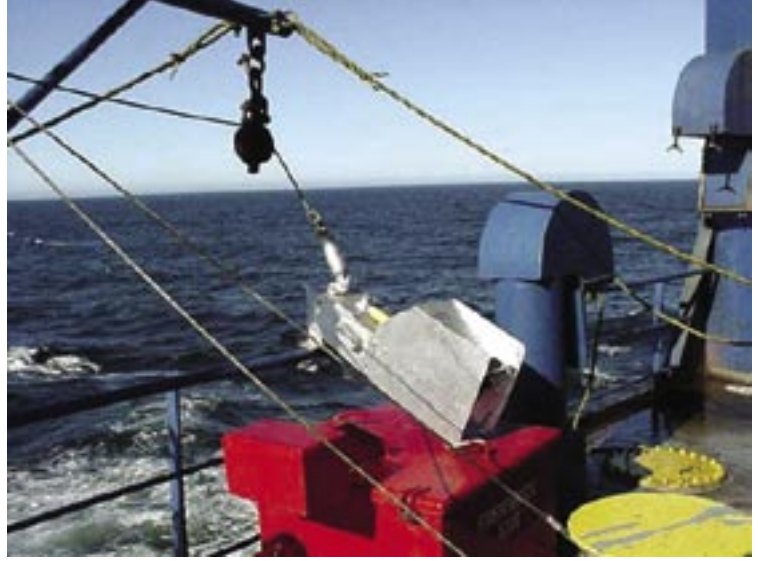
## İlgi

Küresel ısınma ve bunun sonucunda okyanusların ısınması (bkz. Kısım 3.4.2.), deniz canlılarının büyüme mevsimini belirgin şekilde değiştirebilir. Deniz canlılarının büyüme mevsimindeki varyasyonlar, esas olarak plankton gelişimi ve biyokütle üretimini etkilemektedir.

Akıntılarla birlikte sürüklenen dakikalık ömre sahip deniz canlıları olan planktonlar, tüm deniz canlıları besin ağının temelini teşkil etmektedir. Ayrıca, planktonlar, okyanusun üst katmanlarındaki CO<sub>2</sub>'i emer ve besinlerle birlikte okyanusun derinliklerine taşırlar.

'Biyolojik pompa' olarak adlandırılan bu süreç, yüzey katmanlarındaki karbon içeriğini azaltmakta ve okyanusun atmosferdeki karbon için bir kuyu işlevi görmesini sürdürmektedir.

Kıyı sularındaki artan plankton üretimi, insan faaliyetleri (örneğin atık su işleme tesisleri, sanayi, konut, tarımsal gübreler ve trafik) sonucunda artan besin girdileri sebebiyle ortaya çıkmış olabilir. Bununla birlikte, plankton üretimindeki değişiklikler ile açık denizlerdeki mevsime bağlılığın da, iklim değişikliği (ışık ve besin teminini etkileyen, deniz yüzeyi sıcaklığındaki artış, dikey karışım ve bulut tabakasındaki



'Continuous Plankton Recorder (Sürekli Plankton Kaydedici)'  
**Kaynak:** SAHFOS, 2003.

değişiklikler) tarafından tetikleniyor olması mümkündür. Ayrıca, atmosferdeki nitrojen çökmesinde meydana gelen varyasyonlar da, özellikle sığ denizlerdeki plankton üremesini etkilemektedir.

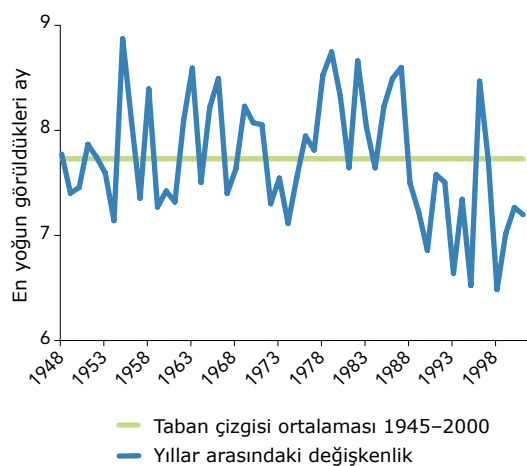
Mevsimsel olarak plankton üretiminin erken başlaması, balıkçılık üretimi üzerinde etkili olabilecek balık popülasyonundaki bir değişiklik de dahil olmak üzere, genel deniz canlıları biyolojik üretimini güçlendirebilir ve değiştirebilir. Bazı plankton türleri, yüksek yaşam formları (zooplankton, deniz kabuklular, balıklar, kuşlar, deniz memelileri ve hatta besin zinciri yoluyla insanlar) üzerinde toksik etkiye sahip olup zararlı deniz yosunlarının gelişmesine yol açabilmektedir.

Avrupa denizlerindeki planktonlara ilişkin olarak, 1930 yılından itibaren her yıl için, çok sayıda örneğe dayalı veriler mevcuttur. Belirsizlikler, besin mevcudiyetine duyarlı olan ve yüzey tabakasının değişmezliği ve suların tabakalaşması ile radyasyon koşulları gibi çok sayıda başka faktörden etkilenen göstergenin karmaşıklığından kaynaklanmaktadır.

### Geçmiş eğilimler

Fitoplankton biyokütlesi, deniz canlılarının büyüme mevsimine ilişkin bir gösterge özelliği taşımakta olup son birkaç on yılda Kuzeydoğu Atlantik ve Kuzey

**Şekil 3.15** Kuzey Denizindeki on aylık larvalarının mevsimsel zamanlamasındaki değişiklikler



**Kaynak:** Edwards, SAHFOS, 2002.

Denizi'nin bazı kısımlarında gözle görülür bir artış sergilemiştir (Şekil 3.13). 1940'lı yılların sonları ile 1980'li yıllar arasında, üretimin büyük bir bölümü, ilkbahar ve sonbahardaki gelişme dönemleriyle sınırlı olmuştur. Bununla birlikte, üretim, 1980'lerin sonundan itibaren kış ve özellikle yaz mevsiminde belirgin bir artış göstermiştir (SAHFOS, UK, 2002). Büyük artışlar özellikle, 1980'li yılların ortasından itibaren, Kuzey Denizi ve İrlanda'nın batısında, 52 °K ve 58 °K arasında gözlemlenmiştir (Reid *et al.*, 1998; Edwards *et al.*, 2001).

Fitoplankton biyokütlesi, 1990'lı yıllar boyunca, uzun vadeli ortalamayla karşılaştırıldığında, kış aylarında %97 düzeyinde artış göstermiştir. Yıllık fitoplankton biyokütlesindeki değişiklikler ile mevsimsel büyüme döneminin uzamasının (Şekil 3.15) biyolojik üremenin tamamı ve besin ağı üzerindeki önemli etkileri, şimdiden görülmeye başlanmıştır.

Kuzey Denizi'ndeki deniz yüzeyi sıcaklığında meydana gelen değişiklikler (bkz. Şekil 3.13 ve Kısım 3.4.2), deniz

yüzeyi sıcaklığı ile büyüme mevsiminin uzunluğu arasındaki ilişkiyi gösterecek şekilde, fitoplankton biyokütlesine benzer uzamsal ve zamansal kalıplar sergilemektedir. On ayaklı larvaların (zooplankton örneği olarak) mevsimsel zamanlamasındaki değişiklik, 1948–2000 yılları arasındaki dönemde benzer bir davranış sergilemektedir (Şekil, 3.15). On ayaklı larvalar, 1948–2000 yılları arasında gözle görülür değişkenlik sergilemekle birlikte, 1988 yılından beri, larvaların mevsimsel gelişmesi, uzun dönem ortalamasına göre çok daha erken bir zamanda gerçekleşmiştir. Mevsimsel döngü, 1990'lı yıllarda, uzun dönem ortalamasından 4–5 hafta önde olmuştur (aktaran, Edwards *et al.*).

#### **Tahminler (gelecekteki eğilimler)**

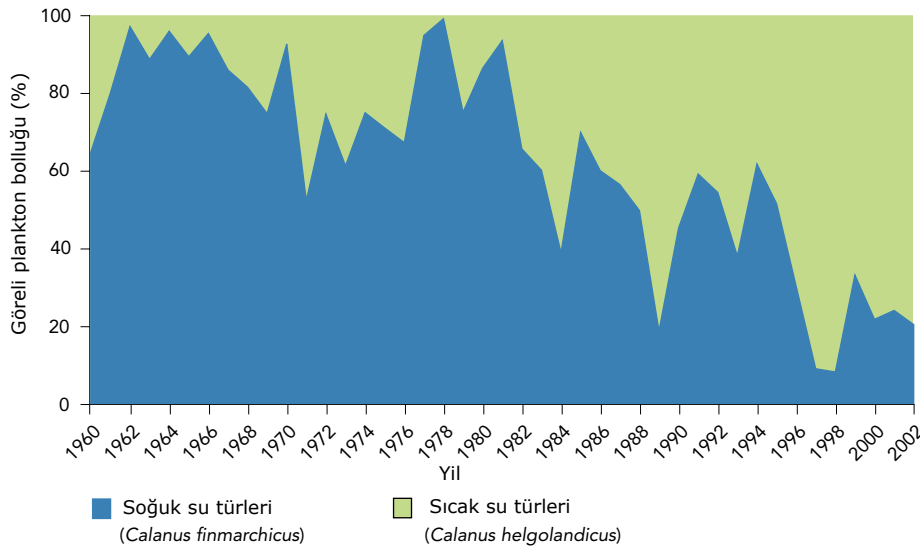
Artan sıcaklıklar, deniz canlılarının büyüme mevsiminde ve deniz canlıları ile tatlı su canlılarının üretkenlik kapasitesinde daha başka değişikliklere yol açacaktır. Bu da, deniz eko sistemlerinin üretkenliğini gözle görülür şekilde değiştirecek ve ayrıca ticari balıkçılığı da etkileyecektir.

### 3.4.4 Deniz canlıları türlerinin kompozisyonu

#### Temel mesajlar

- Son 30 yıldan uzun bir süre içerisinde, zooplankton türlerinin yaklaşık olarak 1 000 km kadar kuzeye doğru kaydıkları ve plankton ekosistemlerinin büyük çapta yeniden bir organizasyon yaşadığı gözlemlenmiştir.
- Kuzey Denizi'ndeki sıcak deniz canlıları türlerinin varlığı ve sayısı, son birkaç on yılda artış göstermiştir.

**Şekil 3.16** Kuzey Denizindeki soğuk ve sıcak suda yetişen kopepod türleri arasındaki tür kompozisyonunda meydana gelen değişiklikler



**Kaynak:** Edwards, SAHFOS, 2003.

#### İlgi

Deniz canlıları türleri başına bireylerin sayısı ve bunların mevsimsel ve yıllar içerisindeki kompozisyonu, büyük oranda deniz çevresinin fiziksel ve kimyasal durumuna bağlıdır. Başta kuzey yarımküre sıcaklıkları ve Kuzey Atlantik Salınımı'nda meydana gelen değişiklikler olmak üzere (Beaugrand *et al.*, 2000), iklim değişikliği bu durumu ve dolayısıyla türlerin kompozisyonunu etkilemektedir.

İklim değişikliği, deniz ekosistemlerinin istikrarını azaltabilir, hastalık riskini artırabilir ve biyolojik çeşitliliğin kaybolmasına yol açabilir. Türlerin kompozisyonunda meydana gelen değişiklikler, balıkçılık üretimini de etkilemektedir.

Denizlerdeki biyolojik çeşitlilikte meydana gelen değişikliklere Biyolojik Çeşitlilik

Sözleşmesi ile Deniz Hukuku Sözleşmesi, ve Avrupa Konseyinin sözleşmeleri gibi bölgesel sözleşmeler ile Avrupa Birliği yönergeleri tarafından işaret edilmektedir.

Deniz canlıları türlerinin kompozisyonu üzerine veriler, diğer faktörlere karşı olan hassasiyeti çok düşük düzeyde olduğu için, fitoplankton konsantrasyonu hakkındaki verilere göre daha fazla kesinlik içermektedir.

#### Geçmiş eğilimler

Avrupa'daki karasal ekosistemlerde bulunan pek çok tür için, iklim değişikliğine bağlı olarak, uzamsal dağılıma ilişkin, fenolojik değişikliklerin meydana geldiği gözlemlenmiştir (bkz. Kısım 3.5). Söz konusu değişiklikler, deniz ekosistemlerinde de tespit edilmiştir. 1960 ile 2002 yılları arasında, deniz canlıları türlerinin kompozisyonunda, önemli değişiklikler olduğu rapor edilmiştir.



Plankton-feeding basking shark  
**Source:** D. Sims, MBA, 2003.

Bazı zooplankton türlerinde, deniz ekosistemlerinde meydana gelen büyük çaplı re-organizasyonla birlikte, kuzeye doğru 1 000 km'lik bir kayma gözlenmiştir. Bu kaymalar, 1980'li yılların başından itibaren Britanya Adalarının güneybatısında meydana gelirken, 1980'lerin ortalarından itibaren Kuzey Denizde meydana gelmiştir (Beaugrand *et al.*, 2002).

Sıcak-ılıman ve ılıman suda yaşayan türlerin çoğu, her on yılda kuzeye doğru yaklaşık 250 km göç etmekte olup ve bu göç hızı karasal ekosistemlerdekinden çok daha fazladır (Parmesan and Yohe, 2002). Buna karşın, daha soğuk ılıman sularda, Kuzey Kutbu'nun alt bölgeleri ile Kuzey Kutbu'nda yaşayan türlerin çeşitliliği bu bölgede azalma sergilemiştir (Beaugrand *et al.*, 2002). Ayrıca, aynı bölgede, sıcak suda yaşayan çoğu balık türünün kuzeye

doğru ilerlediği gözlenmiş olup bu durum deniz ekosistemlerinin daha sıcak olan Kuzeydoğu Atlantik bölgesine doğru kaydığına işaret etmektedir (Reid and Edwards, 2001).

Geçtiğimiz son birkaç on yıl içerisinde, sıcak suda yaşayan/sub-tropikal türlerin Kuzeydoğu Atlantik bölgesinin daha ılıman alanlarını işgal ettiği görülmüştür. Aşağıdaki iki zooplankton türünün yüzdesele oranı, Kuzey Denizi'ndeki bu eğilime ilişkin yararlı bir göstergedir: soğuk-ılık suda yaşayan *Calanus finmarchicus* ve sıcak-ılık suda yaşayan *Calanus helgolandicus* kopepodu (Şekil 3.16). Sonuçlar, sıcak-ılık suda yaşayan *C. helgolandicus* türlerinin oranında açık bir artış gözlenmekte olup, bu eğilim son on yılda ivme kazanmıştır (Edwards *et al.*, 2002).

#### Tahminler (gelecekteki eğilimler)

Yirmi birinci yüzyıl için öngörülen küresel ısınmanın yüksek enlemler başta olmak üzere, okyanuslardaki biyolojik çeşitlilik ile biyolojik süreçler üzerinde etkili olması beklenmektedir (IPCC, 2001b). Bu durum, okyanusların üst kısımlarındaki biyolojik toplulukların yapısında daha fazla değişikliğe yol açacak gibi görünmektedir. Sıcaklık artışları, deniz canlıları ile tatlı suda yaşayan canlıların doğurganlık kapasitelerinde daha başka değişikliklere neden olacak ve yüksek enlemlere doğru çıkıldıkça türlerin dağılımında bir kayma ile biyolojik çeşitlilikte çoğalmayı tetikleyecektir (v. Western-hagen *et al.*, 2001). Sıcak suda yaşayan daha fazla tür kuzeye doğru göç edecek ve mevcut uygun yerler için rekabete gireceklerdir (IPCC, 2001c).



### 3.5 Karasal ekosistemler ve biyolojik çeşitlilik

#### 3.5.1 Bitki türleri kompozisyonu

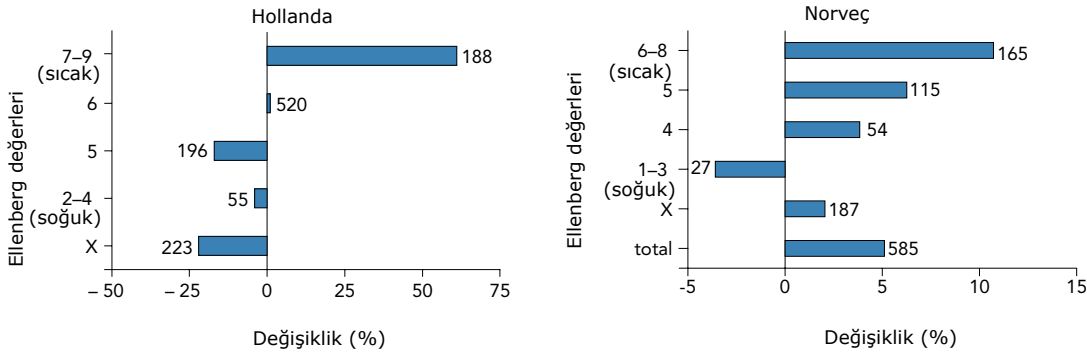
##### Temel mesajla

- Son 30 yılda yaşanan iklim değişikliği, Avrupa'nın çeşitli bölgelerindeki bitki türleri popülasyonlarında azalmalar yaşanmasıyla sonuçlanmıştır.
- Kuzeybatı Avrupa'daki bitki türlerinin çeşitliliği, güneye özgü termofilik türlerin kuzeye doğru hareket etmeleri sebebiyle artarken, soğuğa toleransı olan bitkiler üzerindeki etkisi halen sınırlıdır.
- Tahminler, pek çok bitki türünün daha, kuzeye doğru hareket edeceğini öngörmektedir. 2050 yılı itibarıyla, Avrupa'nın pek çok bölümündeki tür dağılımının büyük oranda etkilenmesi beklenmektedir.
- Gelecekte iklim değişikliği nedeniyle, küresel anlamda çok sayıda türün nesli tükenebilecektir. Habitatların bölünmesi gibi iklim dışı faktörler sebebiyle, nesil tükenme hızlarının artacağı öngörülmektedir. Bu faktörler, türlerin iklim değişikliğine yanıt vermek için ihtiyaç duydukları göç ve adaptasyon becerilerini sınırlandıracaktır.



**Kaynak:** www.bigfoto.com, 2004.

**Şekil 3.17** Hollanda ve Norveç'teki 'sıcak' ve 'soğuk' koşullara adapte olmuş bitki türleri gruplarının sıklığında meydana gelen değişiklikler



**Not:** Y-ekseni üzerindeki düşük sayılar, soğuk koşullara alışmış bitki gruplarını temsil ederken yüksek sayılar ise sıcak büyüme koşullarına alışmış bitki gruplarını göstermektedir (Ellenberg sayılarına göre). Hollanda için, 1975-1984 yılları arasındaki dönem ile 1985-1999 yılları arasındaki dönem karşılaştırılırken, Norveç için 1958-1961 yılları arasındaki dönem ile 2000-2002 yılları arasındaki dönem karşılaştırılmıştır.

**Kaynak:** Tamis *et al.*, 2001; Often and Stabbetorp, 2003.

#### İlgi

Bitki türleri, yalnızca belirli bir dizi iklim koşulları altında başarılı bir şekilde üreyip, büyüyebilmektedir. Bu koşullar değiştiği takdirde, bu türler ya adapte olmak veya göç etmek zorunda kalmaktadırlar. Başta yüksek rakımlarda ve kuzey bölgelerinde yaşayanlar olmak üzere bazı türler açısından göç etmek genellikle zordur. Bu iki seçenekten hiçbiri olanaklı değilse, türlerin yerel popülasyonlarının nesli tükenecektir. Belirli bir bölgedeki bitki türleri kompozisyonundaki değişiklikler, belirgin şekilde iklim değişikliğinden

etkilenmekle beraber, arazi kullanımındaki değişiklikler gibi diğer faktörler de önemli rol oynamaktadır.

Akabinde, bitki türlerinin zenginliğinde meydana gelen azalma, tüm biyolojik çeşitliliği sınırlandırmakta olup, bu durum ekosistem istikrarının azalmasına yol açabilmekte ve bazı ekosistem ürünleri ve hizmetlerini (örneğin ilaç üretimine ilişkin) tehdit eder hale gelebilmektedir. Ayrıca, bitki türleri dağılımında ve dolayısıyla bölgesel vejetasyon kompozisyonunda meydana gelen değişiklikler, iklim sistemi üzerinde bir takım sonuçlar doğurabilir.

Yüksek enlemlerde, örneğin, çalı tundra vejetasyonunun ağaçlarla yer değiştirmesi, radyasyon dengesinde gözle görülür bir etkiye neden olabilir (özellikle kar tabakasıyla ilgili durumlarda). Bu durum ise akabinde bölgesel ve küresel iklim değişikliğini artırabilir. Bitki türleri kompozisyonunda meydana gelecek değişikliklerin boyutu, alınacak politik tedbirlerle sınırlandırılabilir (IPCC, 2001b; CBD, 2003). Örneğin, bir korumalı bölgeler ağının (Avrupa'daki Natura 2000 gibi) kurulması, söz konusu bölgelerin başarılı bir şekilde yönetilmesi halinde, tür zenginliğindeki bazı azalmaları önleyebilir.

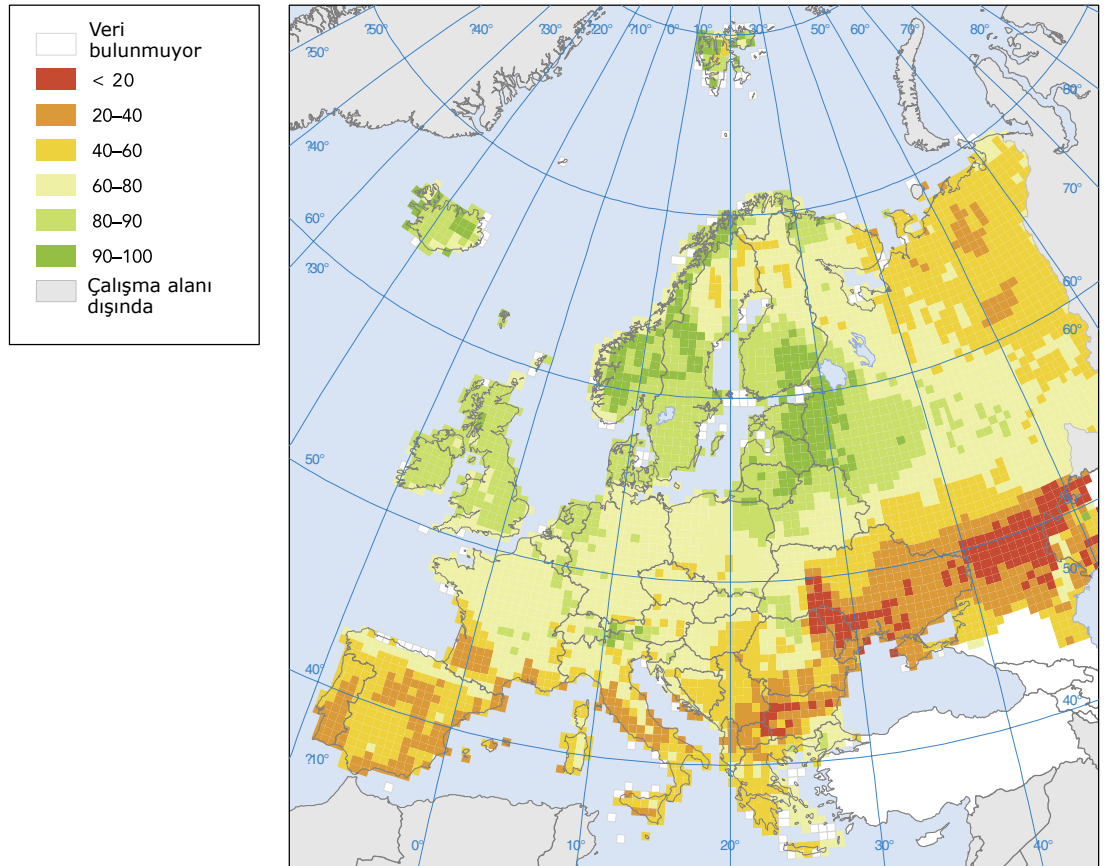
Bitki türlerinin iklim değişikliğine verdikleri tepkilere yönelik belirsizlik azdır. İklim değişikliğinin Avrupa'daki bitki türlerinin çeşitliliği üzerindeki etkisine ilişkin olarak hala doğru veri eksikliği söz konusudur. AB bünyesindeki bazı yeni projeler

(İngiltere'deki Monarch projesi; <http://www.eci.ox.ac.uk/biodiversity/monarch.html>; veya ATEAM projesi; <http://www.pik-potsdam.de/ateam/> gibi) yakın gelecekte yeni veriler sağlayabilir.

### Geçmiş eğilimler

Avrupa dahil, dünyanın pek çok kısmında türlerin kompozisyonu değişmekte ve türlerin soyu, normal olarak kabul edilen değere göre 100–1 000 kez daha büyük bir hızla tükenmektedir (IPCC, 2002; Hare, 2003). Değişikliklerin çoğu arazi bölünmesi ve habitat tahribi sebebiyle ortaya çıksa da, çalışmalar, bitki kompozisyonundaki değişiklikler ile günümüzde yaşanan iklim değişikliği arasında yüksek bir korelasyon olduğunu ortaya koymaktadır (örn. Hughes, 2000; Pauli *et al.*, 2001; Parmesan and Yohe, 2003). Bu yüksek korelasyon, iklimin nihai olarak bitki türleri dağılımı,

**Harita 3.8** Dayanıklı türlerin 1990 yılına kıyasla 2100 yılındaki payı



**Not:** Toplam tür sayısının 1990 yılındaki yüzde oranı. Kullanılan iklim senaryosu, hafif bir iklim değişikliği senaryosudur (2100 yılı itibarıyla 3 °C'lik küresel ısınma ve Avrupa'da 3.3 °C'lik ısınma).  
**Kaynak:** Bakkenes *et al.*, 2004.

orman yangınları (örneğin, Güney Avrupa ve Rusya'da görülen) gibi doğadaki bozulmaları ve toprak kompozisyonundaki değişiklikler sebebiyle besin mevcudiyetini belirlemesi olgusuna dayanmaktadır.

Avrupa'da son birkaç on yılda, çok sayıda bitki türünün kuzeye doğru ilerlediği gözlemlenmiştir. Bu hareketin sıcaklıklardaki artışlara bağlı olması mümkündür (CBD, 2003; Parmesan and Yohe, 2003). Çok sayıda Kuzey Kutbu ve tundra toplulukları bundan etkilenmiş ve bu toplulukların yerini ağaçlar ve bodur çalıklar almıştır (Molau and Alatalo, 1998). Hollanda (Tamis *et al.*, 2001), Birleşik Krallık (Preston *et al.*, 2002) ve Norveç'in iç bölgeleri (Often and Stabbertorp, 2003) gibi Kuzeybatı Avrupa bölgelerinde, termofilik (sıcak ortam talep eden) bitki türleri, 30 yıl öncesine nazaran belirgin şekilde daha sık ortaya çıkmaya başlamışlardır (Hollanda'da %60 civarında). Bunun aksine, geleneksel olarak soğuğa tolerans gösteren türlerin varlığında küçük bir azalma yaşanmıştır (Şekil 3.17). Kompozisyonda meydana gelen değişiklikler, termofilik türlerin bu yeni alanlara göç etmelerinin sonucu olmakla beraber aynı zamanda, söz konusu türlerin bugünkü lokasyonlarındaki varlıklarında yaşanan artışa da bağlıdır.

#### Tahminler (gelecekteki eğilimler)

İklim değişikliğinin bitki türleri kompozisyonundaki etkisi, önümüzdeki yıllarda artmaya devam edecektir. Gelecekte ortaya çıkacak iklim değişikliğinin kısıtlı iklim ve habitat gereksinimlerine ve sınırlı göç kabiliyetlerine sahip olanlar başta olmak üzere, türlerin yok olmasını şiddetlendireceği tahmin edilmektedir (IPCC, 2001b). Sıcaklıklarda, 2100 yılı için yapılan tahmin aralığında yer alan 3 °C'lik bir artış, türlerin dağılımının 300–400 km kuzeye (ılıman bölgelerde) veya 500 m daha yüksek rakımlara kaymasına denk



**Kaynak:** R. Müller, www.pixelquelle.de, 2004.

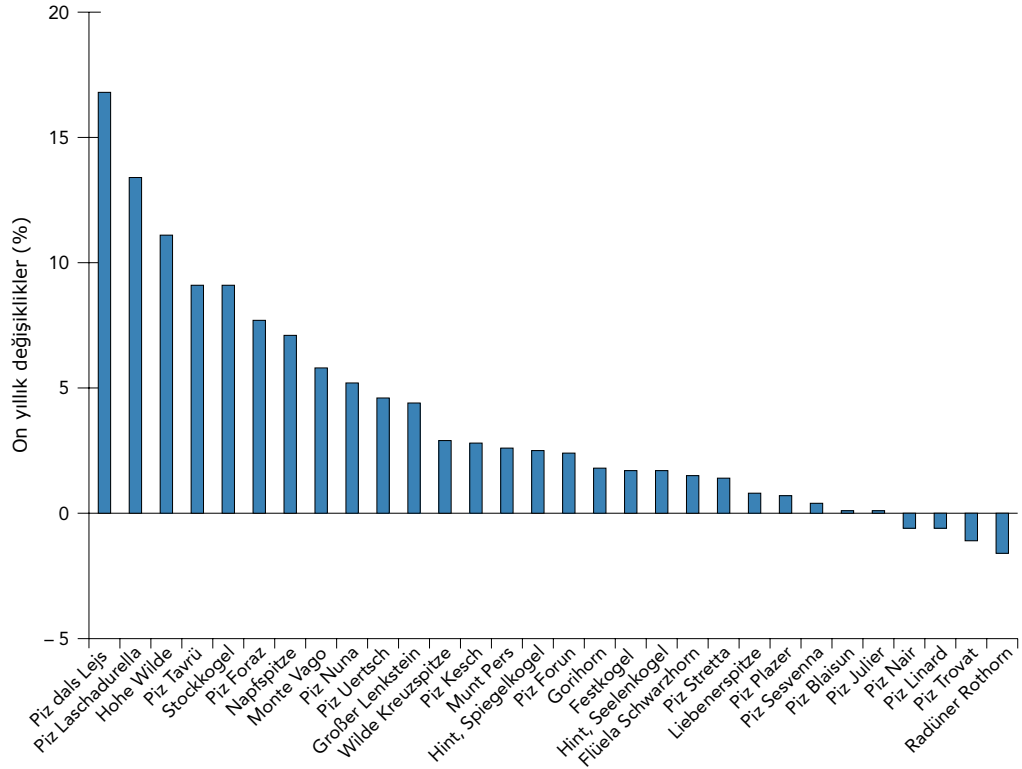
düşmektedir (Hughes *et al.*, 2000). Çoğu tür böylesi hızlı bir değişikliğe göç ederek veya adaptasyon yoluyla reaksiyon göstermekte güçlükler yaşayabilir ve bu türlerin dağılımları sınırlanabilir ve hatta nesilleri tümüyle tükenebilir (Root *et al.*, 2003). Thomas *et al.* (2004), bu koşullar altında, bütün türlerin %15–37'sinin 2050 yılı itibarıyla küresel olarak neslinin tükeneceği öngörülmektedir. En büyük etkilerin, Kuzey Kutbu bölgelerinde, Doğu Avrupa'nın ve Akdeniz bölgesinin nem oranı kısıtlı ekosistemlerinde ortaya çıkması beklenmektedir. (Harita 3.8) (Bakkenes *et al.*, 2004). Yağışlarda meydana gelmesi beklenen azalmalar, orman yangınlarının daha sık ortaya çıkması, toprak erozyonunun artması ve nesli tükenen türlerin yerini alabilecek türlerin bulunmaması sebebiyle, Akdeniz bölgesindeki mevcut bitki türlerinin zenginliği yirmi birinci yüzyılda azalabilir. Kuzey Avrupa'daki endemik türlerin nesli tükenebilir ve yerleri uzun vadede daha rekabetçi türler tarafından doldurulabilir (örneğin Sykes and Prentice, 1996; CBD, 2003).

### 3.5.2 Dağlık bölgelerdeki bitki türlerinin dağılımı

#### Temel mesajlar

- Endemik dağ bitkileri türleri, daha rekabetçi subalpin çalılık ve ağaç türlerinin, belirli bir oranda iklim değişikliği sebebiyle daha yukarılara doğru hareket etmeleri yüzünden tehdit altındadır.
- Alp dağlarında meydana gelen yukarıya doğru göç hareketi sonucunda bitki türleri zenginliği 30 dağ zirvesinin 21'inde artış yaşarken diğer zirvelerde azalmış veya aynı kalmıştır.
- Avrupa'nın yıllık ortalama sıcaklığında yaşanması beklenen değişiklikler, çoğu dağ türünün tolerans aralığının dışında kalmaktadır. Bu türlerin yerlerine daha rekabetçi çalılık ve ağaç türlerinin gelmesi ve bunun da dağlık bölgelerdeki endemik türlerin önemli kısmının kaybolmasına sebep olması beklenmektedir.

**Şekil 3.18** Yirminci yüzyıl boyunca Doğu Alplerdeki 30 yüksek zirvede bulunan tür zenginliğinde meydana gelen değişiklik



**Kaynak:** Grabherr *et al.*, 2002.

#### İlgi

Dağlık bölgeler, Avrupa'daki flora çeşitliliği açısından son derece önemlidir. Avrupalı yerli vasküler bitki türlerinin yaklaşık %20'si, Avrupa'da, ağaç sınırın üzerinde yer alan dağlık bölgelerde bulunmaktadır (Väre *et al.*, 2003). Bu bölgelerde, iklim, tür kompozisyonunun temel belirleyicisi

durumunda olup insan etkisi (bazı istisnalar hariç) nispeten düşüktür. Dağ bitkileri türleri, aşağıdaki özelliklere sahip olmaları nedeniyle, iklim değişikliğinden zarar görme olasılıkları daha fazladır: a) alçak rakımlı bölgelerdeki vejetasyona göre artan CO<sub>2</sub> seviyelerine daha fazla reaksiyon gösterme eğilimindedir; b) küçük iklimsel aralıklar, ciddi iklimsel koşullar ve izole olmuş küçük

topluluklarla nitelenmektedirler (Pauli *et al.*, 2003) ve c) daha yüksek rakımlı bölgelerde uygun alanların mevcut olmaması sebebiyle göç edememektedirler. Neyse ki, dağlık bölgeler, endemik türlerin tolerans limitlerinin ötesinde iklim değişikliklerine maruz kalsalar bile içerisinde yaşayabileceği, genellikle farklı iklimlere sahip çok sayıda mikro ölçekli bölgeden oluşmaktadır.

İklim değişikliğinin sonuçları arasında, dağlık bölgelerdeki ender bulunan endemik türlerin neslinin tükenmesiyle birlikte bu tür bölgelerin çekiciliğinin (örneğin turizm açısından) değişmesinin yer alması olasıdır. Dağ bitkileri türlerinin iklim değişikliğine verdikleri tepkiler halen belirsizdir. Bu konuda tutarlı veri ve bilgilere yönelik (örneğin, adaptasyonla ilgili) eksiklik söz konusudur. Bu konudaki en kapsamlı Avrupa çalışması (GLORIA – Alplerdeki ortamlarda küresel gözlem ve araştırma inisiyatifi) çerçevesinde izleme alanları sadece bir kaç yıldır faaliyettedir. Gelecekteki eğilimlerin öngörülmesine ilişkin başka belirsizliklerin sebebi, iklim konusunda yerel ölçekli bilgilerin mevcut olmayışıdır.

### Geçmiş eğilimler

Avrupa'nın dağlık bölgelerinde bulunan endemik türlerin yerini, aralarında iklim değişikliğinin de bulunduğu bir dizi faktöre nedeniyle, diğer türler almıştır. İklim değişikliğine bağlı olarak sıcaklıkların yükselmesi ve büyüme mevsimlerinin uzaması, daha yukarılara göç eden ve endemik türlerle rekabet eden bazı bitki türleri için uygun koşullar yaratmıştır (Grabherr *et al.*, 1994; Gottfried *et al.*, 1999). Tür zenginliği üzerindeki net etki, bölgeden bölgeye ve hatta tek bir bölge içerisinde değişiklik göstermektedir. Bazı bölgelerde, zenginlik artarken diğer bölgelerde azalmıştır. Örneğin, Alplerde, iklim ısınmasının geçtiğimiz 60 yılda ladin ve çam türlerinin subalpin bölgede çoğalmasını (Pauli *et al.*, 2001) ve subalpin çalılıkların da dağ zirvelerinde yetişmesini sağladığına dair kanıtlar bulunmaktadır (Mottas and Masarin, 1998; Theurillat and Guisan, 2001). Net etki ise, 50 ila 100 yıl öncesine kıyasla Alplerde yer alan 30 dağ zirvesinin 21'inde tür zenginliğinde yaşanan artıştır (Grabherr



Alpin bitkisi Edelweiss

**Kaynak:** Th. Fabbro, www.unibas.ch/botimage, 2004.

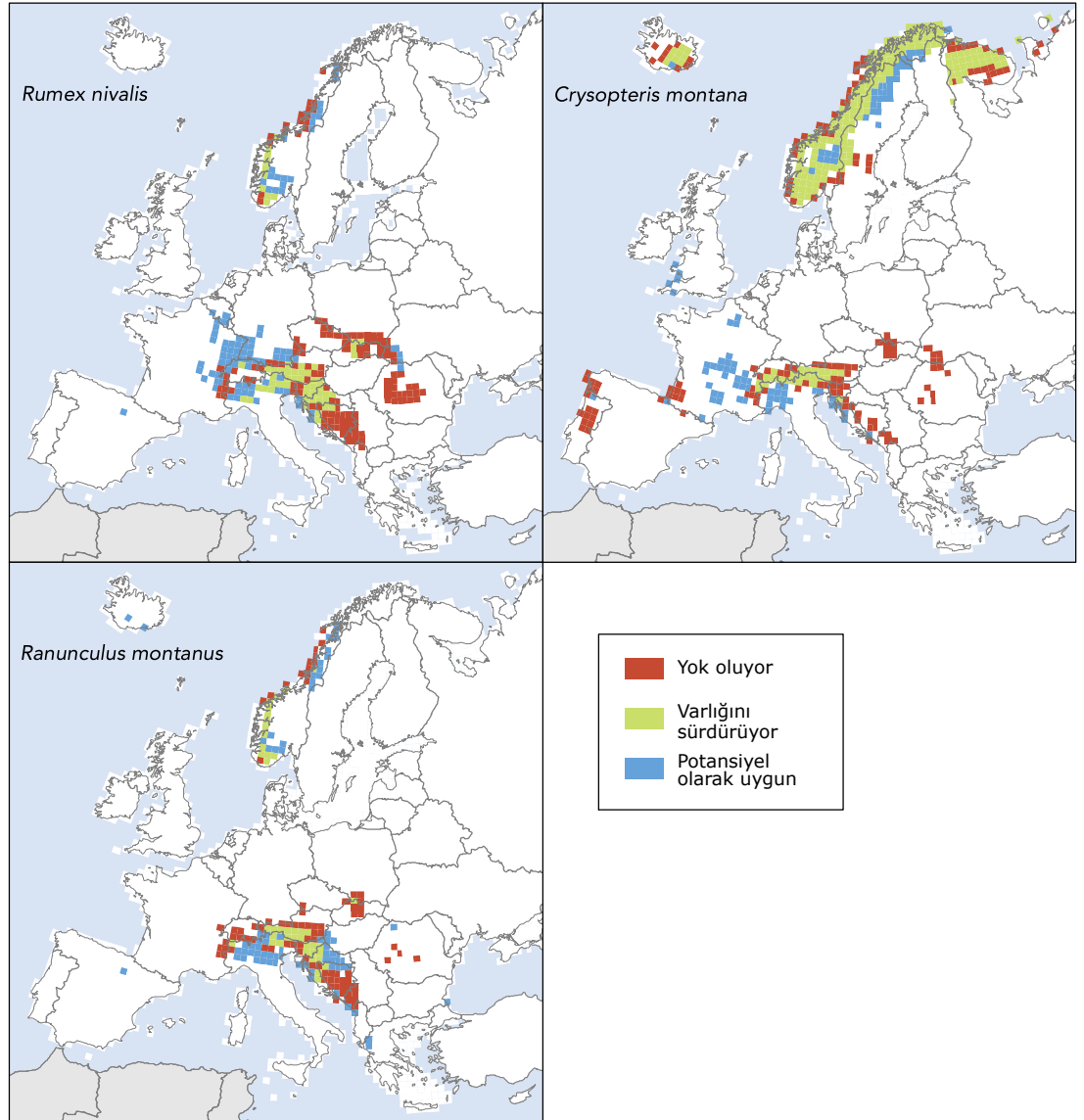
*et al.*, 2002. Şekil 3.18). Benzer eğilimler Pireneler, İskandinavya, Bulgaristan ve Ural dağlarında da ortaya çıkmıştır (Klanderud and Birks, 2003; Kullman, 2003; IPCC, 2001b; Meshinev *et al.*, 2000; Montserrat, 1992).

### Tahminler (gelecekteki eğilimler)

Gelecekte meydana gelecek iklim değişikliğinin dağlık bölgelerdeki türlerin dağılımını önemli oranda etkilemesi, bunun da endemik türlerin bolluğunda azalmaya ve hatta yok olmalarına yol açması beklenmektedir. Bu türler, değişen çevreye adapte olamamaları, daha uygun yerlere göç edememeleri ve göç eden çalılık ve ağaç türleriyle rekabet edememeleri nedeniyle tehdit altına girebileceklerdir (IPCC, 2001b; Pauli *et al.*, 2003). Alplerin aşağı kısımlarındaki ağaç sınırı, yukarılara doğru tırmanacak ve Norveç ladininin rekabeti, endemik bitki türlerinin büyüme koşullarının bozulmasına sebep olacaktır (Theurillat and Guisan, 2001). İskandinavya için, mevcut dağ vejetasyonu alanında %40–60 arasında bir azalma olacağı tahmin edilmektedir (Holten and Carey, 1992).

Bakkenes *et al.* (2002), Avrupa'daki pek çok dağ bölgesinde, IPCC senaryoları arasında yer alan hafif bir iklim değişikliği altında bile, seçili türler üzerinde önemli etkiler beklenmektedir (Harita 3.9).

**Harita 3.9** Günümüzde yaygın olan üç dağ bitkisi türünün 2100 yılı itibarıyla iklim değişikliğine karşı olası tepkisi



**Not:** *Rumex nivalis*, *Cystopteris montana* ve *Ranunculus montanus*. Tahminler, hafif bir iklim değişikliği senaryosu (2100 yılı itibarıyla 3 °C'lık küresel ısınma ve Avrupa'da 3.3 °C'lık ısınma) çerçevesinde EuroMove kullanılması dayanmaktadır.

**Kaynak:** Bakkenes *et al.*, 2004.

Örneğin, *Cystopteris montana*, 2100 yılı itibarıyla bugünkü lokasyonlarının %20–30'unda yok olacaktır (Harita 3.9).

İklim değişikliğinin Avrupa'nın dağlık bölgelerinde yer alan türlerin kompozisyonu üzerindeki etkilerinin tahmin edilmesine ilişkin çeşitli belirsizlikler bulunmaktadır. İlk olarak, iklim tahminlerinin doğruluğu, küçük ölçekli bitki topluluklarının simüle edilmesiyle sınırlıdır. İkinci olarak, dağ bitki türleri, simülasyon modellerinde

az bir miktarda temsil edilmektedirler.

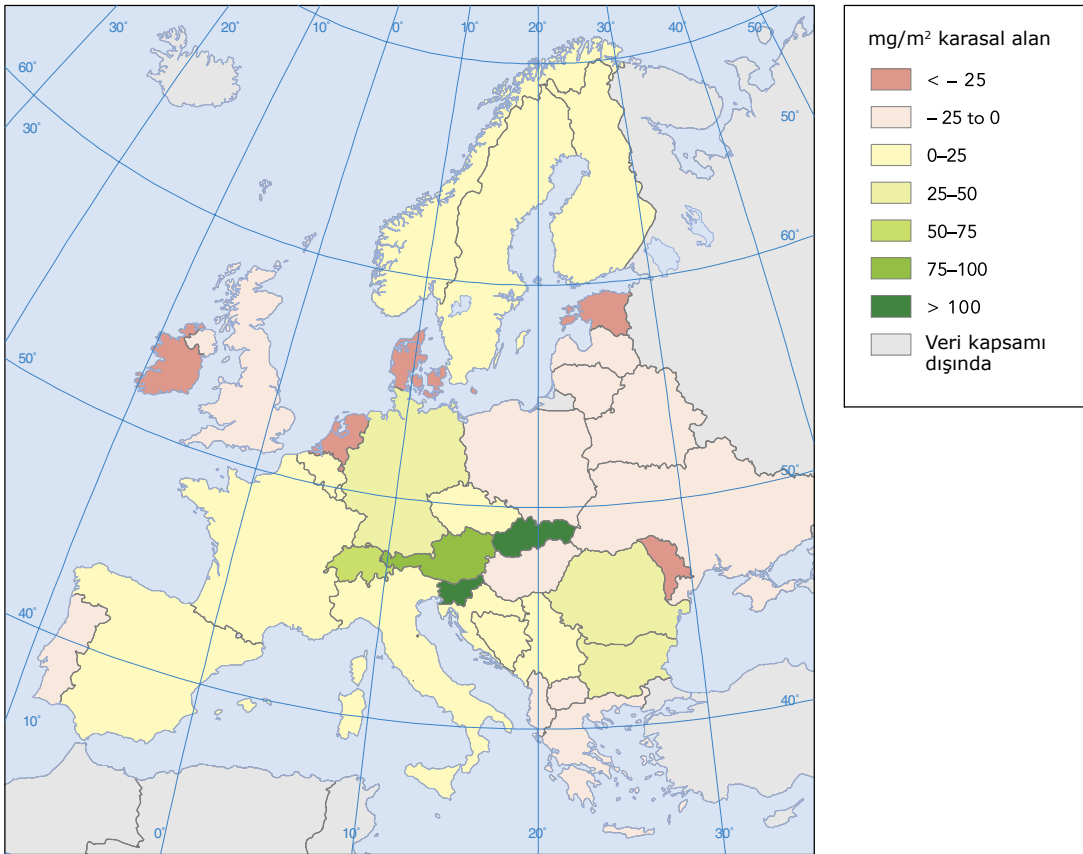
Üçüncü olarak, uygun büyüme koşullarının gelişmesi, iklimden daha fazla koşula bağlı olduğundan ve on yıllar alabileceğinden, pek çok ağaç türünün göç etme oranları tahmin edildiği kadar fazla olmayabilecektir. Bu durum, türlerin nesillerinin tükenmesiyle ilgili tahminleri sınırlandırabilir. Son olarak, dağ bitki türlerinin adaptasyon kapasitesi, genellikle çok açık değildir ve gelecekte değişebilir (ayrıca, bkz. Bölüm 5).

### 3.5.3 Karasal karbon alışı

#### Temel mesajlar

- 1990–1998 yılları arasındaki dönemde, karbon için net bir kaynak durumunda olan Avrupa'nın karasal biyosferi, antropojenik CO<sub>2</sub> emisyonlarının artışını kısmen de olsa dengelemiştir.
- Avrupa'daki Karbon alışı, (yeniden) ağaçlandırma çalışmaları ve diğer toprak yönetimi önlemleriyle artırılabilir. AB'nin ormanlar ve tarımdaki ek potansiyel muhafaza kapasitesinin Kyoto Protokolüyle kabul edilen hedeflerle kıyaslandığında görülebilecek derecede daha az olacağı tahmin edilmektedir.
- Ortalama sıcaklıklarda meydana gelmesi beklenen artışın, gelecekte Avrupa karasal biyosferinde ayrılıp tecrit edilebilen potansiyel karbon miktarını azaltması mümkündür.

**Harita 3.10 Karasal biyosferin yıllık karbon alışı**



**Not:** Pozitif değerlere sahip ülkelerin biyosferi, atmosfere yaydığı karbondan daha fazlasını emmektedir (karbon kuyusu); negatif değerlere sahip ülkelerin biyosferi atmosferden emdiği karbondan daha fazlasını yaymaktadır (karbon kaynağı).

**Kaynak:** Janssens *et al.*, 2003, CarboEurope.

#### İlgi

Karbonun doğal vejetasyon, toprak, ormanlar ve tarım alanları ('karasal biyosfer') tarafından alınması karbon döngüsünün önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Karasal karbon alışı,

atmosferdeki CO<sub>2</sub> konsantrasyon artışını hafifletebilir. Bu artış çoğunlukla antropojenik emisyonlar tarafından tetiklenmektedir. Karasal biyosferdeki karbon alım oranı ve depolama kapasitesi, aralarında sıcaklık, yağış, atmosferdeki CO<sub>2</sub> konsantrasyonu, havayı kirleten

maddeler (nitrojen oksitler ve amonyak) tarafından nitrojen fertilizasyonu, bitkilerin büyüme hızı, yangınlar, fırtınalar, arazi kullanımındaki değişiklikler, böcekler, tarım ve orman ürünleri hasadı ve ticaretinin yer aldığı doğal ve insanların neden olduğu faktörlerden etkilenmektedir.

Son birkaç on yılda, Avrupa karasal biyosferi, bir karbon kuyusu haline gelmiş olmakla birlikte bu konuda ülkeler arasında büyük farklar bulunmaktadır (Harita 3.10). Özellikle orman (örneğin yeniden ağaçlandırma yoluyla) ve tarımda (örneğin topraktaki karbon içeriğini artırarak) aktif arazi kullanım yönetiminin uygulanması, günümüzde ayrılıp tecrit edilen karbon miktarını daha da artırılabilir. 1990 ve 2008–2012 yılları arasında etkin arazi kullanım yönetimi yoluyla karbon depolamasında beklenen artış, Kyoto Protokolü hedeflerinin yakalanmasına yardımcı olacaktır. UNFCCC Marakeş Sözleşmeleri uyarınca, söz konusu tedbirler, ağaçlandırma, yeniden ağaçlandırma ile diğer arazi kullanımı ve ormancılık faaliyetlerini (yeniden vejetasyon oluşturulması, orman yönetimi, tarım ve mera arazilerinin yönetimi, bkz. Kyoto Protokolü Madde 3.3 ve 3.4; ayrıca bkz. Kısım 2.2) içermektedir.

Karbon ayrılması ve tecridi süresinin tam olarak anlaşılmasında halen veri ve bilgi eksikliği söz konusudur. Bu yüzden, Avrupa'da bugün ve gelecekteki karbon ayrılma ve tecridinin toplam boyutuna ilişkin belirsizlik düzeyi yüksektir.



Avrupa'daki bir ormanında yer alan karbon akışı ölçüm kulesi  
**Kaynak:** M. Schumacher, CarboEurope, 2002.

## Geçmiş eğilimler

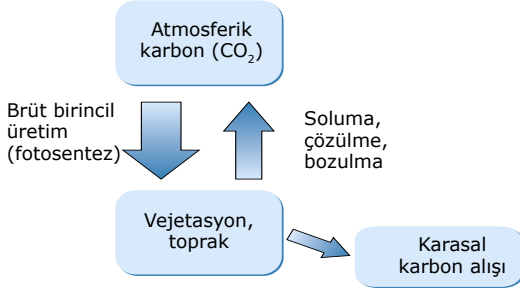
Bugün atmosferdeki karbonun biyosfere alınma düzeyi Avrupa'da çok düşük olup biyosfer ile atmosfer arasındaki toplam karbon değişikliğinin %1.5'inden daha azdır (Şekil 3.19, IPCC 2001a). Karasal karbon döngüsü, büyük ölçüde yıllar arasındaki iklim değişkenliğine bağlıdır (Şekil, 3.20). Bununla birlikte, atmosferdeki CO<sub>2</sub> konsantrasyonunun artması, nitrojen fertilizasyonu, hava kirliliğinin azaltılması ve yönetimin değişmesi, geçtiğimiz birkaç on yıl içerisinde yıllık orman depolama kapasitesinde çok daha belirgin düzeyde bir karbon alışına yol açan düzenli bir artışla sonuçlanmıştır (Nabuurs *et al.*, 2002).

1990'lı yılları boyunca, Avrupa karasal biyosferi, yıllık antropojenik CO<sub>2</sub> emisyonlarının %7 ila %12'sini depolamıştır (Janssens *et al.*, 2003). Ülke başına düşen karbon bütçesi (Harita 3.10), Avrupa ülkelerinin yaklaşık yarısının önemli karbon kuyuları (Avusturya, Bulgaristan, Almanya, Norveç, Romanya, Slovakya, Slovenya, İsveç ve İsviçre) veya karbon kaynakları (Danimarka, Estonya, İrlanda, Moldova ve Hollanda) olduğunu göstermektedir. Diğer ülkeler, zayıf kaynak veya kuyulardır. Bununla birlikte, ulusal ve Avrupa düzeyindeki karbon akış yoğunluğunun hesaplanmasına ilişkin belirsizlikler halen yüksektir (Şekil 3.20. mavi ve sarı çizgiler).

## Tahminler (gelecekteki eğilimler)

Sıcaklık ve atmosferdeki CO<sub>2</sub> konsantrasyonuna yönelik tahmin edilen artış, büyük bir ihtimalle Orta ve Kuzey Avrupa'daki büyüme koşullarını iyileştirecek ve kuzey ormanları başta olmak üzere karbon depolamasını artıracaktır. Ormancılık ve tarım alanlarında alınan çeşitli tedbirler vasıtasıyla, 2008–2012 itibarıyla AB'nin ek potansiyel karbon depolama kapasitesinin Kyoto Protokolüyle kabul edilen azaltma hedefinin yaklaşık %30'una tekabül edecek şekilde, antropojenik sera gazı emisyonlarının yaklaşık %2.4'üne eşit olacağı tahmin edilmektedir. Kyoto Protokolüne (Madde 3.3 ve 3.4) göre, kabul edilebilir düzeydeki karbon kuyusu kapasitesi çok daha düşük olup toplam azaltma hedefinin yaklaşık %12'sine denk olacak şekilde,



**Şekil 3.19 Karasal biyosferin karbon dengesi**

**Notlar:** Atmosferik karbon (CO<sub>2</sub> halinde), fotosentez sırasında bitkiler tarafından emilir. Bu karbonun büyük bir kısmı, yeniden atmosfere salınır. Küçük bir kısmı ise atmosferden alınarak karasal biyosferde depolanır (Karasal karbon alışı).

**Kaynak:** M. Zebisch, 2004.

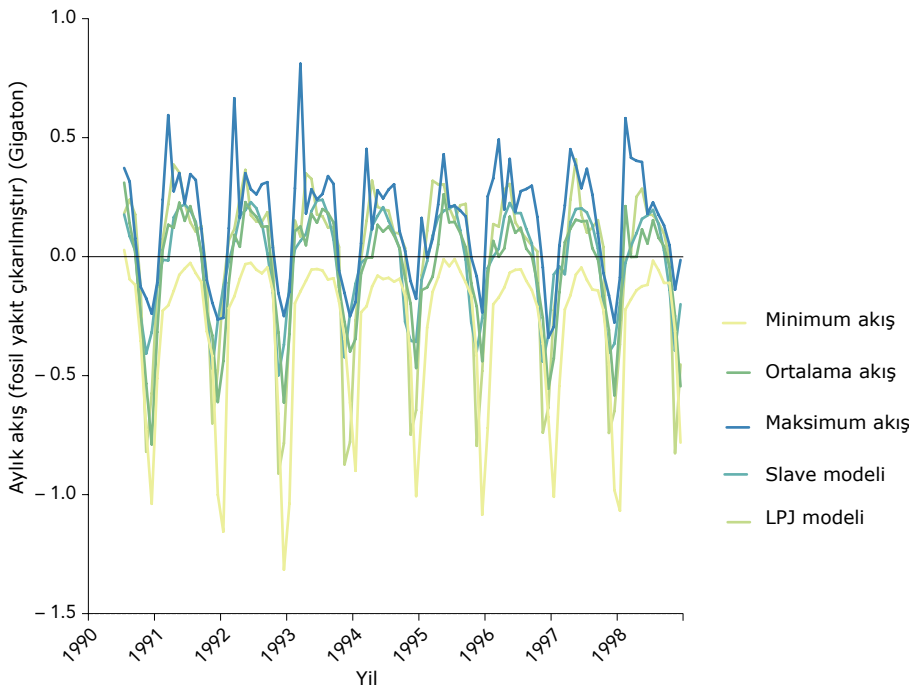
antropojenik GHG emisyonlarının yaklaşık %1'i düzeyindedir (AÇA, 2004).

Yine de, gelecekte karbon ayrılması ve tecridini azaltabilecek çeşitli süreçler bulunmaktadır. İklim değişikliği, başta Akdeniz bölgesi olmak üzere, daha fazla

yangına, zararlı böcek, oluşumuna fırtınadan kaynaklanan hasara ve su stresinin artmasına sebep olabilir. Bu koşullar, bitki büyümesini engelleyebilir ve biyosferde depolanan karbon miktarını azaltabilir. Gelecekteki daha yüksek hava sıcaklıkları sebebiyle, bitki ve toprak solunumunda yaşanacak bir artış, pek çok ekosistemdeki karbon depolamasını daha da azaltabilir (Rustad *et al.*, 2001).

Kyoto hedeflerini karşılamak için karasal ekosistemlerdeki karbon depolamasını en üst düzeye çıkarmak amacıyla alınacak insan yönetimi önlemleri, biyosferdeki uygunluk etkileri tarafından sınırlandırılabilir.

Ormanların potansiyel depolama kapasitesi, günümüzde yıllık artışın sadece üçte ikisini kapsayacak şekilde sınırlıdır (UN-ECE/FAO – BM Avrupa Ekonomik Komisyonu/Gıda ve Tarım Örgütü, 2000). Bütün bu faktörler bir araya geldiğinde, Avrupa'daki biyosferin karbonu ayırıp tecrit etme kabiliyetinin, gelecekte belirgin şekilde azalacağı öngörülebilir. Hatta, bir karbon kuyusu olan biyosferin kendisi, karbon kaynağı haline gelebilir. Yirmi birinci yüzyıldaki karbon ayrılma ve tecridine ilişkin daha güvenilir tahminlere ulaşabilmek için süreçlerin daha iyi bir şekilde anlaşılması gerekmektedir.

**Şekil 3.20 Avrupa'da biyosferden atmosfere karbon akışlarının yıllar içerisindeki varyasyonu**

**Not:** Çizgiler, iki ekosistem modelinin (LPJ ve SLAVE) sonuçlarını ve hesaplanan karasal C akışının (atmosferdeki CO<sub>2</sub> hesaplamasını göz önünde bulunduran ters çevrilmiş hesaplamalara dayanan) aralığını (minimum, ortalama, maksimum) temsil etmektedir. Değerler negatif olduğunda, biyosfer karbon için bir kuyudur.

**Kaynak:** Bousquet *et al.*, 2000.



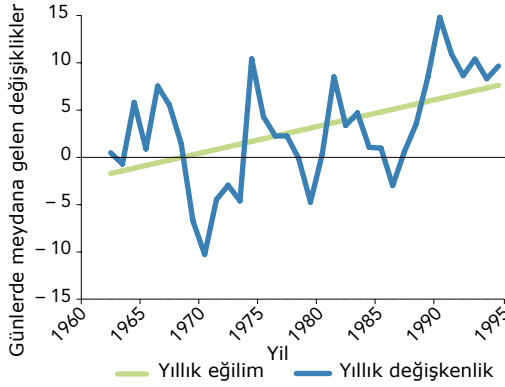
**Kaynak:** M. Zebisch, 2004.

### 3.5.4 Bitki fenolojisi ve büyüme mevsimi

#### Temel mesajlar

- Avrupa'da yıllık ortalama büyüme mevsimi, 1962 ile 1995 yılları arasında, yaklaşık olarak 10 gün uzamış olup bu sürenin gelecekte daha da artması beklenmektedir.
- Vejetasyonun yeşilliği (bir bitki üretkenliği göstergesidir), bitki büyümesindeki artışın bir göstergesi olacak şekilde %12 oranında artış sergilemiştir.
- Sıcaklıklarda yaşanan artışın vejetasyon büyümesi üzerindeki olumlu etkilerinin (örneğin daha uzun bir büyüme mevsimi) bitki örtüsünü olumsuz şekilde etkileyebilecek olan, Orta ve özellikle Güney Avrupa'daki artan su sıkıntısı riskiyle ortadan kalkması beklenmektedir.

**Şekil 3.21** Büyüme mevsiminin uzunluğunda gözlemlenen değişiklikler



**Not:** Fransa, İber Yarımadası, Orta ve Güney İtalya ile Yunanistan hariç, Avrupa'daki Fenolojik Bahçelerde gözlemlenen veriler.

**Kaynak:** Menzel, 2002; Menzel u. Fabian, 1999.

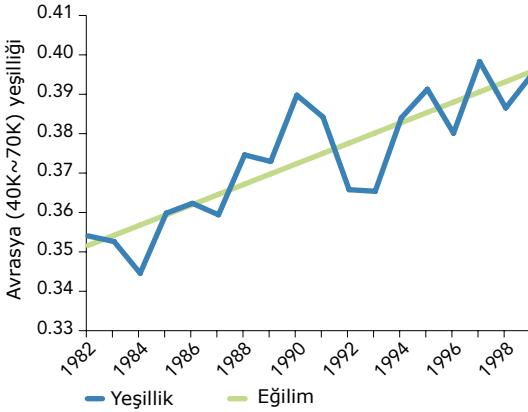
#### İlgi

Bitki türleri bir dizi spesifik iklim ve lokasyon koşullarına adaptasyon sağlamaktadırlar. Bitkilerin büyümesi, sıcaklık, yağış ve atmosferdeki CO<sub>2</sub> konsantrasyonları tarafından belirlenmektedir. Isınan bir iklime tepki olarak bazı türler diğerlerinden daha iyi büyüme sergileyebilmektedir. Yerli türlerin yerini daha yüksek sıcaklıklara ve/veya artan kuraklık stresine daha iyi adapte olan yeni türler alabilecektir. Bazı ürün ve ağaçlar, baharda filiz verebilmek için kış aylarında düşük sıcaklığına gereksinim duyarlar. Bu türler, kış sıcaklıklarının çok yüksek hale geldiği alanlarda, olumsuz şekilde etkilenebilirler (Chuine and Beaubien, 2001).

İklim değişikliği, büyüme mevsimini uzatabildiğinden, filiz verme ile yaprakların dökülmesi arasındaki dönemin, başta Orta ve Kuzey Avrupa olmak üzere daha da uzayacağı tahmin edilmektedir. Bu durum, sıcaklığın bitki büyümesini sınırlandıran bir faktör olduğu alanlardaki biyokütle üretiminin artmasına yol açacaktır. Diğer yandan, ısınma, özellikle suyun bulunmayışının hali hazırda sınırlandırıcı bir faktör durumunda olduğu Güney ve Orta Avrupa'nın alçak rakımlı bölgelerindeki kuraklık stresi riskini artıracaktır.

Büyüme mevsimindeki değişiklikler, başta düşük adaptasyon kapasitesine sahip olan bitki türlerinin kompozisyonunu da etkileyebilir (bkz. Kısım 3.5.1). Ekonomik öneme sahip ağaç türleri, ormancılık açısından artık uygun olmayabilir ve bunların yerlerini başka türler alabilir (Sykes *et al.*, 1996; Parry 2000). Sonuç olarak, iklim değişikliği sebebiyle büyüme mevsiminde meydana gelen farklılıklar, tarım ve ormancılık yönetiminde yeni durumlara yol açabilir. Koruma altındaki bitki türlerinin büyümesi ve hayatta kalma oranı, iklim değişikliği nedeniyle tehdit altına girdiği takdirde, doğanın korunması da bundan etkilenecektir (bkz. Kısım 3.5.1).

Büyüme mevsiminde ortaya çıkan farklılıkların, iklim değişikliğiyle yakından ilgili olması görülecek derecede düşük bir belirsizliğe sahiptir. Bununla birlikte, değişen bir büyüme mevsiminin bitki büyümesi ve biyolojik çeşitlilik üzerindeki etkileri konusunda, bilgi ve veri noksanlığı varlığını sürdürmektedir.

**Şekil 3.22 Avrupa'daki vejetasyonun yeşilliği**

**Not:** Yeşillik, uzaktan algılama verilerinden türetilen, bitki üretkenliğine ilişkin bir ölçüdür.  
**Kaynak:** Zhou *et al.*, 2001.

### Geçmiş eğilimler

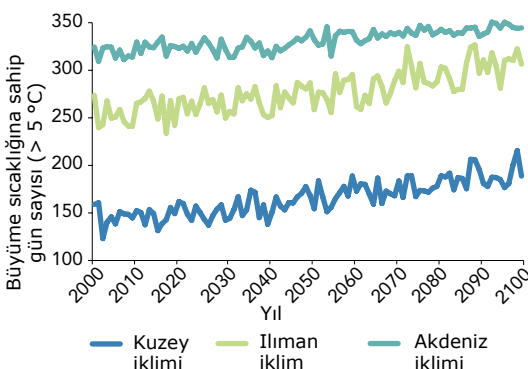
Büyüme mevsiminin uzunluğu, iklime son derece duyarlıdır. Fenolojik veriler (Şekil 3.21), 1962 ile 1995 yılları arasında, büyüme mevsiminin uzunluğunda yaklaşık 10 günlük açık bir artış olduğunu göstermektedir (Menzel and Fabian, 1999). Daha uzun büyüme mevsimlerine yönelik genel eğilim, vejetasyonun 'yeşillik' oranında meydana gelen yaklaşık %12 düzeyindeki artışla da tutarlıdır (Şekil 3.22. Zhou *et al.*, 2001). Biyokütlenin (yapraklar) daha yeşil olması, bitki büyümesinde bir artış olduğuna işaret etmektedir. Büyüme mevsiminin hem ilkbahar hem de sonbaharda uzaması, büyüme dönemindeki daha yüksek sıcaklıklar sebebiyle genellikle ikiye katlanacak, bu da Avrupa'daki

vejetasyonun verimliliğini artıracaktır. Bu koşullar altında daha iyi büyüme sergileyen bitkilerin iklim değişikliğinden faydalanması beklenmektedir. Bununla birlikte, artan sıcaklıklarla başa çıkamayan bitkiler bu durumla rekabet edemeyecek ve yerlerine diğer türler geçebilecektir. Bölgesel eğilimlerin Avrupa ortalamalarında farklılık göstermesi söz konusu olabilir; örneğin Balkanlardaki büyüme mevsimi kısalmıştır (Menzel and Fabian, 1999).

### Tahminler (gelecekteki eğilimler)

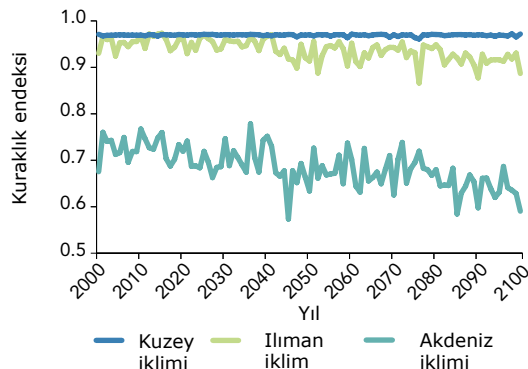
İklim değişikliği senaryoları, büyüme mevsiminin uzunluğunun (Şekil 3.23) ve kuraklık stresinin (Şekil 3.24) daha da artacağını göstermektedir. Bitkilerin ihtiyaç duyduğu su miktarı, mevcut su miktarını aşınca kuraklık stresi de artacaktır.

Önümüzdeki 100 yıl içerisinde artan sıcaklıklardan en fazla faydayı, büyük bir ihtimalle büyüme mevsiminde meydana gelecek %30 düzeyindeki artışla, Kuzey bölgelerindeki (İskandinavya ve Kuzey Rusya) biyokütle üretimi sağlayacak, üstelik bu durum beraberinde neredeyse hiç kuraklık stresi getirmeyecektir. Ilıman iklim vejetasyonu, %20 daha uzun büyüme döneminden karlı çıkabilir ancak su mevcudiyetinde oluşabilecek küçük bir düşüşle (%4 civarında) de karşılaşabilir (daha yüksek kuraklık stresi). Güney Avrupa'da, kuraklık stresinin artmasıyla (+ %13) birleşen ve sadece % 8 düzeyindeki daha uzun büyüme mevsimi, başta alçak rakımlı bölgelerde olmak üzere vejetasyon gelişimini olumsuz yönde etkileyecektir.

**Şekil 3.23 Büyüme günlerinin tahmini sayısı**

**Not:** Burada tanımlanan büyüme mevsimi, yıl içerisinde ortalama sıcaklığın 5 °C'nin üzerinde olduğu birbirini takip eden gün sayısını ifade etmektedir.

**Kaynak:** LPJ modeli (Sitch *et al.*, 2003).

**Şekil 3.24 Tahmini kuraklık stresi**

**Not:** Daha yüksek sayılar, daha düşük kuraklık stresine işaret etmektedir.

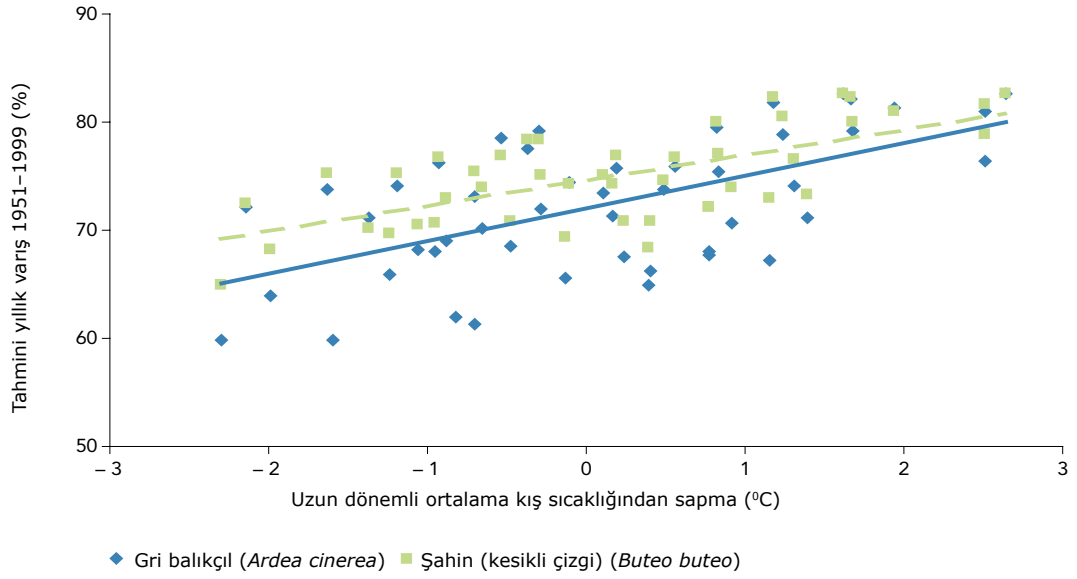
**Kaynak:** LPJ modeli (Sitch *et al.*, 2003). İklim verileri Mitchell *et al.*, 2004'ten alınmıştır.

### 3.5.5 Kuşların hayatta kalması

#### Temel mesajlar

- Kış mevsimini Avrupa'da geçiren birbirinden farklı kuş türlerinin hayatta kalma oranı son birkaç on yıl içerisinde artmıştır.
- Kış sıcaklıklarında yaşanması beklenen artışlar sebebiyle çoğu kuş türünün hayatta kalma oranının daha da artması beklenmektedir.
- Bununla birlikte, hayatta kalma oranındaki bu artışın kuş popülasyonları üzerinde ne tür etkiler yaratacağını öngörmek henüz mümkün değildir.

**Şekil 3.25 Gri balıkçıl ve şahinin hayatta kalması**



**Kaynak:** Frederiksen, 2002.

#### İlgi

Kuşların popülasyon demografisi, hem hayatta kalmaya (yıldan yıla hayatta kalan kuş oranı) hem de üremelerine (yıldan yıla doğan kuş sayısı) dayanmaktadır. Kuş popülasyonlarındaki değişiklikler, biyolojik çeşitliliği ve ekosistem fonksiyonlarını etkileyecektir. Bu konu, AB biyolojik çeşitlilik stratejisi ve AB kuş yönergesinin uygulanması bağlamında önemlidir.

Bu sebeple, hayatta kalma, kuşların popülasyon dinamiklerini belirleyen iki temel unsurdan biridir. Kış aylarını Avrupa'da geçiren çeşitli kuş türleri için kış sıcaklığı ile hayatta kalma arasında bir korelasyon bulunmakta olup bunun sebebinin büyük bir ihtimalle yerlerin buz veya karla kaplı olmadığından kuşların yem bulmalarının daha kolay olmasıdır. Kuş popülasyonları üzerindeki etkiyi

tahmin etmek son derece güçtür çünkü popülasyonların artan hayatta kalma durumu ve iklim değişikliğine adaptasyonu oldukça esnek olup, türler arasındaki ilişkiler de (avcı/av ilişkileri, kaynaklar için rekabet) bu durumdan etkilenenecektir. Bazı türler, bu durumdan karlı çıkıp sayıları artarken, diğerleri olumsuz etkilenebilecektir.

Her ne kadar açık bir korelasyon bulunmuş olsa da, gözlemlenen eğilimdeki belirsizlik oranı büyüktür. Ancak bu konudaki veriler son derece az olup ilişkiler karmaşıktır ve iklim dışı çeşitli faktörler de bu konuda bir rol oynamaktadır.

#### Geçmiş eğilimler

Geçmişte, kış aylarını Avrupa'da geçiren bazı Avrupalı kuş türlerinin hayatta kalma oranı, kış sıcaklığındaki 1 °C'lik artış

karşısında, türlere göre değişmekle beraber, %2 ile %6 arasında artış göstermiştir (bkz. Şekil 3.25) (Frederiksen, 2002). İklim değişikliğine bağlı olarak, özellikle kış aylarındaki sıcaklıklarda meydana gelen artış sebebiyle (bkz. Kısım 3.2.2), bu etki önemli olmuştur. Gri balıkçıl, şahin, karabatak, öter ardıç ve kızıl ardıç açısından kuşların hayatta kalması ile kış sıcaklığı arasındaki korelasyon incelenmiştir.

Daha yüksek hayatta kalma oranı, popülasyon demografisini açıkça etkilemektedir ancak popülasyon dinamiklerini belirleyen diğer faktörler (örneğin üretkenlik) sebebiyle popülasyon büyüklüğü üzerindeki etkisi daha az belirgindir. Kuş biyolojisine ilişkin bazı unsurların (örneğin yumurtlama tarihleri, göç mevsimleri) iklim değişikliğine bağlı olarak çeşitlilik arz ettiği bilinmektedir. Bu faktörlerden bazıları büyük oranda sıcaklığa bağlıdır. .

#### Tahminler (gelecekteki eğilimler)

Kuşların gelecekteki hayatta kalma oranlarını belirlemek için Avrupa'daki bölgelerde beklenen sıcaklık artışına dayanan modeller kullanılmıştır. Bu tahminler, diğer parametrelerin değişmediği varsayımı altında, Şekil 3.25'te sunulan eğilimin devam edeceğini tahmin etmektedir. Türler düzeyinde, bu tahminler hayatta kalma oranının yaratacağı etkinin



Paçalı şahin

**Kaynak:** G. Whitlow.

Kuzey Avrupa'daki popülasyonlar için çok daha belirgin olacağını göstermektedir. Örneğin Birleşik Krallık'taki öter ardıç popülasyonu, değişen kış sıcaklığına Finlandiya'daki popülasyona göre belirgin düzeyde daha az yanıt vermektedir. Ilımlı bir iklim değişikliği senaryosu varsayımına göre (Parry, 2000), 2080 yılı itibarıyla Birleşik Krallık için öngörülen 1.4–1.8 °C'lik sıcaklık artışının öter ardıç cinsinin hayatta kalma oranında yaklaşık %5 düzeyinde bir artışa yol açarken, bu oranın Finlandiya'da %12 düzeyinde olacağı tahmin edilmektedir (1.8 °C'lik sıcaklık artışıyla birlikte).

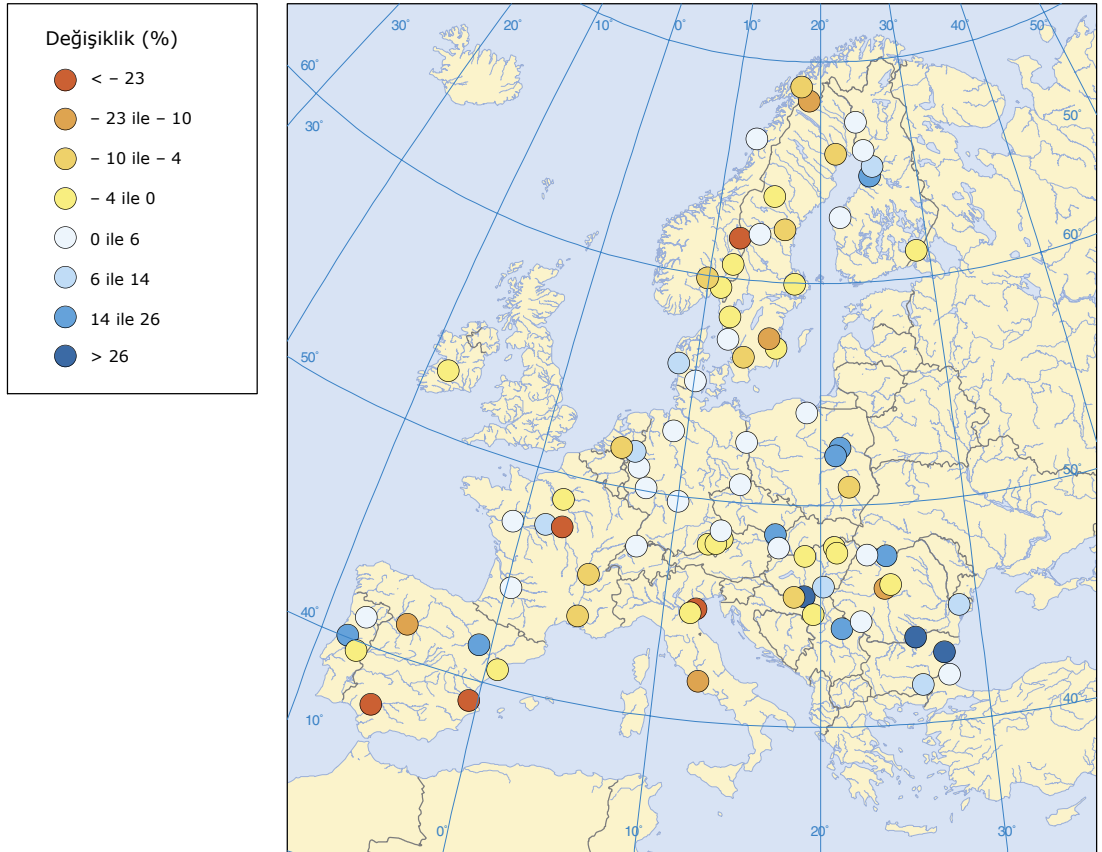
### 3.6 Su

#### 3.6.1 Nehirlerin taşıdıkları yıllık su miktarı

##### Temel mesajlar

- Nehirlerin taşıdıkları yıllık su miktarı geçtiğimiz son birkaç on yılda Avrupa genelinde değişiklik sergilemiştir. Doğu Avrupa'nın da içinde bulunduğu bazı bölgelerde, bu düzey yükselirken Güney Avrupa'nın içerisinde yer aldığı bazı bölgelerde düşüş gözlemlenmiştir. Bu değişikliklerin bir kısmı, yağışlarda gözlemlenen değişikliklere atfedilebilir.
- Yağış rejimleri ve sıcaklıklarda yaşanması beklenen değişikliklerin bir araya gelen etkileri, çoğu yerde, nehirlerin taşıdıkları yıllık su miktarındaki değişiklikleri daha da artıracaktır.
- Yıllık taşınan su miktarının su mevcudiyetiyle ilgili doğuracağı sonuçlarla birlikte, Güney ve Güneydoğu Avrupa'da güçlü bir şekilde azalması, buna karşın Kuzey ve Kuzeydoğu Avrupa'nın neredeyse tamamında artması beklenmektedir.

**Harita 3.11 Yirminci yüzyılda nehirlerin taşıdığı yıllık ortalama su miktarlarında meydana gelen değişiklikler**



**Not:** Gözlemlerin yapıldığı süreler istasyonlar arasında değişmektedir.

**Kaynak:** CEDEX, İspanya, 2003. UNESCO, 1999 temel alınarak.

#### İlgi

Nehirlerin taşıdıkları yıllık su miktarı, yağış veya sıcaklık gibi meteorolojik faktörlere karşı tüm nehir havzasının gösterdiği tepkiyi temsil ettiği için, akış hızlarının

ölçülmesi anlamında iklim değişikliğinin bir göstergesi olarak kullanılabilir.

Nehirlerin taşıdıkları yıllık su miktarı, hem bir nehir havzasında bulunan tatlı su kapasitesine ilişkin bir gösterge hem de

nehirlerin alçak ve yüksek seviyede akış olaylarına ilişkin bir ilk tahmin niteliği taşımaktadır. Nehirlerin taşıdığı yıllık su miktarı arttıkça sel riski de artmaktadır. Nehirlerin taşıdığı yıllık su miktarının düşük seviyede olması, örneğin nehir taşımacılığı olanaklarını etkileyecek şekilde düşük akış olaylarının daha sık görülmesine yol açacaktır.

Avrupa'da nehirlerin taşıdığı su miktarıyla ilgili en önemli politika çerçevesi, su çerçeve yönergesidir. Bu yönergeye göre, her bir AB Üyesi Devletin önemli nehir havzalarındaki su akışı ve hacimlerine ilişkin bir izleme programı oluşturması gerekmektedir. Bu verilerin yardımıyla, nehirlerin gözlemlenen taşıdıkları su miktarları ile iklim verileri arasında ilişki kurulabilir ve böylece iklim değişikliğine bağlı olarak gelecekte oluşabilecek eğilimler hakkında tahminler yapılabilir.

Nehirlerin taşıdıkları yıllık su miktarının ölçülmesindeki belirsizlikler, bu konuda yeterli düzeyde veri bulunduğu ve süreçler tam olarak anlaşıldığı için nispeten düşüktür (Kaspar, 2004). Bununla birlikte, nehir akışı yağış ve sıcaklıktaki değişikliklere dayandığı için, iklim değişikliğinin herhangi bir etkisinin olup olmadığı veya nasıl bir etkiye sahip olduğunu tespit etmek karmaşık bir iştir. Gelecekteki küresel ve özellikle de bölgesel iklim konusunda belirsizlikler bulunduğu için, gelecekteki eğilimleri tahmin etme noktasında önemli ölçüde belirsizlik söz konusudur.

### Geçmiş eğilimler

Nehirlerin taşıdığı yıllık su miktarı, kıtanın değişik iklim ve topografyasını yansıtacak şekilde, Avrupa genelinde değişiklik sergilemektedir. Su seviyeleri, yağış kalıplarını yansıtacak şekilde, Batı Norveç ve Britanya'nın batı kıyısı ile İzlanda'nın güney bölgesindeki çok yüksek seviyeden, İspanya, Sicilya, Ukrayna ve Türkiye'deki bölgelerdeki düşük seviye arasında değişmektedir. Bazı kurak bölgelerde, taşınan suyun hacmi, bir havzanın üst kısımlarındaki yağış tarafından belirlenmektedir. Örneğin Macaristan, sahip olduğu suyun çoğunu, Tuna Nehri vasıtasıyla, ülke sınırlarının



Schaffhausen'de Ren Nehri  
**Kaynak:** www.bigfoto.com, 2004.

dışından almaktadır. Yirminci yüzyıl boyunca, nehirlerin taşıdığı su miktarında gözlemlenen eğilimler, Avrupa genelindeki nehir havzalarında farklı kalıplar sergilemektedir.

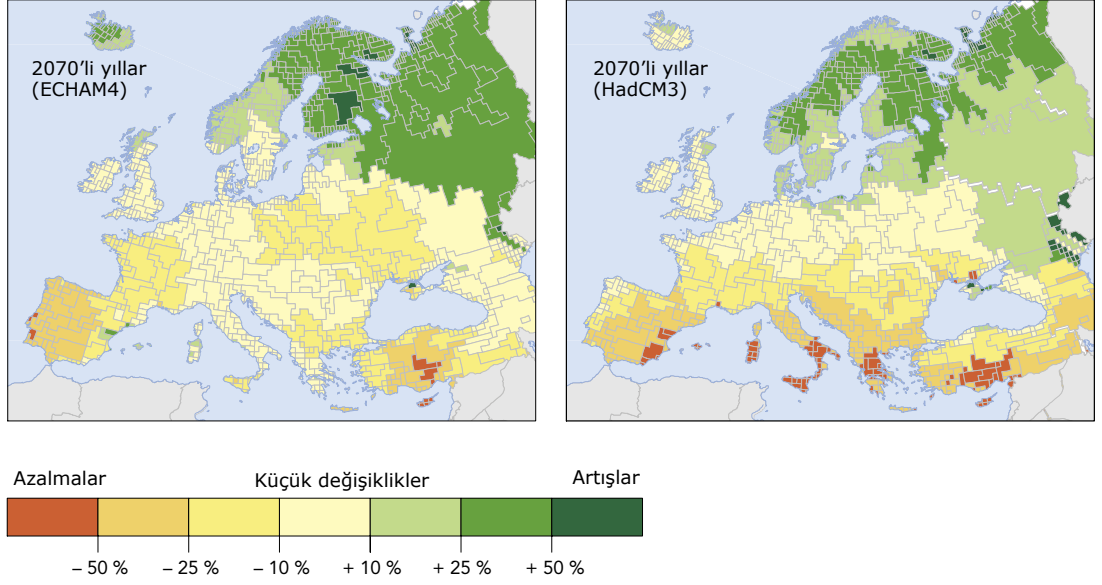
Harita 3.11 Nehirlerin taşıdığı su miktarı, Jucar ve Guadalquivir (ikisi de İspanya'da), Loire (Fransa) ve Adige (İtalya) örneklerinde olduğu gibi, Güney Avrupa havzalarının çoğunda gözle görülür oranda azalmıştır. Buna karşın, Doğu Avrupa'daki nehirlerin taşıdığı su miktarında büyük artışlar yaşanmıştır (örneğin Tuna nehri boyunca). Orta Avrupa'da ise, nehirlerin taşıdığı yıllık su miktarında yalnızca ufak tefek değişiklikler meydana gelmiştir (örneğin Ren nehri). Baltık Denizine boşalan tatlı su miktarı 1920 ila 1990 yılları arasında değişmemiştir (Winsor, 2001).

Nehirlerin taşıdıkları su miktarları, arazi kullanımındaki değişiklikler veya nehirlerin taşımacılık için düzleştirilmesi gibi başka pek çok faktörden de etkilenmekle birlikte, değişikliklerin büyük oranda yağış rejimlerindeki farklılıklardan kaynaklandığı tahmin edilmektedir.

### Tahminler (gelecekteki eğilimler)

Nehirlerin taşıdığı yıllık su miktarındaki değişikliklerin yağış rejimi ve sıcaklıkta meydana gelecek bölgesel/yerel değişikliklerle ilgili olarak, tüm Avrupa çapında önemli ölçüde çeşitlilik arz etmesi beklenmektedir (bkz. Kısım 3.2). 2070 yılı itibarıyla, nehirlerin taşıdığı

**Harita 3.12 2070 yılında Avrupa nehir havzalarındaki yıllık ortalama taşınan su miktarında 2000 yılına kıyasla meydana gelmesi beklenen değişiklik**



**Not:** İki farklı iklim modeli (ECHAM4 ve HadCM3) kullanılmıştır.

**Kaynak:** Lehner *et al.*, 2001.

su miktarının Avrupa'nın güney ve güneydoğusunda %50'ye varan bir azalma, Avrupa'nın kuzey ve kuzeydoğusundaki pek çok bölgede ise %50'ye varan bir artış göstermesi beklenmektedir (Harita 3.12). Bunun sonucunda, su kaynaklarına ilişkin sıkıntının Güney Avrupa'da önemli ölçüde artmaya devam etmesi beklenmektedir.

Nehirlerin taşıdığı yıllık su miktarında gerçekleşmesi tahmin edilen değişiklikler, genellikle yağışlardaki değişikliklerden daha az telaffuz edilmektedir.

Bunun nedeni, yağışların yalnızca kısmen nehrin taşıdığı suya dönüşmesidir (diğer kısım esas olarak buharlaşmaktadır). Ayrıca, doymuş topraklarda meydana gelecek tüm fazladan yağışlar su miktarının artmasına sebep olacaktır. İklim modelleri, yağışlardaki bölgesel değişikliklerle ilgili tahminlerinde büyük farklılıklar sergilemektedir (Harita 3.12). Bu sebeple, nehirlerin taşıdığı yıllık su miktarına ilişkin tahminlerdeki belirsizlik düzeyi yüksektir.



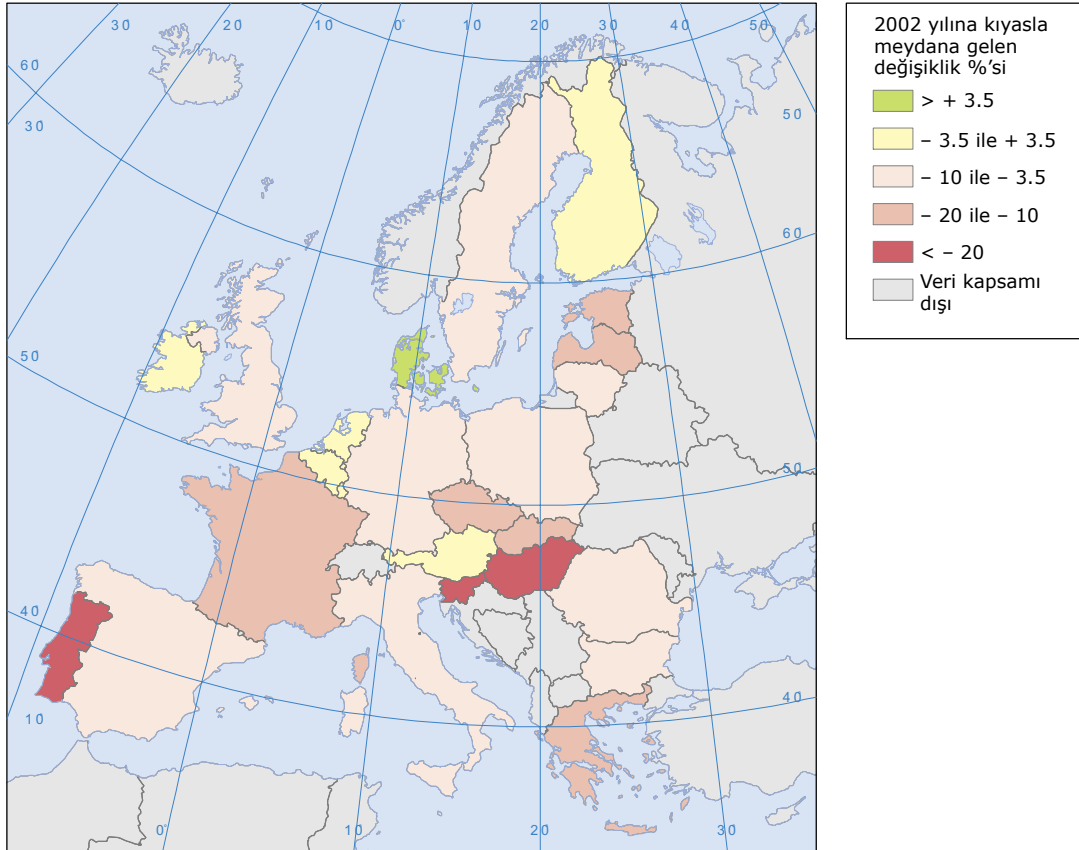
### 3.7 Tarım

#### 3.7.1 Ürün rekoltesi

##### Temel mesajlar

- Bütün ticari tarım ürünlerinin hektar başına düşen rekoltesi, son 40 yıl içerisinde, teknolojik ilerlemeler sayesinde, Avrupa'da sürekli bir artış göstermiş olup iklim değişikliklerinin bu artışta küçük bir etkisi olmuştur.
- Avrupa'nın çoğu yerinde, fakat özellikle Orta ve Kuzey Avrupa'da yapılan tarımın CO<sub>2</sub> konsantrasyonları ve sıcaklıktaki artışlardan potansiyel olarak olumlu anlamda etkilenmesi beklenmektedir.
- Ekim yapılan bölgeler, kuzeye doğru genişleyebilir.
- Güney Avrupa'nın bazı kısımlarındaki tarım faaliyetleri, iklim değişikliğinin su stresinde yaratacağı artış sebebiyle tehdit altına girebilir.
- 2003 yılında yaşanan sıcak hava dalgaları sırasında, çoğu Güney Avrupa ülkesinin rekoltesinde %30'luk azalma yaşanırken, bazı Kuzey Avrupa ülkeleri sıcaklık artışları ve yağmurların azalmasından karlı çıkmışlardır.
- Aşırı hava olaylarının (kuraklık, sel, fırtına, dolu) görülme sıklığı, zararlı böcek ve hastalıklardaki artış sebebiyle, kötü hasatlar çok daha yaygın bir biçimde ortaya çıkabilecektir.

**Harita 3.13 2003 yılı buğday rekoltesi (2002 yılına göre yaşanan değişiklik)**



**Kaynak:** Ortak araştırma merkezi (OAM) MARS projesi (Uzaktan algılama birimiyle tarımın izlenmesi), 2003.

## İlgi

Avrupa, dünyanın en büyük ve en verimli gıda ve lifli besinler üreticisi durumundadır. Avrupa'daki tarım sektörünün GSMH'ye olan katkısı %2.6 olup toplam çalışanların %5'i tarım sektöründe istihdam edilmektedir. Tüm arazilerin %44'ü tarım arazisi olarak kullanılmaktadır (Avrupa Komisyonu, 2002).

İklim, tarım üretimi açısından en önemli doğal faktörlerden biri durumunda olduğu için, tarımın iklim değişikliğine olan duyarlılığı oldukça fazladır. CO<sub>2</sub> konsantrasyonlarının artışı fotosentezi harekete geçirebilir, biyokütle üretimini artırabilir ve etkin su kullanımını güçlendirebilir (Pinter *et al.*, 1996; Kimball *et al.*, 1993). Bu durum, buğday, arpa, çavdar, patates ve pirinç gibi Avrupa'da ekonomik değere sahip olan çoğu tarımsal ürünü etkilemektedir. Mısır gibi diğer ürünler, bu durumdan daha az faydalanmaktadır. Sıcaklık artışlarının farklı düzeyde etkileri olabilir. Bitki üretkenliğini artırabilir, donma yoluyla zarar görme riskini azaltabilirler. Bununla birlikte, sıcak ve kuru koşullar altında, su stresine ve dolayısıyla rekolte düşüşe yol açabilirler. Yağış miktarı ve dağılımındaki değişiklikler, bölgesel koşullara ve eğilime bağlı olarak, tarımı olumlu veya olumsuz şekilde etkileyebilir.

İklim değişikliğinin diğer etkileri şunlardır: aşırı iklim olaylarının (kuraklıklar, seller) sıklığında ve yoğunluğunda meydana gelecek artış sebebiyle kötü ürün rekolte riskinin artması; zararlı böcek ve hastalıklarda iklime bağlı bir artış ve artan CO<sub>2</sub> konsantrasyonları sebebiyle ürün



**Kaynak:** D. Viner, 2004.

kalitesinde bir azalma (protein ve iz element içeriğinin azalması) (IPCC, 2001b).

İklim değişikliğinin ürünlerin büyümesini genel olarak nasıl etkilediği konusunda oldukça fazla bilgi mevcuttur. Diğer yandan, teknik ilerlemeler, politik tedbirler ve AB içerisindeki tarımsal ürün rekoltesi arasındaki karmaşık ilişkiler sebebiyle, iklim değişikliğinin ürün rekoltesinde gözlemlenen eğilime olan katkısına ilişkin yüksek düzeyde belirsizlikler bulunmaktadır.

## Geçmiş eğilimler

Ekonomik değeri olan tüm ürünlerin hektar başına düşen rekoltesi, son 40 yıl içerisinde tüm dünyada artış göstermiştir. Bu eğilim, genel olarak, bitki yetiştirmede, zararlı ve hastalık kontrolünde, gübreleme ve makineleşmede meydana gelen teknolojik başarılarla açıklanabilir. Teknik ilerlemenin yanında, Avrupa'daki tarım büyük oranda Ortak Tarım Politikası (OTP) tarafından belirlenmektedir. Tarım, ayrıca, 1993 yılında gerçekleştirilen ve tarım alanı olarak kullanılan arazide şimdiden bir azalmaya yol açan AB tarım reformundan itibaren uygulanan teşviklerde kesinti ve ayırım politikasından da etkilenmektedir. İklim değişikliğinin bu eğilimlere yönelik etkisi muhtemelen çok küçüktür. İklim değişikliğinin şimdiden gözle görülen olumlu bir etkisi, vejetasyon döneminin daha erken başlaması ve daha uzun sürmesine bağlı olarak, bazı bitkilerin ekim tarihlerinin daha erken başlamasıdır (ayrıca bkz. Kısım 3.5.4).

Geçtiğimiz on yıllar içerisinde, ürün rekolte riski, aşırı iklim olaylarından olumsuz yönde etkilenmişlerdir. Bunlar arasında en dikkate değer olanı, 2003 yılında yaşanan sıcak hava dalgasıdır. Yüksek sıcaklıklarla yağışın az olduğu veya hiç gerçekleşmediği uzun bir dönem sonucunda Avrupa'nın büyük kısmında kuraklıklar yaşanmıştır. Bunun sonucunda tarım ürünlerinin rekoltesinde meydana gelen düşüş, Avrupa'da son 43 yıl içinde, uzun vadeli eğilimden en güçlü negatif sapma olmuştur (FAO, 2004). Aralarında Yunanistan, Portekiz, Fransa, İtalya ve Avusturya'nın bulunduğu çoğu ülkedeki

ürün rekoltelerinde %30'a varan düşüşler yaşanırken, bazı ülkeler (Danimarka, Finlandiya) daha yüksek sıcaklıklar ve yağmurların azalmasından karlı çıkmışlardır (Harita 3.13). AB'nin en fazla ekonomik değere sahip tarımsal ürünlerinin toplam rekoltesinde büyük düşüşler yaşanmıştır. 2003 yılındaki sıcak hava dalgasının sonuçları, özellikle konuyla ilgilidir, çünkü 2003 yılında yaşanan aşırı durum, uzun vadeli gelecekte (2071–2100) iklim ortalamasının ne olabileceğine dair bir örnek teşkil etmektedir (Beniston, 2004).

### Tahminler (gelecekteki eğilimler)

İklim değişikliğinin önümüzdeki on yıllar içerisinde, Avrupa'nın pek çok bölgesinde çoğu ürünün rekoltesini artırması beklenmektedir. Bu etkinin büyüklüğü, halen belirsiz olup iklim senaryosu ile tarımın iklim değişikliğine ne ölçüde adapte olabileceğine bağlıdır. Tahminler, 2050 yılı itibarıyla buğday rekoltesinde %9 ile %35 arası artış öngörmektedir (Hulme *et al.*, 1999). En yüksek rekolte artışlarının, başta Kuzey İspanya, Güney Fransa, İtalya ve Yunanistan olmak üzere Güney Avrupa'da meydana gelmesi beklenmektedir. Ayrıca İskandinavya'da da nispeten yüksek düzeyde (3–4 t/ha) artışlar görülebilir. Avrupa'nın geri kalan kısmında, ürün rekolteleri, bugünkünden 1–3 t/ha daha fazla olabilecektir. Güney Portekiz, Güney İspanya ve Ukrayna gibi, rekoltelerin 3 t/ha kadar azalması beklenen küçük alanlar mevcuttur (Harrison *et al.*, 2003; IPCC, 2001). Bu senaryolardaki kritik öneme sahip bir unsur, su kaynakları ve bölgesel yağış rejimine yönelik tahminlerdeki belirsizliklerdir. 2003 yılındaki sıcak hava dalgasında olduğu gibi (Harita, 3.13),

yağışların eksikliği, iklim değişikliğinin olumlu etkisini (bitkilerin büyümesinin hızlanması) olumsuz bir etkiye (ürün rekoltesinde su stresi sebebiyle azalma olması) dönüştürebilir (Olesen and Bindi, 2002). Bu durum, özellikle Avrupa'nın doğu ve güney kesimlerini (İspanya, Yunanistan) tehdit etmektedir.

Uzun vadede, tarıma elverişli alanların kuzeye doğru kayması beklenmektedir. Örneğin Finlandiya'daki tarımsal alanın her 1C'lik artışta 100–150 km kuzeye doğru genişlemesi söz konusu olabilecektir (Carter and Saarikko, 1996), Avrupa'nın daha kurak olan Akdeniz bölgesindeki tarım alanları terk edilebilecektir. Pek çok bitkinin ekilme dönemi öne alınabilir (örneğin, buğday için 5 ila 25 gün daha önce) (Harrison *et al.*, 2003). Diğer yandan, CO<sub>2</sub> artışından kaynaklanan her doğrudan rekolte artışı, uzamsal dağılım ve zararlı böcek ile hastalıkların yoğunluğundaki değişiklikler sebebiyle ortay çıkan kayıplarla dengelenmektedir (IPCC, 2001).

Çeşitli faktörlerin karmaşık etkileşimi, iklim değişikliğinin gelecekte tarım üzerinde doğurabileceği etkiler konusunda pek çok belirsizlik bulunduğu anlamını taşımaktadır. Bu durum, büyük oranda, tarımın beklenen iklim değişikliklerine ne ölçüde adapte olabileceğine bağlıdır. Tarım, artan nüfus ve fiyatlardaki düşüşler gibi baskılara karşı geçmişte oldukça yüksek düzeyde bir adaptasyon yeteneği sergilemiştir. İklim değişikliği de, gelecekte, toprağın verimliliğini kaybetme hızının artması (Oldeman *et al.*, 1991), su sıkıntısı ve artan nüfusu beslemek için gıda ve lifli besinlere yönelik talepte meydana gelen artış gibi çok sayıda baskıdan biri olacaktır.

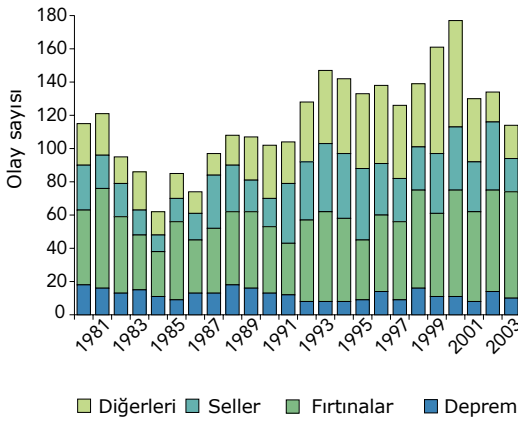
### 3.8 Ekonomi

#### 3.8.1 Ekonomik kayıplar

##### Temel mesajlar

- Avrupa'da, 1980 yılından beri yaşanan felaket olaylarının %64'ünden doğrudan aşırı hava ve iklim koşulları sorumludur. Bu durumlar; seller, fırtınalar ve kuraklık/sıcak hava dalgalarıdır. Felaket olaylarının sebep olduğu ekonomik kayıpların %79'u, bu hava ve iklim değişiklikleriyle ilgili olaylardan kaynaklanmaktadır.
- Hava ve iklim koşullarıyla ilgili olaylar sebebiyle ortaya çıkan ekonomik kayıplar, son 20 yılda yıllık ortalama 5 milyar ABD Dolarından az bir miktarda yaklaşık 11 milyar ABD Doları olmak üzere önemli ölçüde artış göstermiştir. Bunun sebebi, refah artışı ve olayların daha sık görülmesidir. Bu dönemde görülen en büyük beş ekonomik kaybın dördü 1997 yılından sonra ortaya çıkmıştır.
- Avrupa'da hava ve iklim koşullarından kaynaklanan ve felaket getiren olayların yıllık ortalama sayısı, 1990'lı yıllarda, bir önceki on yılla karşılaştırıldığında ikiye katlanmış, bunun yanında depremler gibi iklime bağlı olmayan felaketlerin sayısı aynı kalmıştır.
- İklim değişikliği tahminleri, aşırı hava olaylarının artacağını ortaya koymaktadır. Bu yüzden, yaşanacak zararın da artması muhtemeldir.

**Şekil 3.26** Avrupa'daki hava durumu ve iklime bağlı felaketler

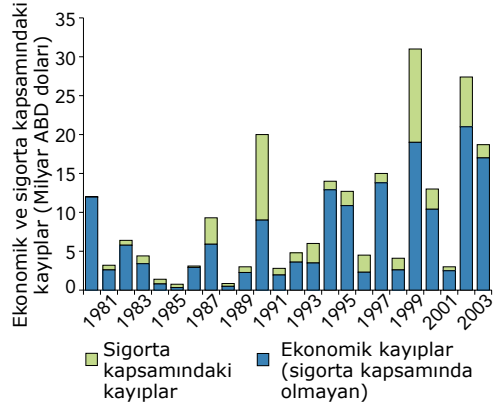


**Kaynak:** NatCat Service, Munich Re, 2004.

#### İlgi

Finans sektöründen elde edilen bilgilere dayanan, aşırı hava durumu ve iklimsel olaylar sebebiyle meydana gelen ekonomik kayıplar, iklim değişikliğinin sosyo-ekonomik etkilerine ilişkin nitel bir gösterge sunmaktadır. İklim değişikliğine bağlı olarak fırtına, sel ve kuraklıkların sıklığında ve yoğunluğunda meydana gelen değişiklikler, tazminat ödemelerinin tutarı bağlamında, içerisinde sigortacılığın da bulunduğu finans sektörünü etkilemektedir. Ayrıca, bu gösterge, hangi sektörlerin

**Şekil 3.27** Avrupa'daki hava durumu ve iklime bağlı felaketler sebebiyle oluşan ekonomik ve sigorta kapsamındaki kayıplar



**Kaynak:** NatCat Service, Munich Re, 2004.

(örneğin, tarım, ormancılık, altyapı, sanayi veya özel konutlar) bu zarardan en çok etkilendiğinin belirlenmesine de yardımcı olabilir.

Ekonomik kayıplarda gözlemlenen artışların bir kısmı, nüfus artışı, refah artışı, nehir havzalarının yönetiminde meydana gelen değişiklikler ve çarpık kentleşme gibi sosyo-ekonomik eğilimler sebebiyle oluşmaktadır. Ayrıca, fırtına, yağış, sel ve kuraklık olaylarında yaşanan değişiklikler başta olmak üzere, iklimsel faktörler de giderek daha büyük bir rol oynamaktadır.

Ekonomik kayıpların sebebinin kesin biçimde bu iki nedensel faktörden birine bağlanması karmaşık bir durum arz etmekte olup bölgeler arasında ve olayın türüne göre farklıklar da söz konusudur.

Doğal felaket olaylarının sayısı ve bunların Avrupa'da doğurduğu hasara ilişkin veriler konusunda, verilerin kapsamı zamanla değiştiği için çeşitli belirsizlikler bulunmaktadır. Hasar tahminine ilişkin belirsizliklerin bir diğer sebebi de sigortalanmamış ve dolayısıyla tazmin edilmeyen hasar oranının net olarak bilinmeyiştir.

### Geçmiş eğilimler

Avrupa'da, 1980 yılından itibaren görülen doğal felaketlerin %64'ünün sebebi olarak doğrudan aşırı iklim ve hava olayları (sel, fırtına ve kuraklık/aşırı sıcak günler) gösterilebilirken %25'inin ise yine aşırı iklim ve hava olaylarının neden olduğu toprak kaymaları ve çığdan kaynaklandığı söylenebilir. Ekonomik kayıpların %79'u ile can kayıplarının %82'sine aşırı iklim ve hava olaylarının yol açtığı doğal felaketler sebep olmaktadır (Wirtz, 2004). Avrupa'daki hava ve iklim koşullarından kaynaklanan ve felaket getiren olayların yıllık ortalama sayısı, 1990'lı yıllarda, bir önceki on yılla karşılaştırıldığında ikiye katlanmış, bunun yanında depremler gibi iklime bağlı olmayan felaketlerin sayısı aynı kalmıştır (Şekil 3.26).

Avrupa'daki bu eğilim, küresel eğilimle benzeşmektedir. Doğal felaketlerin neden olduğu küresel boyuttaki yıllık ekonomik kayıplar 1950'lerde 4 milyar ABD doları iken bu miktar 1990'larda yıllık 40 milyar ABD dolarına yükselmiştir. Bu kayıpların sigorta tarafından tazmin edilen kısmı, aynı dönemde, dikkate almaya değmeyecek bir miktardan yıllık 9.2 milyar ABD dolarına yükselmiş olup sigortalanmayan oranın büyük bir kısmı sanayileşmiş ülkelerde ortaya çıkmıştır. 1985 ila 1999 yılları arasında, hava ve iklim koşullarından kaynaklanan küresel ekonomik kayıplar, sigorta primleriyle ilgili olarak bire üç oranında artış göstermiştir (IPCC, 2001a). Bu durum, sigortacılık sektörünün iklim değişikliğinden zarar görme olasılığının arttığına ilişkin çok açık



**Kaynak:** Jean-Paul Pelissier, Reuters, 2003.

bir göstergedir. Avrupa'da hava ve iklim koşullarıyla ilgili olaylar sebebiyle ortaya çıkan ekonomik kayıplar, son 20 yılda yıllık ortalama 5 milyar ABD dolarından az bir miktardan yaklaşık 11 milyar ABD dolarına olmak üzere gözle görülür ölçüde büyük artış göstermiştir. Bu dönemde, en yüksek oranda ekonomik kaybın meydana geldiği beş yılın dördü, 1997 yılından sonra ortaya çıkmıştır. Kayıpların sigortalanmayan miktarı genel olarak artmakla birlikte bu artış yıllara göre değişmektedir (Şekil 3.27).

Özellikle felaket getiren bir olay, Ağustos 2002'de Orta Avrupa'da görülen son derece ciddi boyuttaki sel felaketi olmuştur. Avusturya, Çek Cumhuriyeti, Almanya, Slovakya ve Macaristan yaklaşık 17.3 milyar ABD doları civarında bir ekonomik kayba uğramış ve bunun yaklaşık 4.1 milyar ABD doları sigorta sektörü tarafından ödenmiştir (AÇA, 2004).

### Tahminler (gelecekteki eğilimler)

Gelecekte iklim değişikliğinin tahmini etkileri arasında fırtına, sel ve kuraklık gibi felaket olaylarının sıklığı ve yoğunluğunda bir artış ile uzamsal dağılımında bir kaymanın meydana gelmesi yer almaktadır. Olası hasarlar, sigortacılık sektörünün zarar görme olasılığını artıracak şekilde, yüksek düzeyde ekonomik kayıpların ortaya çıkma riskini artıracaktır. 'Düşük olasılık — yüksek etki' içeren olaylar veya çok sayıda müteakip olaylar finansal hizmetler



**Kaynak:** Jean-Paul Pelissier, Reuters, 2003.

sektörünün bazı bölümlerini ciddi şekilde etkileyebilecekken, finans sektörünün bir bütün olarak gelecekte ortaya çıkacak iklim

değişikliğinin etkileriyle başa çıkabilmesi beklenmektedir. Şirketlerin büyüklüklerinin, çeşitlerinin ve sigortacılığın diğer finansal hizmetlerle entegrasyonunun artması ve risklerin aktarılması için kullanılan araçların daha da geliştirilmesi yönündeki eğilimler, potansiyel olarak bu sağlamliğa katkıda bulunmaktadır. Yine de, hava ve iklimle ilgili felaketler sonucunda ödenen tazminatlardaki artışa bağlı olarak, mal/kaza sigortası ve reasürans segmentlerini daha büyük riskler beklemektedir. Küçük, uzmanlaşmış veya çeşitlendirmeye gitmeyen şirketler, iflas riskini bile taşımaktadırlar. Kredi sağlayıcısı durumundaki bankacılık sektörü, bazı koşullar altında ve bazı bölgelerde iklim değişikliğinden zarar görebilir. Bununla birlikte çoğu durumda bankacılık sektörü, sahip olduğu riski, çoğunlukla borç ürünleri satın alan sigorta şirketlerine geri aktarmaktadır (IPCC, 2001).

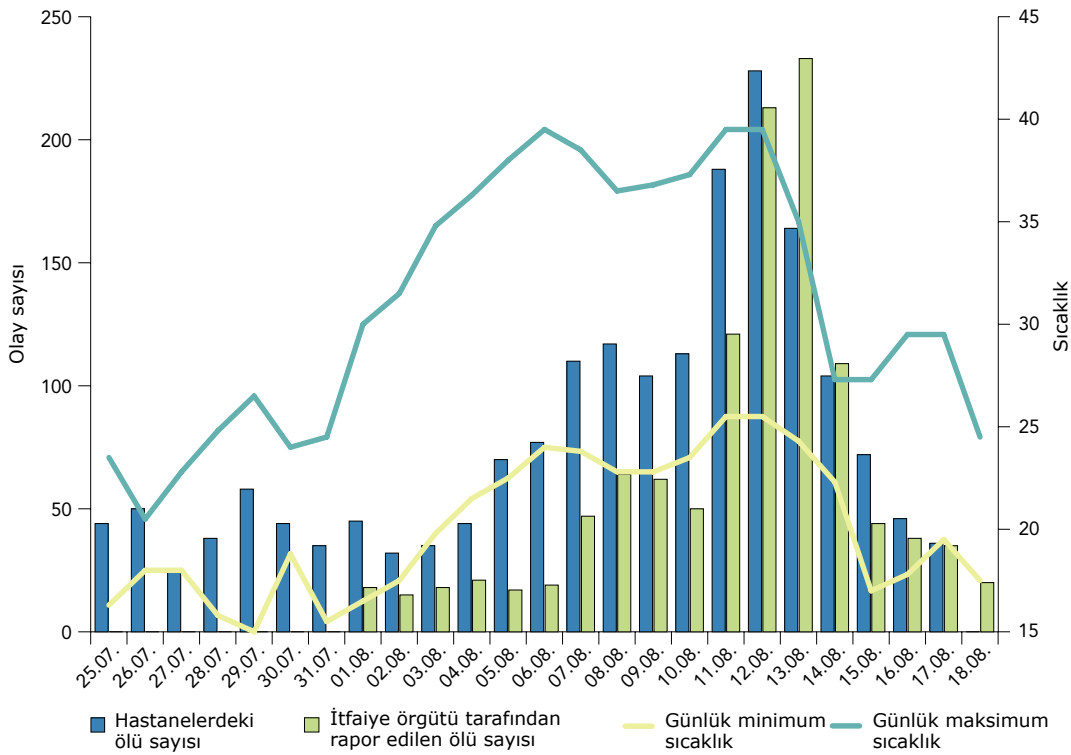
### 3.9 İnsan sağlığı

#### 3.9.1 Sıcak hava dalgaları

##### Temel mesajlar

- 2003 yılı yaz mevsiminde, Batı ve Güney Avrupa'da, özellikle yaşlılar arasında meydana gelen 20 000'in üzerindeki aşırı ölümlerin sorumlusu sıcaklardır.
- Sıcak hava dalgalarının yirmi birinci yüzyılda daha sık ve daha yoğun bir şekilde ortaya çıkması ve bu sebeple sıcağa bağlı aşırı ölümlerin gelecekte de artması beklenmektedir. Diğer yandan, kış sürelerinin azalmasının da kış aylarında yaşanan aşırı ölümlerin sayısını azaltması beklenmektedir.

**Şekil 3.28** 2003 yılı yaz mevsimindeki sıcak hava dalgası sırasında, Paris'te rapor edilen ölü sayısı ile maksimum ve minimum sıcaklıklar



**Notlar:** Rapor edilen ölümler (sol eksen de bulunan çubuklar), sıcaklık (çizgiler, sağ eksen).  
**Kaynak:** IVS, 2003.

#### İlgi

Yapılan çalışmalar (Curriero *et al.*, 2002; Jendritzky *et al.*, 2000; Martens, 1997) yüksek ve düşük sıcaklıkların sağlık ve sıhhati etkilediğini göstermiştir. Yüksek sıcaklıklar, güneş çarpması, sıcağa maruz kalma sonucu doğan bitkinlik, senkop, kızarıklıklar, yorgunluk ve kramplara sebep olabilir (WHO, 2004). Sıcak hava dalgalarının olduğu dönemlerde, ılıman iklim olan ülkelerde, özellikle kardiyovasküler veya

solunum sistemi rahatsızlıkları nedeniyle ölenlerin sayısında bir artış görülmektedir (Faunt *et al.*, 1995; Sartor *et al.*, 1995). Çok yaşlı ve zayıf kişiler, sıcaklıkla ilgili hastalıklara karşı en korunmasız durumda olanlardır. Sıcak hava dalgaları, özellikle ozon gibi hava kirliliğiyle birlikte tehlikeli olmaktadır (WHO, 2001). Özellikle sıcak hava dalgaları sırasında meydana gelen aşırı yüksek sıcaklıklar, ölüm miktarında kısa dönemli bir artışa sebep olabilir (WHO, 2003b).



**Kaynak:** Waltraud Grubitzsch, dpa, 2003.

Mevcut sağlık ve sosyal yardım sistemlerinin sıcak hava dalgalarıyla başa çıkması güç olabilir. Olumsuz etkileri azaltmak için acil durum yönetiminin daha iyi hale getirilmesi gerekmektedir. Sıcak hava dalgalarının sağlık üzerindeki etkilerine ilişkin veriler, genellikle sağlık yetkilileri ve kurtarma hizmetleri tarafından elde edilmektedir. Bu konudaki belirsizlikler, nispeten düşük olup, ölümlerin ölüm nedenlerine katkıda bulunan diğer faktörler yüzünden doğrudan sıcak hava dalgalarına bağlanamamasından kaynaklanmaktadır. Son birkaç yılın aynı döneminde meydana gelen ortalama ölüm sayısı ile tüm yıl için elde edilen verilerin istatistik analiziyle yapılan karşılaştırma belirsizlik oranını azaltabilir.

### Geçmiş eğilimler

Avrupa kıtası, geçtiğimiz birkaç on yıl içerisinde daha önce benzeri görülmemiş bir ısınma oranıyla karşı karşıya kalmıştır (bkz. Kısım 3.2.2). Avrupa şehirlerindeki genel ölüm oranı, yaz aylarındaki sıcaklık artışıyla birlikte yükselmektedir (Katsouyanni *et al.*, 1993; Kunst *et al.*, 1993; Jendritzky *et al.*, 1997). Aşırı düzeyde yüksek sıcaklıkların (sıcak hava dalgaları) görüldüğü dönemlerin sağlık üzerinde önemli etkileri vardır. 1976 yılı Temmuz ayında ve 1995 yılı Temmuz-Ağustos aylarında meydana gelen sıcak hava dalgaları, Londra kent merkezindeki ölümleri %15 oranında artırmıştır (McMichael and Kovats, 1998; Rooney *et al.*, 1998). 1987 yılında Atina'da görülen önemli bir sıcak hava dalgası beraberinde 2 000 ekstra ölüm vakasını getirmiştir (Katsouyanni *et al.*, 1988, 1993).

2003 yılı yaz mevsimindeki sıcak hava dalgası, özellikle Fransa, İtalya, İspanya, Portekiz ve diğer ülkelerdeki yaşlı insanlar olmak üzere tahmini olarak 20 000 kişinin ölümüne sebep olmuştur. 1 ile 20 Ağustos 2003 tarihleri arasında meydana gelen 14 000 ekstra ölüm vakasının %80'i, 75 yaşın üzerindeki insanlar arasında gözlemlenmiştir (Empereur-Bissonet, 2004). Yüksek düzeydeki gece sıcaklıkları (25 °C'nin üzerindeki), özellikle insan sağlığı üzerinde olumsuz etkilere sahiptir (Şekil 3.28). 2003 yılındaki sıcak hava dalgası, pek çok ülkenin bu tür olaylar için yeterince hazırlıklı olmadığını ve bu konuda önleyici eylemde bulunmaya ve gelişmelerin izlenmesine ihtiyaç duyulduğunu göstermiştir.

### Tahminler (gelecekteki eğilimler)

İklim modelleri, sıcak hava dalgalarının sıklığı ve yoğunluğunun daha da artacağını öngördüğünden, sıcak hava dalgalarının günümüzdeki etkileri, gelecekte bizi neyin beklediği konusunda fikir sahibi olmamızı sağlamaktadır (bkz. Kısım 3.2.4). Ortalama sıcaklıklardaki ufak değişiklikler bile sıcak hava dalgalarının sıklığını önemli ölçüde artırabilir (IPCC, 2001a, b). İklim değişikliği sebebiyle, yaz aylarında meydana gelen yıllık ekstra ölümlerin 2050 yılı itibarıyla birkaç kat artması beklenmektedir (WHO, 2003). Potansiyel olarak, ılıman iklim bölgelerinde, soğuk sürelerin azalmasından ötürü kış aylarındaki (ekstra) ölümlerde meydana gelecek azalma, yaz aylarında meydana gelen ölümlerdeki artışı sayısal olarak geçebilir. Bununla birlikte, uygun verilerin bulunmayışı sebebiyle, yıllık (ekstra) ölümler üzerindeki net etkiyi tahmin etmek, bugün için imkansızdır (WHO, 2003b).

Gelecekte görülecek etkilere yönelik tahminlerde, nüfusun iklimde meydana gelecek değişikliklere adaptasyon sağlayıp sağlayamayacağı göz önünde bulundurulmalıdır (Campbell-Lendrum, 2003). Değişen iklim koşullarına uyum sağlanmadığı takdirde (psikolojik, altyapısal ve davranışsal olarak) insan sağlığı üzerindeki etkiler çok ciddi boyutlara ulaşabilecektir (WHO, 2003b).

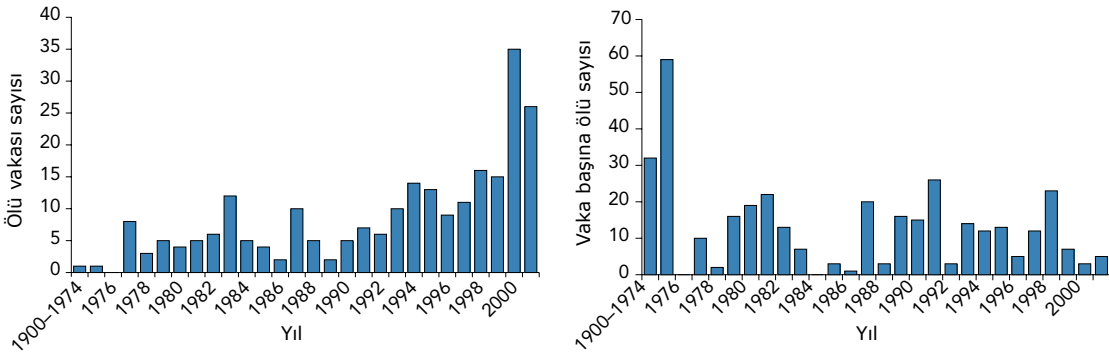


### 3.9.2 Seller

#### Temel mesajlar

- 1975 ve 2001 yılları arasında, Avrupa'da 238 adet sel vakası kaydedilmiştir. Bu dönem boyunca, yıllık sel vakası sayısı çok açık bir şekilde artmıştır.
- İnsan sağlığına ilişkin olumsuz fiziksel ve psikolojik sonuçlarla birlikte, sel felaketlerinden etkilenen insan sayısı belirgin bir şekilde artmıştır.
- Muhtemelen gelişmiş uyarı ve kurtarma önlemleri sayesinde, sel felaketi başına düşen ölü sayısında önemli ölçüde azalma kaydedilmiştir.
- İklim değişikliğinin en yüksek ölüm riski taşıyan sel baskınları başta olmak üzere Avrupa'daki aşırı sel vakalarının sıklığının artması beklenmektedir.

**Şekil 3.29 Sel vakası sayısı (solda), sel vakası başına düşen ölü sayısı (sağda)**



**Not:** Sel vakalarına, Avrupa'daki sel baskınları, nehir taşmaları ve fırtına sebebiyle meydana gelen dev dalgalar girmektedir (1976-2001).

**Kaynak:** WHO, 2003a.

#### İlgi

Aşırı yağışların yoğunluğunda gözlenen artışla birlikte iklim değişikliğinin Avrupa'daki bazı bölgelerde aşırı sellerde daha sık yol açacağı tahmin edilmektedir. Özellikle de, sel baskınlarının artmasının can kaybı riskini yükseltmesi beklenmektedir. Bununla birlikte, sellerin ve insan sağlığı üzerindeki etkilerinin tamamının sorumlusu iklim değişikliği değildir.

2002 yılının Ağustos ayında Avusturya, Çek Cumhuriyeti, Almanya, Macaristan ve Rusya Federasyonu'nda meydana gelen ve 100'ün üzerinde kişinin öldüğü ciddi sellerin etkisi, gelecekte sellerin görülme riskinin de artmasıyla birlikte sel konusunun insan sağlığına yönelik taşıdığı riskin altını çizmektedir (WHO, 2003a; AÇA, 2004).

İnsan sağlığı üzerindeki olumsuz etkiler, son derece karmaşık ve geniş kapsamlıdır. Doğrudan sellerin sebep olduğu ölüm sayısı, sellerin hayatı tehdit edici özelliğiyle yakından ilgilidir. Çoğu durumda önceden belirti göstermeksizin ortaya çıkan ve aşırı yağışların ardından bastıran ani sellerde meydana gelen can kaybı yüksek olmaktadır. Nehir taşmaları veya fırtına sebebiyle meydana gelen dev dalgalar, günlerce önceden öngörülebildiği için, bu tür olaylardaki can kaybı oranı nispeten daha düşüktür. Yaralanmalar, bu olaylar sırasında meydana gelebilmekle birlikte bölge sakinleri hasarı ve enkazı temizlemek için evlerine döndüklerinde yani sel felaketinden sonra daha sık olarak görülmektedir.

Sağlık üzerindeki dolaylı etkiler, ana altyapının zarar görmesinden ötürü tıbbi



**Kaynak:** Lutz Hennig, 2002.

yardıma eksikliği yaşanması sebebiyle meydana gelenleri de içermektedir.

Gastrointestinal, dermatitis ve böcek veya organizmalar yoluyla bulaşan bazı ender vakalar gibi hastalıklarda artışlar meydana gelmiştir. Bu hastalıkların çoğu sağlık hizmetlerinin azalması veya evsiz kalan insanların sayısının artması sebebiyle ortaya çıkmaktadır. Buna ek olarak, yeraltı boru hatlarının çatlaması, depolama tanklarının yerlerinden oynaması, toksik atık sahalarının taşması veya yer seviyesinde muhafaza edilen kimyasal maddelerin serbest kalması zehirlenmelere yol açabilmektedir. Sellerin tek başına sebep olduğu travmanın yanında, coğrafi olarak yer değiştirme, evlerin veya sahip olunan eşyaların zarar görmesi ve genellikle sigortasız olma durumu sebebiyle pek çok psikolojik sağlık sorunu da ortaya çıkmaktadır.

Seller sebebiyle meydana gelen ölüm ve yaralanmalara ilişkin verilerde nispeten yüksek oranda bir belirsizlik bulunmaktadır. Bunun nedeni, yaralanmalar konusundaki bilgilerin eksik oluşu (genellikle ölü sayısı bildirilmektedir) ve örneğin hastane tahliyesi sırasında meydana gelen ölümler gibi dolaylı etkilerden kaynaklanan bilinmeyen ölüm sebepleridir.

### Geçmiş eğilimler

Seller, Avrupa'da meydana gelen en yaygın doğal felaketlerdir. Avrupa'da görülen

toplam sel vakalarının sayısında 1974 yılından beri artış yaşanırken, büyük olasılıkla, gelişen uyarı ve kurtarma sistemleri sayesinde, sel felaketi başına kaydedilen ölü sayısında azalma meydana gelmiştir (Şekil 3.29). Uluslararası Afet Veri Havuzu'na 1975 ile 2001 yılları arasında Avrupa'da 238 sel kaydedilmiştir. Geçtiğimiz on yılda yaşanan sel felaketlerinde, 1 940 kişi hayatını kaybederken 417 000 kişi evsiz kalmıştır.

Ocak-Aralık 2002 tarihleri arasında Avusturya, Çek Cumhuriyeti, Almanya, Macaristan ve Rusya Federasyonu gibi Avrupa ülkelerinde 15 büyük çaplı sel felaketi meydana gelmiştir. Bu sel felaketlerinde yaklaşık olarak 250 kişi hayatını kaybetmiş ve bir milyon kişi de olumsuz etkilenmiştir (WHO, 2003b).

### Tahminler (gelecekteki eğilimler)

Sel felaketlerinin sıklık ve yoğunluğu, gelecekte yağış rejimleri ve nehirlerin taşıdığı su miktarında yaşanacak değişikliklerle yakından ilgili olacaktır (bkz. Kısım 3.2 ve 3.5). Bu değişiklikler içerisinde, Batı ve Kuzey Avrupa'da görülecek yağış miktarındaki yaygın artışlar, Doğu ve Güney Avrupa'daki azalmalar ve ayrıca kış ve yaz mevsimleri arasında gözle görülür zıtlıklar yer almaktadır. Özellikle kış aylarında, yoğun yağışların meydana geldiği dönemlerin sıklığının ve bunun sonucu olarak da sel riskinin artacağı tahmin edilmektedir. Buna ek olarak, kış aylarındaki yağışlar, sıcaklıkların artmasının bir sonucu olarak daha çok yağmur şeklinde ortaya çıkacaktır. Bu da, ani su taşması ve dolayısıyla daha büyük sel riskine yol açacaktır (IPCC, 2001b).

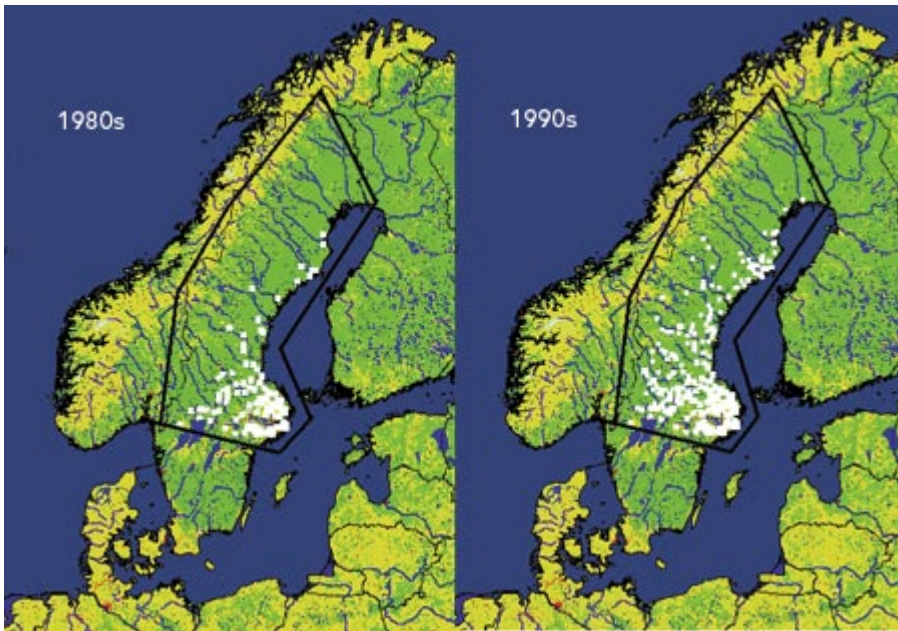
Gelecekte oluşacak sellerin insan sağlığı üzerinde doğuracağı etki, büyük oranda uyarı ve kurtarma tedbirlerinde meydana gelecek yeni gelişmeler tarafından belirlenecektir.

### 3.9.3 Kene ile geçen hastalıklar

#### Temel mesajlar

- Kene ile geçen ensefalit vakaları, 1980 ile 1995 yılları arasında, Baltık bölgesinde ve Orta Avrupa'da artmış olup hala yüksek bir seviyededir. Keneler, kene ile geçen ensefalitler (TBE) ve Lyme hastalığı (Avrupa'da Lyme borreliosis olarak adlandırılır) gibi çeşitli hastalıklar taşıyabilirler.
- Avrupa'da yıllık olarak rapor edilen 85 000 Lyme borreliosis vakasından kaç tanesinin son birkaç on yılda meydana gelen sıcaklık artışları sebebiyle oluştuğu açık değildir.

**Harita 3.14 İsveç'in orta ve kuzey bölgelerinde görülen kene yaygınlığı (beyaz noktalar)**



**Not:** Beyaz noktalar, aynı bölgede (siyah hat) 1980'lerin başıyla 1990'lı yılların ortası arasındaki yaygınlık oranını karşılaştırmalı olarak göstermektedir.

**Kaynak:** Lindgren *et al.*, 2000.

#### İlgi

Keneler, kene ile geçen ensefalitler (TBE) ve Lyme hastalığının (*Lyme borreliosis*) dahil olduğu çeşitli hastalıkları taşıyabilirler. Bu hastalıklar genellikle ölümcül değildir ancak sağlık üzerinde ciddi etkilerde bulunabilirler. Kısa süre öncesine kadar, TBE bazı ülkelere özgü yerel bir sağlık problemi olarak görülüyordu. Günümüzde ise, önemi artan ve Avrupa ve Asya'nın çoğu bölgesinde epidemik oranlara ulaşan bulaşıcı bir hastalık durumundadır.

Kenelerin, yıl boyunca hayatta kalmaları, kuluçka süreleri ve larvadan kurtçuk ve en son olarak yetişkin haline doğru gelişim

evreleri, ekolojik ve iklimsel koşullara bağlıdır.

Rakımsal limitleri, Güney Avrupa'da 2 000 metreye kadar ulaşırken, İtalya Alplerinde 1 300 metre ve Orta Avrupa'nın dağlık bölgelerinde 700 metredir. Sıcaklık ve nem açısından keneler için elverişli olan mevsim başına düşen gün sayısı, sayıca bolluklarını doğrudan etkilemektedir. İklim, yaşadıkları habitat ve kenenin beslendiği hayvanların varlığı üzerinde sahip olduğu etki yoluyla kenelerin çoğalması ve yaşamasını dolaylı olarak etkiler. Bu sebeple, kenelerin ve kene yoluyla geçen hastalıkların dağılımında meydana gelen değişiklikler, iklim koşullarındaki değişikliklere işaret edebilir.

Kene yoluyla bulaşan hastalıklar, yüksek sağlık bakımı ve tedavi masraflarına, işgücü kaybı dolayısıyla oluşacak ekonomik zararlara ve turistik yerlere ilişkin olumsuz algılamaya yol açabilir. Halk sağlığı enstitüleri, kenelerin varlığını genel olarak izlemektedir. Bu konudaki belirsizlikler nispeten düşük olup genel olarak, kenelerin sayısının artmasını belirleyen faktörler konusundaki bilgilerin eksik olmasından kaynaklanmaktadır.

### Geçmiş eğilimler

Batlık ülkeleri (İsveç, Finlandiya, Polonya, Letonya, Estonya ve Litvanya) ile Orta Avrupa ülkelerinde (İsviçre, Almanya, Çek Cumhuriyeti ve Slovakya) görülen, yıl başına düşen kene yoluyla bulaşan hastalık vakalarında, 1980'li yıllardan bu yana bir artış olduğu gözlemlenmiştir.

Keneler, İsveç'te, 1980 ile 1995 yılları arasında kuzeydeki dağılımlarını yoğun şekilde genişletmişlerdir (Harita 3.14) (Jaenson *et al.*, 1994; Lindgren *et al.*, 2000). Bu dönem boyunca, yeni kene popülasyonlarının olduğu kuzey bölgeleri, daha yumuşak bir kış ve daha uzun bir yaz mevsimi yaşamışlardır. Çek Cumhuriyetinde 1982–2002 yılları arasında, kalıcı kene popülasyonunun üst sınırından, yani 700 m'den 1 100 metreye kaydığı da görülmüştür (Daniel and Kriz, 2002). Bu yıllar boyunca, Çek Cumhuriyeti'ndeki



**Kaynak:** www.pixelquelle.de.



**Kaynak:** A.R. Walker, Edinburgh Üniversitesi

ortalama yıllık sıcaklıkta, 0.3 °C'lik bir artış meydana gelmiştir.

Kış aylarının daha ılık geçmesi, ilkbahar mevsiminin daha erken gelmesi ve sonbaharların uzaması sebebiyle (Lindgren *et al.*, 2000), aynı dönemde, İsveç'in iç kesimlerindeki endemik bölgelerde (kenelerin kalıcı olarak yaşadığı yerler) bulunan kene popülasyonunun yoğunluğu artış göstermiştir (Tälleklint and Jaenson, 1998). Hem keneler hem de kenelerin beslendiği hayvanlar açısından kış aylarında hayatta kalma şansı ile vejetasyon mevsiminin uzunluğu da artmıştır. Bu kenelerin beslendiği hayvanların daha kolay besin bulmaları ve keneler açısından etkinlik süresinin uzaması anlamına gelmektedir.

Bununla birlikte, Avrupa'da yıllık olarak rapor edilen 85 000 *Lyme borreliosis* vakasından kaç tanesinin son birkaç on yılda meydana gelen sıcaklık artışları sebebiyle oluştuğu henüz açıklığa kavuşmamıştır.

### Tahminler (gelecekteki eğilimler)

Avrupa'daki sıcaklıklarda meydana geleceği tahmin edilen artışın kenelerin coğrafi yayılımlarını artıracığı ve günümüzde kene bulunmayan bölgelerin keneler tarafından istila edilmesine sebep olacağı öngörülmektedir. İklim değişikliğiyle kenelerin, kene etkinliğinin ve hastalık bulaştırma hızlarının artışı arasındaki nedensel ilişki konusundaki bilgi eksikliği sebebiyle gelecekte oluşabilecek eğilimler konusunda tahminlerde bulunmak mümkün değildir.

## 4 Adaptasyon

### 4.1 Adaptasyon ihtiyacı

Toplum, sera gazları emisyonlarını önümüzdeki on yıllarda büyük oranda azaltsa bile, iklim sisteminin gelecek yüzyıllarda değişmeye devam etmesi beklenmektedir. İnsanların sebep olduğu iklim değişikliği, çevre, insan sağlığı ve toplumun çeşitli kesimleri üzerinde önemli etkiler doğurmuştur ve bu etkilerin devam etmesi beklenmektedir. Bu sebeple, toplumun hafifletici tedbirler almasına ek olarak, iklim değişikliğinin kaçınılmaz boyuttaki bazı sonuçlarına hazırlıklı olması ve bunlara uyum göstermesi gerekmektedir.

Çevre, toplum ve ekonomilerin ciddi boyutta zarar görmesini önlemek veya zararı sınırlandırmak ve değişen iklim koşullarında bile sürdürülebilir kalkınmayı sağlamak ve etkilenen sistemler için Avrupa, ulusal, bölgesel ve yerel düzeylerde adaptasyon stratejilerinin geliştirilmesi gerekmektedir.

Adaptasyon için, iklim değişikliğinden etkilenen veya etkilenecek olan her türlü politik, iş veya hizmet çevresinden tarafların katılımı gerekmektedir. Tarafların katılım sürecinin adaptasyon stratejileri ve müteakip eylemlerin uygulanmasının masraflı olduğu ve herhangi bir eylemde bulunmamanın daha ucuz bir alternatif olduğu şeklindeki yanlış kanılarla mücadele etmesi gerekmektedir.

İklim değişikliğine adaptasyonun neden gerekli olduğu ve neden mümkün olan en kısa sürede planlamaya başlanması gerektiğine ilişkin beş temel sebep bulunmaktadır:

- (i) Önceden alınan ve tedbir mahiyeti bulunan adaptasyon önlemleri, zorunda kalınan ve son dakikada kararlaştırılan, acil durum karşısında uygulanan adaptasyon veya uyum stratejilerine göre çok daha verimli olup daha az masraflıdır.
- (ii) iklim değişikliği günümüzde yapılan tahminlere göre daha hızlı ve daha belirgin olabilir. Bu konuda yeterince

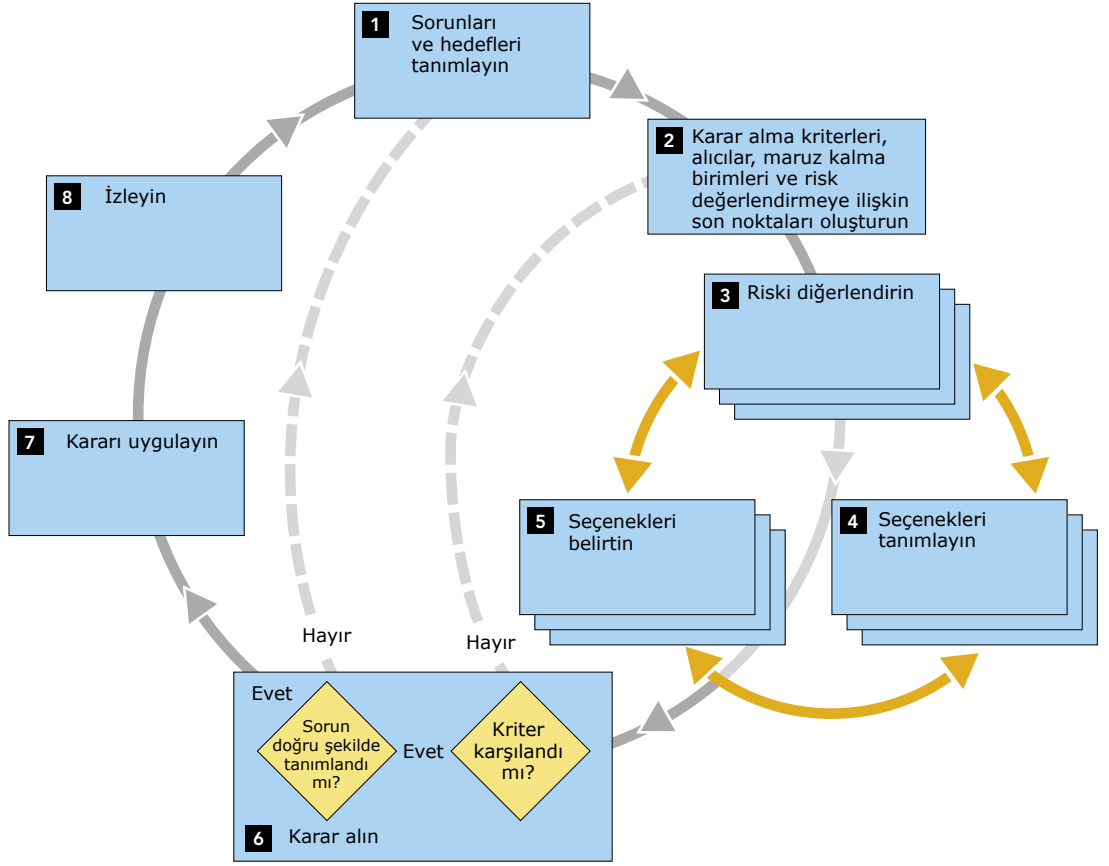
adapte olamama riski ve ani gelişen beklenmedik olayların gerçekleşme olasılığı bulunmaktadır.

- (iii) İklim değişkenliğine ve aşırı iklimsel olaylara en iyi şekilde adaptasyon sağlanması yoluyla kısa sürede faydalar sağlanabilir.
- (iv) Yetersiz düzeyde adaptasyonla sonuçlanan politik uygulamaların ortadan kaldırılması yoluyla kısa sürede faydalar sağlanabilir. Adaptasyona yönelik yönetimin önemli bir unsuru da, gelecekteki adaptasyon seçeneklerinin verimliliğini sınırlayan veya azaltan kararların uygulanmasının önlenmesidir.
- (v) İklim değişikliği, tehditlerin yanında bir takım fırsatlar da getirmektedir. İklim değişikliği, gelecekte bir takım faydalar da getirebilir, bu fırsatlar uygun adaptasyon ve bilinç sayesinde gerçeğe dönüştürülebilir veya artırılabilir. Bununla birlikte, iklim değişikliğinin hızı arttıkça bu tür faydaların farkına varmak veya doğuracağı sonuçlara adapte olmak daha da güçleşecektir.

### 4.2 Bir adaptasyon stratejisinin geliştirilmesi

Bir iklim adaptasyonu stratejisi, belirli bir riski karşılamak üzere seçilen önlemler ve seçenekler kombinasyonunu temsil etmektedir. Etkin bir strateji oluşturmak için çok sayıda tekrarlanan işlem gerekmektedir (Şekil 4.1):

- iklime duyarlı sistem bileşenlerinin tanımlanması;
- risk değerlendirmesinin yapılması;
- adaptasyon için olası seçeneklerin tanımlanması;
- adaptasyon sağlayıcı önlemlerin kararlaştırılması ve uygulanması;
- uygulanan önlemlerin sürekli izlenmesi, değerlendirilmesi ve iyileştirilmesi.

**Şekil 4.1 İklim adaptasyonu stratejileri için karar alma çerçevesi**

**Source:** Willows and Connell, 2003.

Bir adaptasyon stratejisinin genel faydaları aşağıdakileri içermektedir (Klein and Tol, 1997):

- altyapı tasarımları ve uzun vadeli yatırımların sağlamlığının artırılması;
- orta vadeli ayarlamalar yapılmasını sağlayarak (faaliyetler ve lokasyonlardaki değişiklikler dahil) ve ekonomik ömürleri azaltarak (amortisman dahil) zarara uğrama olasılığı yüksek olan sistemlerin esnekliğinin artırılması; zarara uğrama olasılığı olan doğa sistemlerinin adaptasyon yeteneğinin artırılması;
- İklimle karşı hassasiyeti artıran eğilimlerin tersine çevrilmesi;
- toplumsal bilincin ve hazırlıklı olma durumunun artırılması.

Bir adaptasyon stratejisinin başarısı, aşağıda belirtilen bir takım faktörlerin kombinasyonuna bağlı olacaktır:

- karar alıcıların bir dizi iklim ve iklim dışı senaryolar çerçevesindeki kriterlerinin yerine getirilmesi yeteneği de dahil olmak üzere alınan önlemlerin esnekliği veya verimliliği;
- bunların maliyetleri üzerinde fayda sağlama potansiyeli; ilgili sektörlerdeki diğer kişiler tarafından alınan önlemlerle uyumlu veya onları tamamlayıcı nitelikte olup olmadıkları;
- kolay uygulanabilir olup olmadıkları.

### 4.3 Adaptasyon stratejileri örnekleri

Henüz Avrupa geneline yönelik bir strateji bulunmamakla birlikte, iklim değişikimine adaptasyona yönelik, ulusal, bölgesel ve yerel stratejiler uygulamak

konusunda, Avrupa'da artan bir deneyim söz konusudur. Tablo 4.1'de, bu raporda ele alınan iklim değişikimi etkilerine yönelik bir dizi adaptasyon stratejisi örneği yer almaktadır. Bu stratejilerin uygulanabilirlikleri, ulusal, bölgesel ve yerel koşullara bağlıdır.

**Tablo 4.1 Adaptasyon stratejileri örnekleri**

İklim değişikliğinin etkisi	Adaptasyon stratejileri (örnekler)
Artan sıcaklıklar	Kentlerdeki fırtına suların boşaltım sistemlerinin yanı sıra, barajlar ve diğer fırtınadan korunma sağlayan yapıların daha yoğun fırtınaların oluşturacağı suların boşaltımına duyulan ihtiyaçla başa çıkabilme yeteneği açısından değerlendirilmesi gerekmektedir.
Aşırı yağışlar	Kentlerdeki fırtına suların boşaltım sistemlerinin yanı sıra, barajlar ve diğer fırtınadan korunma sağlayan yapıların daha yoğun fırtınaların oluşturacağı suların boşaltımına duyulan ihtiyaçla başa çıkabilme yeteneği açısından değerlendirilmesi gerekmektedir.
Buzul çekilmesi	Buzullarla kaplı bölgelerdeki hidro-elektrik santrallerin yazın buzlarla kaplı alan azaldığı için azalan akışa ve kışın sıcaklıklar yükseldiği için artan akışa adapte olmaları gerekmektedir.
Kar tabakası	Düşük rakımlı bölgelerdeki kayak sektörünün azalan kar tabakasının göz önünde bulundurularak ürün çeşitlendirmesine gitmesi gerekmektedir. Kar üretici makinelerin kullanılması kısa vadeli bir stratejidir.
Kuzey Kutup Denizi buzu	Yerli insanların habitatlarının korunması gerekmektedir.
Deniz seviyesinde yükselme	Hassas alanlarda, limanların değiştirilmesi, denizlerdeki mevcut savunma önlemlerinin artırılması ve düşük arazi değeri olan alanlardaki çekilmenin yönetilmesi gibi altyapı değişiklikleri.
Deniz canlılarının büyüme mevsimi	Balıkçılık ve turizmde meydana gelecek değişikliklerin (zararlı deniz yosunlarının gelişmesi) yönetimi
Deniz canlıları türlerinin kompozisyonu	Ticari balıkçılık sektörü ve politika belirleyicilerinin, Kuzey Denizinin güneyindeki morinaların kuzeye doğru göç etmesi gibi türlerin coğrafi dağılımlarındaki değişiklikleri dikkate almaları gereklidir.
Türler kompozisyonu	Türlerin serbestçe göç edebilmelerine olanak veren geçirgen arazilerin oluşturulması için arazi yönetimi stratejilerinin geliştirilmesi.
Dağlık bölgelerdeki bitki türlerinin dağılımı	Arazi kullanımı ve turizm faaliyetleri üzerindeki ekstra baskıları azaltmak için ekolojik rezervlerin oluşturulması.
Karasal karbon alışı	Tarım arazilerindeki topraklarda bulunan karbon kuyularının gücünü artırmaya yönelik stratejilerin geliştirilmesi, uzun rotasyonlu ağaç türlerinin ekilmesi; daha fazla ahşap kullanılan bina tasarımlarının yapılması.
Nehirlerin taşıdığı su miktarı	Sel alanlarının oluşturulması, kanal sistemlerinin güçlendirilmesi.
Tarım	Daha uzun süren büyüme mevsimini göz önünde bulunduran yeni ekim uygulamaları; her tarım mevsimi başına iki ürünün geliştirilmesi. Yeni türler oluşturup; riskli bölgelerde (sel bölgeleri, çok kuru topraklar) tarım yapılmasının önlenmesi.
Ekonomik kayıplar	Binalar ve altyapının yapısal tasarımının değiştirilmesi; sel riskinin yüksek olduğu alanlarda konut inşa edilmesinin önlenmesi.
İnsan sağlığı	Kene yoluyla bulaşan hastalıkların doğurduğu tehditler hakkında bilinç düzeyinin artırılmasına yönelik eğitim kampanyaları hazırlanması. Sıcak hava dalgalarının yol açtığı tehditler hakkında bilinç düzeyini artırmaya yönelik kampanyalar yapılması.

## 5 Belirsizlikler, veri mevcudiyeti ve gelecekte ortaya çıkacak ihtiyaçlar

İklim değişikliği ve yarattığı etkilerin değerlendirilmesinde halen bir dizi belirsizlik ve bilgi eksikliği söz konusudur. Daha kapsamlı bir değerlendirme için daha fazla bilginin toplanması gerekmektedir. Bu görev, IPCC tarafından, 2007 yılında yapacağı bir sonraki (dördüncü) değerlendirmesinde gerçekleştirilecektir. Bu bölümde, bugünkü temel belirsizlikler açıklanmakta, Avrupa'daki iklim değişikliği göstergeleri için veri mevcudiyeti değerlendirilmekte ve gelecekte Avrupa'daki iklim değişikliği göstergelerine ilişkin hazırlanacak raporların genişletilmesini sağlayacak ek göstergeler önerilmektedir.

### 5.1 Belirsizliğin sebepleri

İklim değişikliği ve yarattığı etkilerin değerlendirilmesinde ortaya çıkan belirsizlikler, emisyonlara sebep olan eylemlere ekosistemlerin ve toplumun verdiği tepkiler ve adaptasyon düzeyine kadar dünya sisteminin bütün parçalarıyla ilgili belirsizliklerin bir araya gelmesinden kaynaklanmaktadır. Söz konusu belirsizlikler şunları içermektedir:

- Siyasi, demografik, sosyoekonomik ve teknolojik gelişmeler sonucunda ortaya çıkan belirsizlikler sebebiyle sera gazlarının gelecekteki emisyonlarına yönelik belirsizlikler. İklim değişikliğine yönelik tahminlerde farklı emisyon senaryolarının kullanılması yoluyla bu belirsizliklerin üstesinden gelinmeye çalışılmaktadır (IPCC, 2000). Bu durum, iklim modellerindeki belirsizlikle birlikte, gelecekte ortaya çıkacak ısınmaya dair tahminin bir aralık dahilinde yapılmasına yol açmaktadır (örneğin, 2100 yılı itibarıyla 1.4–5.8 °C; IPCC, 2001a).
- Gözlemlenen bir değişikliğin nedeni olarak (insan eylemleri sebebiyle tetiklenen) küresel iklim değişikliğinin gösterilmesindeki güçlükler. Gözlemlenen değişiklikle iklim değişikliği arasında belirsiz bir nedensel bağlantı olabilir ve

gözlemlenen değişikliğe diğer karmaşık faktörler katkıda bulunuyor olabilir. Gözlemlere ilişkin zaman serileri, yüksek kesinlik düzeyinde bir nedensel bağlantı kurmak için çok kısa olabilir. Aşırı olayların sıklığı ve yoğunluğunun sebebi olarak küresel iklimdeki değişiklikleri göstermek, özellikle güç olmaktadır. Biyolojik çeşitlilik iklim değişikliğinden etkilenmekle birlikte aynı zamanda arazi kullanım faaliyetleri ve arazi kullanımındaki değişiklikler sebebiyle habitatların zarar görmesi, bölünmesi ve yok olmasından da etkilenmektedir. Fenolojideki değişiklikler, küresel ısınmanın yanında kentleşmeye (kentlerin yayılması) bağlı olarak iklim üzerinde yerel düzeydeki değişikliklerden de kaynaklanıyor olabilir. Bu sebeple, doğal iklim değişkenliğinin insan eylemlerinin yol açtığı iklim değişikliği veya diğer antropojenik faktörlerin belirli bir göstergede gözlemlenen bir değişiklikten ne ölçüde sorumlu olduklarını belirlemek genellikle son derece güç olmaktadır.

- İklim sistemi ve dolayısıyla iklim modelleri konusunda eldeki bilgilerin tam olmayışı. Örneğin, bulut tabakasındaki değişiklikler ile bunun küresel radyasyon dengesi üzerindeki sonuçları konusunda yeterli düzeyde bilginin bulunmayışı, bölgesel yağış rejimi değişiklikleri hakkında oluşturulacak model sonuçlarında belirsizliklere yol açmaktadır. Tahmin edilen sıcaklık ve özellikle de yağış aralığı, kısmen iklim sistemine ilişkin bilgilerin eksik olmasına bağlanabilir.
- Gözlemlenen iklim değişikliği ve etkilerine ilişkin yeterli düzeyde verinin bulunmayışı. İklim değişikliğinin etkileri, zaman içinde ve Avrupa genelinde çeşitlilik sergilemekle birlikte veri setleri uzun dönemli eğilimleri ve bölgesel varyasyonları yansıtmak için ya çok kısadır veya çok az örnek alanı kapsamaktadır. Bunun sonucunda, simülasyon modelleri Avrupa genelinde değişiklik göstermektedir (bkz. Kısım 5.2).



Genel olarak, son 100 yıl içerisinde iklim sistemi ve küresel ortalama sıcaklıklardaki değişiklikler konusunda pek çok bilgi bulunmakla birlikte iklimle ilgili diğer değişikliklerin büyüklüğü (örneğin, aşırı olayların sıklığı ve yoğunluğu) ve iklim değişikliğinin etkileri konusunda daha az bilgi mevcuttur. Tüm bu belirsizliklere rağmen, bu raporda ele alınan göstergelerin neredeyse tamamı, iklim değişikliğinin etkilerinin Avrupa'da görülmeye başladığını ifade eden açık bir eğilime işaret etmektedir.

## 5.2 Veri mevcudiyeti

İklim değişikliğine ilişkin çoğu göstergenin henüz kullanıma uygun olmamasının en önemli sebeplerinden biri veri mevcudiyetidir (bkz. Kısım 5.3). Avrupa geneline ilişkin kapsamlı miktarda izleme verileri, sadece bir kaç göstergede (sıcaklık, buzullar v.b) mevcuttur. Veriler, çoğunlukla sadece Avrupa'nın bazı ülkeleri ve hatta yalnızca ülkeler içerisindeki bölgelere yöneliktir. Bu raporda bulunan göstergelerden bazıları için, izleme verilerinin eksikliği, tüm Avrupa'yı değerlendirmeyi imkansız hale getirmiştir. Bunun yerine, göstergelerin sınırlı sayıda ülkeye yönelik örnek olay incelemelerine dayandırılması gerekmiştir. Daha yoğun izleme programları tarafından yürütülen geliştirilmiş izleme ve veri toplama faaliyetlerine yönelik büyük bir ihtiyaç duyulmaktadır. AB ve çok sayıda başka ülke, GCOS'nin (Küresel iklim izleme sistemi) ikinci yeterlilik raporunda bu ihtiyacın farkına varmışlardır. Çoğu gösterge açısından, gerekli gözlem teknikleri, önümüzdeki on yıl içerisinde çok daha uygun ve maliyeti etkin hale gelecektir. Başta denizcilik olmak üzere bazı sektörler açısından maliyeti etkin teknolojiler geliştirmeye yönelik çok sayıda araştırma yapılması gerekmektedir. Diğer göstergeler için, yeni veya ek izleme programlarının tanımlanması gerekmektedir.

Aşağıda, bu raporda sunulan göstergelerle ilgili veri mevcudiyetine ilişkin ve veri mevcudiyetinin gelecekte nasıl artırılabileceğini açıklayan bir döküm bulacaksınız.

### *Atmosfer ve iklim*

İklim, uzun yıllardır Avrupa genelindeki pek çok bölgede gözlemlenmektedir. Ayrıca, iklim sistemi konusunda daha çok şey bilinmekte ve iklim modellerine duyulan güven artmaktadır. Yine de, iklime karşı duyarlılık, bölgesel iklim değişikliği, iklim değişkenliği ve aşırı olaylara ilişkin bilgi eksikliğinden kaynaklanan bir belirsizlik söz konusudur. Aşırı olaylarda meydana gelen değişiklikler, doğa ve topluma ilişkin önemli unsurları (insan sağlığı gibi) muhtemelen ortalama iklimdeki değişikliklerden daha da fazla etkileyebileceği için son derece önemlidir. Buna ek olarak, başta Güney ve Güneydoğu Avrupa olmak üzere, yağış rejimi konusundaki tahminlerin geliştirilmesi gerekmektedir. Su kaynaklarının azalması, sıcak hava dalgaları ve diğer aşırı olaylara karşı duyarlılık sebebiyle, özellikle Avrupa'nın bu kesimi için gelecekteki yağış kalıplarının daha iyi anlaşılması gerekmektedir. İklimle karşı duyarlılık konusundaki belirsizlikler sebebiyle, sıcaklık artışının sınırlandırılması için sera gazlarının hangi seviyelerde sabitleştirilmesi gerektiği de açık değildir. Örneğin, AB'nin sıcaklık artışının maksimum 2 °C ile sınırlandırmasına yönelik hedefinin yakalanabilmesi için gerekli olan GHG konsantrasyon düzeyi hakkındaki değerlendirmeler, 550 ila 650 ppm CO<sub>2</sub> eşdeğeri arasında değişmektedir.

### *Buzullar, kar ve buz*

Veri mevcudiyeti seçilen üç gösterge arasında farklılıklar sergilemektedir. Kuzey Kutup Denizi buzu için, yalnızca sınırlı sayıda uzun vadeli izleme verisi mevcuttur. Mevcut olan diğer veriler de, askeri veriler oldukları için erişilebilir durumda değildir (deniz buzu kalınlığı esas olarak askeri denizaltılar tarafından gözlemlenmiştir). Son dönemlerde sivil araştırma programları da yürütüldüğünden, Kuzey Kutbu izleme verilerinin gelecekte çok daha kolay erişilebilir olması beklenmektedir. Bu ölçüm programları, yakın zamanda 'Cryosat' gibi uydu programları tarafından desteklenecektir.

Kar tabakası münferit ülkelerin (İsviçre, Norveç gibi) karasal izleme programlarına

ek olarak, yaklaşık 40 yıldır uydular tarafından da gözlemlenmektedir. Karın turizm açısından taşıdığı önem sebebiyle, İsviçre'de yakın dönemde detaylı araştırmalar başlatılmıştır. Yine de, diğer bölgeler açısından kar kütlelerinin kapladıkları alan ve buldukları rakımda meydana gelen değişiklikler konusunda veri eksikliği bulunmaktadır.

Buzulların kütlesi ve uzunluğuna ilişkin veri mevcudiyeti, nispeten daha iyi düzeydedir. Bu konuda çeşitli ulusal ve uluslararası kurumlar tarafından yürütülen kapsamlı inceleme programları sayesinde geçtiğimiz birkaç on yılda çok sayıda izleme verisi kaydedilmiştir. Bu veriler Zürih'te bulunan Dünya Buzul İzleme Servisi tarafından merkezi olarak arşivlenmektedir.

İklim değişikliğinin permafrost bölgeler üzerindeki etkisini açıklayan göstergelerin toplanabilmesi için daha fazla araştırmanın yapılması gerekmektedir. Her ne kadar bu tür bölgeler Avrupa'da son derece seyrek olsa da, permafrost Avrupa iklimi açısından önemli bir faktördür. Permafrost bölgelerde çok miktarda karbon bulunmaktadır. Permafrost tabakasının çözülmesi, sonuç olarak önemli miktarda sera gazı emisyonuna yol açabilir ve dolayısıyla iklim değişikliğini hızlandırabilir. Ayrıca, çözülme, dağlık bölgelerdeki ve Kuzey Avrupa'daki permafrost alanlarda, buz zemin üzerine inşa edilmiş olan altyapıyı tehdit etmek gibi yerel etkilerde bulunabilir. Bu tür etkiler Sibiryaya ve Alaska'nın bazı bölgelerinde görülmeye başlamıştır.

### **Deniz sistemleri**

Avrupa'da, 100 yıldan fazla süredir, deniz seviyesine ilişkin yüksek kalitede veriler kaydedilmiştir. Bir kaç gelgit ölçümüne ilişkin daha eski tarihli kayıtlar mevcuttur. Yine de, karmaşık okyanus sisteminin tam olarak bilinmemesi sebebiyle okyanus modelleri konusunda halen büyük belirsizlikler bulunmaktadır. Bu sebeple, yeni ölçüm programları ve modelleme faaliyetlerine başlanması ve mevcut olanların sürdürülmesine yönelik bir ihtiyaç söz konusudur.

Gemiler uzun yıllardır Avrupa denizlerindeki deniz seviyesi sıcaklıklarını ölçmektedirler.

Çok sayıda ulusal enstitüde veriler mevcut olup bu veriler Kopenhag'daki Uluslararası Deniz Araştırma Komitesi'nde (ICES) bir araya getirilmektedir.

Plymouth'da (İngiltere) bulunan Sir Alistair Hardy Okyanus Bilimi Vakfı'nın (SAHFOS) yürütüyor olduğu 'Continuous Plankton Recorder (Sürekli Plankton Kaydedici)' programı zooplankton ve fitoplanktonların mevsimsel ve uzamsal dağılımlarındaki değişiklikleri gözlemleyen birkaç araştırma programından biridir. Bu verilerin yüksek kalitesine rağmen uzamsal ve zamansal boyutları sınırlıdır. Gelecekte yürütülecek faaliyetler, örnekleme ağının genişletilmesi ve okyanuslardaki plankton dağılımını tahmin edebilen modellerin geliştirilmesi üzerine odaklanmalıdır.

### **Karasal ekosistemler ve biyolojik çeşitlilik**

Uzun yıllar boyunca Avrupa'nın farklı yerinden fenolojik veriler toplanmıştır. Araştırmalar, artık European Phenological Network (Avrupa Fenoloji Ağı) yoluyla bir araya getirilmektedir. Yine de, bu faaliyetin fenolojik verilerle üzere iklim değişikliği arasında, özellikle bölgesel düzeyde, daha güvenilir bir ilişki kurulabilmesi için yoğunlaştırılması gerekmektedir. Tüm Avrupa'yı kapsayan bir tablonun elde edilebilmesi için daha fazla bölgenin dahil edilmesi gerekmektedir.

Karasal ekosistemlere ilişkin diğer göstergeler açısından, mevcut verilerin kullanılabilirliği ve yararlılığı genellikle sınırlıdır. Örneğin türlerin kompozisyonu konusunda bazı veri kümeleri mevcut olmakla birlikte, bunlar nispeten kısa ve küçük ölçekli araştırma faaliyetlerine (çoğunlukla bitki ekolojisindeki) dayanmakta ve Avrupa'da sınırlı sayıda ülkede (veya bazen sadece ülkelerin içerisindeki bölgelerde) yürütülen araştırma projelerinden elde edilmektedir. Her ne kadar, değişikliğe sebep olan çeşitli başka nedenler bulunsa da, bu göstergelerde gözlemlenen değişikliklerle iklim değişikliği arasında kurulan ilişki gelişmektedir. İklim değişikliğinin biyolojik çeşitlilik ve ekosistemler üzerindeki etkilerine ilişkin, daha fazla izleme programı ve bölgesel bir ölçeğe dayalı daha fazla modellerin

oluşturulması gibi, daha çok araştırmanın yapılması gerekmektedir.

Tahminlere ilişkin daha başka belirsizlikler de söz konusudur. Öncelikle, kullanılan modellerde türlerin Avrupa genelindeki dağılımına ilişkin bir eşitsizlik bulunmaktadır. İkinci olarak, başta dağ bölgelerinde yetişenler olmak üzere bitki türleri, genellikle sadece küçük alanları kapsarken, model girdisinin (örneğin iklim) ortalaması daha geniş ölçekler üzerinden alınmaktadır. Bu durum da, dağ bitkisi türlerinin dağılımına gereken önemin verilmemesine yol açmaktadır. Üçüncü olarak, karasal ekosistemlerin hızlı iklim değişikliklerine nasıl adaptasyon göstereceği konusu halen belirsizdir. Bitki türlerinin tolerans aralıkları gelecekte değişiklik gösterebilir. Örneğin, yıllık sıcaklıklarda meydana gelecek 1–2 °C'lik bir artış, dağlık bölgede yetişen pek çok tür açısından tolerans aralığı dahilinde olabilir ve böylece sadece sınırlı düzeyde bir kompozisyon değişikliğiyle sonuçlanabilir. Bununla birlikte, önümüzdeki 100 yıl içerisinde meydana gelmesi beklenen ısınma, büyük olasılıkla çoğu bitki türünün tolerans aralığının dışında kalacak ve böylece önemli ölçüde tür kaybına yol açacaktır (Theurillat *et al.*, 1998). İklim değişikliğine adaptasyon konusu, ancak yakın zamanda ekolojik araştırmaların kapsamına alınmıştır.

### Su

Suların artması veya azalması çevreye ve topluma zarar verecek şekilde sellere veya kuraklığa yol açabilir. Taşıdığı önem sebebiyle, yıllık yüzeysel akış ve suyla ilgili diğer değişkenler uzun yıllardır gözlemlenmektedir. Küresel olarak yüzlerce yüzeysel akış ölçüm noktası bulunmakta olup bunların yaklaşık 70 tanesi Avrupa'dadır. Nehirlerin yıllık yüzeysel akışı kolayca ölçülebildiğinden ve bu işlem son derece iyi bir şekilde anlaşıldığından, hidrolojik döngünün diğer bileşenleriyle karşılaştırıldığında bu verilerin belirsizlik düzeyi nispeten düşüktür (Kaspar, 2004). İklim değişikliğinin nehirlerin taşıdıkları su miktarının gözlenmesinden elde edilen veriler üzerindeki etkilerinin tespit edilmesi daha az kesinlik taşımakta ve böylece daha belirsiz olmaktadır. Nehir yönetimi gibi

iklimle ilgili olmayan çeşitli faktörler de rol oynamaktadır. Belirli nehirlerin seçilmesi ve yıllık ortalama değişiklikler üzerine odaklanması, bu belirsizliği azaltabilir. Ayrıca, nehirlerin taşıdıkları yıllık su miktarı, hem yağış, hem de sıcaklıktaki değişikliklere bağlı olduğundan, iklimde gözlemlenen değişikliklerin oynadığı rolün tespiti son derece karmaşıktır. Her iki faktörün de yer ve zamana bağlı olarak farklı şekillerde değişiklik göstermeleri beklenmektedir. Son olarak, Avrupa'daki yağış ve bölgesel değişiklikler gibi faktörlere ilişkin yeterli düzeyde bilgi bulunmadığından, gelecekte ortaya çıkacak eğilimlerin tahmin edilmesindeki belirsizlikler son derece belirgindir. İklim modellerinin yağış tahminlerinde, Güney Avrupa için yapılanlar başta olmak üzere, halen önemli farklar bulunmaktadır.

### Tarım

İklim değişikliğinin ürünlerin büyümesini genel olarak nasıl etkilediği konusunda daha fazla bilgi mevcuttur. Bu bilgi, serbest havada CO<sub>2</sub> zenginleştirme deneyleri (FACE) gibi alan deneyleri ile bitkilerin değişen koşullara yönelik fizyolojik reaksiyonunu yansıtan model temelli simülasyonlara dayanmaktadır. Söz konusu bilgi, yerel düzeyde elde edilmiş olmakla birlikte, Avrupa ölçeğinde bir araya getirilmiştir (JRC-MARS projesi sayesinde, <http://projects-2001.jrc.cec.eu.int>). Bütün çalışmalar, iklimin ürün rekoltesini belirleyen önemli bir faktör olduğunu göstermektedir. Yine de, teknik ilerleme, politik tedbirler ve AB içerisindeki tarımsal ürün rekoltesi arasındaki karmaşık ilişkiler sebebiyle, iklim değişikliğinin ürün rekoltesindeki gözlemlenen eğilimlere olan katkısına ilişkin bir takım belirsizlikler bulunmaktadır. Bu durum, gelecekteki eğilimlerin tahmininde de geçerlidir. Ayrıca, gelecekte görülecek yağışların tahmin edilmesindeki belirsizlikler, gelecekteki rekolte kazanımları veya kayıplarına yönelik tahminleri de karmaşık hale getirmektedir. Bu durum, özellikle, suyun gelecekte tarım açısından kritik bir faktör olacağı sıcak ve kuru alanlar (Güney ve Güneydoğu Avrupa) açısından doğrudur. Bu alanlardaki model sonuçları, kullanılan senaryoya veya modelin kendisine

bağlı olarak, büyük oranda değişiklik sergilemektedir. Bazı modeller, artan CO<sub>2</sub> konsantrasyonunun olumlu etkisine bağlı olarak Güneydoğu Avrupa'daki rekoltelerde büyük artışlar beklerken, diğerleri, sıcaklık artışları ve azalan yağmurlar sebebiyle, yeterli düzeyde su sağlanamamasının bir sonucu olarak kayıplar yaşanacağını öngörmektedir. Su tedarikinin daha az kritik önem arz ettiği Orta ve Kuzey Avrupa için yapılan tahminler, nispeten daha kuvvetlidir.

### *Ekonomi*

İklim değişikliğinin ekonomi sektörü üzerindeki etkileri hakkında, sadece kısıtlı düzeyde bilgi bulunmaktadır.

Avrupa'daki doğal felaket olaylarının sayısının yanında can kaybı ve ekonomik kayıplarla ilgili veriler, Belçika'daki Uluslararası Afet Veri Havuzu (EM-DAT) ile sigortacılık ve reasürans şirketleri (örneğin Munich Re) tarafından toplanmaktadır. Bu veriler, aralarında sanayi, enerji, altyapı ve özel konut sektörlerinin bulunduğu farklı ekonomik sektörlerin uğradıkları zarara ilişkin eğilimlere yönelik genel bir bakış sunmaktadır. Diğer etkiler genellikle, sıcak hava dalgaları veya aşırı soğuk dönemlere bağlı olarak oluşan turizm veya kişi başına düşen enerji tüketimi gibi mikro-ekonomik süreçlerle ilgilidir. Çoğu durumda, ekonomik süreçler de önemli olmakta ve böylece iklimsel etkileri iklimsel olmayanlardan ayırmak son derece güçleşmektedir.

İklim değişikliğinin ekonomik süreçler üzerindeki etkisini değerlendirebilmek için daha çok çabaya ve daha detaylı veri kümelerine ihtiyaç vardır. Enerji tüketimi ve turizm, daha fazla araştırma yapmak için umut vadeden konular olarak görünmektedir.

### *İnsan sağlığı*

İklim değişikliğiyle ilgili olarak, insan sağlığına ilişkin göstergelerin oluşturulması, nispeten yeni bir araştırma alanıdır. 2000 yılında, WHO/ECEH (Avrupa Çevre ve Sağlık Merkezi, Roma) 'İklim değişikliği

ve insan sağlığı' adını verdiği bir program başlatmıştır. Bu program, seller veya sıcak hava dalgaları gibi afetler sebebiyle ortaya çıkan alerjik sorunlar, su ve gıda yoluyla bulaşan hastalıklar, vektörler yoluyla bulaşan hastalıklar ve insan sağlığına etkileri üzerinde yoğunlaşmaktadır. Sıcak hava dalgaları ile seller ve kene yoluyla bulaşan hastalıklar üzerindeki etkilere ilişkin göstergeler, WHO'nun sahip olduğu veriler ve bilgiler kullanılarak bu rapora dahil edilmiştir. Bugün hala, iklim ve insan sağlığı arasındaki süreç ve ilişkiye yönelik bir kavrayış ve veri eksikliği söz konusudur (iklimle ilgili olan aşırı ölüm vakası sayısı gibi).

AÇA'nın da dahil olduğu çevre ajansları ile WHO/ECEH'in de içinde yer aldığı sağlık örgütleri arasında sürekli bir işbirliğinin kurulması, iklim değişikliği ve sağlık arasındaki nedensel ilişkiye yönelik bilgilerin geliştirilmesi için son derece önemlidir.

## **5.3 Ek göstergelere duyulan ihtiyaç**

Bu raporda sunulan 22 gösterge, iklim durumu ve etki kategorilerine ilişkin geniş bir yelpazeyi kapsamaktadır. Her ne kadar bu raporun amacı, etkileri geniş bir perspektiften sunmak olsa da, göstergeler günümüzde Avrupa'da meydana gelmekte olan iklim değişikliğine ilişkin tüm etkilerin tam bir tablosunu ortaya koymamaktadır. Gelecekte yapılacak çalışmalar, bu raporun ortaya koyduğu yaklaşımı güncelleştirmeli ve genişletmelidir.

Çoğunlukla seller ve kuraklıklar gibi aşırı olaylarla ilgili olan önemli etkiler, esas olarak veri mevcudiyetiyle ilgili sınırlamalar sebebiyle bu raporda sadece kısmen ele alınabilmiştir. İklim değişikliğinin ormancılık ve ekonomi üzerindeki etkileri, diğer insan faaliyetleri içinde incelenmiştir. İklimsel ve iklimsel olmayan etkileri birbirinden ayırmak için, daha detaylı analizler gereklidir.

İklim değişikliğinin sosyo-ekonomik süreçler üzerindeki etkisine ilişkin göstergeler, özellikle, faydalı adaptasyon stratejilerini tanımlamak için iklim

**Tablo 5.1 Olası ek iklim değişikliği durumu ve etki göstergeleri ile olası (yakın dönem) veri kaynakları listesi. (Bu liste yapılan iki uzman toplantısının (AÇA, 2002) bir sonucu olup değeri yazan kişinin deneyimine bağlıdır)**

Kategori	Bu raporda ele alınmayan gösterge önerilerireport	İklim değişikliğinin etkisi (*)	Veri mevcudiyeti (**)
Atmosfer ve iklim	İklim göstergeleri	++	+
	Stratosferin üst katmanlarının sıcaklığı	++	+
	Fırtınalar, fırtına sebebiyle meydana gelen dev dalgalar ve diğer aşırı olaylar	+	0
Buzullar, kar ve buz	Göl ve nehir buzu	++	+
	Permafrosttaki değişiklikler	+	+
Tarım ve ormancılık	Orman uygunluğu	++	+
	Orman gelişimi	+	++
	Ağaç sınırlarındaki değişiklikler	+	0
	Zararlı böcekler ve hastalıklar	+	0
	Ürün uygunluğu	++	+
Ekosistemler ve biyolojik çeşitlilik	Türlerin davranış kalıplarındaki değişiklikler	+	0
Hidroloji ve su kaynakları	Alçak/yüksek nehir akışlarının sıklığı	++	+
	Göl suyu sıcaklığı	+	+
	Tatlı su mevcudiyeti	+	+
Deniz çevresi ve kıyı bölgeleri	Fırtınadan kaynaklanan dev dalgaların özellikleri	+	+
	Termohalin sirkülasyonu	+	+
	Kıyı erozyonu ve çekilmesi	+	+
Ekonomi ve altyapı	Kış turizmi sırasında ısınmak için tüketilen enerji	++	+
		++	+
İnsan sağlığı	Havayla ilgili felaketler sonucu meydana gelen yaralanmalar	+	+
	Su ve gıda yoluyla bulaşan hastalıkların mevsimsel zirveleri	0	0
	Alerjik polenlerdeki mevsimsel değişiklik	+	0

- (\*) Bu gösterge iklim değişikliğine dayandırılabilir mi (aktif veya pasif)?  
 ++ kesinlikle dayandırılabilir  
 + bağlantı mümkün olmakla birlikte gösterge daha kompleks olup başka faktörlerin de etkisi altındadır  
 0 bağlantı açık değil veya bilinmiyor  
 (\*\*) Bu gösterge eldeki verilerle yeterince tanımlanabilmekte midir?  
 ++ yeterli veri mevcuttur  
 + veri mevcut olmakla birlikte muhtemelen yeterli değildir  
 0 veriler son derece sınırlı olup yeterli tanımlama olası değildir

değişikliğinin içerdiği tehditleri anlaması gereken genel kamuoyu, taraflar ve karar alıcıları ilgilendirmektedir. Bu tür stratejileri tanımlamak, bir sonraki IPCC değerlendirme raporu (2007 yılında yayınlanacaktır) ve iklim değişikliğine yönelik politik tartışmalar açısından son derece önemli bir konudur.

Bu ek kategorilerin bazılarını kapsayan bir dizi başka gösterge, potansiyel olarak faydalı görülmüştür ve bir AÇA teknik raporunda açıklanmıştır (bkz. AÇA, 2002). Önümüzdeki beş yılda rapor hazırlamada kullanılacak göstergelerin bir listesi Tablo 5.1'de sunulmuştur. Gelecekte daha fazla bilginin elde edilmesi halinde, iklim değişikliğinin Avrupa üzerindeki etkilerine ilişkin daha kapsamlı bir tablo ortaya

koyabilmek için, bu göstergelerin bir kısmı tekrar ele alınabilecektir.

Bu raporda yer alan göstergeler ile önerilen yeni göstergelerin çoğu, küresel iklim gözleme sistemi (GCOS) tarafından tanımlanmış ve AB'den BM iklim sözleşmesine kadar tüm taraflarca kabul edilmiş olan temel iklim değişkenlerinin bir listesinde de yer almaktadır. GCOS listesinde, daha yaygın bir göstergeler yelpazesi bulunmakla birlikte bunların çoğu uzun dönemli ölçüm programları gerektirmektedir. (GCOS bu eksikliklerin bir kısmını gidermek için 5 ile 10 yıllık bir uygulama planı geliştirmiştir). GCOS, iklim değişikliği ve doğurduğu etkilerin değerlendirilmesi için veri toplamaya yönelik halen çok yoğun bir gereksinim

**Tablo 5.2** Günümüzde küresel uygulama açısından mevcut olan ve UNFCCC'nin belirlemiş olduğu ihtiyaçlar üzerinde büyük etkisi bulunan temel iklim değişkenleri

Alan	Temel iklim değişkenleri	
<b>Atmosferik</b> (kara, deniz ve buz üzerindeki)	Yüzey:	Hava sıcaklığı, yağış, hava basıncı, yüzey radyasyon bütçesi, rüzgarın hızı ve yönü, su buharı.
	Yüksek seviye:	Dünya radyasyon bütçesi (güneş radyasyonu dahil), yüksek seviye sıcaklığı (MSU — mikrodalga ses birimi — radyansları dahil), rüzgarın hızı ve yönü, su buharı, bulut özellikleri.
	Kompozisyon:	Karbondioksit, metan, ozon, diğer uzun ömürlü sera gazları, aerosol özellikleri.
<b>Okyanus</b>	Yüzey:	Deniz yüzeyi sıcaklığı, deniz yüzeyi tuz oranı, deniz seviyesi, deniz durumu, deniz buzu, akıntı, okyanus rengi (biyolojik etkinlik açısından), kısmi karbondioksit basıncı.
	Yüzey altı:	Sıcaklık, tuz oranı, akıntı, besinler, karbon, okyanus izleyicileri, fitoplankton.
<b>Karasal</b>	Nehirlerin taşıdığı su miktarı, su kullanımı, yeraltı suyu, göl seviyeleri, kar tabakası, buzullar ve buz başlıkları, permafrost ve mevsimsel olarak donan zemin, albedo, arazi örtüsü (vejetasyon türü dahil), emilen fotosentetik olarak aktif radyasyon oranı (FAPAR), yaprak alanı endeksi (LAI), biyolojik kütle, yangınların verdiği zarar.	

**Kaynak:** GCOS, 2003.

duyulduğuna inanmaktadır. Geliştirilmiş bir veri toplama aşığıdakileri içerir:

- yeni simülasyon modelleri tarafından desteklenen karasal ölçümler ve uydu gözlemlerine dayanan daha yoğun gözlem programları ve ağları. Her ne kadar karasal verilere verilen önem artsa da, karasal alandaki iklim gözlemi GOCS'nin en az gelişmiş olan bileşenidir.
- meta/arka plan verilerinin sağlanması dahil açık bir veri tanımlama ve standardizasyonu;
- uzun vadeli veri kümeleri oluşturmak için tarihsel verilerin (örneğin dijital formatta) kullanımı;

- verilere serbest erişim ve kısıtlanmamış veri değişiminin sağlanması. Örneğin, Kuzey Kutup Denizi buzuna ilişkin büyük miktarda veriler mevcut olmakla birlikte, söz konusu verilerin askeri arka planı olduğundan bunlara erişilememektedir;
- bütün verilerin merkezi veri merkezlerinde toplanması;
- az gelişmiş ülkeler ve geçiş sürecindeki ülkeler başta olmak üzere, kapasite oluşturma ve eğitimin yaygınlaştırılması.

# Referanslar

## 1. Giriş

Hulme, M., Jenkins, G.J., Lu, X., Turnpenny, J.R., Mitchell, T.D., Jones, R.G., Lowe, J., Murphy, J.M., Hassell, D., Boorman, P., McDonald, R. and Hill, S. (2002): Climate change scenarios for the United Kingdom: The UKCIP02 scientific report, Norwich, UK (Birleşik Krallık için İklim Değişikliği Senaryoları: UKCIP02 bilimsel raporu) Tyndall Centre for Climate Change Research (Tyndall İklim Değişikliği Araştırma Merkezi), Norviç, Birleşik Krallık).

IPCC (2001a): Climate change 2001: The scientific basis (İklim değişikliği 2001: Bilimsel temel), Cambridge University Press, Cambridge, Birleşik Krallık.

IPCC (2001b): Climate Change 2001: Impacts, adaptation and vulnerability, (İklim Değişikliği 2001: Etkiler, adaptasyon ve zarar görme olasılığı), IPCC WGII raporu, Cambridge University Press, Cambridge, Birleşik Krallık.

Sweeney, J., Donnelly, A., McElwain, L. and Jones, M. (2002): Climate change indicators for Ireland (İrlanda için iklim değişikliği göstergeleri). EPA — İrlanda Çevre Koruma Ajansı, Wexford, İrlanda.

## 2. Arka Plan

CBD — Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi (2003): Linkages between biological diversity and climate change and advice on the integration of biodiversity considerations into the UNFCCC and its Kyoto Protocol (Biyolojik çeşitlilik ile iklim değişikliği arasındaki bağlantılar ve biyolojik çeşitlilik konusunun NFCCC ve Kyoto Protokolüne entegrasyonu konusundaki öneriler). CBD ad hoc technical expert group on biodiversity and climate change (CDB biyolojik çeşitlilik ile iklim değişikliği konusundaki geçici teknik uzmanlar grubu). Taslak.

CRU (2003): Global average temperature change 1856–2003 (Küresel ortalama sıcaklık değişikliği 1856–2003). <http://www.cru.uea.ac.uk/cru/data/temperature/>

DTI (2003a): Our energy future — creating a low carbon economy, Energy White Paper (Enerji geleceğimiz — düşük karbon ekonomisinin yaratılması, Enerji Beyaz Kitap), Birleşik Krallık.

DTI (2003b): Options for a low carbon economy (Düşük karbon ekonomisi seçenekleri), DTI economics paper (DTI ekonomi araştırması), No 4, Birleşik Krallık.

AÇA (2003a): Europe's environment: the third assessment (Avrupa'nın çevresi: üçüncü değerlendirme), Çevre değerlendirme raporu, No 10, Kopenhag, Danimarka.

Avrupa Parlamentosu ve Konseyi (2002): Karar No: 1600/2002/EC, altıncı topluluk çevre eylem programının temelini oluşturmaktadır, 22 Temmuz 2002.

IPCC (2001a): Climate change 2001: The scientific basis (İklim değişikliği 2001: Bilimsel temel), Cambridge University Press, Cambridge, Birleşik Krallık.

IPCC (2001b): Climate Change 2001: Impacts, adaptation and vulnerability, (İklim Değişikliği 2001: Etkiler, adaptasyon ve zarar görme olasılığı), IPCC WGII raporu, Cambridge University Press, Cambridge, Birleşik Krallık.

Mann, M.E., Bradley, R.S. and Hughes, M.K. (1999): 'Northern hemisphere temperatures during the past millennium: inferences, uncertainties, and limitations' ('Geçtiğimiz milenyumda kuzey yarımküredeki sıcaklıklar: çıkarımlar, belirsizlikler ve sınırlamalar'), Geophysical Research Letters, 26.

Petit, J.R., Jouzel, J., Raynaud, D., Barkov, N.I., Barnola, J.-M., Basile, I., Benders, M., Chappellaz, J., Davis, M., Delayque, G., Delmoe, M., Kotlyakov, V.M., Legrand, M., Lipenkov, V.Y., Lorius, C., Pépin, L., Ritz, C., Saltzman, E. and Stevenard, M. (1999): 'Climate and atmospheric history of the past 420 000 years from the Vostok ice core, Antarctica' (Antartika'daki Vostok buz çekirdeğinin son 420 000 yıllık iklimsel ve atmosferik tarihi), Nature, 399, ss. 429–436.

UNFCCC (1993): Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi.

UNFCCC (2003): Sözleşme'ye Ek I'de bulunan tarafların ulusal bildirimleri. Derleme ve sentez rapor. FCCC/SBI/2003/7 ve Ek.1-4, UNFCCC sekreteryası. Bonn, Almanya.

UKCIP (2002): Climate change scenarios for the United Kingdom, (Birleşik Krallık için İklim Değişikliği Senaryoları), Oxford, Birleşik Krallık.

WBGU (Alman Küresel Değişiklik Danışma Konseyi) (2003a): Climate protection strategies for the 21st Century: Kyoto and beyond ( 21. Yüzyıl için iklim koruma stratejileri: Kyoto ve sonrası), Özel Rapor, WBGU, Berlin, Almanya.

WBGU (Alman Küresel Değişiklik Danışma Konseyi) (2003b): World in transition: Towards sustainable energy systems (21. Geçiş sürecindeki dünya: Sürdürülebilir enerji sistemlerine doğru), Berlin, Almanya.

WHO – Dünya Sağlık Örgütü (2003): Climate change and human health (İklim değişikliği ve insan sağlığı), WHO.

### 3. İklim değişiminin Avrupa'daki etkileri

#### Giriş

Cannell, M.G.R., Palutikof, J.P. and Sparks, T.H. (eds) (1999): Indicators of climate change in the UK, (İklim değişikliğinin Birleşik Krallıktaki göstergeleri), Çevre, Ulaşım ve Bölgeler Departmanı, Londra, Birleşik Krallık.

Cannell (2003): Review of UK climate change indicators, study for DEFRA (Department for Environment Food and Rural Affairs), (Birleşik Krallıktaki iklim değişikliği göstergelerinin gözden geçirilmesi DEFRA (Çevre, Gıda ve Köy İşleri Departmanı), Haziran 2003.

AÇA (2002a): Environmental signals 2002 (Çevresel sinyaller 2002), Çevresel değerlendirme raporu No 9, Avrupa Çevre Ajansı, Kopenhag, Danimarka.

AÇA (2002b): Proposed set of climate change state and impact indicators in Europe. (Avrupa'da ileri sürülen bir dizi iklim değişikliği durumu

ve etki göstergeleri). Teknik Rapor (ETC/ACC) Avrupa Çevre Ajansı, Kopenhag, Danimarka.

AÇA (2003a): Greenhouse gas emission trends and projections in Europe, (Avrupa'da sera gazları emisyonları eğilimleri ve tahminleri), Çevre sorun raporu No 36, Avrupa Çevre Ajansı, Kopenhag, Danimarka.

AÇA (2003b): Europe's environment: the third assessment, (Avrupa'nın çevresi: üçüncü değerlendirme), Çevre değerlendirme raporu No 10, Avrupa Çevre Ajansı, Kopenhag, Danimarka.

AÇA (2003c): AÇA temel göstergeler kümesi, Avrupa Çevre Ajansı, Kopenhag, Danimarka.

AÇA (2004): Mapping the impacts of recent natural disasters and technological accidents in Europe (Avrupa'da yakın zamanda meydana gelen doğal felaketler ve teknolojik kazaların etkilerinin haritasının çıkarılması), Çevre sorun raporu No 35, Avrupa Çevre Ajansı, Kopenhag, Danimarka.

Avrupa Komisyonu (2003a): İkinci ECCP ilerleme raporu – Kyoto hedeflerimizi karşılayabilir miyiz? Brüksel.

Freibauer *et al.* (2002): CarboEurope, a cluster of projects to understand and quantify the carbon balance of Europe, (CarboEurope, Avrupa'daki karbon dengesini anlamak ve sayısal değerlere dökmek için bir projeler kümesi), CarboEurope Avrupa Bürosu, Jena, Almanya.

Hadley Centre (Hadley Merkezi) (2003): Climate change observations and predictions (İklim değişikliği gözlemleri ve tahminleri), Aralık 2003, Birleşik Krallık.

Hulme, M., Jenkins, G.J., Lu, X., Turnpenny, J.R., Mitchell, T.D., Jones, R.G., Lowe, J., Murphy, J.M., Hassell, D., Boorman, P., McDonald, R. and Hill, S. (2002): Climate change scenarios for the United Kingdom: The UKCIP02 scientific report (Birleşik Krallık için İklim Değişikliği Senaryoları: UKCIP02 bilimsel raporu), Tyndall İklim Değişikliği Araştırma Merkezi, Norviç, Birleşik Krallık.

IEA (2002): Dealing with climate change: Policies and measures in IEA member countries (İklim değişikliğini ele almak: IEA üyesi ülkelerdeki politikalar ve önlemler), OECD/IEA.



IPCC (2001a): Climate change 2001: The scientific basis (İklim değişikliği 2001: Bilimsel temel), Cambridge University Press, Cambridge, Birleşik Krallık.

IPCC (2001b): Climate Change 2001: Impacts, adaptation and vulnerability, (İklim Değişikliği 2001: Etkiler, adaptasyon ve zarar görme olasılığı), IPCC WGII raporu, Cambridge University Press, Cambridge, Birleşik Krallık.

Parry, M.L. (ed) (2000): Assessment of potential effects and adaptation for climate change in Europe: The Europe Acacia Project (Avrupa'daki iklim değişikliğinin olası etkilerinin ve bunlara yönelik adaptasyonun değerlendirilmesi: Avrupa Acacia Projesi), Jackson Çevre Enstitüsü, East Anglia Üniversitesi, Norviç, Birleşik Krallık.

UNFCCC (2003): Sözleşmeye Ek I'de bulunan tarafların ulusal bildirimleri Derleme ve sentez rapor. FCCC/SBI/2003/7 ve Ek.1-4, UNFCCC sekreteryası. Bonn, Almanya.

UNFCCC (2004): Compendium on methods and tools to evaluate impacts of, vulnerability and adaptation to climate change (İklim değişikliğinin etkilerini, iklim değişikliğinin etkilerine açıklığı ve söz konusu değişikliğe adaptasyonu değerlendirmek için kullanılacak araç ve yöntemlere ilişkin özet). UNFCCC, final taslağı. <http://unfccc.int/program/mis/meth/compendium.pdf>

WBGU (Alman Küresel Değişiklik Danışma Konseyi) (2003a): Climate protection strategies for the 21st Century: Kyoto and beyond (21. Yüzyıl için iklim koruma stratejileri: Kyoto ve sonrası), Özel Rapor 2003, WBGU, Berlin, Almanya.

WHO (2003): Climate change and human health? Risks and responses (İklim değişikliği ve insan sağlığı, Riskler ve tepkiler), WHO/WMO/UNEP, Cenevre, İsviçre.

### **Atmosfer ve iklim**

CRU (2003): Global average temperature change 1856-2003 (Küresel ortalama sıcaklık değişikliği 1856-2003). <http://www.cru.uea.ac.uk/cru/data/temperature/>

Avrupa Parlamentosu ve Konseyi (2002): Karar No: 1600/2002/EC, altıncı topluluk çevre eylem

programının temelini oluşturmaktadır, 22 Temmuz 2002.

Gillett, N. P., Graf, H. F. and Osborn, T. J. (2003): Climate change and the NAO, (İklim değişikliği ve NAO), Amerika Jeofizik Birliği, Washington DC, ABD.

Hurrell, J.W. (1996): 'Influence of variations in extratropical wintertime teleconnections on northern hemisphere temperature' (Ekstropik kış zamanı telekomünikasyonlarındaki varyasyonların kuzey yarımküredeki sıcaklıklar üzerindeki etkisi), Geophysical Research Letters, 26 (6), ss. 665-668.

IPCC (2001a): Climate change 2001: The scientific basis (İklim değişikliği 2001: Bilimsel temel), Cambridge University Press, Cambridge, Birleşik Krallık.

IPCC (2001b): Climate Change 2001: Impacts, adaptation and vulnerability (İklim Değişikliği 2001: Etkiler, adaptasyon ve zarar görme olasılığı), IPCC WGII raporu, Cambridge University Press, Cambridge, Birleşik Krallık.

Jones, P.D., New, M., Parker, D.E., Martin, S. and Rigor, I.G. (1999): 'Surface air temperature and its changes over the past 150 years', (Yüzey hava sıcaklığı ve son 150 yılda yaşadığı değişiklikler), Review of Geophysics, 37, ss. 173-100.

Jones, P.D. and Moberg, D. (2003): Hemispheric and large-scale surface air temperature variations: An extensive revision and an update to 2001 (Yarımküreler arasındaki ve büyük ölçekli yüzey hava sıcaklığı varyasyonları: 2001 yılı için yapılan yaygın bir revizyon ve güncelleme), Journal of Climate, 16, ss. 206-223.

Klein Tank, A., Wijngaard, J. and van Engelen, A. (2002): Climate in Europe. Assessment of observed daily temperature and precipitation extremes (Avrupa'da İklim. Günlük sıcaklık ve aşırı yağış gözlemlerinin değerlendirilmesi), Avrupa İklim Değerlendirmesi, KNMI, the Bilt, Hollanda. Ayrıca bakınız <http://www.knmi.nl/samenw/eca/>

Leemans, R. and Hootsmans, R. (1998): Ecosystem vulnerability and climate protection goals (Ekosistemin zarar görme olasılığı ve iklim koruma hedefleri), RIVM raporu 481508004, Bilthoven, Hollanda.

Luterbacher, J., Dietrich, D., Xoplaki, E., Grosjean, M. and Wanner, H. (2004): 'European seasonal and annual temperature variability. Trends and extremes since 1500' (Mevsimlere ve yıllara göre Avrupa'daki sıcaklıklarda meydana gelen değişiklikler. 1500 yılından beri görülen eğilimler ve aşırı olaylar), *Science* 303, ss. 1499–1503.

NOAA (Ulusal okyanus ve atmosfer yönetimi iklim izleme ve teşhis laboratuvarı) (2003): (CMDL)/Halokarbonlar ve atmosferde bulunan diğer nadir türler (HATS) . Verilere <http://www.cmdl.noaa.gov/hats/> adresi kullanılarak erişilebilir

Parry, M.L. (ed) (2000): Assessment of potential effects and adaptation for climate change in Europe: The Europe Acacia Project (Avrupa'daki iklim değişikliğinin olası etkilerinin ve bunlara yönelik adaptasyonun değerlendirilmesi: Avrupa Acacia Projesi), Jackson Çevre Enstitüsü, East Anglia Üniversitesi, Norviç, Birleşik Krallık.

Rijsberman, F. and Swart, R.J. (eds) (1990): Targets and indicators of climate change (İklim değişikliği hedefleri ve göstergeleri), Stockholm Çevre Enstitüsü, 166.

Romero, R., Ramis, C. and Guijarro, J.A. (1999): 'Daily rainfall patterns in the Spanish Mediterranean area: an objective classification' (İspanyol Akdeniz bölgesindeki yıllık yağış kalıpları: objektif bir sınıflandırma), *International Journal of Climatology*, 19, ss. 95–112.

Schär, C., Vidale, P.L., Lüthi, D., Frei, C., Häberli, C., Liniger, M.A. and Appenzeller, C. (2004): The role of increasing temperature variability in European summer heatwaves (Avrupa'da yaz mevsimlerinde yaşanan sıcak hava dalgalarında artan hava sıcaklığı değişkenliğinin rolü), *Nature* 427, ss. 1–4.

WBGU (Alman Küresel Değişiklik Danışma Konseyi) (2003b): World in transition: Towards sustainable energy systems (Geçiş sürecindeki dünya: Sürdürülebilir enerji sistemlerine doğru), Berlin.

WMO, 2003, Global temperature in 2003 (2003 yılı küresel iklimi), WHO basın açıklaması, Aralık 2003.

## **Buzullar, kar ve buz**

Armstrong, R.L. and Brodzik, M.J. (2001): 'Recent northern hemisphere snow extent: a comparison of data derived from visible and microwave sensors' (Yakın dönemde kuzey yarımküredeki kar tabakası: gözle görülen ve mikrodalga sensörlerden elde edilen verilerin bir karşılaştırması), *Geophysical Research Letters*, 28(19), ss. 3673–76.

Beniston, M. *et al.* (1995). 'Simulation of climate trends over the Alpine region', in: Development of a physically-based modelling system for application to regional studies of current and future climate ('Alpler bölgesindeki iklim eğilimlerinin simülasyonu', in: Günümüzdeki ve gelecekteki bölgesel çalışmalara uygulanması için fiziksel temelli bir model oluşturma sisteminin geliştirilmesi), Nihai bilimsel rapor, No. 4031–33250, İsviçre Ulusal Bilim Vakfı, Bern, İsviçre.

Björge, E., Johannessen, O.M. and Miles, M.W. (1997): Analysis of merged SMMR SSMI time series of Arctic and Antarctic sea ice parameters, 1978–1995, (1978–1995 yılları arasındaki Kuzey ve Güney denizi buzu parametrelerinin birleşmiş SMMR SSMI zaman serilerinin analizi), *Geophysical Research Letters*, 24, ss. 413–416.

Bürki, R. *et al.* (2003): Climate change and winter sports: Environmental and economic threats (İklim değişikliği ve kış sporları: Çevresel ve ekonomik tehditler), Spor ve Çevre üzerine 5, IOC/UNEP Dünya Konferansı, Turin, İtalya, Aralık 2003.

Cavalieri, D.J., Gloersen, P., Parkinson, C.L., Comiso, J.C. and Zwally, H.J. (1997): 'Observed hemispheric asymmetry in global sea ice changes' (Küresel deniz buzu değişikliklerinde her iki yarımkürede gözlemlenen asimetri), *Science*, 278, ss. 1104–1106.

Dye, D. (1997): Satellite analysis of inter-annual variability and trends in the northern hemisphere annual snow-free period, (Kuzey yarımküredeki karsız geçen dönem anlamında yıllar arasındaki değişkenliğin ve eğilimlerin uydu analizi), Coğrafya Departmanı, Boston Üniversitesi, ABD.

Dyurgerov, M. (2003): 'Mountain and subpolar glaciers show an increase in sensitivity to climate warming and intensification of the water cycle' (Dağ ve subpolar buzulları iklimsel ısınma ve

su döngüsünün yoğunlaşmasında bir duyarlılık artışı olduğunu gösteriyor), *Journal of Hydrology* 282. ss. 164–176.

Frauenfelder, R., (2003): Kişisel Bildiri, WGMS.

Haas, C. (2004): 'Late-summer sea ice thickness variability in the Arctic Transpolar Drift 1991–2001 derived from ground-based electromagnetic sounding' (toprak temelli elektromanyetik sondajdan elde edilen Kuzey Kutbu Kutuplararası Sürüklenen Buz Kütlelerinin 1991–2001 yılları arasındaki yaz sonu kalınlık değişkenliği), *Geophysical Research Letters*, baskıda.

Haeberli, W. (2003): Spuren des Hitzesommers 2003 im Eis der Alpen, (Aşırı sıcak 2003 yaz mevsiminin Alp dağlarındaki izleri), İsviçre parlamentosuna yapılan sunum, 30 Eylül 2003.

Haeberli, W. and Beniston, M. (1998): Climate change and its impacts on glaciers and permafrost in the Alps (İklim değişikliği ve Alplerdeki buzullar ile permafrost üzerindeki etkileri), *Ambio* Cilt 7 No4, ss. 258–265.

IPCC (2001a): Climate change 2001: The scientific basis (İklim değişikliği 2001: Bilimsel temel), Cambridge University Press, Cambridge, Birleşik Krallık.

Johannessen, O.M., Miles, M.W. and Bjørge, E. (1995): The Arctic's shrinking sea ice (Kuzey Kutbu denizindeki buzların çekilmesi), *Nature*, 376, ss. 126–127.

Johannessen, O.M., Bengtsson, L.B. *et al.*, (2002): Arctic climate change – Observed and modelled temperature and sea ice variability (Kuzey Kutbu iklim değişikliği – Gözlemlenen ve modeli oluşturulan sıcaklık ve deniz buzları değişkenliği), NERSC, Teknik Rapor No 218, Bergen, Norveç.

Laternser, M. and Schneebeli, M. (2001): 'Climate trends from homogeneous long-term snow data of the Swiss Alps (1931–1999)' (İsviçre Alplerindeki uzun vadeli homojenik kar verilerinden elde edilen iklim eğilimleri (1931–1999)), *International Journal of Climatology* dergisine sunulmuştur.

Loewe, P. and Wilhelms, S. (2002): Kişisel bilgi, Federal Denizcilik ve Hidrografi Ajansı, Hamburg, Almanya.

Maisch, M. and Haeberli, W. (2003): 'Die rezente Erwärmung der Atmosphäre-Folgen für die Schweizer Gletscher' (Atmosferin yakın zamandaki ısınması – İsviçre buzulları için bunun sonuçları), *Geographische Rundschau* 55 Sayı 2.

Moritz, R.M., Bitz, C.M. and Steig, E.J. (2002): 'Dynamics of recent climate change in the Arctic' (Kuzey Kutbundaki mevcut iklim değişikliğinin dinamikleri), *Science*, Sayı. 297, ss. 1497–1502.

Overland, J.E. *et al.* (2004): Integrated analysis of physical and biological pan-Arctic change (Pan-Arktik bölgesindeki fiziksel ve biyolojik değişikliğin entegre analizi), *Climate Change* 63. ss. 1497–1502.

Robinson, D.A. (1997): 'Hemispheric snow cover and surface albedo for model validation' (Model uygunluğu açısından yarım küredeki kar tabakası ve yüzey albedosu), *Ann. Glaciol.*, 25, ss. 241–245.

Rothrock, D.A., Yu, Y. and Maykut, G.A. (1999): 'Thinning of the Arctic sea-ice cover' (Kuzey Kutup denizindeki buz tabakasının incelenmesi), *Geophysical Research Letters*, 26, ss. 3469–3472.

UKMO (2004): Rayner, Nick; Birleşik Krallık Met Bürosu; kişisel bildiri.

Wallinga, J. and van de Wal, R.S.W. (1998): 'Sensitivity of Rhonegletscher, Switzerland, to climate change: experiments with a one-dimensional flow-line model' (İsviçre'deki Rhonegletscher bölgesinin iklim değişimine duyarlılığı: tek yönlü akış hattı modeliyle deneyler), *Journal of Glaciology*, 44, ss. 383–393.

WMO (2002): Statement on the status of the global climate in 2001 (2001'de küresel iklimin durumu üzerine açıklama), WMO – No 940, 2002.

### **Deniz sistemleri**

Beaugrand, G., Ibañez, F., Lindley, J.A. and Reid, P.C. (2002): 'Diversity of calanoid copepods in the North Atlantic and adjacent seas: species associations and biogeography' (Kalanoid kopepodların Kuzey Atlantik ve ona bağlı denizlerdeki dağılımı), *Marine Ecology Progress Series*, 232. ss. 179–195.

Beaugrand, G., Reid, P.C., Ibanez, F., Lindley, J.A. and Edwards, M. (2002): 'Reorganisation of North Atlantic marine copepod biodiversity and climate' (Kuzey Atlantik deniz kopepod çeşitliliğinin yeniden organizasyonu ve iklim), *Science*, 296, ss. 1692–1694.

Cane, M.A. *et al.* (1997): 'Twentieth-century sea surface temperature trends' (Yirminci Yüzyıl deniz yüzeyi sıcaklık eğilimleri), *Science*, Sayı 275, ss. 957–960.

Dooley, H. (2003): ICES Kopenhag, Bilimsel katkı ve kişisel bilgi.

Edwards, M. *et al.* (2003): Fitoplanktonlar üzerine temel veriler, ETC/ACC'ye sunulmuştur.

Edwards, M., Reid, P.C. and Planque, B. (2001): 'Long-term and regional variability of phytoplankton biomass in the Northeast Atlantic (1960–1995)' (Kuzeydoğu Atlantik'teki fitoplankton biyokütlesindeki uzun dönemli ve bölgesel çeşitlilik (1960–1995)), *ICES Journal of Marine Science*, 58, ss. 39–49.

Edwards, M., Beaugrand, G., Reid, P.C., Rowden, A. and Jones, M. (2002): 'Ocean climate anomalies and the ecology of the North Sea' (Okyanus iklim anormallikleri ve Kuzey Denizi ekolojisi), *Marine Ecology Progress Series*, 239, ss. 1–10.

Furewik, T. (2000): 'On anomalous sea surface temperatures in the Nordic Seas' (Kuzey Denizlerindeki deniz yüzey sıcaklıklarındaki anormallikler), *Journal of Climate*, Sayı 13, ss. 1044–1053.

IPCC (2001a): *Climate change 2001: The scientific basis (İklim değişikliği 2001: Bilimsel temel)*, Cambridge University Press, Cambridge, Birleşik Krallık.

IPCC (2001b): *Climate Change 2001: Impacts, adaptation and vulnerability (İklim Değişikliği 2001: Etkiler, adaptasyon ve zarar görme olasılığı)*, IPCC WGII raporu, Cambridge University Press, Cambridge, Birleşik Krallık.

Levitus, S. *et al.* (2000): 'Warming of the world ocean' (Dünya okyanuslarının ısınması), *Science*, Sayı. 287, ss. 2225–2229.

Liebsch, G., Novotny, K. and Dietrich, R. (2002): Akdeniz Deniz Seviyesindeki Değişikliklerin

Avrupa Kıyıları Üzerindeki Etkilerinin Belirlenmesi Amacıyla Yapılan Derinlik Ölçümü Çalışmaları, Dresden Teknik Üniversitesi, Almanya.

Melsom, A. (2001): Are North Atlantic SST anomalies significant for the Nordic Seas SSTs? (Kuzey Atlantik SST anormallikleri Kuzey Denizleri SST'leri için belirgin mi?), Norveç Meteoroloji Enstitüsü.

Mizoguchi, K.I. *et al.* (1999): 'Multi- and quasi-decadal variations of sea surface temperature in the North Atlantic (Kuzey Atlantikdeki deniz yüzey sıcaklıklarında uzun yıllara yayılmış varyasyonlar)', *Journal of Climate*, Sayı 12, ss. 3133–3143.

Nerem, R.S. and Mitchum, G.T. (2001): 'Sea level change' (Deniz seviyesi değişikliği), in: *Satellite altimetry and Earth sciences (Uydu altimetrisi ve Dünya bilimleri)*, San Diego, ABD, ss. 329–349.

Parmesan, C. and Yohe, G. (2003): 'A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems' (Doğal sistemlerdeki iklim değişikliği etkilerinin küresel anlamda tutarlı izleri), *Nature*, 421, ss. 37–42.

Peltier, W. (1998): 'Postglacial variations in the level of the sea: Implications for climate dynamics and solid-earth' (Deniz seviyesinde buzul çağı sonrasında meydana gelen varyasyonlar: İklim dinamiklerine ve karalara yönelik uygulanması), *Review of Geophysics* 36(4), ss. 603–689.

Reid, P.C., Edwards, M., Hunt, H.G. and Warner, A.J. (1998): Phytoplankton change in the North Atlantic (Kuzey Atlantik'teki fitoplankton değişikliği). *Nature* 391, ss. 546.

Reid, P.C. and Edwards, M. (2001): 'Long-term changes in the pelagos, benthos and fisheries of the North Sea' (Kuzey Buz Denizindeki pelagos, benthos ve balıkçılıktaki uzun vadeli değişiklikler), in: Kröncke, I., Türkay, M. and Sündermann, J. (eds.): 'Burning issues of North Sea ecology (Kuzey Denizi ekolojisine ilişkin yanma konuları)', 14. Uluslararası Senckenberg Konferansı 'Kuzey Denizi 2000'nin Açılışı', *Senckenbergiana Maritima*, 31, ss. 107–115.

Rixen, M. *et al.* (2004) : 'Western and Eastern Mediterranean Sea temperature and salinity; variability and trends since 1950' (Batı ve

Doğu Akdeniz sıcaklıkları ve tuzluluğu; 1950 yılından beri değişkenlik ve eğilimler), *Nature*, yayınlanmamış makale.

SAHFOS (Sir Alister Hardy Okyanus Bilimi Vakfı) (2002): Yıllık Rapor 2002.

Westernhagen, v. H and Schnack, D. (2001): 'The effect of climate on fish populations, Climate of the twenty-first century' (İklimin balık popülasyonu üzerindeki etkisi, yirmi birinci yüzyılın iklimi), ss. 283–289.

### **Karasal ekosistemler ve biyolojik çeşitlilik**

Bakkenes, M., Alkemade, J.R.M., Ihle, F., Leemans, R. and Latour, J.B. (2002): 'Assessing effects of forecasted climate change on the diversity and distribution of European higher plants for 2050' (Tahmini iklim değişikliğinin 2050 yılında Avrupa'nın yüksek bölgelerde yaşayan bitkileri üzerindeki etkileri) *Global Change Biology*, 8, ss. 390–407.

Bakkenes M., Eickhout, B. and Alkemade, R. (2004): 'Impacts of climate change on biodiversity in Europe; implication of CO<sub>2</sub> stabilisation scenarios' (İklim değişikliğinin Avrupa'daki biyolojik çeşitlilik üzerindeki etkisi; CO<sub>2</sub> dengeleme senaryolarının uygulanması), *Global Change Biology*, hazırlık aşamasında.

Bousquet, P., Peylin, P., Ciais, P., Le Quere, C., Friedlingstein, P. and Tans, P.P. (2000): Interannual changes in regional CO<sub>2</sub> fluxes (Bölgesel CO<sub>2</sub> akışlarındaki yıllar arası değişimler), *Science* 290, ss. 1342–1346.

CBD — Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi (2003): Biyolojik çeşitlilik ile iklim değişikliği arasındaki bağlantılar ve biyolojik çeşitliliğin UNFCCC ve Kyoto Protokolüne entegrasyonu konusundaki öneriler, CDB biyolojik çeşitlilik ile iklim değişikliği konusundaki geçici teknik uzmanlar grubu, Taslak 17.

Chaine I. and Beaubien, E.G. (2001): 'Phenology is a major determinant of tree species range' (Fenoloji ağaç türleri yelpazesi içerisindeki birinci dereceden belirleyen durumundadır). *Ecological Letters* 4, ss. 500–510.

AÇA (2004): Greenhouse gas emission trends and projections in Europe 2004 (2004 yılında

Avrupa'daki sera gazları emisyonlarına ilişkin eğilim ve tahminler), AÇA raporu, Avrupa Çevre Ajansı, Kopenhag, Danimarka. (çıkarmak üzere)

Frederiksen, M. (2002): 'The use of data from bird ringing schemes as indicators of environmental change: a feasibility study' (Çevresel dönüşüm göstergeleri olarak kuşlara halka takılması programlarından elde edilen verilerin kullanılması: bir kullanılabilirlik çalışması). ETC/NPB, MNHN/CRBPO.

Gottfried, M., Pauli, H. Reiter, K. and Grabherr, G. (1999): 'A fine-scaled predictive model for changes in species distribution patterns of high mountain plants induced by climate warming' (Yüksek rakımlı dağlık bölgelerde yaşayan türlerin dağılım kalıplarında iklimsel ısınma sebebiyle oluşan değişiklikler için iyi ölçeklendirilmiş tahmin modeli). *Diversity Distribution* 5: ss. 241–251.

Grabherr, G., Gottfried, M. and Pauli, H. (1994): Climate effects on mountain plants (Dağ bitkileri üzerindeki iklimsel etkiler). *Nature*, ss. 369–448.

Grabherr, G., Gottfried, M. and Pauli, H. (2002): Yaşam Alanları Üzerindeki Ekolojik Etkiler, *Spektrum der Wissenschaft*, 1, ss. 84–89.

Hare, W. (2003): Assessment of knowledge on impacts of climate change (İklim değişikliğinin etkileri üzerine bilgilerin değerlendirilmesi), UNFCCC'nin 2. Maddesinin spesifikasyonuna katkı. WBGU'nun 94 özel raporuna yönelik arka plan raporu.

Holten, J.I. and Carey, P.D. (1992): Responses of climate change on natural terrestrial ecosystems in Norway (İklim değişikliğinin Norveç'teki doğal karasal ekosistemler üzerindeki tepkileri), NINA Forskningsrapport 29. Norveç Doğa Araştırma Enstitüsü, Trondheim, Norveç, 59 ss.

Hughes, L. (2000): 'Biological consequences of global warming: is the signal already apparent?' (Küresel ısınmanın biyolojik sonuçları: sinyal şimdiden görünüyor mu?), *Trends in Ecology and Evolution* 15(2), ss. 56–61.

IPCC (2001a): Climate change 2001: The scientific basis (İklim değişikliği 2001: Bilimsel temel), Cambridge University Press, Cambridge, Birleşik Krallık.

IPCC (2001b): Climate Change 2001: Impacts, adaptation and vulnerability, (İklim Değişikliği 2001: Etkiler, adaptasyon ve zarar görme olasılığı), IPCC WGII raporu, Cambridge University Press, Cambridge, Birleşik Krallık.

IPCC (2002): Climate change and biodiversity (İklim Değişikliği ve biyolojik çeşitlilik); Teknik sunum 5, IPCC, Nisan 2002.

Janssens I.A., Freibauer, A., Ciais, P., Smith, P., Nabuurs, G.J., Folberth, G. Schlamadinger, B., Hutjes, R.W.A., Ceulemans, R., Schulze, E.-D., Valentini, R. and Dolman, A.J. (2003): 'Europe's terrestrial biosphere absorbs 7–12 % of European anthropogenic CO<sub>2</sub> emissions' (Avrupa'nın karasal biyosferi Avrupa'daki antropojenik CO<sub>2</sub> emisyonlarının %7-12'sini emiyor), Science Express 300 (5623), 22 Mayıs 2003, 0.1126/science.1083592.

Klanderud, K. and Birks, H. J. B. (2003): 'Recent increases in species richness and shifts in altitudinal distributions of Norwegian mountain plants' (Norveç dağ bitkilerinin rakımsal dağılımındaki kaymalar ve türlerin zenginliğinde yakın zamandaki artışlar). The Holocene, 13, ss. 1–6.

Körner, C. (1999): Alpine plant life (Alplerdeki bitki ömrü), Springer Press. 338 sayfa.

Kozlov M.V. and Berlina, N.G. (2002): 'Decline in length of the summer season on the Kola peninsula Russia' (Rusya'daki Kola Yarımadasında yaz mevsiminin süresinin azalması), Climate change 54, ss. 387–398.

Kullman, L. (2003): 'Recent reversal of neoglacial climate cooling trend in the Swedish Scandes as evidenced by birch tree-limit rise' (İsveç İskandinaviasında kayın ağacı büyüme limitindeki yükselmenin tanıklık ettiği neobuzul iklimsel soğumanın günümüzde tersine dönmesi), Global and Planetary Change, 36, ss. 77–88.

Menzel, A. (2002): 'Phenology: Its importance to the global change community. An editorial comment' (Fenoloji: Küresel değişimin toplum açısından önemi. Bir editoryal yorum), Climatic Change 54, ss. 379–385.

Menzel A. and Fabian, P. (1999): 'Growing season extended in Europe (Avrupa'da süresi uzayan büyüme mevsimi)', Nature 397, ss. 659.

Mitchell, T.D., Carter, T.R. Jones, P.D. Hulme, M. and New, M. (2004): 'A comprehensive set of high-resolution grids of monthly climate for Europe and the globe: the observed record (1901–2000) and 16 scenarios (2001–2100)' (Avrupa'da ve küresel anlamda aylık iklime ilişkin bir dizi kapsamlı yüksek çözülebilir ağ: gözlemlenen kayıt (1901–2000) ve 16 senaryo (2001–2100)', Journal of Climate: sunulmuş yazı.

Meshinev, T., Apostolova, I. and Koleva E. (2000): 'Influence of warming on timberline rising: a case study on Pinus peuce in Bulgaria' (Isınmanın ağaç büyüme çizgisi üzerindeki etkisi: Bulgaristan'daki Pinus peuce üzerine yapılan örnek çalışma), Phytocoenologia 30, ss. 431–438.

Molau, U. and Alatalo, J.M. (1998): 'Responses of sub-alpine plant communities to simulated environmental change' (Sub-alpin bitki topluluklarının simüle edilen iklim değişikliğine yanıtları), Ambio 27, ss. 322–329.

Motta, R. and Masarin, F. (1998): 'Strutture e dinamiche forestali di popolamenti misti di pino cembro (*Pinus cembra* L.) e larice (*Larix decidua* Miller) in alta valle Varaita (Cuneo, Piemonte)' (Variata'nın yüksek tepelerinde (Cuneo, Piemonte) *Pinus cembra* L. ve *Larix Decidua* Miller'lerde oluşan ormanlık bölgeler). Archivio Geobotanico 2. ss. 123–132.

Nabuurs, G.J., Pussinen, A., Karjalainen, T., Erhard, M., and Kramer, K. (2002): 'Stemwood volume increment changes in European forests due to climate change — a simulation study with the EFISCEN model' (İklim değişikliği sebebiyle Avrupa ormanlarındaki ağaç köklerinde meydana gelen hacimsel anlamdaki nicelik değişimleri — EFISCEN modeliyle birlikte bir simülasyon çalışması), Global Change Biology 8, ss. 304–316.

New, M., Hulme, M. and Jones, P. (2000): Representing twentieth-century space-time variability. Part II: Development of 1901–96 monthly grids of terrestrial surface climate (Yirminci yüzyıl mekan-zaman değişkenliğinin temsili. Bölüm II: Karasal yüzey ikliminde 1901–1996 yılları arasındaki aylık ağlar).

Otten, A. and Stabbeorp, O.E. (2003): Landscape and biodiversity changes in a Norwegian agricultural landscape between 1960 and 2000

(1960–2000 arası Norveç tarım arazilerindeki arazi ve biyolojik çeşitliliğe ilişkin değişiklikler) (hazırlık aşamasında).

Parmesan, C. and Yohe, G. (2003): 'A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems' (Doğal sistemlerdeki iklim değişikliği etkilerinin küresel anlamda tutarlı izleri), *Nature*, 421, ss. 37–42.

Parry, M.L. (ed) (2000): Assessment of potential effects and adaptation for climate change in Europe: The Europe Acacia Project (Avrupa'daki iklim değişikliğinin olası etkilerinin ve bunlara yönelik adaptasyonun değerlendirilmesi: Avrupa Acacia Projesi), Jackson Çevre Enstitüsü, East Anglia Üniversitesi, Norviç, Birleşik Krallık. 320 sayfa.

Pauli, H., Gottfried, M., Dirnböck, T., Dullinger, S. and Grabherr, G. (2003): 'Assessing the long-term dynamics of endemic plants at summit habitats' (Zirve habitatlarındaki endemik bitkilerin uzun vadeli dinamiklerinin değerlendirilmesi), In Nagy, L., Grabherr, G., Körner C. and Thompson, D.B.A (eds.), *Alpine Biodiversity in Europe – a Europe-wide assessment of biological richness and change* (Avrupa'daki Alpin Biyolojik Çeşitliliği – Biyolojik zenginlik ve değişikliğin Avrupa çapında bir değerlendirmesi), *Ecological Studies*, Springer, Berlin, ss. 195–207.

Pauli, H., Gottfried, M. and Grabherr, G. (2001): 'High summits of the Alps in a changing climate. The oldest observation series on high mountain plant diversity in Europe' (Değişen bir iklimde Alplerin yüksek zirveleri. Avrupa'daki yüksek dağ bitkileri çeşitliliğine ilişkin en eski gözlemler), Walther, G.-R., Burga, C.A. and Edwards, P. J. (eds), *Fingerprints of climate change – adapted behaviour and shifting species ranges* (İklim değişikliğinin izleri – adapte olan davranış ve kayan tür yelpazesi), Kluwer Academic Publishers, New York, ss. 139–149.

Preston, C.D., Telfer, M.G., Arnold, H.R., Carey, P.D., Cooper, J.M., Dines, T.D., Hill, M.O., Pearman, D.A., Roy, D.B. and Smart, S.M. (2002): *The changing flora of the UK* (Birleşik Krallık'ın değişen florası), Londra, DEFRA.

Root, T.L., Price, J.T., Hall, K.R., Schneider, S.H. Rosenzweig, C. and Pounds, J.A. (2003):

'Fingerprints of global warming on wild animals and plants' (Küresel ısınmanın vahşi hayvanlar ve bitkiler üzerindeki izleri), *Nature* 142. ss. 57–60.

Rustad, L.E., Campell, J.L., Marion, G.M., Norby, R.J., Mitchell, M.J., Hartley, A.E., Cornelissen, J.H.C. and Gurevitch, J. (2001): 'A meta-analysis of the response of soil respiration, net nitrogen mineralisation, and above ground plant growth to experimental ecosystem warming' (Toprak solunumu, net nitrojen mineralizasyonu ve toprak üzeri bitki gelişiminin deneysel ekosistem ısınmasına reaksiyonuna ilişkin bir meta-analiz). *Oecologia* 126, pp. 543–562. DOI 10.1007/s004420000544.

Sitch, S., Smith, B., Prentice, I. C., Arneeth, A., Bondeau, A., Cramer, W., Kaplan, J., Levis, S., Lucht, W., Sykes, M., Thonicke, K. and Venevski, S., 2003: 'Evaluation of ecosystem dynamics, plant geography and terrestrial carbon cycling in the LPJ Dynamic Vegetation Model' (LPJ Dinamik Vejetasyon Modelindeki ekosistem dinamikleri, bitki coğrafyası ve karasal karbon döngüsünün değerlendirilmesi), *Global Change Biology*, 9, ss. 161–185.

Sykes, M. and Prentice, I.C. (1996): 'Climate change, tree species distribution and forest dynamics: A case study in the mixed conifer/northern hardwood zone of northern Europe' (İklim değişikliği, ağaç türleri dağılımı ve orman dinamikleri: Kuzey Avrupa'daki kozalaklı/sert kerestelik ağaç alanına ilişkin örnek olay incelemesi), *Climatic Change*, 34, ss. 161–177.

Sykes M.T., Prentice, I.C. and Cramer, W. (1996): 'A bioclimatic model for the potential distributions of North European tree species under present and future climates' (Kuzey Avrupa ağaç türlerinin günümüzde ve gelecekteki olası dağılımlarına ilişkin biyoiklimsel bir model); *Journal of Biogeography* 23(2), ss. 203–233.

Tamis, W.L.M., Van 't Zelfde, M., and Van der Meijden, R., (2001): 'Changes in vascular plant biodiversity in the Netherlands in the twentieth century explained by climatic and other environmental characteristics' (Yirminci yüzyılda Hollanda'daki vasküler bitki biyolojik çeşitliliğindeki iklimsel ve diğer çevresel özelliklerle açıklanan değişiklikler), in Van Oene, H., Ellis, W.N., Heijmans, M.M.P.D., Mauquoy, D., Tamis, W.L.M., Berendse, F., Van Geel, B., Van der Meijden, R.

and Ulenberg, S.A. (eds), Long-term effects of climate change on biodiversity and ecosystem processes (İklim değişikliğinin biyolojik çeşitlilik ve ekosistem süreçlerindeki uzun vadeli etkileri), NOP, Bilthoven, ss. 23–51.

Theurillat, J.P., Felber, F., Geissler, P., Gobat, J.M., Fiertz, M., Fischlin, A., Kuipfer, P., Schlüssel, A., Velutti, C. and Zhao, G.F. (1998): 'Sensitivity of plant and soil ecosystems of the Alps to climate change' (Alplerdeki bitki ve toprak ekosistemlerinin iklim değişikliğine duyarlılığı), in: Cebon, P., Dahinden, U., Davies, H.C., Imboden, D. and Jager, C.C (eds), Views from the Alps: Regional perspectives on climate change (Alplerden görünüm: İklim değişikliği üzerine bölgesel perspektifler), MIT Press, Cambridge, Birleşik Krallık.

Theurillat, J.P. and Guisan, A. (2001): 'Potential impact of climate change on vegetation in the European Alps: A review' (İklim değişikliğinin Avrupa Alplerindeki vejetasyon üzerindeki olası etkisi), *Climatic Change* 50, ss. 77–109.

Thomas, C.D., Cameron, A., Green, R.E., Bakkenes, M., Beaumont, L.J., Collingham, Y.C., Erasmus, B.F.N. *et al.*, (2004): 'Extinction risk from climate change' (İklim değişikliğinin sebep olduğu nesil tükenmesi riski), *Nature* 427, ss. 145–148.

UN-ECE/FAO (2000): Forest resources of Europe, CIS, North America, Australia, Japan and New Zealand, Contribution to the global forest resources assessment 2000 (Avrupa, BDT, Kuzey Amerika, Avustralya, Japonya ve Yeni Zelanda'daki orman kaynakları, 2000 yılı küresel orman kaynakları değerlendirmesine katkı). BM, New York ve Cenevre, 445 sayfa.

Väre, H., Lampinen, R., Humphries, C. and Williams, P. (2003): 'Taxonomic diversity of vascular plants in the European alpine areas' (Avrupa'daki alpin bölgelerindeki vasküler bitkilerin taksonomik çeşitliliği), in Nagy, L., Grabherr, G., Körner C. (eds), *Alpine Biodiversity in Europe — a Europe-wide assessment of biological richness and change* (Avrupa'daki Alpin Biyolojik Çeşitliliği — Biyolojik çeşitlilik ve değişikliğin Avrupa çapında bir değerlendirmesi), Springer, Berlin, Almanya: ss. 133–148.

Walther, G.R., Post, E., Convey, P., Menzel, A., Parmesan, C., Beebee, T.J.C., Fromentin, J.M. *et al.*, (2002): Ecological responses to recent climate change (Mevcut iklim değişikliğine yönelik ekolojik reaksiyonlar), *Nature* 416: ss. 389–395.

Zhou, L., Tucker, C.J., Kaufmann, R.K., Slayback, D., Shabanov, N.V and Myneni, R.B. (2001): 'Variations in northern vegetation activity inferred from satellite data of vegetation index during 1981 to 1999' (1981–1999 arasında vejetasyon indeksine dair uydu verilerinden elde edilen kuzey vejetasyon etkinliğindeki varyasyonlar), *J. Geophys. Res.*, 106(D17): ss. 20069–20083.

## Su

Kaspar, F. (2004): Entwicklung und Unsicherheitsanalyse eines globalen hydrologischen Modells (Küresel bir hidroloji modelinin geliştirilmesi ve belirsizlik analizi). Doktora tezi, Kassel Üniversitesi, 139 s. Kassel University Press (baskıda).

IPCC (2001a): Climate change 2001: The scientific basis (İklim değişikliği 2001: Bilimsel temel), Cambridge University Press, Cambridge, Birleşik Krallık.

Lehner, B., Henrichs, T., Döll, P. and Alcamo, J. (2001): EuroWasser: Model-based assessment of European water resources and hydrology in the face of global change (EuroWasser: Küresel değişiklik karşısındaki Avrupa su kaynakları ve hidrolojisinin model bazlı değerlendirilmesi). Çevresel Sistemler Araştırma Merkezi, Kassel Üniversitesi, Kassel Dünya Suları Dizisi no. 5.

UNESCO, 1999, Discharge of selected river basins in the world. World Water Resources and their use: A joint product of the State Hydrological Institute (SHI) and UNESCO (Dünya'daki seçilmiş nehir havzalarının taşıdığı su miktar. Dünya Su Kaynakları ve kullanımları: (Devlet Hidroloji Enstitüsü- SHI) ve UNESCO ortak çalışması), I.A. Shiklomanov tarafından hazırlanmıştır. <http://webworld.unesco.org/water/ihp/db/shiklomanov>

Winsor, P., Rodhe, J. and Omstedt, A. (2001): 'Baltic Sea ocean climate: an analysis of 100 years of hydrographic data with a focus on the freshwater budget (Baltık Denizi okyanus iklimi: 100 yıllık hidrografik verilerinin tatlı su bütçesi odaklı analizi)', *Climate Research* 18, ss. 5–15.



## Tarım

Beniston, M. (2004): 'The 2003 heatwave in Europe: A shape of things to come? An analysis based on Swiss climatological data and model simulations' (Avrupa'da 2003 yılındaki sıcak hava dalgası: Bizi bekleyen şeylerin bir göstergesi mi? İsviçre klimatoloji verileri ve model simülasyonlarını temel alan bir analiz), *Geophysical Research Letter*, 31.

Carter, T.R. and Saarikko, R.A. (1996): 'Estimating regional crop potential in Finland under a changing climate' (Finlandiya'daki bölgesel mahsul potansiyelini değişen iklim ışığında tahmin etmek), *Agricultural and Forest Meteorology*, 79, ss. 301-313.

Avrupa Komisyonu (2002): *European agriculture entering the 21st century* (21. yüzyıla girerken Avrupa tarımı). Avrupa Komisyonu Tarım Genel Müdürlüğü.

FAO (2004): *Gıda ve Tarım Örgütü FAOSTAT verileri*. <http://www.fao.org>

Hafner, S. (2003): 'Trends in maize, rice, and wheat yields for 188 nations the past 40 years: a prevalence of linear growth (188 milletin son 40 yılda elde ettiği mısır, pirinç ve buğday rekolteleri: lineer gelişimin yaygınlığı)' *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 97, ss. 275-283.

Harrison, P.A., Butterfield, R.E. and Orr, J.L. (2003): 'Modelling climate change impacts on wheat potato and grapevine in Europe' (İklim değişikliğinin Avrupa'daki buğday, patates ve üzüm asmaları üzerindeki etkisi) in: Downing, T.E., Harrison, P.A., Butterfield, R.E. and Lonsdale, K.G (eds): *Climate change, climatic variability and agriculture in Europe* (Avrupa'da iklim değişikliği, iklimsel değişkenlik ve tarım), *Environmental Change Institute*, Oxford, Birleşik Krallık.

Hulme, M., Barrow, E.M., Arnell, N.W., Harrison, P.A., Johns, T.C. and Downing, T.E. (1999): 'Relative impacts of human-induced climate change and natural climate variability' (İnsanların sebep olduğu iklim değişikliği ve doğal iklim değişkenliğinin nispi etkileri), *Nature*, 397, ss. 688-691.

IPCC (Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli) (2001b): *Climate Change 2001: Impacts, adaptation and vulnerability* (İklim Değişikliği 2001: Etkiler, adaptasyon ve zarar görme olasılığı).

JRC (Ortak Araştırma Merkezi) (2003): *Synthesis of the campaign 2002/2003 and start of the new 2003/2004 campaign* (2002/2003 kampanyası ve yeni başlayan 2003/2004 kampanyasının sentezi). *MARS Bulletin*, 11, ss. 1-21.

Kimball, B.A., Mauney, F.S. Nakayama, F.S. and Idso, S.B. (1993): 'Effects of elevated CO<sub>2</sub> and climate variables on plants' (Yükseltilmiş CO<sub>2</sub> ve ilkim değişikliklerinin bitkiler üzerindeki etkileri), *Journal of Soil Water Conservation*, 48, ss. 9-14.

Oldeman, R.L., Hakkeling, T.A. and Sombroek, W.G. (1991): *World map of the status of human-induced soil degradation* (İnsanların sebep olduğu toprak bozulmasının durumuna ilişkin dünya haritası), *International Soil Reference and Information Centre* (Uluslararası Toprak Referansı ve Bilgi Merkezi), Wageningen.

Olesen, J.E. and Bindi, M. (2002): 'Consequences of climate change for European agricultural productivity, land use and policy' (İklim değişikliğinin Avrupa'daki tarımsal üretkenlik, arazi kullanımı ve politikası açısından sonuçları), *European Journal of Agronomy*, 16, ss. 239-262.

Pinter, P.J.J., Kimball, B.A., Garcia, R.L., Wall, G.W., Hunsaker, D.J. and LaMorte, R.L. (1996): 'Free-air CO<sub>2</sub> enrichment: responses of cotton and wheat crops' (Serbest havadaki CO<sub>2</sub> artışı: pamuk ve buğday mahsullerinin reaksiyonları), in: Koch, G.W. and Mooney, H.A. (eds), *Carbon Dioxide and Terrestrial Ecosystems* (Karbon Dioksit ve Karasal Ekosistemler), ss. 215-249, *Academic Press*, San Diego, ABD.

## Ekonomi

AÇA (2004): *Mapping the impacts of recent natural disasters and technological accidents in Europe* (Avrupa'da yakın zamanda meydana gelen doğal felaketler ve teknolojik kazaların etkilerinin haritasının çıkarılması), *Çevre sorun raporu No 35*, Avrupa Çevre Ajansı, Kopenhag, Danimarka.

IPCC (2001a): Climate change 2001: The scientific basis (İklim değişikliği 2001: Bilimsel temel), Cambridge University Press, Cambridge, Birleşik Krallık.

Munich Re (2000): Topics-annual Review of Natural Disasters 1999 (1999 yılı Doğal Felaketlerine ilişkin Yıllık Konu Başlıkları İncelenmesi), Munich Reinsurance Group (Münih Reassürans Grubu), Münih, Almanya.

Wirtz, A. (2004): Naturkatastrophen in Europa (Avrupa'daki Doğal Afetler), Münchner Rück, yayınlanmamıştır.

### **İnsan sağlığı**

Campbell-Lendrum D.H., Prüss-Üstün, A. and Corvalan, C. (2003): 'How much disease could climate change cause?' (İklim değişikliği kaç hastalığa sebep olabilir?), in: McMichael A.J. *et al.*, (eds): Climate change and health: risks and responses (İklim değişikliği ve sağlık: riskler ve reaksiyonlar), Cenevre, İsviçre, Dünya Sağlık Örgütü.

Curriero F. *et al.* (2002): 'Temperature and mortality in 11 cities of the eastern United States' (ABD'nin doğusundaki 11 şehirdeki hava sıcaklığı ve ölüm oranları), American Journal of Epidemiology, 155, ss. 80–87.

Daniel M, Kríž, B. (2002): Tick-borne encephalitis in the Czech Republic: I. Predictive maps of Ixodes ricinus tick high-occurrence habitats and a tick-borne encephalitis risk assessment in Czech regions; II. Maps of tick-borne encephalitis incidence in the Czech Republic in 1971–2000 (Çek Cumhuriyeti'ndeki kene ile geçen ensefalit vakaları: I. Ixodes ricinus kene türünün yoğun olarak görüldüğü habitatlara ilişkin tahmin haritaları ve Çek bölgelerinde kene ile geçen ensefalit riskinin değerlendirilmesi; II. Çek Cumhuriyeti'nde 1971-2000 yılları arasında görülen kene ile geçen ensefalit vakalarının haritaları). Proje 1420CASHh EVK2 – 2000–2002.

AÇA (2004): Mapping the impacts of recent natural disasters and technological accidents in Europe (Avrupa'da yakın zamanda meydana gelen doğal felaketler ve teknolojik kazaların etkilerinin haritasının çıkarılması), Çevre sorunu raporu No 35, Avrupa Çevre Ajansı, Kopenhag, Danimarka.

Empereur-Bissonet (2004): Health impacts of the 2003 heat wave in France (2003 yılındaki sıcak hava dalgasının Fransa'da yarattığı sağlık etkileri), WHO'nun Slovakya'nın Bratislava kentindeki 'Extreme weather and climate events and public health' (Aşırı hava durumu ve iklim olayları ve halk sağlığı) başlıklı toplantıda sunulan rapor.

Faunt, J.D., Wilkinson, T.J., Aplin, P., Henschke, P., Webb, M. and Penhall, R.K. (1995): 'The effete in the heat: heat-related hospital presentations during a ten day heat wave. Australia and New Zealand' (Sıcaklık bitkinliği: On gün süren sıcak hava dalgası sırasında sıcaklıkla ilgili yapılan hastane sunumları. Avustralya ve Yeni Zelanda', Journal of Medicine, 25, ss. 117–120.

IPCC (2001a): Climate change 2001: The scientific basis (İklim değişikliği 2001: Bilimsel temel), Cambridge University Press, Cambridge, Birleşik Krallık.

IPCC (2001b): Climate Change 2001: Impacts, adaptation and vulnerability, (İklim Değişikliği 2001: Etkiler, adaptasyon ve zarar görme olasılığı), IPCC WGII raporu, Cambridge University Press, Cambridge, Birleşik Krallık.

IVS, 2003: Impact sanitaire de la vague de chaleur en France survenue en août 2003 (Ağustos 2003'te Fransa'da oluşan sıcak hava dalgasının sağlık üzerindeki etkisi), İlerleme Raporu, 29 Ağustos 2003, Saint-Maurice, Institut de Veille Sanitaire (Sağlık İnceleme Enstitüsü).

Jaenson, T.G.T., Tälleklint, L., Lundqvist, L., Olsen, B., Chirico, J. and Mejlon, H. (1994): 'Geographical distribution, host associations, and vector roles of ticks (Acari: Ixodidae, Argasidae) in Sweden' (İsveç'teki kenelerin (Acari: Ixodidae, Argasidae), coğrafi dağılımı, üzerinde barındıkları hayvanlarla olan münasebetleri ve vektör rolleri), J Med Entomol (2), ss. 240–56.

Jendritzky, G., Bucher, K. and Bendisch, F. (1997): Die Mortalitätsstudie des Deutschen Wetterdienstes (Alman Meteoroloji Hizmetlerinin Ölüm Oranı Etüdü). Meteoroloji Yıllıkları, 33, ss. 46–51.

Jendritzky, G., *et al.* (2000): 'Atmospheric heat exchange of the human being, bioclimatic assessments, mortality and heat stress' (İnsanın atmosferik sıcaklık değişimi, biyoiklimsel

değerlendirmeler, ölüm oranı ve sıcaklık stresi), *International Journal of Circumpolar Health*, 59, ss. 222–227.

Katsouyanni, K., Pantazopoulou, A., Touloumi, G., Tselepidaki, I., Moustris, K., Asimakopoulos, D., Pouloupoulou, G. and Trichopoulos, D. (1993): 'Evidence of interaction between air pollution and high temperatures in the causation of excess mortality' (Aşırı ölümlere yönelik neden sonuç ilişkisi çerçevesinde hava kirliliği ve yüksek sıcaklıklar arasındaki ilişkinin kanıtı), *Architecture and Environmental Health*, 48, ss. 235–242.

Katsouyanni, K., Trichopoulos, D., Zavitsanos, X. and Touloumi, G. (1988): 'The 1987 Athens heatwave' (1987'de Atina'da görülen sıcak hava dalgası), *Lancet*, 573.

Kovats, S., Ebi, K.L. and Menne, B. (2003): *Methods of assessing human health vulnerability and public health adaptation to climate change (İnsan sağlığının zarar görme olasılığı ve halk sağlığının iklim değişikliğine adaptasyonu ölçme yöntemleri)*, WHO, WMO, Health Canada (Kanada Sağlık Ajansı), UNEP.

Kunst, A.E., Looman, C.W.N. and Mackenbach, J.P. (1993): 'Outdoor air temperature and mortality in the Netherlands: a time-series analysis' (Hollanda'daki dış ortam hava sıcaklığı ve ölüm oranları: bir zaman dizileri analizi), *American Journal of Epidemiology*, 137, ss. 331–341.

Lindgren E, Tälleklint, L. and Polfeldt, T. (2000): 'Impact of climatic change on the northern latitude limit and population density of the disease-transmitting European tick, *Ixodes ricinus*' (İklim değişikliğinin hastalık taşıyıcısı Avrupa kenisi *Ixodes ricinus*'un kuzey enlem sınırı ve popülasyon yoğunluğu üzerindeki etkisi), *Environmental Health Perspectives* 2000; 108(2), ss. 119–23.

Martens, W.J.M. (1997): 'Climate change, thermal stress and mortality changes' (İklim değişikliği, termal stres ve ölüm oranında meydana gelen değişiklikler), *Social Science and Medicine*, 46, ss. 331–344.

McMichael, A.J. and Kovats, R.S. (1998): *Assessment of the impact on mortality in England and Wales of the heatwave and*

*associated air pollution episode of 1976 (1976 yılında görülen sıcak hava dalgası ve ona eşlik eden hava kirliliğinin İngiltere ve Galler'deki ölüm oranları üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi)*, Londra Hijyen ve Tropikal Tıp Okulu Sağlık Departmanına sunulan rapor, Londra, Birleşik Krallık.

Rizzoli A, Merler, S., Furlanello, C. and Genchi, C. (2002): 'Geographical information systems and bootstrap aggregation (bagging) of tree-based classifiers for Lyme disease risk prediction in Trentino, Italian Alps' (İtalya Alplerinde yer alan Trentino'da görülen Lyme hastalığı risk tahminlerine yönelik ağaç temelli sınıflandırıcıların coğrafi bilgi sistemleri ve ilk yüklenici kümesi (toplanması), *J Med Entomol*, (3), ss. 485–92.

Rooney, C., McMichael, A.J., Kovats, R.S. and Coleman, M. (1998): 'Excess mortality in England and Wales, and in Greater London, during the 1995 heatwave' (1995 yılında görülen sıcak hava dalgası sırasında İngiltere ve Galler ile Londra kent merkezinde görülen aşırı ölümler), *Journal of Epidemiology and Community Health*, 52, ss. 482–486

Sartor, F. *et al.* (1995): 'Temperature, ambient ozone levels, and mortality during summer 1994 in Belgium' (1994 yılı yazında Belçika'daki sıcaklık, ortam ozon seviyeleri ve ölüm oranı), *Environmental Research*, 70, ss. 105–113.

Tälleklint, L. and Jaenson, T.G.T. (1998): 'Increasing geographical distribution and density of *Ixodes ricinus* (Acari: Ixodidae) in central and northern Sweden' (*Ixodes ricinus*'un (Acari: Ixodidae) Orta ve Kuzey İsveç'teki coğrafi dağılımı ve yoğunluğu), *J Med Entomol*, 4, ss. 521–526.

WHO-ECEH (2003a): *Extreme weather events and human health (Aşırı hava olayları ve insan sağlığı)*, Üçüncü Hükümetler Arası Hazırlık Toplantısı; Evora 2003.

WHO-ECEH (2003b): *Climate change and human health? Risks and responses,*

Geneva, Switzerland (İklim değişikliği ve insan sağlığı? Riskler ve yanıtlar), Cenevre, İsviçre).

WHO-ECEH (2004): Heatwaves: risks and responses. Health and global environmental changes (Sıcak hava dalgaları: riskler ve yanıtlar). Sağlık ve küresel çevre değişiklikleri, Dizi No.2. Cenevre, İsviçre.

#### 4. Adaptasyon

Klein, R.J.T. and Tol, R.S.J. (1997): Adaptation to climate change: options and technologies (İklim Değişikliğine adaptasyon: seçenekler ve teknolojiler), Bir Genel Bakış Raporu No. E-97/18, Çevre Çalışmaları Enstitüsü, Vrije Üniversitesi, Amsterdam, Hollanda.

Willows, R.I and Connell, R.K. (eds) (2003): Climate adaptation: Risk uncertainty and decision-making (İklim adaptasyonu: Risk belirsizliği ve karar alma, UKCIP Teknik Raporu, UKCIP, Oxford, Birleşik Krallık.

#### 5. Belirsizlikler, veri mevcudiyeti ve gelecekte ortaya çıkacak ihtiyaçlar

AÇA (2002): Proposed set of climate change state and impact indicators in Europe (Avrupa'da ileri sürülen bir dizi iklim değişikliği durumu ve etki göstergeleri). Teknik Rapor, Avrupa Çevre Ajansı, Kopenhag, Danimarka.

GCOS (2003): The second report on the adequacy of global observing systems for climate in support of the UNFCCC (UNFCCC desteğiyle küresel gözlem sistemlerinin iklim konusundaki yeterliliği üzerine ikinci rapor), rapor no. GCOS-82.

IPCC (2000): Special Report on Emissions Scenarios (Emisyon Senaryoları üzerinde Özel Rapor), Cambridge University Press, UK.

Kaspar, F. (2004): Entwicklung und Unsicherheitsanalyse eines globalen hydrologischen Modells (Küresel bir hidroloji modelinin geliştirilmesi ve belirsizlik analizi). Doktora tezi, Kassel Üniversitesi, 139 s, Kassel University Press (baskıda).

Theurillat, J.P., Felber, F., Geissler, P., Gobat, J.M., Fiertz, M., Fischlin, A., Kuipfer, P., Schlüssel, A., Velutti, C. and Zhao, G.F. (1998): 'Sensitivity of plant and soil ecosystems of the Alps to climate change' (Alplerdeki bitki ve toprak ekosistemlerinin iklim değişikliğine duyarlılığı), in: Cebon, P., Dahinden, U., Davies, H.C., Imboden, D. and Jager, C.C. (eds): Views from the Alps: Regional perspectives on climate change (Alplerden görünüm: İklim değişikliği üzerine bölgesel perspektifler), MIT Press, Cambridge, Birleşik Krallık.

Avrupa Çevre Ajansı

**Avrupa'nın değişen ikliminin etkileri – Gösterge temelli bir değerlendirme**

Lüksemburg: Avrupa Toplulukları Resmi Yayınlar Dairesi

2004 – 109 s. – 21 x 29.7 cm

ISBN 92-9167-758-2