

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Nihat KARAKUŞ

**YUTAK ALANLARIN İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN
TÜRKİYE ÖRNEĞİNDE ARAŞTIRILMASI**

PEYZAJ MİMARLIĞI ANABİLİM DALI

ADANA, 2010

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YUTAK ALANLARIN İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN
TÜRKİYE ÖRNEĞİNDE ARAŞTIRILMASI**

Nihat KARAKUŞ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

PEYZAJ MİMARLIĞI ANABİLİM DALI

Bu Tez 24/12/2010 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından
Oybirliği/Oyçokluğu ile Kabul Edilmiştir.

.....
Prof.Dr. Muzaffer YÜCEL
DANIŞMAN

.....
Prof.Dr. Rıza KANBER
ÜYE

.....
Doç.Dr. Nuriye Peker SAY
ÜYE

Bu Tez Enstitümüz Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalında hazırlanmıştır.
Kod No:

Prof. Dr. İlhami YEĞİNGİL
Enstitü Müdürü

Bu Çalışma Ç. Ü. Araştırma Projeleri Birimi ve TEMA Vakfı Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: ZF2009YL31

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge ve fotoğrafların
kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

YUTAK ALANLARIN İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN TÜRKİYE ÖRNEĞİNDE ARAŞTIRILMASI

Nihat KARAKUŞ

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
PEYZAJ MİMARLIĞI ANABİLİM DALI

Danışman :Prof. Dr. Muzaffer YÜCEL

Yıl: 2010, Sayfa: 127

Jüri :Prof. Dr. Muzaffer YÜCEL

:Prof. Dr. Rıza KANBER

:Doç. Dr. Nuriye Peker SAY

Bu çalışmada, Türkiye'nin atmosfere salmış olduğu sera gazı emisyonları ve yutak alanları tarafından karbon havuzlarında tutulan emisyonlar araştırılarak, eksik veriler oransal değişim ve regresyon analizi tekniği ile tamamlanmıştır. Sonra da, bu verilerden yararlanarak 2020 yılında atmosferdeki net sera gazı miktarını 1990 yılı seviyesine, 1990 yılı seviyesinin %5 ve %15 altına düşürebilmek için model geliştirilmiştir. Geliştirilen modele göre sera gazları ve yutak alanları verilerinden yararlanılarak, sera gazı emisyon değişim yüzdesi %4.82, orman alanları emisyon değişim yüzdesi %1.02 ve diğer yutak alanları emisyon değişim yüzdesi %6.84 olarak saptanmıştır. Saptanan bu veriler yardımıyla hem sera gazları, hem de yutak alanları için 2020 yılında en fazla emisyon değişim yüzdesi kadar artacağı ya da azalacağı öngörülerek, 2020 yılına ilişkin 44 adet projeksiyon üretilmiştir. Bu projeksiyon verilerinin 2020 yılı verilerinden yararlanılarak ve alınması gereken minimum önlem projeksiyonları dikkate alınarak, 5 farklı senaryo ve bu senaryolara ait toplam 17 adet önlem projeksiyonları üretilmiştir. Önlem projeksiyonlarında da, sadece yutak alanları artırmanın iklim değişikliği ile mücadelede yetersiz olduğu, aynı zamanda sera gazı salımının da azaltılması gerektiği saptanmıştır. Daha sonra da, üretilen senaryolara ve bu kapsamdaki projeksiyonlara göre iklim değişikliği ile mücadelede; gerek sera gazlarının azaltılması, gerekse yutak alanların artırılmasıyla ilgili öneriler verilmeye çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: İklim değişikliği, Sera gazları, Yutak alanları, Karbon havuzu

ABSTRACT

INVESTIGATE OF THE EFFECT OF THE SINK AREAS TO CLIMATE CHANGE IN THE EXAMPLE OF TURKEY

Nihat KARAKUŞ

**ÇUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF LANDSCAPE ARCHITECTURE**

Supervisor :Prof. Dr. Muzaffer YÜCEL

Year: 2010, Pages: 127

Jury :Prof. Dr. Muzaffer YÜCEL

:Prof. Dr. Rıza KANBER

:Assoc. Prof. Dr. Nuriye Peker SAY

In this study, the greenhouse gases emissions that Turkey released to atmosphere and the emissions which are caught on carbon pools by the sink areas are searched, missing datas are completed by the technics of communality and regression analysis. Then, exploiting from these datas, the exact amount of the greenhouse gasses in the atmosphere in the year of 2020 to the level of 1990, for trying to the decrease the 1990's level below %5 and %15, methodology is advanced. According to the advanced methodology, exploiting from the greenhouse gases and sink areas' datas, greenhouse gases emission exchange percent is % 4.82, forest areas' emission exchange percent is % 1.02 and other sink areas emission exchange percent is % 6,84. Then, with the help of these specifications, both greenhouse gases and the changes in the emission for the sink areas in 2020, at most can be increase twice or can be decrease is predicted. 44 projections are produced for the year 2020. With the help of these projections' specifications and considering the minimum caution projections, 5 different script and 17 pro-projections that belongs to these scripts are produced. The caution projection is, just to increase the sink areas are not enough for conflicting with the climate change, at the same time decreasing the greenhouse gas emissions are determined. According to the produced scripts and projections, trying to develop proposals, to give conflicting with climate change, decreasing the greenhouse gases and also increasing the sink areas.

Key words: Climate change, Greenhouse gases, Sink areas, Carbon pools.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın başından sonuna kadar yardım ve desteklerini esirgemeyen, yapıcı ve yönlendirici fikirleri ile bana daima yol gösteren danışman hocam Sayın Prof. Dr. Muzaffer YÜCEL'e, çalışmaya yaptıkları değerli eleştirileri ve katkılarından dolayı Prof. Dr. Rıza KANBER, Doç. Dr. Nuriye PEKER SAY ve Arş. Gör. Deniz ÇOLAKKADIOĞLU'na, çalışmadaki modelin geliştirilmesindeki katkılarından dolayı Muğla Üniversitesi Eğitim Fakültesi'nden Arş. Gör. Nebiye KORKMAZ'a, çalışmanın şekillenmesinde değerli fikirlerini paylaştıkları ve katkılarından dolayı İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi'nden Prof. Dr. Ünal ASAN ve Doç. Dr. Doğanay TOLUNAY'a, İTÜ Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi'nden Prof. Dr. Miktad KADIOĞLU'na, Orman Genel Müdürlüğü Arazi Kullanımı, Arazi Kullanım Değişikliği ve Ormancılık Çalışma Grubu'ndan Sami BAYÇELEBİ ve Emine ATAŞ'a teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca bu çalışma süresince maddi manevi desteğini esirgemeyen Sebahat Sinem ÖZYURT, Didem GÖK, Asuman AYSU ve Ata POLAT, Serdar SELİM ve Ceren SELİM'a teşekkür ederim.

Bu çalışma süresince maddi destek veren Ç.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne (Proje no: ZF2009YL31) ve TEMA Vakfına teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmam boyunca yardımlarını esirgemeyen ve bu süreci benimle birlikte yaşayan, gerek maddi, gerekse manevi desteğini esirgemeyen anneme, babama ve kardeşlerime teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜR	III
İÇİNDEKİLER	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ	XII
KISALTMALAR DİZİNİ	XIV
1. GİRİŞ	1
2. KAVRAMSAL TEMEL	3
2.1. İklim Değişikliği Kavramı ve Gelişimi	3
2.2. İklim Değişikliğinin Nedenleri	6
2.2.1. İklim Değişikliğinin Doğal Nedenleri	8
2.2.1.1. Kıtasal Sürüklenmeler	9
2.2.1.2. Volkanik Patlamalar	9
2.2.1.3. Güneş Etkinlikleri	9
2.2.1.4. Dünya Yörüngesindeki Değişimler	10
2.2.2. İklim Değişikliğinin Yapay Nedenleri	10
2.2.2.1. Fosil Yakıt Kullanımına Dayalı Artan Sera Gazları ve Konsantrasyonları	11
2.2.2.2. Savaşlar	16
2.2.2.3. Arazi Kullanımındaki Değişimler	18
2.3. İklim Değişikliğinin Türkiye Üzerine Olası Etkileri	19
2.4. Yutak Alanları Kavramı ve Önemi	23
2.5. Yutak Alanların Kendisine Has Özellikleri	25
2.5.1. Biyolojik Döngü Potansiyelini Sınırlandıran Doygunluk	25
2.5.2. Sürekliliğin Olmayışı	26
2.5.3. İnsan Tarafından Kontrol Edilebilmesi	26
2.6. Yutak Alanlara Ait Karbon Havuzları	26
2.7. Türkiye'deki Mevcut Yutak Alanları	29

2.7.1. Orman Alanları	29
2.7.2. Çayır ve Mera Alanları	33
2.7.3. Tarım Alanları	36
2.7.4. Sulak Alanlar	39
2.7.5. Yerleşim Alanları.....	42
2.7.6. Diğer Alanlar	43
2.8. Yutak Alanlara İlişkin Sorunlar	44
2.8.1. Doğal Yapıdan Kaynaklanan Sorunlar	44
2.8.2. Kentleşmeden Kaynaklanan Sorunlar.....	45
2.8.3. Sosyo-Ekonomik Yapıdan Kaynaklanan Sorunlar	46
2.8.4. Yasal ve Kurumsal Etkilerden Kaynaklanan Sorunlar	47
3. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	51
4. MATERYAL VE YÖNTEM	69
4.1. Materyal.....	69
4.2. Yöntem	72
4.2.1. Emisyon Değişim Yüzdesi	76
4.2.2. Emisyonların Artım ve Azaltım Projeksiyonu Oranları	77
4.2.3. Sera Gazı Emisyon Salımı Artım ve Azaltım Projeksiyonları	79
4.2.4. Yutak Alanları Emisyon Alımı Artım ve Azaltım Projeksiyonu.....	80
4.2.5. Sera Gazı Azaltım Senaryoları	81
5. ARAŞTIRMA BULGULARI	87
5.1. Yutak Alanları ile İklim Değişikliği Arasındaki İlişki.....	87
5.1.1. Emisyon Değişim Yüzdesi	87
5.1.1.1. Sera Gazı Emisyon Değişim Yüzdesi	88
5.1.1.2. Yutak Alanları Emisyon Değişim Yüzdesi.....	88
5.1.2. Emisyonların Artım ve Azaltım Projeksiyonları	90
5.1.2.1. Sera Gazı Emisyon Salımı Artım ve Azaltım Projeksiyonları....	91
5.1.2.2. Yutak Alanları Emisyon Alımı Artım ve Azaltım Projeksiyonları	93
5.2. 2020 Yılına İlişkin Sera Gazı Azaltım Senaryoları.....	101
5.2.1. Senaryo 1	105

5.2.2. Senaryo 2	106
5.2.3. Senaryo 3	108
5.2.4. Senaryo 4	110
5.2.5. Senaryo 5	112
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	113
KAYNAKLAR	119
ÖZGEÇMİŞ	127
EKLER.....	128

Çizelge 2.1. İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Öncesi Gelişmelerin Kronolojik Sıralaması	5
Çizelge 2.2. Tarihi Kaynaklardan Derlenen Geçmişe Ait Önemli İklim Olayları	7
Çizelge 2.3. Doğrudan Etki Gösteren Sera Gazlarının Kaynakları, Sanayi Devrimi Öncesi Konsantrasyonları, Değişim Oranları ve Atmosferdeki Ömürleri	12
Çizelge 2.4. 1990 – 2007 Yılları Arası Sera Gazı Emisyonları ve Emisyonların 1990 Yılına Göre Artış Yüzdeleri	13
Çizelge 2.5. 1990 – 2007 Yılları Arası Sektörlere Göre Sera Gazı Emisyonları ve Emisyonların 1990 Yılına Göre Artış Yüzdeleri	15
Çizelge 2.6. Tarihin Çeşitli Dönemlerinde Doğal ve Antropojenik Ekosistemlerin Alansal Değişimi ile Tarım Öncesi Döneme Göre Alansal Genişliklerinin % Olarak Azalımı	19
Çizelge 2.7. Karasal Ekosistemlerdeki Yutak Alanlarına Ait Karbon Havuzları	27
Çizelge 2.8. Dünya Üzerindeki Biyomlarda Vejetasyon ve Topraklarda Tahmini Karbon Stoku	28
Çizelge 2.9. Türkiye Ormanlarının 1972 ve 2004 Yıllarındaki Alansal Dağılımı	30
Çizelge 2.10. Türkiye Ormanlarında 1972 ve 2004 Yıllarındaki Mevcut Dikili Ağaç Serveti	30
Çizelge 2.11. Türkiye Ormanlarında 1972 ve 2004 Yıllarındaki Yıllık Cari Servet Artımı	31
Çizelge 2.12. Türkiye Ormanlarında 1990–2005 Dönemindeki Net Karbon Tutunumu ve CO ₂ Eşdeğerleri	32
Çizelge 2.13. Türkiye’deki Çayır-Mera Alanları	34
Çizelge 2.14. Türkiye’deki 2000–2004 Yılları Arası İşletilen Toplam Çayır-Mera Arazisi	34
Çizelge 2.15. Türkiye’deki Çayır-Mera Arazisinde 2000–2004 Dönemindeki Net Karbon Tutunumu ve CO ₂ Eşdeğerleri	35
Çizelge 2.16. Türkiye’deki 1988–2008 Yılları Arasındaki Tarım Alanları	37

Çizelge 2.17. Türkiye’deki Tarım Alanlarında 1991–2004 Dönemindeki Net Karbon Tutunumu ve CO ₂ Eşdeğerleri	38
Çizelge 2.18. Türkiye’deki Sulak Alanlarda 1991–2004 Dönemindeki Net Karbon Tutunumu ve CO ₂ Eşdeğerleri	41
Çizelge 2.19. Türkiye’deki Yerleşim Alanlarında Ağaçlandırılan Alanlar	42
Çizelge 2.20. Türkiye’deki Yerleşim Alanlarında 1991–2000 Dönemindeki Net Karbon Tutunumu ve CO ₂ Eşdeğerleri	43
Çizelge 2.21. Türkiye Topraklarının Eğim Durumu	45
Çizelge 2.22. Türkiye’de Erozyon Derecelerinin Dağılımı.....	45
Çizelge 4.1. Türkiye’nin 1990 – 2007 Yılları Arasındaki Sera Gazı Emisyon Salımları	70
Çizelge 4.2. Türkiye’nin 1990–2005 Yılları Arasındaki Yutak Alanları Emisyon Alımları	71
Çizelge 4.3. Türkiye’nin 1990–2007 Yılları Arasındaki Yutak Alanları Emisyon Alımları	72
Çizelge 4.4. Sera Gazı Azaltım Senaryoları.....	82
Çizelge 5.1. Sera Gazı Emisyon Salımları, Sera Gazı Yıllık Emisyon Değişim Yüzdeleri ve Sera Gazı Emisyon Değişim Yüzdesi.....	88
Çizelge 5.2. Orman Alanları Emisyon Alımları, Orman Alanları Yıllık Emisyon Değişim Yüzdeleri ve Orman Alanları Emisyon Değişim Yüzdesi.....	89
Çizelge 5.3. Diğer Yutak Alanları Emisyon Alımları, Diğer Yutak Alanları Yıllık Emisyon Değişim Yüzdeleri ve Orman Alanları Emisyon Değişim Yüzdesi	90
Çizelge 5.4. CO ₂ eq Sera Gazı Emisyon Salımı Artım Projeksiyonları (Gg).....	91
Çizelge 5.5. CO ₂ eq Sera Gazı Emisyon Salımı Azaltım Projeksiyonları (Gg).....	92
Çizelge 5.6. CO ₂ eq Orman Alanları Emisyon Alımı Artım Projeksiyonları (Gg).....	94
Çizelge 5.7. CO ₂ eq Orman Alanları Emisyon Alımı Azaltım Projeksiyonları (Gg)	95
Çizelge 5.8. CO ₂ eq Diğer Yutak Alanları Emisyon Alımı Artım Projeksiyonları (Gg)	96

Çizelge 5.9. CO ₂ eq Diğer Yutak Alanları Emisyon Alımı Azaltım Projeksiyonları (Gg).....	97
Çizelge 5.10. CO ₂ eq Yutak Alanları Emisyon Alımı Artım Projeksiyonları (Gg).....	99
Çizelge 5.11. CO ₂ eq Yutak Alanları Emisyon Alımı Azaltım Projeksiyonları (Gg).....	100
Çizelge 5.12. Senaryo Üretimine ait Sera Gazı ve Yutak Alanları Artım ve Azaltım Verileri (Gg).....	102
Çizelge 5.13. Senaryo 4 Üretimine ait YA ₂₀₀₇ ve Sera Gazı Artım ve Azaltım Verileri (Gg).....	104
Çizelge 5.14. Senaryo 5 Üretimine ait SG ₂₀₀₇ ve Yutak Alanları Artım ve Azaltım Verileri (Gg).....	104

Şekil 2.1. 1950 Öncesi Geçmiş 420000 Yıllık Döneme İlişkin Buz Sondaj Verileri (Vostok) ile 1950-1990 Dönemi Law Dome Ve Mauna Loa Ölçümlerine Göre Atmosferdeki CO ₂ Birikimindeki Uzun Süreli Değişimler ve IPCC IS92a Senaryosuna Göre 1990-2100 Dönemine İlişkin CO ₂ Projeksiyonları	7
Şekil 2.3. 2006 Yılı İtibariyle Türkiye'deki Arazi Kullanım Durumu.....	29
Şekil 4.1. Çalışmanın Akış Şeması	73
Şekil 4.2. Emisyonların Artım ve Azaltım Projeksiyonu Oranları.....	78
Şekil 5.1. Senaryo 1'e ait Projeksiyonlar	105
Şekil 5.2. Senaryo 2'ye ait Projeksiyonlar	107
Şekil 5.3. Senaryo 3'e ait Projeksiyonlar	109
Şekil 5.4. Senaryo 4'e ait Projeksiyonlar	111

KISALTMALAR DİZİNİ

AGBM	Berlin Yaptırım Çalışma Grubu
BM	Birleşmiş Milletler (United Nations- UN)
COP	Taraflar Konferansı
COP3	3. Taraflar Konferansı
COP6	6. Taraflar Konferansı
COP7	7. Taraflar Konferansı
COP9	9. Taraflar Konferansı
CORINE	Çevresel Verilerin Koordinasyonu (Coordination Of Information On The Enviroment)
GEF	Küresel Çevre Fonu (Global Environment Facility)
HGK	Hükümetlerarası Görüşme Komitesi (Intergovernmental Negotiating Committee - INC)
IPCC	Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (Intergovernmental Panel on Climate Change)
İDÇS	İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (United Nations Framework Convention on Climate Change- UNFCCC)
LULUCF	Alan Kullanım, Alan Kullanım Değişikliği ve Ormancılık (Land Use, Land Use Change and Forestry)
RAMSAR	Özellikle Su Kuşları Yaşamı Ortamı Olarak Uluslar arası Öneme Sahip Sulak Alanların Korunması Sözleşmesi
SBI	Uygulama Yardımcı Organı
SBSTA	Bilimsel ve Teknolojik Danışma Yardımcı Organı
UNDP	Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (United Nations Development Programme)
UNEP	Birleşmiş Milletler Çevre Programı (United Nations Environment Programme)
WMO	Dünya Meteoroloji Örgütü (World Meteorological Organisation)

Sera Gazı Kısaltmaları

CaCO ₃	Kalsiyum karbonat
CO ₂	Karbondioksit
CO ₂ eq	Karbondioksit eşdeğeri
CO	Karbonmonoksit
CH ₄	Metan
CFC-11	Kloroflorokarbon 11
CFC-12	Kloroflorokarbon 12
H ₂ O	Su buharı
N ₂ O	Diazotmonoksit
NMVOCs	Metan dışı organik uçucu karbonlar
O ₃	Ozon
OH°	Hidroksil radikalleri
SF ₆	Kükürthekzaflorid
SO ₂	Kükürtdioksit

Ölçü Birimleri Kısaltmaları

Gg	Gigagram (10 ⁹ g)
Gt	Gigaton (10 ⁹ ton)
Mg	Megagram (10 ⁶ g)
ppb	Hacim olarak milyarda kısım
ppm	Hacim olarak milyonda kısım
ppt	Hacim olarak trilyonda kısım

Senaryo Kısaltmaları

S1P1	Senaryo 1'e ait 1. projeksiyon
S1P2	Senaryo 1'e ait 2. projeksiyon
S1P3	Senaryo 1'e ait 3. projeksiyon
S1P4	Senaryo 1'e ait 4. projeksiyon
S2P1	Senaryo 2'e ait 1. projeksiyon
S2P2	Senaryo 2'e ait 2. projeksiyon
S2P3	Senaryo 2'e ait 3. projeksiyon
S2P4	Senaryo 2'e ait 4. projeksiyon
S2P5	Senaryo 2'e ait 5. projeksiyon
S3P1	Senaryo 3'e ait 1. projeksiyon
S3P2	Senaryo 3'e ait 2. projeksiyon
S3P3	Senaryo 3'e ait 3. projeksiyon
S3P4	Senaryo 3'e ait 4. projeksiyon
S3P5	Senaryo 3'e ait 5. projeksiyon
S4P1	Senaryo 4'e ait 1. projeksiyon
S4P2	Senaryo 4'e ait 2. projeksiyon
S4P3	Senaryo 4'e ait 3. projeksiyon
S5P1	Senaryo 5'e ait 1. projeksiyon
S5P2	Senaryo 5'e ait 2. projeksiyon
S5P3	Senaryo 5'e ait 3. projeksiyon

1. GİRİŞ

Günümüzde yaşadığımız çevre sorunlarının nedenleri, yaklaşık 10000 yıl önce insanoğlunun tarımla uğraşmaya başlayıp, yerleşik düzene geçmesiyle birlikte başlamıştır. Bu dönemde insanoğlu doğayı kendi gereksinimleri doğrultusunda değiştirmiş ve zaman içerisinde nüfusun artması, ekonomik ve teknolojik gelişmelerle doğa üzerindeki hâkimiyetini arttırmıştır. İnsanlığın doğa üzerindeki etkilerinin sonuçları, ilk olarak kendini kirlilik olarak göstermiştir. Ancak zaman içerisinde gelişen teknolojiyle farklı şekillerde doğa tahrip edilmeye başlanmış ve dolayısıyla da doğanın tepkisi sadece insanların kirlilikleri oluşturdukları bölgeler ile sınırlı kalmamıştır. Bu durum özellikle içinde bulunduğumuz yüzyılda etkilerini hissettiğimiz sınır aşırı sorunlara neden olmuştur. Bu sorunların en önemlilerinden biri de iklim değişikliğidir.

İklim değişikliğini bu kadar önemli kılan durum, farklı şekillerle de olsa tüm dünyayı etkilemesi ve oluşum nedeninin neredeyse tüm sosyo-ekonomik sektörlerin günümüz teknolojisiyle bağımlı olduğu fosil yakıt kullanımından kaynaklanmasıdır. İnsanların gerçekleştirdiği hemen hemen her etkinlikte sera gazı salınımları bulunmaktadır. Endüstri, ormansızlaşma, ulaşım ve hatta arazi kullanım değişiklikleri gibi insan etkinliklerinden salınan sera gazları, dünya iklim sisteminin dengesini bozarak küresel iklim değişikliğine neden olmaktadır.

İnsanoğlu, içinde yaşadığı dönemlerin gereksinimlerine göre farklı nedenlerden dolayı tarih boyunca arazinin doğal yapısına müdahalede bulunmuştur. Bu müdahaleler de, nüfusun artmasıyla birlikte artış göstermiş, ekonominin ve teknolojinin gelişimi ile de nitelik değiştirmiştir. Önceleri arazi kullanımındaki değişimler basit aletler ile dar bir alanda ya da bölgede yapılırken, günümüzde ise en modern alet ve ekipmanlar ile daha geniş alan ya da bölgelerde yapılmaktadır.

Nüfusun zamanla artması ile birlikte de, barınmak için yeni yerleşim yerlerine gereksinim duyulmuştur. Aynı zamanda artan nüfusun temel gereksinimlerinin de karşılanabilmesi için tarım alanları başta olmak üzere sanayi vb. alanların oluşturulabilmesi için doğal yapı zamanla değiştirilmiştir. Plansız bir şekilde yapılan bu değişimler, doğal yapının baskı altında kalmasına neden olmuştur. Özellikle

kentsel alanlarda ya da yakın çevresinde bulunan ormanlar gibi karasal ekosistemin en önemli yutakları, zamanla başka amaçlar için yok edilerek ormansızlaştırma yaratılmıştır.

Milyonlarca yıl önce toprağın derinliklerinde hapsolmuş fosil yakıtlar da sanayi devrimiyle birlikte insanların kullanımına sunulmuştur. Kullanımların her geçen gün artmasıyla birlikte atmosferde bulunan sera gazlarının konsantrasyonu da artmıştır. 1970’li yıllardan sonra iklim değişikliği sorunu ile ilgili uluslar arası çalışmalar başlatılmış ve halende bu çalışmalar devam etmektedir. Özellikle atmosferde birikmiş olan sera gazı konsantrasyonlarını azaltmak için birçok alternatifler tartışılmaktadır. Bu alternatiflerden biri de, yutak alanların etkinliğinin artırılması ve sürdürülebilirliğinin sağlanmasıdır.

Bu çalışmada, atmosferdeki net sera gazı miktarını 2020 yılında; 1990 yılı seviyesine, 1990 yılı seviyesinin %5 ve %15 altına düşürmek için senaryolar ve projeksiyonlar üretilmiştir. Daha sonra da üretilen senaryo ve projeksiyonlardan yararlanılarak atmosferdeki sera gazını azaltıcı öneriler verilmiştir.

2. KAVRAMSAL TEMEL

Bu bölümde konunun daha iyi anlaşılması için iklim değişikliği ve yutak alanları kavramları ve bu kavramların gelişim süreçleri ayrı başlıklar altında incelenmiştir. İklim değişikliği konusunda, önce Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (İDÇS) yürürlüğe girene kadar ki süreçte yapılan uluslar arası düzeydeki gerek bilimsel, gerekse yasal düzenlemeler incelenmiştir. Sonra da iklim değişikliğinin nedenleri ve Türkiye üzerine olası etkileri araştırılmıştır.

2.1. İklim Değişikliği Kavramı ve Gelişimi

İklim değişikliği ile ilgili ilk bilimsel çalışma, 1824 yılında Fransız matematikçi ve fizikçi Baron Jean Baptiste Fourier tarafından yapılmıştır. Fourier dünyadaki yansıma sonucunda güneş ışınlarının kimyasal yapısının değiştiğini ve dönüşüme uğrayan bu ışınların atmosferden geçişinin azaldığını saptamıştır. Güneş ışınlarının atmosferden geçişinin azalmasıyla da, atmosferin yapısına bağlı olarak dünyanın sıcaklığının değişebileceği fikrini ortaya koymuştur. Böylece atmosferde ısının tutulması kavramıyla sera etkisini tanımlamıştır. Bu tanımlamadan sonra sera etkisini oluşturan gazların iklim üzerine etkileri araştırılmaya başlanmıştır. Yapılan araştırmalar sonucunda CO₂ konsantrasyonunun iklim sistemine etki edebileceği fikri ilk olarak 1863 yılında Tyndall tarafından ortaya atılmıştır (Babuş, 2005; Arıkan ve Özsoy, 2008). Atmosferdeki CO₂ birikiminin değişmesine bağlı olarak iklimin değişebilme olasılığı ile ilgili teori de, 1896 yılında Nobel Ödüllü İsveçli Kimyacı S. Arrhenius tarafından ortaya atılmıştır (Türkeş, 2001).

Endüstriyel faaliyetlerden, demiryolu ve deniz yolu ulaşımından kaynaklanan kirliliklerin atmosfer üzerinde etkileri olabileceğini ilk düşünenler, İsveçli Arrhenius ve ABD’li Chamberlin olmuştur. Bu bilim adamlarından Arrhenius, fosil yakıt kullanımı gibi insan faaliyetlerinden kaynaklanan kullanımların iklimsel değişikliklere neden olabileceğini belirtmiştir. Bu kullanımlar sonucu ortaya çıkan atmosferdeki CO₂ konsantrasyonunun tehlikeli boyutlara ulaşabileceği

düşünülmüştür. Fakat okyanusların CO₂'yi tutabilmesinden dolayı atmosferdeki toplam CO₂ miktarının, ancak yüzyıllar sonrasında 2 katına çıkabileceği ifade edilmiştir (Babuş, 2005).

İklim değişikliğinin dünyanın güneş çevresindeki yörünge oynamalarından kaynaklanan güneşlenme değişikliğinden olduğu teorisi 1924 yılında Sırp gökbilimci Milutin Milankoviç tarafından ortaya atılmıştır (Uzmen, 2007). Daha sonra iklimi önemli ölçüde değiştirecek miktarda sera gazı emisyonu olduğu fikri de 1938 yılında İngiliz bilim adamı Callender tarafından ortaya atılmıştır (Babuş, 2005).

1950'li yıllara kadar iklim değişikliğiyle ilgili bazı çalışmalar yapılmış ama yapılan çalışmalar pek dikkate alınmamıştır. Ancak uluslararası jeofizik yılı ilan edilen 1957 yılında, ABD okyanus coğrafyacısı Revelle'nin de girişimiyle, konu tekrar ele alınmıştır. Konunun tekrar ele alınmasıyla ilk olarak 1958 yılında, Hawaii'nin Mauna Loa Adası'nda, atmosferdeki CO₂ miktarını ölçmek amacıyla bir istasyon kurulmuştur (Babuş, 2005).

İklim değişikliği konusunun önemi ve gerekli önlemlerin alınması yönünde uluslararası düzeydeki ilk adım 1979 yılında Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) tarafından atılmıştır. İDÇS yürürlüğe girene kadar yapılan önemli konferanslar ve toplantılar tarihleri ile birlikte Çizelge 2.1'de verilmiştir. Çizelge 2.1'e göre II. Dünya İklim Konferansı da dâhil olmak üzere bu zamana kadar yapılan çalışmalarla bilimsel veriler toplanmıştır. Daha sonra İDÇS'nin yürürlüğe girmesine kadar geçen süreçte de eylem stratejileri belirlenmiştir.

İDÇS taslağı 3–14 Haziran 1992 tarihleri arasında Rio de Janerio'da düzenlenen “**Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı**”nda imzaya açılmıştır. İmzaya açılan İDÇS, 50. ülkenin onayından 90 gün sonra 21 Mart 1994 tarihinde yürürlüğe girmiştir (Türkeş, 2001; Babuş, 2005).

İDÇS'nin amacı, atmosferde tehlikeli bir boyuta varan insan kaynaklı sera gazı emisyonlarının, iklim sistemi üzerindeki olumsuz etkisini önlemek ve başta karbondioksit olmak üzere sera gazı emisyonlarını 1990 yılı seviyesinde tutmaktır. Aynı zamanda iklim değişikliğine neden olan sera gazı salımlarını azaltmaya yönelik eylem stratejileri ve yükümlülüklerde İDÇS ile düzenlenmektedir (UNFCCC, 1992).

Türkiye İDÇS'yi eklerindeki listelerinde yer alması nedeniyle Rio görüşmeleri sırasında imzalamamıştır. Ancak 29 Ekim–10 Kasım 2001 tarihleri arasında Fas-Marakeş'te gerçekleştirilen 7. Taraflar Konferansında (COP7) yapılan girişimler sonucunda, Sözleşmenin EK-I listesinde yer alan ve diğer taraflardan farklı bir konumda olan Türkiye'nin özel koşullarının tanınarak isminin EK-I'de kalması ve EK-II'den silinmesi yönünde alınan kararın ardından, sözleşmeye 24 Mayıs 2004 tarihi itibarıyla 189. ülke olarak taraf olmuştur. Sözleşmeye bugün itibarıyla de 192 ülke taraf olmuştur (Babuş, 2005; Bayçelebi ve Demir, 2009; Çevre ve Orman Bakanlığı, 2009).

Çizelge 2.1. İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Öncesi Gelişmelerin Kronolojik Sıralaması (Türkeş, 2001; Babuş, 2005'den geliştirilerek; Şahin, 2007)

	Tarih	Konferans
Bilimsel Verilerin Toplanması	12–23 Şubat 1979	1. Dünya İklim Konferansı
	1985	Villach Toplantısı
	27–30 Haziran 1988	Değişen Atmosfer Toronto Konferansı
	Kasım 1988	IPCC'nin kurulması
	Aralık 1988	BM Genel Kurulu'nun 43/53 nolu kararı
	Kasım 1989	Atmosferik ve İklimsel Değişiklik Konulu Bakanlar Konferansı
	29 Ekim–7 Kasım 1990	2. Dünya İklim Konferansı
Eylem Stratejileri	21 Aralık 1990	BM Genel Kurulu'nun 45/212 nolu kararıyla "Hükümetlerarası Görüşme Komitesi (HGK)"
	HGK'nın İDÇS'nin İmzalanmasından Önceki Toplantıları	
	HGK -1	4-14 Şubat 1991 – Washington
	HGK -2	19-28 Haziran 1991 – Cenevre
	HGK -3	9-20 Eylül 1991 – Nairobi
	HGK -4	9-20 Aralık 1991 – Cenevre
	HGK -5	18-28 Şubat / 30 Nisan-9 Mayıs 1992 – New York
	3–14 Haziran 1992	Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı Rio de Janerio İDÇS imzaya açıldı.
	HGK'nın İDÇS'nin İmzalanmasından Sonraki Toplantıları	
	HGK -6	7-10 Aralık 1992 – Cenevre
	HGK -7	15-20 Mart 1993 – New York
	HGK -8	16-27 Ağustos 1993 – Cenevre
	HGK -9	7-18 Şubat 1994 – Cenevre
	21 Mart 1994	İDÇS yürürlüğe girdi.

İDÇS'ye göre **iklim değişikliği**; “karşılaştırılabilir zaman dilimlerinde gözlenen doğal iklim değişikliğine ek olarak, doğrudan veya dolaylı olarak küresel atmosferin bileşimini bozan insan faaliyetleri sonucunda iklimde oluşan bir değişiklik” olarak tanımlanmıştır (UNFCCC, 1992).

Türkeş ve ark. (2000) tarafından da **iklim değişikliği**; “Nedeni ne olursa olsun iklim koşullarındaki büyük ölçekli (küresel) ve önemli yerel etkileri bulunan, uzun süreli ve yavaş gelişen değişiklikler” olarak tanımlanmıştır.

2.2. İklim Değişikliğinin Nedenleri

Dünya'nın 4.5 milyar yıllık jeolojik tarihi boyunca iklim sisteminde, farklı zamanlarda dönemsel değişiklikler meydana gelmiştir. Dünya, son bir milyar yıl içinde yaklaşık ikiyüzelli milyon yıl süren sıcak dönemler ve bunların ardından gelen dört büyük soğuk dönem geçirmiştir. Yaklaşık elli milyon yıl önce soğuk bir döneme daha girmiş, bu dönemde yüzbin yılda bir onbin yıl süreyle görülen sıcak dönemlerin haricinde soğuma eğilimi göstermiştir. Günümüzde de, bu sıcak dönemlerden biri yaşanmaktadır. Dörtbin yıl önce başlayan sıcaklık düşüşleri sonucunda Dünya'nın soğuma eğiliminin artması beklenmekteydi, fakat bu artış son yüzelli yıldır gerçekleşmemiştir. Güneş gibi doğal etkenlerle büyüyen bu artışın nedeni, atmosferdeki sera gazlarının dengesinin bozulması (Şekil 2.1) ile özellikle son dönemlerde; sanayi devriminden beri iklimdeki doğal değişikliğe ek olarak, ilk kez insan etkinliklerinin de iklimi etkilediği yeni bir döneme girilmiş olmasıdır (Türkeş, 2003; Türkeş, 2007; Anonim, 2008a).

Geçmiş yıllara ait önemli iklim olayları da Çizelge 2.2'de özetlenmiştir. Bu periyodik ısınma ve soğuma dönemlerinde iklim değişikliği, son dönem haricinde Kadioğlu (2001)'nin de ifade ettiği gibi doğal nedenlerle oluşmuştur. İklimde mutlak sonuçları belirlemek için 1860'lı yıllardan itibaren aletli ölçümler kullanılmaya başlanmıştır. Ondan önceki iklimsel olaylar; “tortul analizi, oksijen izotopu analizi, radyokarbon yöntemi, polen analizi yöntemi, dendroklimatolojik yöntemler, mercan resiflerinin halkaları” gibi tahmin yöntemleriyle belirlenmiştir (Babuş, 2005).



Şekil 2.1. 1950 Öncesi Geçmiş 420000 Yıllık Döneme İlişkin Buz Sondaj Verileri (Vostok) ie 1950-1990 Dönemi Law Dome Ve Mauna Loa Ölçümlerine Göre Atmosferdeki CO₂ Birikimindeki Uzun Süreli Değişimler ve IPCC IS92a Senaryosuna Göre 1990-2100 Dönemine İlişkin CO₂ Projeksiyonları (Türkeş, 2007)

Çizelge 2.2. Tarihi Kaynaklardan Derlenen Geçmişe Ait Önemli İklim Olayları (Kadioğlu, 2001)

Milyon Yıl Önce	İklim Olayları
65	Dünya daha sıcaktır ve buzulların varlığına dair bir kanıt bulunmamaktadır.
55	Dünya uzun süren bir soğuma eğilimine girmekte ve kutuplarda buzullar oluşmaktadır.
10	Antarktika'yı derin bir buz tabakası kaplamaktadır. Buz çağı başlamakta ve karaları kaplayan buzullar oluşarak ileri-geri hareketleri ile bir döngü başlamaktadır.
Yüz Bin Yıl Önce	İklim Olayları
18–22	Kuzey Amerika buzulları en büyük alana yayılmış durumda ve okyanuslar günümüz seviyesinden 85 metre daha düşük durumdadır.
10	Kuzey Amerika'dan buzullar çekilmiştir.
7–5	Sıcaklıklar 2-3°C daha sıcaktır.
5	Soğuma eğilimi ve Alplerde buzullar oluşmaya başlamaktadır.
Milattan Sonra	İklim Olayları
1 000	Kuzey Amerika nispeten daha sıcak ve kurudur. İngiltere'de üzüm bağları gelişmeye başlamıştır.
1350–1800	Soğuma eğilimi (Küçük Buzul Çağı) başlamaktadır.
1816	Yaz mevsimi olmayan yıldır
1800'lü yıllar ve sonrası	Dünya'da ısınma eğilimi başlamaktadır.

Dünya tarihinde iklim değişikliği, belirli dönemler ve değişen süreler boyunca sürüp giden bir olgu olmasına karşın, içinde bulunduğumuz yüzyılda gerçekleşen bu değişim, daha önceki hiçbir dönemde bugünkü kadar hızlı gerçekleşmemiş; insan etkisi ise, daha önceki değişikliklerde böyle bir rol oynamamıştır (Babuş, 2005). İklim değişikliğinin nedenleri Şekil 2.2’de de görüldüğü gibi “doğal” ve “yapay” olmak üzere 2 temel başlıkta incelenebilmektedir.



Şekil 2.2. İklim Değişikliğinin Nedenleri

2.2.1. İklim Değişikliğinin Doğal Nedenleri

Geçmiş yıllardaki verilerde de görüldüğü gibi dünyanın 4.5 milyarlık jeolojik tarihi boyunca iklim sisteminde, farklı zamanlarda dönemsel değişiklikler oluşmuştur. Çoğu bilim adamının da söylediği gibi bu değişiklikler, dünyanın iklim sistemindeki doğal değişimlerdir. Bu değişimler ise Şekil 2.2’de de görüldüğü gibi, “kıtasal sürüklenmeler, volkanik patlamalar, güneş etkinlikleri ve dünya yörüngesindeki değişimler” olarak sıralanmaktadır.

2.2.1.1. Kıtasal Sürüklenmeler

Kadioğlu (2001)'na göre, 225 milyon önce dünya, sadece “**Pangea**” adında bir kıta ve “**Pantbalassa**” adlı büyük bir okyanustan ibaretti ve jeolojik zamanlar içerisinde de Pangea, parçalanarak yedi parçaya bölünmüştür. Bu bölünme sonucunda da, her bir parça değişik levha hareketleri ile hareket etmiş ve bugünkü yerlerini almıştır. Bölünmeyle birlikte buzul sahalarının büyük bir bölümü subtropikal enlemlere gelerek erimiş ve bugün sadece buzullarla kaplı olarak Antarktika kalmıştır (Uzmen, 2007).

Karaların dağılımının iklim üzerindeki etkileri Kadioğlu (2001)'na göre; yüzey albedosu¹ ile açıklanmıştır. Tropikal okyanusun albedosu %7 iken, aynı enlemdaki bir çölün albedosu %25 olmakta ve bu durumda dünyanın toplam enerji alımını etkilemiştir. Aynı zamanda okyanuslar da, yazın güneş enerjisi depolayıp kışın salmaktadırlar.

2.2.1.2. Volkanik Patlamalar

Volkanik patlamalar Kadioğlu (2001)'nin da belirttiği gibi sürekli olarak ve yoğun bir şekilde havayı kirletmekte ve bu kirlilik sonucunda da, iklim değişikliğindeki önemli nedenlerden biri olmaktadır. Volkanik patlamalar sırasında atmosfere toz, kükürtdioksit ve karbondioksit gibi gazlar yayılmaktadır. Bu gazların atmosferdeki yayılımlarının özellikle stratosfere girmesi küresel iklimde kısa süreli önemli değişikliklere neden olmaktadır.

2.2.1.3. Güneş Etkinlikleri

Güneşin merkezindeki sıcaklık 15 milyon °K ve basıncı 1 milyar atm.'dir. Güneş yüzeyinden salınan enerji de 4×10^{26} watt ve bu enerji, güneş'in merkezinde hidrojen bombasına benzeyen çekirdek tepkimeleri sonucunda oluşmaktadır.

¹ Yeryüzeyi albedosu, yeryüzü tarafından yansıtılan güneş enerjisi miktarı olarak adlandırılmıştır (Kadioğlu, 2001).

Günişığı şeklinde güneş'ten yayılan enerji, fotosentez yoluyla dünya üzerindeki hayatın hemen hemen tamamının var olmasını sağlar ve dünyanın iklim sistemi üzerinde önemli etkilerde bulunmaktadır. Aynı zamanda güneş döngüsü diye ifade edilen döngü de, 11 yılda bir gerçekleşmektedir ve güneş döngüsü, dünyanın iklimi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Güneş etkinliğinin minimumda olduğu dönemler soğuk hava sıcaklıklarının oluşmasına, normalden daha uzun süren güneş döngüleri de daha sıcak hava sıcaklıklarının oluşmasına neden olmuştur (Anonim, 2008b).

2.2.1.4. Dünya Yörüngesindeki Değişimler

Dairesel bir şekle daha yakın olan dünya, bazı dönemlerde Ay'ın ve diğer gezegenlerin yaratmış olduğu çekim kuvvetleri sonucunda elipsoid bir şekilde olmuştur (Uzmen, 2007). Bu nedenledir ki dünyanın güneş çevresinde dönerken çizdiği yörünge, bazı dönemlerde dairesel, bazı dönemlerde de elipsoid bir şekilde olmuştur (Filinte, 2007).

Yörüngenin elipsoid olduğu dönemlerde de, elipsin iki merkezi olduğundan dolayı güneş bu merkezlerden birinde olmaktadır. Bundan dolayı da, mevsimler oluşmaktadır. Dünyanın yılın belirli bir anında güneşe en yakın olduğu noktaya gelmesi “**günberi**”, yine yıl içinde en uzak olduğu noktaya gelmesi de “**günöte**” olarak tanımlanmıştır. Yörüngenin elipse yakın olduğu dönemlerde, kış ile yaz mevsiminin süreleri daha uzun olmuştur (Uzmen, 2007).

Yörüngenin, daireye en yakın olduğu zamanlarda, kış mevsimi ile yaz mevsimindeki güneşten enerji alma farkı %7, elipse yakın olduğu zamanlarda ise, her iki mevsim arasındaki güneşten enerji alma farkı %20 olmaktadır (Uzmen, 2007). Dolayısıyla, yörüngenin şekline göre güneşten gelen ışınların enerjisinin değişkenlik göstermesi, iklim sisteminde zaman zaman değişikliklere neden olmuştur.

2.2.2. İklim Değişikliğinin Yapay Nedenleri

Günümüzde yaşadığımız iklim değişikliği bundan önceki değişikliklere benzememektedir. Özellikle sanayi devrimi ile birlikte atmosferde hızla artan sera

gazı konsantrasyonlarına bağlı olarak küresel sıcaklıklardaki ortalama artış ve belki de en önemlisi bu değişimlerin 40–50 yıl gibi oldukça kısa bir sürede gerçekleşmiş olması, günümüzde yaşadığımız iklim değişikliğinde insan etkisinin payını kanıtlamaktadır. İnsan etkisinin varlığı nedeniyle bu dönemde yaşanan iklim değişikliği, Kadioğlu (2001) tarafından “**Yapay İklim Değişikliği**” olarak; IPCC (2001) tarafından ise “**İnsan Kaynaklı İklim Değişikliği**” olarak adlandırılmaktadır. Yapay iklim değişikliği ya da insan kaynaklı iklim değişikliğinde en önemli etkenler, fosil yakıt kullanımına dayalı artan sera gazları konsantrasyonları, savaşlar ve arazi kullanımındaki değişimlerdir.

2.2.2.1. Fosil Yakıt Kullanımına Dayalı Artan Sera Gazları ve Konsantrasyonları

Fosil yakıt kullanımına dayalı sanayileşme 1800’lü yıllarda başlamış, özellikle 20. yüzyılda önemli oranda artış göstermiştir. Bu artış sonucunda da, atmosferde bulunan başta CO₂ olmak üzere sera etkisine neden olan sera gazlarının konsantrasyonları artmıştır (Babuş, 2005).

Sera etkisini oluşturan sera gazları IPCC (2001) yöntem rehberine göre, iki grupta sınıflandırılmıştır.

- a) **Doğrudan Sera Gazları:** Karbondioksit (CO₂), Metan (CH₄), Diazotmonoksit (N₂O), Kloroflorokarbon-11 (CFC-11) ve Kloroflorokarbon-12 (CFC-12).
- b) **Dolaylı Sera Gazları:** Azotoksitler (NO_x), Karbonmonoksit (CO), Hidroksil radikalleri (OH^o), Metan dışı organik uçucu karbonlar (NMVOCs), Kükürthekzaflorid (SF₆) ve Kükürtdioksit (SO₂).

İklim sisteminin değişiminde en önemli etkiye sahip olan sera gazları doğrudan etkili olanlardır. Doğrudan etkili olan sera gazlarının oluşum kaynakları; sanayi devrimi öncesi atmosferik konsantrasyonları, yıllık değişim oranları ve atmosferik ömürleri Çizelge 1.3’de verilmiştir.

Çizelge 2.3’de de görüldüğü gibi, insan etkileri sonucu atmosfere salınan sera gazları konsantrasyonları, sanayi devrimi öncesi döneme göre önemli oranda artış

göstermiştir. Yıllık artış oranı 1.5 ppm ile CO₂, en çok yıllık artış oranına sahip olan sera gazı olmuştur. CFC-11 sera gazının durumu ise diğer sera gazlarından farklılık göstermiştir. Babuş (2005)'unda belirttiği gibi CFC-11 sera gazının salınımı Montreal Protokolü ile denetim altına alınmıştır. Denetim altına alınan CFC-11 sera gazının yıllık salınım miktarında 1.4 ppt oranında bir azalış olmuştur.

Çizelge 2.3. Doğrudan Etki Gösteren Sera Gazlarının Kaynakları, Sanayi Devrimi Öncesi Konsantrasyonları, Değişim Oranları ve Atmosferdeki Ömürleri (Babuş, 2005'den IPCC, 2001).

a) 1990–1999 yılları arasındaki dönemde oran CO₂ için 0.9 ppm/yıl – 2.8 ppm/yıl arasında, CH₄ için 0-13 ppb/yıl arasında dalgalanma göstermiştir.

b) Oran 1990–1999 dönemi için hesaplanmıştır.

c) Farklı uzaklaştırma işlemi için farklı gaz alım oranı geçerli olduğundan, CO₂ için tek bir yaşam süresi belirlenemez

Başlıca Sera Gazları	Kaynak	Sanayi Devrimi Öncesi Konsantrasyonları (1750)	1998 Yılı Konsantrasyonları	Yıllık Değişim Oranı ^b	Atmosferik Ömrü (yıl)
CO ₂	- Fosil yakıt kullanımı - Ormansızlaşma ve arazi kullanımındaki değişiklikler	280 ppm	365 ppm	1.5 ppm/yıl ^a	5-200 ^c
CH ₄	- Pirinç üretimi - Biomass (ağaç, atık) yakımı ve çürümesi - Doğal gaz salınımı ve boruların çürümesi - Sığır ve koyun çiftliklerindeki hayvanların midelerinde oluşan fermentasyon - Gübre yığınları, çöp depolama bölgeleri	700 ppb	1745 ppb	7.0 ppb/yıl ^a	12
N ₂ O	- Tarımda azotlu gübre kullanımı - Naylon üretimi - Fosil yakıtların kullanımı - Termik santraller - Otomobil egzozları	270 ppb	314 ppb	0.8 ppb/yıl	114
CFC-11	Buzdolaplarındaki soğutucu maddeler	0	268 ppt	-1.4 ppt/yıl	45
CFC-23	- Çözücüler - Sprey kutularındaki iticiler - Sert ve yumuşak köpük üretimi	0	143 ppt	0.55 ppt/yıl	260

Sera gazlarının atmosferik konsantrasyonlarındaki artış kadar, bu gazların atmosferde kalma süreleri de oldukça önemlidir. Bunu bir örnekle açıklarsak;

Çizelge 2.3’de görüldüğü gibi, CO₂’nin atmosferik ömrü 5 ile 200 yıl arasındadır (Türkeş ve ark., 2000). Yani şu an CO₂ gazının salınımı tamamen durdurulsa bile, CO₂ atmosferde en az 5, en fazla 200 yıl daha bulunacaktır. Bir başka ifadeyle sera gazlarının atmosfere salınımları, içinde bulunduğumuz yüzyılda tamamen durdurulsa bile, bu sera gazları atmosferik ömürleri süresince, atmosferin sera etkisini kuvvetlendirmeye devam ederek, iklim değişikliği sorununa azalarak neden olmayı sürdürmektedir (Babuş, 2005).

Türkiye’deki 1990 – 2007 yılları arasındaki sera gazı emisyonları CO₂ eşdeğeri olarak Çizelge 2.4’de verilmiştir.

Çizelge 2.4. 1990 – 2007 Yılları Arası Sera Gazı Emisyonları ve Emisyonların 1990 Yılına Göre Artış Yüzdeleri (TÜİK, 2009a’dan geliştirilerek)

Yıllar	Seragazı emisyonları (Gg CO ₂ eşdeğeri)					Seragazı emisyonlarının 1990 yılına göre artış yüzdeleri (%)				
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	F Gazları	Toplam	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	F Gazları	Toplam
1990	139590	29210	1260	-	170060	-	-	-	-	-
1991	146550	33170	2250	-	181960	5.0	13.6	78.6	-	7.0
1992	152930	36660	4040	-	193640	9.6	25.5	221.2	-	13.9
1993	160910	38980	4090	-	203980	15.3	33.5	225.4	-	19.9
1994	159100	39190	2170	-	200460	14.0	34.2	72.8	-	17.9
1995	171850	42540	6330	-	220720	23.1	45.6	403.1	-	29.8
1996	190670	44990	6070	370	242090	36.6	54.0	382.3	-	42.4
1997	203720	46450	4730	610	255510	45.9	59.0	276.5	-	50.3
1998	202710	47710	5560	660	256630	45.2	63.3	341.8	-	50.9
1999	201710	48830	5720	520	256780	44.5	67.2	355.0	-	51.0
2000	223810	49270	5740	1140	279960	60.3	68.7	356.5	-	64.6
2001	207380	48700	4840	1180	262100	48.6	66.7	284.6	-	54.1
2002	216430	46870	5410	1900	270620	55.0	60.5	330.5	-	59.1
2003	230990	47760	5250	2290	286280	65.5	63.5	317.7	-	68.3
2004	241880	46290	5490	2930	296600	73.3	58.5	336.9	-	74.4
2005	256430	49320	3430	3240	312420	83.7	68.9	172.9	-	83.7
2006	273700	50330	4590	4050	332670	96.1	72.3	265.4	-	95.6
2007	304470	54390	9650	4130	372640	118.1	86.2	667.6	-	119.1

Çizelge 2.4'e göre, iklim değişikliğine neden olan önemli sera gazları, 1990 yılında toplam 170060 Gg CO₂ eşdeğeri iken, her geçen yıl artış göstermiş (1994 ve 2001 yılları hariç) ve %119.1 oranında artarak 2007 yılında 372640 Gg CO₂ eşdeğeri olmuştur.

İklim değişikliği açısından en önemli sera gazı olan CO₂, 1990 yılında 139590 Gg iken, her geçen yıl artış göstermiş (1998, 1999 ve 2001 yılları hariç) ve %118.1 oranında artarak 2007 yılında 304470 Gg olmuştur.

CO₂'den sonra iklim değişikliği açısından ikinci öneme sahip olan CH₄ gazı da, 1990 yılında 29210 Gg CO₂ eşdeğeri iken, her geçen yıl artış göstermiş (2001, 2002 ve 2004 yılları hariç) ve %86.2 oranında artarak 2007 yılında 54390 Gg CO₂ eşdeğeri olmuştur.

İklim değişikliği açısından üçüncü derecede öneme sahip olan N₂O gazı ise 1990 yılında 1260 Gg CO₂ eşdeğeri iken, her geçen yıl artış göstermiş (1994, 1997, 2001, 2003 ve 2005 yılları hariç) ve %667.6 oranında artarak 2007 yılında 9650 Gg CO₂ eşdeğeri olmuştur.

F gazlarına ilişkin ölçümler 1996 yılı itibariyle yapılmaya başlanmıştır. 1996 yılında 370 Gg CO₂ eşdeğeri miktarı iken, her geçen yıl artış göstermiş (1999 yılı hariç) ve 3760 Gg CO₂ eşdeğeri artarak 2007 yılında 4130 Gg CO₂ eşdeğeri olmuştur.

Türkiye de, 1990 – 2007 yılları arasında atmosfere salınan emisyonların, sektörlere göre toplam sera gazı emisyonları miktarı CO₂ eşdeğeri olarak Çizelge 1.5'de verilmiştir. Çizelge 2.5'e göre, iklim değişikliğine neden olan önemli sektörlerin toplam sera gazı emisyonları, 1990 yılında toplam 170060 Gg CO₂ eşdeğeri iken, her geçen yıl artış göstermiş (1994 ve 2001 yılları hariç) ve %119.1 oranında artarak 2007 yılında 372640 Gg CO₂ eşdeğeri olmuştur.

İklim değişikliği açısından en önemli sektör olan enerji sektörü, 1990 yılında 132130 Gg CO₂ eşdeğeri iken, her geçen yıl artış göstermiş (1994, 1998, 1999 ve 2001 yılları hariç) ve %118.2 oranında artarak 2007 yılında 288330 Gg CO₂ eşdeğeri olmuştur.

Enerji sektöründen sonra iklim değişikliği açısından ikinci öneme sahip olan endüstriyel işlemler sektörü, 1990 yılında 13070 Gg CO₂ eşdeğeri iken, her geçen yıl

artış göstermiş (1994, 1997, 1999, 2001 ve 2005 yılları hariç) ve %100.3 oranında artarak 2007 yılında 26180 Gg CO₂ eşdeğeri olmuştur.

Çizelge 2.5. 1990 – 2007 Yılları Arası Sektörlere Göre Sera Gazı Emisyonları ve Emisyonların 1990 Yılına Göre Artış Yüzdeleri (TÜİK, 2009b'den geliştirilerek)

Yıllar	Sektörlere göre toplam seragazı emisyonları (Gg CO ₂ eşdeğeri)					Sektörlere göre toplam seragazı emisyonlarının 1990 yılına göre artış yüzdeleri				
	Enerji	Endüstriyel İşlemler	Tarımsal Faaliyetler	Atık	Toplam	Enerji	Endüstriyel İşlemler	Tarımsal Faaliyetler	Atık	Toplam
1990	132130	13070	18470	6390	170060	-	-	-	-	-
1991	137960	15220	19040	9740	181960	4.4	16.5	3.1	52.5	7.0
1992	144270	17230	18840	13290	193640	9.2	31.8	2.0	108.1	13.9
1993	150780	18590	18620	15990	203980	14.1	42.2	0.8	150.4	19.9
1994	148620	16930	18320	16590	200460	12.5	29.5	-0.9	159.8	17.9
1995	160790	21640	17970	20310	220720	21.7	65.6	-2.7	218.1	29.8
1996	178960	22450	17980	22690	242090	35.4	71.8	-2.7	255.4	42.4
1997	191390	22170	16840	25120	255510	44.9	69.6	-8.9	293.3	50.3
1998	190620	22620	16700	26690	256630	44.3	73.1	-9.6	317.9	50.9
1999	190610	21450	16740	27970	256780	44.3	64.1	-9.4	338.0	51.0
2000	212550	22230	16130	29040	279960	60.9	70.1	-12.7	354.8	64.6
2001	196020	21200	15770	29110	262100	48.4	62.2	-14.6	355.9	54.1
2002	204020	23420	14770	28410	270620	54.4	79.2	-20.0	344.8	59.1
2003	218000	24120	14800	29360	286280	65.0	84.6	-19.9	359.7	68.3
2004	227430	26450	15180	27550	296600	72.1	102.4	-17.8	331.3	74.4
2005	241450	25390	15820	29750	312420	82.7	94.3	-14.3	365.9	83.7
2006	258210	28040	16370	30060	332670	95.4	114.5	-11.4	370.8	95.6
2007	288330	26180	26280	31850	372640	118.2	100.3	42.2	398.7	119.1

İklim değişikliği açısından üçüncü derecede öneme sahip olan tarımsal faaliyetler sektörü ise, 1990 yılında 18470 Gg CO₂ eşdeğeriyle, 1997 yılından 2003 yılına kadar azalmasına karşın, 2004 yılı itibariyle tekrar göstermiş ve %42.2 oranında artarak 2007 yılında 26.280 Gg CO₂ eşdeğeri olmuştur.

Atık sektörü de, 1990 yılında 6390 Gg CO₂ eşdeğeri iken, her geçen yıl artış göstermiş (2002 ve 2004 yılları hariç) ve %398.7 oranında artarak 2007 yılında 31850 Gg CO₂ eşdeğeri olmuştur.

Sera etkisi oluşumunda doğrudan etki göstererek iklim değişikliği sorununa neden olan gazlar ise, karbondioksit, metan, diazotmonoksit, kloroflorokarbon-11 ve kloroflorokarbon-12'dir. Bu gazlarla ilgili özet bilgiler EK I'de verilmiştir.

2.2.2.2. Savaşlar

İnsanoğlu, içinde yaşadığı dönemlerin gereksinimlerine göre farklı nedenlerden dolayı tarih boyunca sürekli savaşmıştır. Bu savaşlar teknolojinin gelişimi ile nitelik değiştirmiştir. Önceleri taş, sopa, kılıç vb. basit aletler ile savaşan insanoğlu, gelişen teknolojiyle birlikte yeni savaş teknikleri geliştirmiştir. Günümüzde artık tüfeklerin bile kullanılmadığı savaşlar, birilerinin tek bir düğmeye basmasıyla kilometrelerce uzaklıktaki bir bölgede binlerce canlının yok olmasına ve doğanın onarılamaz derecede tahrip olmasına neden olmaktadır. Ünal (2007)'ın da belirttiği gibi milattan önce 1000 yılında Çinliler tarafından barutun bulunmasıyla savaşlarda; yalnızca insanlar ölmemiş, çevresel yıkımlar da başlamıştır.

Teknolojiyle birlikte geliştirilen yeni silahlar, gerek savaş hazırlıkları kapsamındaki deneme çalışmalarında, gerekse savaş sırasında kullanılarak, kullanılan silahların niteliği ve niceliğine göre, atmosfere sera gazlarının salınımına neden olmaktadır. Bu durumda savaşlar bitse bile salınan sera gazları, atmosferik ömürleri boyunca atmosferde kalmaya devam etmektedir. Bir başka ifade ile insanların silahları susmakta ancak atmosferin savaşı, sera gazlarının atmosferdeki ömürleri boyunca devam etmektedir.

Günümüzde yaşanan hava kirliliği, yeraltı ve yerüstü su kaynakları kirliliği, tehlikeli atıklar gibi çevre sorunlarının %34'ü savaşlar, yeni silah sistemlerinin geliştirilmesi, denenmesi gibi faaliyetlerden kaynaklanmaktadır (Yücel ve Çolakkadıoğlu, 2009).

Günümüzde “modern savaşlar” olarak adlandırılan savaşların iklim değişikliğine etkileri; savaşa hazırlık sırasında, savaş sırasında ve savaş sonrasında ortaya çıkan etkiler şeklinde olmaktadır.

Savaşa hazırlık aşamasında yapılan çalışmaların iklim değişikliğine yansımaları, ordu birimlerinin yerleşim ihtiyaçlarını ve gerekli gereksinimlerini karşılamak üzere, bu amaç doğrultusunda seçilen söz konusu çevrenin yeniden düzenlenmesi, silah üretimi yoluyla oluşan kirlilikler, silahların test edilmesi ve askeri tatbikatların doğrudan etkisi olarak sıralanmaktadır. Bu etkinlikler sırasında, doğal ekosistem üzerinde ciddi boyutlarda baskı oluşturmakta ve başta ormanlar gibi önemli yutak alanları olmak üzere bitki örtüsü de büyük ölçüde geri dönüşümsüz olarak ortadan kaldırılmaktadır. Aynı zamanda araçlardan atmosfere salınan emisyonlarda, atmosferdeki sera gazlarının konsantrasyonlarının değişmesine neden olmaktadır. (Yücel ve Çolakkadıoğlu, 2009).

Savaş Sırasında kullanılan bütün silahlar kimyasal yapılarına göre, değişik oranlarda iklim sistemini etkilemektedir. Örneğin; ağır bombardıman uçağından atılan bir bomba patladığında, ortaya çıkan sıcaklık yaklaşık olarak 3000°C'dir ve bu sıcaklık yalnızca flora ve fauna üzerinde değil, aynı zamanda toprağın alt katmanlarının da kavrulmasına, böylece de toprak içindeki organizmaların yaşam ortamlarının bozulması ile toprağın gerek kimyasal gerekse biyolojik yapısının bozulmasına neden olmaktadır. Bu şekilde kirlenmiş bir toprağın yeniden işlenebilir düzeye ulaşması için uzmanlara göre, yaklaşık olarak 100–7400 yıl geçmesi gerekmektedir (Yücel ve Çolakkadıoğlu, 2009).

Savaş Sonrasında ise savaş hazırlıkları ve savaş sırasında yok edilen doğal kaynaklar, tahrip edilen çevre daha net bir biçimde görülmektedir. Savaşlar bitince atmosfere salınan sera gazlarının atmosferik ömürleri boyunca atmosferde kalması ve insan ölümlerinin devam etmesi bu durumun kanıtıdır. Yani savaşın bitimi; bombaların artık atılmaması, silah seslerinin duyulmaması ve atmosferin kirlenmemesi anlamına gelmemektedir. Aksine atmosferin savaşı, savaş sonrasında başlamaktadır ve sera gazlarının atmosferdeki ömürleri boyunca da devam etmektedir. Özellikle savaş sırasında ve sonrasında, ölüm korkusu ve oluşan kıtlıklar sebebiyle insanlar savaşın olduğu bölgelerden, daha güvenli bölgelere göç etmeleri sonucunda da, göç edilen bölgelerde nüfus artışı olmaktadır. Artan nüfusun temel gereksinimleri karşılanırken de, doğal kaynaklara aşırı yüklenilmekte ve bu yüklenmeler nedeniyle doğal çevre de tahribatlar ve kirlilikler oluşturulmaktadır (Yunusoğlu Eroğlu, 2007; Yücel ve Çolakkadıoğlu, 2009).

2.2.2.3. Arazi Kullanımındaki Değişimler

İnsanlar zaman içerisinde gerek temel gereksinimlerini karşılamak, gerekse daha iyi şartlarda bir hayat sürdürebilmek için doğal yapıyı akıl almaz derecede değiştirecek etkinliklerde bulunmuşlardır. Bu değişikliklerden birisi de, Türkeş (2003) ve Babuş (2005)'unda belirttiği gibi arazi kullanımındaki değişimlerdir. Arazi kullanımlarındaki değişikliklerin başında da ormansızlaştırma gelmektedir.

Yeryüzeyi farklı coğrafik dokulardan oluştuğundan dolayı her yüzeyin farklı albedoları bulunmaktadır. Kadıoğlu (2001)'nin belirttiği bir örneğe göre, kar kendisine ulaşan ışığın %95'ini yansıttığı için albedosu 95 olmaktadır. Ayrıca bazı alanların albedoları ise aşağıdaki gibidir.

- Orman alanlarının albedosu, %10–20,
- Çim alanlarının albedosu %15–20,
- Koyu renkli toprakların albedosu %5–25,
- Kuru kumun albedosu %35–45,
- Buz ve denizin albedosu %30–40.

Suyun albedosu ise güneş ışınlarının geliş açısına göre değişmektedir.

- Güneş ışınları 90°'den geldiğinde %3,
- 30°'den geldiğinde %7,
- 10°'den geldiğinde %24 olmaktadır.

Güneş'ten gelen ışınlar coğrafik dokunun albedolarına göre geri yansıtılmaktadırlar. Arazi yüzeyindeki değişimler ise yeryüzeyinin doğal yapısındaki dengesinin bozulmasına neden olmaktadır. Bozulma sonucunda da yansıyan ışın miktarı değişmektedir. Bu değişim de, iklim sisteminin değişmesine neden olmaktadır. Fakat iklim sistemindeki değişiklik, sadece yeryüzeyinin yansıtma karakterinin değiştirilmesi ile oluşmamaktadır. Başta ormansızlaşma olmak üzere doğal karbon depolarının oranlarında gerçekleşen azalma sonucu atmosferde CO₂ konsantrasyonunu artmaktadır ve bu da atmosferin sera etkisini kuvvetlendirmektedir (Babuş, 2005).

Çizelge 2.6'da, insanoğlunun gereksinimleri doğrultusunda doğal yapıyı nasıl değiştirdiği açıkça görülmektedir. 1700'lü yıllardan 1850 yılına kadar yeryüzündeki

arazi kullanım değişimleri en fazla fundalıklarda, en az da tundra ve çöl alanlarında olmuştur. 1850 yılından 1990 yılına kadarki süreçte aynı etki ile değişimler devam etmiştir. 290 yıllık süreç içerisinde, fundalıklar %74.49 oranında, çayır, step ve savanlardan oluşan alanlar %48.98 oranında, ormanlar %29.18 oranında, tundra ve çöl alanları da %14.33 oranında azalarak yerlerini çayır-mera ve işlenebilir alanlara bırakmışlardır.

Çizelge 2.6. Tarihin Çeşitli Dönemlerinde Doğal ve Antropojenik Ekosistemlerin Alansal Değişimi ile Tarım Öncesi Döneme Göre Alansal Genişliklerinin % Olarak Azalımı (Babuş, 2005'den Malhi ve ark, 2004) (Tüm alan birimleri x1000000 km² değerindedir)

	Bozulmamış Alan	1700		1850		1990	
		Alan	% değişim	Alan	% değişim	Alan	% değişim
Orman / odunsu bitkiler	58.60	54.40	-7.17	50.00	-14.68	41.50	-29.18
Çayırliklar / stepler / savanlar	34.30	32.10	-6.41	28.70	-16.33	17.50	-48.98
Fundalıklar	9.80	8.70	-11.22	6.80	-30.61	2.50	-74.49
Tundra ve çöl	31.40	31.10	-0.96	30.40	-3.18	26.90	-14.33
İşlenebilir alanlar	-	2.70	-	5.40		14.70	-
Otlak, meralar	-	5.20	-	12.80		31.00	-

Arazi yüzeyindeki değişim, enerji ve su akıntılarını değiştirebilmektedir. Bu durumda, atmosferin yapısını etkileyerek yerel ve bölgesel iklimde değişiklikler oluşturmaktadır. Bu nedenle yüzey suyu olmayan yarı kurak ve kurak alanlarda, buharlaşma ve albedo nedeniyle yerel su döngüsü etkilenmektedir. Su döngüsünün etkilenmesi sonucunda da, vejetatif örtü değişmektedir. Vejetatif örtünün değişmesi de yerel ya da bölgesel ölçekte yağış miktarı ve kuraklığın periyodunda değişimlere neden olabilmektedir (Babuş, 2005).

2.3. İklim Değişikliğinin Türkiye Üzerine Olası Etkileri

Türkiye, subtropikal kuşakta kıtaların batı bölümünde oluşan ve Akdeniz iklimi olarak adlandırılan bir büyük iklim bölgesinde yer almasından dolayı, özellikle

küresel ısınmaya bağlı olarak görülebilecek bir iklim değişikliğinden en fazla etkilenecek ülkeler arasında yer almaktadır. Özellikle Türkiye'nin üç tarafının denizlerle çevrili ve yaklaşık 1100 m yüksekliğe sahip olması, topografik özelliklerinin çeşitli ve kısa mesafelerde bile oldukça değişken olması da, bu değişiklikten kolayca etkilenebileceğinin bir göstergesi olmaktadır (Türkeş ve ark., 2000).

Türkiye'yi tehdit eden bir diğer konu ise Türkiye'nin güneyinin çöl kuşağının etkisinde olmasıdır. Aksay ve ark. (2005)'lerine göre sıcaklıkta meydana gelecek 1–3.5°C'lik bir ısınma orta enlemlerin 150–550 km kutuplara doğru hareket etmesine neden olabilecektir. Böyle bir değişimin gerçekleşmesi de, özellikle Güney Doğu ve İç Anadolu bölgelerini etkisi altına alacaktır. Meydana gelebilecek iklim değişiklikleri ise flora ve fauna türlerinin değişimi, hatta bir kısmının yok olması, tarımsal ürün çeşitliliği ve veriminin değişmesi, hidrolojik döngünün değişmesi sonucu kuvvetli yağışlar, seller ve buna bağlı felaketler ve aşırı kuraklık olarak sıralanabilmektedir (Türkeş ve ark., 2000; Öztürk, 2002).

İklim değişikliğinin deniz seviyesine etkisine gelince, son yüzyıl için küresel anlamda deniz seviyesi yükselişi 10 ve 20 cm civarında ölçülmüştür. Son yüzyılda, Akdeniz ve Karadeniz Bölgeleri'nde ise deniz seviyesi 12 cm yükselmiştir. Kıyı şehirleri Türkiye toplam yüzölçümünün %5'inden azını kaplasa da, 30 milyondan fazla kişinin kıyı bölgelerinde yaşaması da, deniz seviyesindeki artışın Türkiye açısından önemli olduğunu göstermektedir (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2007b).

Türkiye tarımsal açıdan da iklim değişikliğinin etkisi altındadır. Bu etkinin artması sonucunda meydana gelebilecek değişimler TBMM (2008) raporunda aşağıdaki şekilde sıralanmıştır:

- Tarımsal üretim potansiyeli değişebileceği ve bu değişikliğin bölgesel ve mevsimsel farklılıklarla birlikte, türlere göre bir artış ya da azalış biçiminde olabileceği,
- Yerkürenin jeolojik geçmişinde olduğu gibi, iklim kuşakları, ekvatorдан kutuplara doğru yüzlerce kilometre kayabileceği ve bunun sonucunda da Türkiye, Orta Doğuda ve Kuzey Afrika'da egemen olan, daha sıcak ve kurak

iklim kuşağının etkisinde kalabilecektir. İklim kuşaklarındaki bu kaymaya uyum gösteremeyen fauna ve floranın ise yok olacağı,

- Türkiye'nin kurak ve yarı-kurak alanlardaki, özellikle kentlerdeki su kaynakları sorunlarına yenilerinin ekleneceği,
- Doğal karasal ekosistemler ve tarımsal üretim sistemlerinin, zararlılarda ve hastalıklardaki artışlardan dolayı olumsuz yönde etkileneceği,
- Türkiye'de su kaynakları üzerindeki en büyük baskıyı, Akdeniz ikliminin olağan özelliği olan yaz kuraklığı ile diğer mevsimlerdeki yağışlarda oluşan değişkenlik ve kurak devreler oluşturmaktadır. Bu nedenle kuraklık riskindeki artışların, küresel ısınmanın tarım üzerindeki etkisini şiddetlendireceği,
- Kurak ve yarı-kurak alanlarının genişlemesine ek olarak yaz kuraklığının süresinde ve şiddetinde ortaya çıkacak artışların, çölleşme süreci ile birlikte tuzlanma ve erozyonu da arttıracığı,
- Kar erimesinden kaynaklanan akışın zamanlamasında ve hacminde meydana gelebilecek değişikliklerin ise, su kaynaklarını, tarım, ulaştırma ve enerji sektörlerini etkileyebileceği,
- Türkiye'nin özellikle çölleşme tehdidi altındaki yarı kurak ve yarı nemli bölgelerinde (İç Anadolu, Güney Doğu Anadolu, Ege, Akdeniz) ormancılık ve su kaynakları açısından olumsuz etkiler ortaya çıkabileceği öngörülmüştür.

Deniz seviyesindeki değişim ve tarımsal değişikliğin yanında tüm dünyayı olduğu gibi Türkiye'yi de etkileyen diğer önemli faktörler ise yağış ve sıcaklık değişimleridir (TBMM, 2008).

Türkiye yağış klimatolojisi bakımından düzensiz bir yapıya sahiptir. Bu nedenle Türkiye yağışlarında mevsimsellik oldukça kuvvetlidir. Yıllık toplam yağışın, yaklaşık %40'ı kış, %27'si ilkbahar, %10'u yaz ve %23'ü sonbahar mevsiminde gerçekleşmektedir. Türkiye'de yıllık ortalama yağış 654 kg/m^2 olmasına karşın yağış rejimi homojen değildir (Kayhan, 2008; Çevre ve Orman Bakanlığı, 2008).

Yağış değişimleriyle ilgili bulgular Kayhan (2008) ve Çevre ve Orman Bakanlığı (2008)'na göre;

- Yağışların mevsimsel dağılımı ve şiddetinin değişeceği, en belirgin değişikliğin ise kış mevsiminde olacağı ve toplam yağışın %10 oranında artacağı,
- Ege ve Akdeniz kıyıları boyunca yağışların azalacağı, Karadeniz kıyısı boyunca artacağı ve İç Anadolu Bölgesi yağışlarında da değişikliğin az olacağı ya da hiç olmayacağı,
- Toplam yaz mevsimi yağışının ise %5-15 arasında azalış göstereceği,
- Kış yağışlarında ise Türkiye'nin bölgedeki su kaynakları bakımından son derece önemli olan Fırat ve Dicle havzasının üst bölümlerini de kapsayacak şekilde ülkenin güney bölümlerinde azalacağı ve Kafkas kıyı bölgelerinde daha fazla artacağı öngörülmüştür.

Dünyanın farklı noktalarında yer alan binlerce meteoroloji istasyonunda yapılan sıcaklık ölçümlerine göre, yüzey sıcaklığının küresel olarak **0.74°C** arttığı ve her on yılda **0.1°C** ile **0.3°C** arasında değiştiği gözlemlenmiştir. 1850'den bu yana en sıcak yıl ise 1997–1998 yılı olmuştur. Türkiye'nin de ortalama hava sıcaklıklarında **0.64 °C /100 yıl** olarak bir artış olmuştur. Özellikle ilkbahar ve yaz mevsimi olmak üzere Türkiye'nin ortalama hava sıcaklıklarında, 1990'ların sonlarından itibaren gözlenen artış dikkat çekici olmuştur. Bu artış, Türkiye'nin batı ve güney bölgelerinde **6°C**'ye kadar belirgin olarak görülmesine karşın, yaz ve özellikle sonbaharda Türkiye'nin kuzey ve karasal iç bölgelerinde azalmaktadır (Öztürk, 2008a; TBMM, 2008; Çevre ve Orman Bakanlığı, 2008). Ayrıca, özellikle son yıllarda Türkiye'deki şehirleşme faktörünün de etkisiyle ısı adaları oluşmakta ve buralarda çevrelerine göre daha yüksek sıcaklıklar hissedilmektedir (TBMM, 2008).

Bu değişimlerle birlikte Türkiye'nin karşılaşabileceği senaryolar ise Türkeş ve ark. (2000); Çevre ve Orman Bakanlığı (2007b) ve Öztürk (2008a)'e göre;

- Türkiye geneli yıllık ortalama sıcaklık artışının 2-3°C/yıl olacağı,
- Orman yangınlarının etki alanının ve süresinin artabileceği,
- Kurak ve yarı kurak alanların genişleyeceği,
- Yaz kuraklığının süresinde ve şiddetindeki artışların çölleşme süreçlerini, tuzlanma ve erozyonu destekleyeceği,

- Kentsel ısı ada etkisinin de katkısıyla, özellikle büyük kentlerde, sıcak devredeki gece sıcaklıklarının belirgin bir biçimde artacağı,
- Kış mevsiminde sıcaklıkların ülkemizin doğusunda daha fazla artış göstereceği, yaz mevsiminde ise bunun tersi olacağı öngörülmüştür.

2.4. Yutak Alanları Kavramı ve Önemi

“**Yutak**” kavramı ilk olarak Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi’nin 1.8. maddesine göre, “bir sera gazını, bir aerosolü veya bir sera gazının oluşumunda rolü bulunan bir öncü maddeyi atmosferden uzaklaştıran herhangi bir işlem, faaliyet veya mekanizma” anlamında tanımlanmıştır (UNFCCC, 1992).

Yutak alanları konusunda, **LULUCF (Land Use, Land Use Change and Forestry) için İyi Uygulamalar Kılavuzu**, arazi kullanım faaliyetleri sonucunda meydana gelen emisyonların ve karbon deposundaki değişimlerin her bir ülke için doğru şekilde tahmin edilmesi ve hesaplanması için oluşturulmuştur.

Yutak Alanları kavramı ilk olarak LULUCF Kılavuzunda altı gruba ayrılmıştır. Bunlar; **orman alanları, çayır ve mera alanları, tarım alanları, sulak alanlar, yerleşim alanları ve diğer alanlar** olarak ifade edilmektedir (IPCC, 2003).

Uluslar arası platformda yutak alanları için önemli ve bağlayıcı olan belgeler; Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve Kyoto Protokolü’dür. Bunların dışında bir de, Marakeş Kararları’nın bağlayıcı özelliği bulunmaktadır (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2006a). İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi 3.3, 4.1.a, 4.1.b, 4.1.d, 4.2.a, 4.2.b, 4.2.c, 7.2.d, 12.1.a ve 12.2.b maddeleri ve Kyoto Protokolü’nün 2.1.ii, 3.3, 3.4, 3.7, 5.1, 5.2, 5.3, 6.1, 7.1, 10.a ve 10.b.ii maddeleri yutak alanlarıyla ilgili maddelerdir. Bu maddelerle ilgili ayrıntılı bilgiler EK II’de verilmiştir.

Yeryüzünde karbonu bünyelerinde tutmaları açısından iki önemli yutak alanı bulunmaktadır. Bunlardan birisi karasal ekosistemler, diğeri de okyanuslardır. Karasal ekosistemdeki yutak alanlarının en belirgin özelliği bilindiği gibi bütün bitkilerin fotosentez yoluyla havadaki karbondioksiti alarak organik madde

üretmeleridir. Bitkiler atmosferden aldıkları karbondioksiti daha sonra bünyelerinde gerçekleştirdikleri bir dizi kimyasal reaksiyonlarla diğer organik maddelere dönüştürmektedir. Bu dönüşüm sonucunda da, yaprak, odun, kabuk, meyve, tohum, çiçek ve eterik yağlar halinde kök, gövde ve diğer değişik bölümlerinde karbonu biriktirmektedirler (Asan, 1995; Asan, 2006).

Havadaki karbondioksitin organik madde haline dönüşmesi, bitkilerin yaprak miktarıyla doğrudan alakalıdır. Çünkü bitkinin yaprak miktarı ne kadar fazla ise o kadar fazla karbondioksiti atmosferden almaktadır. Bu nedenle karasal ekosistem içerisinde, orman ekosistemleri diğer ekosistemlere göre bitki üzerinde en fazla yaprak miktarına sahip olduklarından dolayı daha fazla karbondioksiti atmosferden almaktadırlar. Aynı zamanda bitkilerin atmosferden aldıkları karbonu bünyelerinde tutmaları açısından da ormanlar yine ön plana çıkmaktadır. Çünkü atmosferden aldıkları karbonu bazen yüzlerce yıl bünyelerinde tutmaktadırlar (Asan, 1995).

Çayır-Mera ve tarım alanlarında ise bünyelerinde bağladıkları karbonun bir kısmını bazı kimyasal reaksiyonlar ile toprağa aktarıırken, bir kısmını da bünyelerinde tutmaktadırlar. Özellikle tarım alanlarının bünyelerinde tutmuş oldukları karbon, en fazla ürünün hasat edilme zamanına göre üç ay ile bir yıl arasında olmaktadır. Hasat sonrasında ise, bünyelerinde tutmuş oldukları karbonu tekrar atmosfere vermektedirler. Bazı kaynaklara göre de tarım alanlarında biyokütledeki karbon nötr olarak kabul edilmektedir (Asan, 1995).

Yutak alanları diğer sektör ya da mekanizmalardan farklı kılan durum ise Çevre ve Orman Bakanlığı (2006a)'nın raporuna göre;

- Fotosentez yoluyla atmosferden CO₂'yi uzaklaştırması,
- Karbonu, biyokütle, toprak organik karbonu ve ölü örtü içerisinde saklayarak rezervuar (hazne) oluşturması,
- Yangınlar, arazi kullanım değişikliği vb. etkenler sonucu yutak alanlar tahrip edildiğinde ise, doğrudan sera gazlarının kaynağı olması,
- Fosil yakıtlar ya da karbon yoğun materyallerinin yerine kullanılabilir olmasıdır.

Bunların dışında da karasal ekosistemler; yiyecek, yakıt, barınak ve diğer hizmetlerle çevresel yararlar da sağlamaktadır.

Okyanuslar ise, atmosferdeki karbondioksit seviyesinin belirlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Karbon içeren gazlar difüzyon yoluyla okyanus yüzeyi ve atmosfer arasında hareket etmekte ve su bitkileri de fotosentez yapabilmek için sudaki karbondioksite gereksinim duymaktadır. Okyanuslardaki bitkiler de, karbonu tıpkı karasal bitkiler gibi depolamaktadırlar (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2006a).

2.5. Yutak Alanların Kendisine Has Özellikleri

Yutak alanlarının kendine has üç özelliği bulunmaktadır. Bunlardan birincisi biyolojik döngü potansiyelini sınırlandıran doygunluk, ikincisi sürekliliğin olmayışı ve üçüncüsü insan tarafından kontrol edilebilmesidir.

2.5.1. Biyolojik Döngü Potansiyelini Sınırlandıran Doygunluk

Toprağa dayalı faaliyetler aracılığıyla karbon döngüsü potansiyelinin, kullanılabilen arazi miktarıyla ve bir arazi biriminde depolanan ya da korunan karbonun, faaliyet ve yersel özellikli miktarıyla sınırlandırılması doygunluk ya da biyolojik karbon depolama potansiyelinin sınırlandırılması olarak tanımlanmaktadır (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2006a; TBMM, 2008).

Doygunluk sürecine ulaşma zamanı ise iklime göre değişiklik göstermektedir. Örneğin; soğuk iklim ormanları maksimum limitlerine tropikal ormanlara göre daha geç ulaşmaktadır. Bu durumda, toprakların karbonu çok uzun süre bünyelerine alabilmelerine olanak tanımaktadır. Hatta terk edilmiş tarımsal arazilerdeki yeniden yetiştirilen ormanlar nedeniyle geniş olarak gözlenen uzaklaştırmaların mevcut olduğu yerlerdeki alanlar CO₂^{II} gübrelemesiyle karşı karşıya kaldıkları taktirde doygunluğa daha kısa sürede ulaşılabilirler (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2006a; TBMM, 2008).

^{II} CO₂ gübrelemesi: Atmosferdeki CO₂ konsantrasyonunun artması sonucunda bitkilerin büyümesinde artış olmasıdır. Ağaçların ve tarımsal ürünlerin çoğu CO₂'nin artmasına diğer tarımsal ürünlere göre daha fazla cevap vermektedirler (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2006a).

2.5.2. Sürekliliğin Olmayışı

Sürekliliğin olmayışı özelliği, biyolojik karbon depolanmasının potansiyel olarak tersine çevrilmesiyle ilgilidir. Biyosferik karbon yönetimi belirli bir alandaki karbon stoklarını artırabilmektedir. Fakat karbon döngüsü ya doğal sebepler (yangınlar, hastalıklar vb.), ya da diğer insan müdahaleleri nedeniyle tersine çevrilebilmektedir. Bu durumun en önemli örneği ise ormansızlaşmadır (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2006a; TBMM, 2008).

2.5.3. İnsan Tarafından Kontrol Edilebilmesi

Bir alanın ağaçlandırılması insanın ilk müdahalesidir. Fakat bu ağaçların daha sonraki büyümeleri kuraklık, fırtınalar, böcek salgınlarından ya da ısı, yağış, CO₂ konsantrasyonu, atmosferik nitrojen depolanmasında meydana gelen değişikliklerden etkilenebilmektedir. Bu faktörler ise çoğunlukla arazi yöneticilerinin kontrolü dışında kalmaktadır. Ancak bu faktörlerin ağaçların büyümelerine olan etkileri tür seçimi, ağaç yoğunluğu ya da gübre ilavesi gibi arazi yönetim kararlarıyla değiştirilebilir olması ise, insanların müdahalesi ile olmaktadır. Bu nedenle bu faktörler doğal bir çerçeve oluşturmaktadır ve içerisinde ilave önlemlerin alınması gerekmektedir (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2006a; TBMM, 2008).

2.6. Yutak Alanlara Ait Karbon Havuzları

Sera gazlarını atmosferden uzaklaştıran karasal ekosistemdeki yutak alanları karbonu farklı şekillerde bünyesinde bağlamaktadır. IPCC (2003)'ye göre karasal ekosistemdeki karbon havuzları; **yaşayan biyokütle**, **ölü organik madde** ve **topraklar** olmak üzere üç ana havuzdan oluşmaktadır (Çizelge 2.7). Bu ana havuzlara ait beş alt havuz bulunmaktadır. Bunlarında iki tanesi yaşayan biyokütle havuzunda; yer üstü biyokütle ve yeraltı biyokütle havuzu olarak yer almaktadır. Diğer iki alt havuzda ölü organik madde havuzunda; ölü ağaç ve döküntü havuzu

olarak yer almaktadır. Beşinci alt havuz da topraklar havuzunda, toprak organik madde havuzu olarak yer almaktadır.

Gerek ülkelerin hazırlayacağı ulusal envanterlerde, gerekse yutaklarla ilgili yapılacak olan çalışmalarda yutak alanlarına ait hesaplamalar yapılırken bu havuzlar dikkate alınarak yapılmaktadır.

Çizelge 2.7. Karasal Ekosistemlerdeki Yutak Alanlarına Ait Karbon Havuzları (IPCC, 2003)

Ana Havuz	Alt Havuz	Açıklama
Yaşayan (Canlı) Biyokütle	Yerüstü Biyokütle	Ağaç gövdesi, kütük, dalı, kabuğu, tohumu ve yapraklarda dâhil olmak üzere yaşayan tüm biyoküteller. (Kuru ağırlık olarak ton cinsinden ifade edilmiştir.)
	Yeraltı Biyokütle	Canlı köklerin tüm yaşayan biyokütelleri. Genellikle iyi köklerin 2mm'den daha küçük olanları empirik olarak toprak organik maddelerinden ve döküntülerden ayırlamadığı için dâhil edilmemektedir.
Ölü Organik Madde	Ölü Ağaç	Döküntü içinde bulunmayan ve tamamen canlı olamayan ağaçtır (yerde yatan, dikili duran ya da toprağın içinde olan biyokütle). Ölü ağaç, yüzeyde yatan ağacı, ölü kökleri ve 10cm ya da daha büyük çapta kütükler veya ülke tarafından kullanılan diğer çaplardaki kütüklerin dâhil edildiği ağaçlardır.
	Döküntü	Ülke tarafından seçilen minimum çaptan (örneğin 10 cm) daha küçük çaptaki tüm canlı olmayan, ölü olarak yatan ve mineral ya da organik toprak üzerinde çeşitli bozunma durumlarında bulunan ağaç biyokütelleridir. Bu döküntü, fümik ve humus katmanları da içermektedir. Döküntü içindeki canlı küçük kökler, empirik olarak ayrıştırılmadığı durumlarda (yeraltı biyokütlesi için alt limitten küçük olduğu zaman) dâhil edilmektedir.
Topraklar	Toprak Organik Madde	Sürekli olarak uygulanan zaman serisi ve ülke tarafından belirlenen derinlikteki mineral ve organik topraklardaki mevcut organik karbonunda dâhil edildiği organik maddelerdir. Toprak organik madde içindeki canlı küçük kökler, empirik olarak ayrıştırılmadığı durumlarda (yeraltı biyokütlesi için alt limitten küçük olduğu zaman) dâhil edilmektedir.

Asan (1995)'ında belirttiği gibi, ormanların karbondioksiti atmosferden alıp bünyelerine bağlayabilmeleri bitkilerin sağlığına, yaşına ve bulunduğu konuma göre değişmektedir. Tropik yağmur ormanlarının karbondioksiti atmosferden almaları ile boreal zondaki iğne yapraklı ormanların karbondioksiti atmosferden almaları

birbirinden farklıdır. Aynı zamanda bu farklılık aynı orman kuşağında bulunan değişik ağaç türleri arasında da olmaktadır (Çizelge 2.8).

Tolunay ve Çömez (2007)'in de belirttiği gibi ormanlarda biriktirilen karbon miktarı enlem derecelerine göre değişkenlik göstermektedir. Birim alanda toprak üstü biyokütlerde biriktirilen karbon miktarı tropikal kuşaktan boreal kuşağa doğru azalmaktadır. Orman topraklarında biriktirilen karbon miktarı ise tam tersi bir durum göstermektedir. Yani birim alanda orman toprağında biriktirilen karbon miktarı boreal kuşaktan tropikal kuşağa doğru azalmaktadır.

Çizelge 2.8. Dünya Üzerindeki Biyomlarda Vejetasyon ve Topraklarda Tahmini Karbon Stoku (Tolunay ve Çömez, 2007'den Janzen 2004)

Biyomlar ^{III}	Alan (milyar ha)	Toplam C Miktarı			Birim Alandaki C Miktarı	
		Bitki (milyar t)	Toprak (milyar t)	Toplam (milyar t)	Bitki (t/ha)	Toprak (t/ha)
Tropikal Ormanlar	1.76	212	216	428	120.50	122.70
Ilıman Bölge Ormanları	1.04	59	100	159	56.70	96.20
Boreal Ormanlar	1.37	88	471	559	64.20	343.80
Tropikal Savanlar ve Otlaklar	2.25	66	264	330	29.30	117.30
Ilıman Bölge Otlakları ve Çalılıklar	1.25	9	295	304	7.20	236.00
Çöller ve Yarı Çöller	4.55	8	191	199	1.80	42.00
Tundra	0.95	6	121	127	6.30	127.40
Tarım	1.60	3	128	131	1.90	80.00
Sulak Alanlar	0.35	15	225	240	42.90	642.90
TOPLAM	15.12	466	2011	2477	30.80	133.00

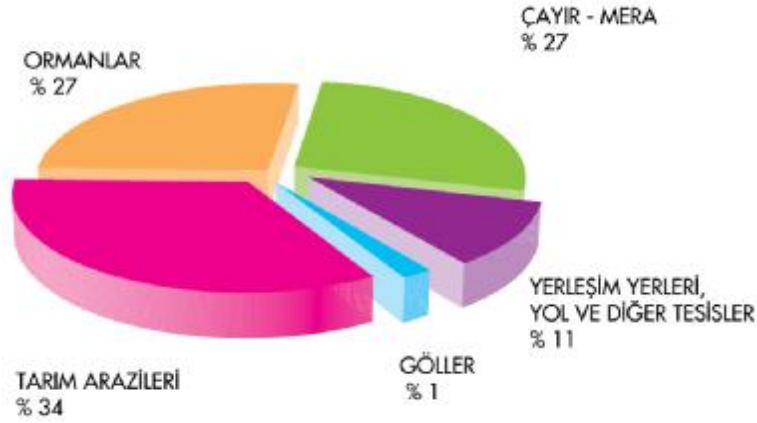
Çizelge 2.8'de görüldüğü gibi bütün alanlarda en fazla karbon toprakta birikmektedir. Toprakta biriken karbondaki en fazla sulak alanlarda, en az da çöl ve yarı çöl alanlarında birikmektedir. Bitki üzerindeki biyokütlerde biriken karbon ise, en fazla tropikal ormanlarda, en az da çöl ve yarı çöl alanlarında yetişen bitkilerde birikmektedir.

^{III} Yücel ve ark. (2008)'na göre **biyom**; “iklim ve toprak karakteristikleri benzer olan, buna bağlı olarak da tür bileşimi ve çevreye uyum bakımından yüksek derecede tekdüzelik gösteren canlılar toplumuna sahip dünya üzerindeki büyük bölgeler” olarak tanımlanmaktadır.

2.7. Türkiye’deki Mevcut Yutak Alanları

Türkiye’deki mevcut yutak alanları Şekil 2.3’de de görüldüğü üzere 2006 yılı itibariyle; ülke yüzölçümünün %34’ünü tarım alanları, %27’sini ormanlık alanlar, %27’sini çayır-mera alanları, %11’ini yerleşim yerleri, yollar ve diğer tesisler, %1’lik alanını ise göller kaplamaktadır.

Mevcut yutak alanları; orman alanları, çayır ve mera alanları, tarım alanları, sulak alanlar, yerleşim alanları ve diğer alanlar olarak ayrı başlıklar halinde irdelenmiştir.



Şekil 2.3. 2006 Yılı İtibariyle Türkiye’deki Arazi Kullanım Durumu (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2006b)

2.7.1. Orman Alanları

Orman alanları atmosferden sera gazlarını, özellikle karbondioksiti uzaklaştırmaları bakımından karasal ekosistem içerisindeki en önemli yutak alanıdır. Türkiye Orman varlığı ortaya konulurken, gerek orman formları, gerekse işletme biçimlerine göre ele alınmıştır. Aynı zamanda servet ve artım olarak da incelenmiştir.

Hem bir Asya, hem bir Avrupa ülkesi olarak Türkiye 814578 km²'lik yüz ölçüme (779452 km² izdüşümü alanına) sahiptir. Çevre ve Orman Bakanlığı (2006b) verilerine göre günümüzde bu alanın 211887.47 km²'si, yani %27.2'si ormanlık alanlardır. Bu alanın da, %60'ı ibrelilerle kaplıyken, %40'ıda koruya ayrılmış yapraklılar ve baltalıklarla kaplıdır (Çizelge 2.9).

Çevre ve Orman Bakanlığı (2006b) verilerine göre, Türkiye'nin orman varlığı ile ilgili iki envanter çalışması yapılmıştır. Bu envanterlerden ilki 1963 yılında başlamış ve 1972 yılında tamamlanmıştır. Diğer envanter de, 1973 yılında başlamış ve 2004 yılında tamamlanmıştır. Dolayısıyla birinci envanter Türkiye'nin, 1972 yılı itibariyle sahip olduğu orman varlığını, ikinci envanterde 2004 yılı itibariyle sahip olduğu orman varlığını ifade etmektedir.

Çizelge 2.9. Türkiye Ormanlarının 1972 ve 2004 Yıllarındaki Alansal Dağılımı (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2006a; Çevre ve Orman Bakanlığı, 2006b'ndan geliştirilerek)

Envanter Dönemi	Meşcere Tipi	Koru Ormanları (Ha)			Baltalık (Ha)
		İbreliler	Yapraklılar	Toplam	
1963 - 1972	Normal	5170000	1007000	6177000	2679000
	Bozuk	4260000	498000	4758000	6585000
	Toplam	9430000	1505000	10935000	9265000
1973 - 2004	Normal	7083396	1856819	8940215	1681006
	Bozuk	5689258	810122	6499380	4068146
	Toplam	12772654	2666941	15439595	5749152

Çizelge 2.9 ve Çizelge 2.10'da da görüldüğü üzere, Türkiye orman varlığı 1972 yılından 2004 yılına kadar ki zaman içerisinde alan ve hacim olarak önemli bir artış göstermiştir. 32 yıllık süreçte, ormanlık alanlar da 988747 ha, ağaç servetinde ise 411658151 m³ artış olduğu görülmektedir.

Çizelge 2.10. Türkiye Ormanlarında 1972 ve 2004 Yıllarındaki Mevcut Dikili Ağaç Serveti (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2006a; Çevre ve Orman Bakanlığı, 2006b'ndan geliştirilerek)

Envanter Dönemi	Meşcere Tipi	Koru Ormanları (m ³)			Baltalık (m ³)
		İbreliler	Yapraklılar	Toplam	
1963 - 1972	Normal	548698880	210033317	758732197	117734424
	Bozuk	44407988	9941859	54349847	45505717
	Toplam	593106868	219975176	813082044	163240141
1973 - 2004	Normal	818553174	310017110	1128570284	70463903
	Bozuk	51068438	14368303	65436741	23653844
	Toplam	869621612	324385413	1194007025	94117747

Çizelge 2.11’da da görüldüğü üzere, Türkiye orman varlığı 1972 yılından 2004 yılına kadar ki zaman içerisinde yıllık cari servet artımı bakımından önemli bir artış göstermiştir. 32 yıllık süreçte, yıllık cari servet artımında da 14146866 m³ artış olduğu görülmektedir.

Cari servet artımının ve buna bağlı olarak da biyokütle birikiminin ana nedenleri Asan (2006)’a göre:

- Bozuk orman alanlarının ve orman içi açıklıkların ağaçlandırılması,
- Üst orman zonlarında ve sarp araziler üzerindeki ormanların muhafazaya ayrılarak bu ormanlarda kesim yapılmaması,
- Seyrek kapalı meşcerelere eta verilmemesi ve böylece bu ormanlarda servet birikiminin sağlanması,
- Yaşlı, seyrek ve artımdan düşmüş meşcereleri doğal yolla gençleştirmek suretiyle bu meşcerelerin artım performanslarının yükseltilmesi,
- Orman içi ve civarı yerleşik nüfusun (özellikle genç ve ormana zararlı) kente göçü ve böylece eski tarım alanlarından bir bölümünün yeniden ormanlaşması,
- Orman içi otlatmalarından vazgeçilerek, ahır hayvancılığına dönülmesinden kaynaklanmaktadır.

Çizelge 2.11. Türkiye Ormanlarında 1972 ve 2004 Yıllarındaki Yıllık Cari Servet Artımı (DPT, 2001; Çevre ve Orman Bakanlığı, 2006a’ndan geliştirilerek)

Envanter Dönemi	Meşcere Tipi	Koru Ormanları (m ³)		
		İbreliler (m ³)	Yapraklılar (m ³)	Toplam (m ³)
1963 - 1972	Normal	15593042	5198630	20791672
	Bozuk	1092688	251076	1343764
	Toplam	16685720	5449706	22135426
1973 - 2004	Normal	22234860	11600037	33834897
	Bozuk	1165259	1282136	2447395
	Toplam	23400119	12882173	36282292

Atmosferden alınan karbon orman ekosisteminde biyokütle, ölü organik madde ve toprak havuzunda depolanmaktadır. Ormanlarda emisyon alımına ilişkin

hesaplamalar Çevre ve Orman Bakanlığı Araştırma ve Geliştirme Dairesi Başkanlığı Arazi Kullanımı, Arazi Kullanım Değişikliği ve Ormancılık Çalışma Grubu tarafından IPCC metodolojisine göre saptanmıştır. Türkiye ormanlarındaki 1990–2005 dönemine ait net karbon tutunumu ve CO₂ eşdeğerleri Çizelge 2.12’de verilmiştir. Çizelge 2.12’de görüldüğü gibi orman alanları, atmosferden almış olduğu karbon miktarı ve karbonu bünyesinde uzun süre tutmasından dolayı karasal ekosistemin en önemli yutak alanı olmaktadır.

Çizelge 2.12. Türkiye Ormanlarında 1990–2005 Dönemindeki Net Karbon Tutunumu ve CO₂ Eşdeğerleri^{IV} (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2006a)

Yıllar	Karbon Artımı		Karbon Kayıpları			Net karbon tutunumu	CO ₂ Eşdeğeri
	Canlı Biyoküttele	Ölü organik maddede	Ticari kesim	Yakacak odun toplama	Diğer (Orman yangınları)		
	Ton/yıl *(1000)	Ton/yıl *(1000)	Ton/yıl *(1000)	Ton/yıl *(1000)	Ton/yıl *(1000)	Ton/yıl *(1000)	Gg/yıl
1990	17017.048	966.586	4291.567	1468.152	200.063	12023.852	44087.456
1991	17139.718	934.880	4141.355	1468.152	117.647	12347.444	45273.960
1992	17263.340	930.375	4120.013	1468.152	178.080	12427.470	45567.390
1993	17387.921	935.399	4143.817	1468.152	224.099	12487.252	45786.589
1994	17513.470	811.289	3555.830	1468.152	555.088	12745.689	46734.195
1995	17639.993	945.449	4191.431	1468.152	111.751	12814.108	46985.062
1996	17767.500	946.141	4194.709	1468.152	217.242	12833.538	47056.305
1997	17895.997	868.868	3828.619	1468.152	91.952	13376.142	49045.855
1998	18025.494	837.278	3678.955	1468.152	98.474	13617.191	49929.701
1999	18155.998	822.955	3611.100	1468.152	84.498	13815.203	50655.745
2000	18287.518	824.514	3618.487	1468.152	369.102	13656.291	50073.066
2001	18420.061	780.334	3409.176	1468.152	107.646	14215.421	52123.211
2002	18553.637	851.658	3747.083	1468.152	123.951	14066.109	51575.732
2003	18688.253	828.904	3639.287	1468.152	96.727	14312.991	52480.968
2004	18823.919	888.387	3921.089	1468.152	70.987	14252.078	52257.618
2005	18538.821	870.987	3897.604	1518.506	23.064	13970.634	51225.658

^{IV} Hesaplamalar yapılırken ölü organik materyal olarak sadece 20 yaşından büyük ormanlardaki dikili kurular ve kesim artıkları dikkate alınmıştır. Döküntü miktarları ise bu alanda yapılan çalışmaların yetersizliği nedeniyle hesaplamalara dâhil edilmemiştir. Aynı nedenden dolayı orman toprağındaki karbon miktarı da hesaplara dâhil edilememiştir. Dolayısıyla, bu her iki karbon havuzu veri yetersizliği nedeniyle dikkate alınmamış, sadece canlı biyokütle ve ölü organik maddede biriken karbon miktarı hesaplanmıştır. Aynı zamanda karbon kaybı olarak böcek ve mantar arızlarından kaynaklanan kayıplar da hesaplamalara dâhil edilmemiştir (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2006a).

Çizelge 2.12’de görüldüğü üzere canlı biyokütlede tutulan karbon miktarı düzenli olmamakla birlikte her geçen yıl artış gösterirken, ölü organik maddede tutulan karbon miktarı düzenli olmamakla birlikte her geçen yıl azalmıştır. Karbon havuzunda biriken karbon tutunumundan ticari kesim, yakacak odun toplama ve orman yangınları gibi diğer nedenlerle kaybedilen karbonlar çıkarılarak yıllık net karbon tutunumu saptanmıştır.

2.7.2. Çayır ve Mera Alanları

Çayırlar ve meralar, birçok işlevi aynı zamanda görebilen ekosistemlerdir. Çayır ve meralar Türkiye açısından toprak ve su kaynaklarının korunması yönünden oldukça önemlidir. Bu çok yönlü önemine karşın genellikle çayır ve meraların hayvancılık yönünden gördüğü işlevi üzerinde durulmaktadır. Türkiye’de çayırlar ile meraların farklı niteliklere sahip ortamlar olduğu da çoğunlukla bilinmemektedir (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2006a).

İlke olarak taban suyu düzeyi yüksek, düz arazilerde, sık ve yüksek boylu bitkilerin bulunduğu ortamlar olan çayırlar, çayır ve mera toplam alanı içinde %3-4’lük bir paya sahiptir. Meralar ise, üzerinde hayvan otlatma hakkı tesis edilmiş bulunan ve hayvan otlatılmasına uygun bitki örtüsü ile kaplı arazi parçası olarak tanımlanmaktadır. Çayır ve mera alanları, genellikle kalıcı otların baskın olduğu bitki örtüsüne ve başlıca kullanımın otlatma olduğu arazilerdir. Çayır ve mera alanları aynı zamanda orman tanımında kullanılan eşikten daha düşük ağaç örtüsünü de içerebilir (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2006a). 1938–1980 yılları arasında çayır-mera alanları ve ülke yüzölçümüne göre değişimleri Çizelge 2.13’de verilmiştir.

Çizelge 2.13’de görüldüğü gibi çayır-mera alanları 1938 yılından 1980 yılına kadar sürekli azalış göstermiştir. 1938 yılında Türkiye topraklarının %52.8’ini kaplarken, 1980 yılında da bu değer %27.9’a düşmüştür. Bu durum da, çayır-mera alanlarının 42 yıllık süreçte, her geçen yıl bir başka kullanım alanına dönüştüğünü açıkça göstermektedir.

Çizelge 2.13. Türkiye’deki Çayır-Mera Alanları (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2006a’dan değiştirilerek)

Yıllar	Çayır-Mera Arazisi (1000 ha.)	Çayır-Meranın Türkiye topraklarına oranı (%)
1938	41068	52.8
1950	37906	48.7
1955	31009	39.8
1960	28658	36.8
1965	28232	36.2
1970	26132	33.5
1975	21745	27.9
1980	21780	27.9

Buraya kadar verilen toplam çayır-mera arazilerinden işletilen arazilerle ilgili veriler ise Çizelge 2.14’de verilmiştir. Türkiye’deki toplam çayır-mera arazilerini sürekli azalırken, 2000 yılından sonra işletilen çayır-mera alanlarındaki artış oldukça dikkat çekicidir. 2001 yılında işletilen toplam çayır-mera arazisinin, 2002 yılında yaklaşık 8 kat arttığı görülmüştür. Bunun yanında 2003’te de azda olsa bir artış gerçekleşirken, 2004 yılında da 2003 yılına göre yaklaşık 8 kat bir artış gerçekleşmiştir.

Çizelge 2.14. Türkiye’deki 2000–2004 Yılları Arası İşletilen Toplam Çayır-Mera Arazisi (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2006a)

Yıllar	Çayır-Mera Arazisi (ha.)
2000	660.80
2001	881.10
2002	6810.80
2003	9771.30
2004	72502.34

Türkiye’deki kadaströ çalışmaları 1925 yılında başlatılmış ve günümüze kadar güncellenerek devam etmiştir. Fakat planlar ile araziler çoğu kez birbirine uymamakta, yani güncelliğini kaybetmiştir. Bu nedenle karbon hesaplamalarına altlık oluşturacak işletilen çayır-mera alanları için, 1925 yılında başlatılan ve günümüze kadar güncellenerek gelen kadaströ çalışmalarında kırsal alanlardaki

işletilen çayır-mera alanlarının güvenilir kayıt altına alınma işleminin 2000 yılından itibaren başladığı görülmektedir (Anonim, 2010).

Atmosferden alınan karbon, çayır-mera ekosisteminde biyokütle ve toprak havuzunda depolanmaktadır. Çayır-mera alanlarının emisyon alımına ilişkin hesaplamalar Çevre ve Orman Bakanlığı Araştırma ve Geliştirme Dairesi Başkanlığı Arazi Kullanımı, Arazi Kullanım Değişikliği ve Ormancılık Çalışma Grubu tarafından IPCC metodolojisine göre saptanmıştır. Türkiye'deki Çayır-mera alanlarının 2000–2004 dönemine ait net karbon tutunumu ve CO₂ eşdeğerleri Çizelge 2.15'de verilmiştir. Çizelge 2.15'de görüldüğü gibi çayır-mera alanları, atmosferden almış olduğu karbon miktarı ve karbonu bünyesinde tutması bakımından ikinci derece öneme sahip alanlardır.

Çizelge 2.15. Türkiye'deki Çayır-Mera Arazisinde 2000–2004 Dönemindeki Net Karbon Tutunumu ve CO₂ Eşdeğerleri^V (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2006a'dan değiştirilerek)

Yıllar	Çayır ve Mera Alanlarında Canlı Biyokütlerdeki Karbon Tutunumu	Çayır ve Mera Alanlarında Mineral Topraktaki Karbon Tutunumu	Meraya Dönüşen Alanlarda Topraktaki Karbon Tutunumu	Meraya Dönüşen Alanlarda Canlı ve Ölü Biyokütlerdeki Karbon Tutunumu	Toplam Karbon Tutunumu	Toplam CO ₂ eq Karbon Tutunumu (Gg)
2000	49.50	17.73	16.50	175.50	259.23	948.78
2001	17.20	11.05	16.50	175.50	220.25	806.13
2002	2.05	100.22	16.50	175.50	294.27	1077.04
2003	0.26	146.35	16.50	175.50	338.62	1239.34
2004	0.19	1269.92	16.50	175.50	1462.11	5351.32

Çizelge 2.15'de görüldüğü üzere toplamda mevcut çayır-mera alanlarındaki en fazla karbon tutunumu toprak havuzunda olmuştur. Canlı biyokütlerdeki karbon tutunumu her geçen yıl azalırken topraktaki karbon tutunumu düzenli olmamakla birlikte her geçen yıl artış göstermiştir. Meraya dönüşen alanlarda ise gerek biyokütlerde, gerekse toprak havuzunda tutulan karbon miktarının her yıl için aynı

^V Hesaplamalar yapılırken canlı biyokütle ve toprak havuzundaki karbon tutunumu dikkate alınarak hesaplanmıştır. Ölü örtüye ilişkin veri yetersizliğinden dolayı bu havuzdaki karbon tutunumu dikkate alınmamıştır. Ayrıca mevcut çayır-mera alanlarındaki ve meraya dönüşen alanlar olmak üzere iki farklı kategoride hesaplamalar yapılmıştır. Özellikle çayır-mera alanına ait hesaplamalar yapılırken işletilen çayır-mera alanları dikkate alınmıştır (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2006a).

değerde olması, arazi kullanımı ve değişimiyle ilgili yapılan çalışmaların yetersizliğini açıkça ortaya koymaktadır.

2.7.3. Tarım Alanları

Tarım sadece ekonomik bir faaliyet değil sosyal, bölgesel, kültürel, ekolojik ve diyetik önemi olan bir toplumsal süreç olarak görülmektedir. Tarımın halkın beslenmesi, sanayiye ham madde temin edilmesi ve ekonomik değer yaratılmasının ötesinde toplumsal yapının, kırsal mirasın ve çevrenin korunması, kaliteli üretim aracılığıyla yaşam kalitesinin artırılması gibi işlevleri de vardır (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2006a). Türkiye’de tarım alanlarına ait sayısal veriler Çizelge 2.16’da verilmiştir.

Çizelge 2.16’da görüldüğü üzere tarım alanları, işlenen tarım alanları (tek yıllık bitki yetiştirilen alanlar) ve uzun ömürlü bitkilerle yapılan tarım (çok yıllık bitki yetiştirilen alanlar) olarak iki kategoriye ayrılmıştır. İşlenen tarım alanları da, tahıl vb. bitkisel ürünler ve sebze bahçeleri olarak ikiye ayrılarak ele alınmıştır. Uzun ömürlü bitkilerle yapılan tarım ise meyvecilik, bağcılık ve zeytincilik olarak üçe ayrılmıştır.

Tarımcılık faaliyetleri 1988’den 2008’e kadar düzenli olmamakla birlikte her geçen yıl azalış göstermiştir. En fazla tarımsal faaliyet 127897000 ha. ile 1989 yılında yapılırken, en az tarımsal faaliyet de 24479000 ha. ile 2008 yılında yapılmıştır. Tahıllar ve diğer bitkisel ürünler 1988’den 2008’e kadar alansal olarak düzensiz bir dağılışı göstermiştir. En fazla tahıl üretimi 1989 yılında 19036000 ha, en az tahıl üretimi ise 16434000 ha ile 2008 yılında yapılmıştır. Tarım alanının nadasa bırakılması ise en fazla 5324000 ha ile 1990 yılında, en az da 4219000 ha ile 2007 yılında olmuştur. Sebze tarımı da düzenli olmamakla birlikte her geçen yıl artış göstermiştir. En fazla sebze tarımı 853000 ha ile 2006 yılında yapılırken, en az sebze tarımı da 610000 ha ile 1989 yılında yapılmıştır. Genel olarak işlenen tarım alanlarımız 1988’den 2008’e kadar düzenli olmamakla birlikte her geçen yıl azalış göstermiştir. İşlemeli tarım en fazla 1991 yılında 24631000 ha. yapılırken, en az 2008 yılında 21529000 ha. olarak yapılmıştır.

Çizelge 2.16. Türkiye’deki 1988–2008 Yılları Arasındaki Tarım Alanları (1000 ha)
(TÜİK, 2009c)

Yıl	İşlenen tarım alanı				Uzun ömürlü bitkiler				Toplam tarım alanı
	Tahıllar ve diğer bitkisel ürünlerin alanı		Sebze bahçeleri alanı	Toplam işlenen tarım alanı	Meyveler, içecek ve baharat bitkileri alanı	Bağ alanı	Zeytin ağaçlarının kapladığı alan	Toplam uzun ömürlü bitkilerin alanı	
	Ekilen alan	Nadas							
1988	18995	5179	612	24786	1531	590	856	2977	27763
1989	19036	5234	610	24880	1563	597	857	3017	27897
1990	18868	5324	635	24827	1583	580	866	3029	27856
1991	18776	5203	652	24631	1560	586	877	3023	27654
1992	18811	5089	663	24563	1565	576	871	3012	27575
1993	18940	4887	654	24481	1615	567	872	3054	27535
1994	18641	5255	709	24605	1618	567	881	3066	27671
1995 ⁽¹⁾	18464	5124	785	24373	1340	565	556	2461	26834
1996	18635	5094	785	24514	1344	560	568	2472	26986
1997	18605	4917	775	24297	1364	545	658	2567	26864
1998	18751	4902	783	24436	1389	541	600	2530	26966
1999	18450	5039	790	24279	1393	535	595	2523	26802
2000	18207	4826	793	23826	1418	535	600	2553	26379
2001	18087	4914	799	23800	1425	525	600	2550	26350
2002	18123	5040	831	23994	1435	530	620	2585	26579
2003	17563	4991	818	23372	1501	530	625	2656	26028
2004	18110	4956	805	23871	1558	520	644	2722	26593
2005	18148	4876	806	23830	1598	516	662	2776	26606
2006 ⁽²⁾	17440	4691	853	22984	1670	513	712	2895	25879
2007	16945	4219	815	21979	1671	485	753	2909	24888
2008*	16434	4259	836	21529	1693	483	774	2950	24479

(1) 1995 yılından itibaren sadece meyve ve zeytin kapalı alanları verilmiş olup, dağınık ağaçların kapladığı alan dâhil edilmemiştir.

(2) 2006 yılından itibaren Avrupa Birliği’nin faaliyetlere göre Ürünlerin İstatistikî Sınıflaması (FÜS 2002) kullanılmaya başlanmıştır.

(*) 2008 yılı bilgileri geçicidir.

Uzun ömürlü bitkiler 1998’den 2008’e kadar artış ve azalışlar yaparak çok fazla değişiklik göstermemiştir. Meyvecilik 1988’den 2008’e kadar düzenli olmamakla birlikte artış göstermiştir. En fazla meyvecilik 1693000 ha. ile 2008 yılında yapılırken, en az meyvecilikte 1340000 ha. ile 1995 yılında yapılmıştır.

Bağcılık da, 1988’den 2008’e kadar düzenli olmamakla birlikte azalış göstermiştir. En fazla bağcılık 597000 ha. ile 1989 yılında yapılırken, en az bağcılık da 483000 ha. ile 2008 yılında yapılmıştır. Zeytincilik ise 1988’den 2008’e kadar düzenli olmamakla birlikte azalış göstermiştir. En fazla zeytincilik 881000 ha. ile 1994 yılında yapılırken, en az zeytincilik de 556000 ha. ile 1995 yılında yapılmıştır.

Atmosferden alınan karbon tarım ekosisteminde biyokütle ve toprak havuzunda depolanmaktadır. Tarım alanlarının emisyon alımına ilişkin hesaplamalar Çevre ve Orman Bakanlığı Araştırma ve Geliştirme Dairesi Başkanlığı Arazi Kullanımı, Arazi Kullanım Değişikliği ve Ormancılık Çalışma Grubu tarafından IPCC metodolojisine göre saptanmıştır. Türkiye’deki Tarım alanlarının 1991–2004 dönemine ait net karbon tutunumu ve CO₂ eşdeğerleri Çizelge 2.17’de verilmiştir.

Çizelge 2.17. Türkiye’deki Tarım Alanlarında 1991–2004 Dönemindeki Net Karbon Tutunumu ve CO₂ Eşdeğerleri^{VI} (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2006a’dan değiştirilerek)

Yıllar	Tarım Alanlarında Canlı Biyokütlerdeki Karbon (Gg)	Tarım Alanlarında Mineral Topraktaki Karbon (Gg)	Toplam (Gg)	Toplam CO ₂ eq (Gg)
1991	3466.87	-683.85	2783.02	10185.85
1992	3440.85	85.48	3526.34	12906.40
1993	3533.69	54.56	3588.26	13133.02
1994	3571.52	119.91	3691.43	13510.65
1995	3686.63	14.07	3700.70	13544.57
1996	3690.56	31.14	3721.70	13621.41
1997	3710.66	21.25	3731.91	13658.79
1998	3793.19	42.24	3835.43	14037.68
1999	3833.89	-11.99	3821.90	13988.17
2000	3870.48	37.10	3907.58	14301.76
2001	3925.00	859.82	4784.82	17512.44
2002	3811.86	107.18	3919.05	14343.71
2003	3961.13	-679.92	3281.20	12009.21
2004	4261.62	0.00	4261.62	15597.54

^{VI} Toprak havuzundaki karbon değişime ilişkin hesaplamalar yapılırken sadece mineral topraklar dikkate alınmıştır. Çünkü organik topraklar, mineral topraklarla kıyaslandığında son derece azdır. Organik topraklar Türkiye’nin toprak miktarının sadece %0,3’ü kadardır (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2006a).

Çizelge 2.17’de görüldüğü gibi tarım alanları, atmosferden almış olduğu karbon miktarı ve karbonu bünyesinde daha kısa süre tutması bakımından üçüncü derece öneme sahip alanlardır. Çizelge 2.17’de görüldüğü üzere toplamda mevcut tarım alanlarındaki en fazla karbon tutunumu canlı biyokütle havuzunda olmuştur. Canlı biyokütle havuzunda depolanan karbon düzenli olmamakla birlikte her geçen yıl artış gösterirken, toprak havuzunda da düzensiz bir artış ve azalış gerçekleşmiştir. Canlı biyokütlerde en fazla karbon tutunumu 2004 yılında 4261.62 Gg iken, en az karbon tutunumu ise 1992 yılında 3440.85 Gg olmuştur. Mineral topraklarda tutulan karbon ise en fazla 2001 yılında 859.82 Gg olmasına karşın, 1991 yılında -683.85 Gg olmuştur. Tarım alanlarında karbon havuzunda tutulan toplam karbon miktarına CO₂ eşdeğeri olarak baktığımızda ise, 1991’den 2004 yılına kadar düzenli olmamakla birlikte 10185.85 Gg’dan 15597.54 Gg’a doğru bir artış gösterdiği görülmektedir.

2.7.4. Sulak Alanlar

RAMSAR(Özellikle Su Kuşları Yaşamı Ortamı Olarak Uluslararası Öneme Sahip Sulak Alanların Korunması Sözleşmesi) Sözleşmesi’nde sulak alanlar; doğal veya yapay, devamlı veya geçici, suları durgun veya akıntılı, tatlı, acı veya tuzlu, denizlerin gel-git hareketinin çekilme devresinde altı metreyi geçmeyen derinlikleri kapsayan bütün sular, bataklıklar, sazlıklar olarak tanımlanmaktadır (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2004).

Sahip olduğu biyolojik çeşitlilik nedeniyle dünyanın doğal zenginlik müzeleri olarak kabul edilen sulak alanlar; doğal işlevleri ve ekonomik değerleriyle yeryüzünün en önemli ekosistemi olmaktadır. Sulak alanlar, yer altı sularını besleyerek veya boşaltarak, taban suyunu dengeleyerek, sel sularını depolayarak, taşkınları kontrol ederek, kıyılarda deniz suyunun girişini önleyerek bölgenin su rejimini düzenlemektedir. Bulundukları yörede nem oranını yükselterek, başta yağış ve sıcaklık olmak üzere yerel iklim elemanları üzerinde olumlu etki yapmaktadır. Tortu ve zehirli maddeleri de alıkoyarak ya da besin maddelerini (azot, fosfor gibi) kullanarak suyu temizlemektedirler. Sulak alanlar, başta balıklar ve su kuşları olmak üzere gerek ekolojik değeri, gerekse ticari değeri yüksek, zengin bitki ve hayvan

çeşitliliği ile birçok türün yaşamasına olanak sağlamaktadırlar. Ayrıca balıkçılık, tarım ve hayvancılık, saz üretimi, turizm olanaklarıyla da bölge ve ülke ekonomisine önemli katkı sağlamaktadırlar (TBMM, 2008).

Türkiye'nin Avrupa, Asya ve Afrika kıtaları arasındaki geçiş noktası üzerinde bulunması, 3 tarafının farklı ekolojik karakterdeki denizlerle çevrili oluşu, deniz seviyesinden 5000 metreyi aşan yükseklik farklılıkları ve bu özellikleri neticesinde ortaya çıkan iklim çeşitliliği, Türkiye'yi sulak alanlar bakımından bulunduğu coğrafyanın en önemli ülkelerinden biri yapmıştır (TBMM, 2008).

Türkiye'de büyüklü küçüklü toplam 200 kadar göl vardır. Bu göllerin toplam yüzölçümü 9000 km²'yi geçmektedir. Ülkemizin en büyük 5 gölü; Van Gölü (3713 km²), Tuz Gölü (1620 km²), Beyşehir Gölü (650 km²), Eğirdir Gölü (468 km²) ve İznik Gölü (298 km²)'dür. Bu beş büyük gölün yüzölçümü, göllerin toplam yüzölçümünün yaklaşık %75'i kadardır (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2006a).

Ülkemizde sulama amacıyla 1999 yılı sonu itibarıyla 339 adet gölet tamamlanmış ve yaklaşık 60000 ha. alan sulama kapasitesine ulaşılmıştır. Yapay göllerin yapımına ise hızla devam edilmektedir. DSİ tarafından 1990 yılından 2002 yılına kadar inşa edilen barajların su tutma kapasitesi toplam 178026.10 hektardır. DSİ ve diğer kuruluşlarca 1990 yılından sonra işletmeye açılan baraj ve göletlerden dolayı yaklaşık 250000 hektar arazi karasal alandan su yüzeyine dönüşmüştür (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2006a; TBMM, 2008).

Sulak alanlarda depolu karbon miktarı yaklaşık olarak atmosferik karbon miktarına eşit olmaktadır. Sulak alanlara, alan dışından da karbon akışı olabilmektedir. Toprak, tarım artıkları, odun parçaları ve yaprak gibi materyallerin sürüklenerek bu tip alanlarda birikip çökmesi ile karbon birikimi gerçekleşebilmektedir. Sulak alanlarda en fazla karbon sazlık alanlarda bulunmaktadır. Fakat bu alanlarda da bakteri faaliyetleri nedeniyle, oksidasyon sonucu karbon atmosfere salınabilmektedir (TBMM, 2008).

Sulak alanların yutak potansiyeli belirlenirken sadece işletilen sulak alanlar dikkate alınmaktadır. İşletilen sulak alanlarda turba çıkarımı ve taşkın olmak üzere iki kategoride ele alınmaktadır. Türkiye'de sulak alanlardan turba üretimi olmadığı

için bu kısım dikkate alınmamakta, sadece taşkın arazisine dönüşen topraklardaki karbon miktarı dikkate alınmıştır (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2006a).

Sulak alanların emisyon alımına ilişkin hesaplamalar Çevre ve Orman Bakanlığı Araştırma ve Geliştirme Dairesi Başkanlığı Arazi Kullanımı, Arazi Kullanım Değişikliği ve Ormancılık Çalışma Grubu tarafından IPCC metodolojisine göre saptanmıştır. Türkiye’deki sulak alanların 1992–2002 dönemine ait net karbon tutunumu ve CO₂ eşdeğerleri Çizelge 2.18’de verilmiştir.

Çizelge 2.18’de görüldüğü gibi sulak alanlar, atmosferden almış olduğu karbon miktarı ve karbonu bünyesinde tutması bakımından önemli olmasına karşın, ülkemizde işletilen sulak alan bulunmamaktadır. Çizelge 2.18’de de görüldüğü üzere sulak alanlarındaki karbon tutunumu düzenli olmamakla birlikte her geçen yıl azalış göstermiştir. En fazla karbon tutunumu 1992 yılında 305.06 Gg iken, en az karbon tutunumu ise 2001 yılında 1.86 Gg olmuştur. Bu durumda, Türkiye topraklarının ya da tarım artıkları ve odun parçaları gibi materyallerin sürüklenerek sulak alanlara taşındığını açıkça göstermektedir.

Çizelge 2.18. Türkiye’deki Sulak Alanlarda 1991–2004 Dönemindeki Net Karbon Tutunumu ve CO₂ Eşdeğerleri (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2006a’dan geliştirilerek)

Yıllar	Sulak Alanlarındaki Net Karbon Tutunumu	Toplam CO ₂ eq (Gg)
1992	305.06	1116.51
1993	28.76	105.25
1994	21.29	77.91
1995	14.69	53.75
1996	61.83	226.30
1997	57.71	211.23
1998	37.78	138.28
1999	52.47	192.03
2000	38.21	139.85
2001	1.86	6.82
2002	4.00	14.63

2.7.5. Yerleşim Alanları

Yerleşim alanlarında karbon tutunumu barındırdığı yeşil alanlar vasıtasıyla gerçekleşmektedir. Yerleşim alanlarında yer alan her bir ağacın tepe çapındaki karbon depo değişimleri karbon tutunum faktörü olarak kullanılmıştır. Türkiye’de yerleşim yerlerindeki ağaçların tepe çapları belirlenirken CORINE 2000 kullanılmıştır (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2006a; TBMM, 2008).

Avrupa Çevre Ajansı, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı ve Çevre ve Orman Bakanlığı’nın ortaklaşa yaptığı arazi kullanım haritalama çalışması (CORINE 2000) sonuçlarına göre de 1991 yılından 2000 yılına kadar yerleşim alanlarında yapılan önemli ağaçlandırma çalışmaları Çizelge 2.19’da verilmiştir.

Çizelge 2.19. Türkiye’deki Yerleşim Alanlarında Ağaçlandırılan Alanlar (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2006a’dan geliştirilerek)

Yıllar	Ağaçlandırılan alanlar (ha)
1991	8895
1992	9703
1993	10512
1994	11321
1995	12129
1996	12938
1997	13747
1998	14555
1999	15364
2000	16173

Atmosferden alınan karbon kent ekosisteminde; kentsel açık-yeşil alanlara ve ev bahçelerine dikilen ağaçların biyokütle ve toprak havuzunda depolanmaktadır. Yerleşim alanlarının emisyon alımına ilişkin hesaplamalar Çevre ve Orman Bakanlığı Araştırma ve Geliştirme Dairesi Başkanlığı Arazi Kullanımı, Arazi Kullanım Değişikliği ve Ormancılık Çalışma Grubu tarafından IPCC metodolojisine göre saptanmıştır. Türkiye’deki yerleşim alanlarının 1991–2000 dönemine ait net karbon tutunumu ve CO₂ eşdeğerleri Çizelge 2.20’de verilmiştir.

Çizelge 2.20. Türkiye’deki Yerleşim Alanlarında 1991–2000 Dönemindeki Net Karbon Tutunumu ve CO₂ Eşdeğerleri^{VII} (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2006a’dan geliştirilerek)

Yıllar	Yerleşim Alanlarında Canlı Biyokütlerdeki Karbon	Toplam CO ₂ eq (Gg)
1991	25.80	94.41
1992	28.14	103.00
1993	30.49	111.58
1994	32.83	120.16
1995	35.18	128.75
1996	37.52	137.33
1997	39.87	145.91
1998	42.21	154.49
1999	44.56	163.08
2000	46.90	171.66

Çizelge 2.20’de görüldüğü gibi yerleşim alanlarındaki bitkilerin biyokütlesinde tutulan karbon miktarı her geçen yıl artış göstermiştir. En fazla karbon tutunumu 2000 yılında 46.90 Gg iken, en az karbon tutunumu ise 1991 yılında 25.80 Gg olmuştur. Bu durumda kentsel açık-yeşil alanların her geçen yıl arttığını göstermektedir. Ayrıca yerleşim alanlarında karbon tutumunun diğer alanlara göre düşük olması, diğer alanlara göre yutak özelliği bakımından daha az öneme sahip olduğunu göstermektedir.

2.7.6. Diğer Alanlar

Bu kullanım sınıfına çıplak toprak, kaya, buz ve diğer 5 kategoriye dâhil edilemeyen araziler girmektedir. Bu kategori, ülkeler için tanımlanan toplam arazi alanlarının elde verisi bulunan ülke alanına eşitlenmesi amacıyla eklenmiştir ve genelde işletilmediği kabulüyle bu alanlardaki karbon depo değişimleri ve CO₂ dışı emisyonlarının değerlendirilmeye alınması IPCC tarafından gerekli tutulmamıştır.

^{VII} Yerleşim alanlarında, ağaç dışındaki yeşil dokuya ait veriler olmadığından değerlendirmeye alınmamıştır. Sadece ağaçların biyokütlesinde tutulan karbon miktarı hesaplanmıştır (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2006a).

Dolayısıyla Türkiye’de de bu alanlarla ilgili yapılmış bir çalışma bulunmamaktadır (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2006a).

2.8. Yutak Alanlara İlişkin Sorunlar

Çalışmanın bu bölümünde ekosistemin sürdürülebilirliğinin sağlanması için arazi kullanım şeklinin en temel belirleyicisi olan doğal yapıdan kaynaklanan sorunlar, kentlerin plansız bir şekilde büyümesi vb. nedenler sonucu kentleşmeden kaynaklanan sorunlar, sosyal ve ekonomik yapının halen gelişimini tamamlayamamasından kaynaklanan sorunlar ve çok parçalı bir arazi idaresi olmasından dolayı yasal ve kurumsal etkilerden kaynaklanan sorunlar irdelenmiştir.

2.8.1. Doğal Yapıdan Kaynaklanan Sorunlar

Ekosistemin sürdürülebilirliğinin sağlanması için arazi kullanım şeklinin en temel belirleyicisi olan doğal yapı, gerek doğal etkiler, gerekse insan müdahaleleri sonucunda karbon havuzlarında depolanan karbonun, tekrar atmosfere dönmesine sebep olmaktadır. Özellikle Türkiye’nin topografyasının da çok çeşitlilik göstermesi ve arazi kullanım değişiklikleri etkili olmaktadır.

Türkiye, kuzey ve güneyindeki dağ sıraları batı-doğu doğrultusunda uzanan ve bu iki dağ sırasının arasında da İç Anadolu’nun düzlükleri yer alan bir ülkedir. Türkiye’nin yükselti farklılıkları ve bu farklılıklardan kaynaklanan arazi eğimi bazı alanlarda sorun teşkil etmektedir. Eğimli ve çıplak olan arazilerde özellikle yağış sonrasında yüzey akışlarıyla ve bu akışların birleşerek selleri oluşturmalarıyla topraktaki karbon deposu değişiklik göstermektedir (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2006a). Türkiye topraklarının eğim grupları, eğim yüzdeleri ve kapladığı alanlar Çizelge 2.21’de verilmiştir.

Çizelge 2.21’de görüldüğü üzere bu eğim grupları içinde bulunan ve eğimi %12’ye kadar olan düz, hafif ve orta eğimli alanların %35.75’i yani 27814437 ha. toplam arazimiz, işlemeli tarıma uygundur. Eğimi %12’den fazla olan araziler işlemeli tarıma uygun olmadığı gibi, eğimin dikliği ve uzunluğu arttıkça, toprak

erozyonu çoğalmakta ve erozyonda topraktaki karbon deposunu olumsuz şekilde etkilemektedir (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2004).

Çizelge 2.21. Türkiye Topraklarının Eğim Durumu (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2006a)

Eğim Grubu	% Eğim	Kapladığı alan	
		ha	%
Düz eğimli topraklar	0-2	9178404	11.80
Hafif eğimli topraklar	2-6	8039452	10.33
Orta eğimli topraklar	6-12	10596581	13.62
Dik eğimli topraklar	12-20	11478394	14.75
Çok Dik eğimli topraklar	20-30	13394964	17.22
Sarp eğimli topraklar	30+	10463292	13.48
Toplam		63171087	81.20

Erozyonun başlıca nedeni toprağı koruyan bitki örtüsünün yok olmasıdır. Türkiye’deki erozyonun boyutlarının ne kadar büyük olduğu Çizelge 2.22’de verilmiştir. Çizelge 2.22’de görüldüğü üzere Türkiye’nin arazi varlığının erozyon açısından sorunsuz arazileri %13.86 iken, şiddetli ve çok şiddetli erozyon sorunu olan arazileri %58.74’ünü oluşturmaktadır.

Çizelge 2.22. Türkiye’de Erozyon Derecelerinin Dağılımı (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2006a)

Erozyon derecesi	Genişlik	
	ha	%
0-Yok	5166627	6.64
1-Hafif	5611892	7.22
2-Orta	15592750	20.04
3-Şiddetli	28334933	36.42
4-Çok şiddetli	17366463	22.32
5-Çıplak kayalık	2930933	3.77
Rüzgar erozyonu	506309	0.65

2.8.2. Kentleşmeden Kaynaklanan Sorunlar

Tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’de de kentleşme olgusu hızla devam etmektedir. Özellikle başta ekonomik nedenler olmak üzere köylerden kentlere olan

hızlı göç ve yüksek nüfus artışı kentlerin plansız bir şekilde gelişmelerine yol açarken, tarım ve orman arazilerinin de hızla kentsel arsaya dönüşerek yapılaşmasına neden olmuştur. Aynı zamanda şehir kenarlarındaki tarımsal amaçlı kullanılan alanlar ise, endüstrileşme ve şehrin büyümesi ile değerlendirilerek yerlerini zamanla yerleşim ve sanayiye terk etmiştir ve günümüzde halen de devam etmektedir (Özgür, 1992; Yörük ve ark., 2005).

Kentsel alanlardaki endüstrileşmeden dolayı kırsal alanlardan kentsel alanlara olan göç hareketleri ve nüfus artışı ile birlikte kentlerin alt yapı çalışmalarının tamamlanmamış olması en önemli sorunlardan biridir. Kentsel alanlarda yapılan yapılaşmaların da, dağınık ve parçalı bir şekilde olması arazinin bütüncül bir şekilde kullanılmasını etkilediği gibi daha geniş alanlarında bozulmasına neden olmaktadır. Bu durum da, toprak havuzundaki karbonu olumsuz yönde etkilemektedir. Özellikle orman ve tarım arazilerinin kentsel arsaya dönüşmesi ise yutak alanların sürdürülebilirliğini olumsuz olarak etkilemektedir. Ayrıca kentsel alanlardaki bitkilerin ve kentsel alan yakınlarındaki tarımsal alanların sürekli baskı altında kalması, bu alanlardaki biyokütle gelişimini doğal ortamlara göre yetersiz kılmakta ve bu durumda biyokütle havuzunda depolanan karbon miktarını etkilemektedir (TBMM, 2008).

2.8.3. Sosyo-Ekonomik Yapıdan Kaynaklanan Sorunlar

Türkiye'nin sosyal ve ekonomik yapısı birçok ülkede olduğu halen gelişimini tamamlamamıştır. Türkiye'nin gerek ekonomik açıdan gelişmişliğe ulaşamaması, gerekse sosyal açıdan; özellikle eğitim konusunda yeterli düzeyde gelişmemiş olması yutak alanları üzerinde olumsuz etkiler oluşturmaktadır. Özetle;

- Doğayı koruma bilincinin yeterince oluşmaması,
- Yapacak-yakacak için ormanların tahrip edilmesi,
- Meralarda zamansız ve bilinçsizce aşırı otlatmaların yapılması,
- Orman ve çayır-mera alanlarının tarımsal faaliyetler için tahrip edilmesi,
- Orman ve çayır-mera alanlarının kentsel faaliyetler için tahrip edilmesi,
- Sulak alanların bir başka kullanım için kurutulması, kirletilmesi,

- Tarımsal işleme tekniklerinin benimsenmemesi ve eski usul yapılması,
- Eğimli alanlarda tarımcılık faaliyetlerinin önlem almadan yapılması,
- Toprağı derin işleyerek tarımsal faaliyette bulunulması,
- Arazilerin amacı dışında kullanılması vb. sorunlar yutak alanlar tarafından atmosferden alınarak depolanan karbonun tekrar atmosfere geçmesine neden olmaktadır.

2.8.4. Yasal ve Kurumsal Etkilerden Kaynaklanan Sorunlar

Bir ülkenin kalkınmasında gerek sosyal, gerekse ekonomik öneme sahip olan arazi politikaları, benimsenen ilkelere uygun olarak düzenlenen yasalar aracılığıyla uygulamaya aktarılmaktadır. Bu nedenle, mevcut ilgili yasalarının yapısı, arazi politikalarının etkinliğinin ortaya koyulmasında önemli bir gösterge olmaktadır (TBMM, 2008).

Arazi politikaları ve bu kapsamda belirlenen yasalar çeşitli kurumlar aracılığıyla uygulanmaktadır. Türkiye'deki arazi idare yasalarının en temel sorunu, çok parçalı bir yapıya sahip olmasıdır. Herhangi bir yasada bir değişiklik yapılmak istendiğinde, bu değişiklik yeni bir yasanın çıkarılması şeklinde gerçekleştirilmektedir. Bu da, tam anlamıyla bir yasa karmaşasını ortaya çıkarmaktadır. Türkiye'de arazi idare sistemini düzenleyen yasalarla ilgili sorunlar özetle (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2006a; TBMM, 2008);

- Arazi idaresiyle ilgili yasaların önemli bir bölümünün, gelişen ve değişen ülke gereksinimlerini karşılayabilecek nitelikte olamaması,
- Bazı arazi idare faaliyetlerinin birden fazla mevzuat ile düzenlenmesi,
- Af nitelikli çıkarılan yasaların, mevcut yasaların etkinliğine zarar vermesi ve oluşabilecek yeni olumsuzlukları da tetikleyici olması,
- Bazı yasalar ile bazı kurumlara, altyapısı oluşturulmamış görevlerin verilmesi,
- Arazi idaresiyle ilgili hazırlanmış birçok yasada, o yasayla getirilen hükümlere uyulmadığında uygulanacak cezaların olmaması ya da yetersiz kalmasıdır.

Arazi idaresiyle ilgili yasaların ülke gereksinimlerini karşılayamaması özellikle uygulamada karmaşa ve adaletsizliklere yol açmaktadır. Af nitelikli çıkarılan yasalar ise, mevcut yasalara zarar vermekle birlikte bazı toplum kesimlerinin de daha sonraları için beklentiye girmelerine sebep olmaktadır (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2006a; TBMM, 2008).

Cezaların yetersizliği ya da yeterince yaptırımının olmamasından dolayı yasalar ihlal edilebilmektedir. Cezai yaptırımı olan yasalarda genellikle yasanın hazırlandığı zamanda parasal değer belirtilerek düzenlenen hükümlerdir. Bu hükümlerinde birçoğunun zaman içinde güncellenmeyişi, günümüz itibarıyla anlamını yitirmiş hükümler niteliğinde olmaktadır. Bir başka ifadeyle cezai hükümlerin anlamını kaybetmesi yasaların ihlalini kolaylaştırmaktadır (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2006a; TBMM, 2008).

Değerlendirmeler sonucunda, Türkiye'deki arazi idare kurumlarıyla ilgili ortaya çıkan durum ise Çevre ve Orman Bakanlığı (2006a) ve TBMM (2008)'ye göre aşağıdaki şekilde özetlenmiştir;

- Arazi yönetiminin bir bütün olduğu düşünüldüğünde, arazi idaresi kurumlarının da bu bütünün parçaları olması gerekmektedir. Arazi idaresi kurumlarına bakıldığında, bir faaliyet birden fazla kurum tarafından yürütülebilmekte ve koordinasyonsuzluk sebebiyle de tekrarlı işler ortaya çıkmaktadır.
- Kurumlar, detaylı bir ön etüd yapılmadan kurulabilmektedir. Bazı kurumların kurulduktan kısa bir süre sonra kapatılması veya sık sık bağlı bulunduğu bakanlıklarda değişiklik yapılması, bunun en önemli göstergelerindendir.
- Bazı durumlarda da, ülke için gerekli olan kurumlar, mevcut aktivitesi yeterli bulunmadığından kapatılabilmektedir. Oysa bu kurumların kapatılması yerine işlerlik kazandırılmasının yollarının araştırılması daha faydalı olabilir.
- Taşınmaz değerlemesi, kamulaştırma, vb. arazi idaresinde önemli bir yere sahip bazı faaliyet alanlarında, uzmanlaşmış bir yapı mevcut değildir. Bu alanlarda yetkilendirilmiş birçok kurum, bu tür temel aktiviteleri kendi bünyesinde birbirinden bağımsız olarak yürütmektedir.

- Birden fazla kuruma, farklı yasalarla aynı faaliyet alanında görevler verilmekte, bu da uygulamada karmaşaya neden olabilmektedir.
- Arazi idaresi alanında önemli bir yere sahip olan belediyelerin yapısına bakıldığında, aynı görevleri yerine getirmekle yükümlü olmalarına rağmen, idari yapılarında standart bir yapı bulunmamaktadır.

Görüldüğü üzere gereksinimleri karşılayabilecek bir arazi kullanım ve yönetim politikası ile bunun uygulanması için gereken, sağlıklı yasal ve kurumsal bir yapı henüz tam olarak oluşturulamamıştır. Bu nedenle Türkiye'deki arazi idare sisteminin gerek yasal, gerekse kurumsal bazda bütüncül bir yaklaşımla yeniden yapılandırılmasına gereksinim duyulmaktadır.

Türkiye'deki arazi kullanım ve yönetim sisteminde mevcut diğer sorunlar ise Çevre ve Orman Bakanlığı (2006a) ve TBMM (2008)'ye göre aşağıdaki şekilde özetlenmiştir;

- Arazi kullanım kararlarına altlık oluşturacak nitelikte doğru ve güncel veri ve toprak haritalarının yetersiz oluşu, temel toprak haritaların bulunmaması, arazi kullanım planlarının yapılmasını engellemektedir.
- Ulusal, bölgesel ve yerel ölçekte arazi kullanımı politikasının yetersizliği, yanlış ve verimsiz alan kullanımı ile birlikte çevre sorunlarının artmasına ve çeşitlenmesine sebep olmaktadır.
- Arazi kullanıcılarının bilgisizliği, rant veya kısa vadeli kazanımların ön plana çıkması ve özellikle tarım sektöründeki girişimcilerin yeterli eğitim ve gelir düzeyinde olmaması nedenleriyle, mevcut arazi kullanımlarında doğal koşullara uygun olmayan kullanımların bulunması sel, heyelan, erozyon ve çölleşmeye neden olmaktadır.
- Hazine arazileri yasal boşluklardan yararlanılarak bilinçsiz olarak kullanılmaktadır.
- Kentleşme sürecindeki hızlı gelişme, yerleşim alanlarının tarım, otlak ve orman alanlarına doğru plansızca gelişmesine neden olmaktadır.
- Arazi kullanım kararları politik kaygılardan etkilenmektedir.
- Miras hukuku nedeni ile parsel bölünmelerinin önüne geçilememektedir.

- Arazi kullanım kararları sosyal ve çevresel faktörler ihmal edilerek ekonomik kaygılarla ve katılımcılık anlayışından uzak alınmaktadır.

3. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

İklim değişikliği sorunu bilim adamları tarafından uzun yıllardır bilinmektedir. Bu süreç içerisinde Birleşmiş Milletler (BM), Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC), Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP), Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO), Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP) başta olmak üzere birçok kurum, kuruluş ve sivil toplum örgütleri tarafından sorunun tanımlanması, nedenlerinin araştırılması, mevcut etkilerinin değerlendirilmesi ve olası etkilerinin belirlenerek iklim sistemindeki değişikliğin yavaşlatılması ile ilgili çok fazla çalışmalar yapılmıştır ve halen de yapılmaya devam edilmektedir.

İklim değişikliğinin etkileri, özellikle içinde bulunduğumuz yüzyılda belirgin bir şekilde yaşanılır olması nedeniyle, atmosferdeki karbon başta olmak üzere sera gazlarının azaltılması ile ilgili gerek ulusal, gerekse uluslararası düzeyde çalışmaların sayısı her geçen gün artmaktadır. Birçok ülkenin sera gazlarıyla savaşımındaki öncelikli tercihlerinden birinin de, yutak alanlarının etkinliğini artırmak olması konuyla ilgili yapılan araştırmalara her geçen gün yenisinin eklenmesini sağlamaktadır.

Gerek iklim değişikliğinin nedenlerinin bilimsel açıdan değerlendirilmesi, gerekse bu çalışmanın amacı gereği, bu araştırmada konuyla ilgili yapılmış önceki çalışmalar, sera gazları ile savaşımında yutak alanlarının etki ve katkılarının araştırılıp değerlendirilmesi ile ilgili olmuştur.

Asan (1995), yapmış olduğu “Global İklim Değişimi ve Türkiye Ormanlarında Karbon Birikimi” başlıklı çalışmada, ilk olarak 1960-1995 yılları arasındaki Türkiye ormanlarında gözlenen biyokütle değişimini beşer yıllık periyotlar halinde sayısal olarak ortaya koymuştur. Bu işlemi yaparken 1972 ve 1995 yılı orman varlığı verilerinden yararlanmıştır. Hacim artım yüzdelelerini; iğne yapraklı koru ormanları için %0.92297, yapraklı koru ormanları için %1.14442 ve baltalık ormanlar için de -%0.33692 olarak saptamıştır. Daha sonra da, Türkiye ormanlarındaki periyodik hacim artımının zaman içindeki değişimini incelemiştir.

Çalışmada toprak üstü toplam biyokütleyi hesaplarken, kabuklu gövde hacimlerini fırın kurusu ağırlığa dönüştürmüştür. Bu dönüşümü yaparken de, iğne

yapraklılar için 0.473, yapraklılar için 0.640 katsayısını saptamıştır. Dikili gövde biyokütlesini de, toplam biyokütleye çevirmek için kullanılacak katsayıları; iğne yapraklı korular için 1.20, yapraklı korular için 1.25, baltalıklar için 1.40 olarak belirlemiştir. Daha sonra da 1 ton fırın kurusu odun içinde 0.45 ton karbon bulunduğunu ve bu miktarın da 3.66 ton CO₂'ye eşdeğer olduğunu kabul ederek 1960-1995 yılları arasındaki 35 yıllık dönemdeki karbon birikimlerini beşer yıllık periyotlar halinde saptamıştır.

Çalışmanın sonucunda saptamış olduğu verilere göre, Türkiye ormanlarında her yıl giderek artan oranda karbon biriktiğine ve sera etkisini olumsuz etkilemediğini aksine olumlu yönde etkilediğini vurgulamıştır.

Paustian ve ark. (1997), yapmış oldukları “Yutak Alanlar Olarak Tarımsal Toprakların CO₂ Emisyonlarını Azaltmaları” başlıklı çalışmada, ilk olarak günümüzde ve geçmişte tarımsal topraklardaki karbon stoklarını irdelemişlerdir. Daha sonra topraktaki karbon seviyelerinin kontrolü ile ilgili yapılan çalışmaları araştırmışlar ve topraktaki karbon artışının yönetimi ile ilgili olarak ılıman ve tropik bölgelerdeki tarım topraklarını incelemişlerdir.

Çalışmada, özellikle ılıman kuşaktaki endüstrileşmiş ülkelerde toprakta karbon depolama ve bu depolama potansiyelinin gerçekleştirilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Tropikler içinse, özellikle küresel düzeydeki değerlendirmelerde kaybolan toprak, iklim ve yönetim kaynakları arasındaki bölgesel-özel ilişkisinin belirlenmesi gerektiğini ifade etmişlerdir. Sadece kendi başına tarımsal topraktaki karbon depolamanın, sera gazı salımlarını azaltmada yeterli olmayacağını, yani toplam fosil karbon emisyonunun %3-6'sı gibi oldukça mütevazı bir katkı sağlayabileceğine dikkat çekmişlerdir. Aynı zamanda ekonomik etki ve sosyal konfor oluşturmada sadece bu tarz azaltımların da tek başına etkili olmayacağını da vurgulamışlardır.

Çalışmanın sonucunda topraktaki karbonu arttıracak nitelikteki en uygun yönetim uygulamalarının çevresel ve sosyo-ekonomik faktörlere göre değişkenlik gösterdiğini belirtmişlerdir. Ilıman bölgelerde uygulanabilecek temel strateji olarak da; ürün sıklığının arttırılması, toprakları nadasa bırakmanın azaltılması ve çok yıllık yem bitkilerinin kullanılması gibi öneriler geliştirmişlerdir. Tropik bölgelerde karbon

girdisini arttırmak için gübrelemenin geliştirilmesinin ve ürünlerin üretkenliğinin artırılmasının gerekli olduğunu vurgulamışlardır.

Schuman ve ark. (2001), yapmış oldukları “Toprak Karbon Dinamikleri ve Çiftlik Arazilerinden Kaynaklanan Potansiyel Karbon Sequestration” başlıklı çalışmada, ilk olarak ABD’deki çiftlik arazilerindeki otlatma alanlarındaki topraklardaki karbon yönetiminin günümüzdeki ve potansiyel etkilerini araştırmışlardır.

Çalışmada, çiftliklerdeki topraklarda bulunan karbon deposunun otlatma, yangınlar ve gübrelemeden etkilendiği belirtilmiştir. Ayrıca toprak erozyonundan kaynaklanan karbon kayıplarının çiftliklerdeki topraklarda bulunan karbon miktarını da etkilediği ifade edilmiştir.

Çalışmanın sonucunda, uygun otlatma yönetiminin ABD’deki çiftliklerde bulunan otlatma alanlarındaki topraklarda bulunan karbon deposunu 0.1 Mg C ha/yıl’dan, 0.3 Mg C ha/yıl’a arttıracaklarını ileri sürmüşlerdir. Ayrıca çalışmada topraktaki karbon stoklarının etkin yönetilebilmesi için dünyadaki toprakların %10-30 arasındaki organik karbonu içerdiği tahmin edilen otlatma alanlarının karbon havuzu olarak yönetilebilmesi için, gerekli çalışmaların yapılması gerektiği sonucuna da ulaşılmıştır.

Kadioğlu (2001), yapmış olduğu “Bildiğiniz Havaların Sonu, Küresel İklim Değişimi ve Türkiye” başlıklı çalışmada, ilk olarak atmosferin yapısını, sera etkisini ve sera gazlarını detaylı bir şekilde irdelemiş ve sera gazlarının konsantrasyonu ile ilgili öngörülen değişimlerin doğal ve sosyo-ekonomik sektörler üzerindeki etkilerini incelemiştir.

Çalışmada iklim değişikliği ile ilgili kavramları açıklamış, doğal ve yapay iklim değişimlerini oluşum nedenlerine göre incelemiş ve jeolojik bulguların, dünya atmosferinin sıcaklığında düzenli ve periyodik değişimlerin olduğunu açıkça ortaya koyduğunu ve yaklaşık yüzbin yıl süren bir buzul çağını onbin ile yirmibin yıl süren ılık ve biraz daha sıcak olan bir iklim tipinin takip ettiğini belirtmiştir. Karbondioksitin kuru ve sade bir hava tabakasının sadece **%0.003**’ünü içermesine karşın iklimsel açıdan çok önemli bir gaz olduğuna dikkat çekmiştir.

Çalışmanın sonucunda iklim değişikliği sorununun uluslar arası bir sorun olduğunu ve çözümünün de uluslar arası düzeyde araştırılmasının gerekliliğini belirtmiştir.

Türkeş ve Kılıç (2004), yapmış oldukları “Avrupa Birliği’nin İklim Değişikliği Politikaları ve Önlemleri” başlıklı çalışmada, ilk olarak Kyoto Protokolü gereği ülkelerin hangi yükümlülüklerle sahip olduğuna ve hangi süreçlerde ne kadar azaltması gerektiğini ve ülkelerin esneklik mekanizmalarından da yararlanabileceğini belirtmişlerdir. Ayrıca CO₂ soğuran ormanlar ya da araziler veya topraklar gibi “**karbon yutakları**” yaratma yoluyla tarafların hedeflerini dengeleyebilecekleri düzenlemelerin de bulunduğunu vurgulamışlardır.

Çalışmada, AB’de iklim değişikliğinin önlenmesine ilişkin politika ve önlemlerin “**çevre**” başlığı altında değerlendirildiğini ve bu konudaki önemli hedeflerin de, **Çevre Eylem Programları** ile ayrıntılı olarak düzenlendiğini belirtmişlerdir. Çevre Eylem Programları kapsamında ise, bütün sektörlerle ilgili ayrıntılı politika ve önlemleri belirtmişler, “Tarım ve Ormancılık” sektörünü de ayrı bir başlık olarak irdemişler ve bu kapsamda; Ortak Tarım Politikası, Kırsal Kalkınma Politikası, Ormancılığın Desteklenmesi Stratejisi ve Tarım ve Orman Araştırmaları gibi hedefler belirlendiğini ifade etmişlerdir.

Çalışmanın sonucunda AB’nin, aday ülkelerinde topluluk kuruluşlarına, programlarına ve komitelerine katılabilmesine imkân verdiğini ve bu çerçevede; enerji, çevre ve araştırma ve teknolojik gelişme programlarının önemli bir bölümünü aday ülkelere de açtığını belirtmişlerdir. Ayrıca Türkiye, Malta ve Kıbrıs dışındaki tüm aday ülkelerin Kyoto Protokolü altında bir salım azaltma yükümlülüğü bulunmadığına dikkat çekmişlerdir.

Matthews ve Robertson (2005), yapmış oldukları “Biyoenjerji ve Karbon Yutakları Olarak Ormanların Dünya İklimindeki Rolü” başlıklı çalışmada, ilk olarak iklim değişikliği ile ilgili delillerin her geçen gün daha da arttığını ve bunun en önemli sebebinin insanların sera gazlarının doğal döngüsüne müdahalesi olduğunu vurgulamışlardır. Aynı zamanda 20. yüzyılın başlarından beri fosil yakıt kullanılması ve araziden faydalanma şeklindeki değişiklikler, en önemlisi ormanların yok edilmesi sonucu sera gazlarının, özellikle karbonun atmosferdeki oranının hızla

arttığına dikkat çekmişlerdir. Atmosferde oranı artan karbonun bir kısmının okyanustaki ve karalardaki vejetasyon tarafından eşit oranda atmosferden geri alındığını belirtmişlerdir.

Çalışmada, enerji üretimi açısından fosil yakıtlar ile biyokütle arasında önemli bir farkın olduğunu ve bu farkın ise; fosil yakıtların yanmasıyla milyonlarca yıldan beri hapsedilen CO₂'nin açığa çıktığını, biyokütlenin yanmasıyla da büyüüp gelişen bitkilerin absorbe ettikleri CO₂'nin atmosfere verildiğini belirtmişlerdir. Aynı zamanda büyüme ve hasadının devamlılığı sağlandığı müddetçe, biyokütlenin yanması sonucu net bir CO₂ artışı olmayacağını vurgulamışlardır.

Çalışmanın sonucunda, bozuk ormanların ve ormansız sahaların ağaçlandırılmasıyla ya da tarım alanlarındaki veya orman meşcerelerindeki karbon stoklarının işletme uygulamalarında bazı değişiklikler yapılarak artırılmasıyla, atmosferden daha fazla CO₂'nin uzaklaştırılacağını öngörmüşlerdir. Fakat ormanların sonsuz bir karbon yutağı olmadığına, ancak fosil yakıtların yerine kullanılan biyokütle ve biyoenerji üretimiyle, sera gazı emisyonlarını sonsuz olarak azaltma potansiyeline sahip olduğuna dikkat çekmişlerdir.

Çalışmada ayrıca, dünya ölçeğinde gelecekteki 50-100 yıl içinde karbon yutaklarını artırmayı teşvik edecek potansiyel yöntemlerin bulunabileceğini fakat, bitki örtüsündeki karbon stoklarını artırmada ekolojik ve uygulanabilir sınırlara ulaşılabilmesi için alınması gereken başka tedbirlere de gereksinim duyulacağını öngörmüşlerdir.

Asan (2006), yapmış olduğu “Karbon Havuzu Olarak Bitki Ekosistemleri ve Ormanlar” başlıklı çalışmada, ilk olarak ortalama sıcaklığın küresel olarak yükselmesiyle orman ekosistemlerinde ortaya çıkabilecek değişimlerin kesin olarak bilinmediğini fakat değişimin dünyanın her yerinde aynı yönde olmayacağını belirtmiştir. Sonra da, sıcaklık ve yağışın birlikte artmasının tüm ağaç türlerinde büyümeyi olumlu etkileyeceğini ama deniz etkisinden uzak karasal kesimlerde ve büyük kıtaların iç bölümlerinde de kuraklığın baş göstereceğini ve bunun sonucunda da, genetik çeşitliliğin azalacağına ve ağaçların büyüme mevsiminin uzayacağına dikkat çekmiştir.

Çalışmada, ormanların bağladıkları karbonu bazen yüzlerce yıl bünyesinde tutmasından dolayı, diğer ekosistemlere göre, daha üstün olduğuna dikkat çekmiştir. Bu nedenle ormanların, dünyanın en önemli yutak alanları olduğunu ve karbonun % 74'ünü toprak üstünde, %26'sını da toprak altında tuttuğunu belirtmiştir. Ayrıca orman ürünleri içinde stoklanan karbonun da, her yıl %2 oranında azaldığını da belirtmiştir. Türkiye ormanlarının karbon tutumunu ise, LULUCF kılavuzunu temel alarak hesaplamış ve yapmış olduğu hesaplamalar sonucunda da, 1960-1995 yılları arasında beşer yıllık periyotlar halinde Türkiye ormanlarında biyokütlede biriken karbon miktarlarını saptamıştır. Genel olarak ormanların bağladıkları karbon miktarının her geçen yıl artış gösterdiğini saptamıştır.

Çalışmanın sonucunda, farklı kuşaklarda ya da bölgelerde yer alan ormanların karbondioksit tüketimlerinin de farklı olduğunu ve en fazla karbonun tropik yağmur ormanlarında tüketildiğini belirtmiştir. Bu nedenle tropik bölgelerdeki ormanların korunmasının ve orman alanlarının hızlı büyüyen bitki türleri ile çoğaltılmasını öngörmüştür.

Çalışmada ayrıca Türkiye ormanlarının gerek alansal bakımdan, gerekse biyokütle bakımından artırılmasını ve bazı teknik uygulamalar ile de çürüme sürecinin uzatılmasını öngörmüştür.

Zengin ve ark. (2007), yapmış oldukları “Küresel İklim Değişiminin Geciktirilmesinde Karasal Ekosistemlerin ve Özellikle Ormanların Rolü ve Önemi ile Türkiye’deki Durum” başlıklı çalışmada, ilk olarak insan kaynaklı sera etkisini incelemişler ve CO₂’nin tek başına sera etkisinin yarısından fazlasına neden olduğuna dikkat çekmişlerdir. 1850-1980 arasında, 100 gigatondan fazla karbonun arazi kullanımındaki değişiklikler nedeniyle atmosfere salındığını, yani aynı periyottaki insan kaynaklı salınımın 1/3’ünü oluşturduğunu belirtmişlerdir. 1980’ler de ise 2-2.4 gigaton karbonunda ormansızlaşmadan dolayı atmosfere salındığını ifade etmişlerdir. 1990’larda da, 1-2 milyar ton karbonun başta tropiklerdeki ormansızlaştırma ve arazi kullanımındaki değişiklikler nedeniyle atmosfere salındığını belirtmişlerdir.

Çalışmada, karasal ekosistemdeki karbon depolarını LULUCF kılavuzuna göre değerlendirmişler ve alınabilecek bazı önlemler ile karbon depolarının

korunabileceğini öngörmüşlerdir. Ayrıca 2010 yılına kadar arazilerin amacına uygun ve karbon koruyucu nitelikte işletilmesi sonucunda yılda 0.4 gigaton karbon bağlama potansiyeline sahip olabileceğini saptamışlardır. Ormancılık faaliyetleriyle iklim değişikliğinin geciktirilmesinde üç ana stratejinin önemli olduğunu belirtmişlerdir. Bu stratejileri ise; karbon bağlama, karbon koruma ve karbon ikamesi olarak ifade etmişlerdir.

Çalışmanın sonucunda, ülkemizdeki 1990-2004 yılları arasında yutak alanlar tarafından tutulan karbon miktarını saptamışlar ve önemli bir kısmınınsa ormanlar tarafından tutulduğunu vurgulamışlardır. Sürdürülebilirlik prensibine uygun bir işletme ile uzun süre kalıcı orman ürünleri üretmek veya biyoyakıt olarak odunun daha verimli kullanımı sağlandığı takdirde, daha etkin sonuçlar alınabileceğini fakat, ormanlar ve diğer ekosistemlerden oluşan yutak alanlar vasıtasıyla iklim değişikliğini azaltma çabalarının yeterli olamayacağını öngörmüşlerdir. Bu nedenle, fosil yakıt kullanımından kaynaklanan emisyonları azaltmak için uygun teknolojiler geliştirinceye kadar zaman kazandırıcı ve tamamlayıcı bir çaba olabileceğine dikkat çekmişlerdir.

Şaylan (2007), yapmış olduğu “Ekosistemin CO₂ Değişiminin Belirlenmesi” başlıklı çalışmada, ilk olarak günümüzde atmosferde biriken sera gazı konsantrasyonlarının dünyadaki ekosistemi etkileyebilecek seviyede olduğunu ve özellikle CO₂ konsantrasyonunun son 50 yıllık dönemde hızlı bir artış gösterdiğini belirtmiştir. Bu artışın ise, insan kaynaklı kirleticiler sonucu olduğunu ve özellikle artan nüfus ve gelişen teknoloji ile yükselen enerji gereksinimlerini karşılayabilmek için fosil yakıt kullanarak çalışan enerji tesislerinden kaynaklandığını vurgulamıştır. Fakat 1990 yılından 2004 yılına kadarki süreçte ise doğal gaz kullanımının %11 artış göstermesine karşın petrol ürünlerinin kullanımının %9 azaldığını ve bu azalışın ise, tarım sektöründe değil, sadece sanayi sektöründe olduğuna dikkat çekmiştir.

Çalışmada, atmosferden CO₂'in indirilmesinde ve yutulmasında en önemli görevi bitkilerin üstlendiğini vurgulayarak atmosfere salınan sera gazları CO₂ eşdeğeri olarak ifade edildiğinde, toplamın sadece %25'inin yutaklar tarafından atmosferden geri alınabildiğini belirtmiştir. Fakat günümüzde yutakların atmosferden aldığı karbon miktarıyla ilgili hesaplamaları yapabilmek için kullanılan yöntemleri

ülkemizde uygulayabilmek için yeterli ölçüm sistemlerinin bulunmadığını ve bunun nedenini ise, kullanılan aletlerin çok pahalı ve hassas olması olarak belirtmiştir.

Çalışmada ayrıca karbonun; yerkürede organik moleküller olarak, biyosferde canlı veya ölmüş organizmalar olarak, toprakta organik madde olarak, litosferde fosil yakıt ve sediment olarak, denizlerdeki ormanlarda çözünmüş atmosferik karbondioksit olarak ve kalsiyum karbonat (CaCO_3) halinde bulunduğunu belirtmiş ve karbon değişiminin en hızlı olduğu yerin ise, kara yüzeyleri olduğunu vurgulamıştır. Bu nedenle bitkiler tarafından depolanan karbon miktarının okyanuslarda depolanan karbon miktarından daha fazla olduğunu ve bitkiler tarafından depolanan karbonun yaklaşık %50'sinin tropiklerdeki ormanlarda olduğunu belirtmiştir.

Çalışmanın sonucunda, dünya genelinde mikrometeorolojik yöntemler kullanılarak bitkiler tarafından depolanan karbonun belirlenmesinde CO_2 , H_2O ve enerji akı ölçümleri yapıldığı toplam istasyon sayısının hala 300'ün altında olduğunu ve çoğunluğununsa kuzey yarım küredeki gelişmiş ülkelerde ve ormanlık alanlarda bulunduğunu belirtmiştir. Ayrıca uzaktan algılama çalışmaları ve yersel ölçümlerle birlikte yürütülen akı ölçüm çalışmalarında hem gerçek verinin ölçüldüğünü, hem de modelleme çalışmaları için veri tabanının oluşturulduğuna dikkat çekmiştir.

Kırış ve Karademir (2007), yapmış oldukları “Türkiye Orman Varlığı ve Ormanların İklim Değişikliğindeki Yeri” başlıklı çalışmada, ilk olarak insanların arazi kullanımındaki yaptığı yanlışlıklar sonucunda doğayı tahrip ettiklerine hatta yok ettiklerine dikkat çekmişlerdir. 1990-1995 yılları arasında sanayileşmiş ülkelerde 1.75 milyon hektarlık orman artışının olduğunu fakat gelişmekte olan ülkelerde ise 13 milyon hektarlık orman alanlarının yok olduğunu belirtmişlerdir. Son 4000 yıl içerisinde Anadolu'nun ormanlarının aşırı ve düzensiz yararlanma nedeniyle yok edildiğini ve kalanının da kalitesinin düştüğünü belirtmişlerdir. Türkiye'nin coğrafi yapısından kaynaklanan sorunların yanlış arazi kullanımları sonucunda daha da sorunlu hale geldiğine dikkat çekmişlerdir.

Çalışmada, orman ekosisteminin iklim üzerindeki etkilerini irdelemiş ve ormanların yağışı ve nemi artırdığını, havayı temizlediğini, sıcaklık değişimlerini dengelediğini ve karbonu depoladığını vurgulamışlardır. Ormanların yılda hektar

başına 3-5 ton CO₂ tuttuğunu ve 8-13 ton arasında da O₂ ürettiğini belirtmişlerdir. Aynı zamanda iğne yapraklı ormanların yılda 30 ton, geniş yapraklı ormanların da yılda 16 ton O₂ üretildiğini belirtmişlerdir. 100 yaşındaki bir kayın ağacının da bir saatte 2.5 kg CO₂ kullandığını, yani 40 insanın bir saatte çıkardığı CO₂ miktarına denk geldiğini belirtmişlerdir.

Çalışmanın sonucunda, Türkiye ormanlarının niteliklerinin iyi olmadığını ve acilen iyileştirilmesi gerektiğini öngörmüşlerdir.

Tolunay ve Çömez (2007), yapmış oldukları “Orman Topraklarında Karbon Depolanması ve Türkiye’deki Durum” başlıklı çalışmada, ilk olarak karasal ekosistemlerde karbon depolamasının sadece orman ağaçlarının tarafından olmadığını, aynı zamanda orman topraklarında da depolandığını belirtmişlerdir. Karasal ekosistemlerde toprak üzerinde bağlanan karbonun %80’inden fazlasının, toprak organik karbonunun da %70’inden fazlasının orman ekosisteminde bağlandığını belirtmişlerdir.

Çalışmada, toprakların heterojen olması ve daha birçok faktörden dolayı toprakta biriktirilen karbon miktarının belirlenmesinin güç olduğunu belirtmişlerdir. İnorganik formdaki karbonun, küresel karbon döngüsünde önemli olmadığına dikkat çekmişlerdir. Toprak organik maddesinin kaynağının genel olarak ölü örtüden oluşmasından dolayı toprağın üst kısmının organik madde bakımından zengin olduğunu ve derinlere inildikçe organik karbon miktarının da azaldığını vurgulamışlardır.

Çalışmada ayrıca, ormanlarda biriktirilmiş karbon miktarının enlem derecelerine göre değiştiğini ve birim alanda toprak üstü biyokütlede biriktirilen karbon miktarının tropikal kuşaktan boreal kuşağa doğru azaldığını belirtmişlerdir. Ülkemizin de yer aldığı enlem kuşağında, topraklarda depolanan karbon miktarının bitkilerde depolananlardan daha fazla olduğuna dikkat çekmişlerdir. Aynı zamanda orman topraklarında karbon biriktirilmesini etkileyen faktörlerin, çeşitli ekolojik koşullara ve insan etkisine bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Özellikle ölü örtü üzerine olan etkilerin önemli olduğunu vurgulamışlardır. Ayrıca arazi kullanımındaki değişikliklerinde, topraktaki organik karbon stoğunun azalmasındaki en önemli etken olduğuna dikkat çekmişlerdir.

Çalışmanın sonucunda, Türkiye’de yapılmış olan birçok araştırmadan yararlanmış ve değişik ormanlarda açılan 1159 adet çukurdan alınan toprak örneklerinin analizi sonucunda, 1m toprak derinliği için orman topraklarında bulunan organik karbon miktarının **77.8 ton/ha** olduğunu saptamışlardır. Ormanların önemli bir karbon deposu olması nedeniyle öneminin her geçen gün daha da artacağını ve bundan dolayı ülkemiz ormanlarının karbon miktarının belirlenebilmesi için araştırmaların yapılmasını ve tüm ülke toprakları için de, “Türkiye Toprak Bilgi Sistemi”nin kurulması gerektiğini öngörmüşlerdir.

Field ve ark. (2007), yapmış oldukları “İklim Değişikliğine Karasal Ekosistemlerin Geribeslemesi” başlıklı çalışmada ilk olarak sera gazlarının geri besleme mekanizmasını, bitki gelişimi ve organik madde çürümesi, tür dinamikleri ve biyomların yeniden dağılımı, karasal ekosistemdeki bozulmalar, kutuplardaki donmuş toprak tabakası ve diğer sera gazlarını araştırmışlardır.

Çalışmalarının ikinci aşamasında, iklimsel geri besleme mekanizmaları olarak albedo ve bulutlar ile aerosoller; son olarak da iklim ve insan faktörü arasındaki etkileşimi incelemişlerdir.

Çalışmanın sonucunda, yüksek enlemlerde orman yayılımından kaynaklı negatif geri beslemenin, büyük oranda eriyen donmuş tabaka ve yangınlardan dolayı artan karbon emisyonlarından ve düşük albedodan kaynaklı pozitif geri besleme tarafından büyük oranda dengelendiğini belirtmişlerdir. Alçak enlemlerde ise ısınmaya neden olan negatif geri beslemenin ise, doğrudan insan aktiviteleri nedeniyle azaldığını ifade etmişlerdir. Çalışmada ayrıca, ısınmaya neden olan karasal ekosistemlerin net geri beslemesinin tropiklerde negatif, yüksek enlemlerde ise pozitif olma olasılığının yüksek olduğu sonucuna varılmıştır.

Asan (2007), yapmış olduğu “Küresel Isınma ve Ormanların Rolü” başlıklı çalışmada, ilk olarak iklim değişimi ve buna bağlı olarak ortaya çıkan çölleşme kavramlarını oluşum nedenleriyle birlikte incelemiştir. Küresel ısınma ve iklim değişiminin uzun vadede ormanlar ve yaban hayatı üzerinde yaratacağı olası etkileri değerlendirmiştir. Bu etkiler ise; Boreal zonda yer alan Alaska, Kanada, Norveç, Finlandiya ve Sibiry gibi kuzey ülkelerdeki orman sınırlarının 250-300 km daha kuzeye kayacağını, yüksek dağlardaki üst orman sınırının da 200-300 m daha yukarı

çıkacağını, habitat ve nişlerin oluşturduğu biyolojik çeşitliliğin değişeceğini ve mevcut türlerin ya ortama adapte olacağını, ya da göç edeceğini, yani bitkisel kompozisyonun farklılaşarak bugünkü yöresel ırkların ortadan kalkacağını, ağaçların büyüme mevsiminin uzayacağını ve orman yangınlarının sıklaşarak zararlarının artacağını, böcek ve mantar afetlerinin çoğalacağını, kuşlar ve sürünenlerin yumurtlama ve kuluçka dönemlerinin daha erken başlayacağını ve göçmen kuşların daha erken gelip, daha geç ayrılacağını belirtmiştir.

Çalışmada, yutak alanları, yer altı ve yer üstü aksanlarında taşıdıkları karbon nedeniyle küresel karbon döngüsünün motoru olarak değerlendirmiştir. Havadaki karbondioksitin organik madde haline dönüşmesinin bitkilerin yaprak miktarına bağlı olduğunu ve ormanların diğer bitki topluluklarına göre daha fazla yaprak miktarına sahip olduğuna dikkat çekmiştir. Bitkisel üretimin ormanlarda ağaç türüne ve coğrafi konuma bağlı olarak ortalama 11 ton/yıl/ha, dağlık meralarda ve ılıman bölge çayırliklarında ortalama 3 ton/yıl/ha, tarım alanlarında hububat için 4-10 ton/yıl/ha ve patates için ortalama 7 ton/yıl/ha olduğunu belirtmiştir.

Çalışmada ayrıca 1990 - 2004 yılları arasındaki 15 yıllık dönemde Türkiye Ormanlarının atmosferden aldığı ve atmosfere geri gönderdiği CO₂'nin zaman içindeki değişimini LULUCF kılavuzunda öngörülen biçimde sadece biyokütledeki karbonu hesaplayarak net CO₂ alımını saptamıştır.

Çalışmanın sonucunda, Türkiye ormanlarındaki karbon birikiminin ve buna bağlı olarak tutulan CO₂'nin sürekli yükseldiğini belirtmiştir. Türkiye'deki orman alanlarının neredeyse yarısının verimli olmadığını ve bu nedenle karbon stok değişimi yönünden büyük bir potansiyel taşıdığına dikkat çekmiştir. Ayrıca bu potansiyeli harekete geçirebilmek ve karbon bağlama potansiyelini artırmak için; orman içi ve dışında ağaçlandırma yapılmasını, tarım ve mera alanlarında karma sistemlere yönelme ve kent ormanları tesisi ile mevcut yutak alanların genişletilmesini, korunan alanların artırılmasını ve hızlı büyüyen türler ile endüstriyel plantasyonların genişletilmesini sağlayarak yutak alanların birim alandaki karbon bağlama performanslarının yükseltilmesini, biyokütle içinde bağlanan karbonun atmosfere geri dönüşünün geciktirilmesini, biyoyakıt kullanımının yaygınlaştırılmasının gerektiğini öngörmüştür. Son olarak da, iklim değişikliğinin

arazi kullanım politikalarında bir parametre olarak yer almasını sağlamanın gerekliliğini vurgulamıştır.

Tolunay ve Çömez (2008), yapmış oldukları “Türkiye Ormanlarında Toprak ve Ölü Örtüde Depolanmış Organik Karbon Miktarlarını Belirleme” başlıklı çalışmada, ilk olarak orman topraklarında yapılmış olan çeşitli araştırmaları derleyerek farklı ağaç türleri ve orman tiplerinde stok halde bulunan karbon miktarlarını açılmış olan 1234 profildeki analizler sonucunda elde edilen değerleri kullanarak 1 m derinlik için 1 m³ alandaki karbon miktarını saptamışlardır.

Çalışmada, topraktaki organik karbonun en büyük kaynağı olan ölü örtünün; yaprak, çürüntü ve humus olarak adlandırılan çeşitli tabakalardan oluştuğunu ve her tabakanın mineralizasyon miktarının farklı olmasından dolayı karbon içeriklerinin de farklı olduğunu belirtmişlerdir. Bu nedenle sabit bir katsayı oluşturmamışlar ve 794 adet ölü örtü örneğinde karbon miktarını organik madde miktarının yarısı olarak kabul etmişler. Fakat 209 ölü örtü örneğinde organik madde analizleri yapmamışlar, sadece ağırlıklarını belirlemişler ve karbon içeriğini belirlemek içinse yeni bir yaklaşım geliştirmişlerdir. Geliştirmiş oldukları yaklaşımda; organik madde analizi yapılan ölü örtü örneklerindeki organik madde miktarını, ölü örtü ağırlığına oranlayarak 0.753 katsayısını saptamışlar. Saptadıkları bu katsayı yardımıyla da, önce ölü örtü ağırlıklarını organik madde miktarına dönüştürmüşler, daha sonra da bu değerin yarısını karbon olarak kabul etmişler ve bitkisel kütle miktarlarını da, karbon miktarına çevirmek için 0.5 katsayısını kullanmışlar. Ölü örtü ve topraktaki karbon miktarları ile ilgili verileri değerlendikten sonra orman tipine (yapraklı, ibreli, ağaçlandırma) ve ağaç türüne göre sınıflandırma yapmışlardır.

Çalışmanın sonucunda, ibreli ormanlarımızda açılmış olan 751 adet toprak profiline göre ortalama organik karbon miktarını 77.1 Mg/ha, yapraklı ormanlarımızda açılmış olan 191 profile göre ortalama organik karbon miktarını ise 80.4 Mg/ha olarak saptamışlardır. Birim alanda topraklardaki ortalama organik karbon miktarını da; ağaçlandırma alanlarında 83.2 Mg/ha, ibreli karışık ormanlarda 62.2 Mg/ha, ibreli-yapraklı karışık ormanlarda 70.8 Mg/ha, yapraklı karışık ormanlarda 161.4 Mg/ha olarak saptamışlardır. Değerlendirdikleri 1234 toprak profili sonucuna göre Türkiye ormanlarında ortalama toprak organik karbon

miktarını **78.0 Mg/ha** olarak saptamışlardır. Aynı zamanda Türkiye ormanlarında ölü örtüde stok halde bulunan ortalama karbon miktarını ise; ibreli türlerde 7.8 Mg/ha, yapraklı ormanlarda 3.1 Mg/ha, ibreli karışık ormanlarda 7.2 Mg/ha, ibreli yapraklı karışık ormanlarda 7.0 Mg/ha, yapraklı karışık ormanlarda 6.4 Mg/ha, ibreli türlerle yapılan ağaçlandırmalarda 7.1 Mg/ha olarak saptamışlardır. 1003 ölü örtü örneğinin ortalama organik karbon içeriğini ise **5.8 Mg/ha** olarak saptamışlardır. Böylece Türkiye ormanlarında bitkisel kütle haricinde ölü örtü ve topraklarda depolanmış halde bulunan organik karbon miktarını yaklaşık olarak **83.8 Mg/ha** olarak saptamışlardır.

Koçyiğit (2008), yapmış olduğu “Karasal Ekosistemde Karbon Yönetimi” başlıklı çalışmada, ilk olarak endüstriyel gelişmeden önce atmosferdeki CO₂ konsantrasyonu miktarının 270 ppm olmasına karşın, sanayinin gelişmesiyle birlikte fosil yakıtların kullanımı, arazi kullanımındaki değişimler, ormanların yok edilmesi, meraların tarıma açılması ve geleneksel toprak işleme yöntemleri gibi etkinlikler sonucunda da, günümüzde 360 ppm’e yükseldiğini belirtmiştir. Sonra da, karasal ekosistemde karbonun depolanmasının atmosferdeki CO₂ artışını engellemek için en düşük maliyetli bir yöntem olacağını ve karbonun toprakta depolanmasıyla da, toprağın verimliliğinin artırılacağını vurgulamıştır. Toprağın verimliliğinin artırılması sonucunda da, toprağın su tutma kapasitesinin ve toprak üstü bitki örtüsünün de verimliliğinin artmasıyla erozyonunda önlenebileceğini belirtmiştir.

Çalışmada, karasal ekosistemde toprağın 1m’lik kısmında depolanan organik karbon miktarının yaklaşık 1200 - 1600 Gt C olduğunu ve bitkilerin yapısındaki karbondan **2.5 kat**, atmosferdekinden ise yaklaşık **2 kat** olduğunu belirtmiştir. Aynı zamanda toprak yüzeyinden derine doğru inildiğinde ise karbon miktarının azaldığını vurgulamıştır. Toprakların yaklaşık 1500 Gt C ile karasal ekosistemin en büyük karbon deposu olduğunu fakat arazi kullanımındaki değişmelere bağlı olarak bu miktarın giderek azaldığını ve tarım topraklarının başlangıç karbonunun %50-66’sını, yani 42-78 Gt C’u kaybettiğine dikkat çekmiştir.

Çalışmada ayrıca toprağın 8 cm kısmında önemli miktarda karbon depolandığını, 8-15 cm’lik kısmında ise depolanan karbon miktarının daha az olduğunu vurgulamıştır. İşlemeli tarım yapılan bir alanın ormana dönüştürülmesi

sonucunda yılda 33.8 g C/m², otlığa dönüştürülmesi sonucunda da yılda yaklaşık 33.2 g C/m² depolanabildiği belirtmiştir. Aynı zamanda otlığa dönüşmesi sonucunda organik karbon miktarının yüzeyde arttığını fakat yüzey altında ise bu artışın ilk 30 yıl önemsiz olduğunu saptamıştır. Genel olarak tarımsal ekosistemde karbon depolanmasıyla atmosferdeki CO₂ konsantrasyonunun %20 ve daha fazla oranda azalacağını, fakat orman ve otlak alanların tarıma açılması sonucunda da topraktaki organik karbon miktarının %20 düzeyinde azaldığını vurgulamıştır.

Çalışmanın sonucunda, atmosferdeki CO₂ konsantrasyonunun dengelenebilmesi için lokal ölçekli bir planlamadan ziyade bölgesel ölçekli arazi kullanım planlamalarının yapılmasının gerekliliğini öngörmüş ve uygun bir şekilde yapılan arazi yönetim sistemleriyle de karbonun toprakta korunması ve muhafaza edilmesi sonucunda, yılda 1-3 Gt C depolanabileceğini belirtmiştir. Ayrıca optimum tarımsal yönetim sistemleriyle atmosferdeki CO₂ konsantrasyonunun yeniden dengelenebileceğini ve bu sisteminse minimum toprak işleme ya da işlemez tarım, münavebe ve organik atıkların kullanılmasıyla yapılabileceğini öngörmüştür.

Kanber ve ark. (2008), yapmış oldukları “İklim Değişiminin Tarımsal Üretim Sistemleri Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesine Yönelik Yeni Bir Yaklaşım: ICCAP Projesi” başlıklı çalışmada, ilk olarak ICCAP projesinin; kurak alanlarda küresel ısınmanın neden olduğu iklim değişiminin tarımsal üretim sistemleri üzerine etkilerini araştıran, çok uluslu bir bilimsel proje olduğunu ve projenin, Türkiye’den TÜBİTAK ve Japonya’dan da RIHN tarafından desteklenerek 2002 yılında başlayıp 5 yıl sürdüğünü belirtmişlerdir. Beş yıllık süreçte de, iklim ve tarımsal sistemler arasındaki ilişkileri analiz etmişlerdir.

Öncelikle araştırma alanı olarak, Türkiye’nin Doğu Akdeniz kıyısında yer alan ve farklı tarımsal işlevleri kapsayan 25000 km² büyüklüğündeki Seyhan Nehri Havzası’nı belirlemişlerdir. Seyhan Nehri Havzası’nı çalışma alanı olarak belirlemelerindeki bilimsel nedenleri ise; Atlantik anomalileri, Hadley dolaşımları ve batılı rüzgarlar nedeniyle Akdeniz bölgesinin küresel ısınma yönünden duyarlı bir alan olması; havzanın Türkiye ve Avrupa için önemli bir gıda üretim alanı sayılması; üst havza kesimlerinde yaygın bir hayvancılık ve çayır-meracılığın yapılması; buğday gibi çok stratejik bir ürünün, havzada çok uzun bir geçmişe sahip olması ve

havzanın tümünün ulusal sınırlar içerisinde bulunması olarak açıklamışlardır. Ayrıca havzanın üst ve orta bölümlerinde kuru, aşağı kesimlerinde ise sulu tarım yapıldığına dikkat çekmişlerdir.

Çalışmada, havzadaki tarımsal üretim sisteminin temel yapısının analizi için; iklim, hidroloji ve su kaynakları, arazi kullanımı, ürün sistemleri, sulama ve drenaj gibi bağımsız alt projeler geliştirilerek insan etkinliklerini tanımlamışlardır. Sonra da, geçmiş iklim verilerinden ve A2, A1B gibi farklı senaryoları kullanarak 2070’li yıllardaki havza iklimini saptayabilmek için modeller oluşturmuşlardır.

Çalışmanın sonucunda A2 senaryosuna göre oluşturdukları TERCH-RAMS adlı model ile 2070’li yıllar için; aylık yağış dağılımının, miktarının ve sıcaklık değerlerinin önemli ölçüde değişeceğini saptamışlardır. Bu kapsam da; Seyhan Havzası’nda aylık ortalama sıcaklıkların 30°C artacağını, yıllık yağış miktarında da %25’lik bir azalma olacağını, potansiyel evapotranspirasyonda %14’lük bir artış olurken, gerçek evapotranspirasyonda ise, yağışın azalmasına bağlı olarak %17’lik bir azalış olacağını saptamışlardır. Bu durumunda Seyhan Havzası’nda, su kaynaklarında %30’a varan bir azalmaya neden olacağına ve bu nedenle de, gelecekte sulama yönetiminin büyük bir önem kazanacağına dikkat çekmişlerdir.

Çalışmanın sonucunda ayrıca, İklim değişimi karşısında, havzadaki bitki örtüsünün de önemli değişikliklere uğrayacağını saptamışlardır. Bu değişimler sonucunda da, havzanın alt kesiminde bulunan Pinus brutia ormanlarının varlığını sürdürebileceğini, fakat kısmen tehlike altına girebileceğini; maki örtüsününse bugün yaygın olduğu yükseltilerden daha üst kesimlere doğru kayacağını ve 1200 metreden sonraki konifer ağırlıklı bitki örtüsünde de, çok önemli bir değişimin olmayacağını tespit etmişlerdir. Stratejik öneme sahip buğday bitkisinin, artan sıcaklık ve azalan yağışlardan dolayı bitkisel verimliliğinin olumsuz etkileneceğini ve buğday ekiminin zorlaşmasıyla birlikte yetiştirme alanlarının, havzanın orta ve kuzey kesimlerine doğru kayacağını saptamışlardır. Bu nedenle de, havzanın kuzey kesimlerine şimdiden sulama amaçlı yatırımlar yapılmasının önemli ve gerekli olduğunu vurgulamışlardır. Aynı zamanda mısır bitkisinde de, büyüme süresinin kısalmasıyla birlikte sıcaklıktaki artışın dane gelişiminde azalmaya neden olduğu saptamışlardır. Ayrıca, uyum stratejilerine yönelik üç farklı senaryo geliştirmişler ve bu

senaryolarda da sırasıyla, düşük yatırım durumunu, yüksek yatırım durumunu ve her iki senaryonun bileşkesini değerlendirmişlerdir.

Öztürk (2008b), yapmış olduğu “2012 Sonrası Uluslararası İklim Değişikliği Rejimi Kurgusunda Türkiye’nin Seçenekleri” başlıklı çalışmada, ilk olarak gerek insan kaynaklı iklim değişikliğinin yavaşlatılması ya da durdurulmasında, gerekse yaşanacak doğa olaylarının etkilerinin azaltılmasında bütüncül bir yaklaşımın olması gerektiğine dikkat çekmiştir. Bu bağlamda tüm sektörlerde önlem alınmasıyla birlikte uluslararası işbirliklerinin de yapılması gerekliliğini belirtmiştir.

Çalışmada, Bali Eylem Planı’nda öne çıkan azaltım, uyum, teknoloji transferi ve finansman gibi konulardaki önemli kararları irdelemiştir. Türkiye için Kyoto Protokolü I. Azaltım yükümlülüğünün 2012’den sonra başlayacağını ve bu yükümlülüğe hazır olabilmesi için gerekli önlemleri alabilecek yapılandırmaları yapması gerektiğini belirtmiştir. Bu kapsamda da 4 hedef önermiştir. 1. hedef; “Sözleşme kapsamındaki müzakerelere en yüksek önem derecesinde katılmak”, 2. hedef; “Ülkemizin 2012 sonrası sürece ilişkin pozisyonunun oluşturulması”, 3. hedef; “Ülkemizin müzakere heyetinin oluşturulması” ve 4. hedef olarak da “Adaptasyon ve bilimsel çalışma alanlarının koordinasyonu”nun oluşturulması olduğunu belirtmiştir.

Çalışmanın sonucunda, Türkiye’nin iklim değişikliği ile küresel mücadele kapsamında gerek uluslararası, gerekse ulusal çalışmalarda aktif olarak yer alabilmesi için uluslar arası çalışmalarda etkin rol almasıyla birlikte sera gazı salımını azaltıcı önlemlerin sektörlere adaptasyonunun sağlanması gerekliliğine dikkat çekmiştir.

Görücü ve Eker (2009), yapmış oldukları “Kahramanmaraş Ayvalı Baraj Havzasında Karbon Emisyonu ve Ekonomisi Üzerine Araştırmalar” başlıklı çalışmada ilk olarak tüm organik maddelerin karbon içermesi ve karbonun fizikokimyasal çevredeki çok önemli etkisi olmasından dolayı, ekosistemde karbon üretimi ve karbon döngüsünün önemli olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca yeryüzünde tüm bitkiler tarafından tutulan karbonun %75’inin de ormanların yeşil bünyesinde depolandığına dikkat çekmişlerdir.

Çalışmada, Kahramanmaraş Orman İşletme Müdürlüğüne bağlı, Elmalar Orman İşletme Şefliğinin sınırları içerisinde yer alan kızılçam meşcerelerinin karbon emisyonu ve ekonomisi açısından analiz etmişler. Analiz işlemini yaparken de, fotosentez denkleminde yararlanarak yeni bir formül türetmişler ve bu formülü uygulayarak 1 kilogram odun kütleğinde bağlanan CO₂ miktarı 1.65 kg olarak saptamışlardır. Çalışmada ayrıca, 1 hektarlık alanda da, 167 ton karbon tutulduğunu saptamışlardır. Sonra da 40 yaşındaki 105.5 ha alana sahip olan kızılçam ağacının hektarda 121 m³ hacime sahip olduğunu ve 17408 ton CO₂ eq karbonu bünyesinde tuttuğunu saptamışlardır.

Çalışmanın sonucunda, 105.5 ha kızılçam ağacının 40 yıllık idare süresi sonunda sağlayacağı gelirin net değerini de yaklaşık 220437\$ olarak saptamışlardır. Ayrıca 40 yıldan sonraki her geçen yıl hacim artımının azaldığını, bu nedenle de, karbondioksit bağlamak amacıyla kurulan ormanların idare süresine kadar sahada tutulmasını ve idare süresinden sonra hasat yapılarak yeniden ağaçlandırmaya gidilerek döngünün sürdürülebilirliğinin sağlanması gerektiğine dikkat çekmişlerdir. Son olarak da, iklim değişikliği ile mücadelede ormanların karbon stoğu olarak kullanılması ve bu doğrultuda yapılacak çalışmaların da bir an önce hayata geçirilebilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Bunun için de, ormanların karbondioksit depolama işlevine finansal destek sağlanması ve buna ilişkin karbon piyasalarının ve borsasının oluşturulması çalışmalarının da ivedilikle başlatılması gerektiğini öngörmüşlerdir.

Khan (2010), yapmış olduğu “Türkiye’nin Ormancılık Sektörü ve Karbon Piyasası Raporu” başlıklı çalışmada, ilk olarak iklim değişikliği ile mücadele için kapasitelerin artırılması gerektiğini belirtmiştir. Ayrıca ormanların karasal ekosistemin en büyük karbon deposu olması, kömür ve petrolden sonra da, üçüncü en büyük karbon emisyon kaynağı olmasından dolayı iklim değişikliği ile mücadelede çok değerli ve kritik bir rol oynadığının uluslararası düzeyde giderek daha çok kabul gördüğüne dikkat çekmiştir. Gelişmekte olan ülkelerde ormansızlaşma ve orman bozunumundan kaynaklanan emisyonların yıllık küresel sera gazı emisyonlarının yaklaşık %20’si kadar olduğu belirtilmiştir. Bu durumu da, “önlenebilecek emisyon miktarı” olarak değerlendirmiştir.

Çalışmada, zorunlu ve gönüllü karbon piyasalarında büyümenin olduğunu belirtmiş ve Türkiye'nin de gönüllü karbon piyasası yoluyla 2012 yılında 75 milyon ile 220 milyon ABD\$ değerinde kazanç sağlayabileceğine dikkat çekmiştir. Aynı zamanda ormanların mevcut karbon tutunumu verilerinden yararlanarak trend analizi tekniği ile 2020 yılına kadarki karbon stok değişimini tahmin etmiş ve 2020 yılında Türkiye ormanlarının **61395 Gg CO₂ eq** olacağını saptamıştır. Ayrıca ağaçlandırma ve ıslah çalışmaları ile de, 2020 yılında 171.4 Gg karbon tutma potansiyelinin olduğunu saptamıştır.

Çalışmanın sonucunda, ormancılık sektörü için iki farklı karbon yönetim modeli geliştirmiştir. İlk model “**Tam olarak ‘içselleştirilmiş’ karbon yönetim modeli**”dir. Bu modele göre; Orman Genel Müdürlüğü bünyesinde “**Ormancılık Karbon Birimi**”nin oluşturulmasını ve bu biriminde mevcut idari yapıda, Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı ya da Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı bünyesinde oluşturulabileceğini belirtmiştir. İkinci model de, “**Dış kaynaklı karbon yönetim modeli**”dir. Bu modelde de; Türkiye’de ormancılık karbonunun etkin bir şekilde sermayeleştirilmesi ve yönetimine yönelik karşılıklı fayda sağlayacak biçimde kamu-özel sektör ortaklığının oluşturulabileceğini belirtmiştir.

4. MATERYAL VE YÖNTEM

4.1. Materyal

Bu çalışmada, gerek yutak alanlarının, gerekse iklim değişikliğinin mevcut durumunun incelenmesi ve analizler, Türkiye örneğinde yapılmıştır. Bu nedenle Türkiye genelinde tüm yutak alanlar ve atmosfere salınan sera gazları, çalışmanın ana materyalini oluşturmaktadır.

Hem bir Asya, hem bir Avrupa ülkesi olarak Türkiye 814578 km²'lik yüz ölçüme (779452 km² izdüşümü alanına) sahiptir (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2007a). Çevre ve Orman Bakanlığı (2007b) verilerine göre bu alanın; %35,6'sı tarım arazisi, %28,05'i çayır-mera, %30,2'si orman-funda ve çalı, %1,4'ü su yüzeyleri, %0,7'si yerleşim alanları ve %4,1'i diğer arazilerden oluşmaktadır.

Aynı zamanda Türkiye'nin üç tarafının denizlerle çevrili olması, doğusu ile batısı ve güneyi ile kuzeyi arasında fazla mesafe bulunması ve yeryüzü şekillerinin değişkenliği sonucu, iklim çeşitliliği görülmektedir. İklimin çeşitlilik göstermesinden dolayı da, bitki örtüsü çeşitlilik göstermektedir. Bir başka ifade ile sulak alanlar dışında kalan yutak alanları iklimdeki çeşitlilikten dolayı bölgesel hatta yerel ölçeklerde dahi çeşitlilik göstermektedir.

Bu çalışmada İklim Değişikliği ve Yutak Alanları ile ilgili veriler temin edilirken;

- Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından hazırlanan Türkiye İklim Değişikliği Birinci Ulusal Bildirimi, Arazi Kullanımı, Arazi Kullanım Değişikliği ve Ormancılık Raporu ve Orman Varlığımız isimli çalışma ve diğer raporlar,
- Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı tarafından hazırlanan, Özel İhtisas Komisyonu Raporları,
- Türkiye Büyük Millet Meclisi tarafından hazırlanan Meclis Araştırması Komisyonu Raporu,
- IPCC (Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli) tarafından hazırlanan raporlar, IPCC-LULUCF Kılavuzu ve diğer belgeler,
- TÜİK tarafından hazırlanan istatiksel veriler,

başta olmak üzere çalışmayla ilgili diğer bakanlık, kamu ve sivil toplum örgütleri tarafından hazırlanan rapor, bildiri vb. literatür çalışmaları ile bilimsel çalışmalardan yararlanılmıştır. Çalışmadaki hesaplamaların ve grafiklerin oluşturulmasında da, Microsoft Office Excel 2003 programı kullanılmıştır.

Araştırmada projeksiyon ve senaryolara ait projeksiyonları üretebilmek için TÜİK tarafından saptanan 1990-2007 yılları arasındaki sera gazı emisyon salımları (Çizelge 4.1), Çevre ve Orman Bakanlığı Araştırma ve Geliştirme Dairesi Başkanlığı Arazi Kullanımı, Arazi Kullanım Değişikliği ve Ormancılık Çalışma Grubu tarafından IPCC metodolojisine göre saptanan 1990-2005 yılları arasındaki yutak alanları emisyon alımı (Çizelge 4.2) verileri altlık olarak kullanılmıştır^{VIII}.

Çizelge 4.1. Türkiye'nin 1990 – 2007 Yılları Arasındaki Sera Gazı Emisyon Salımları (TÜİK, 2009a'den değiştirilerek)

Yıllar	Seragazı Emisyon Salımları (Gg CO ₂ eq)
1990	170060
1991	181960
1992	193640
1993	203980
1994	200460
1995	220720
1996	242090
1997	255510
1998	256630
1999	256780
2000	279960
2001	262100
2002	270620
2003	286280
2004	296600
2005	312420
2006	332670
2007	372640

^{VIII} Araştırmada gerek sera gazlarına, gerekse yutak alanlara ait veriler derlenirken; verilerin birimleri Gg'a, sera gazları ve net karbon tutunumuna ait verilerde CO₂ eşdeğerine (CO₂eq) dönüştürülmüştür. Çevre ve Orman Bakanlığı (2006a)'nda da belirtildiği gibi CO₂ eşdeğerine dönüşümlerde atom ağırlıklarından yararlanılmıştır. Yani C'nin atom ağırlığı 12gr, CO₂'nin atom ağırlığı 44gr olduğuna göre CO₂ eşdeğeri=44/12=3,16'dır. Örneğin; net karbon tutunumu 3,16 katsayısıyla çarpılarak CO₂ eşdeğeri saptanmıştır.

Çizelge 4.2. Türkiye'nin 1990–2005 Yılları Arasındaki Yutak Alanları Emisyon Alımları^{IX} (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2006a'ndan değiştirilerek)

Yıllar	Gg CO ₂ eq					
	Orman Alanları	Tarım Alanları	Sulak Alanlar	Yerleşim Alanları	Çayır-Mera Alanları	Diğer Alanlar
1990	44087.46	-	-	-	-	-
1991	45273.96	10185.85	-	94.41	-	-
1992	45567.39	12906.40	1116.51	103.00	-	-
1993	45786.59	13133.02	105.25	111.58	-	-
1994	46734.20	13510.65	77.91	120.16	-	-
1995	46985.06	13544.57	53.75	128.75	-	-
1996	47056.31	13621.41	226.30	137.33	-	-
1997	49045.86	13658.79	211.23	145.91	-	-
1998	49929.70	14037.68	138.28	154.49	-	-
1999	50655.75	13988.17	192.03	163.08	-	-
2000	50073.07	14301.76	139.85	171.66	948.78	-
2001	52123.21	17512.44	6.82	-	806.13	-
2002	51575.73	14343.71	14.63	-	1077.04	-
2003	52480.97	12009.21	-	-	1239.34	-
2004	52257.62	15597.54	-	-	5351.32	-
2005	51225.66	-	-	-	-	-

Çizelge 4.2'de de görüldüğü üzere yutak alanlarının 1990-2005 yılları arasındaki verilerinde, her yutak alanı için her yıla ait veri bulunmamaktadır. Bu nedenle ileriye yönelik eksik veriler, lineer model yöntemiyle değişim oranlarından yararlanılarak tamamlanmış ve Çizelge 4.3'de koyu olarak gösterilmiştir. Orman alanlarının değişim oranı **%1.02**, tarım alanlarının değişim oranı **%4.24**, sulak alanların değişim oranı **%16.34**, yerleşim alanlarının değişim oranı **%6.88** ve çayır-mera alanlarının değişim oranı ise **%91.36** olarak saptanmıştır.

2000-2004 yılları dışında işletilen çayır-mera alanlarına ilişkin kayıt altına alınmış veri olmaması ve saptanan değişim oranının %91.36 gibi yüksek bir değer olması nedeniyle diğer yutak alanlarında uygulanan değişim oranı tekniği uygulanamamıştır. Bunun yerine çayır-mera alanlarına SPSS programında regresyon analizi ile lineer model oluşturulmuştur. Oluşturulan modele göre denklem,

^{IX} Türkiye'nin 1990–2005 yılları arasındaki yutak alanları emisyon alımlarında diğer yutak alanlarına ilişkin veri yoktur. Orman alanları dışında kalan alanlarda ise bazı yıllara ait veriler bulunmaktadır.

$y=923.829x - 886.965$ olarak saptanmıştır. Bu denklem yardımıyla da, çayır- mera alalarının ileriye dönük eksik verileri tamamlanmıştır.

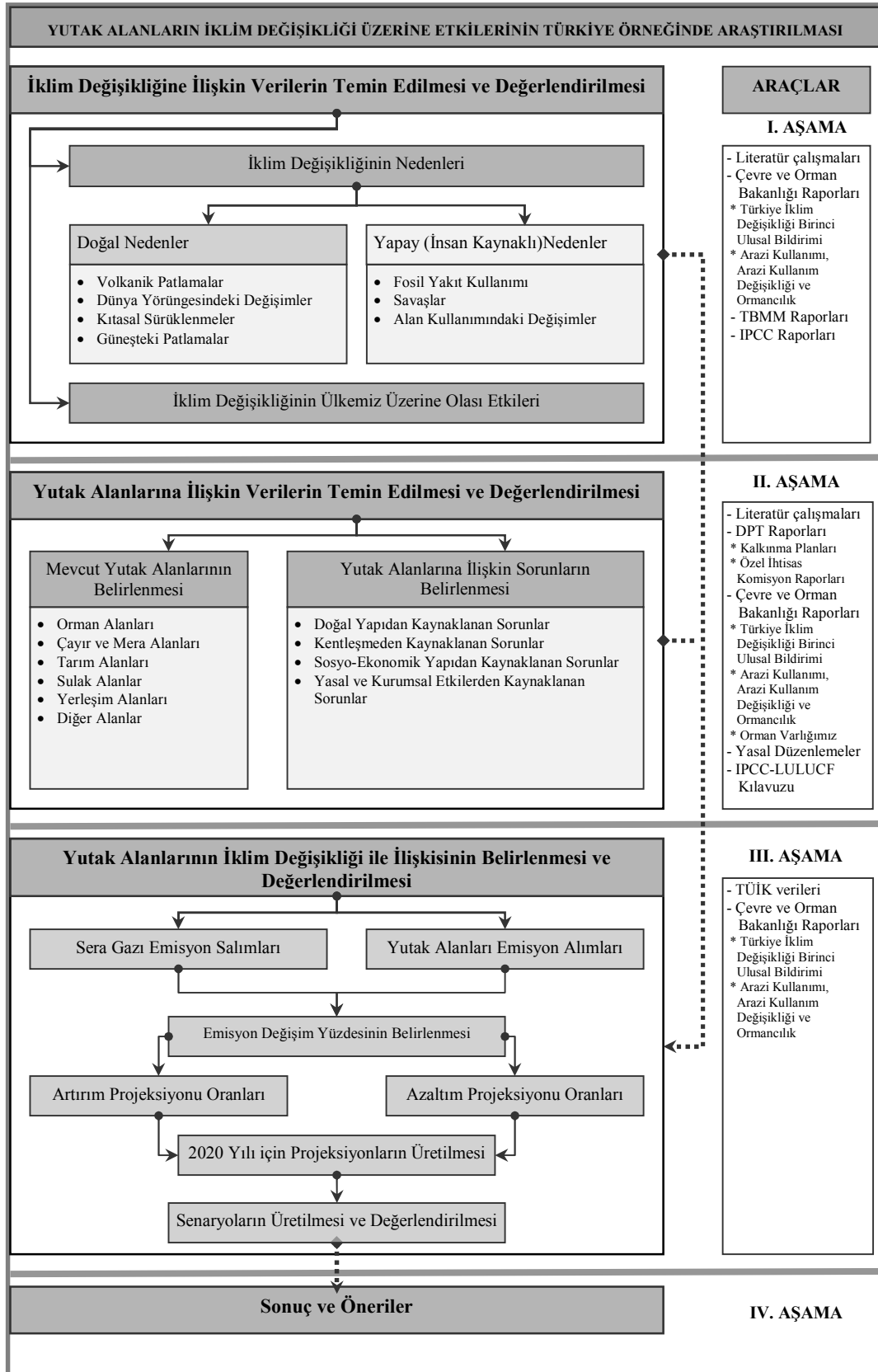
Çizelge 4.3. Türkiye'nin 1990–2007 Yılları Arasındaki Yutak Alanları Emisyon Alımları (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2006a'ndan geliştirilerek)

Yıllar	Gg CO ₂ eq						
	Orman Alanları	Diğer Yutak Alanları					
		Tarım Alanları	Sulak Alanlar	Yerleşim Alanları	Çayır-Mera Alanları	Diğer Alanlar	Diğer Yutak Alanları Toplamı
1990	44087	-	-	-	-	-	-
1991	45274	10186	-	94	-	-	10280
1992	45567	12906	1117	103	-	-	14126
1993	45787	13133	105	112	-	-	13350
1994	46734	13511	78	120	-	-	13709
1995	46985	13545	54	129	-	-	13728
1996	47056	13621	226	137	-	-	13984
1997	49046	13659	211	146	-	-	14016
1998	49930	14038	138	154	-	-	14330
1999	50656	13988	192	163	-	-	14343
2000	50073	14302	140	172	949	-	15563
2001	52123	17512	7	183	806	-	18508
2002	51576	14344	15	196	1077	-	15632
2003	52481	12009	17	210	1239	-	13475
2004	52258	15598	20	224	5351	-	21193
2005	51226	16258	23	239	4656	-	21176
2006	51749	16947	27	256	5580	-	22810
2007	52277	17664	31	273	6504	-	24472

Analizlere altlık oluşturacak yutak alanları materyalleri belirlenirken, yutak alanları mevcut veriler ve karbon tutunumu özelliklerinden dolayı, orman alanları ve diğer yutak alanları (çayır-mera alanları, tarım alanları, sulak alanlar, yerleşim alanları ve diğer alanlar) olarak ikiye ayrılmıştır.

4.2. Yöntem

Araştırma yöntemi dört bölümden oluşmuştur ve araştırmanın I. ve II. aşaması literatür araştırması, III. aşaması analiz ve değerlendirme, IV. aşaması da sonuç ve önerilerdir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Çalışmanın Akış Şeması

İlk aşamada **“İklim Değişikliğine İlişkin Verilerin Temin Edilmesi”** kapsamında; iklim değişikliğinin doğal ve yapay nedenleri ile ülkemiz üzerine olan olası etkileri araştırılmıştır. Hem önemli sera gazları, hem de sera gazlarının sektörlere göre salınımları TÜİK tarafından hazırlanan verilerden ve literatür çalışmalarından yararlanılarak irdelenmiştir.

Çalışmanın ikinci aşamasında ise, **“Yutak Alanlarına İlişkin Verilerin Temin Edilmesi ve Değerlendirilmesi”** kapsamında, yutak alanlarının önemi, karbon havuzları ve ülkemizdeki mevcut yutak alanları araştırılmıştır. Mevcut yutak alanlarından orman alanları, çayır-mera alanları, tarım alanları, sulak alanlar, yerleşim alanları ve diğer alanlar olarak alt başlıklar halinde irdelenmiştir.

Yutak alanlarına ilişkin sorunlar; literatür çalışmaları ve yasal düzenlemelerin irdelenmesiyle, Çevre ve Orman Bakanlığı başta olmak üzere konuyla ilgili diğer bakanlıklar tarafından hazırlanan raporlar, vb. yayınlar irdelenerek ülkemizdeki yutak alanlarına ilişkin sorunlar saptanmıştır.

Çalışmanın üçüncü aşamasında da, **“Yutak Alanlarının İklim Değişikliği ile İlişisinin Belirlenmesi ve Değerlendirilmesi”** kapsamında, Sera Gazı Emisyon Salımları, Yutak Alanları Emisyon Alımları, 2020 Yılı için Projeksiyonların Üretilmesi, Senaryoların Üretilmesi ve Değerlendirilmesi irdelenmiştir.

Sera Gazı Emisyon Salımları irdelenirken; analiz çalışmasında araştırılarak derlenmiş olunan ülkemizdeki 1990–2007 yıllarına ait CO₂ eq sera gazı emisyon salımı verilerinden yararlanılarak ve enterpolasyon işlemlerinden sonra sera gazlarının emisyon salımı değişim yüzdesi bulunmuştur. Daha sonra artım ve azaltım projeksiyonları oranları belirlenerek ve sera gazlarının emisyon değişim yüzdesi verisinden de yararlanılarak 2020 yılına ilişkin projeksiyonlar saptanmıştır.

Yutak Alanları Emisyon Alımları irdelenirken de, mevcut verilerdeki farklılıklardan dolayı yutak alanları; orman alanları ve diğer yutak alanları olarak ikiye ayrılmıştır. Mevcut verilerden derlenmiş olunan ülkemizdeki 1990–2007 yıllarına ait CO₂ eq orman alanları emisyon alımı verilerinden yararlanılarak ve enterpolasyon işlemlerinden sonra orman alanları emisyon alımı değişim yüzdesi bulunmuştur. Sonra da, yine mevcut verilerden derlenmiş olunan ülkemizdeki 1990–2007 yıllarına ait CO₂ eq diğer yutak alanları emisyon alımı verilerden yararlanılarak

ve enterpolasyon işlemlerinden sonra diğer yutak alanları emisyon alımı değişim yüzdesi bulunmuştur. Daha sonra yutak alanları için artım ve azaltım projeksiyonları oranları belirlenmiştir. Her iki yutak alanlarının emisyon değişim yüzdesi verisinden de yararlanılarak 2020 yılına ilişkin projeksiyonlar saptanmıştır. Orman alanlarının ve diğer yutak alanlarının aynı yıllara ait projeksiyon verileri de toplanarak yutak alanları projeksiyon verileri saptanmıştır.

Senaryolara altlık oluşturan yutak alanları projeksiyon verileri atmosferden alınan emisyonu gösterdiği için **(-1)** ile çarpılmıştır. Sonra da 2020 yılına ait sera gazları ile yutak alanları arasındaki ilişkinin saptanabilmesi için matris oluşturulmuştur. Bu matris oluşturulurken, sera gazları ve yutak alanların her artım ve azaltım oranlarına ait satır ve sütunlardaki veriler toplanmıştır.

Hem sera gazı emisyon salımları, hem de yutak alanları emisyon alımları kapsamında üretilen projeksiyon verilerinden ve mevcut durum verilerinden yararlanılarak iklim değişikliği ile yutak alanları arasındaki ilişkiyi saptamak ve atmosferdeki sera gazı miktarını 1990 yılı seviyesine, 1990 yılı seviyesinin %5 ve %15 altına düşürmek için farklı senaryolar üretilmiştir. Üretilen her senaryoya ait farklı projeksiyonlar da üretilerek, iklim değişikliği ile yutak alanları arasındaki ilişki saptanarak değerlendirilmiştir.

Çalışmanın üçüncü aşamasındaki projeksiyonları ve senaryoları üretmek için öncelikle bazı basit eşitlikler kurgulanarak yeni bir model oluşturulmuştur. Bu eşitlikler sırasıyla;

- Sera gazı ve yutak alanları emisyon değişim yüzdesi (orman alanları yıllık emisyon değişim yüzdesi ve diğer yutak alanları yıllık emisyon değişim yüzdesi) (Eşitlik 4.1),

Emisyon değişim yüzdelerinin belirlenmesinden sonra artım ve azaltım projeksiyonu oranları belirlenmiştir. Bu oranlar doğrultusunda;

- Sera gazı emisyon salımı artım ve azaltım projeksiyonu (Eşitlik 4.2),
- Yutak alanları emisyon alımı artım ve azaltım projeksiyonu (Eşitlik 4.3) gibi emisyon alımı ve salımına ilişkin artım ve azaltım eşitlikleri belirlenmiştir.

Eşitliklerle ilgili örnek hesaplamalar EK III'de verilmiştir. Artım ve azaltım projeksiyonları belirlendikten sonra, bu verilerden de yararlanılarak sera gazı azaltım

senaryolarına ilişkin projeksiyonlar üretilmiştir. Senaryolara ait projeksiyonlar üretilmeden önce, her senaryo için farklı temel şart ya da şartlar belirlenmiştir. Bu şartlar doğrultusunda senaryolara ait projeksiyonlar üretilirken;

- Senaryo 1 için Eşitlik 4.4,
- Senaryo 2 için Eşitlik 4.5,
- Senaryo 3 için Eşitlik 4.6,
- Senaryo 4 için Eşitlik 4.7,
- Senaryo 5 için Eşitlik 4.8'deki gibi eşitlikler kurgulanmıştır.

Daha sonra araştırmanın “**Sonuç ve Öneriler**” kısmı olan dördüncü aşamasında ise, yutak alanlarının iklim değişikliği üzerine etkileri ve katkıları değerlendirilerek, iklim değişikliğine neden olan sera gazlarının azaltılması için önerilerde bulunulmuştur.

4.2.1. Emisyon Değişim Yüzdesi

Çalışmanın üçüncü aşamasındaki emisyon artım ve azaltım projeksiyonlarını üretmek için öncelikle hem sera gazları, hem de yutak alanlarına ilişkin emisyon değişim yüzdeleri saptanmalıdır. Emisyon değişim yüzdeleri de; sera gazı emisyon değişim yüzdesi ve yutak alanları emisyon değişim yüzdesi olarak iki ayrı başlıkta ele alınmıştır. Fakat yutak alanları yıllık emisyon değişim yüzdesi belirlenirken, öncelikle yutak alanları mevcut verilerden dolayı orman alanları ve diğer yutak alanları (çayır-mera alanları, tarım alanları, sulak alanlar, yerleşim alanları ve diğer alanlar) olarak ikiye ayrılmıştır. Emisyon değişim yüzdesini saptayabilmek için Eşitlik 4.1 üretilmiştir. Bu eşitlikte sera gazlarına ilişkin hesaplamalarda x yerine SG yazılmakta ve sera gazlarına ilişkin veriler kullanılarak, sera gazı emisyon değişim yüzdesi saptanmıştır. Orman alanlarına ilişkin hesaplamalarda ise x yerine OR yazılmakta ve orman alanlarına ilişkin veriler kullanılarak, orman alanları emisyon değişim yüzdesi saptanmıştır. Diğer yutak alanlarına ilişkin hesaplamalarda da, x yerine DYA yazılmakta ve diğer yutak alanlarına ilişkin veriler kullanılarak, diğer yutak alanları emisyon değişim yüzdesi saptanmıştır.

$$ED_x = \frac{\sum_{i=p}^r YED_{x(t_{2i}-t_{1i})}}{n_{YED_x}}, \quad (4.1.)$$

$$p < r \Rightarrow \sum_{i=p}^r YED_{x(t_{2i}-t_{1i})}, YED_{x(t_{2i}-t_{1i})} = \frac{n_{2i} - n_{1i}}{n_{1i}} * 100$$

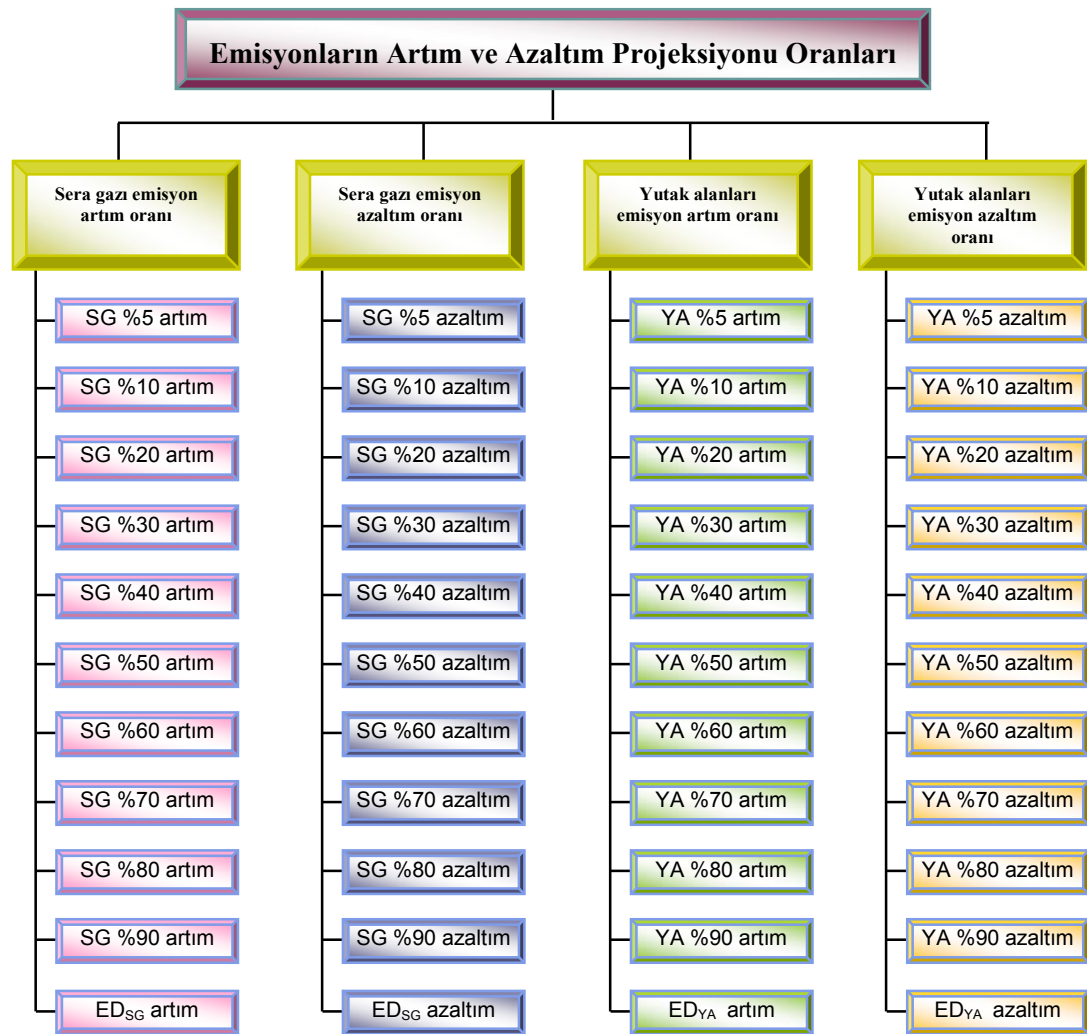
ED_x	= Emisyon değişim yüzdesi
$\sum_{i=p}^r YED_{x(t_{2i}-t_{1i})}$	= p-r yılları arasındaki yıllık emisyon değişim yüzdelерinin toplamı
$YED_{x(t_{2i}-t_{1i})}$	= t _{2i} -t _{1i} yılı (ardışık iki yıl) arasındaki yıllık emisyon değişim yüzdesi
n_{YED_x}	= Yıllık emisyon değişim yüzdeleri sayısı
p	= Başlangıç yılı
r	= Bitiş yılı
t_{1i}	= i yılı
t_{2i}	= (i+1) yılı
n_{1i}	= t _{1i} zamanındaki CO ₂ eq sera gazı emisyon değeri (Gg)
n_{2i}	= t _{2i} zamanındaki CO ₂ eq sera gazı emisyon değeri (Gg)
x	= Sera gazı hesaplamalarında x=SG, orman alanları hesaplamalarında x=OR ve diğer yutak alanları hesaplamalarında x=DYA

Eşitlik 4.1'e göre gerek sera gazları, gerekse yutak alanları emisyon değişim yüzdesini saptayabilmek için, öncelikle yıllık emisyon değişimlerini saptamak gerekmektedir. Yıllık emisyon değişim yüzdesi saptanırken de; p<r olmak üzere t_{2i} zamanındaki CO₂eq emisyon alım ya da salım değerinden, t_{1i} zamanındaki CO₂eq emisyon alım ya da salım değeri çıkarılarak t_{1i} zamanındaki CO₂eq emisyon alım ya da salım değerine bölünüp 100 ile çarpılmıştır. Bu işlem sonucunda t_{2i}-t_{1i} yılı arasındaki yıllık emisyon değişim yüzdesi saptanmıştır. Aynı şekilde 1990'dan 2007 yılına kadar birbirini takip eden yıllar arasındaki yıllık emisyon değişim yüzdeleri de saptanıp birbirleriyle toplanmıştır ve bu toplamında, yıllık emisyon değişim yüzdeleri sayısına bölünmesiyle emisyon değişim yüzdesi bulunmuştur.

4.2.2. Emisyonların Artım ve Azaltım Projeksiyonu Oranları

Emisyonların artım ve azaltım projeksiyonlarına ilişkin oranlar belirlenirken, **2020 yılında en fazla emisyon değişim yüzdesi kadar artacağı ya da azalacağı** öngörülmüştür. Bu bağlamda senaryoların da üretilebilmesi için emisyon değişim yüzdesi üzerinden hem sera gazlarına, hem de yutak alanlarına ilişkin toplam 44 adet

projeksiyon belirlenmiştir. Hem sera gazı, hem de yutak alanlarına ilişkin projeksiyonlardan 4 tanesi emisyon değişim yüzdelere göre artış ve azalışlardır. Sera gazlarına ilişkin 10 artım ve 10 azaltım olmak üzere toplam 20 adet projeksiyon, yutak alanlarına ilişkinde 10 artım ve 10 azaltım olmak üzere toplam 20 adet projeksiyon belirlenmiştir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Emisyonların Artım ve Azaltım Projeksiyonu Oranları^x

Emisyon artım ve azaltım projeksiyonunda belirlenen 44 adet projeksiyonlara ilişkin hesaplamaları yapmak için gerekli eşitlikler, bileşik faiz hesaplamaları mantığında kurgulanıp, lineer model olarak oluşturulmuştur. Bileşik faiz

^x ED_{YA}'ye ilişkin projeksiyon hesaplamaları ED_{OR} ve ED_{DYA}'a göre ayrı ayrı yapılmıştır ve saptanan verilerin toplanmasıyla da, ED_{YA} projeksiyon verileri bulunmuştur.

hesaplamaları mantığında kurgulanmasındaki temel hedef ise, salınan emisyonların atmosferden tekrar uzaklaştırılması anlık bir sürede değil, bilirlri bir süre atmosferde kalarak uzaklaştırılmasındandır. Bir başka deyişle atmosfere salınan karbonun, atmosferde 5 ile 200 yıl arasında değişen bir süre kalmasından sonra uzaklaştırılmasıdır. Aynı şekilde yutak alanları tarafından da, atmosferden alınan emisyonlar alındığı anda tekrar atmosfere geri dönmeyip, yutak alanın türüne göre belirli bir süre karbon havuzlarında depolanmaktadır.

4.2.3. Sera Gazı Emisyon Salımı Artım ve Azaltım Projeksiyonları

Sera gazı emisyon salımı artım projeksiyonu belirlenirken, **2020 yılında en fazla sera gazları emisyon değişim yüzdesi kadar artacağı ya da azalacağı** öngörülmüştür. Bu bağlamda projeksiyonların saptanabilmesi için lineer model olarak Eşitlik 4.2 üretilmiştir. Eşitlik 4.2’de görüldüğü üzere t zamanındaki sera gazı emisyon salımı artım projeksiyonu; 2007 yılına ait CO₂eq sera gazı emisyon salım miktarını, sera gazı emisyon değişim yüzdesinin t yılına ulaşana kadarki her yılın sera gazı emisyon salım miktarının sera gazı artım oranı ile çarpılmasıyla elde edilen toplam sonuçla toplanmasıyla bulunmaktadır. t zamanındaki sera gazı salımı azaltım projeksiyonu ise; 2007 yılına ait CO₂eq sera gazı emisyon salım miktarından, sera gazı emisyon değişim yüzdesinin t yılına ulaşana kadarki her yılın sera gazı emisyon salım miktarının sera gazı azaltım oranı ile çarpılmasıyla elde edilen toplam sonuçtan çıkarılmasıyla bulunmaktadır.

$$SG_{nt} = SG_{ni} \pm ED_{SG} \sum_{i=p}^r SG_{ni} * k \quad (4.2.)$$

SG_{nt} = t zamanındaki projeksiyona ait CO₂eq sera gazı emisyon salım miktarı (Gg)

SG_{ni} = p (2007) yılına ait CO₂eq sera gazı emisyon salım miktarı (Gg)

ED_{SG} = Sera gazı emisyon değişim yüzdesi

k = Sera gazı emisyon artım-azaltım projeksiyonu oranı

p = Başlangıç yılı (2007)

r = t-1 yılı

t = Projeksiyonu hesaplanacak yıl

4.2.4. Yutak Alanları Emisyon Alımı Artım ve Azaltım Projeksiyonu

Yutak alanları emisyon alımı artım projeksiyonu belirlenirken, **2020 yılında en fazla orman alanları emisyon değişim yüzdesi ve diğer yutak alanları emisyon değişim yüzdesi kadar artacağı ya da azalacağı** öngörülmüştür. Bu bağlamda projeksiyonların saptanabilmesi için lineer model olarak Eşitlik 4.3 üretilmiştir. Eşitlik 4.3’de görüldüğü üzere t zamanındaki yutak alanları emisyon alımı artım projeksiyonunu; t zamanındaki orman alanları emisyon alımı artım projeksiyonu, t zamanındaki diğer yutak alanları emisyon alımı artım projeksiyonu toplanarak bulunmaktadır. t zamanındaki orman alanları emisyon alımı artım projeksiyonu da; 2007 yılına ait CO₂eq orman alanları emisyon alımı miktarının, orman alanları emisyon değişim yüzdesinin t yılına ulaşana kadarki her yılın orman alanları emisyon alım miktarının yutak alanları artım oranı ile çarpılmasıyla elde edilen toplam sonuçla toplanmasıyla bulunmaktadır. t zamanındaki diğer yutak alanları emisyon alımı artım projeksiyonu ise; 2007 yılına ait CO₂eq diğer yutak alanları emisyon alımı miktarının, diğer yutak alanları emisyon değişim yüzdesinin t yılına ulaşana kadarki her yılın diğer yutak alanları emisyon alım miktarının yutak alanları artım oranı ile çarpılmasıyla elde edilen toplam sonuçla toplanmasıyla bulunmaktadır.

$$YA_{nt} = OR_{nt} + DYA_{nt},$$

$$OR_{nt} = OR_{ni} \pm ED_{OR} \sum_{i=p}^r OR_{ni} * k, \quad (4.3.)$$

$$DYA_{nt} = DYA_{ni} \pm ED_{DYA} \sum_{i=p}^r DYA_{ni} * k$$

YA_{nt} = t zamanındaki projeksiyona ait CO₂eq yutak alanları emisyon alım miktarı (Gg)

OR_{nt} = t zamanındaki projeksiyona ait CO₂eq orman alanları emisyon alım miktarı (Gg)

DYA_{nt} = t zamanındaki projeksiyona ait CO₂eq diğer yutak alanları emisyon alım miktarı (Gg)

OR_{ni} = p (2007) yılına ait CO₂eq orman alanları emisyon alım miktarı (Gg)

DYA_{ni} = p (2007) yılına ait CO₂eq diğer yutak alanları emisyon alım miktarı (Gg)

ED_{OR} = Orman alanları emisyon değişim yüzdesi

ED_{DYA} = Diğer yutak alanları emisyon değişim yüzdesi

k	= Yutak alanları emisyon artım-azaltım projeksiyonu oranı
p	= Başlangıç yılı (2007)
r	= t-1 yılı,
t	= Projeksiyonu hesaplanacak yıl

Eşitlik 4.3’de görüldüğü üzere t zamanındaki yutak alanları emisyon alımı azaltım projeksiyonunu; t zamanındaki orman alanları emisyon alımı azaltım projeksiyonuyla, t zamanındaki diğer yutak alanları emisyon alımı azaltım projeksiyonu toplanarak bulunmaktadır. t zamanındaki orman alanları emisyon alımı azaltım projeksiyonu da; 2007 yılına ait CO₂eq orman alanları emisyon alımı miktarından, orman alanları emisyon değişim yüzdesinin t yılına ulaşana kadarki her yılın orman alanları emisyon alım miktarının yutak alanları azaltım oranı ile çarpılmasıyla elde edilen toplam sonuçtan çıkarılmasıyla bulunmaktadır. t zamanındaki diğer yutak alanları emisyon alımı azaltım projeksiyonu ise; 2007 yılına ait CO₂eq diğer yutak alanları emisyon alımı miktarından, diğer yutak alanları emisyon değişim yüzdesinin t yılına ulaşana kadarki her yılın diğer yutak alanları emisyon alım miktarının yutak alanları azaltım oranı ile çarpılmasıyla elde edilen toplam sonuçtan çıkarılmasıyla bulunmaktadır.

4.2.5. Sera Gazı Azaltım Senaryoları

Sera gazı azaltım senaryoları üretilirken İDÇS ve Kyoto Protokolü’nün hedefleri dikkate alınarak üretilmiştir. Bu kapsamda senaryolar; 2020 yılında atmosferdeki net emisyon miktarını 1990 yılı sera gazı salım seviyesine (170060 Gg) ve 1990 yılı sera gazı salım seviyesinin %5 (161557 Gg) ve %15 (144551 Gg) altına düşürmek, yutak alanların emisyon alımını 2020 yılına kadar değişim olmaksızın 2007 yılı seviyesinde kalması şartıyla 2020 yılında atmosferdeki net emisyon miktarını 1990 yılı sera gazı salım seviyesine (170060 Gg), 1990 yılı sera gazı salım seviyesinin %5 (161557 Gg) ve %15 (144551 Gg) altına düşürmek ve son olarak da sera gazlarının 2020 yılına kadar değişim olmaksızın 2007 yılı seviyesinde kalması şartıyla yutak alanların artımıyla 2020 yılında atmosferdeki net emisyon miktarını 1990 yılı seviyesine (170060 Gg), 1990 yılı seviyesinin %5 (161557 Gg) ve %15

(144551 Gg) altına düşürmek olmak üzere toplam 5 adet senaryo üretilmiştir (Çizelge 4.4).

Senaryolar üretilirken emisyonların artım ve azaltım projeksiyonu verilerinden yararlanılarak senaryolara ilişkin projeksiyon verileri üretilmiştir. Ayrıca senaryoların içerisinde yapılan projeksiyon çalışmaları saptanırken alınması gereken **minimum önlem projeksiyonları** dikkate alınmıştır. Bu bağlam da bir senaryo üretilirken önce senaryoya ait temel şart belirlenmiştir. Sonra yutak alanlarına ait veriler **(-1)** ile çarpılmıştır. Daha sonra senaryoya ait net CO₂eq emisyon miktarı belirlenirken, her projeksiyona ait sera gazı verisi ile her yutak alana ait projeksiyon verisi toplanmıştır. Daha sonra da elde edilen net CO₂eq emisyon miktarı senaryo şartını sağlıyor ise, senaryoya ait projeksiyon kapsamında değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.4. Sera Gazı Azaltım Senaryoları

Sera Gazı Azaltım Senaryoları	
Senaryo 1 (S1)	2020 yılında atmosferdeki net emisyon miktarını, sera gazları ve yutak alanları projeksiyonlarından yararlanarak 1990 yılı sera gazı salım seviyesine düşürmek.
Senaryo 2 (S2)	2020 yılında atmosferdeki net emisyon miktarını, sera gazları ve yutak alanları projeksiyonlarından yararlanarak 1990 yılı sera gazı salım seviyesinin %5 altına düşürmek.
Senaryo 3 (S3)	2020 yılında atmosferdeki net emisyon miktarını, sera gazları ve yutak alanları projeksiyonlarından yararlanarak 1990 yılı sera gazı salım seviyesinin %15 altına düşürmek.
Senaryo 4 (S4)	Yutak alanların 2020 yılına kadar değişim olmaksızın 2007 yılı seviyesinde kalması ve sera gazlarının azaltılması şartıyla 2020 yılında atmosferdeki net emisyon miktarını, 1990 yılı sera gazı salım seviyesine, 1990 yılı sera gazı salım seviyesinin %5 ve %15 altına düşürmek.
Senaryo 5 (S5)	Sera gazlarının 2020 yılına kadar değişim olmaksızın 2007 yılı seviyesinde kalması ve yutak alanların artırılması şartıyla 2020 yılında atmosferdeki net emisyon miktarını, 1990 yılı sera gazı salım seviyesine, 1990 yılı sera gazı salım seviyesinin %5 ve %15 altına düşürmek.

Senaryo 1 (S1)'e ilişkin projeksiyonlar üretilirken Eşitlik 4.4'de görüldüğü üzere önce temel şart olarak 2020 yılında atmosferdeki net CO₂eq sera gazı emisyon miktarının 1990 yılı sera gazı salım sevisine (170060 Gg) ya da altına düşürülmesi hedeflenmiştir. Sonra atmosferdeki net CO₂eq emisyon miktarı belirlenirken her projeksiyona ait sera gazı verisi ile her yutak alana ait projeksiyon verisi toplanmıştır. Daha sonra elde edilen net CO₂eq emisyon miktarı senaryo şartını sağlıyor ise senaryoya ait projeksiyon kapsamında değerlendirilmiştir.

$$S1 \leq SG_{1990} \text{ olmak şartıyla } S1 = SG_x + YA_x \quad (4.4.)$$

S1 = 1'inci senaryoya ait net CO₂eq emisyon miktarı (Gg)
 SG₁₉₉₀ = 1990 yılı CO₂eq sera gazı emisyon salım miktarı (Gg)
 SG_x = x oranında azaltım ya da artımlı CO₂eq emisyon salım miktarı (Gg)
 YA_x = x oranında azaltım ya da artımlı CO₂eq emisyon alım miktarı (Gg)

Senaryo 2 (S2)'e ilişkin projeksiyonlar üretilirken Eşitlik 4.5'de görüldüğü üzere önce temel şart olarak 2020 yılında atmosferdeki net CO₂eq sera gazı emisyon miktarının 1990 yılı sera gazı salım sevisinin %5 altına (161557 Gg) düşürülmesi hedeflenmiştir. Sonra atmosferdeki net CO₂eq emisyon miktarı belirlenirken her projeksiyona ait sera gazı verisi ile her yutak alana ait projeksiyon verisi toplanmıştır. Daha sonra elde edilen net CO₂eq emisyon miktarı senaryo şartını sağlıyor ise senaryoya ait projeksiyon kapsamında değerlendirilmiştir.

$$S2 \leq SG_{1990} - (SG_{1990} * 5/100) \text{ olmak şartıyla } S2 = SG_x + YA_x \quad (4.5.)$$

S2 = 2'inci senaryoya ait net CO₂eq emisyon miktarı (Gg)
 SG₁₉₉₀ = 1990 yılı CO₂eq sera gazı emisyon salım miktarı (Gg)
 SG_x = x oranında azaltım ya da artımlı CO₂eq emisyon salım miktarı (Gg)
 YA_x = x oranında azaltım ya da artımlı CO₂eq emisyon alım miktarı (Gg)

Senaryo 3 (S3)'e ilişkin projeksiyonlar üretilirken Eşitlik 4.6'da görüldüğü üzere önce temel şart olarak 2020 yılında atmosferdeki net CO₂eq sera gazı emisyon miktarının 1990 yılı sera gazı salım sevisinin %15 altına (144551 Gg) düşürülmesi hedeflenmiştir. Sonra atmosferdeki net CO₂eq emisyon miktarı belirlenirken her projeksiyona ait sera gazı verisi ile her yutak alana ait projeksiyon verisi

toplanmıştır. Daha sonra elde edilen net CO₂eq emisyon miktarı, senaryo şartını sağlıyor ise senaryoya ait projeksiyon kapsamında değerlendirilmiştir.

$$S3 \leq SG_{1990} - (SG_{1990} * 15/100) \text{ olmak şartıyla } S3 = SG_x + YA_x \quad (4.6.)$$

S3 = 3'üncü senaryoya ait net CO₂eq emisyon miktarı (Gg)
 SG₁₉₉₀ = 1990 yılı CO₂eq sera gazı emisyon salım miktarı (Gg)
 SG_x = x oranında azaltım ya da artımlı CO₂eq emisyon salım miktarı (Gg)
 YA_x = x oranında azaltım ya da artımlı CO₂eq emisyon alım miktarı (Gg)

Senaryo 4 (S4)'de ise temel şart yutak alanları emisyon alımında 2020 yılına kadar değişim olmaksızın 2007 yılı seviyesinde kalması ve sera gazlarının azaltılması şartıyla, 2020 yılında atmosferdeki net emisyon miktarının 1990 yılı sera gazı salım seviyesine (170060 Gg), 1990 yılı sera gazı salım seviyesinin %5 (161557 Gg) ve %15 (144551 Gg) altına düşürülmesi hedeflenmiştir. Bu kapsamda Eşitlik 4.7'deki formüller üretilmiştir.

$$S4P1 \leq SG_{1990} \text{ olmak şartıyla } S4P1 = SG_x + YA_{2007},$$

$$S4P2 \leq SG_{1990} - (SG_{1990} * 5/100) \text{ olmak şartıyla } S4P2 = SG_x + YA_{2007}, \quad (4.7)$$

$$S4P3 \leq SG_{1990} - (SG_{1990} * 15/100) \text{ olmak şartıyla } S4P3 = SG_x + YA_{2007}$$

SG₁₉₉₀ = 1990 yılı CO₂eq sera gazı emisyon salım miktarı (Gg)
 SG_x = x oranında azaltım ya da artımlı CO₂eq emisyon salım miktarı (Gg)
 YA₂₀₀₇ = 2007 yılı CO₂eq yutak alanları emisyon alım miktarı (Gg)
 S4P1 = 4'üncü senaryo 1'inci projeksiyona ait net CO₂eq emisyon miktarı (Gg)
 S4P2 = 4'üncü senaryo 2'inci projeksiyona ait net CO₂eq emisyon miktarı (Gg)
 S4P3 = 4'üncü senaryo 3'üncü projeksiyona ait net CO₂eq emisyon miktarı (Gg)

Eşitlik 4.7'de görüldüğü gibi S4P1'de temel şart olarak yutak alanları emisyon alımında 2020 yılına kadar değişim olmaksızın 2007 yılı seviyesinde kalması şartıyla, 2020 yılında atmosferdeki net emisyon miktarının 1990 yılı sera gazı salım seviyesine düşürülmesi hedeflenmiştir. Sonra atmosferdeki net CO₂eq emisyon miktarı belirlenirken her projeksiyona ait sera gazı verisi ile yutak alanların 2007 yılı verisi toplanmıştır. Daha sonra elde edilen net CO₂eq emisyon miktarı, S4P1 şartını sağlıyor ise senaryoya ait projeksiyon kapsamında değerlendirilmiştir.

Eşitlik 4.7'de görüldüğü gibi S4P2'de temel şart olarak yutak alanları emisyon alımında 2020 yılına kadar değişim olmaksızın 2007 yılı seviyesinde

kalması şartıyla, 2020 yılında atmosferdeki net emisyon miktarının 1990 yılı sera gazı salım seviyesinin %5 altına düşürülmesi hedeflenmiştir. Sonra atmosferdeki net CO₂eq emisyon miktarı belirlenirken her projeksiyona ait sera gazı verisi ile yutak alanların 2007 yılı verisi toplanmıştır. Daha sonra elde edilen net CO₂eq emisyon miktarı, S4P2 şartını sağlıyor ise senaryoya ait projeksiyon kapsamında değerlendirilmiştir.

Eşitlik 4.7’de görüldüğü gibi S4P3’de temel şart olarak yutak alanları emisyon alımında 2020 yılına kadar değişim olmaksızın 2007 yılı seviyesinde kalması şartıyla, 2020 yılında atmosferdeki net emisyon miktarının 1990 yılı sera gazı salım seviyesinin %15 altına düşürülmesi hedeflenmiştir. Sonra atmosferdeki net CO₂eq emisyon miktarı belirlenirken her projeksiyona ait sera gazı verisi ile yutak alanların 2007 yılı verisi toplanmıştır. Daha sonra elde edilen net CO₂eq emisyon miktarı, S4P3 şartını sağlıyor ise senaryoya ait projeksiyon kapsamında değerlendirilmiştir.

Senaryo 5 (S5)’de ise temel şart sera gazları emisyon salımında 2020 yılına kadar değişim olmaksızın 2007 yılı seviyesinde kalması ve yutak alanların artırılması şartıyla, 2020 yılında atmosferdeki net emisyon miktarının 1990 yılı seviyesine, 1990 yılı seviyesinin %5 ve %15 altına düşürülmesi hedeflenmiştir. Bu kapsamda Eşitlik 4.8’deki formüller üretilmiştir.

S5P1 ≤ SG₁₉₉₀ olmak şartıyla S5P1=SG₂₀₀₇+YA_x

S5P2 ≤ SG₁₉₉₀-(SG₁₉₉₀*5/100) olmak şartıyla S5P2=SG₂₀₀₇+YA_x (4.8)

S5P3 ≤ SG₁₉₉₀-(SG₁₉₉₀*15/100) olmak şartıyla S5P3=SG₂₀₀₇+YA_x

SG₁₉₉₀ = 1990 yılı CO₂eq sera gazı emisyon salım miktarı (Gg)

SG₂₀₀₇ = 2007 yılı CO₂eq sera gazı emisyon salım miktarı (Gg)

YA_x = x oranında azaltım ya da artımlı CO₂eq emisyon alım miktarı (Gg)

S5P1 = 5’inci senaryo 1’inci projeksiyona ait net CO₂eq emisyon miktarı (Gg)

S5P2 = 5’inci senaryo 2’inci projeksiyona ait net CO₂eq emisyon miktarı (Gg)

S5P3 = 5’inci senaryo 3’üncü projeksiyona ait net CO₂eq emisyon miktarı (Gg)

Eşitlik 4.8’de görüldüğü gibi S5P1’de temel şart olarak sera gazları emisyon salımında 2020 yılına kadar değişim olmaksızın 2007 yılı seviyesinde kalması şartıyla, 2020 yılında atmosferdeki net emisyon miktarının 1990 yılı sera gazı salım seviyesine düşürülmesi hedeflenmiştir. Sonra atmosferdeki net CO₂eq emisyon

miktarı belirlenirken her projeksiyona ait yutak alanları verisi ile sera gazı 2007 yılı verisi toplanmıştır. Daha sonra elde edilen net CO₂eq emisyon miktarı, S5P1 şartını sağlıyor ise senaryoya ait projeksiyon kapsamında değerlendirilmiştir

Eşitlik 4.8’de görüldüğü gibi S5P2’de temel şart olarak sera gazları emisyon salımında 2020 yılına kadar değişim olmaksızın 2007 yılı seviyesinde kalması şartıyla, 2020 yılında atmosferdeki net emisyon miktarının 1990 yılı sera gazı salım seviyesinin %5 altına düşürülmesi hedeflenmiştir. Sonra atmosferdeki net CO₂eq emisyon miktarı belirlenirken her projeksiyona ait yutak alanları verisi ile sera gazı 2007 yılı verisi toplanmıştır. Daha sonra elde edilen net CO₂eq emisyon miktarı, S5P2 şartını sağlıyor ise senaryoya ait projeksiyon kapsamında değerlendirilmiştir.

Eşitlik 4.8’de görüldüğü gibi S5P3’de temel şart olarak sera gazları emisyon salımında 2020 yılına kadar değişim olmaksızın 2007 yılı seviyesinde kalması şartıyla, 2020 yılında atmosferdeki net emisyon miktarının 1990 yılı sera gazı salım seviyesinin %15 altına düşürülmesi hedeflenmiştir. Sonra atmosferdeki net CO₂eq emisyon miktarı belirlenirken her projeksiyona ait yutak alanları verisi ile sera gazı 2007 yılı verisi toplanmıştır. Daha sonra elde edilen net CO₂eq emisyon miktarı, S5P3 şartını sağlıyor ise senaryoya ait projeksiyon kapsamında değerlendirilmiştir.

5. ARAŞTIRMA BULGULARI

5.1. Yutak Alanları ile İklim Değişikliği Arasındaki İlişki

Çalışmanın bu bölümünde yutak alanları ile iklim değişikliği arasındaki ilişki karbon faktörü dikkate alınarak irdelenmiştir. Karbon, yutak alanları tarafından hapsedilmektedir. Fakat yutak alanların kullanım şeklinin değişmesiyle birlikte atmosfere tekrar verilmekte ve bu durum da, iklim değişikliği sorununa neden olmaktadır.

Günümüzde önemli bir çevre sorunu olan iklim değişikliğinin yavaşlatılmasında nelerin yapılabileceği ve alınabilecek önlemlerle ilgili projeksiyon ve senaryolar üretilmiştir. Bu bağlamda, ilk olarak insanların sosyo-ekonomik faaliyetleri sonucunda atmosfere salmış olduğu sera gazı emisyon miktarı ile yutak alanlar tarafından atmosferden alınan emisyon miktarının 2020 yılında, emisyon değişim yüzdelerinin farklı artım ve azaltımları sonucunda ne kadar olacağı sorusuna yanıt aranmıştır. 2020 yılına ilişkin projeksiyonlar saptandıktan sonra da, atmosferdeki net sera gazı emisyon miktarının 1990 yılı salım seviyesine ya da altına nasıl düşürülebileceği sorusuna yanıt aranmıştır.

Bu soruları yanıtlayabilmek için öncelikle sera gazları ve yutak alanlara ilişkin mevcut verilerden ve çalışmanın dördüncü bölümünde üretilen eşitliklerden yararlanılarak emisyon değişim yüzdeleri, sonra da 2020 yılına kadarki her yıla ait sera gazı ve yutak alanlarına ilişkin artım ve azaltım projeksiyonları hesaplanarak saptanmıştır. Daha sonra da, sera gazını azaltıcı önlemlerle ilgili senaryolar ve senaryolara ait projeksiyonlar üretilmiştir.

5.1.1. Emisyon Değişim Yüzdesi

Emisyonların değişim yüzdesi sera gazı emisyon değişim yüzdesi ve yutak alanları emisyon değişim yüzdesi olarak iki başlıkta incelenmiştir.

5.1.1.1. Sera Gazı Emisyon Değişim Yüzdesi

Sera gazı emisyon değişim yüzdesi; 1990–2007 yılları arasındaki mevcut sera gazı emisyon salımı verileri ve Eşitlik 4.1’den yararlanılarak saptanmıştır. Saptanan sera gazı yıllık emisyon değişim yüzdeleri ve sera gazı emisyon değişim yüzdesi Çizelge 5.1’ verilmiştir. Çizelge 5.1’de görüldüğü gibi projeksiyon üretimi için gereksinim duyulan sera gazı emisyon değişim yüzdesi **%4.82** olarak bulunmuştur. Sera gazı yıllık emisyon değişim yüzdeleri düzenli artış ya da azalış göstermemesine karşın, 1990-2007 yılları arasında genel olarak bir artışın olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.1. Sera Gazı Emisyon Salımları, Sera Gazı Yıllık Emisyon Değişim Yüzdeleri ve Sera Gazı Emisyon Değişim Yüzdesi

Yıllar	CO2 eq Seragazı emisyon salımı (Gg)	Seragazı yıllık emisyon değişim yüzdesi (YED _{SG})	Seragazı emisyon değişim yüzdesi (ED _{SG})
1990	170060	-	4.82
1991	181960	7.00	
1992	193640	6.42	
1993	203980	5.34	
1994	200460	-1.73	
1995	220720	10.11	
1996	242090	9.68	
1997	255510	5.54	
1998	256630	0.44	
1999	256780	0.06	
2000	279960	9.03	
2001	262100	-6.38	
2002	270620	3.25	
2003	286280	5.79	
2004	296600	3.60	
2005	312420	5.33	
2006	332670	6.48	
2007	372640	12.01	

5.1.1.2. Yutak Alanları Emisyon Değişim Yüzdesi

Yutak alanlarına ilişkin emisyon değişim yüzdesi orman alanları ve diğer yutak alanları emisyon değişim yüzdesi olarak ayrı ayrı araştırılmıştır. Orman alanları emisyon değişim yüzdesi; 1990–2007 yılları arasındaki orman alanları mevcut emisyon alım verileri ve Eşitlik 4.1’den yararlanılarak saptanmıştır. Saptanan

orman alanları yıllık emisyon değişim yüzdeleri ve orman alanları emisyon değişim yüzdesi Çizelge 5.2’de verilmiştir. Çizelge 5.2’de görüldüğü gibi projeksiyon üretimi için gereksinim duyulan orman alanları emisyon değişim yüzdesi **%1.02** olarak bulunmuştur. Orman alanları yıllık emisyon değişim yüzdeleri düzenli artış ya da azalış göstermemesine karşın, 1990-2007 yılları arasında genel olarak bir artışın olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.2. Orman Alanları Emisyon Alımları, Orman Alanları Yıllık Emisyon Değişim Yüzdeleri ve Orman Alanları Emisyon Değişim Yüzdesi

Yıllar	CO2 eq Orman alanları emisyon alımı (Gg)	Orman alanları yıllık emisyon değişim yüzdesi (YED _{OR})	Orman alanları emisyon değişim yüzdesi (ED _{OR})
1990	44087	-	1.02
1991	45274	2.69	
1992	45567	0.65	
1993	45787	0.48	
1994	46734	2.07	
1995	46985	0.54	
1996	47056	0.15	
1997	49046	4.23	
1998	49930	1.80	
1999	50656	1.45	
2000	50073	-1.15	
2001	52123	4.09	
2002	51576	-1.05	
2003	52481	1.75	
2004	52258	-0.42	
2005	51226	-1.97	
2006	51749	1.02	
2007	52277	1.02	

Diğer yutak alanları emisyon değişim yüzdesi belirlenirken; 1991–2007 yılları arasındaki diğer yutak alanları mevcut emisyon alım verileri ve Eşitlik 4.1’den yararlanılarak saptanmıştır. Saptanan diğer yutak alanları yıllık emisyon değişim yüzdeleri ve diğer yutak alanları emisyon değişim yüzdesi Çizelge 5.3’de verilmiştir. Çizelge 5.3’de görüldüğü gibi projeksiyon üretimi için gereksinim duyulan diğer yutak alanları emisyon değişim yüzdesi **%6.84** olarak bulunmuştur. Diğer yutak alanları yıllık emisyon değişim yüzdeleri düzenli artış ya da azalış göstermemesine karşın, 1991-2007 yılları arasında genel olarak bir artışın olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.3. Diğer Yutak Alanları Emisyon Alımları, Diğer Yutak Alanları Yıllık Emisyon Değişim Yüzdeleri ve Orman Alanları Emisyon Değişim Yüzdesi

Yıllar	CO2 eq Diğer yutak alanları emisyon alımı (Gg)	Diğer yutak alanları yıllık emisyon değişim yüzdesi (%YED _{DYA})	Diğer yutak alanları emisyon değişim yüzdesi (%ED _{DYA})
1990	-	-	6.84
1991	10280	-	
1992	14126	37.41	
1993	13350	-5.49	
1994	13709	2.69	
1995	13728	0.14	
1996	13984	1.86	
1997	14016	0.23	
1998	14330	2.24	
1999	14343	0.09	
2000	15563	8.51	
2001	18508	18.92	
2002	15632	-15.54	
2003	13475	-13.80	
2004	21193	57.28	
2005	21176	-0.08	
2006	22810	7.72	
2007	24472	7.29	

5.1.2. Emisyonların Artım ve Azaltım Projeksiyonları

Emisyonların artım ve azaltım projeksiyonları, Şekil 4.2’de belirlenen oranlar doğrultusunda hem sera gazı, hem de yutak alanları için; **2020 yılında en fazla emisyon değişim yüzdesi kadar artacağı ya da azalacağı** öngörülerek hesaplanmıştır. Bir başka deyişle gerek sera gazları, gerekse yutak alanları emisyon değişim yüzdesinin %100’ü kadar artacağı ya da azalacağı öngörülmüştür^{XI}.

^{XI} Bu durumu bir örnekle açıklarsak, sera gazı %50 artım projeksiyonu; sera gazı emisyon değişim yüzdesinin (%4.82), %50’sini ($4.82 \times 50 = 2.41$) ifade etmektedir. Yani, gerçek sera gazı emisyon değişim yüzdesinin %2.41 olması demektir. Bu da, yapılacak olan projeksiyon hesaplamalarında 2008 yılından 2020 yılına kadarki her yıl için %2.41’lik artış olacak şekilde hesaplamaların yapılması anlamına gelmektedir. %50 azaltım projeksiyonu ise; yapılacak olan projeksiyon hesaplamalarında 2008 yılından 2020 yılına kadarki her yıl için %2.41’lik azalış olacak şekilde hesaplamaların yapılması anlamına gelmektedir.

5.1.2.1. Sera Gazı Emisyon Salımı Artım ve Azaltım Projeksiyonları

Şekil 4.2’de belirtildiği gibi sera gazına ilişkin 10 artım, 10 azaltım ve 2 tanesi sera gazı emisyon değişim yüzdesine göre olmak üzere toplam 22 adet projeksiyon belirlenmiştir. Sera gazı emisyon salımı artım ve azaltım projeksiyonları 1990–2007 yılları arasındaki mevcut CO₂eq sera gazı emisyon salım değerlerinden yararlanılarak bulunan sera gazı emisyon değişim yüzdesi ve Eşitlik 4.2 yardımıyla saptanmıştır. Saptanan CO₂eq sera gazı emisyon salımı artım projeksiyonları Çizelge 5.4’de, azaltım projeksiyonları da Çizelge 5.5’de verilmiştir. Çizelge 5.4 ve Çizelge 5.5’de görüldüğü gibi 1990–2007 yılları arasında mevcut durum verilmiştir. 2007 yılından itibaren her artım ve azaltım oranı için 2020 yılına kadar ki her yıla ait değerler ayrı ayrı hesaplanarak saptanmıştır.

Çizelge 5.4. CO₂eq Sera Gazı Emisyon Salımı Artım Projeksiyonları (Gg)

Yıllar	Artım Oranları										
	%5 Artım	%10 Artım	%20 Artım	%30 Artım	%40 Artım	%50 Artım	%60 Artım	%70 Artım	%80 Artım	%90 Artım	ED _{SG} Artım
1990	170060	170060	170060	170060	170060	170060	170060	170060	170060	170060	170060
1991	181960	181960	181960	181960	181960	181960	181960	181960	181960	181960	181960
1992	193640	193640	193640	193640	193640	193640	193640	193640	193640	193640	193640
1993	203980	203980	203980	203980	203980	203980	203980	203980	203980	203980	203980
1994	200460	200460	200460	200460	200460	200460	200460	200460	200460	200460	200460
1995	220720	220720	220720	220720	220720	220720	220720	220720	220720	220720	220720
1996	242090	242090	242090	242090	242090	242090	242090	242090	242090	242090	242090
1997	255510	255510	255510	255510	255510	255510	255510	255510	255510	255510	255510
1998	256630	256630	256630	256630	256630	256630	256630	256630	256630	256630	256630
1999	256780	256780	256780	256780	256780	256780	256780	256780	256780	256780	256780
2000	279960	279960	279960	279960	279960	279960	279960	279960	279960	279960	279960
2001	262100	262100	262100	262100	262100	262100	262100	262100	262100	262100	262100
2002	270620	270620	270620	270620	270620	270620	270620	270620	270620	270620	270620
2003	286280	286280	286280	286280	286280	286280	286280	286280	286280	286280	286280
2004	296600	296600	296600	296600	296600	296600	296600	296600	296600	296600	296600
2005	312420	312420	312420	312420	312420	312420	312420	312420	312420	312420	312420
2006	332670	332670	332670	332670	332670	332670	332670	332670	332670	332670	332670
2007	372640	372640	372640	372640	372640	372640	372640	372640	372640	372640	372640
SG ₂₀₀₈	373538	374436	376232	378028	379824	381621	383417	385213	387009	388805	390601
SG ₂₀₀₉	374438	376241	379859	383495	387148	390818	394505	398210	401932	405671	409428
SG ₂₀₁₀	375341	378054	383521	389040	394612	400236	405914	411646	417431	423270	429163
SG ₂₀₁₁	376245	379877	387218	394666	402220	409882	417653	425534	433527	441631	449848
SG ₂₀₁₂	377152	381708	390951	400372	409975	419760	429732	439892	450243	460789	471531
SG ₂₀₁₃	378061	383547	394720	406162	417879	429876	442160	454734	467605	480778	494259
SG ₂₀₁₄	378972	385396	398525	412035	425936	440236	454947	470077	485636	501634	518082
SG ₂₀₁₅	379885	387254	402367	417993	434148	450846	468104	485937	504362	523395	543054
SG ₂₀₁₆	380801	389120	406245	424037	442518	461712	481642	502333	523810	546100	569229
SG ₂₀₁₇	381719	390996	410162	430169	451050	472839	495571	519281	544008	569790	596666
SG ₂₀₁₈	382639	392880	414116	436389	459746	484234	509903	536802	564985	594507	625425
SG ₂₀₁₉	383561	394774	418108	442699	468610	495904	524649	554914	586771	620297	655570
SG ₂₀₂₀	384485	396677	422138	449100	477645	507856	539822	573636	609397	647205	687169

Hesaplamalar sonucunda Çizelge 5.4’de de görüldüğü gibi sera gazı emisyonları her yıl emisyon değişim yüzdesinin %5’i kadar artışla 13 yılda 11845 Gg artarak 384485 Gg’a, %10’u kadar artışla 13 yılda 24037 Gg artarak 396677 Gg’a, %20’si kadar artışla 13 yılda 49498 Gg artarak 422138 Gg’a, %30’u kadar artışla 13 yılda 76460 Gg artarak 449100 Gg’a, %40’ı kadar artışla 13 yılda 105005 Gg artarak 477645 Gg’a, %50’si kadar artışla 13 yılda 135216 Gg artarak 507856 Gg’a, %60’ı kadar artışla 13 yılda 167182 Gg artarak 539822 Gg’a, %70’i kadar artışla 13 yılda 200996 Gg artarak 573636 Gg’a, %80’i kadar artışla 13 yılda 236757 Gg artarak 609397 Gg’a, %90’ı kadar artışla 13 yılda 274565 Gg artarak 647205 Gg’a ve %100’ü yani emisyon değişim yüzdesi kadar artışla 13 yılda 314529 Gg artarak 687169 Gg’a yükselmiştir.

Çizelge 5.5. CO₂eq Sera Gazı Emisyon Salımı Azaltım Projeksiyonları (Gg)

Yıllar	Azaltım Oranları										
	%5 Azaltım	%10 Azaltım	%20 Azaltım	%30 Azaltım	%40 Azaltım	%50 Azaltım	%60 Azaltım	%70 Azaltım	%80 Azaltım	%90 Azaltım	ED _{SG} Azaltım
1990	170060	170060	170060	170060	170060	170060	170060	170060	170060	170060	170060
1991	181960	181960	181960	181960	181960	181960	181960	181960	181960	181960	181960
1992	193640	193640	193640	193640	193640	193640	193640	193640	193640	193640	193640
1993	203980	203980	203980	203980	203980	203980	203980	203980	203980	203980	203980
1994	200460	200460	200460	200460	200460	200460	200460	200460	200460	200460	200460
1995	220720	220720	220720	220720	220720	220720	220720	220720	220720	220720	220720
1996	242090	242090	242090	242090	242090	242090	242090	242090	242090	242090	242090
1997	255510	255510	255510	255510	255510	255510	255510	255510	255510	255510	255510
1998	256630	256630	256630	256630	256630	256630	256630	256630	256630	256630	256630
1999	256780	256780	256780	256780	256780	256780	256780	256780	256780	256780	256780
2000	279960	279960	279960	279960	279960	279960	279960	279960	279960	279960	279960
2001	262100	262100	262100	262100	262100	262100	262100	262100	262100	262100	262100
2002	270620	270620	270620	270620	270620	270620	270620	270620	270620	270620	270620
2003	286280	286280	286280	286280	286280	286280	286280	286280	286280	286280	286280
2004	296600	296600	296600	296600	296600	296600	296600	296600	296600	296600	296600
2005	312420	312420	312420	312420	312420	312420	312420	312420	312420	312420	312420
2006	332670	332670	332670	332670	332670	332670	332670	332670	332670	332670	332670
2007	372640	372640	372640	372640	372640	372640	372640	372640	372640	372640	372640
SG ₂₀₀₈	371742	370844	369048	367252	365456	363659	361863	360067	358271	356475	354679
SG ₂₀₀₉	370846	369056	365490	361941	358410	354895	351398	347918	344456	341011	337583
SG ₂₀₁₀	369952	367278	361967	356707	351499	346342	341236	336180	331174	326218	321312
SG ₂₀₁₁	369061	365507	358477	351550	344722	337995	331367	324837	318404	312067	305824
SG ₂₀₁₂	368171	363746	355022	346466	338076	329850	321784	313877	306126	298529	291084
SG ₂₀₁₃	367284	361992	351599	341456	331558	321900	312478	303287	294322	285579	277054
SG ₂₀₁₄	366399	360247	348210	336519	325166	314143	303441	293054	282973	273191	263700
SG ₂₀₁₅	365516	358511	344853	331653	318896	306572	294666	283166	272061	261340	250989
SG ₂₀₁₆	364635	356783	341529	326857	312748	299183	286144	273612	261571	250003	238892
SG ₂₀₁₇	363756	355063	338236	322131	306718	291973	277869	264381	251485	239158	227377
SG ₂₀₁₈	362879	353352	334976	317473	300805	284936	269833	255460	241787	228783	216417
SG ₂₀₁₉	362005	351649	331747	312882	295005	278069	262029	246841	232464	218858	205986
SG ₂₀₂₀	361133	349954	328549	308358	289318	271368	254451	238513	223500	209364	196058

Hesaplamalar sonucunda Çizelge 5.5’de de görüldüğü gibi sera gazı emisyonları her yıl emisyon değişim yüzdesinin %5’i kadar azalışla 13 yılda 11507 Gg azalarak 361133 Gg’a, %10’u kadar azalışla 13 yılda 22686 Gg azalarak 349954 Gg’a, %20’si kadar azalışla 13 yılda 44091 Gg azalarak 328549 Gg’a, %30’u kadar azalışla 13 yılda 64282 Gg azalarak 308358 Gg’a, %40’ı kadar azalışla 13 yılda 83322 Gg azalarak 289318 Gg’a, %50’si kadar azalışla 13 yılda 101272 Gg azalarak 271368 Gg’a, %60’ı kadar azalışla 13 yılda 118189 Gg azalarak 254451 Gg’a, %70’i kadar azalışla 13 yılda 134127 Gg azalarak 238513 Gg’a, %80’i kadar azalışla 13 yılda 149140 Gg azalarak 223500 Gg’a, %90’ı kadar azalışla 13 yılda 163276 Gg azalarak 209364 Gg’a ve %100’ü yani emisyon değişim yüzdesi kadar azalışla 13 yılda 176582 Gg azalarak 196058 Gg’a düşmüştür.

5.1.2.2. Yutak Alanları Emisyon Alımı Artım ve Azaltım Projeksiyonları

Şekil 4.2’de belirtildiği gibi yutak alanlarına ilişkin 10 artım, 10 azaltım ve 2 tanesi yutak alanları emisyon değişim yüzdesine göre olmak üzere toplam 22 adet projeksiyon belirlenmiştir. Yutak alanları emisyon alımı artım ve azaltım projeksiyonlarının saptanabilmesi için öncelikle orman alanları emisyon alımı artım ve azaltım projeksiyonları ile diğer yutak alanları emisyon alımı artım ve azaltım projeksiyonları saptanmıştır.

Orman alanları emisyon alımı artım ve azaltım projeksiyonları 1990–2007 yılları arasındaki mevcut CO₂eq orman alanları emisyon alım değerlerinden yararlanılarak bulunan orman alanları emisyon değişim yüzdesi ve Eşitlik 4.3 yardımıyla saptanmıştır. Saptanan CO₂eq orman alanları emisyon alımı artım projeksiyonları Çizelge 5.6’da, azaltım projeksiyonları da Çizelge 5.7’de verilmiştir. Çizelge 5.6 ve Çizelge 5.7’de görüldüğü gibi 1990–2007 yılları arasında mevcut durum verilmiştir. 2007 yılından itibaren her artım ve azaltım oranı için 2020 yılına kadar ki her yıla ait değerler ayrı ayrı hesaplanarak saptanmıştır.

Çizelge 5.6. CO₂eq Orman Alanları Emisyon Alımı Artım Projeksiyonları (Gg)

Yıllar	Artım Oranları										
	%5 Artım	%10 Artım	%20 Artım	%30 Artım	%40 Artım	%50 Artım	%60 Artım	%70 Artım	%80 Artım	%90 Artım	ED _{OR} Artım
1990	44087	44087	44087	44087	44087	44087	44087	44087	44087	44087	44087
1991	45274	45274	45274	45274	45274	45274	45274	45274	45274	45274	45274
1992	45567	45567	45567	45567	45567	45567	45567	45567	45567	45567	45567
1993	45787	45787	45787	45787	45787	45787	45787	45787	45787	45787	45787
1994	46734	46734	46734	46734	46734	46734	46734	46734	46734	46734	46734
1995	46985	46985	46985	46985	46985	46985	46985	46985	46985	46985	46985
1996	47056	47056	47056	47056	47056	47056	47056	47056	47056	47056	47056
1997	49046	49046	49046	49046	49046	49046	49046	49046	49046	49046	49046
1998	49930	49930	49930	49930	49930	49930	49930	49930	49930	49930	49930
1999	50656	50656	50656	50656	50656	50656	50656	50656	50656	50656	50656
2000	50073	50073	50073	50073	50073	50073	50073	50073	50073	50073	50073
2001	52123	52123	52123	52123	52123	52123	52123	52123	52123	52123	52123
2002	51576	51576	51576	51576	51576	51576	51576	51576	51576	51576	51576
2003	52481	52481	52481	52481	52481	52481	52481	52481	52481	52481	52481
2004	52258	52258	52258	52258	52258	52258	52258	52258	52258	52258	52258
2005	51226	51226	51226	51226	51226	51226	51226	51226	51226	51226	51226
2006	51749	51749	51749	51749	51749	51749	51749	51749	51749	51749	51749
2007	52277	52277	52277	52277	52277	52277	52277	52277	52277	52277	52277
OR ₂₀₀₈	52304	52330	52384	52437	52490	52544	52597	52650	52704	52757	52810
OR ₂₀₀₉	52330	52384	52491	52597	52704	52812	52919	53026	53134	53241	53349
OR ₂₀₁₀	52357	52437	52598	52758	52919	53081	53243	53405	53567	53730	53893
OR ₂₀₁₁	52384	52491	52705	52920	53135	53352	53569	53786	54004	54223	54443
OR ₂₀₁₂	52410	52544	52812	53082	53352	53624	53896	54170	54445	54721	54998
OR ₂₀₁₃	52437	52598	52920	53244	53570	53897	54226	54557	54889	55223	55559
OR ₂₀₁₄	52464	52651	53028	53407	53788	54172	54558	54946	55337	55730	56126
OR ₂₀₁₅	52491	52705	53136	53571	54008	54448	54892	55339	55789	56242	56698
OR ₂₀₁₆	52517	52759	53245	53734	54228	54726	55228	55734	56244	56758	57277
OR ₂₀₁₇	52544	52813	53353	53899	54449	55005	55566	56132	56703	57279	57861
OR ₂₀₁₈	52571	52867	53462	54064	54672	55286	55906	56533	57166	57805	58451
OR ₂₀₁₉	52598	52920	53571	54229	54895	55568	56248	56936	57632	58336	59047
OR ₂₀₂₀	52625	52974	53680	54395	55119	55851	56592	57343	58102	58871	59649

Hesaplamalar sonucunda Çizelge 5.6’da da görüldüğü gibi orman alanları emisyon alımları her yıl emisyon değişim yüzdesinin %5’i kadar artışla 13 yılda 348 Gg artarak 52625 Gg’a, %10’u kadar artışla 13 yılda 697 Gg artarak 52974 Gg’a, %20’si kadar artışla 13 yılda 1403 Gg artarak 53680 Gg’a, %30’u kadar artışla 13 yılda 2118 Gg artarak 54395 Gg’a, %40’ı kadar artışla 13 yılda 2842 Gg artarak 55119 Gg’a, %50’si kadar artışla 13 yılda 3574 Gg artarak 55851 Gg’a, %60’ı kadar artışla 13 yılda 4315 Gg artarak 56592 Gg’a, %70’i kadar artışla 13 yılda 5066 Gg artarak 57343 Gg’a, %80’i kadar artışla 13 yılda 5825 Gg artarak 58102 Gg’a, %90’ı kadar artışla 13 yılda 6594 Gg artarak 58871 Gg’a ve %100’ü yani emisyon değişim yüzdesi kadar artışla 13 yılda 7372 Gg artarak 59649 Gg’a yükselmiştir.

Çizelge 5.7. CO₂eq Orman Alanları Emisyon Alımı Azaltım Projeksiyonları (Gg)

Yıllar	Azaltım Oranları										
	%5 Azaltım	%10 Azaltım	%20 Azaltım	%30 Azaltım	%40 Azaltım	%50 Azaltım	%60 Azaltım	%70 Azaltım	%80 Azaltım	%90 Azaltım	ED _{OR} Azaltım
1990	44087	44087	44087	44087	44087	44087	44087	44087	44087	44087	44087
1991	45274	45274	45274	45274	45274	45274	45274	45274	45274	45274	45274
1992	45567	45567	45567	45567	45567	45567	45567	45567	45567	45567	45567
1993	45787	45787	45787	45787	45787	45787	45787	45787	45787	45787	45787
1994	46734	46734	46734	46734	46734	46734	46734	46734	46734	46734	46734
1995	46985	46985	46985	46985	46985	46985	46985	46985	46985	46985	46985
1996	47056	47056	47056	47056	47056	47056	47056	47056	47056	47056	47056
1997	49046	49046	49046	49046	49046	49046	49046	49046	49046	49046	49046
1998	49930	49930	49930	49930	49930	49930	49930	49930	49930	49930	49930
1999	50656	50656	50656	50656	50656	50656	50656	50656	50656	50656	50656
2000	50073	50073	50073	50073	50073	50073	50073	50073	50073	50073	50073
2001	52123	52123	52123	52123	52123	52123	52123	52123	52123	52123	52123
2002	51576	51576	51576	51576	51576	51576	51576	51576	51576	51576	51576
2003	52481	52481	52481	52481	52481	52481	52481	52481	52481	52481	52481
2004	52258	52258	52258	52258	52258	52258	52258	52258	52258	52258	52258
2005	51226	51226	51226	51226	51226	51226	51226	51226	51226	51226	51226
2006	51749	51749	51749	51749	51749	51749	51749	51749	51749	51749	51749
2007	52277	52277	52277	52277	52277	52277	52277	52277	52277	52277	52277
OR ₂₀₀₈	52250	52224	52170	52117	52064	52010	51957	51904	51850	51797	51744
OR ₂₀₀₉	52224	52170	52064	51958	51851	51745	51639	51533	51427	51322	51216
OR ₂₀₁₀	52197	52117	51958	51799	51640	51481	51323	51165	51008	50850	50694
OR ₂₀₁₁	52170	52064	51852	51640	51429	51219	51009	50800	50591	50384	50177
OR ₂₀₁₂	52144	52011	51746	51482	51219	50957	50697	50437	50179	49921	49665
OR ₂₀₁₃	52117	51958	51640	51325	51010	50698	50387	50077	49769	49463	49158
OR ₂₀₁₄	52091	51905	51535	51167	50802	50439	50078	49720	49363	49009	48657
OR ₂₀₁₅	52064	51852	51430	51011	50595	50182	49772	49365	48960	48559	48160
OR ₂₀₁₆	52038	51799	51325	50855	50388	49926	49467	49012	48561	48113	47669
OR ₂₀₁₇	52011	51746	51220	50699	50183	49671	49164	48662	48164	47671	47183
OR ₂₀₁₈	51984	51693	51116	50544	49978	49418	48863	48315	47771	47234	46702
OR ₂₀₁₉	51958	51641	51012	50389	49774	49166	48564	47970	47382	46800	46225
OR ₂₀₂₀	51931	51588	50907	50235	49571	48915	48267	47627	46995	46371	45754

Hesaplamalar sonucunda Çizelge 5.7’de de görüldüğü gibi orman alanları emisyon alımları her yıl emisyon değişim yüzdesinin %5’i kadar azalışla 13 yılda 346 Gg azalarak 51931 Gg’a, %10’u kadar azalışla 13 yılda 689 Gg azalarak 51588 Gg’a, %20’si kadar azalışla 13 yılda 1370 Gg azalarak 50907 Gg’a, %30’u kadar azalışla 13 yılda 2042 Gg azalarak 50235 Gg’a, %40’ı kadar azalışla 13 yılda 2706 Gg azalarak 49571 Gg’a, %50’si kadar azalışla 13 yılda 3362 Gg azalarak 48915 Gg’a, %60’ı kadar azalışla 13 yılda 4010 Gg azalarak 48267 Gg’a, %70’i kadar azalışla 13 yılda 4650 Gg azalarak 47627 Gg’a, %80’i kadar azalışla 13 yılda 5282 Gg azalarak 46995 Gg’a, %90’ı kadar azalışla 13 yılda 5906 Gg azalarak 46371 Gg’a ve %100’ü yani emisyon değişim yüzdesi kadar azalışla 13 yılda 6523 Gg azalarak 45754 Gg’a düşmüştür.

Diğer yutak alanları emisyon alımı artım ve azaltım projeksiyonları 1991–2007 yılları arasındaki mevcut CO₂eq diğer yutak alanları emisyon alım değerlerinden yararlanılarak bulunan diğer yutak alanları emisyon değişim yüzdesi ve Eşitlik 4.3 yardımıyla saptanmıştır. Saptanan CO₂eq diğer yutak alanları emisyon alımı artım projeksiyonları Çizelge 5.8’de, azaltım projeksiyonları da Çizelge 5.9’da verilmiştir. Çizelge 5.8 ve Çizelge 5.9’da görüldüğü gibi 1991–2007 yılları arasında mevcut durum verilmiştir. 2007 yılından itibaren her artım ve azaltım oranı için 2020 yılına kadar ki her yıla ait değerler ayrı ayrı hesaplanarak saptanmıştır.

Çizelge 5.8. CO₂eq Diğer Yutak Alanları Emisyon Alımı Artım Projeksiyonları (Gg)

Yıllar	Artım Oranları										
	%5 Artım	%10 Artım	%20 Artım	%30 Artım	%40 Artım	%50 Artım	%60 Artım	%70 Artım	%80 Artım	%90 Artım	ED _{DYA} Artım
1990	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1991	10280	10280	10280	10280	10280	10280	10280	10280	10280	10280	10280
1992	14126	14126	14126	14126	14126	14126	14126	14126	14126	14126	14126
1993	13350	13350	13350	13350	13350	13350	13350	13350	13350	13350	13350
1994	13709	13709	13709	13709	13709	13709	13709	13709	13709	13709	13709
1995	13728	13728	13728	13728	13728	13728	13728	13728	13728	13728	13728
1996	13984	13984	13984	13984	13984	13984	13984	13984	13984	13984	13984
1997	14016	14016	14016	14016	14016	14016	14016	14016	14016	14016	14016
1998	14330	14330	14330	14330	14330	14330	14330	14330	14330	14330	14330
1999	14343	14343	14343	14343	14343	14343	14343	14343	14343	14343	14343
2000	15563	15563	15563	15563	15563	15563	15563	15563	15563	15563	15563
2001	18508	18508	18508	18508	18508	18508	18508	18508	18508	18508	18508
2002	15632	15632	15632	15632	15632	15632	15632	15632	15632	15632	15632
2003	13475	13475	13475	13475	13475	13475	13475	13475	13475	13475	13475
2004	21193	21193	21193	21193	21193	21193	21193	21193	21193	21193	21193
2005	21176	21176	21176	21176	21176	21176	21176	21176	21176	21176	21176
2006	22810	22810	22810	22810	22810	22810	22810	22810	22810	22810	22810
2007	24472	24472	24472	24472	24472	24472	24472	24472	24472	24472	24472
DYA ₂₀₀₈	24556	24639	24807	24974	25142	25309	25476	25644	25811	25978	26146
DYA ₂₀₀₉	24640	24808	25146	25487	25829	26175	26522	26872	27223	27578	27934
DYA ₂₀₁₀	24724	24978	25490	26010	26536	27070	27610	28158	28713	29275	29845
DYA ₂₀₁₁	24808	25148	25839	26543	27262	27995	28743	29506	30284	31078	31886
DYA ₂₀₁₂	24893	25320	26192	27088	28008	28953	29923	30919	31942	32991	34067
DYA ₂₀₁₃	24978	25494	26551	27644	28774	29943	31151	32400	33689	35022	36398
DYA ₂₀₁₄	25064	25668	26914	28211	29562	30967	32430	33951	35533	37178	38887
DYA ₂₀₁₅	25150	25844	27282	28790	30370	32026	33760	35576	37477	39466	41547
DYA ₂₀₁₆	25236	26020	27655	29381	31201	33122	35146	37280	39528	41896	44389
DYA ₂₀₁₇	25322	26198	28034	29984	32055	34254	36588	39065	41691	44475	47425
DYA ₂₀₁₈	25409	26378	28417	30599	32932	35426	38090	40935	43972	47213	50669
DYA ₂₀₁₉	25495	26558	28806	31227	33833	36637	39653	42895	46378	50119	54135
DYA ₂₀₂₀	25583	26740	29200	31868	34759	37890	41281	44949	48916	53205	57838

Hesaplamalar sonucunda Çizelge 5.8’de de görüldüğü gibi diğer yutak alanları emisyon alımları her yıl emisyon değişim yüzdesinin %5’i kadar artışla 13

yılda 1111 Gg artarak 25583 Gg'a, %10'u kadar artışla 13 yılda 2268 Gg artarak 26740 Gg'a, %20'si kadar artışla 13 yılda 4728 Gg artarak 29200 Gg'a, %30'u kadar artışla 13 yılda 7396 Gg artarak 31868 Gg'a, %40'ı kadar artışla 13 yılda 10287 Gg artarak 34759 Gg'a, %50'si kadar artışla 13 yılda 13418 Gg artarak 37890 Gg'a, %60'ı kadar artışla 13 yılda 16809 Gg artarak 41281 Gg'a, %70'i kadar artışla 13 yılda 20477 Gg artarak 44949 Gg'a, %80'i kadar artışla 13 yılda 24444 Gg artarak 48916 Gg'a, %90'ı kadar artışla 13 yılda 28733 Gg artarak 53205 Gg'a ve %100'ü yani emisyon değişim yüzdesi kadar artışla 13 yılda 33366 Gg artarak 57838 Gg'a yükselmiştir.

Çizelge 5.9. CO₂eq Diğer Yutak Alanları Emisyon Alımı Azaltım Projeksiyonları (Gg)

Yıllar	Azaltım Oranları										
	%5 Azaltım	%10 Azaltım	%20 Azaltım	%30 Azaltım	%40 Azaltım	%50 Azaltım	%60 Azaltım	%70 Azaltım	%80 Azaltım	%90 Azaltım	ED _{DYA} Azaltım
1990	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1991	10280	10280	10280	10280	10280	10280	10280	10280	10280	10280	10280
1992	14126	14126	14126	14126	14126	14126	14126	14126	14126	14126	14126
1993	13350	13350	13350	13350	13350	13350	13350	13350	13350	13350	13350
1994	13709	13709	13709	13709	13709	13709	13709	13709	13709	13709	13709
1995	13728	13728	13728	13728	13728	13728	13728	13728	13728	13728	13728
1996	13984	13984	13984	13984	13984	13984	13984	13984	13984	13984	13984
1997	14016	14016	14016	14016	14016	14016	14016	14016	14016	14016	14016
1998	14330	14330	14330	14330	14330	14330	14330	14330	14330	14330	14330
1999	14343	14343	14343	14343	14343	14343	14343	14343	14343	14343	14343
2000	15563	15563	15563	15563	15563	15563	15563	15563	15563	15563	15563
2001	18508	18508	18508	18508	18508	18508	18508	18508	18508	18508	18508
2002	15632	15632	15632	15632	15632	15632	15632	15632	15632	15632	15632
2003	13475	13475	13475	13475	13475	13475	13475	13475	13475	13475	13475
2004	21193	21193	21193	21193	21193	21193	21193	21193	21193	21193	21193
2005	21176	21176	21176	21176	21176	21176	21176	21176	21176	21176	21176
2006	22810	22810	22810	22810	22810	22810	22810	22810	22810	22810	22810
2007	24472	24472	24472	24472	24472	24472	24472	24472	24472	24472	24472
DYA ₂₀₀₈	24388	24305	24137	23970	23802	23635	23468	23300	23133	22966	22798
DYA ₂₀₀₉	24305	24138	23807	23478	23151	22827	22505	22185	21867	21552	21239
DYA ₂₀₁₀	24222	23973	23481	22996	22518	22046	21581	21122	20670	20225	19786
DYA ₂₀₁₁	24139	23809	23160	22524	21902	21292	20695	20111	19539	18980	18433
DYA ₂₀₁₂	24056	23646	22843	22062	21302	20564	19846	19148	18470	17812	17172
DYA ₂₀₁₃	23974	23485	22531	21609	20720	19861	19031	18231	17460	16715	15997
DYA ₂₀₁₄	23892	23324	22223	21166	20153	19181	18250	17358	16504	15686	14903
DYA ₂₀₁₅	23810	23165	21919	20732	19601	18525	17501	16527	15601	14720	13884
DYA ₂₀₁₆	23729	23006	21619	20306	19065	17892	16783	15736	14747	13814	12934
DYA ₂₀₁₇	23648	22849	21323	19890	18543	17280	16094	14983	13940	12964	12049
DYA ₂₀₁₈	23567	22692	21031	19481	18036	16689	15434	14265	13178	12166	11225
DYA ₂₀₁₉	23486	22537	20744	19082	17543	16118	14800	13582	12456	11417	10457
DYA ₂₀₂₀	23406	22383	20460	18690	17063	15567	14193	12932	11775	10714	9742

Hesaplamalar sonucunda Çizelge 5.9'da da görüldüğü gibi diğer yutak alanları emisyon alımları her yıl emisyon değişim yüzdesinin %5'i kadar azalışla 13 yılda 1066 Gg azalarak 23406 Gg'a, %10'u kadar azalışla 13 yılda 2089 Gg azalarak 22383 Gg'a, %20'si kadar azalışla 13 yılda 4012 Gg azalarak 20460 Gg'a, %30'u kadar azalışla 13 yılda 5782 Gg azalarak 18690 Gg'a, %40'ı kadar azalışla 13 yılda 7409 Gg azalarak 17063 Gg'a, %50'si kadar azalışla 13 yılda 8905 Gg azalarak 15567 Gg'a, %60'ı kadar azalışla 13 yılda 10279 Gg azalarak 14193 Gg'a, %70'i kadar azalışla 13 yılda 11540 Gg azalarak 12932 Gg'a, %80'i kadar azalışla 13 yılda 12697 Gg azalarak 11775 Gg'a, %90'ı kadar azalışla 13 yılda 13758 Gg azalarak 10714 Gg'a ve %100'ü yani emisyon değişim yüzdesi kadar azalışla 13 yılda 14730 Gg azalarak 9742 Gg'a düşmüştür.

Yutak alanları emisyon alımı artım projeksiyonları Eşitlik 4.3'de belirtildiği gibi orman alanları emisyon alımı artım projeksiyonları ve diğer yutak alanları emisyon alımı artım projeksiyonlarının her yıla ve her artım oranına ait verilerinin toplanmasıyla saptanmıştır. Saptanan CO₂eq yutak alanları emisyon alımı artım projeksiyonları Çizelge 5.10'da verilmiştir. Çizelge 5.10'da görüldüğü gibi 1990–2007 yılları arasında mevcut durum verilmiştir. 2007 yılından itibaren her artım oranı için 2020 yılına kadar ki her yıla ait değerler ayrı ayrı hesaplanarak saptanmıştır.

Hesaplamalar sonucunda Çizelge 5.10'da da görüldüğü gibi yutak alanları emisyon alımları her yıl orman alanları ve diğer yutak alanları emisyon değişim yüzdesinin %5'i kadar artışla 13 yılda 1458 Gg artarak 78207 Gg'a, %10'u kadar artışla 13 yılda 2965 Gg artarak 79714 Gg'a, %20'si kadar artışla 13 yılda 6131 Gg artarak 82880 Gg'a, %30'u kadar artışla 13 yılda 9514 Gg artarak 86263 Gg'a, %40'ı kadar artışla 13 yılda 13128 Gg artarak 89877 Gg'a, %50'si kadar artışla 13 yılda 16992 Gg artarak 93741 Gg'a, %60'ı kadar artışla 13 yılda 21124 Gg artarak 97873 Gg'a, %70'i kadar artışla 13 yılda 25543 Gg artarak 102292 Gg'a, %80'i kadar artışla 13 yılda 30270 Gg artarak 107019 Gg'a, %90'ı kadar artışla 13 yılda 35327 Gg artarak 112076 Gg'a ve %100'ü yani emisyon değişim yüzdesi kadar artışla 13 yılda 40738 Gg artarak 117487 Gg'a yükselmiştir.

Çizelge 5.10. CO₂eq Yutak Alanları Emisyon Alımı Artım Projeksiyonları (Gg)

Yıllar	Artım Oranları										
	%5 Artım	%10 Artım	%20 Artım	%30 Artım	%40 Artım	%50 Artım	%60 Artım	%70 Artım	%80 Artım	%90 Artım	ED _{YA} Artım
1990	44087	44087	44087	44087	44087	44087	44087	44087	44087	44087	44087
1991	55554	55554	55554	55554	55554	55554	55554	55554	55554	55554	55554
1992	59693	59693	59693	59693	59693	59693	59693	59693	59693	59693	59693
1993	59137	59137	59137	59137	59137	59137	59137	59137	59137	59137	59137
1994	60443	60443	60443	60443	60443	60443	60443	60443	60443	60443	60443
1995	60713	60713	60713	60713	60713	60713	60713	60713	60713	60713	60713
1996	61040	61040	61040	61040	61040	61040	61040	61040	61040	61040	61040
1997	63062	63062	63062	63062	63062	63062	63062	63062	63062	63062	63062
1998	64260	64260	64260	64260	64260	64260	64260	64260	64260	64260	64260
1999	64999	64999	64999	64999	64999	64999	64999	64999	64999	64999	64999
2000	65636	65636	65636	65636	65636	65636	65636	65636	65636	65636	65636
2001	70631	70631	70631	70631	70631	70631	70631	70631	70631	70631	70631
2002	67208	67208	67208	67208	67208	67208	67208	67208	67208	67208	67208
2003	65956	65956	65956	65956	65956	65956	65956	65956	65956	65956	65956
2004	73451	73451	73451	73451	73451	73451	73451	73451	73451	73451	73451
2005	72402	72402	72402	72402	72402	72402	72402	72402	72402	72402	72402
2006	74559	74559	74559	74559	74559	74559	74559	74559	74559	74559	74559
2007	76749	76749	76749	76749	76749	76749	76749	76749	76749	76749	76749
YA ₂₀₀₈	76859	76970	77190	77411	77632	77853	78073	78294	78515	78735	78956
YA ₂₀₀₉	76970	77192	77637	78084	78534	78987	79441	79898	80357	80819	81283
YA ₂₀₁₀	77081	77415	78088	78768	79456	80151	80853	81563	82280	83005	83738
YA ₂₀₁₁	77192	77639	78544	79463	80398	81347	82312	83292	84289	85301	86329
YA ₂₀₁₂	77304	77865	79005	80170	81360	82577	83819	85089	86387	87712	89065
YA ₂₀₁₃	77416	78091	79471	80888	82344	83840	85377	86956	88579	90245	91957
YA ₂₀₁₄	77528	78319	79942	81618	83350	85139	86988	88897	90870	92908	95013
YA ₂₀₁₅	77640	78549	80418	82361	84378	86475	88652	90915	93266	95708	98245
YA ₂₀₁₆	77753	78779	80900	83115	85430	87848	90374	93014	95772	98654	101665
YA ₂₀₁₇	77866	79011	81387	83883	86505	89259	92154	95197	98394	101754	105286
YA ₂₀₁₈	77980	79244	81879	84663	87604	90711	93996	97468	101138	105018	109120
YA ₂₀₁₉	78093	79478	82377	85456	88728	92205	95901	99831	104010	108455	113182
YA ₂₀₂₀	78207	79714	82880	86263	89877	93741	97873	102292	107019	112076	117487

Yutak alanları emisyon alımı azaltım projeksiyonları Eşitlik 4.3’de de belirtildiği gibi orman alanları emisyon alımı azaltım projeksiyonları ve diğer yutak alanları emisyon alımı azaltım projeksiyonlarının her yıla ve her azaltım oranına ait verilerinin toplanmasıyla saptanmıştır. Saptanan CO₂eq yutak alanları emisyon alımı azaltım projeksiyonları Çizelge 5.11’de verilmiştir. Çizelge 5.11’de görüldüğü gibi 1990–2007 yılları arasında mevcut durum verilmiştir. 2007 yılından itibaren her azaltım oranı için 2020 yılına kadar ki her yıla ait değerler ayrı ayrı hesaplanarak saptanmıştır.

Hesaplamalar sonucunda Çizelge 5.11’de de görüldüğü gibi yutak alanları emisyon alımları her yıl orman alanları ve diğer yutak alanları emisyon değişim

yüzdesinin %5'i kadar azalışla 13 yılda 1412 Gg azalarak 75337 Gg'a, %10'u kadar azalışla 13 yılda 2778 Gg azalarak 73971 Gg'a, %20'si kadar azalışla 13 yılda 5382 Gg azalarak 71367 Gg'a, %30'u kadar azalışla 13 yılda 7824 Gg azalarak 68925 Gg'a, %40'ı kadar azalışla 13 yılda 10115 Gg azalarak 66634 Gg'a, %50'si kadar azalışla 13 yılda 12267 Gg azalarak 64482 Gg'a, %60'ı kadar azalışla 13 yılda 14289 Gg azalarak 62460 Gg'a, %70'i kadar azalışla 13 yılda 16190 Gg azalarak 60559 Gg'a, %80'i kadar azalışla 13 yılda 17979 Gg azalarak 58770 Gg'a, %90'ı kadar azalışla 13 yılda 19664 Gg azalarak 57085 Gg'a ve %100'ü yani emisyon değişim yüzdesi kadar azalışla 13 yılda 21253 Gg azalarak 55496 Gg'a düşmüştür.

Çizelge 5.11. CO₂eq Yutak Alanları Emisyon Alımı Azaltım Projeksiyonları (Gg)

Yıllar	Azaltım Oranları										
	%5 Azaltım	%10 Azaltım	%20 Azaltım	%30 Azaltım	%40 Azaltım	%50 Azaltım	%60 Azaltım	%70 Azaltım	%80 Azaltım	%90 Azaltım	ED _{YA} Azaltım
1990	44087	44087	44087	44087	44087	44087	44087	44087	44087	44087	44087
1991	55554	55554	55554	55554	55554	55554	55554	55554	55554	55554	55554
1992	59693	59693	59693	59693	59693	59693	59693	59693	59693	59693	59693
1993	59137	59137	59137	59137	59137	59137	59137	59137	59137	59137	59137
1994	60443	60443	60443	60443	60443	60443	60443	60443	60443	60443	60443
1995	60713	60713	60713	60713	60713	60713	60713	60713	60713	60713	60713
1996	61040	61040	61040	61040	61040	61040	61040	61040	61040	61040	61040
1997	63062	63062	63062	63062	63062	63062	63062	63062	63062	63062	63062
1998	64260	64260	64260	64260	64260	64260	64260	64260	64260	64260	64260
1999	64999	64999	64999	64999	64999	64999	64999	64999	64999	64999	64999
2000	65636	65636	65636	65636	65636	65636	65636	65636	65636	65636	65636
2001	70631	70631	70631	70631	70631	70631	70631	70631	70631	70631	70631
2002	67208	67208	67208	67208	67208	67208	67208	67208	67208	67208	67208
2003	65956	65956	65956	65956	65956	65956	65956	65956	65956	65956	65956
2004	73451	73451	73451	73451	73451	73451	73451	73451	73451	73451	73451
2005	72402	72402	72402	72402	72402	72402	72402	72402	72402	72402	72402
2006	74559	74559	74559	74559	74559	74559	74559	74559	74559	74559	74559
2007	76749	76749	76749	76749	76749	76749	76749	76749	76749	76749	76749
YA ₂₀₀₈	76639	76528	76308	76087	75866	75645	75425	75204	74983	74763	74542
YA ₂₀₀₉	76529	76309	75871	75436	75003	74572	74144	73718	73294	72873	72455
YA ₂₀₁₀	76419	76090	75439	74795	74158	73527	72904	72288	71678	71075	70480
YA ₂₀₁₁	76309	75873	75012	74164	73331	72511	71704	70911	70131	69364	68609
YA ₂₀₁₂	76200	75657	74589	73544	72522	71521	70543	69585	68649	67733	66837
YA ₂₀₁₃	76091	75443	74171	72934	71730	70558	69418	68308	67229	66178	65155
YA ₂₀₁₄	75983	75229	73758	72333	70955	69620	68329	67078	65867	64695	63560
YA ₂₀₁₅	75874	75016	73348	71743	70196	68707	67273	65892	64561	63279	62044
YA ₂₀₁₆	75767	74805	72944	71161	69453	67818	66250	64748	63308	61927	60603
YA ₂₀₁₇	75659	74595	72543	70589	68726	66951	65259	63645	62105	60635	59232
YA ₂₀₁₈	75551	74386	72147	70025	68014	66107	64297	62580	60949	59400	57927
YA ₂₀₁₉	75444	74178	71755	69471	67317	65284	63365	61552	59838	58217	56683
YA ₂₀₂₀	75337	73971	71367	68925	66634	64482	62460	60559	58770	57085	55496

5.2. 2020 Yılına İlişkin Sera Gazı Azaltım Senaryoları

Senaryolar üretilirken İDÇS ve Kyoto Protokolü'nün hedefleri dikkate alınarak üretilmiştir. Bu kapsamda senaryolar 2020 yılında atmosferdeki net emisyon miktarını, 1990 yılı sera gazı salım seviyesine ve 1990 yılı sera gazı salım seviyesinin %5 ve %15 altına düşürmek, yutak alanların 2020 yılına kadar değişim olmaksızın 2007 yılı seviyesinde kalması ve sera gazlarının azaltılması şartıyla 2020 yılında atmosferdeki net emisyon miktarını 1990 yılı sera gazı salım seviyesine, 1990 yılı sera gazı salım seviyesinin %5 ve %15 altına düşürmek ve son olarak da sera gazlarının 2020 yılına kadar değişim olmaksızın 2007 yılı seviyesinde kalması ve yutak alanların artırılması şartıyla 2020 yılında atmosferdeki net emisyon miktarını 1990 yılı seviyesine, 1990 yılı seviyesinin %5 ve %15 altına düşürmek olmak üzere toplam 5 adet senaryo üretilmiştir.

Senaryolar üretilirken emisyonların artım ve azaltım projeksiyonuna ait 2020 yılı verilerinden yararlanılarak, senaryolara ilişkin altlık veriler üretilmiştir (Çizelge 5.12). Bu veriler üretilirken önce yutak alanlarına ait veriler (-1) ile çarpılmıştır. Sonra sera gazı artım ve azaltım projeksiyonu verileri ile yutak alanları artım ve azaltım projeksiyonları verileri toplanmıştır. Senaryolar üretilirken de alınması gereken **minimum önlem projeksiyonları** dikkate alınmıştır. Minimum önlem projeksiyonlarını bir örnekle açıklarsak; Senaryo 1 kapsamındaki ilk projeksiyon saptanırken, senaryo şartı olan 170060 Gg ya da altındaki ilk değer olan hücre, senaryoya ait ilk projeksiyon olarak belirlenmiştir. Çizelge 5.12 incelendiğinde bu projeksiyon, sera gazlarının %50 azaltılmasıyla birlikte yutak alanların da % 70 arttırılmasıdır. Yutak alanların %80, %90 ve %100, yani emisyon değişim oranı kadar, artırılması da 170060 Gg'ın altındaki bir değer olmasına karşın minimum önlem projeksiyonundan dolayı, senaryo şartını sağlayan ilk hücre projeksiyon olarak belirlenmiştir.

Çizelge 5.12'deki verilerden yararlanılarak Senaryo 1, Senaryo 2 ve Senaryo 3 üretilmiştir. Senaryo 1 kapsamında, 93 adet projeksiyon senaryo şartını sağlamasına karşın, minimum önlem projeksiyonu kapsamında 4 adet projeksiyon saptanmıştır. Senaryo 2 kapsamında da, 81 adet projeksiyon senaryo şartını

sağlamasına karşın, minimum önlem projeksiyonu kapsamında 5 adet projeksiyon saptanmıştır. Senaryo 3 kapsamında ise, 55 adet projeksiyon senaryo şartını sağlamasına karşın, minimum önlem projeksiyonu kapsamında 5 adet projeksiyon saptanmıştır. Çizelge 5.12’de görüldüğü gibi sütunlar sera gazları artım ve azaltım, satırlar da yutak alanları artım ve azaltım olmak üzere matris oluşturulmuştur. Oluşturulan matriste satır ve sütundaki değişim oranına göre 2020 yılına ait projeksiyon verileri birbirleriyle toplanmıştır^{XII}.

Çizelge 5.12. Senaryo Üretimine ait Sera Gazı ve Yutak Alanları Artım ve Azaltım Verileri (Gg)

Projeksiyon 2020	SG %5 azaltım	SG %10 azaltım	SG %20 azaltım	SG %30 azaltım	SG %40 azaltım	SG %50 azaltım	SG %60 azaltım	SG %70 azaltım	SG %80 azaltım	SG %90 azaltım	ED _{SG} azaltım
YA %5 azaltım	285795	274616	253211	233020	213980	196030	179114	163175	148163	134027	120720
YA %10 azaltım	287161	275983	254578	234387	215347	197397	180480	164542	149529	135393	122086
YA %20 azaltım	289765	278587	257181	236990	217950	200001	183084	167145	152133	137997	124690
YA %30 azaltım	292207	281029	259623	239432	220392	202443	185526	169587	154575	140439	127132
YA %40 azaltım	294499	283320	261915	241724	222684	204734	187817	171879	156866	142730	129424
YA %50 azaltım	296650	285472	264067	243876	224836	206886	189969	174031	159018	144882	131575
YA %60 azaltım	298672	287494	266088	245897	226857	208908	191991	176052	161040	146904	133597
YA %70 azaltım	300573	289395	267990	247799	228759	210809	193892	177954	162941	148805	135499
YA %80 azaltım	302363	291184	269779	249588	230548	212598	195681	179743	164730	150594	137288
YA %90 azaltım	304048	292869	271464	251273	232233	214283	197367	181428	166416	152280	138973
ED _{YA} azaltım	305637	294458	273053	252862	233822	215872	198955	183017	168004	153868	140562
YA %5 artım	282925	271747	250341	230150	211110	193161	176244	160305	145293	131157	117850
YA %10 artım	281418	270240	248835	228644	209604	191654	174737	158799	143786	129650	116343
YA %20 artım	278252	267074	245668	225477	206437	188488	171571	155632	140620	126484	113177
YA %30 artım	274870	263691	242286	222095	203055	185105	168188	152250	137237	123101	109795
YA %40 artım	271255	260076	238671	218480	199440	181491	164574	148635	133623	119487	106180
YA %50 artım	267391	256212	234807	214616	195576	177627	160710	144771	129759	115623	102316
YA %60 artım	263260	252081	230676	210485	191445	173495	156578	140640	125627	111491	98185
YA %70 artım	258841	247662	226257	206066	187026	169076	152160	136221	121208	107072	93766
YA %80 artım	254114	242935	221530	201339	182299	164349	147433	131494	116482	102346	89039
YA %90 artım	249057	237878	216473	196282	177242	159292	142376	126437	111424	97288	83982
ED _{YA} artım	243646	232467	211062	190871	171831	153881	136964	121026	106013	91877	78571
Senaryo 1'e ait projeksiyonlar Senaryo 2'e ait projeksiyonlar Senaryo 3'e ait projeksiyonlar											

^{XII} Bir örnekle açıklarsak; Çizelge 5.12’de görülen YA % 10 azaltım, SG %20 azaltımın denk geldiği hücredeki veri oluşturulurken(254578 Gg), yutak alanların %10 azaltım (-73971 Gg) projeksiyonunun 2020 yılı verisi ile sera gazlarının 2020 yılı %20 azaltım projeksiyon verisi (328549 Gg) toplanmıştır.

Çizelge 5.12'nin devamı

Projeksiyon 2020	SG %5 artım	SG %10 artım	SG %20 artım	SG %30 artım	SG %40 artım	SG %50 artım	SG %60 artım	SG %70 artım	SG %80 artım	SG %90 artım	ED _{SG} artım
YA %5 azaltım	309148	321339	346801	373763	402307	432518	464484	498299	534059	571868	611831
YA %10 azaltım	310514	322706	348167	375129	403674	433884	465851	499665	535426	573234	613198
YA %20 azaltım	313118	325310	350771	377733	406277	436488	468455	502269	538030	575838	615802
YA %30 azaltım	315560	327752	353213	380175	408719	438930	470896	504711	540472	578280	618244
YA %40 azaltım	317851	330043	355504	382467	411011	441222	473188	507003	542763	580572	620535
YA %50 azaltım	320003	332195	357656	384618	413163	443374	475340	509154	544915	582723	622687
YA %60 azaltım	322025	334217	359678	386640	415185	445395	477362	511176	546937	584745	624709
YA %70 azaltım	323926	336118	361579	388541	417086	447297	479263	513077	548838	586646	626610
YA %80 azaltım	325715	337907	363368	390331	418875	449086	481052	514866	550627	588435	628399
YA %90 azaltım	327400	339592	365053	392016	420560	450771	482737	516552	552312	590121	630084
ED _{YA} azaltım	328989	341181	366642	393605	422149	452360	484326	518140	553901	591709	631673
YA %5 artım	306278	318470	343931	370893	399437	429648	461614	495429	531190	568998	608962
YA %10 artım	304771	316963	342424	369386	397931	428141	460108	493922	529683	567491	607455
YA %20 artım	301605	313797	339258	366220	394764	424975	456941	490756	526516	564325	604289
YA %30 artım	298222	310414	335875	362838	391382	421593	453559	487374	523134	560943	600906
YA %40 artım	294608	306800	332261	359223	387767	417978	449944	483759	519519	557328	597291
YA %50 artım	290744	302936	328397	355359	383903	414114	446080	479895	515655	553464	593428
YA %60 artım	286612	298804	324265	351228	379772	409983	441949	475763	511524	549332	589296
YA %70 artım	282193	294385	319846	346809	375353	405564	437530	471345	507105	544914	584877
YA %80 artım	277467	289658	315120	342082	370626	400837	432803	466618	502378	540187	580150
YA %90 artım	272409	284601	310062	337025	365569	395780	427746	461561	497321	535130	575093
ED _{YA} artım	266998	279190	304651	331613	360158	390369	422335	456149	491910	529718	569682

Çizelge 5.12’de gerek sera gazlarına, gerekse yutak alanlarına ait her artım ve azaltım değerlerinden 1990 yılı sera gazı salım miktarı olan 170060 Gg değeri ya da altındaki ilk değer Senaryo 1’e ait projeksiyonları, 1990 yılı sera gazı salım miktarının %5 altı olan 161557 Gg değeri ya da altındaki ilk değer senaryo 2’ye ait projeksiyonları, 1990 yılı sera gazı salım miktarının %15 altı olan 144551 Gg değeri ya da altındaki ilk değer de senaryo 3’e ait projeksiyonları oluşturmaktadır.

Çizelge 5.12’de de görüldüğü üzere sera gazlarında artım yapıldığı takdirde yutak alanları emisyon değişim yüzdesi kadar artım olsa bile, 1990 yılı sera gazı salım seviyesine düşüş olmamaktadır.

Senaryo 4'e ait projeksiyonları saptayabilmek için Çizelge 5.13'deki veriler altlık olarak üretilmiştir. Çizelge 5.13'de görüldüğü gibi senaryo şartlarına uyan üç projeksiyon da saptanabilmiştir. Yutak alanları 2007 yılı salım seviyesinde kalsa bile 1990 yılı sera gazı salım seviyesine ulaşabilmek için sera gazlarını emisyon değişim yüzdesinin %70'i kadar azaltmak, 1990 yılı sera gazı salım seviyesinin %5 altına ulaşabilmek için sera gazlarını emisyon değişim yüzdesinin %80'i kadar azaltmak, 1990 yılı sera gazı salım seviyesinin %15 altına ulaşabilmek için sera gazlarını emisyon değişim yüzdesinin %90'ı kadar azaltmak gerekmektedir.

Çizelge 5.13. Senaryo 4 Üretimine ait YA₂₀₀₇ ve Sera Gazı Artım ve Azaltım Verileri (Gg)

Projeksiyon 2020	SG %5 artım	SG %10 artım	SG %20 artım	SG %30 artım	SG %40 artım	SG %50 artım	SG %60 artım	SG %70 artım	SG %80 artım	SG %90 artım	ED _{SG} artım
YA ₂₀₀₇ (-76749)	307736	319928	345389	372351	400896	431107	463073	496887	532648	570456	610420
S4P1 S4P2 S4P3											
YA ₂₀₀₇ (-76749)	284384	273205	251800	231609	212569	194619	177702	161764	146751	132615	119309
	SG %5 azaltım	SG %10 azaltım	SG %20 azaltım	SG %30 azaltım	SG %40 azaltım	SG %50 azaltım	SG %60 azaltım	SG %70 azaltım	SG %80 azaltım	SG %90 azaltım	ED _{SG} azaltım

Senaryo 5'e ait projeksiyonları saptayabilmek için Çizelge 5.14'deki veriler altlık olarak üretilmiştir.

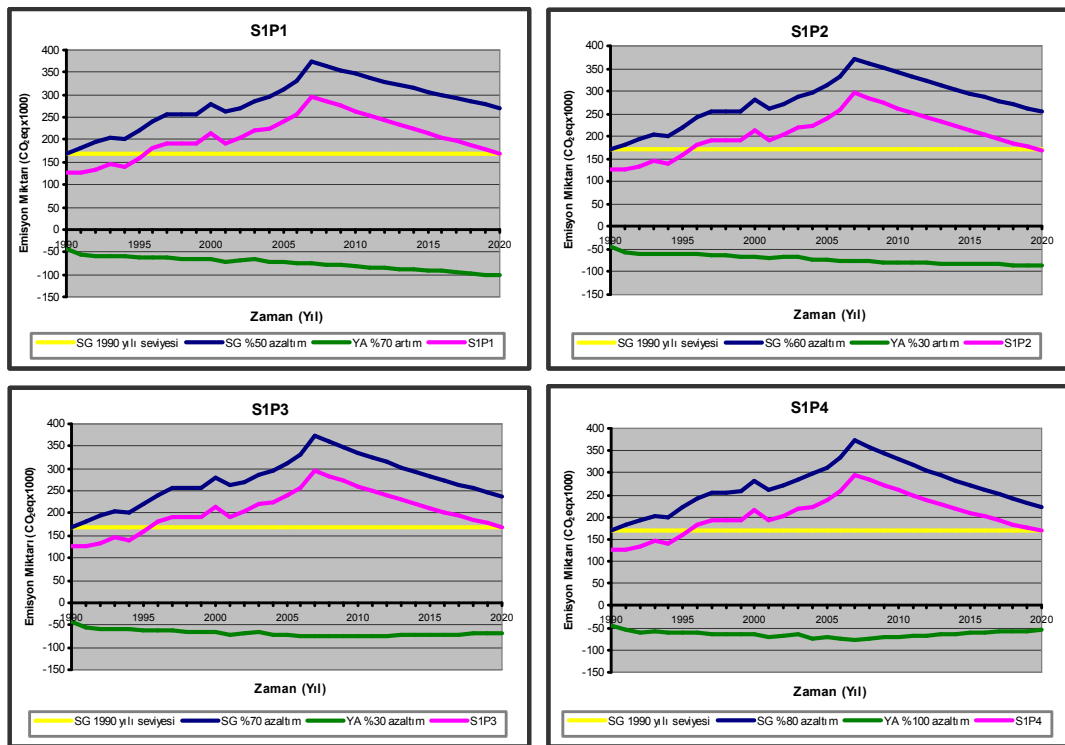
Çizelge 5.14. Senaryo 5 Üretimine ait SG₂₀₀₇ ve Yutak Alanları Artım ve Azaltım Verileri (Gg)

Projeksiyon 2020	YA %5 artım	YA %10 artım	YA %20 artım	YA %30 artım	YA %40 artım	YA %50 artım	YA %60 artım	YA %70 artım	YA %80 artım	YA %90 artım	ED _{YA} artım
SG ₂₀₀₇ (372640)	294433	292926	289760	286377	282763	278899	274767	270348	265621	260564	255153
SG ₂₀₀₇ (372640)	297303	298669	301273	303715	306006	308158	310180	312081	313870	315555	317144
	YA %5 azaltım	YA %10 azaltım	YA %20 azaltım	YA %30 azaltım	YA %40 azaltım	YA %50 azaltım	YA %60 azaltım	YA %70 azaltım	YA %80 azaltım	YA %90 azaltım	ED _{YA} azaltım

Çizelge 5.14'de görüldüğü gibi senaryo şartlarına uyan herhangi bir projeksiyon saptanamamıştır. Bu durumda, iklim değişikliği ile mücadelede sadece yutak alanların etkinliğinin ya da alansal artışının yapılmasıyla, emisyon değişim yüzdesi kadar artışın olmasının bile yeterli olmadığını göstermektedir.

5.2.1. Senaryo 1

Senaryo 1 (S1)'in temel şartı Eşitlik 4.4'de belirtildiği gibi 2020 yılında atmosferdeki net CO₂eq sera gazı emisyon miktarının, 1990 yılı sera gazı salım seviyesine (170060 Gg) ya da altına düşürülmesidir. Bu kapsamda Senaryo 1'e ait 4 adet projeksiyon saptanmıştır. Bu projeksiyonlara ilişkin grafiksel gösterimler de Şekil 5.1'de verilmiştir.



Şekil 5.1. Senaryo 1'e ait Projeksiyonlar

S1P1'de görüldüğü üzere 2020 yılında atmosferdeki net emisyon miktarını 1990 yılı sera gazı salım seviyesine (170060 Gg) ya da altına düşürmek için mevcut sera gazı salımını günümüzden 2020 yılına kadar her yıl %50 azaltmak (271368 Gg) ve mevcut yutak alanları emisyon alımını da günümüzden 2020 yılına kadar %70 artırmak (-102292 Gg) gerekmektedir. Bu senaryoya ait projeksiyona ilişkin önlemler alındığı takdirde 2020 yılında atmosferdeki net emisyon miktarı 169076 Gg olacaktır.

S1P2’de görüldüğü üzere 2020 yılında atmosferdeki net emisyon miktarını 1990 yılı sera gazı salım seviyesine (170060 Gg) ya da altına düşürmek için mevcut sera gazı salımını günümüzden 2020 yılına kadar her yıl %60 azaltmak (254451 Gg) ve mevcut yutak alanları emisyon alımını da günümüzden 2020 yılına kadar %30 artırmak (-86263 Gg) gerekmektedir. Bu senaryoya ait projeksiyona ilişkin önlemler alındığı takdirde 2020 yılında atmosferdeki net emisyon miktarı 168188 Gg olacaktır.

S1P3’de görüldüğü üzere 2020 yılında atmosferdeki net emisyon miktarını 1990 yılı sera gazı salım seviyesine (170060 Gg) ya da altına düşürmek için mevcut sera gazı salımını günümüzden 2020 yılına kadar her yıl %70 azaltmak (238513 Gg) ve mevcut yutak alanları emisyon alımı da günümüzden 2020 yılına kadar %30 azaltılsa (-68925 Gg) bile 2020 yılında atmosferdeki net emisyon miktarı 169587 Gg olacaktır.

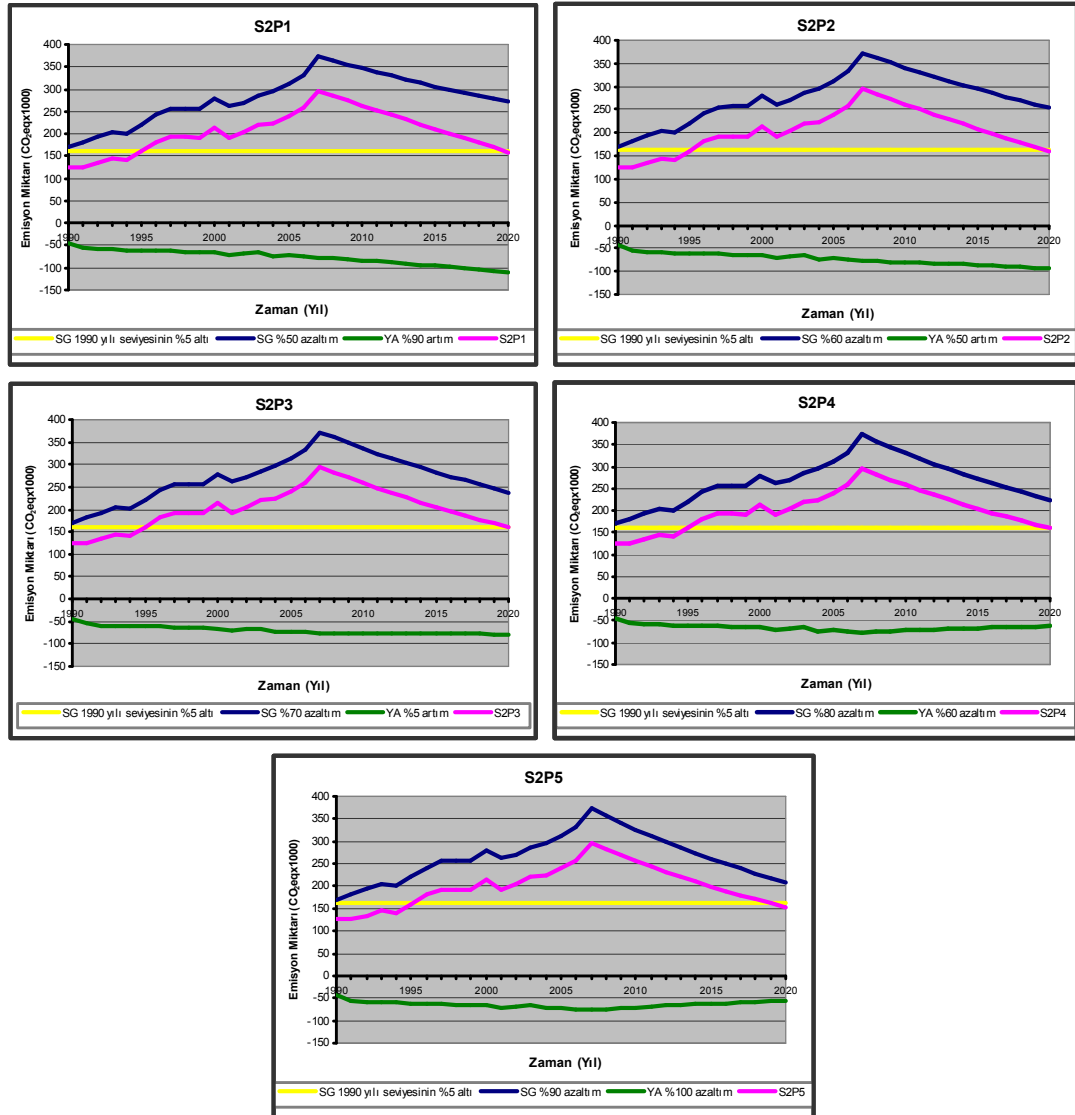
S1P4’de görüldüğü üzere 2020 yılında atmosferdeki net emisyon miktarını 1990 yılı sera gazı salım seviyesine (170060 Gg) ya da altına düşürmek için mevcut sera gazı salımını günümüzden 2020 yılına kadar her yıl %80 azaltmak (223500 Gg) ve mevcut yutak alanları emisyon alımı da günümüzden 2020 yılına kadar %100 azaltılsa (-55496 Gg) bile 2020 yılında atmosferdeki net emisyon miktarı 168004 Gg olacaktır.

5.2.2. Senaryo 2

Senaryo 2 (S2)’nin temel şartı Eşitlik 4.5’de verildiği gibi 2020 yılında atmosferdeki net CO₂eq sera gazı emisyon miktarının 1990 yılı sera gazı salım seviyesinin %5 altına (161557 Gg) düşürülmesidir. Bu kapsamda Senaryo 2’ye ait 5 adet projeksiyon üretilmiştir. Bu projeksiyonlara ilişkin grafiksel gösterimler de Şekil 5.2’de verilmiştir.

S2P1’de görüldüğü üzere 2020 yılında atmosferdeki net emisyon miktarını 1990 yılı sera gazı salım seviyesinin %5 altına (161557 Gg) düşürmek için mevcut sera gazı salımını günümüzden 2020 yılına kadar her yıl %50 azaltmak (271368 Gg) ve mevcut yutak alanları emisyon alımını da günümüzden 2020 yılına kadar %90 artırmak (-112076 Gg) gerekmektedir. Bu senaryoya ait projeksiyona ilişkin

önlemler alındığı takdirde 2020 yılında atmosferdeki net emisyon miktarı 159292 Gg olacaktır.



Şekil 5.2. Senaryo 2'ye ait Projeksiyonlar

S2P2'de görüldüğü üzere 2020 yılında atmosferdeki net emisyon miktarını 1990 yılı sera gazı salım seviyesinin %5 altına (161557 Gg) düşürmek için mevcut sera gazı salımını günümüzden 2020 yılına kadar her yıl %60 azaltmak (254451 Gg) ve mevcut yutak alanları emisyon alımını da günümüzden 2020 yılına kadar %50 artırmak (-93741Gg) gerekmektedir. Bu senaryoya ait projeksiyona ilişkin önlemler alındığı takdirde 2020 yılında atmosferdeki net emisyon miktarı 160710 Gg olacaktır.

S2P3’de görüldüğü üzere 2020 yılında atmosferdeki net emisyon miktarını 1990 yılı sera gazı salım seviyesinin %5 altına (161557 Gg) düşürmek için mevcut sera gazı salımını günümüzden 2020 yılına kadar her yıl %70 azaltmak (238513 Gg) ve mevcut yutak alanları emisyon alımını da günümüzden 2020 yılına kadar %5 artırmak (-78207 Gg) gerekmektedir. Bu senaryoya ait projeksiyona ilişkin önlemler alındığı takdirde 2020 yılında atmosferdeki net emisyon miktarı 160305 Gg olacaktır.

S2P4’de görüldüğü üzere 2020 yılında atmosferdeki net emisyon miktarını 1990 yılı sera gazı salım seviyesinin %5 altına (161557 Gg) düşürmek için mevcut sera gazı salımını günümüzden 2020 yılına kadar her yıl %80 azaltmak (223500 Gg) ve mevcut yutak alanları emisyon alımı da günümüzden 2020 yılına kadar %60 azaltılrsa (-62460 Gg) bile 2020 yılında atmosferdeki net emisyon miktarı 161040 Gg olacaktır.

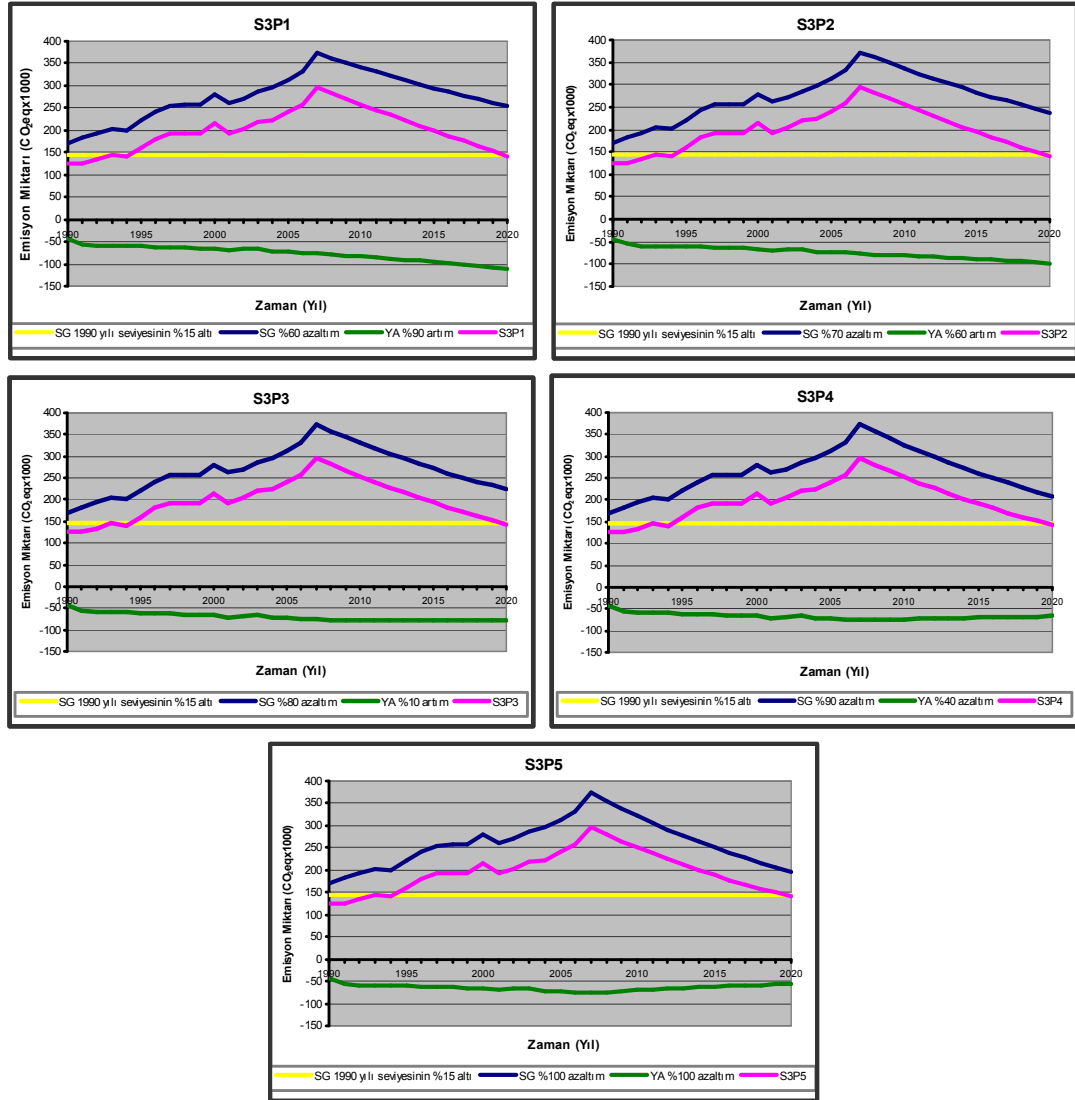
S2P5’de görüldüğü üzere 2020 yılında atmosferdeki net emisyon miktarını 1990 yılı sera gazı salım seviyesinin %5 altına (161557 Gg) düşürmek için mevcut sera gazı salımını günümüzden 2020 yılına kadar her yıl %90 azaltmak (209364 Gg) ve mevcut yutak alanları emisyon alımı da günümüzden 2020 yılına kadar %100 azaltılrsa (-55496 Gg) bile 2020 yılında atmosferdeki net emisyon miktarı 153868 Gg olacaktır.

5.2.3. Senaryo 3

Senaryo 3 (S3)’ün temel şartı Eşitlik 4.6’da verildiği gibi 2020 yılında atmosferdeki net CO₂eq sera gazı emisyon miktarının 1990 yılı sera gazı salım seviyesinin %15 altına (144551 Gg) düşürülmesidir. Bu kapsamda Senaryo 3’e ait 5 adet projeksiyon üretilmiştir. Bu projeksiyonlara ilişkin grafiksel gösterimler de Şekil 5.3’de verilmiştir.

S3P1’de görüldüğü üzere 2020 yılında atmosferdeki net emisyon miktarını 1990 yılı sera gazı salım seviyesinin %15 altına (144551 Gg) düşürmek için mevcut sera gazı salımını günümüzden 2020 yılına kadar her yıl %60 azaltmak (254451 Gg) ve mevcut yutak alanları emisyon alımını da günümüzden 2020 yılına kadar %90 artırmak (-112076 Gg) gerekmektedir. Bu senaryoya ait projeksiyona ilişkin

önlemler alındığı takdirde 2020 yılında atmosferdeki net emisyon miktarı 142376 Gg olacaktır.



Şekil 5.3. Senaryo 3'e ait Projeksiyonlar

S3P2'de görüldüğü üzere 2020 yılında atmosferdeki net emisyon miktarını 1990 yılı sera gazı salım seviyesinin %15 altına (144551 Gg) düşürmek için mevcut sera gazı salımını günümüzden 2020 yılına kadar her yıl %70 azaltmak (238513 Gg) ve mevcut yutak alanları emisyon alımını da günümüzden 2020 yılına kadar %60 artırmak (-97873 Gg) gerekmektedir. Bu senaryoya ait projeksiyona ilişkin önlemler alındığı takdirde 2020 yılında atmosferdeki net emisyon miktarı 140640 Gg olacaktır.

S3P3’de görüldüğü üzere 2020 yılında atmosferdeki net emisyon miktarını 1990 yılı sera gazı salım seviyesinin %15 altına (144551 Gg) düşürmek için mevcut sera gazı salımını günümüzden 2020 yılına kadar her yıl %80 azaltmak (223500 Gg) ve mevcut yutak alanları emisyon alımını da günümüzden 2020 yılına kadar %10 artırmak (-79714 Gg) gerekmektedir. Bu senaryoya ait projeksiyona ilişkin önlemler alındığı taktirde 2020 yılında atmosferdeki net emisyon miktarı 143786 Gg olacaktır.

S3P4’de görüldüğü üzere 2020 yılında atmosferdeki net emisyon miktarını 1990 yılı sera gazı salım seviyesinin %15 altına (144551 Gg) düşürmek için mevcut sera gazı salımını günümüzden 2020 yılına kadar her yıl %90 azaltmak (209364 Gg) ve mevcut yutak alanları emisyon alımı da günümüzden 2020 yılına kadar %40 azaltılrsa (-66634 Gg) bile 2020 yılında atmosferdeki net emisyon miktarı 142730 Gg olacaktır.

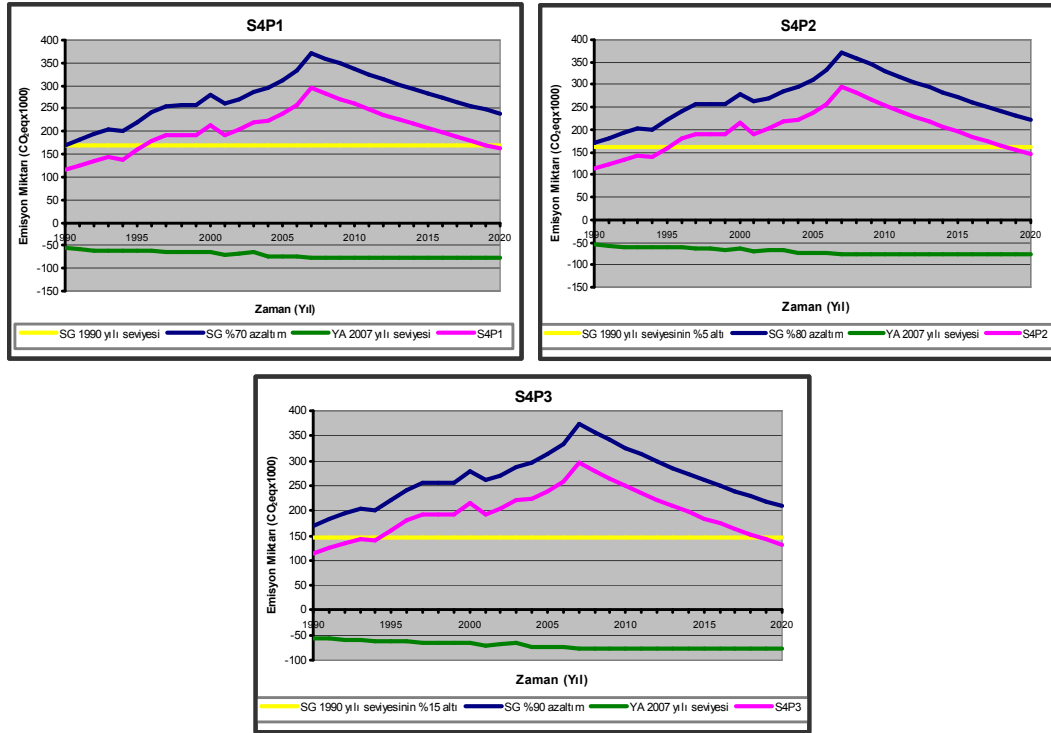
S3P5’de görüldüğü üzere 2020 yılında atmosferdeki net emisyon miktarını 1990 yılı sera gazı salım seviyesinin %15 altına (144551 Gg) düşürmek için mevcut sera gazı salımını günümüzden 2020 yılına kadar her yıl %100 azaltmak (196058 Gg) ve mevcut yutak alanları emisyon alımı da günümüzden 2020 yılına kadar %100 azaltılrsa (-55496 Gg) bile 2020 yılında atmosferdeki net emisyon miktarı 140562 Gg olacaktır.

5.2.4. Senaryo 4

Senaryo 4 (S4)’ün temel şartı Eşitlik 4.7’de verildiği gibi yutak alanların 2020 yılına kadar değişim olmaksızın 2007 yılı seviyesinde kalması şartıyla 2020 yılında atmosferdeki net emisyon miktarını 1990 yılı sera gazı salım seviyesine (170060 Gg), 1990 yılı sera gazı salım seviyesinin %5 (161557 Gg) ve %15 (144551 Gg) altına düşürülmesidir. Bu kapsamda Senaryo 4’e ait 3 adet projeksiyon üretilmiştir. Bu projeksiyonlara ilişkin grafiksel gösterimler de Şekil 5.4’de verilmiştir.

S4P1’de görüldüğü üzere 2020 yılında atmosferdeki net emisyon miktarını 1990 yılı sera gazı salım sevisine (170.060 Gg) ya da altına düşürmek için mevcut yutak alanları emisyon alımı günümüzden 2020 yılına kadar 2007 yılı seviyesinde (-

76749 Gg) tutulduğunda, mevcut sera gazı salımını günümüzden 2020 yılına kadar her yıl %70 azaltmak (238513 Gg) gerekmektedir. Bu senaryoya ait projeksiyona ilişkin önlemler alındığı takdirde 2020 yılında atmosferdeki net emisyon miktarı 161764 Gg olacaktır.



Şekil 5.4. Senaryo 4'e ait Projeksiyonlar

S4P2'de görüldüğü üzere 2020 yılında atmosferdeki net emisyon miktarını 1990 yılı sera gazı salım seviyesinin %5 altına (161557 Gg) düşürmek için mevcut yutak alanları emisyon alımı günümüzden 2020 yılına kadar 2007 yılı seviyesinde (-76749 Gg) tutulduğunda, mevcut sera gazı salımını günümüzden 2020 yılına kadar her yıl %80 azaltmak (223500 Gg) gerekmektedir. Bu senaryoya ait projeksiyona ilişkin önlemler alındığı takdirde 2020 yılında atmosferdeki net emisyon miktarı 146751 Gg olacaktır.

S4P3'de görüldüğü üzere 2020 yılında atmosferdeki net emisyon miktarını 1990 yılı sera gazı salım seviyesinin %15 altına (144.551 Gg) düşürmek için mevcut yutak alanları emisyon alımı günümüzden 2020 yılına kadar 2007 yılı seviyesinde (-76749 Gg) tutulduğunda, mevcut sera gazı salımını günümüzden 2020 yılına kadar

her yıl %90 azaltmak (209364 Gg) gerekmektedir. Bu senaryoya ait projeksiyona ilişkin önlemler alındığı takdirde 2020 yılında atmosferdeki net emisyon miktarı 132615 Gg olacaktır.

5.2.5. Senaryo 5

Senaryo 5 (S5)'in temel şartı Eşitlik 4.8'de verildiği gibi sera gazlarının 2020 yılına kadar değişim olmaksızın 2007 yılı seviyesinde kalması şartıyla 2020 yılında atmosferdeki net emisyon miktarını 1990 yılı seviyesine (170060 Gg), 1990 yılı seviyesinin %5 (161557 Gg) ve %15 (144551 Gg) altına düşürülmesidir. Senaryo 5, senaryolar belirlenirken öngörülmüştür, fakat Senaryo 5'e ait herhangi bir projeksiyon üretilmemiştir. Bu durumda, iklim değişikliği ile mücadelede, sera gazlarına ilişkin önlem alınmaksızın, sadece yutak alanların etkinliğinin ya da alansal artışının yapılmasının yeterli olmadığını açıkça göstermektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

İklim sisteminde günümüze kadar doğal nedenlerden dolayı belirli periyotlarda değişimler yaşanmıştır. Fakat günümüzde yaşanan iklim değişikliği doğal iklim değişikliğinin sınırlarını aşmıştır. Özellikle sera gazlarının atmosferdeki konsantrasyonlarının artması, bu değişimin temel nedenin insan faktörü olduğunu, yani insan etkinlikleri sonucunda meydana geldiğini açıkça göstermektedir. Türkiye'nin de atmosfere salmış olduğu sera gazlarında görüldüğü gibi atmosferde konsantrasyonu en fazla artan sera gazı, karbondioksittir ve bu gazın atmosfere salımına en fazla sebep olan sektör de enerji sektörüdür.

Yutak alanları ile ilgili çalışmalar ülkemizde yeterli düzeyde değildir. Özellikle IPCC metodolojisine göre hesaplamaları yapabilmek için yeterli altlık veri bulunmamaktadır. Yutak alanları tarafından karbon tutunumuna ilişkin yapılan hesaplamalarda, her yutak alanı için bütün karbon havuzlarında hesaplamaların yapılamadığı görülmektedir. Özellikle arazi değişimine ilişkin verinin olmayışı da bu kapsamdaki hesaplamaların yapılamamasına neden olmuştur.

Orman alanlarında toprak havuzunda bulunan karbon tutunumu, veri yetersizliğinden dolayı hesaplara dâhil edilmemiştir. Oysa ki, orman alanlarındaki toprakta tutulan karbon miktarı, biyokütledekinden daha fazladır (Bkz. Sayfa 28, Çizelge 2.8). Bu nedenle Türkiye ormanlarının net karbon alım miktarının saptanabilmesi için araştırmaların yapılması ve tüm ülke toprakları için de, Tolunay ve Çömez (2007)'inde önerdiği gibi "Türkiye Toprak Bilgi Sistemi"nin kurulması gerekmektedir.

Tarım alanlarında ise, tek yıllık bitkiler hasat edilene kadar atmosferden almış oldukları sera gazlarını, hasat edildikten sonra tekrar atmosfere saldığı için nötr olarak kabul edilmiştir. Toprak yüzeyinden derine doğru inildikçe karbon miktarı azalmaktadır. Koçyiğit (2008)'inde belirttiği gibi karasal ekosistemde toprağın 1m'lik kısmında depolanan organik karbon miktarı, bitkilerin yapısındaki karbondan 2,5 kat, atmosferdekenden ise yaklaşık 2 kat fazladır. Özellikle toprağın ilk 8cm'lik kısmında önemli miktarda karbon depolanmaktadır. Bu nedenle atmosferdeki CO₂ konsantrasyonunun yeniden dengelenebilmesi için tarımsal faaliyetlerde minimum

toprak işleme ya da işlemez tarım yöntemlerinin yapılmasıyla, tek yıllık bitkilerde hesaplamalara dâhil edilebilir.

Sulak alanlarda da, ülkemizde turba üretimi gibi işletilen bir sulak alan olmadığı için hesaplamalar, sadece taşkın arazisine dönüşen topraklarda yapılmıştır. Oysaki sulak alanlarda turba üretimi yapılarak, bu alanlar tarafından tutulan karbonda hesaplamalara dâhil edilebilir.

Yerleşim alanlarında ise karbon tutunumu, kentsel arazilerdeki yeşil alanlar tarafından yapıldığı için bu arazilerde sadece ağaçlar dikkate alınarak karbon tutunumu hesaplanmıştır. Oysaki yerleşim alanlarında, kentsel açık yeşil alanlardaki çim vb. yer örtücülerle ilgili araştırmalar yapılarak, bu alanlar tarafından tutulan karbonda hesaplamalara dâhil edilebilir.

Yutak alanların karbon tutunumuna ilişkin hesaplamaların IPCC metodolojisine göre yapılmasının tek nedeni uluslararası arenada bütün ülkelerin bildirimlerinin tutarlı, doğru ve şeffaf olabilmesi ile birlikte kıyaslanabilir nitelikte olmasıdır. Oysaki gerçek karbon ölçümleri Şaylan (2007)'inde belirttiği gibi karbon akı yöntemiyle ölçülmektedir. Fakat bu yöntem için kullanılan alet ve ekipmanların çok pahalı olması, ilgili ölçümlerin yapılamamasına ve ülkelerin ekonomik nedenlerinden dolayı da kısa sürede bildirimlerini hazırlayamamasına neden olacağı için birçok ülke tarafından tercih edilmemektedir. Bu nedenle ülkemizin de tercih etmiş olduğu IPCC metodolojisine göre yutak alanlara ilişkin hesaplamaların tam olarak yapılabilmesi için; öncelikle her bir yutak alana ait düzenli veri bankası oluşturulmalı, hatta coğrafi bilgi sistemleri temelinde konumsal arazi sınıflandırmaları yapılmalıdır. Düzenli veri bankasının oluşturulmasıyla birlikte Türkiye'nin özel şartları da, özellikle yeryüzü şekillerinin çok kısa mesafelerde bile değişkenlik gösterdiği de, dikkate alınarak modeller geliştirilmelidir.

Çalışmada mevcut sera gazı ve yutak alanları verilerinden yararlanarak projeksiyon ve senaryo üretebilmek için temel matematiksel yöntemlere dayalı geliştirilen modelin de, geliştirilmesi gerekmektedir. Özellikle yutak alanlarına ilişkin hesaplamalar, uzun vadede yapıldığı zaman tutarsız sonuçlar çıkabilir. Çünkü yutak alanların belirli bir doygunluğu olduğu için model, bu doygunlukta dikkate alınarak geliştirilmelidir. Örneğin ormanlar için Gürcü ve Eker (2009)'inde belirttiği

gibi 40 yıllık idare süresinden sonra karbon tutunumu azalarak devam etmektedir. Bu durumda, geliştirilen model orman alanlarına uygulandığında 40 yıllık idare süresi için tutarlı tahminler üretirken, 40. yıldan sonrası için tutarsız tahminler üretecektir. Zira, sera gazlarına da uzun vadeli tahmin yapılacaksa, sera gazlarının atmosferik süreçleri dikkate alınarak model geliştirilmelidir.

Çalışmada kısa vadeli, yani 13 yıllık bir süreç için projeksiyonlar üretildiğinden dolayı, geliştirilen model uygulanabilir niteliktedir. Bu modelin Türkiye'nin atmosfere salmış olduğu sera gazlarına uygulanmasıyla 2020 yılında; emisyon değişim yüzdesi kadar artış olursa **687169 Gg**, yani 13 yıllık sürede 2007 yılı sera gazı salım miktarından 314529 Gg fazla olacağı, emisyon değişim yüzdesi kadar azalış olursa da **196058 Gg**, yani 13 yıllık sürede 2007 yılı sera gazı salım miktarından 176582 Gg az olacağı saptanmıştır.

Çalışmada kullanılan model, yutak alanlarından ilk olarak orman alanlarına uygulanmasıyla 2020 yılında; emisyon değişim yüzdesi kadar artış olursa **59649 Gg**, yani 13 yıllık sürede 2007 yılı orman alanları emisyon alım miktarından 7372 Gg fazla olacağı, emisyon değişim yüzdesi kadar azalış olursa da **45754 Gg**, yani 13 yıllık sürede 2007 yılı orman alanları emisyon alım miktarından 6523 Gg az olacağı saptanmıştır.

Modelin diğer yutak alanlarına uygulanmasıyla 2020 yılında; emisyon değişim yüzdesi kadar artış olursa **57838 Gg**, yani 13 yıllık sürede 2007 yılı diğer yutak alanları emisyon alım miktarından 33366 Gg fazla olacağı, emisyon değişim yüzdesi kadar azalış olursa da **9742 Gg**, yani 13 yıllık sürede 2007 yılı diğer yutak alanları emisyon alım miktarından 14730 Gg az olacağı saptanmıştır.

Orman alanları emisyon alımına Khan (2010) tarafından trend analizi tekniği uygulanmış ve 2020 yılında orman alanları tarafından atmosferden alınan emisyon miktarı **61395 Gg** olarak saptanmıştır. Bu çalışmada kullanılan modele göre de, **59649 Gg** olarak saptanmıştır. Sonuçların çok yakın bir değer olması da, çalışmada kullanılan bu yeni modelin uygulanabilirliğini güçlendirmektedir. Aynı zamanda farklı oranlar doğrultusunda hesaplamalar yapılabilmesi de, çalışmada kullanılan modeli üstün kılmaktadır. Örneğin, trend analizi tekniği ile belirli periyottaki verilerden yararlanarak geçmişe ya da geleceğe yönelik tek bir sonuç üretilirken,

çalışmada kullanılan model ile farklı artım ve azaltım oranı doğrultusunda birden fazla sonuç üretilebilmektedir.

Araştırma bulgularında da görüldüğü üzere **sera gazı emisyon salımını 2020 yılında, 1990 yılı sera gazı emisyon salım seviyesi 170060 Gg'a düşürebilmek için** S1P1, S1P2, S1P3, S1P4 ve S4P1 olmak üzere 5 farklı önlem projeksiyonu saptanmıştır. Bu önlem projeksiyonlarının gerçekleştirilmesi için 2008 yılından itibaren her yıl;

- Sera gazlarını %50 azaltmak ve yutak alanları %70 artırmak (S1P1),
- Sera gazlarını %60 azaltmak ve yutak alanları %30 artırmak (S1P2),
- Sera gazlarını %70 azaltmak ve yutak alanları %30 azaltmak (S1P3),
- Sera gazlarını %80 azaltmak ve yutak alanları %100 azaltmak (S1P4),
- Yutak alanları 2007 yılı seviyesinde kalmak üzere sera gazlarını %70 azaltmak (S4P1) yeterli olmaktadır.

Sera gazı emisyon salımını 2020 yılında, 1990 yılı sera gazı emisyon salım seviyesinin %5 altına 161557 Gg'a düşürebilmek için S2P1, S2P2, S2P3, S2P4, S2P5 ve S4P2 olmak üzere 6 farklı önlem projeksiyonu saptanmıştır. Bu önlem projeksiyonlarının gerçekleştirilmesi için 2008 yılından itibaren her yıl;

- Sera gazlarını %50 azaltmak ve yutak alanları %90 artırmak (S2P1),
- Sera gazlarını %60 azaltmak ve yutak alanları %50 artırmak (S2P2),
- Sera gazlarını %70 azaltmak ve yutak alanları %5 artırmak (S2P3),
- Sera gazlarını %80 azaltmak ve yutak alanları %60 azaltmak (S2P4),
- Sera gazlarını %90 azaltmak ve yutak alanları %100 azaltmak (S2P5),
- Yutak alanları 2007 yılı seviyesinde kalmak üzere sera gazlarını %80 azaltmak (S4P2) yeterli olmaktadır.

Sera gazı emisyon salımını 2020 yılında, 1990 yılı sera gazı emisyon salım seviyesinin %15 altına 144551 Gg'a düşürebilmek için S3P1, S3P2, S3P3, S3P4, S3P5 ve S4P3 olmak üzere 6 farklı önlem projeksiyonu saptanmıştır. Bu önlem projeksiyonlarının gerçekleştirilmesi için 2008 yılından itibaren her yıl;

- Sera gazlarını %60 azaltmak ve yutak alanları %90 artırmak (S3P1),
- Sera gazlarını %70 azaltmak ve yutak alanları %60 artırmak (S3P2),

- Sera gazlarını %80 azaltmak ve yutak alanları %10 artırmak (S3P3),
- Sera gazlarını %90 azaltmak ve yutak alanları %40 azaltmak (S3P4),
- Sera gazlarını %100 azaltmak ve yutak alanları %100 azaltmak (S3P5),
- Yutak alanları 2007 yılı seviyesinde kalmak üzere sera gazlarını %90 azaltmak (S4P3) yeterli olmaktadır.

Senaryolara ait önlem projeksiyonlarında da görüldüğü üzere sadece yutak alanları gerek alansal olarak, gerekse mevcut durumunun etkinliğini artırmak atmosferdeki sera gazı miktarını 2020 yılında, 1990 yılı sera gazı salım seviyesine ya da altına düşürmekte yeterli olmamaktadır. Bununla birlikte sera gazlarının salımını azaltıcı önlemlerin de alınması gerekmektedir. Bu bağlamda sera gazlarının salımını azaltmak için Türkeş (2003)'inde belirttiği gibi sektörel bazda önlemler alınmalıdır. Özellikle sera gazlarının atmosfere salımına en fazla neden olan enerji sektöründe, alternatif enerji kaynaklarının temin edilmesi ve karbondioksitin daha atmosfere salınmadan kaynağında yapılacak müdahalelerle fiziksel olarak uzaklaştırılması gerekmektedir. Bu ve buna benzer önlemler alınana kadarki süreçte de, yutak alanları zaman kazandırıcı ve tamamlayıcı bir faktör olmaktadır. Özellikle atmosferdeki karbondioksiti tüketmeleri ve bağladıkları karbonu uzun süre bünyelerinde tutmaları açısından en önemli yutak alanı olan ormanların; mevcut durumunun iyileştirilmesi, devamlılığının sağlanması ve etkinliğinin artırılması ile birlikte yeni orman alanlarının tesis edilmesiyle iklim değişikliğinin etkileri geciktirilebilir.

Yeni orman alanları hızlı gelişen ve kısa sürede daha fazla karbon tutunumuna olanak tanıyan bitkilerle tesis edilebilir, fakat bu işlem yapılırken çok dikkatli olunmalıdır. Çünkü bu türler içinde bulunduğumuz yüzyıl içerisinde çözümün bir parçası olurken, bir sonraki yüzyılda baskın duruma geçerek başta biyolojik çeşitliliğin azalması vb. sorunların bir parçası olabilir.

Yutak alanları tarafından tutulan karbonun miktarı kadar, yönetimi de önemlidir. Zengin ve ark. (2007)'nın da belirttiği gibi karbonun yönetiminde karbon bağlama, karbon koruma ve karbon ikamesi gibi önemli üç ana strateji vardır. Karbon bağlama kapsamında, mevcut yutak alanlarının durumunun iyileştirilmesi ve geliştirilmesiyle karbon havuzlarındaki birikim artırılabilir. Karbon koruma kapsamında da, yutak alanları tarafından depolanan karbonun alınacak bazı önlemler

ile salımı önlenebilir ya da geciktirilebilir. Karbon ikamesi kapsamında ise, fosil yakıtların yerine kullanılabilecek biyoyakıt ve enerji ormanlarının kullanılmasıyla atmosferdeki sera gazı miktarı azaltılabilir.

Türkiye'nin halen gelişmekte olan ve nüfusu sürekli artan bir ülke olması nedeniyle artan nüfusun gereksinimleri karşılanırken, yutak alanları koruma-kullanma dengesi gözetilmeden amacı dışında kullanılarak tahrip edilmektedir. Oysaki bu ve buna benzer kullanımların sonucunda, atmosferdeki karbon alımı azaltılmasına karşın salımı artış göstermektedir. Bu nedenledir ki, doğal kaynakların sınırsız olmadığı ve yanlış kullanımların ya da amacı dışında kullanılmasının bugün için belki de sorun teşkil etmeyeceği ama gelecek nesiller için geri dönüşü olmayan sorunlar teşkil edeceği konusunda toplum bilgilendirilmelidir.

Küresel bir sorun olan iklim değişikliğiyle mücadelede diğer tüm ülkeler gibi Türkiye'de üzerine düşen sorumluluğu gerçekleştirmesi için sera gazı salımını azaltıcı teknolojileri geliştirene kadar, bir an önce IPCC metodolojisine olanak tanıyacak şekilde düzenli veri bankasını oluşturmalı ve ülkeye özgü modeller geliştirerek hesaplara dâhil edilemeyen karbon havuzlarındaki karbon tutunumlarını da dâhil etmelidir.

KAYNAKLAR

- ANONİM, 2008a. “Küresel Isınmanın Nedenleri”, <http://www.gsl.gsu.edu.tr/gwp/tr/cause/index.html> (Erişim tarihi: 26.10.2008)
- ANONİM, 2008b. “Güneş”, Vikipedi Özgür Ansiklopedi, http://tr.wikipedia.org/wiki/G%C3%BCne%C5%9F#G.C3.BCne.C5.9F_lekeleri_ve_g.C3.BCne.C5.9F_lekesi_d.C3.B6ng.C3.BCs.C3.BC (Erişim tarihi: 20.07.2009)
- ANONİM, 2010. “Geleceğin Türkiye Kadastro Üzerine Bir Tanımlama Notu”, [www.hkmo.org.tr/resimler/ekler/Y7SM_12a3c9878efae8_ek.doc?tipi=14&sube=](http://www.hkmo.org.tr/resimler/ekler/Y7SM_12a3c9878efae8_ek.doc?tipi=14&sube=mera) mera alanlarına ilişkin kadastro uygulaması ne zaman yapıldı (Erişim tarihi: 25.11.2010)
- ARIKAN, Y. ve ÖZSOY, Y., 2008. A’dan Z’ye İklim Değişikliği Başucu Rehberi. Bölgesel Çevre Merkezi – REC Türkiye, Tuna Matbaacılık San. ve Tic. AŞ, Ankara. ISBN: 978 – 975 – 6180 – 31 – 0
- http://www.rec.org.tr/files/iklim/Basucu_Rehberi.pdf (Erişim tarihi: 20.07.2009)
- ASAN, Ü. 1995. Global İklim Değişimi ve Türkiye Ormanlarında karbon Birikimi. İ.Ü.Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Sayı 1-2, s. 23-38.
- ASAN, Ü. 2006. Karbon Havuzu Olarak Bitki Ekosistemleri ve Ormanlar. Bilim ve Ütopya Dergisi, Sayı 139, s.22-26.
- ASAN, Ü. 2007. Küresel Isınma ve Ormanların Rolü. Mühendislikte, Mimarlıkta ve Planlamada Ölçü Dergisi TMMOB Yayınları (Eylül 2007), s.121-125
- BABUŞ, D., 2005. Küresel Isınma Sorununun Uluslar arası Çevre Politikası İçerisinde İrdelenmesi ve Türkiye’nin Yeri. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı - Yüksek Lisans Tezi, 210s.
- BAYÇELEBİ, S. ve DEMİR, M., 2009. “Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Bilimsel ve Teknolojik Danışma Yardımcı Organı (SBSTA -30) ile Uygulama Yardımcı Organı (SBI -30), Sözleşme Altında Uzun Dönemli İşbirliği Geçici Çalışma Grubu (AWG-LCA -6) ve Kyoto Protokolü Ek-1 Ülkeleri İlave Taahhütler Geçici Çalışma Grubu (AWG-KP -8) Müzakereleri Yurtdışı Görev Raporu”, (01 – 12 Haziran 2009) Bonn-Almanya.

<http://www.ogm.gov.tr/iklim/dokuman.htm> (Erişim tarihi: 15.07.2009)

ÇEVRE VE ORMAN BAKANLIĞI, 2004. Türkiye Çevre Atlası. Çevre ve Orman Bakanlığı ÇED ve Planlama Daire Başkanlığı, Çevre Envanteri Dairesi, Ankara, 457s.

ÇEVRE VE ORMAN BAKANLIĞI, 2006a. Arazi Kullanımı, Arazi Kullanım Değişikliği ve Ormancılık Çalışma Grubu Raporu. İklim Değişikliği Koordinasyon Kurulu, Çevre ve Orman Bakanlığı Araştırma ve Geliştirme Dairesi Başkanlığı, Ankara, 124s.

ÇEVRE VE ORMAN BAKANLIĞI, 2006b. Orman Varlığımız. Çevre ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü, Ankara. 159s.

ÇEVRE VE ORMAN BAKANLIĞI, 2007a. Türkiye Çevre Durum Raporu, Çevresel Etki Değerlendirmesi ve Planlama Genel Müdürlüğü Çevre Envanteri Dairesi Başkanlığı, Yayın No: 5, Görsel Matbaacılık, Ankara. ISBN: 978-605-393-005-1. 539s.

ÇEVRE VE ORMAN BAKANLIĞI, 2007b. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Türkiye İklim Değişikliği Birinci Ulusal Bildirimi (G. APAK ve B. UBAY editör). Çevre ve Orman Bakanlığı, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ankara, 274s.

<http://www.dmi.gov.tr/FILES/iklim/ulusalbildirimtr.pdf>, (Erişim tarihi: 15.12.2008)

ÇEVRE VE ORMAN BAKANLIĞI, 2008. İklim Değişikliği ve Yapılan Çalışmalar. Çevre ve Orman Bakanlığı (Ekim-2008), 101s.

http://iklim.cob.gov.tr/iklim/Files/eKutuphane/iklim_Ekim_2008%5B1%5D.pdf

(Erişim tarihi: 15.06.2009)

ÇEVRE VE ORMAN BAKANLIĞI, 2009. Arazi Kullanımı, Arazi Kullanım Değişikliği ve Ormancılık Çalışma Grubu Raporu. Çevre ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü, Ankara, 124s.

http://www.ogm.gov.tr/dokumanlar/akakdo_310309.doc (Erişim tarihi: 20.04.2009)

DOĞAN, P., 2007. İklim Değişikliği'nde Türkiye'nin İlk Adımları. Çevre ve Orman Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, (17 Mayıs 2007) Gazi Üniversitesi-Ankara. 44s.

<http://www.bitem.gazi.edu.tr/pdf/iklimturkiye.pdf> (Erişim tarihi: 20.07.2009)

- DPT (Devlet Planlama Teşkilatı), 2001. Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Ormancılık Özel İhtisas Komisyonu Raporu. DPT: 2531. ÖİK: 547, ISBN:975-19-2555 – X, Ankara, 539s.
- FİELD, C.B., LOBELL, D.B., PETERS, H.A. ve CHIARIELLO, N.R., 2007. Feedbacks of Terrestrial Ecosystems to Climate Change. Annual Review of Environment and Resource. vol. 32:1–29.
<http://arjournals.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev.energy.32.053006.141119> (Erişim tarihi: 10.07.2008)
- FİLİNTE, H.M., 2007. Yaklaşan Küresel İklim Krizi. Yeni İnsan Yayınları- Ekoloji Dizisi, ISBN: 9786050001068, 239s.
- GÖRÜCÜ, Ö. ve EKER, Ö., 2009. Kahramanmaraş Ayvalı Baraj Havzasında Karbon Emisyonu ve Ekonomisi Üzerine Araştırmalar. II. Ormancılıkta Sosyo-Ekonomik Sorunlar Kongresi, (19-21 Şubat 2009) SDÜ, Isparta, s.3-12.
<http://sablon.sdu.edu.tr/fakulteler/orman/ormis/bildiriler/1.pdf> (Erişim tarihi: 10.09.2010)
- IPCC, 1996. Climate Change 1995: The Science of Climate Change. Contribution of Working Group I to the Second Assessment Report of Intergovernmental Panel on Climate Change (Houghton., J.T., L.G. Meira Filho, B.A. Callander, N. Haris, A. Kattenberg, and K. Maskell (eds.)). Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 572 p.
- IPCC, 2001. Climate Change 2001: The Scientific Basis- Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (Houghton, J. T., et al., eds.) Cambridge University Press, Cambridge.
- IPCC, 2003. Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry. Institute for Global Environmental Strategies (IGES) for the IPCC, IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme Technical Support Unit, Kanagawa/Japan, ISBN 4-88788-003-0.
http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpplulucf/gpplulucf_contents.html (Erişim tarihi: 25.10.2008)

- KADIOĞLU, M., 2001. Bildiğiniz Havaaların Sonu, Küresel İklim Değişimi ve Türkiye. Kitap Matbaası, Güncel Yayıncılık, İstanbul. ISBN: 975-8621-08-4.
- KANBER, R., KAPUR, B., ÜNLÜ, M., TEKİN S. ve KOÇ, D.L., 2008. İklim Değişiminin Tarımsal Üretim Sistemleri Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesine Yönelik Yeni Bir Yaklaşım: ICCAP Projesi. TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi 1. Cilt, s:83-94, Mattek Matbaacılık.
- <http://www.e-kutuphane.imo.org.tr/pdf/10917.pdf> (Erişim tarihi: 22.11.2010)
- KAYHAN, 2008. Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Çevre ve Orman Bakanlığı.
- <http://www.dmi.gov.tr/FILES/iklim/kureseliklimdegisimiveturkiye.pdf> (Erişim tarihi: 30.05.2009)
- KHAN, M.A.A., 2010. Türkiye'nin Ormancılık Sektörü ve Karbon Piyasası Raporu. Preparing Turkey For The POST-2012 Projesi, Revizyon No:2, Ağustos 2010.
- [http://iklim.cob.gov.tr/iklim/Files/Raporlar/Türkiye'nin%20Ormancilik%20Sektörü%20ve%20Karbon%20Piyasasi%20RaporuAgustos%202010\).pdf](http://iklim.cob.gov.tr/iklim/Files/Raporlar/Türkiye'nin%20Ormancilik%20Sektörü%20ve%20Karbon%20Piyasasi%20RaporuAgustos%202010).pdf) (Erişim tarihi: 06.09.2010)
- KIRIŞ, R. ve KARADEMİR, H., 2007. Türkiye Orman Varlığı ve Ormanların İklim Değişikliğindeki Yeri (A. ÖZTOPAL ve Z. ŞEN editör). I. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi TİKDEK 2007 Bildiri Kitabı, (11–13 Nisan 2007) İTÜ Maslak Kampüsü - Kültür ve Sanat Birliği Kampusu, İstanbul, s.194–202.
- KOÇYİĞİT, R., 2008. Karasal Ekosistemde Karbon Yönetimi ve Önemi. GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi, 25 (1), Tokat, s.81-85.
- MATTHEWS, R. ve ROBERTSON, K., 2005. Answers to ten frequently asked questions about bioenergy, carbon sinks and their role in global climate change. Second Edition. IEA Bioenergy Task 38. Joanneum Research Forschungsgesellschaft mbH. Steyrergasse 17. 8010 Graz, Austria. (Çeviren: Hidayet Karakurt).

- ÖZGÜR, H., 1992. Kent Ormancılığı ve Yeşil Kuşaklar. Ekoloji, Çevre Dergisi, Haziran, 3:30–35.
<http://www.ekolojidergisi.com.tr/resimler/3-7.pdf> (Erişim tarihi: 05.09.2008)
- ÖZTÜRK, K., 2002. Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye’ye Olası Etkileri. G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 22:47-65.
<http://www.gefad.gazi.edu.tr/window/dosyapdf/2002/1/2002-1-47-65-5kemalczterk.pdf> (Erişim tarihi: 30.05.2009)
- ÖZTÜRK, M., 2008a. “Küresel Isınma ve Yapılması Gerekenler”,
http://www.mozturk.net/content_images/KureselIsinmaveEtkileri.pdf
(Erişim tarihi: 06.11.2008)
- ÖZTÜRK, M., 2008b. “2012 Sonrası Uluslararası İklim Değişikliği Rejimi Kurgusunda Türkiye’nin Seçenekleri”, Ankara.
http://www.mozturk.net/Upload//2012%20sonr%5B1%5D_.pdf (Erişim tarihi: 16.09.2010)
- PAUSTIAN, K., ANDREN, O., JANZEN, H.H., LAL, R., SMITH, P., TIAN, G., TIESSEN, H., VAN NOORDWIJK M. ve WOORNER, P.L., 1997. Agricultural soils as a sink to mitigate CO2 emissions. Soil Use and Management (1997) 13:230-244.
<http://www3.interscience.wiley.com/cgi-in/fulltext/119153873/PDFSTART> (Erişim tarihi: 10.07.2009)
- SCHUMAN, G.E., JANZEN, H.H. ve HERRICK, J.E., 2001. Soil carbon dynamics and potential carbon sequestration by rangelands. Environmental Pollution vol. 116 (2002):391–396.
http://www.sciencedirect.com/science?_ob=MImg&_imagekey=B6VB5-44JYXWH-6-1&_cdi=5917&_user=613195&_orig=search&_coverDate=03%2F31%2F2002&_sk=998.839.996&view=c&wchp=dGLzVzz-zSkzV&md5=18b387ccd615e59b3456b020db2d6f64&ie=/sdarticle.pdf (Erişim tarihi: 10.07.2009)
- ŞAHİN, M., 2007. İklim Değişikliği ve Türkiye. Çevre ve Orman Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü (24 Kasım 2007), TOBB-Ankara.

- file:///C:/Documents%20and%20Settings/Nihat/Desktop/NK_ARA%20RAPOR%20CALISMALARI_SON/Mustafa%20SAHiNiklim%20degisikligi%20veTurkiye-TOBB.ppt#619,1,Slayt 1 (Erişim tarihi: 20.07.2009)
- ŞAYLAN, L., 2007. Ekosistemin CO₂ Değişiminin Belirlenmesi (A. ÖZTOPAL ve Z. ŞEN editör). I. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi TİKDEK 2007 Bildiri Kitabı, (11–13 Nisan 2007) İTÜ Maslak Kampüsü - Kùltür ve Sanat Birliği Kampusu, İstanbul, s.54-63.
- TBMM, 2008. “Kùresel Isınmanın Etkileri ve Su Kaynaklarının Sùrdùrùlebilir Yönetimi Konusunda Kurulan (10/1,4,5,7,9,10,11,13,14,15,16,17) Esas Numaralı Meclis Araştırması Komisyonu Raporu”, http://www.mozturk.net/content_images/raporrr.rar (Erişim tarihi: 06.11.2008)
- TOLUNAY, D. ve ÇÖMEZ, A., 2007. Orman Topraklarında Karbon Depolanması ve Türkiye’deki Durum. Kùresel İklim Değişimi ve Su Sorunlarının Çözümünde Ormanlar (13-14 Aralık 2007), İstanbul, s:97-108.
- TOLUNAY, D. ve ÇÖMEZ, A. 2008. Türkiye Ormanlarında Toprak ve Ölü Örtüde Depolanmış Organik Karbon Miktarları. Hava Kirliliği ve Kontrolü Ulusal Sempozyumu 2008 (22-25 Ekim 2008), Hatay.
- TUİK, 2009a. “Seragazı emisyonları (milyon ton CO₂ eşdeğeri)”, 1990 - 2007, Çevre İstatistikleri, http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=4078&tb_id=2 (Erişim tarihi:17.07.2009)
- TUİK, 2009b. Sektörlere göre toplam seragazı emisyonları (milyon ton CO₂ eşdeğeri), 1990 – 2007, Çevre İstatistikleri. http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=4078&tb_id=1 (17.07.2009 tarihinde erişilmiştir).
- TUİK, 2009c. “Tarım ve Orman Alanları”, Tarım İstatistikleri, http://www.tuik.gov.tr/PreIstatistikTablo.do?istab_id=53 (Erişim tarihi: 25.17.2008)
- TÜRKEŞ, M., SÜMER, U. M. ve ÇETİNER, G., 2000. Kùresel İklim Değişikliği ve Olası Etkileri. Çevre Bakanlığı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği

- Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları, (13 Nisan 2000, İstanbul Sanayi Odası), ÇKÖK Genel Müdürlüğü, Ankara, s.7-24.
- <http://www.dmi.gov.tr/2006/iklim/files/iklimetkileri.pdf>, (Erişim tarihi: 26.10.2008)
- TÜRKES, M., 2001. Küresel İklimin Korunması, İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve Türkiye. Tesisat Mühendisliği, TBMMO Makine Mühendisleri Odası, Süreli Teknik Yayın 61:14-29.
- TÜRKES, M., 2003. Sera gazı salımlarının azaltılması için sürdürülebilir teknolojik ve davranışsal seçenekler (Sustainable technological and behavioral options for reducing of greenhouse gas emissions). V. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi: Çevre Bilim ve Teknoloji Küresellesmenin Yansımaları, Bildiriler Kitabı, Ankara, s.267-285.
- <http://www.meteor.gov.tr/2006/iklim/files/SeraGaziSalim.pdf> (Erişim tarihi: 22.10.2008)
- TÜRKES, M. ve KILIÇ, G. 2004. Avrupa Birliği'nin iklim değişikliği politikaları ve önlemleri (European Union Policies and Measures on Climate Change). Çevre, Bilim ve Teknoloji, Teknik Dergi, 2: 35-52.
- TÜRKES, M., 2007. Küresel İklim Değişikliği Nedir? Temel Kavramlar, Nedenleri, Gözlenen Ve Öngörülen Değişiklikler (A. ÖZTOPAL ve Z. ŞEN editör). I. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi TİKDEK 2007 Bildiri Kitabı, (11-13 Nisan 2007) İTÜ Maslak Kampüsü - Kültür ve Sanat Birliği Kampüsü, İstanbul, s.38-54.
- UNFCCC, 1992. United Nations Framework Convention on Climate Change. FCCC/INFORMAL/84, GE.05-62220 (E) 200705. United Nations.
- <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf> (Erişim tarihi: 15.03.2009)
- UNFCCC, 1998. "Kyoto Protocol to The United Nations Framework Convention On Climate Change. United Nations", <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf> (Erişim tarihi: 15.03.2009)
- UZMEN, R., 2007. Küresel Isınma ve İklim Değişikliği İnsanlığı Bekleyen Büyük Felaket mi?. Özener Matbaası, Bilge Yayıncılık, Yayın no: 221, İstanbul. ISBN: 978-9944-425-21-4.

- ÜNAL, N., 2007. “Barut”, <http://www.kimyasanal.net/konugoster.php?yazi=t348zmxykk> (Erişim tarihi: 23.04.2008)
- YÖRÜK, İ., GÜLGÜN, B. ve TÜRKYILMAZ, B., 2005. Akhisar İlçesi Kentsel Alan Kullanım Değişiminin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Sayı: 42(3):171-182, ISSN: 1018-8851.
<http://155.223.83.252/edergiziraat/2005/s3/171-182.pdf> (Erişim tarihi: 25.10.2008)
- YUNUSOĞLU EROĞLU, A., 2007. <http://www.mersin.edu.tr/icerik.php?hid=569> (Erişim tarihi: 28.04.2008)
- YÜCEL, M. ve ÇOLAKKADIOĞLU, D., 2009. Savaşın Çevresel Etkileri. Ç.Ü.Z.F. Dergisi, 22 (4):81-90.
- YÜCEL, M., ASLANBOĞA, İ. ve KORKUT, A., 2008. Peyzaj Mimarlığı Terimleri Sözlüğü. TMMOB Peyzaj Mimarları Odası Yayınları: 2008/3, Ankara, ISBN: 978-9944-89-542-2.
- ZENGİN, H., ASAN, Ü., ÖZKAN, U.Y. ve SAĞLAM, S., 2007. Küresel İklim Değişiminin Geciktirilmesinde Karasal Ekosistemlerin ve Özellikle Ormanların Rolü ve Önemi İle Türkiye’deki Durum. Dernek Sempozyumu.

ÖZGEÇMİŞ

1979 yılında Hizan’da doğdu. İlkokul öğrenimini Boztahta Karalar İlkokulu ve Yunus Emre İlkokulu’nda, ortaokul öğrenimini Osmaniye Merkez Ortaokulu ve Yunus Emre İlköğretim Okulu’nda, lise öğrenimini de Osmaniye Atatürk Lisesi ve Çukurova Lisesi’nde tamamlayıp, 1998 yılında Selçuk Üniversitesi Akören Ali Rıza Ercan Meslek Yüksekokulu Bilgisayar Destekli Tasarım Bölümü’ne, 2000 yılında Anadolu Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme Bölümü’ne, 2001 yılında Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü’ne, 2003 yılında Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü’ne, 2005 yılında tekrar Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü’ne girdi. 2007 yılında mezun oldu ve aynı yıl Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı’nda yüksek lisans öğrenimime başladı.

EK LİSTESİ

EK I : DOĞRUDAN ETKİ GÖSTEREN SERA GAZLARI

EK II : BİRLEŞMİŞ MİLLETLER İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ ÇERÇEVE
SÖZLEŞMESİ VE KYOTO PROTOKOLÜ

EK III : GELİŞTİRİLEN METODOLOJİNİN ÖRNEK UYGULAMASI

EK I DOĞRUDAN ETKİ GÖSTEREN SERA GAZLARI

Sera etkisi oluşumunda doğrudan etki göstererek iklim değişikliği sorununa neden olan gazlar ise, karbondioksit, metan, diazotmonoksit, kloroflorokarbon-11 ve kloroflorokarbon-12'dir. Bu gazlarla ilgili özet bilgiler aşağıda verilmiştir.

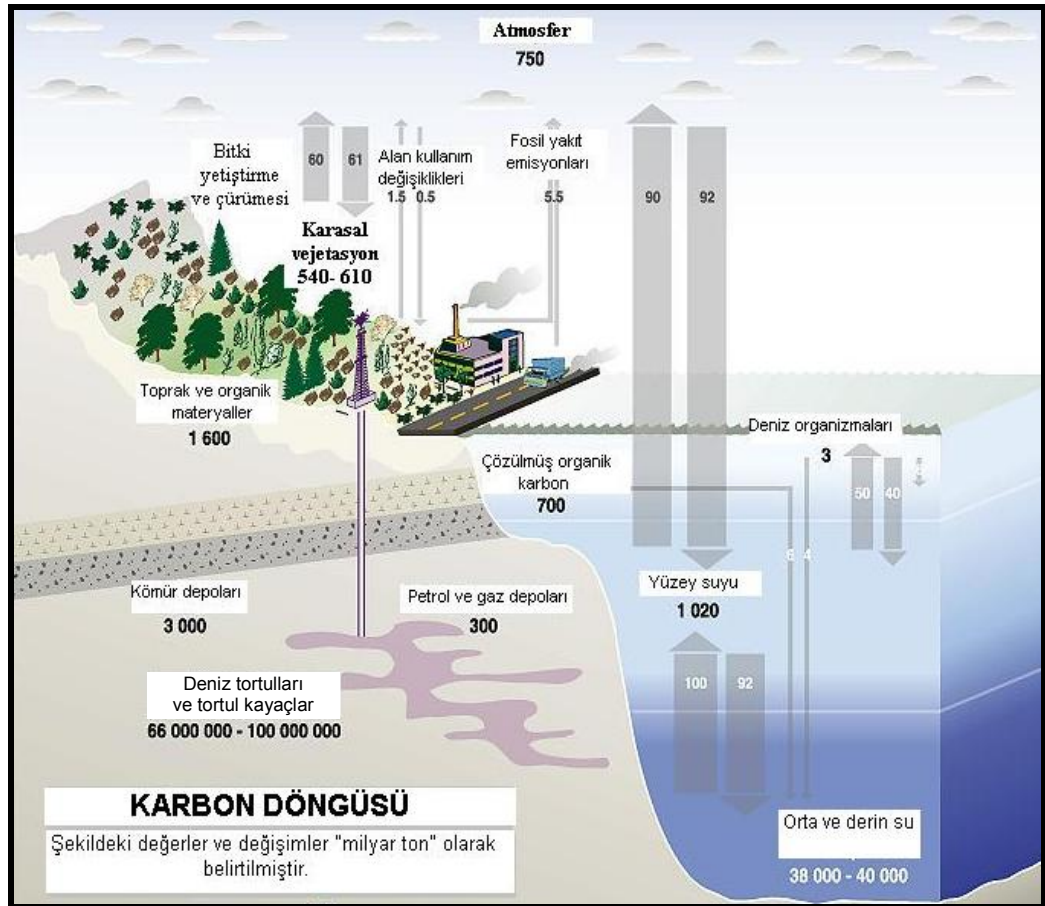
Karbondioksit (CO₂): Küresel iklim değişikliğinin atmosferde bulunan karbondioksit ve diğer gazların oranının değişmesiyle ilgili tahmini ilk olarak, İsveçli kimyacı Svante Arrhenius ortaya atmıştır. Arrhenius, 1895 yılında Stockholm Fizik Derneği'nde sunduğu bildiride "Yeryüzündeki ortalama sıcaklık eninde sonunda, atmosferde bulunan ısı yutucu gazların varlığı ile etkilenir mi?" sorusuna cevap aramıştır. Sorunun cevabını ararken de, "Atmosferdeki karbondioksit gazı oranı iki katına çıkarsa küresel iklim bundan etkilenir." diye bir sonuca varmıştır. Arrhenius'un saptamış olduğu bu bulgu yüzyıllar boyunca konuyla ilgili bütün bilim adamlarının dikkatini çekmiştir (Uzmen, 2007).

Günümüzde karbondioksitin iklim değişikliğindeki etkisi birçok bilim adamı tarafından kabul edilmektedir. Kabul edilen hususlar ise Uzmen (2007)'nin de belirttiği gibi;

- Karbondioksit gazının dünyadan yayımlanan kızılaltı ışıınımları (ısı) için iyi bir tutucu veya yutucu madde olması,
- Karbondioksit gazının atmosferdeki oranı değiştikçe, dünyadaki ortalama sıcaklığın da etkilendiği,
- Diğer bazı sera gazları gibi karbondioksitin atmosferdeki oranının, diğer olayların yanı sıra insan faaliyetleri ile de önemli ölçüde değişebilmesi gibi olgulardır.

Karbondioksitin, iklim değişikliğindeki önemini anlayabilmek için öncelikle doğadaki karbon döngüsünü incelemek gerekmektedir. Tüm canlılar, karbon içerikli bileşikler olan organik moleküllerden oluşmaktadır. Karbonun değişim havuzu ise, atmosferdir ve hareket ettiği başlıca 3 depo bulunmaktadır. Bunlar Şekil II.1'de de görüldüğü gibi **atmosfer**, **karasal ekosistemler** ve **okyanuslardır** (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2006a).

Atmosfer, karbon döngüsünde en önemli rolü oynamaktadır. Çünkü atmosferdeki karbondioksit karasal besin zincirine fotosentez yoluyla, yani bitkiler aracılığıyla girmektedir ve bitkiler tarafından alınan karbonun bir kısmı solunum yoluyla yeniden atmosfere geri dönerken, bir kısmı da bitki dokularının yapımında kullanılmaktadır. Daha sonra da, otçulların bitkileri yemesiyle besin zincirinde ilerlemekte ya da bitkinin ölmesiyle ayrıştırıcılara geçmektedir. Hayvanlar ve ayrıştırıcılar ise, karbonu solunum yoluyla tekrar karbondioksit olarak atmosfere salmaktadırlar. Bir kısmı da ayrılarak toprağın bir parçası olmaktadır. Toprağın parçası olan karbonların bir kısmı da uzun bir süreçten sonra sıkışarak petrol ve kömür gibi fosil yakıtı dönüşmektedir (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2006a).

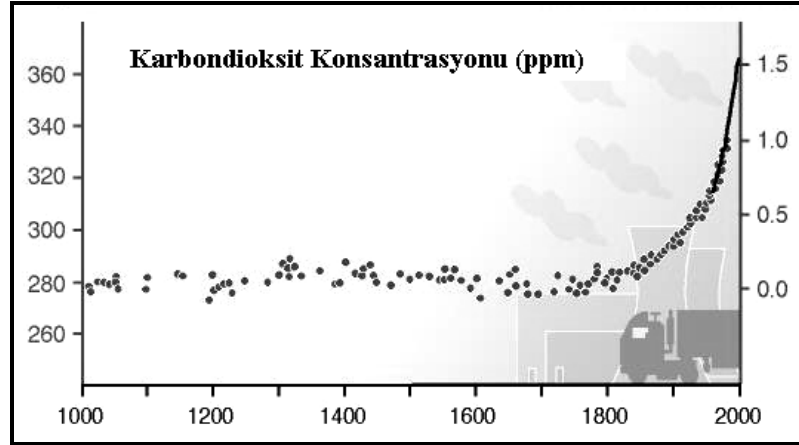


Şekil II.1. Karbon Döngüsü (IPCC, 1996)

Okyanuslar ise, atmosferdeki karbondioksit seviyesinin belirlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Karbon içeren gazlar difüzyon yoluyla okyanus yüzeyi ve atmosfer arasında hareket etmektedir ve su bitkileri de fotosentez yapabilmek için sudaki karbondioksite gereksinim duymaktadır. Okyanus bitkileri de karbonu, tıpkı karasal bitkiler gibi depolamaktadırlar. Aynı zamanda okyanus hayvanları da, bu bitkileri yiyerek karbonu depolamaktadırlar ve daha sonra da, solunum yoluyla karbondioksiti yeniden suya bırakmaktadırlar. Okyanus bitkileri ve hayvanları ise öldüklerinde suda çürümektedirler. Çürüyen bitki ve hayvanlar okyanusun dibine çökerek orada ya çözünmektedir, ya da okyanus dibine yerleşerek tortunun içine gömülmektedir. Bazı deniz canlıları da karbon gazını okyanus suyundan alarak kabuklarını yapmak için kullanmakta ve öldüklerinde de karbon dolu kabukları ya çözünmektedir, ya da okyanus dibine yerleşmektedir. Her ne kadar kayaların oluşumu ve aşınımı uzun bir zaman alsa da, bu süreç karbonu sudan uzaklaştırmaktadır. Dolayısıyla okyanus dibinden yüzeye hareket eden su, karbonu taşımaktadır. Bu taşıma ile okyanustaki karbonun bir kısmı, okyanus yüzeyinden atmosfere hareket ederek bitkilerin soluması yoluyla yeniden atmosfere geçmekte ya da otçullar tarafından bitkilerin yenmesiyle bir üst beslenme düzeyine geçmektedir (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2006a).

Fosil yakıt kullanımı başta olmak üzere tüm sosyo-ekonomik sektörlerdeki faaliyetler sonucunda, 1750 yılında atmosferik konsantrasyonu 280 ppm olan CO₂'nin, 1990'lı yıllarda %30'luk bir artışla 365 ppm'e yükseldiği Şekil II.2'de görülmektedir.

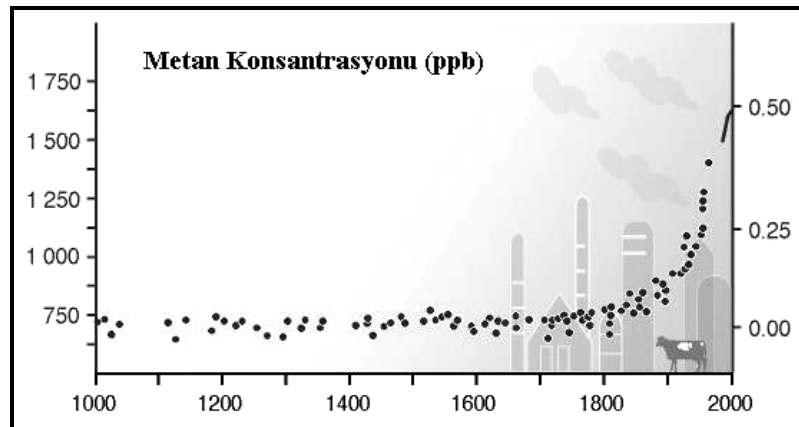
Karbon döngüsünü bu kadar önemli kılan durum ise, sera etkisinin ortaya çıkma nedenlerinin yaklaşık %55'ine neden olmasıdır. Bu durum ise, farklı şekillerle de olsa tüm dünyayı etkilemesi ve oluşum nedeninin neredeyse tüm sosyo-ekonomik sektörlerin günümüz teknolojisiyle %77 oranında bağımlı olduğu fosil yakıt kullanımından kaynaklanmasıdır (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2006a). Aynı zamanda karbonun atmosferik ömrünün 5-200 yıl arasında olması da konunun ne kadar önemli olduğunu açıkça ortaya koymaktadır (Türkeş ve ark., 2000).



Şekil II.2. Atmosferik Karbondiyoksit Konsantrasyonu (IPCC, 2001)

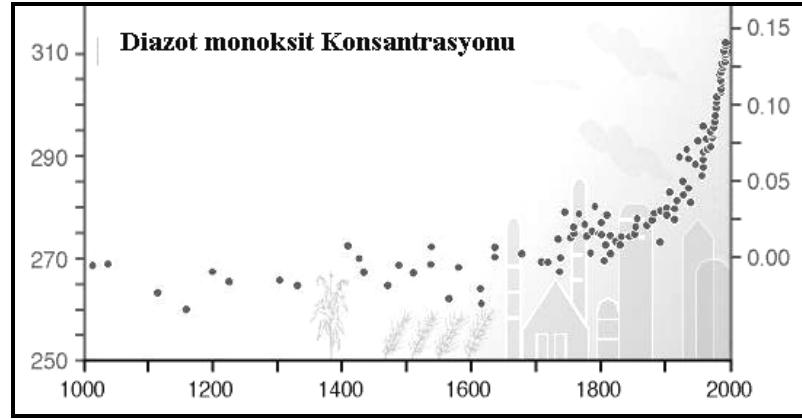
Metan (CH₄): Metan gazının atmosferik ömrü 12 yıl olmakla birlikte CO₂'den daha farklı bir davranış göstermektedir. CO₂, havada diğer gazlarla reaksiyona girmezken, metan gazı suda kolaylıkla çözülür ve atmosferde daha kısa süre kalmaktadır. Doğal olarak metan, biyolojik maddelere bakterilerin etkisiyle, oksijensiz ya da çok az oksijenli ortamlarda çürüme ve bozunma sonucunda oluşmaktadır. Doğal gaz ve kömür yataklarında %95 oranında metan gazı bulunmaktadır. Günümüzde ise bataklıklar, çeltik tarlaları ve lagünler en önemli metan gazı üreme yerleridir (Uzmen, 2007).

Şekil II.3'de görüldüğü gibi, gerek doğal oluşumlar, gerekse insan kaynaklı oluşumlar sonucunda metan gazının atmosferik konsantrasyonu 1700'lü yıllarda 270 ppb'den, 1900'lü yılların sonunda %16 oranında artış göstererek 314 ppb'ye yükselmiştir.



Şekil II.3. Atmosferik Metan Konsantrasyonu (IPCC, 2001)

Diazotmonoksit (N_2O): Diazotmonoksit gazı, doğal olarak topraktaki mevcut nitrat ya da nitritlerin mikroplar aracılığıyla bozunması sonucunda oluşmaktadır. Şekil II.4’de görüldüğü gibi, doğal kaynaklardan kaynaklanan 10 milyon ton N_2O ’nun; 6.5 milyon tonu karalardaki, 3.5 milyon tonu da okyanuslardaki faaliyetler sonucunda meydana gelmiştir (Uzmen, 2007).



Şekil II.4. Atmosferik Diazotmonoksit Konsantrasyonu (IPCC, 2001)

Atmosferde 114 yıl kalan bu gaz, ne biyolojik maddeler tarafından kullanılmakta, ne de okyanuslar gibi yutak alanları tarafından yutulmamaktadır. Sadece strosferde oksitlenerek nitratlara dönüşmektedir. Nitratlarda su buharı ile birleşerek eser miktarda nitrik asit oluşturmakta ve bu nitrik asitte yağışlarla tekrar kara ve denize inmektedir (Uzmen, 2007).

Kloroflorokarbon-11 (CFC-11) ve Kloroflorokarbon-12 (CFC-12): Kloroflorokarbonlar, fosil yakıtlardan petrolün yan ürünü olan hidrokarbonlardan türetilmiş ve molekülleri içindeki hidrojen atomları kısmen ya da tamamen florür ya da klor atomları ile yer değiştirmiş ve çok yaygın olarak sanayide kullanılmıştır. Bu gazlar kolayca sıvılaştıkları için soğutma sistemlerinde soğutucu gaz ya da çeşitli kozmetik ürünlerinde itici gaz olarak kullanılmaktadır (Uzmen, 2007).

Kloroflorokarbonlar atmosferde kalma süresi en uzun olan gazlardır. Bazı florürlü bileşikler 50000 yıla kadar bozunmadan atmosferde kalabilmektedir. Bu gazlar çok güçlü sera etkisine sahip ve fotokimyasallar dışında tepkimeye

girmedikleri gibi hem karasal ekosistemler, hem de okyanuslar gibi yutak alanları tarafından da, yutulma özellikleri yoktur (Uzmen, 2007).

Aerosoller: Havada asılı duran sıvı ve katı taneciklerdir. Hem kum fırtınaları ve volkanik aktiviteler gibi doğal nedenlerle, hem de fosil yakıt kullanımı ve savaşlar gibi insan etkinlikleri sonucunda oluşmaktadırlar. Aerosoller, iklim değişikliğini iki şekilde etkilemektedir (Babuş, 2005; Uzmen, 2007).

İlk olarak siyah ya da atmosfer örtüsünden daha koyu renkli olan aerosoller, güneş ışınlarını yeryüzüne ulaşmadan bir kısmını yutmakta ve bir kısmını da geri yansıtmaktadırlar. Bu durum sonucunda da, bulundukları bölgenin sıcaklığının artmasına neden olmaktadır. İkinci etkisi ise, beyaz ya da atmosfer örtüsünden daha beyaz renkli olan aerosoller, bulut miktarı ve bulutun yansıtma özelliğini değiştirerek, güneş ışınımını yansıtmaktadırlar. Bu durum sonucunda da, atmosferin soğumasına neden olmaktadır. Bu etkilerin hangisinin nasıl oluşacağı ise aerosollerin atmosferde bulunduğu yüksekliğe bağlıdır. Eğer aerosoller atmosferin yüksek tabakalarında bulunuyorsa soğumaya, yüzeye yakın tabakalarında bulunuyorsa ısınmaya sebep olmaktadır (Uzmen, 2007).

Sera gazlarının atmosferde kalma sürelerine göre daha az süre atmosferde kalmaktadırlar. Aerosollerin yaşam süreleri birkaç gün ile birkaç hafta arasında olmakta ve daha sonra yere inmektedirler. Bu yüzden aerosollerin atmosferdeki birikimlerinin iklim üzerindeki etkileri ise sera gazlarının etkilerine göre küresel düzeyde olmayıp, daha çok bölgesel etkilerle sınırlı kalmaktadır (Uzmen, 2007).

Su Buharı: Sera gazı olmamasına rağmen, atmosferin sera etkisini kuvvetlendirmektedir. Su buharı, bulutsuz ve açık bir günde atmosferin sera etkisinin %60-70 oranında kuvvetlendirmektedir. Sera etkisini kuvvetlendirmesiyle birlikte, geri besleme mekanizmasını çalıştırması bakımından da oldukça önemlidir (Kadıoğlu, 2001; Babuş, 2005).

Atmosferde artan su buharı miktarı, yeryüzünden atmosfere giden kızılötesi ışınları daha fazla yutarak atmosferin sera etkisini kuvvetlendirmiştir. Atmosferin sera etkisinin kuvvetlenmesiyle de sıcaklık artmakta ve böylece daha fazla suyun

buharlaşarak atmosfere karışmasına neden olmaktadır (Babuş, 2005). Bu durum da, Kadioğlu (2001) tarafından “Su Buharı Artan Sıcaklık Geri Besleme Mekanizması” olarak adlandırılmaktadır.

EK II BİRLEŞMİŞ MİLLETLER İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ ÇERÇEVE SÖZLEŞMESİ VE KYOTO PROTOKOLÜ

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (İDÇS)'nin amacı, atmosferde tehlikeli bir boyuta varan insan kaynaklı sera gazı emisyonlarının, iklim sistemi üzerindeki olumsuz etkisini önlemek ve başta karbondioksit olmak üzere sera gazı emisyonlarını 1990 yılı seviyesinde tutmaktır.

Birleşmiş Milletler İDÇS'nin temelinde “Sera gazları **yutakları** ve haznelerinin kara ve deniz ekosistemlerindeki rolünün ve öneminin farkında olarak,” ifade edilmekte ve sözleşmenin 1.8. maddesine göre **yutak**; “bir sera gazını, bir aerosolü veya bir sera gazının oluşumunda rolü bulunan bir öncü maddeyi atmosferden uzaklaştıran herhangi bir işlem, faaliyet veya mekanizma” olarak tanımlanmaktadır. Aynı zamanda sözleşmenin 3. maddesi (İlkeler) ve 4. maddesinde (Yükümlülükler) yutaklara ilişkin atıfta bulunulmuştur. Bunlar;

Madde 3.3'de; iklim değişikliğinin nedenlerini önceden tahmin etmek, önlemek ya da en aza indirmek için alacakları politik ve önleyici önlemlerin, değişik sosyo-ekonomik bağlamları dikkate alarak ilgili tüm sera gazlarını, **yutaklarını** ve haznelerini kapsamaları gerektiği ifade edilmiştir.

Madde 4.1.a'da; insan kaynaklı salınan emisyonlar ve **yutaklarca** alınan uzaklaştırmalara ilişkin sera gazı envanterlerinin hazırlanması gerektiği ifade edilmiştir.

Madde 4.1.b'de; insan kaynaklı salınan emisyonlar ve **yutaklarca** alınan uzaklaştırmaların ortaya konulmasını ve iklim değişikliğini azaltacak bölgesel programların oluşturulmasının, uygulanmasının ve yayınlanmasının gerektiği ifade edilmiştir.

Madde 4.1.d'de; Bütün ekosistemlerde **yutak** ve haznelerin sürdürülebilir yönetiminin, korunmasının ve işbirliği halinde geliştirilmesinin teşvik edilmesi gerektiği ifade edilmiştir.

Madde 4.2.a'da; tarafların her birinin insan kaynaklı salınan emisyonları sınırlandırmalarını, **yutakları** koruyarak ve takviye ederek iklim değişikliğini azaltıcı ulusal politikaları benimsemeleri gerektiği ifade edilmiştir.

Madde 4.2.b'de; tarafların her birinin kendisi açısından sözleşmenin yürürlüğe girmesinden itibaren altı ay içerisinde ve daha sonrada periyodik olarak insan kaynaklı salınan emisyonlar ve **yutaklar**ca alınan uzaklaştırmalar hakkında ayrıntılı olarak rapor vermesi gerektiği ifade edilmiştir.

Madde 4.2.c'de Kaynaklardan çıkan sera gazı emisyonlarının ve **yutaklar** tarafından uzaklaştırılan hesaplamaların bilimsel bilgilere dayandırılması gerektiği ifade edilmiştir.

Madde 7.2.d'de; sera gazlarının, kaynaklar tarafından salınan ve **yutaklar** tarafından emilen emisyonlarına ilişkin hesaplamaların yapılması ve uygun metodların dönemsel olarak geliştirilmesi gerektiği ifade edilmiştir.

Madde 12.1.a'da; insan kaynaklı sera gazı emisyonlarının ve **yutaklar** tarafından emilmesinin ulusal envanterinin hazırlanmasının gerektiği ifade edilmiştir.

Madde 12.2.b'de; insan kaynaklı sera gazı emisyonlarının ve **yutaklar** tarafından emilmesinin özgün bir tahminin yapılması gerektiği ifade edilmiştir (UNFCCC, 1992).

Kyoto Protokolü'nün amacı; dünya iklim sisteminde sera etkisi yaratan ve büyük bir kısmı endüstrileşmiş yani gelişmiş ülkelerden kaynaklanan karbondioksit oranını 2010 yılına kadar 1990 yılı ya da ilgili ülkelerin temel olarak belirlemiş olduğu yılın yüzde 5 oranında altına düşürmektir.

Kyoto Protokolü'nün 2, 3, 5, 6, 7 ve 10. maddelerinde yutaklara ilişkin atıfta bulunulmuştur. Bunlar;

Madde 2.1.ii'de; sera gazları **yutaklarının** ve haznelerinin korunup geliştirilmesi ve sürdürülebilir orman yönetiminin teşvik edilmesi gerektiği ifade edilmiştir.

Madde 3.3'de; "Her taahhüt döneminde karbon stoklarında doğrulanabilir değişiklikler olarak ölçülen ve 1990 yılından itibaren doğrudan insan etkisiyle arazi kullanımındaki değişim ile ormanlaştırma, yeniden ormanlaştırma ve ormansızlaşma ile sınırlı ormancılık etkinlikleri sonucu sera gazlarının kaynaklarca salımı ve **yutaklar**ca uzaklaştırılmasındaki net değişiklikler, Ek-I'de yer alan Tarafların her birinin iş bu Madde'deki taahhütlerini karşılamada kullanılacaktır. Bu etkinliklere bağlı sera gazlarının kaynaklarca salımı ve **yutaklar**ca uzaklaştırılması şeffaf ve

doğrulanabilir bir şekilde bildirilecek ve 7. ve 8. Maddelere göre gözden geçirilecektir.” diye ifade edilmiştir. Bu madde, Ek-I’de yer alan Tarafları bağlayıcı niteliktedir ve **yutak** alanlarına ilişkin hesaplamaların şeffaf, doğrulanabilir şekilde olmasını istemesiyle LULUCF Kılavuzunun oluşmasına öncülük etmiştir.

Madde 3.4’de; “İşbu Protokol’ün Taraflar toplantısı olarak işlev gören Taraflar Konferansı’nın ilk oturumundan önce, Ek-I’de yer alan Tarafların her biri, Bilimsel ve Teknolojik Danışma Yardımcı Organı tarafından ele alınması için, 1990’daki karbon stoklarının seviyesinin belirlenmesi ve sonraki yıllarda karbon stoklarında meydana gelen değişikliklerin hesaplanabilmesi amacıyla veri sağlayacaktır. İşbu Protokol’ün Taraflar toplantısı olarak işlev gören Taraflar Konferansı, ilk oturumunda ya da daha sonra mümkün olan en erken zamandaki oturumunda, belirsizlikleri, raporlamadaki şeffaflığı, doğrulanabilirliği, Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli’nin metodolojik çalışmalarını ve 5. Madde’ye uygun olarak Bilimsel ve Teknolojik Danışma Yardımcı Organı tarafından sunulan tavsiye ve Taraflar Konferansı’nın kararlarını dikkate alarak; tarım toprakları, arazi kullanımındaki değişim ve ormancılık gruplarında sera gazlarının kaynaklarca salımı ve **yutaklarca** uzaklaştırılmasındaki değişikliklerle ilgili ilave insan kaynaklı etkinliklerin hangilerinin, ne şekilde Ek-I’de yer alan Taraflar için tayin edilmiş miktarlara eklenmesi ya da çıkarılmasına yönelik usuller ve rehber ilkeler hakkında karar verecektir. Böyle bir karar, ikinci ve devam eden taahhüt dönemlerinde geçerli olacaktır. Bir Taraf, insan kaynaklı bu ek faaliyetlerle ilgili böyle bir kararı, faaliyetlerin 1990’dan beri yürürlükte olması şartıyla, ilk taahhüt döneminde uygulamayı tercih edebilecektir.” diye ifade edilmiştir. Bu madde de ise Ek-I’de yer alan ülkelerin gönüllü yapacakları faaliyetler belirtilmiş yapacakları çalışmaların ilk taahhüt döneminde zorunlu olmadığını fakat ikinci taahhüt dönemi ve sonrasında ise zorunlu olarak yapmaları gerektiği ifade edilmiştir. Aynı zamanda bu madde de, madde 3.3 gibi LULUCF Kılavuzunun oluşmasına öncülük etmiştir.

Madde 3.7’de; ilk taahhüt dönemi olan 2008-2012 yılları arasında, Taraf için tayin edilmiş yıl ya da 1990 yılının %5 azaltılmış hali hesaplanırken arazi kullanım değişikliği sonucu **yutakların** yapmış olduğu uzaklaştırmalarında düşürülerek hesaplanması gerektiği ifade edilmiştir.

Madde 5.1'de; Ek-I'de yer alan Tarafların her birinin, birinci taahhüt döneminin başlamasından en geç bir yıl önce insan kaynaklı sera gazı salımlarını ve **yutaklarca** uzaklaştırmalarını düzenli bir şekilde ulusal bir sistem içerisinde yürürlüğe koymaları gerektiği ifade edilmiştir.

Madde 5.2'de; insan kaynaklı sera gazı salımlarını ve **yutaklarca** uzaklaştırmalara ilişkin hesaplamaların, Hükümetlerarası İklim Değişikliği Panelince kabul edilen ve Taraflar Konferansı'nda uzlaşılan yöntemlere göre yapılacağını ve ayrıca Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin Bilimsel ve Teknolojik Danışma Yardımcı Organı'nca sunulan tavsiyeler temelinde ve Taraflar Konferansı'nın ilgili kararlarını da dikkate alarak yöntem ve düzenlemeleri düzenli olarak gözden geçirileceğini ve uygun gördüğünde de değiştirebileceği ifade edilmiştir.

Madde 5.3'de; insan kaynaklı sera gazı salımlarının karbondioksit eşdeğerinin ve **yutaklarca** uzaklaştırmaların hesaplanmasında kullanılan küresel ısınma potansiyeline ilişkin yöntemler Hükümetlerarası İklim Değişikliği Panelince kabul edilen ve Taraflar Konferansı'nda uzlaşılan yöntemlere göre yapılacağını ve ayrıca Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin Bilimsel ve Teknolojik Danışma Yardımcı Organı'nca sunulan tavsiyeler temelinde ve Taraflar Konferansı'nın ilgili kararlarını da dikkate alarak her bir sera gazının küresel ısınma potansiyellerinin düzenli olarak gözden geçirileceği ve uygun gördüğünde de değiştirebileceği ifade edilmiştir.

Madde 6.1'de; Ek-I'deki herhangi bir Taraf'ın herhangi bir sektöründe insan kaynaklı sera gazı salımlarının azatılmasını ya da **yutaklarca** uzaklaştırılmasının artırılmasını hedefleyen projelerde ilgili tarafların onayı alınarak ya kaynaklarca salımını azaltmak, ya da yutaklarca uzaklaştırmasına katkı sağlayabilecek nitelikte olması gerektiği ifade edilmiştir.

Madde 7.1'de; Ek-I'de yer alan her bir Taraf'ın insan kaynaklı sera gazı salımları ve **yutaklarca** uzaklaştırılmasının da yıllık envantere dâhil edilebileceği ifade edilmiştir.

Madde 10.a'da; insan kaynaklı sera gazı salımlarına ve **yutaklarca** uzaklaştırılmasına ilişkin ulusal envanterin hazırlanması ve düzenli olarak

güncelleştirilmesi amacıyla bölgesel programların düzenlenmesi gerektiği ifade edilmiştir.

Madde 10.b.ii'de; Ek-I'de yer alan Taraflar'ın insan kaynaklı sera gazı salımlarının azaltımını ya da **yutak**larca uzaklaştırılmasının artırılmasını hedefleyen kapasite geliştirme ve uyum önlemlerini de dâhil ederek iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini azaltıcı programları hakkındaki bilgiyi de uygun bir şekilde ulusal bildirimlerine dâhil etmeleri gerektiği ifade edilmiştir (UNFCCC, 1998).

EK III GELİŞTİRİLEN METODOLOJİNİN ÖRNEK UYGULAMASI

Eşitlik 4.1'e Örnek: 1990–1993 yılı arasındaki sera gazı emisyon değişim yüzdesi aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır. (p=1990, r=1992, $n_{1990}=170060$ Gg, $n_{1991}=181960$ Gg, $n_{1992}=193640$ Gg, $n_{1993}=203980$ Gg, $n_{YED_{SG}}=3$)

$$ED_{OR} = \frac{\sum_{i=1990}^{1992} YED_{OR} (t_{2i}-t_{1i})}{3},$$

$$ED_{OR} = \frac{\left(\frac{n_{1991} - n_{1990}}{n_{1990}} * 100\right) + \left(\frac{n_{1992} - n_{1991}}{n_{1991}} * 100\right) + \left(\frac{n_{1993} - n_{1992}}{n_{1992}} * 100\right)}{3},$$

$$ED_{OR} = \frac{\left(\frac{181960 - 170060}{170060} * 100\right) + \left(\frac{193640 - 181960}{181960} * 100\right) + \left(\frac{203980 - 193640}{193640} * 100\right)}{3},$$

$$ED_{OR} = \frac{7.0 + 6.42 + 5.34}{3} = \%6.25$$

1990-1993 yılları arasındaki verileri eşitlikte yukarıdaki şekilde yerine yazdığımızda; 1991–1993 yılları arasındaki sera gazı emisyon değişim yüzdesi **%6.25** olarak bulunmaktadır.

Eşitlik 4.1'e Örnek: 1990–1993 yılı arasındaki orman alanları emisyon değişim yüzdesi aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır. (p=1990, r=1992, $n_{1990}=44087$ Gg, $n_{1991}=45274$ Gg, $n_{1992}=45567$ Gg, $n_{1993}=45787$ Gg, $n_{YED_{OR}}=3$)

$$ED_{SG} = \frac{\sum_{i=1990}^{1992} YED_{SG} (t_{2i}-t_{1i})}{3},$$

$$ED_{SG} = \frac{\left(\frac{n_{1991} - n_{1990}}{n_{1990}} * 100\right) + \left(\frac{n_{1992} - n_{1991}}{n_{1991}} * 100\right) + \left(\frac{n_{1993} - n_{1992}}{n_{1992}} * 100\right)}{3},$$

$$ED_{SG} = \frac{\left(\frac{45274 - 44087}{44087} * 100\right) + \left(\frac{45567 - 45274}{45274} * 100\right) + \left(\frac{45787 - 45567}{45567} * 100\right)}{3},$$

$$ED_{SG} = \frac{2.69 + 0.65 + 0.48}{3} = \%1.27$$

1990-1993 yılları arasındaki verileri eşitlikte yukarıdaki şekilde yerine yazdığımızda; 1991–1993 yılları arasındaki orman alanları emisyon değişim yüzdesi **%1.27** olarak bulunmaktadır.

Eşitlik 4.1'e Örnek: 1991–1993 yılı arasındaki diğer yutak alanları emisyon değişim yüzdesi aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır. (p=1991, r=1992, Gg, $n_{1991}=10280$ Gg, $n_{1992}=14126$ Gg, $n_{1993}=113350$ Gg, $n_{YED_{DYA}}=2$)

$$ED_{DYA} = \frac{\sum_{i=1991}^{1992} YED_{DYA}(t_{2i}-t_{1i})}{2},$$

$$ED_{DYA} = \frac{(\frac{n_{1992} - n_{1991}}{n_{1991}} * 100) + (\frac{n_{1993} - n_{1992}}{n_{1992}} * 100)}{2},$$

$$ED_{DYA} = \frac{(\frac{14126 - 10280}{10280} * 100) + (\frac{13350 - 14126}{14126} * 100)}{2},$$

$$ED_{DYA} = \frac{37.41 + (-5.49)}{2} = \%15.96$$

1990-1993 yılları arasındaki verileri eşitlikte yukarıdaki şekilde yerine yazdığımızda; 1991–1993 yılları arasındaki diğer yutak alanları emisyon değişim yüzdesi **%15.96** olarak bulunmaktadır.

Emisyon değişim yüzdeleri her biri için 1990-2007 yılları arasını kapsayacak şekilde yukarıdaki örnekler gibi ayrı ayrı hesaplanmıştır. 1990-2007 yılları arası verileri için sera gazı sera gazı emisyon değişim yüzdesi **%4.82**, orman alanları emisyon değişim yüzdesi **%1.02**, diğer yutak alanları emisyon değişim yüzdesi **%6,84** olarak bulunmuştur.

Eşitlik 4.2'ye Örnek: 2009 yılı sera gazı %50 artım ve azaltım projeksiyonu aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır. (t=2009, p=2007, r=2008, k=%50 artım ve azaltım, $SG_{ni}=372640$ Gg, $ED_{SG}=\%4.82$)

$$SG_{nt} = SG_{ni} + ED_{SG} \sum_{i=2007}^{2008} SG_{ni} * k,$$

$$SG_{2008} = (SG_{2007} + ED_{SG} * SG_{2007} * k),$$

$$SG_{2009} = (SG_{2007} + ED_{SG} * SG_{2007} * k) + ED_{SG} * (SG_{2007} + ED_{SG} * SG_{2007} * k) * k$$

$$SG_{2009} = (372640 + 4.82 / 100 * 372640 * 50 / 100) + 4.82 / 100 * (372640 + 4.82 / 100 * 372640 * 50 / 100) * 50 / 100$$

$$SG_{2009} = 390818$$

$$SG_{nt} = SG_{ni} - ED_{SG} \sum_{i=2007}^{2008} SG_{ni} * k,$$

$$SG_{2008} = (SG_{2007} - ED_{SG} * SG_{2007} * k),$$

$$SG_{2009} = (SG_{2007} - ED_{SG} * SG_{2007} * k) - ED_{SG} * (SG_{2007} - ED_{SG} * SG_{2007} * k) * k$$

$$SG_{2009} = (372640 - 4.82 / 100 * 372640 * 50 / 100) - 4.82 / 100 * (372640 - 4.82 / 100 * 372640 * 50 / 100) * 50 / 100$$

$$SG_{2009} = 354895$$

Yukarıdaki eşitliklerde öncelikle formülü 2007 yılına kadar indirgeyecek şekilde açmamız gerekmektedir. Sonra da, verileri eşitlikte yukarıdaki şekilde yerine yazdığımızda; 2009 yılı sera gazı %50 artım projeksiyonu 390818 Gg, 2009 yılı sera gazı %50 azaltım projeksiyonu 354895 Gg olarak bulunmaktadır.

Eşitlik 4.3'e Örnek: 2009 yılı yutak alanları %50 artım projeksiyonu aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır. (t=2009, p=2007, r=2008, k=%50 artım, $OR_{ni}=52277$ Gg, $ED_{OR}=\%1.02$, $DYA_{ni}=52277$ Gg, $ED_{DYA}=\%6.84$)

$$YA_{2009} = OR_{2009} + DY A_{2009},$$

$$OR_{2009} = OR_{ni} + ED_{OR} \sum_{i=2007}^{2008} OR_{ni} * k,$$

$$DY A_{2009} = DY A_{ni} + ED_{DYA} \sum_{i=2007}^{2008} DY A_{ni} * k$$

$$OR_{2008} = (OR_{2007} + ED_{OR} * OR_{2007} * k)$$

$$OR_{2009} = (OR_{2007} + ED_{OR} * OR_{2007} * k) + ED_{OR} * (OR_{2007} + ED_{OR} * OR_{2007} * k) * k$$

$$OR_{2009} = (52277 + 1.02 / 100 * 52277 * 50 / 100) + 1.02 / 100 * (52277 + 1.02 / 100 * 52277 * 50 / 100) * 50 / 100$$

$$OR_{2009} = 52812$$

$$DY A_{2008} = (DY A_{2007} + ED_{DYA} * DY A_{2007} * k)$$

$$DY A_{2009} = (DY A_{2007} + ED_{DYA} * DY A_{2007} * k) + ED_{DYA} * (DY A_{2007} + ED_{DYA} * DY A_{2007} * k) * k$$

$$DY A_{2009} = (24472 + 6.84 / 100 * 24472 * 50 / 100) + 6.84 / 100 * (24472 + 6.84 / 100 * 24472 * 50 / 100) * 50 / 100$$

$$DY A_{2009} = 26175$$

$$YA_{2009} = OR_{2009} + DY A_{2009},$$

$$YA_{2009} = 52812 + 26175 = 78987$$

Yukarıdaki eşitlikte öncelikle hem orman alanları, hem de diğer yutak alanlarına ilişkin formülü 2007 yılına kadar indirgeyecek şekilde açmamız gerekmektedir. Sonra da, verileri eşitlikte yukarıdaki şekilde yerine yazdığımızda; 2009 yılı orman alanları %50 artım projeksiyonu 52812 Gg, 2009 yılı diğer yutak alanları %50 artım projeksiyonu 24548 Gg olarak bulunmaktadır. Daha sonra da orman alanları %50 artım verisi ile diğer yutak alanları %50 artım verisi toplanarak yutak alanları %50 artım değeri 77360 Gg olarak bulunmaktadır.

Eşitlik 4.3'e Örnek: 2009 yılı orman alanları %50 azaltım projeksiyonu aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır. (t=2009, p=2007, r=2008, k=%50 artım, $OR_{ni}=52277$ Gg, $ED_{OR}=\%1.02$, $DYA_{ni}=52277$ Gg, $ED_{DYA}=\%6.84$)

$$YA_{2009} = OR_{2009} + DY A_{2009},$$

$$OR_{2009} = OR_{ni} - ED_{OR} \sum_{i=2007}^{2008} OR_{ni} * k,$$

$$DY A_{2009} = DY A_{ni} - ED_{DYA} \sum_{i=2007}^{2008} DY A_{ni} * k$$

$$OR_{2008} = (OR_{2007} - ED_{OR} * OR_{2007} * k)$$

$$OR_{2009} = (OR_{2007} - ED_{OR} * OR_{2007} * k) - ED_{OR} * (OR_{2007} - ED_{OR} * OR_{2007} * k) * k$$

$$OR_{2009} = (52277 - 1.02 / 100 * 52277 * 50 / 100) - 1.02 / 100 * (52277 - 1.02 / 100 * 52277 * 50 / 100) * 50 / 100$$

$$OR_{2009} = 51745$$

$$DY A_{2008} = (DY A_{2007} - ED_{DYA} * DY A_{2007} * k)$$

$$DY A_{2009} = (DY A_{2007} - ED_{DYA} * DY A_{2007} * k) - ED_{DYA} * (DY A_{2007} - ED_{DYA} * DY A_{2007} * k) * k$$

$$DY A_{2009} = (24472 - 6.84 / 100 * 24472 * 50 / 100) - 6.84 / 100 * (24472 - 6.84 / 100 * 24472 * 50 / 100) * 50 / 100$$

$$DY A_{2009} = 22827$$

$$YA_{2009} = OR_{2009} + DY A_{2009},$$

$$YA_{2009} = 51745 + 22827 = 74572$$

Yukarıdaki eşitlikte öncelikle hem orman alanları, hem de diğer yutak alanlarına ilişkin formülü 2007 yılına kadar indirgeyecek şekilde açmamız gerekmektedir. Sonra da, verileri eşitlikte yukarıdaki şekilde yerine yazdığımızda; 2009 yılı orman alanları %50 azaltım projeksiyonu 51745 Gg, 2009 yılı diğer yutak alanları %50 azaltım projeksiyonu 22123 Gg olarak bulunmaktadır. Daha sonra da orman alanları %50 artım verisi ile diğer yutak alanları %50 azaltım verisi toplanarak yutak alanları %50 azaltım değeri 73868 Gg olarak bulunmaktadır.