

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİMDALI**

**ORMANLARIN KARBON DEPOLAMA MİKTARININ EKONOMİK ANALİZİ**  
**(ÖRÜMCEK İŞLETME ŞEFLİĞİ ÖRNEĞİ)**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Orm. Müh. Batuhan Ateş YILMAZ**

**HAZİRAN 2018**

**TRABZON**



**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİMDALI**

**ORMANLARIN KARBON DEPOLAMA MİKTARININ EKONOMİK ANALİZİ**  
**(ÖRÜMCEK İŞLETME ŞEFLİĞİ ÖRNEĞİ)**

**BATUHAN ATEŞ YILMAZ**

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde**  
**"ORMAN YÜKSEK MÜHENDİSİ"**  
**Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 29 / 05 / 2018**

**Tezin Savunma Tarihi : 18 / 06 / 2018**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Mehmet MISIR**

**Trabzon 2018**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Orman Mühendisliği Anabilim Dalında  
Batuhan Ateş YILMAZ Tarafından Hazırlanan**

**ORMANLARIN KARBON DEPOLAMA MİKTARININ EKONOMİK ANALİZİ  
(ÖRÜMCEK İŞLETME ŞEFLİĞİ ÖRNEĞİ)**

başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 29 / 05 / 2018 gün ve 1755 sayılı  
kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
olarak kabul edilmiştir.

**Jüri Üyeleri**

**Başkan : Prof.Dr. Mehmet MISIR**

**Üye : Prof.Dr. Gökhan ABAY**

**Üye : Dr.Öğr.Üyesi M.Muhammet BAYRAMOĞLU**



**Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ**

**Enstitü Müdürü**

## ÖNSÖZ

“Ormanların Karbon Depolama Miktarının Ekonomik Analizi (Örümcek İşletme Şefliği Örneği)” isimli çalışma Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Çalışma konumun belirlenmesinden çalışmamın sonuna kadar yardımlarını esirgemeyen değerli danışmanım Sayın Prof. Dr. Mehmet MISIR’ a teşekkür ederim.

Çalışmamı tamamlamamda her türlü desteği sağlayan Dr. Öğr. Üyesi M. Mahmut BAYRAMOĞLU’ na ve değerli görüşleri ile birlikte tezimde bana yardımcı olan Orm. End. Mühendisi Muhammed ŞİMŞEK’ e yardımları için teşekkür ederim.

Her zaman yanımda olup maddi ve manevi desteklerini hiç eksik etmeyen aileme ve sevgili eşim Gizem YILMAZ’ a şükranlarımı sunarım.

Bu çalışmada kullanılan yersel ölçüm verileri, yörede gerçekleştirilen amenajman planı yapım çalışması kapsamında elde edilmiştir. Arazi çalışmasını gerçekleştiren ve verileri kullanmamıza izin veren ve bizimle paylaşan BU-SE Ormancılık Müh. Ve Dan. Hiz. İnş. Tur.Tic.Ltd. Şti.’ne teşekkür ederiz.

Batuhan Ateş YILMAZ

Trabzon 2018

## **TEZ ETİK BEYANNAMESİ**

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Ormanların Karbon Depolama Miktarının Ekonomik Analizi (Örümcek İşletme Şefliği Örneği) ” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Mehmet MISIR ‘ın sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 18/06/2018

Batuhan Ateş YILMAZ

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ .....	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET.....	VII
SUMMARY .....	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	IX
TABLolar DİZİNİ.....	X
1. GİRİŞ.....	1
1.1. İklim Değişikliğinin Tarihsel Gelişimi.....	6
1.2. Karbon Ayakizi .....	11
1.3. Karbon Emisyonu ve Karbon Depolama.....	14
1.3.1. Karbon Emisyonu.....	14
1.3.2. Türkiye’ de Karbon Emisyonu .....	16
1.3.3. Karbon Depolama.....	18
1.3.4. Karbon Havuzları .....	19
1.4. Karbon Piyasası.....	22
1.4.1. Emisyon Ticareti .....	22
1.4.2. Karbon Ticareti.....	23
1.4.3. Gönüllü Karbon Kredisi .....	26
2. LİTERATÜR TARAMASI.....	30
3. YÖNTEM.....	32
3.1. Çalışma Alanının Tanıtımı .....	32
3.2. Verilerin Analizi.....	37
3.3. Karbonun Parasal Değerinin Bulunması .....	39

4.	BULGULAR .....	41
4.1.	Karbon Depolama Miktarına İlişkin Bulgular.....	41
4.2.	Karbonun Parasal Değerinin Bulunması .....	46
5.	TARTIŞMA.....	50
6.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....	52
7.	KAYNAKLAR.....	54

ÖZ GEÇMİŞ



Yüksek Lisans Tezi

## ÖZET

### ORMANLARIN KARBON DEPOLAMA MİKTARININ EKONOMİK ANALİZİ (ÖRÜMCEK İŞLETME ŞEFLİĞİ ÖRNEĞİ)

Batuhan Ateş YILMAZ

Karadeniz Teknik Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı  
Danışman: Prof. Dr. Mehmet MISIR  
2018, 65 Sayfa

Son zamanlarda giderek artan bir öneme sahip olan küresel iklim değişikliğinin en büyük nedeni atmosferdeki sera gazlarının artış göstermesidir. Sera etkisinin büyük bir bölümüne sebep olan Karbondioksit gazı, sera gazları içerisinde en yüksek paya sahip olanıdır. Dünyada gerçekleşen iklim değişikliği ile mücadelede yapılması gereken en önemli çalışma, atmosferdeki karbondioksit oranını azaltmak olarak belirtilmektedir. Bu bağlamda karasal ekosistemler içerisinde en yüksek miktarda karbondioksit depolayan orman ekosistemleri ön plana çıkmaktadır. Atmosferde serbest halde bulunan karbondioksiti tutmakta ve biyokimyasal dönüşüm ile bünyesinde karbon olarak depolamakta en önemli rolü ormanlar oynamaktadır. Bu nedenle ormanlar tarafından depolanan karbon miktarının belirlenmesi gerekmektedir. Günümüzde Ormanların ekonomik fonksiyonu dışında yer alan diğer fonksiyonlarının (ekolojik) gittikçe önem kazandığı görülmektedir. Ülkemizde ormanların planlanması ve yönetilmesinden sorumlu Orman Genel Müdürlüğünün 299 sayılı tebliğinde Orman Fonksiyonları içinde yer alan Ekolojik fonksiyonları arasında Karbon Depolama fonksiyonuna ayrıca yer verilmediği görülmektedir. Ormanlık açısından oldukça önemli bir konu olan ormanların karbon depolama işlevi son 20 yılda sık sık gündeme gelmektedir. Ancak özellikle ülkemizde henüz ormanların karbon depolama ve depolanan karbondioksitin fiyatının ekonomik değeri bilinmemektedir. Yapılan bu çalışma ormanların karbon depolama işlevinin ekonomik değerinin bulunmasını amaçlayan çalışmalardan biridir. Bulunan değerler, Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü Torul Orman İşletme Müdürlüğü Örümcek Orman İşletme Şefliği için geçerlidir.

**Anahtar Kelimeler :** Orman Amenajman Planı, Karbon depolama, Karbon depolamanın parasal değeri



Master Thesis

## SUMMARY

### ECONOMIC ANALYSIS OF CARBON STORAGE AMOUNT OF FORESTS (A SAMPLE OF ÖRÜMCEK SUB-DISTRICT DIRECTORATE)

Batuhan Ateş YILMAZ

Karadeniz Technical University  
The Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Forest Engineering **Graduate Program**  
Supervisor: Assoc. Prof. Mehmet MISIR  
2018, 65 Pages

The greatest cause of the global climate change that has come to light in recent years is the serious increase in the proportion of greenhouse gases in the atmosphere. Since it is the carbon dioxide, which has the highest proportion in greenhouse gases, the major effect of the greenhouse originates from this gas. The most important work to be done to fight the global climate change is to reduce the carbon dioxide in the atmosphere. In this context, forest ecosystems that contain the highest amount of carbon dioxide in terrestrial ecosystems come to the forefront. The forests hold carbon dioxide in the air and store them as carbon by biochemically conversion. For this reason, the amount of carbon stored by forests needs to be determined. Today, functions of the forests (ecological) rather than their economic function seem to be getting more and more important. However, when examining the Forest Functions, Communiqué No. 299 that related to Formulation of Ecosystem-Based Functional Forest Management Plans" which is responsible for the planning and management of forests in our country, it is seen that there is no carbon storage function among ecological functions of forests. The carbon storage function of forests is a very important issue in terms of forestry, and it has become a current issue in recent years. However, especially in our country, the price of carbon dioxide and the monetary value of the carbon storage function of forests are still unappreciated. This research is one of the earliest studies of carbon dioxide capture in the forests of our country and the discovery of the monetary value of the carbon storage function of forests. The values obtained are valid for Trabzon Forest District Directorate, Torul Forest Management Directorate, Örümcek Forest Management Directorate.

**Keywords:** Forest Management Plan, Carbon storage, Monetary value of carbon storage.

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Sera Etkisi .....	2
Şekil 2. Karbonun yıllık seyri (Houghtan, 2003) .....	3
Şekil 3. İnsan kaynaklı sera gazlarının nedenleri .....	4
Şekil 4. Küresel Isınma İçin Uluslararası Anlamda Yapılan Toplantılar .....	7
Şekil 5. G-20 ülkelerindeki karbon emisyon miktarları (BBC, 2010) .....	15
Şekil 6. Ülkemizde 1990-2008 yılları arasındaki toplam karbon üretimi (Ecer, 2010) ....	17
Şekil 7. Ülkemizde kişi başına salınan sera gazı emisyonu (Tuik,2016) .....	17
Şekil 8. Ülkemizde CO <sub>2</sub> salımlarının coğrafi dağılımı (Kumbaroğlu ve ark., 2007).....	18
Şekil 9. Ormansızlaşma ve fosil yakıt tüketimlerinin CO <sub>2</sub> emisyonları içindeki payları .	20
Şekil 10. Emisyon kaynakları ve yutak alanlar arasındaki küresel karbon döngüsü ve son 150 yıl içindeki durum (Liosa, 2001) .....	21
Şekil 11. Karbon Emisyon Ticaretinin Çalışması Kaynak: Arıkan,(2007:15) .....	24
Şekil 12. Referans Senaryoya göre 2020 Yılına Kadar Sektörel Bazda CO <sub>2</sub> .....	24
Şekil 13. Örumcek Orman İşletme Şefliği.....	32
Şekil 14. Örumcek Orman İşletme Şefliğine Ait Örnek Alan Haritası .....	33
Şekil 15. Örumcek Orman İşletme Şefliği Fonksiyon Haritası .....	34

## TABLolar DİZİNİ

### Sayfa No

Tablo 1. Bazı karasal ekosistemlerin karbon depolama kapasiteleri.....	6
Tablo 2. Özel araçlarda şehir içi ulaşımda yolcu başına CO <sub>2</sub> emisyonu (g/km) (Kumbaroğlu ve ark., 2007) .....	11
Tablo 3. Şehir içi toplu taşıma araçlarında yolcu başına CO <sub>2</sub> emisyonu (g/km) (Kumbaroğlu ve ark., 2007) .....	12
Tablo 4. Şehirlerarası toplu taşıma araçlarında CO <sub>2</sub> emisyon miktarı(g/km) (Kumbaroğlu ve ark., 2007) .....	12
Tablo 5. Elektrikli ev aletlerinden salınan CO <sub>2</sub> miktarı (g/saat) (Kumbaroğlu ve ark., 2007) .....	13
Tablo 6. Ülkelerdeki kişi başı karbon emisyon değerleri (Sarıkaya, 2010) .....	15
Tablo 7. Küresel ölçekte vejetasyon ve toprakta (1 m <sup>2</sup> 'ye kadar) depolanan karbon miktarı (IPCC, 2000) .....	19
Tablo 8. 2008 – 2009 yılı dünya karbon piyasasında ki CO <sub>2</sub> ve işlem hacmi.....	25
Tablo 9. Küresel Karbon Piyasalarında Gönüllü Karbon Ticareti .....	27
Tablo 10. Gönüllü Karbon Ticaretinde Kullanılan Standartlar .....	28
Tablo 11. 2016 yılı Amenajman Planına Ait İşletme Sınıfları ve Alansal Dağılım.....	33
Tablo 12. Araştırma Alanı Ormanlık Alanının İşletme Sınıflarına Göre Yaş Sınıfı Alan Dağılışı (ha) .....	35
Tablo 13. Araştırma Alanı Ormanlık Alanının İşletme Sınıflarına Göre Bonitet Sınıfı Alan Dağılışı (ha).....	35
Tablo 14. Araştırma Alanı Ormanlık Alanının Ağaç Türlerine Göre İşletme Sınıflarına Dağılışı (ha) .....	36
Tablo 15. 2005 yılı Amenajman Planı Uygulama Sonuçları.....	36
Tablo 16. Allometrik Karbon Modelleri.....	37
Tablo 17. 77 nolu örnek alan için karbon depolama miktarının hesaplanması .....	38
Tablo 18. Meşçere Tiplerine Göre Karbon Değerleri (Kg/ha) .....	41

Tablo 19. İşletme Sınıflarına Göre Meşcere Tiplerinin Karbon Depolama Değerleri (ton).....	42
Tablo 20. Yaş Sınıflarına Göre İşletme Sınıflarında Depolanan Karbon Miktarı (ton).....	44
Tablo 21. Çağ Sınıflarına Göre İşletme Sınıflarında Depolanan Karbon Miktarı (ton).....	45
Tablo 22. Bonitet Sınıflarına Göre İşletme Sınıflarında Depolanan Karbon Miktarı (ton)	45
Tablo 23. Ağaç Türlerine Göre İşletme Sınıflarında Depolanan Karbon Miktarı (ton).....	46
Tablo 24. 2005-2017 Yılları Arası İşletme Giderleri .....	46
Tablo 25. 1950-2004 Yılları Arası İşletme Masrafları .....	47
Tablo 26. 2018-2070 Yılları Arası İşletme Masrafları .....	48

## 1. GİRİŞ

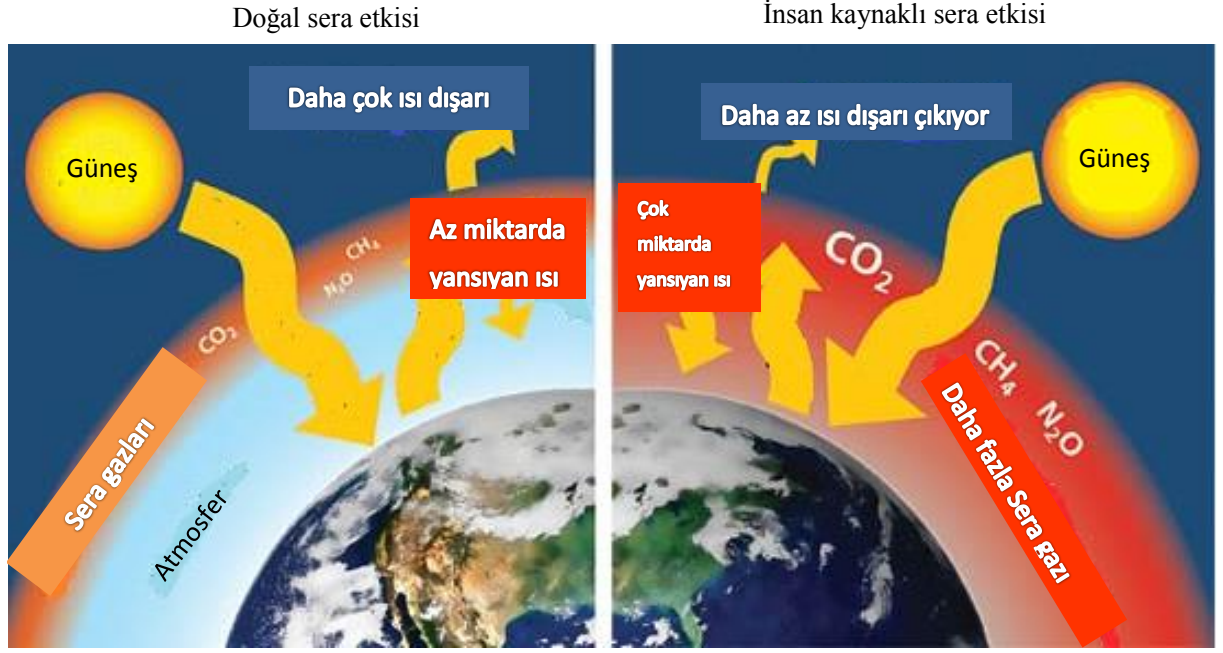
Dünyadaki nüfus artışının hızı, şehirleşme ve sanayileşme (gelişme) neticesinde doğal kaynaklara olan talebin hızlı bir şekilde artmasını sağlamıştır. Çeşitlenerek artan isteklerin yerine getirilirken orman ekosistemlerine zarar verilmesi, küresel iklim değişikliğinin meydana gelmesi, çölleşmenin oluşması, hava kirliliği ve biyolojik çeşitliliğin azalması gibi çeşitli sıkıntılar meydana gelmiştir. Bu sıkıntılardan biri olan, insanoğlunun son asırda karşılaştığı en önemli problemlerin başında küresel iklim değişikliği gelmektedir.

Küresel ısınmanın tanımı yapılacak olursa insanoğlu etkisi ile dünyamızı kuşatan atmosfere salınan yararlı-yararsız gazların sera etkisine sebep olmasında dolayı yeryüzündeki sıcaklığın artmasıdır. Son yıllarda ormansızlaşma, fosil yakıtların yakılması, toplumdaki tüketim eğiliminin artması ve hızlı nüfus artışı gibi nedenlerden dolayı metan, karbondioksit ve diazot monoksit gazların oranı atmosferde artmaya başlamıştır. Bilim adamlarına göre atmosferde meydana gelen gaz oranlarının artışı küresel ısınmaya sebebiyet vermektedir. Küresel ısınmanın neticesinde bu durumdan etkilenen diğer iklim elemanlarının da (basınç, hava hareketleri, nem, yağış) değişmesi ile birlikte oluşan süreçte küresel iklim değişikliği denilmektedir.

IPCC "İklim Değişikliği Paneli" de 1996 yılında Küresel iklim değişikliğinin tanımı yapılmıştır. Bu tanımda insan etkisinin yanı sıra karşılaştırılabilir bir zaman bölümünün de olması gerektiği üzerinde durulmuştur bunun nedeni ise atmosferin doğal yapısını doğrudan ya da dolaylı biçimde bozan insan etkinlikleri zamansal olarak incelemektir (IPCC 1996). İklimde gözlenen değişimin bir bölümünün doğal olaylardan kaynaklandığı bu tanımdan anlaşılmaktadır. Dünyada jeolojik çağlar boyunca iklimin defalarca kez ısınıp soğuduğu yapılan bilimsel araştırmalarla ortaya konmuştur. Bu bilgiler ışığında, 1850 yılında meydana gelen sanayi devrimi ile atmosfere salınan sera gazlarının miktarının artması ile birlikte ormanlık alanların tahrip ve yok edilmesine giden arazi kullanım değişikliğinden dolayı yapılan ilk tanım iklim değişikliğinin bir bölümünü doğal karşılamaktadır.

Atmosfer dünyadaki bütün yaşam formları için vazgeçilmez bir ortamdır ve birçok gazın karışımından meydana gelmektedir. Atmosferin oluşumunu sağlayan esas gazlar, sırasıyla azot (% 78.08) ve oksijendir (% 20.95). Karbondioksit ise üçüncü önemli gaz olmasına rağmen daha düşük orana sahiptir (% 0.93). Atmosferin kalan kısmını oluşturan gazlar birikimleri çok az olan çok sayıdaki diğer gazlardır (Ar, Ne, He, H<sub>2</sub>, Xe) (Türkeş vd, 2000).

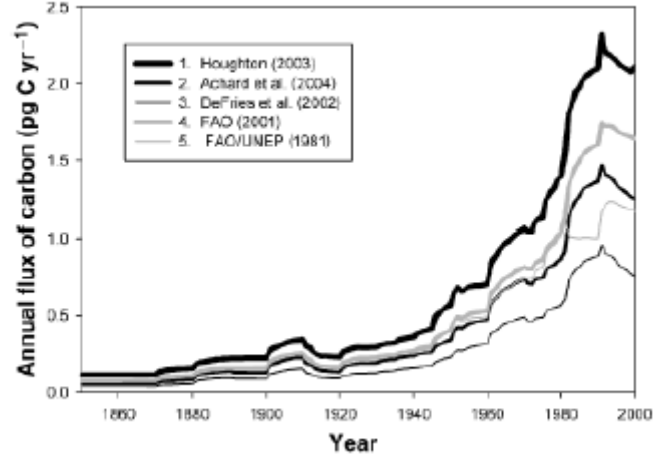
Dünyamızı çevreleyen atmosfer üzerine gelen güneş ışınlarından ziyade yeryüzünden geri atmosfere gelen güneş ışınlarıyla ısınmaktadır. Geri yansıyan ışınlar metan, su buharı ve karbondioksit gibi atmosferde yer alan gazlar tarafından tutulur bu sayede dünyanın yeryüzü sıcaklığı artar. Atmosferde yer alan ve yansıyan ışınları tutan bu gazlara Sera Gazı, bu gazlar tarafından tutulan ışınlar ise sera etkisi denir. Atmosferde yer alan sera gazlarının miktarının artması da Yerküre 'de ısınmayı artırır. (Bülbül, 2012)



Şekil 1. Sera Etkisi

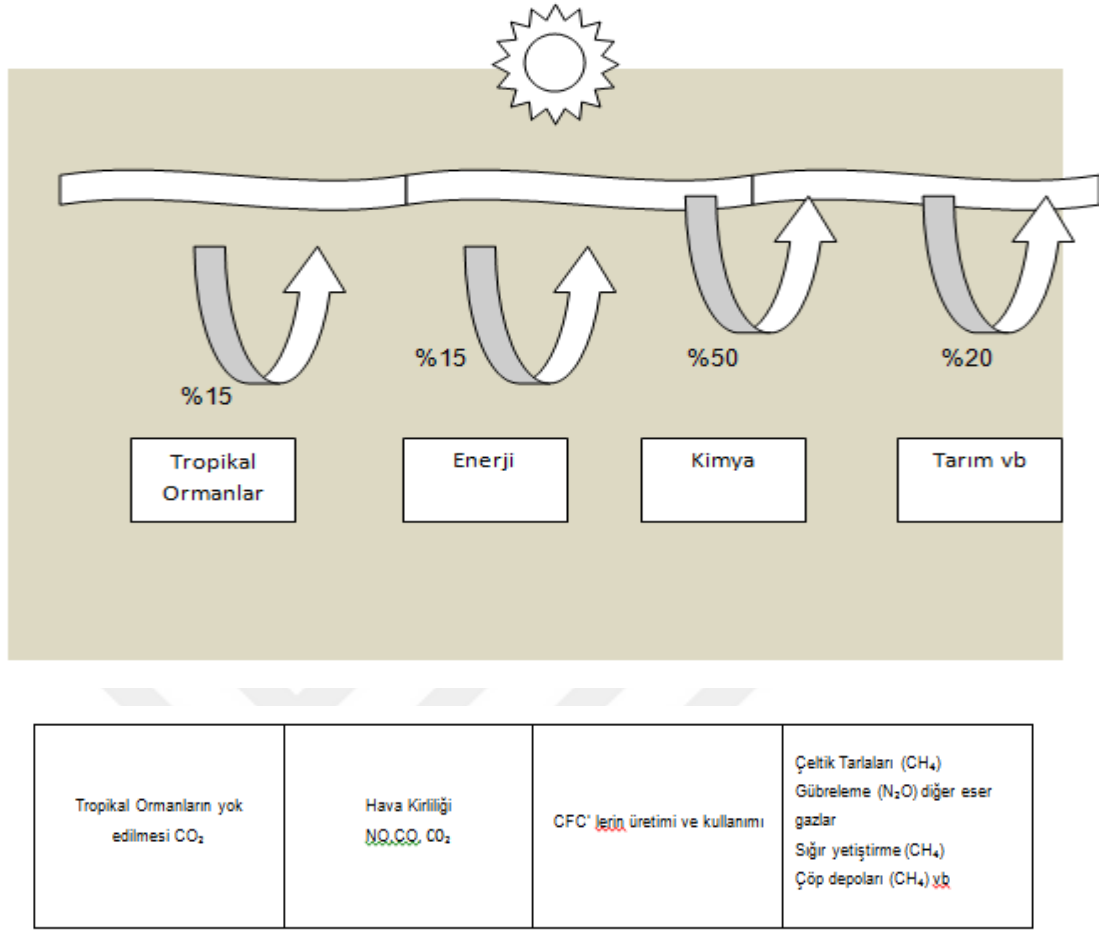
Sera gazları atmosferde ısıyı absorbe etme özelliğine sahip gaz bileşiklerinden oluşur örnek olarak Metan (CH<sub>4</sub>), Karbon dioksit (CO<sub>2</sub>), Metan (CH<sub>4</sub>), Hidroflorür karbonlar (HFCs), Nitröz Oksit (N<sub>2</sub>O), Sülfürhekza florid (SF<sub>6</sub>), Perfloro karbonlar (PFCs) gibi gazlar verilebilir.

Karbondioksit ( CO<sub>2</sub> ) yukarıda sayılan sera gazları içerisinde en yüksek paya sahiptir ve bu gazdan dolayı antropojenik sera etkisinin %50-60'ı meydana gelmektedir. Son 50 yıl içerisinde CO<sub>2</sub>' in atmosferdeki konsantrasyonu sürekli artış göstermektedir. Bu artış oranı geçmiş yüz yıllık döneme göre çok hızlı bir trendde seyretmektedir (NOAA/ESRL,2013). Atmosferdeki karbondioksit konsantrasyonu 1957 yılından beri sürekli ölçülüp kaydedilmektedir (Vashum ve Jayakumar, 2012). Sanayi devriminden önce CO<sub>2</sub> konsantrasyonu atmosferde 280 ppm civarında iken, 2013 eylül ayı itibari ile 393.3 ppm değerine ulaşmış olup 2000-2013 yılları arasında ortalama olarak yıllık 1.93 ppm arttığı bilinmektedir (URL-1) (Şekil 2).



Şekil 2. Karbonun yıllık seyri (Houghtan, 2003)

Bilimsel araştırmaların karbondioksit (CO<sub>2</sub>) gazının bağlanması veya indirgenmesine odaklanmasının sebebi küresel ısınmadaki payının en fazla olmasından dolayıdır. Yapılan hesaplamalarda küresel karbon dengesinin eşit şekilde olabilmesi için atmosfere salınan insan kaynaklı sera gazı emisyonlarının en aza indirgenmesi gerekmektedir. Fosil yakıt yanmasından 6,3 Milyar ton (Mt) ve ormansızlaşma ve arazi kullanım değişikliğinden dolayı 1,6 Milyar ton (Mt) atmosfere salınan gaza ek olarak küresel karbon döngüsünün normal akışlarını eklediğimiz zaman her sene toplamda 7.9 Mt karbon tekrardan atmosfere salınmaktadır (IPCC, 2002).



Şekil 3. İnsan kaynaklı sera gazlarının nedenleri (Bayar, Behrend 1994'ten değiştirilerek)

Dünyada hareket halinde bulunan karbonun temel olarak 3 deposu bulunur. Bunlar;

- 1- Karasal ekosistemler,
- 2- Okyanusal ekosistemler,
- 3- Atmosferdir

Karbon döngüsünde 'Atmosfer' en önemli rolü oynar. Fotosentez yoluyla atmosferde serbest halde ki karbon karasal ekosisteme girer. Bitkiler aracılığıyla alınan karbon dioksitin belli bölümü solunum yoluyla tekrardan atmosfere salınır. Atmosfere salındıktan sonra kalan kısım bitkiler için doku yapımında kullanılır. Sonra otçul hayvanların bu bitkileri tüketmesiyle karbon besin piramidinde ilerler. Karbonun bir kısmı bitkilerin ölmesi sunucunda ayrıştırıcılara karışır. Ayrıştırıcılar ve hayvanlar karbonu solunumla birlikte karbondioksit olarak tekrardan atmosfere salar geriye kalan kısım da



çözülerek toprağa karışır. Yıllar geçtikçe, toprağa karışan karbonun bir kısmı sıkışarak kömür ve petrol gibi fosil yakıtlara dönüşür. (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2006).

Atmosferde bulunan CO<sub>2</sub> gazı, karasal ve okyanusal ekosistemler tarafından depolanmaktadır. Okyanusların tuttuğu CO<sub>2</sub>' in büyük bir kısmı atmosfere tekrar geri salınmaktadır. CO<sub>2</sub>' in büyük bir kısmı karasal ekosistem tarafından tutulup depolanmaktadır. Ormanlar karasal ekosistemlerin neredeyse %32'sini oluşturmaktadır ve yeryüzünde depolanan CO<sub>2</sub>' in % 75'ini bünyelerinde depolamaktadır. Bu sebepten dolayı, atmosferdeki CO<sub>2</sub> gazının azaltılmasında ve depolanmasında ormanların ayrı bir yeri ve önemi vardır (Ketizmen, 2011).

Atmosferden her yıl orman ekosistemleri tarafından alınan 100 gigaton CO<sub>2</sub>' in yarısı geri verilmektedir. Okyanuslar ise, yeryüzünde bulunan ikinci karbon havuzu, atmosferden temin ettikleri 104 gigaton CO<sub>2</sub>' in 100 gigatonunu atmosfere geri vermektedir. CO<sub>2</sub>'in depolanmasında ormanların üstünlükleri de karbon depolamada tek çare olduğunu ortaya koymaktadır (URL-2).

Arazi kullanımındaki değişimlerden dolayı 1860 yılından beri atmosfere salınan karbon miktarının 150-250 milyon ton olduğu yapılan çalışmalarda tahmin edilebilmektedir. Bu tahmin aralığının geniş olmasının sebebi arazi kullanımında oluşan değişimler sonucu atmosfere salınan karbonun sayısallaştırılmasının zor olmasıdır (Trexler, 1991). Yerleşim alanlarının genişlemesi ve hızlı nüfus artışı arazi kullanımındaki değişimlere sebep olan önemli faktörlerdir. Bunun yanında, ormanların tarım alanlarına dönüşmesi de bu değişimin önemli sebeplerindendir (Richards, 1990). Yapılan araştırmada (Johnson 1991), tropik bölgelerde olan ormansızlaşmaya; %8 çiftçilerin kullanımı, %10 yakacak odun, %64 tarımsal ve %18 ticari odun üretiminin sebep olduğunu göstermektedir. Halbuki tropikal ormanlar ekosistemleri diğer ekosistemlerle karşılaştırıldığında karbon depolama açısından daha zengindirler. Aynı alanda bulunan tarım arazisi ile kıyaslandığında 1 ha tropikal orman 44 kere daha fazla karbon tutmaktadır (Cairns ve Meganck, 1994).

Tablo 1. Bazı karasal ekosistemlerin karbon depolama kapasiteleri

<b>Ekosistem</b>	<b>Karbon Depolama (t C/ha)</b>
Tropikal Ormanlar	220
İlman Ormanlar	150
Kuzey Ormanları	90
Çayır ve Meralar	15
Tarım Alanları	5

Uluslar arası platformlarda ormanların petrol ve kömürden sonra en fazla karbon emisyon kaynağı ve en büyük karasal karbon deposu olması dolayısıyla iklim değişikliği ile mücadelede çok kritik ve değerli bir yeri olduğu kabul görmektedir. Dünyadaki en güçlü karbon depolayıcı oldukları düşünülen madde ağaçlardır. Gelişmekte olan ülkelerin (genellikle tropik bölgelerde) orman bozunumu ve ormansızlaşmadan dolayı karbon salımlarının yıllık bazda toplam dünya üzerine sera gazı salınımlarının neredeyse %20'sini meydana getirdiği kestirime ulaşılmaktadır. Bu durumdan anlayabiliriz ki ormansızlaşma durumu ortadan kaldırılabilirse önlenebilecek emisyon miktarı olarak da görülebilir. Bu durumla beraber, maalesef, bu büyük salınım kaynağı UNCFFF dahilinde bugüne kadar önemli bir politik adımın atılması için hiç çaba sarf edilmemiştir (URL-3).

### **1.1. İklim Değişikliğinin Tarihsel Gelişimi**

Küresel ısınmanın sebeplerinin tespiti, alınması gereken önlem ve adımların belirlenmesi için uluslararası anlamda birçok toplantı düzenlenmiş ve düzenlenmektedir. Bu kapsamda uluslararası süreç aşağıdaki şekilde verilmiştir (Şekil 4).



Şekil 4. Küresel Isınma İçin Uluslararası Anlamda Yapılan Toplantılar

- Stockholm Konferansı: Küresel boyutta çevre sıkıntılarının uluslararası seviyede ilk defa görüşülmesi için 5 – 6 Haziran 1972 yılında Birleşmiş Milletler Çevre Konferansı Stockholm’ de toplandı. Toplantı sonucunda katılımcıların üzerinde anlaştığı Eylem Planı ve 26 prensip için bir bildiri yayınladılar. Dünyada bulunan doğal kaynaklar ve ekosistemlerin gelecek nesiller için korunması bu bildirin iklim açısından en önemli maddesi oldu.
- Dünya İklim Konferansı: DMO (Dünya Meteoroloji Örgütü) tarafından 12-23 Şubat 1979 tarihleri arasında Cenevre’ de düzenlenen Dünya İklim Konferansı’nın ana teması küresel iklim değişikliğidir. Konferans sonunda Dünya İklim Programı oluşturuldu.
- Viyana Anlaşması: 1985 yılında imzalanan anlaşmanın amacı ozon tabakasında ki incelmelerin nedenleri araştırılması ve küresel ısınma ile mücadeleydi. Bu çalışmalar neticesinde CFC’ leri üreten ülkelerinde içinde olduğu 20 ülke tarafından anlaşma imzalandı.
- Montreal Protokolü: 1987 yılında 196 ülkenin imzaladığı bu protokol 1989 yılında yürürlüğe girdi. Anlaşma sonucunda taraf ülkeler CFC kullanımını 2030 yılında tamamen sıfırlayacaklarını taahhüt ettiler. 2050 yılına gelindiğinde ozon tabakasının yeniden eski haline geleceği hedeflendi.
- Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli : Bu panel (UNEP) Birleşmiş Milletler Çevre Programı ve Dünya Meteoroloji Örgütü tarafından 1988 yılının Aralık ayında

organize edildi. Bu panelin görevi, iklim değişikliği ve küresel ısınmada küresel boyutta yapılan en yeni çalışmalarını (teknik, sosyo-ekonomik ve bilimsel) toplayıp incelemek ve neticeleri uluslararası karar mercilerine ve dünya kamuoyuna bildirmektir.

- Rio, Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı: Dünyada bulunan ormancılık anlayışını temelden etkileyerek bir çok değişikliğin başlamasına sebep olan bu konferansta Türkiye en üst düzeyde temsil edilmiştir. Konferansın sonucunda 5 maddelik gündem meydana gelmiştir. Bunlar sırasıyla Ormancılık Prensipleri, Gündem 21, Çölleşme ile Mücadele Sözleşmesi, Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi, İklim Değişikliği Sözleşmesidir.
- Helsinki Konferansı: Portekiz ve Finlandiya öncülüğünde 1993 düzenlenmiştir. AB ile birlikte 37 Avrupa ülkesi ve özel sektörden bazı kuruluşlar konferansta bulunmuştur. Bu konferansın sonucunda 4 madde üzerinde anlaşılmıştır. Bu maddeler Avrupa ormanlarının biyolojik çeşitliliğinin korunması için genel esaslar, Avrupa ormanlarının sürdürülebilir yönetimi için genel esaslar, Avrupa ormanlarının iklim değişikliğine uzun süreli adaptasyonu süreci ve geçiş ekonomisindeki ülkelerle ormancılık alanında iş birliği şeklindedir.
- İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi: Atmosferi kirleten insan kaynaklı sera gazı salımlarını önlemek ve belli seviyede tutmak bu sözleşmenin amacını oluşturmaktadır. Sözleşmeye 189 ülke taraf olmuş ve tarafların iş birliği yapması, iklim değişikliğine karşı önlem alınması gibi maddelerde ortak görüş bildirilmiştir.
- Kyoto Protokolü (2005): Kyoto Protokolü 16 Mart 1998 yılından itibaren 1 yıl imzaya açık bırakılmıştır. Bunun sebebi gelişmiş ülkelerin daha önceki zirveleri yükümlülükler bazında yetersiz görmesi maddelerin daha bağlayıcı hale getirilmesi ve yasal tutanağının olması gereken bir belge olmasıdır. Bu Protokolün sonucunda, 2008'de başlayıp 2012'nin sonuna kadar (birinci taahhüt dönemi) sera gazları salınımlarını 1990 yılına ait karbon seviyesinin en az %5,2 altına indirme taahhüdünü kabul eden ülkeler Ek-I listesinde yer almıştır.

Küresel etki bazında iklim değişikliğinin sebebi olan sera gazı emisyonlarının nasıl ve nereden oluştuğunun hiçbir anlamı bulunmamaktadır. Karbon salın kaynaklara ilişkin alınacak tedbirlerin hangi bölgede olduğunun bir önemi yoktur. Mali açıdan minimum seviyelerde insan kaynaklı sera gazı salınımlarının tutulması esas amaçtır. Her ülkenin kendine ait sera gazı emisyonlarının birim azaltım maliyeti vardır. Mali açıdan daha az olan ülkelerde indirim yapılması daha mantıklıdır ve daha ekonomik olacaktır. EK-I

ülkeleri bu yapıdan yararlanabilsin diye Esneklik mekanizmaları kurulmuştur. Bu esneklik mekanizmaları aşağıda sıralanmıştır:

a) Emisyon Ticareti (Emission Trading–ET): Ek-I ülkeleri arasında salınım ticaretinin yapılabilmesi için bu mekanizma Kyoto Protokolü'nün 17. Maddesi ile düzenlenmiştir. Ek-B' de belirtilen karbon salınımını azaltım miktarının bir bölümünün ticaretini yapabilmek için Ek-I listesinde yer almak gerekmektedir.

b) Ortak Uygulama (Joint Implementation - JI):"Emisyon Azaltma Kredisi" (Emission Reduction Unit) olarak tanımlanan kredi Ek-I listesinde yer alan ülkelerin gerekli şartları yerinde getirdiği takdirde insan kaynaklı karbon salınımının azaltılması yada sera gazlarının yutaklar yolu ile uzaklaştırılmasını amaçlayan projelerden elde edilir ve kazanılan bu krediler toplam hedeften düşülür. Bu durum protokolün 6. Maddesi ile düzenlenmiştir.

c) Temiz Kalkınma Mekanizması (Clean Development Mechanism -CDM): Bu mekanizma protokolün 12. Maddesi gereğince Ek-I ve Ek-I dışı ülkeler arasında uygulanacaktır. Ek-I dışı ülkelerde yapılacak olan proje faaliyetleri sonucunda "Sertifikalandırılmış Emisyon Azaltım Kredisi" (Certified Emission Reductions) elde edilecektir. Elde edilen bu kredide Ek-I'de yer alan taraflardan emisyon azaltım taahhüdünü gerçekleştirmek için temin edilmektedir .

Gelişmiş ülkelerin kendi sınırları dışına çıkarak sera gazı emisyonlarını azaltmak niyetiyle en az maliyetle karbon ticareti yapmasına izin veren düzenekler (Salım Ticareti, Ortak Yürütme ve Temiz Kalkınma Düzenegi) Kyoto Protokolünde düzenlenmiştir. (Türkeş vd., 2000; Türkeş, 2001b).

- Paris Anlaşması (2015): Her devletin çevre sorunlarına farklı farklı katkılarda bulunmasından dolayı 1990 yılından beri yürürlüğe giren çeşitli uluslararası anlaşmalarda, katkıları farklı derecelerde olan ülkelerin ortak ama her ülke için farklı sorumluluk almaları gerektiği fikri ön plana çıktı. Bu fikrin gelişmiş ülkeler tarafından uygulandığı söylenemez. Küreselleşen çevre sorunlarıyla, devletlerin sıkıntılarının çözümlenmesi hususunda pay sahibi olması gerektiğinin farkındalığı gün geçtikçe artmaktadır. Bu duruma rağmen çevre sorunlarının kökenine müdahale ve çözümü konusunda etkili adımları atıldığını söylemek mümkün değildir.

Uluslararası platformlarda sıkça görüşülen, COP<sub>21</sub> Paris iklim zirvesi ile sıkça gündeme gelen, iklim değişikliğine dair çözümler pekte çözüme ulaşamamıştır. Kyoto

Protokolü' nün imzalanma amacı 1997 yılında küresel sıcaklık artışının (Ortalama) güvenli sınırlar arasında tutulabilmesi ve iklim değişikliği için ülkelerin bir çözüm bulmasıydı. Rusya' nın 1998 yılında katılımıyla protokolü onaylayan ülkelerin 1990 yılı karbon salımları yeryüzündeki toplam emisyonun %55' ini bulmuş ve protokol yürürlüğe girebilmiştir.

İklim krizinin hat safhaya ulaştığı bu süreçte yürürlüğe konulan Kyoto Protokolü'nün piyasa mekanizmalarıyla kurmak istediği sistem işlememiştir. Bu sistemin işlememiş olmasının sebebi kural koyucu ülkelerin bu kuralların yaptırım gücüne de sahip olmasıdır. Japonya ve Kanada gibi karbon salımları fazla olan gelişmiş ülkelerin verdiği taahhütleri yakalayamayacağı için son anda protokolden çekilmeleri, yaptırımların karmaşık olması ve taahhüt döneminin kısıtlı olması her ne kadar tepeden bir azaltım hedefi koymuş olsa da Kyoto Protokolü işlevini yitirmiştir. Çevre sorunlarının küresel boyutlara gelmesi bütün ülkelerin ortak özüm bulabileceği anlamına gelmediğini bu örnekten anlamaktayız. 2015 yılının sonlarına doğru düzenlenen COP<sub>21</sub>'de (Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nin 21. Taraflar Konferansı) Paris Anlaşması' nın imzalanmasının amacı karşılıklı olarak yükümlülüklerin karbon ticareti gibi aslında salımları azaltmak yerine başka yerlere ihraç eden araçlarla tıkanmasıdır. 2020 yılında sona erecek olan Kyoto Protokolü'nün taahhüt dönemi sonrasında iklim rejimini yeniden şekillendirecek olan bu anlaşma ülkelerin kendi verdikleri gönüllü katkılara dayanacaktır. (Özlüer, Ö.I.,2016).

Paris Anlaşmasının hazırlanan taslak kararında finans maddelerinden biri olan 54. Madde de "... gelişmekte olan ülkelerin gereksinimlerini ve önceliklerini dikkate alarak her bir yıl için 100 milyar Amerikan doları taban olmak üzere yeni bir kolektif tutar belirlenmesini kararlaştırır." ibaresi yer almaktadır.

55. Maddesin de ise "Uygun ve öngörülebilir mali kaynakların, bu kapsamda, uygun şekilde, sonuç temelli ödemelerin ormansızlaşmadan ve orman alanlarının tahribinden kaynaklı emisyonların azaltılmasında politika yaklaşımlarının ve pozitif teşviklerin uygulanması ve ormanların korunması, sürdürülebilir işletilmesi ve orman karbon stoklarının geliştirilmesi yanında ormanların bütünlüklü ve sürdürülebilir işletimi için ortak azaltım ve uyum yaklaşımları gibi alternatif politika yaklaşımları yönünden önemini kabul eder; öte yandan, bu türden yaklaşımların ilgili olduğu karbon dışı yararların önemini teyit ederken Yeşil İklim Fonu gibi özel ve kamusal, iki taraflı ve çok

tarafli kaynaklardan ve alternatif kaynaklardan gelecek desteğin Taraflar Konferansının ilgili kararlarına uygun şekilde koordine edilmesini teşvik eder.” ibaresi yer almaktadır.

Bu taslak kararlara istinaden Paris Anlaşmasının 9, 10 ve 11. Maddelerinde karbon azaltım ve uyum yönünden desteklemek için ekonomik (mali) kaynakların bulunması ile ilgili hükümler yer almaktadır.

Yukarıda ki iki maddeden de anlaşıldığı üzere Paris Anlaşmasında ormanların karbon depolama fonksiyonunun maddi olarak bir getirisi bulunmaktadır.

## 1.2. Karbon Ayakizi

İnsanların çevreye verdiği kötü etkilerin ölçüsü durumunda olan karbon ayak izi, karbondioksit’ n birim cinsinden üretilen ve ölçülen sera gazı miktarıdır. Açıklamak gerekirse, kişinin küresel ısınmadaki kişisel payının ölçüsüdür (Tatar, 2010). Toplam CO<sub>2</sub> emisyon miktarları şehir içi ulaşımdan da kaynaklanmaktadır. Bu toplam CO<sub>2</sub> salınım miktarları ve kişi başına düşen toplam karbondioksit miktarları Tablo 2’de ve Tablo 3’ de yer almaktadır.

Tablo 2. Özel araçlarda şehir içi ulaşımda yolcu başına CO<sub>2</sub> emisyonu (g/km) (Kumbaroğlu ve ark., 2007)

Özel Araçlar					
Benzinli Araçlar	Motor Yaşı				
	Motor Hacmi	≤ 1990	1991-1995	1996-2000	2001-2005
> 2000 cc	286,08	272,82	259,55	246,28	233,01
1400cc-2000 cc	242,92	229,65	216,38	203,11	189,84
≤ 1400 cc	212,13	198,86	185,59	172,32	159,05
Dizel Yakıtlar					
Motor Hacmi	≤ 1990	1991-1995	1996- 2000	2001-2005	> 2006
> 2000 cc	260.57	245.40	230.23	215.05	199.88
1300 cc- 2000 cc	219.50	204.33	189.16	173.98	158.81
≤ 1300 cc	185.11	169.94	154.77	139.59	124.42

Tablo 2'nin devamı

LPG li Araçlar					
Motor Hacmi	≤ 1990	1991-1995	1996- 2000	2001-2005	> 2006
≤ 1400 cc	99.72	91.12	82.52	73.93	65.33

Tablo 3. Şehir içi toplu taşıma araçlarında yolcu başına CO<sub>2</sub> emisyonu (g/km) (Kumbaroğlu ve ark., 2007)

Araçlar	Toplam CO <sub>2</sub> Emisyonu	Taşınan Yolcu Başına CO <sub>2</sub> Emisyonu
Otobüs (Ortalama)	1260.3	10.3
Minibüs	355.1	17.8
Metro	1961.0	2.1
Hafif Metro	1855.0	7.2
Tramvay	1111.9	4.1
Deniz otobüsü	20882.2	46.5

Şehirlerarası ulaşımda, gidilen kilometre ve kişi başına düşen CO<sub>2</sub> salınım miktarları Tablo 4'da verilmektedir.

Tablo 4. Şehirlerarası toplu taşıma araçlarında CO<sub>2</sub> emisyon miktarı(g/km) (Kumbaroğlu ve ark., 2007)

Araçlar	Toplam CO <sub>2</sub> Emisyonu	Taşınan Yolcu Başına CO <sub>2</sub> Emisyonu
Otobüs – Ortalama	748.2	14.7
Uçak – Yurt dıŞı	22446.0	82.8
Uçak – Yurt içi	28122.0	170.4
Deniz otobüsü	18199.6	40.5
Tren – Dizel	11572.0	38.6
Tren – Elektrikli	8798.0	14.7

#### Karbon Ayak İzinin Yaşam Tarzı İle İlişkisi

Beslenme, ısınma, elektrik tüketimi v.s. gibi davranışlar bir kişinin yaşam tarzından kaynaklanan karbon ayak izinin ne olabileceğini göstermektedir. Örnek verecek olursak ısınmada kullanılan sıvı yakıtlar CO<sub>2</sub> salınımına katkı vermektedir. Doğalgaz, kömür ve yenilebilir enerji kaynaklar sıvı yakıtlar olarak geçmektedir. (Tatar, 2010).



CO<sub>2</sub> salınımına katkısı maksimum seviyede olan durum ise her şeyin en yeni modelini almak ve paketlenmiş yiyeceklerdir. Bu durumların yerine organik yiyecekler yetiştirmeli, mevsimi olmayan yiyecekler tüketilmemelidir ve sadece ihtiyaç olduğunda yeni ürünler alınmalıdır (Tatar, 2010).

Kullanım miktarlarına göre elektrikli ev aletlerinin karbon ayak izi hesaplanmaktadır. Bu aletlerin kullanımından dolayı ortaya çıkan güç watt cinsinden verilmektedir. Toplam karbondioksit salınımının bulunabilmesi için Watt değeri ile kullanılan sürenin çarpılması gerekmektedir (Kumbaroğlu ve ark., 2007). Tablo 5'' de çeşitli ev aletlerinin kullandığı ortalama güç ve açığa çıkan CO<sub>2</sub> emisyon değerleri verilmektedir. Bu tablo yardımıyla elektrikli ev aletleri kullanan ev başına düşen CO<sub>2</sub> emisyonu hesaplanabilir.

Tablo 5. Elektrikli ev aletlerinden salınan CO<sub>2</sub> miktarı (g/saat) (Kumbaroğlu ve ark., 2007)

Elektrikli Aletler	Ortalama güç (Watt)	CO2 Emisyonu (g/saat)
Ütü	1.075	569,8
Derin dondurucu	300	159,0
Çamaşır makinesi	600	318,0
Bulaşık makinesi	1.325	702,3
Dikiş makinesi	87,5	46,4
Mutfak robotu	230	121,9
Tost makinesi	1.020	540,6
Mikrodalga fırın	1.230	651,9
Elektrikli fırın	3.100	1.643,0
Fritöz	1.700	901,0
Kahve makinesi	1.250	6625
Çay makinesi	825	437,3
Elektrik süpürgesi	900	477,0
Telefon	75	39,8

Tablo 5'in devamı

Saç kurutma makinesi	1.300	689,0
Bilgisayar	225	119,3
Lap top	40	21,2
Su ısıtıcısı (banyo)	3.000	1.590,0
CD/VCD/VCR/DVD oynatıcı	35	18,6
Elektrikli battaniye	245	129,9
Elektrikli soba	1.400	742,0
Müzik seti	110	58,3
Vantilatör	62,5	33,1
Jakuzi	1.500	795,0
Saat	5	2,7
Buzdolabı(Ortalama)	400	212
Klima(Ortalama)	1.100	583

### 1.3. Karbon Emisyonu ve Karbon Depolama

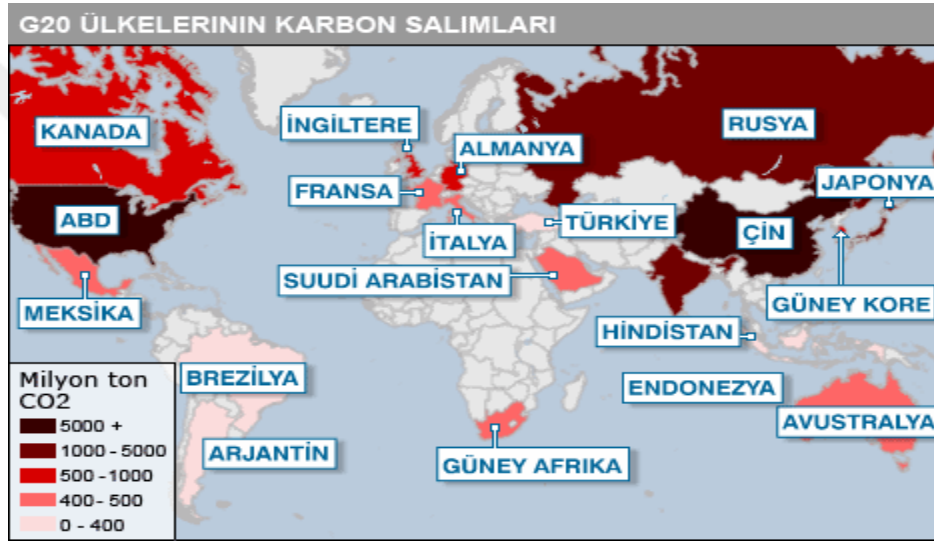
#### 1.3.1. Karbon Emisyonu

Karbon atmosferde bulunan sera gazları içerisinde en yüksek orana sahiptir. Karbon emisyonu veya karbon salınımı diye adlandırılan olay karbonun ormansızlaşma, yakacak olarak fosil yakıtların kullanılması gibi sebeplerden dolayı dünyamızı saran atmosfere salınması ve bu durumda havadaki karbondioksit miktarının insan sağlığını tehdit edecek seviyede artması olayıdır.

Karbondioksit gazı sera etkisinin oluşmasına katkı sağlayan en önemli gazdır. Dünyada 1990'lı yılların başlarından itibaren, küresel ısınma ve iklim değişikliğinin ortaya çıkmasında sera gazlarının etkili olduğu belirtilmektedir. Karbon salımlarının en aza indirilmesi küresel ısınma ile mücadelede en etken roldür. Ülkelerin sera gazı salımlarının

belirlenen hedeflere indirmelerinin hukuki açıdan mecburi tutulması Paris Anlaşmasında sağlanmıştır. Bu anlaşmadan önce mecburiyetlerin yerine getirilmesi için Kyoto Protokolü imzalanmıştır. Bu mecburiyetlere rağmen günümüzde sınırlı sayıda ülke (Finlandiya, Danimarka, Norveç, İsveç, Hollanda, İtalya...) karbon salınımı en aza indirmek için çalışmalar yapmaktadır.

Dünyadaki toplam karbon emisyonların dağılımına bakıldığında Amerika birinci sırada yer almaktadır. Ülkemizde gerçekleşen karbon salınımı 2008 yılında 367 milyon tonu bulmuştur. Şekil 5'te de görüldüğü gibi G-20 ülkelerinin atmosfere saldıgı toplam CO<sub>2</sub> miktarları belirtilmektedir.



Şekil 5. G-20 ülkelerindeki karbon emisyon miktarları (BBC, 2010)

Amerika'nın birey başına karbon emisyon değeri 19,1 tondur. Bu değer kişi başına karbon salınımında ABD'yi ilk sıraya yerleştirir. Türkiye'de bu değer kişi başı karbon salınımı 5,3 ton olarak yer almaktadır (Sarıkaya, 2010).

Sera gazı emisyon envanteri sonuçlarına göre 2015 yılında toplam sera gazı emisyonu CO<sub>2</sub> eşdeğeri olarak 475,1 milyon ton hesaplanmıştır. Dünyaya bakıldığında ise enerjiyle bağlantılı karbon emisyonları 2017'de tarihi rekor kırarak 32,5 milyar tona ulaştı.

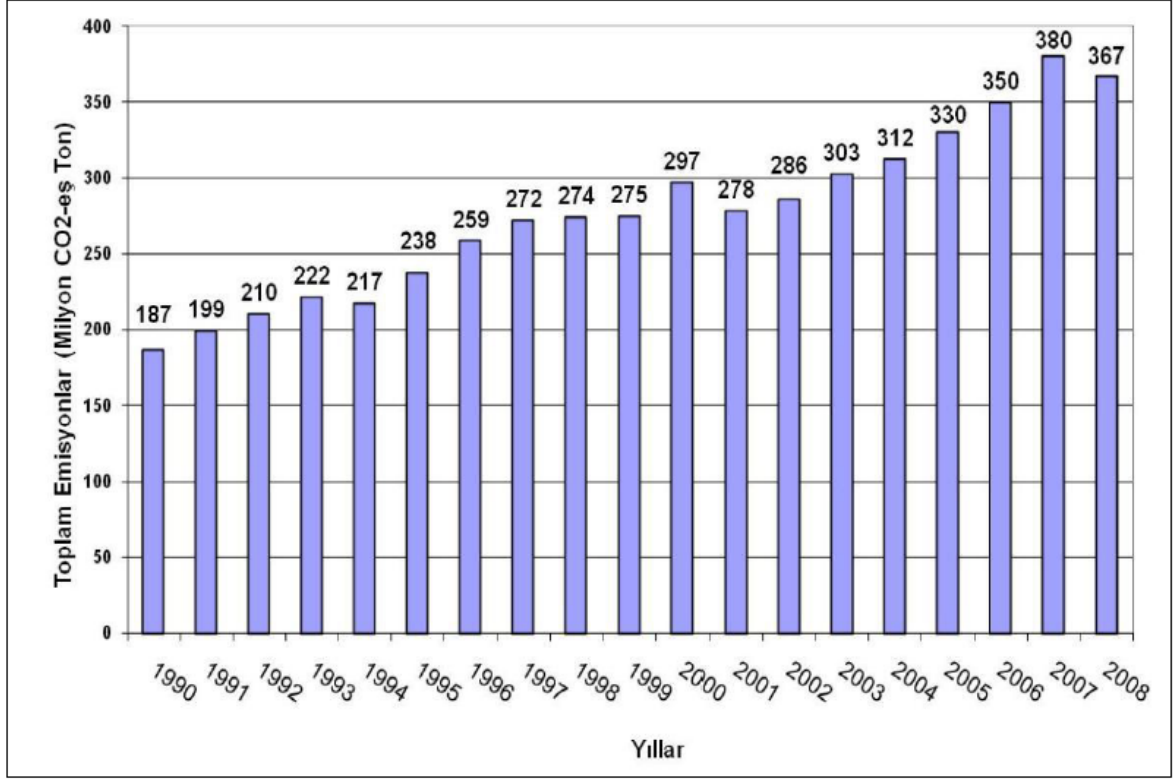
Tablo 6. Ülkelerdeki kişi başı karbon emisyon değerleri (Sarıkaya, 2010)

Ülkeler	Kişi Başına Karbon Emisyonu (Ton)
Amerika	19,1
Kanada	17,4
Rusya	11,2
OECD	15,0
AB-27	10,2
Çin	4,6
Hindistan	1,2
Türkiye	5,3

### 1.3.2. Türkiye' de Karbon Emisyonu

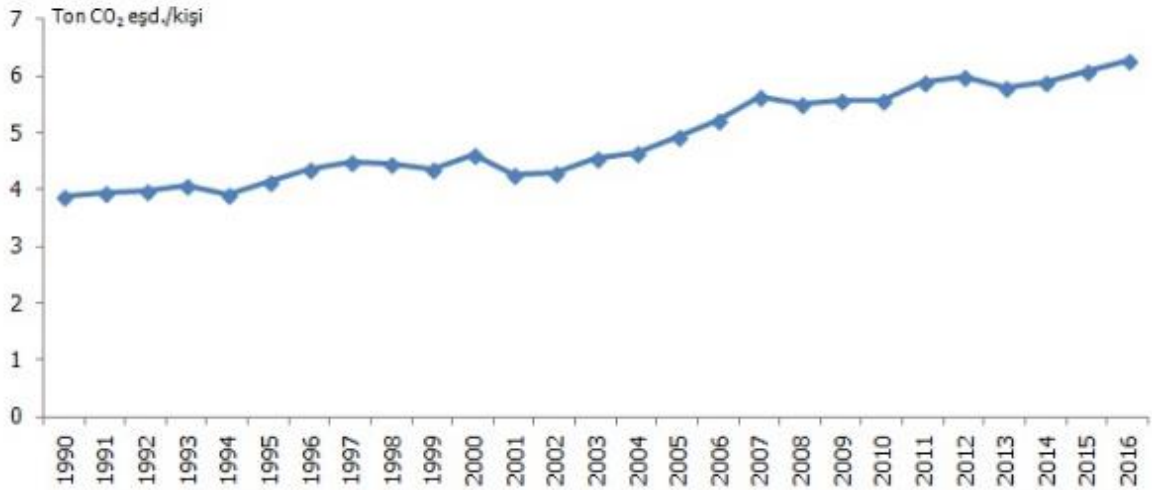
Ülkemizden salınan karbon değeri tüm dünyada üretilen toplam karbonun yaklaşık %1'idir. Bu rakamlar doğrultusunda baktığımız zaman Türkiye kişi başına 6,07 ton karbon üretimi ile dünyada bulunan karbon ortalamasının az da olsa altındadır. Şayet karşılaştırma ABD ve OECD ülkeleriyle kıyaslama yapılırsa ortalamanın epeyce altında olduğu görülmektedir (Güngör ve ark., 2010).

Şekil 6' de görüldüğü üzere ülkemiz için yıllar bazında toplam CO2 salınım miktarları verilmiştir.



Şekil 6. Ülkemizde 1990-2008 yılları arasındaki toplam karbon üretimi (Ecer, 2010)

**Kişi başı sera gazı emisyonu, 1990-2016**



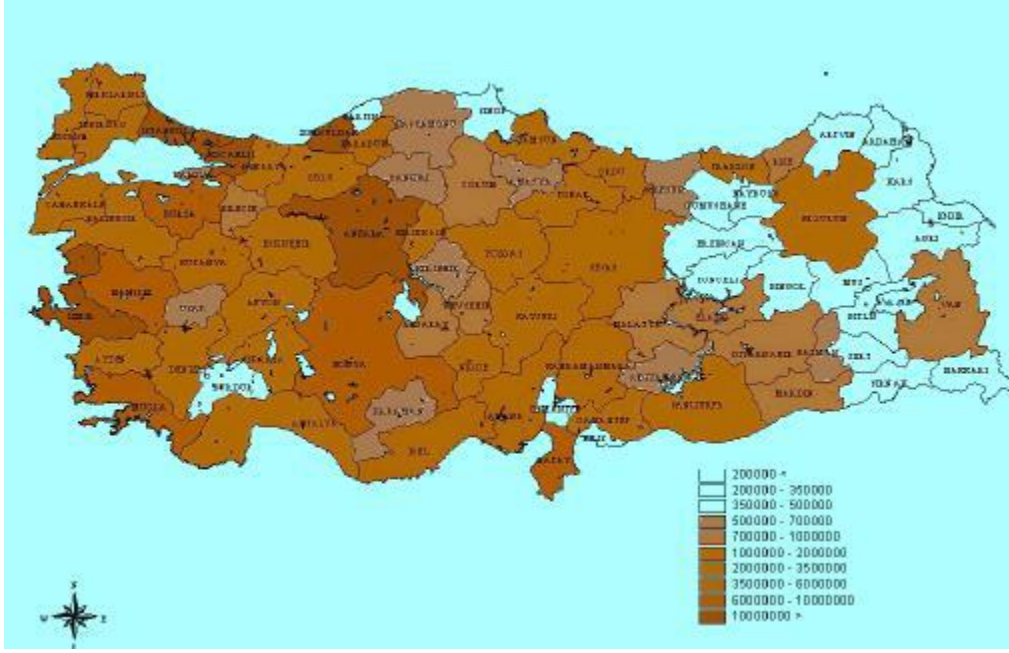
Şekil 7. Ülkemizde kişi başına salınan sera gazı emisyonu (Tuik,2016)

Enerji sektörü ülkemizde bulunan karbon emisyonlarının sektörel açıdan başında gelmektedir. Enerji sektöründen sonra sanayi, atık maddeler ve tarım gelmektedir.

Ülkemizdeki karbon salınımlarının %76'sı enerji sektöründen kaynaklanmaktadır. Bu karbondioksit salınımı yıllık 277,7 MTON'dur (Ecer, 2010).

2016 yılında hesaplanan Türkiye 'nin yıllık sera gazı emisyon miktarı 496,1 milyon tondur. Bu değer içinde en büyük paya %72,8 ile enerji sektörü sahiptir. Bu karbondioksit salınımı yıllık 361,2 milyon tondur.

Bazı şehirlerimizde enerji üretimi diğer şehirlerimize nispeten daha fazladır. Enerji üretiminin fazla olduğu şehirlerimizde CO<sub>2</sub> salınımında artmaktadır. Şekil 8' de illere dağılmış CO<sub>2</sub> salınım değerleri verilmektedir. Bu verilere göre en çok karbondioksit salınımı gerçekleşen şehir İstanbul'dur. İstanbul'u n arkasından ise Ankara ve İzmir gelmektedir. 3 şehrimizde de senelik toplam karbon emisyonu 10 milyon tondan daha fazladır.



Şekil 8. Ülkemizde CO<sub>2</sub> salınımlarının coğrafi dağılımı (Kumbaroğlu ve ark., 2007)

### 1.3.3. Karbon Depolama

Karbon depolama, atmosfere fosil yakıtların kullanımı, ormansızlaşma, arazi kullanımının değişmesi gibi nedenler ile salınan karbon miktarının, karasal ekosistemler ve okyanuslar tarafından depolanmasına ve böylece atmosferde bulunan CO<sub>2</sub> oranının azalmasına denilmektedir. (Ketizmen, 2011)

Atmosfere salınan karbondioksit gazının tutulması ve depolanmasının genel olarak iki yolu vardır. Bunlar sırasıyla karasal ekosistem ve okyanuslarda depolanan karbonlardır. 1990 ve 2000 yılları arası incelendiğinde 4,7 gigaton depolanan toplam karbonun, 3 gigatonu karasal ekosistemler (Ormanlar v.s) tarafından geriye kalan 1,7 gigatonu ise okyanuslar tarafından depolanmıştır (Zengin ve ark., 2005). Bu rakamlar bize göstermektedir ki karbon depolamada karasal ekosistemler çok daha önemlidir.

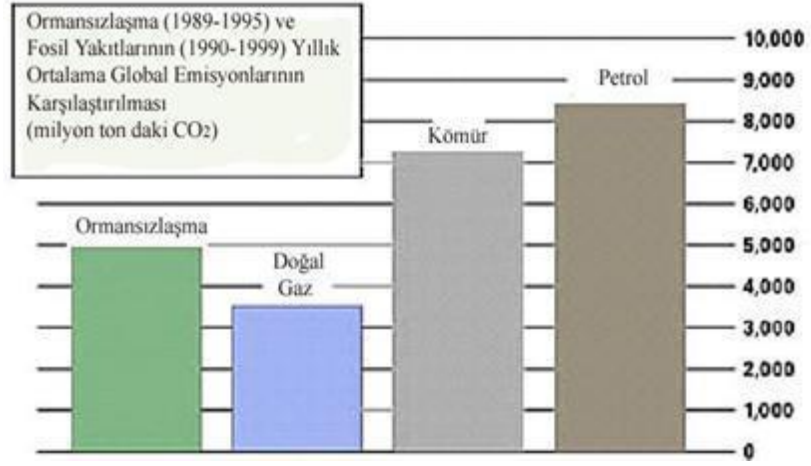
Toprakta, tarım ve mera alanlarında bunlarla beraber ormanlarda depolanan karbon karasal ekosistemin içerisinde ki karbonların depolandığı yerlerdir. Orman ekosistemi bu sıralamada başı çekmektedir. Tablo 7’de çeşitli depolanan karbon miktarının çeşitli vejetasyonlara dağılımı verilmektedir.

Tablo 7. Küresel ölçekte vejetasyon ve toprakta (1 m’ye kadar) depolanan karbon miktarı (IPCC, 2000)

Biyom	Alan (109 ha)	Küresel karbon stoğu (Gt C)		
		Vejetasyon	Toprak	Toplam
Tropikal ormanlar	1.76	212	216	428
Ilıman ormanlar	1.04	59	100	159
Boreal ormanlar	1.37	88	471	559
Tropikal savanlar	2.25	66	264	330
Ilıman çayırlar	1.25	9	295	304
Çöl ve yarı-çölller	4.55	8	191	199
Tundra	0.95	6	121	127
Bataklıklar	0.35	15	225	240
Tarım alanları	1.60	3	128	131
Toplam	15.12	466	2011	2 477

#### 1.3.4. Karbon Havuzları

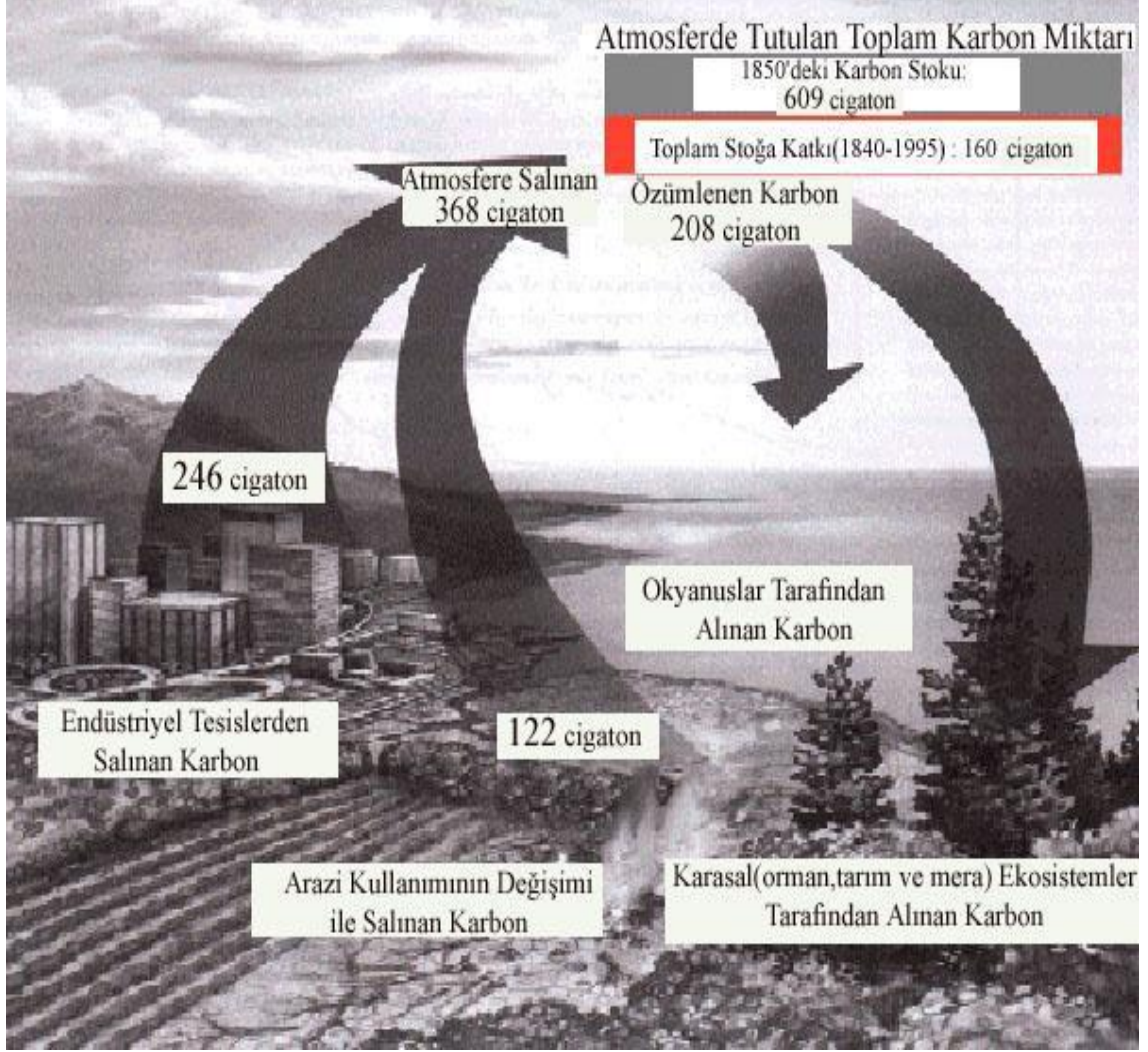
Ormansızlaşmanın ve fosil yakıtların atmosferde bulunan karbondioksit miktarını arttırdığını gösteren IPCC araştırmaları Şekil 9’de verilmiştir (Schulze et Al 2000). Salınan karbondioksitin depolandığı yutakları gösteren Şekil 10 (Liosa, 2001) aşağıda verilmektedir



Şekil 9. Ormansızlaşma ve fosil yakıt tüketimlerinin CO<sub>2</sub> emisyonları içindeki payları  
(Schulze et Al 2000)

Atmosfere salınan karbondioksitin 122 cıgatonu arazi kullanım değişikliğinden, 246 cıgatonu fosil yakıt tüketiminden kaynaklanmıştır. Şekil 9'da özetlenen bu sonuçtan dolayı, IPCC tarafından hazırlanan kılavuzda sera gazları ile ilişkili olarak küresel iklim değişimine bakılması için temel yaklaşım olarak ormanlar ve arazi kullanım değişimi üzerinde yoğunlaştırılmıştır (IPCC 2004).





Şekil 10. Emisyon kaynakları ve yutak alanlar arasındaki küresel karbon döngüsü ve son 150 yıl içindeki durum (Liosa, 2001)

Şekil 10'da verilen bilgilere göre, 1850 'den 2000 yılına kadar 150 yıllık periyotta dünyamızı saran atmosfer içindeki CO<sub>2</sub> miktarı 609 cigatondan 160 cigaton artarak 769 cigatona seviyesine gelmiştir. Karasal ekosistemler ve okyanuslardan oluşan karbon depoları atmosfere salınan 368 cigaton CO<sub>2</sub> nin 208 cigatonunu depolamıştır.

Dünyada yaşam formu içerisinde bulunan bütün canlılar içeriğinde karbon bulunan organik moleküllerden oluşur. Hareket eden karbonun 3 deposu bulunur. Bunlar :

- 1- Okyanus,
- 2- Biyota diye adlandırılan karasal organizmalar,
- 3- Atmosfer.

Karbon havuzlarından en önemlisi atmosfere salınan Karbonun büyük bir bölümünü bünyesinde toplayan Biyota denilen karasal organizmalardır.

Tahminlere göre insan kaynaklı salınımların %30' u (yaklaşık 2,3 Gt) karasal ekosistemler tarafından depolanmıştır. Arazi kullanımındaki değişiklikler, insanların sebep olduğu emisyonların %20'sinden fazlasını ya da karasal ekosistemlerin içerisinde bulunan karbon havuzlarından atmosfere salınan karbonun yılda 1.6 (Gt)nu temsil eder. Atmosfere salınan karbondioksit gazının 4,6 Gt'luk kısmı okyanuslar ve karada bulunan ekosistemler tarafından tutulur. Geriye kalan 3,3 Gt'luk karbon salınımıyla birlikte toplamda her yıl 7,9 Gt karbon atmosferde hareket halindedir (IPCC,2000).

#### **1.4. Karbon Piyasası**

“Birleşmiş Milletler İklim Değişimi Çerçeve Sözleşmesi” küresel iklim değişiklikleri konusunda en önde gelen antlaşmalardan bir tanesidir. 21 Mart 1994 tarihinden yürürlüğe giren sözleşme 1992 Rio Dünya Zirvesi'nde imzalanmaya açılmıştır. Türkiye'nin de içinde yer aldığı 189 ülke bugüne kadar sözleşmeyi onaylamıştır. Yapılan diplomatik görüşmelerin ardından küresel ısınmaya yol açan sera gazlarının atmosfere salınmasını azaltmak için Japonya' da 11 Aralık 1997 tarihinde taraflar konferansı Kyoto Protokolü'nün geçerliliğini kabul etmiştir. (UNFCCC,2005:12-17). 2015 yılında imzalanan Paris Anlaşması, sera etkisi oluşturan metan(CH<sub>4</sub>), sülfürheksaflorid(SF<sub>6</sub>), perflorkarbonlar(PFC), hidroflorkarbonlar(HFC), nitrosoksit(N<sub>2</sub>O) ve karbondioksit(CO<sub>2</sub>) olmak üzere altı gazın emisyonlarının düşürülmesi için bağlayıcı yükümlülükler getirmiştir. Bu çerçevede 2025 yılı için öngörülen 2005 yılına kıyasla %27 oranında emisyon azaltım hedefinin 1.790 milyar ton CO<sub>2</sub> emisyon azaltımı gerektirdiği, hali hazırda öngörülen önlemlerin ise 995 milyon ton CO<sub>2</sub> azaltım sağlayacağı ortaya konmuştur.(Tüsiad, 2015)

##### **1.4.1. Emisyon Ticareti**

Kyoto Protokolü yükümlülüklerini en az maliyetle yerine getirebilmek için katılımcı şirketler emisyon izinlerini alıp satarlar buna da “Emisyon Ticareti” adı verilir. Sanayileşmiş ülkeler ile pazar ekonomisine geçiş zamanlamasındaki ülkeler (EK-I Ülkeleri) kendileri için belirlenen (Ek-B) salınım azaltım miktarlarını yakalamak için sera

gazı salınımlarında ki azalmaları alıp satarak ticaret yapabilirler. Taraf ülkeler söz verdikleri emisyonundan daha fazla azaltım yaparlarsa emisyonundaki fazladan azaltımı taahhüdünü sağlayamamış bir diğer Ek-I ülkesine satabilir. Bu alım satım işi, ülkeler arasında olabileceği gibi ülke içi veya uluslararası sektörler arasında da yapılabilmektedir. Ancak ülkelerin salınım ticaretini yapabilmeleri için Ek- B çerçevesinde azaltım taahhüdünde bulunması gerekmektedir (Numanoğlu,2002:18).

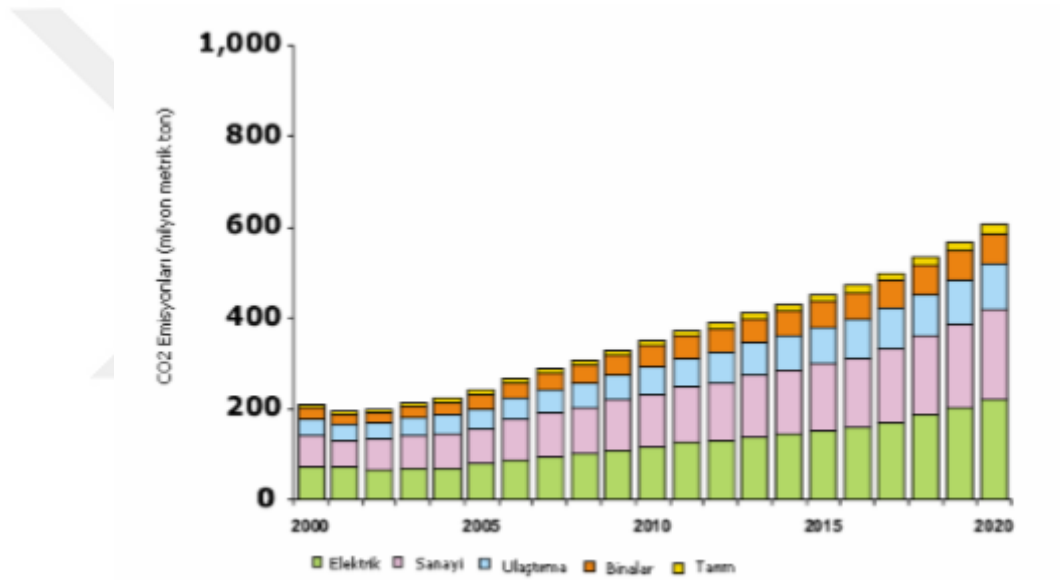
Kyoto Protokolü'nün 17. Maddesi'nde özellikle belirtilen Salınım Ticareti' ne göre, karbon gazı emisyonu ile ilgili ve belli tarihler dikkate alınarak maksimum kirletme sınırı belirlenmiş herhangi bir ülke, eğer belirlenen tarihte bu miktardan daha az kirletmeyi başaramamış ise, o ülke için belirlenmiş en çok miktar ile gerçekleşen miktar arasındaki emisyon farkını, permi hakkıyla ülkeler arası piyasada satabilecektir. Daha basit bir anlatımla Emisyon Ticareti, emisyon hakkının satılmasıdır. Emisyon Ticareti ile ilgili bu hak sadece ülkeler arasında değil aynı zamanda şirketler arasında da geçerli olabilecektir. Bu işlemde bir taraf satıcı, diğer taraf ta alıcı olacaktır. Alım ve satım ile ilgili söz konusu olacak fiyat mekanizması ise, piyasada arza ve talebe göre belirlenecektir. Buna göre piyasada ne kadar çok emisyon yapma hakkı satın almak isteyen olursa, fiyatlar o kadar yüksek olacaktır.

#### **1.4.2. Karbon Ticareti**

Uluslararası milyar dolarlık bir pazar olarak ortaya çıkan Karbon ticareti hızla büyümektedir. “Karbon” adı verilen sera gazlarını azaltmanın ve kontrol altında tutmanın en etkili yolu sürdürülebilir gelişmeyi finanse etmektir. Kyoto Protokol' ünün bir sonucu olarak ortaya çıkan “Karbon Ticareti” 189 ülke ile birlikte 1997 yılında kabul edilmiş ve gelişmiş yani sanayileşmiş ülkelerin karbon gazı emisyonlarını 2012 yılına gelene kadar 1990 yılındaki karbon seviyelerinin %5'i oranında azaltmalarını öngörmüştür. Bu protokol gelişmiş ülkelere sera gazı salımlarını uygun ücretlerle azaltmalarını sağlamak için yasal yönde hedefler koymuştur. Sera gazının salımlarında belirlenen kotalar gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin için farklı farklı verilmektedir (Celik, 2009).



Şekil 11. Karbon Emisyon Ticaretinin Çalışması Kaynak: Arıkan,(2007:15)



Şekil 12. Referans Senaryoya göre 2020 Yılına Kadar Sektörel Bazda CO<sub>2</sub> Kaynak: Arıkan,(2006)

Esnek mekanizmalar olarak adlandırılan başka ülkelerin karbon salım kredisini olarak kendi sera gazı salımlarını azaltma yolu Kyoto Protokolü' nün Ek-I listesinde yer alan ülkelere açılmıştır. Temiz Kalkınma Mekanizması (CDM) içinde satın alınan bu krediler maddi olarak alım-satım ile Ek-I dışındaki ülkelerde bulunan ve sera gazı emisyonunda azalmaya sebep olan projelerden doğan karbon kredilerinden oluşur.

Bağımsız üçüncü bir taraf, hazırlanan raporların gerçekleşmesi ve karbon kredisi için olacak projenin gerçekten var olduğunu, ölçülebilir bir teknolojiye sahip olduğunu ve uzun vadeli karbon emisyonu azaltılmasına yardımcı olacağını onaylar. Birim karbon kredisi bir ton karbondioksit eşittir (metrik bazda). Baseline hesabı ile projenin sağlayacağı karbon salımı azaltımı arasındaki farka eşittir. Bu durumdan dolayı görülüyor

ki projenin hayata geçmediği bir durumda salımdaki azalma karbon emisyonuna bağlıdır. Baseline çalışması diye adlandırılan bu durum aslında teorik bir senaryodur. Baseline hesabı yapılırken proje öncesi salımın hesaplanması veya aynı ülkede gerçekleştirilen benzer projelere bakılarak yapılabilir. Yapılacak projenin karbon gelir değerlerinin güvenilir bir şekilde hesaplanabilmesi için bağımsız üçüncü bir taraftan yapılması gerekmektedir.

Yukarıda verilen dünyada bulunan karbon borsalarının mekanizmaları hakkında genel bilgilerden sonra bu karbon borsalarında işlem gören karbonun miktarı ve yapılan işlem hacimleri ise sırasıyla verilmektedir; 2007 yılı için 2.984 Gt CO<sub>2</sub> işleme tabi olmuş ve 63 milyar Euro değerinde işlem görmüştür. 2008 yılında ise 4.836 Gt CO<sub>2</sub> işlem görmüş ve bu işlem 86 milyar Euro değerinde al-sat hacmine sahip olmuştur. 2009 yılına geldiği zaman 8,7 Gt CO<sub>2</sub> işlem hacmi olmuş ve 103 milyar Euro' luk bir al-sat hareketi gerçekleşmiştir. Tablo 8'de 2008 – 2009 yıllarında dünyada bulunan karbon piyasasında ki CO<sub>2</sub> miktarını ve alım satıma olan katkısı gösterilmiştir. Bu veriler göz önünde bulundurulduğunda senelerdir borsalarda işlem gören CO<sub>2</sub> miktarının ve ortalama karbon fiyatının azalmasına rağmen artan ticari büyüklüğün hızlanarak devam ettiği gözlemlenmektedir.(Toksoy ve Bayramoğlu,2010)

Tablo 8. 2008 – 2009 yılı dünya karbon piyasasında ki CO<sub>2</sub> ve işlem hacmi

	2008		2009	
	Miktar (Mt CO <sub>2</sub> )	Parasal Değer (Milyon Dolar)	Miktar (Mt CO <sub>2</sub> )	Parasal Değer (Milyon Dolar)
<b>Yatırım Piyasaları</b>				
EU ETS	3.053	100.526	6.326	118.474
NSW	31	183	34	117
CCX	69	309	41	50
RGGI	62	198	805	2.179
AAUs	23	276	155	2.003
<b>Ara Toplam</b>	<b>3.278</b>	<b>101.492</b>	<b>7.362</b>	<b>122.822</b>
<b>Spot ve İkincil Kyoto Offsets</b>				
<b>Ara Toplam</b>	<b>1.072</b>	<b>26.277</b>	<b>1.655</b>	<b>17.543</b>

Tablo 8'in devamı

<b>Proje Tabanlı İşlemler</b>				
Birincil CMD	404	6.511	211	2.678
JI	25	367	26	354
Gönüllü Pazar	57	419	46	338
<b>Ara Toplam</b>	486	7.297	283	3.370
<b>Genel Toplam</b>	<b>4.836</b>	<b>135.066</b>	<b>8.700</b>	<b>143.735</b>

EU ETS: AB Emisyon Ticaret Sistemi; NSW: Güney Doğu Avustralya; CCX: Chicago İklim Borsası; RGII: Bölgesel Sera Gazı Girişimi; AAUs: Tahsis Edilen Birim; CMD: Temiz Kalkınma Mekanizması; JI: Ortak Yürütme.

Kaynak: State and Trends of the Carbon Market 2010.

### 1.4.3. Gönüllü Karbon Kredisi

Kyoto Protokolünde bulunan mekanizmalardan bağımsız olarak elde edilen emisyon azaltımlarına Gönüllü Karbon Piyasası denmektedir. Gönüllü karbon piyasasında Kyoto Protokolünün piyasa mekanizmalarının tersine, herhangi bir zorunlu belirleyici kural yada standart yoktur. Piyasa şartlarında farklı farklı alıcılar tarafından talep edilen çok farklı standartlarla onaylanabilen emisyon azaltımları mevcuttur. 1989 yılına dayanan bir geçmişe sahip olan Gönüllü salım ticareti gerçek yükselişini Kyoto Protokolü'nde bulunan mekanizmalara borçludur (Ayrıçay,2008:26).

Gönüllü karbon piyasaları Kyoto Protokolü piyasa mekanizmaları ile beraber büyüyerek, Kyoto Protokolünü onaylayan ülkelerle birlikte bu protokolün dışında kalan ülkelerde de gelişme olanağını bulmaktadır. Küresel iklim değişikliklerine hassas şirketlerin, bireylerin ve örgütlerin karbon emisyonunu dengelemek amacıyla sosyal sorumluluk çerçevesinde kuruluşların ortaya çıkarmış olduğu bir pazardır. Gelişmiş kuzey ülkelerindeki firmalar tarafından talep edilen Gönüllü Karbon Azaltım Projeleri'nde bulunan Onaylı Salım Azaltım'ları (VER)' lere olan talep iklimsel değişiklik bilincinin oluşması ile birlikte yükseliş göstermektedir (Taşdan, 2005:6).

Tablo 9. Küresel Karbon Piyasalarında Gönüllü Karbon Ticareti

	2005		2006		2005-2006 Değişimi	
	Ticaret Hacmi (MTon eşCO <sub>2</sub> )	Piyasa Değeri (milyon US\$)	Ticaret Hacmi (MTon eşCO <sub>2</sub> )	Piyasa Değeri (milyon US\$)	Ticaret Hacmi (MTon eşCO <sub>2</sub> )	Piyasa Değeri (milyon US\$)
Birinci CDM	341	2.417	450	4.613	32%	99%
İkinci CDM	10	221	25	444	150%	101%
JI	11	66	16	141	45%	107%
Diğer	20	157	17	79	-15%	-56%
<b>Gönüllü Karbon</b>	<b>6</b>	<b>44</b>	<b>10</b>	<b>100</b>	<b>67%</b>	<b>127%</b>

Kaynak: Arıkan,(2008:89)

Tablo 9’ da görüldüğü üzere gönüllü karbon piyasasının küresel karbon ticareti içindeki konumu belirtilmektedir. Yaklaşık olarak 100 milyon dolarlık bir satışa sahip olan gönüllü karbon ticaretinin, bütün dünyadaki karbon piyasasının sadece küçük bölümünü oluşturmasına rağmen büyüyüp gelişmekte olduğu gözlemlenmektedir.

Gönüllü karbon piyasasının tüketiciye daha fazla yarar sağlaması şeklinde yapılan çalışmalar özellikle 2006 yılında önem kazanmıştır. Bu bağlamda kullanılan standartların bir kısmı Tablo 10’ da gösterilmektedir. Bu standartlar azaltım rehberleri, karbon satıcılarının görüşleri, kayıt süreci ve sertifika programları dikkate alınarak hazırlanmaktadır. Bu yapılan çalışmaların amacı, gönüllü karbon borsası pazarının yasallığını arttırmak ve daha çok katılımcıyı bu oluşuma katmaktır.



Tablo 10. Gönüllü Karbon Ticaretinde Kullanılan Standartlar

Standart adı	Genel Özellikleri
Gold Standard	Uluslararası bir standarttır, dengeleme projelerinin ve karbon kredilerinin sertifikalandırılmasında kullanılır, çevresel ve sosyal yararlar özel olarak dikkate alınır.
VCS	Uluslararası Salım Ticareti Derneği (IETA) ve Dünya Bankası (WB) uluslararası ölçekte uygulanan bir standarttır, dengeleme projelerinin ve karbon kredilerinin sertifikalandırılmasında kullanılır, çevresel ve sosyal yararlar öncelikli değildir
Green-e	Kuzey Amerika'da kullanılmaktadır, dengeleme projelerinin sertifikalandırılmasında kullanılır
CCB Standards	Ormanlaştırma çalışmalarında özellikle biyolojik çeşitlilik ve sosyal yararların ortaya konulması amacıyla uluslararası alanda geçerliliği olan bir standarttır. Dengeleme projelerinin sertifikalandırılmasında kullanılır.
CCX	Chicago Climate Exchange tarafından geliştirilen ve bu sistemde yer alan proje ve karbon sertifikaları için kullanılır.
Plan Vivo	Tarım ve ormancılık sektörlerindeki projelerde çevresel yararların gözetmesi amacıyla kullanılır.
Climate Neutral Network	Çoğunlukla Kuzey Amerika'da dengeleme projelerinin ve karbon kredilerinin sertifikalandırılmasında kullanılır.
Greenhouse Friendly	Avustralya'da aynı adla anılan program kapsamında dengeleme projelerinin ve karbon kredilerinin sertifikalandırılmasında kullanılır,
WBCSD/WRI Protocol	Firma, işletme, proje boyutunda sera gazı salımlarının hesaplanmasında kullanılan bir rehberdir.
CCAR	Kaliforniya'da kullanılan bir raporlama aracıdır.
VER+	TÜV Súd firması tarafından geliştirilmiş ve dengeleme projelerinin ve karbon kredilerinin sertifikalandırılmasında kullanılır
ISO14064	Uluslararası Standartlar Enstitüsü tarafından uluslararası alanda geçerli olan , dengeleme projelerinin ve karbon kredilerinin sertifikalandırılmasında kullanılan bir standarttır.
Social Carbon	Güney Amerika ve Portkiz'de yeniden ormanlaştırma projelerinde çevresel ve sosyal yararların gözetilmesi için kullanılır.
DEFRA	İngiliz hükümeti Çevre Bakanlığı tarafından tüketicilere rehberlik edecek bir belgeleme sistemidir.

Kaynak: (Ayrıçay,2008:26)

- Çalışmanın Amacı

Dünyamızı saran atmosferindeki CO<sub>2</sub> miktarının artması, sera etkisinde bulunan gazlarla beraber küresel iklim değişimine bununla beraber sıcaklık artışına neden olmaktadır. Küresel iklim değişiminin nedenleri incelendiğinde, CO<sub>2</sub>' in sera etkisinin % 55 – 80 olduğunu gözlemlenmektedir (Asan 1995).



Orman ekosisteminin küresel karbon döngüsünde oynadığı rol çok önemlidir. Bütün toprak üstü karasal organik karbonun %80'ini ve bütün toprak altı karasal organik karbonun %40'ını depolamaktadır (IPCC, 2001).

Ancak günümüzde orman ekosistemlerinde depolanan karbon yanında bu karbonun parasal değeri de giderek önem kazanmıştır. Dünyada son 10-15 yılda gelişen “Karbon Pazarları” ve “Karbon Ekonomisi” bunu açıkça göstermektedir.

Bu çalışmanın amacı, giderek artan çevre sorunları ile birlikte gündeme gelen ormanların karbon depolama fonksiyonunun ekonomik açıdan incelenmesi ve seçilen çalışma alanında gelecek 60 yıllık dönemin ekonomik kestirimlerinin yapılmasıdır.



## 2. LİTERATÜR TARAMASI

Price ve Willis (1993), zamanı belirleyerek ormanların karbon depolama fonksiyonunun maddi çözümlerinde kullanılmak üzere iskonto oranı hakkında kestirim yapabilmek için araştırma yapmışlardır ve bu çalışmanın sonucunda, bu değer %4 - %5 arasında alınması gerektiğini önerilmiştir.

Newell ve Stevens (1999); Obersteiner ve ark. (2007), %5 iskonto oranını kullanarak karbon depolamasıyla ormanlardan sağlanacak getirinin belirtilmesi için bazı çalışmalar yapmıştır.

Richards ve Carrie (2004)'nin, karbon muhasebesi çalışmaları ve karbon depolamasının maliyetlendirilmesi ile ilgili yaptıkları araştırmada, ABD' den örneklerin yanında, hipotetik analizler ve diğer hesaplama tekniklerini (örn: maliyet etkililiği) kullanmışlardır.

Çelik (2009), Emisyon Ticareti Programı(ETS)'nin detaylı bir analizi; zayıf ve güçlü yanları, içinde bulunduğu eğilim, sunacağı fırsatlar ve aşması gereken engeller açıklanmıştır. Bunun yanında Emisyon Ticaretinde önemli bir yeri bulunan karbon piyasasının, bu piyasanın yapısını ve işleyişi incelenmiş ve bununla oluşan gönüllü karbon piyasası üzerinde durulmuştur.

Bülbül (2012),Saf ladin meşcerelerin karbon depolama miktarının belirlenmesi ile ilgili yaptığı çalışmada, çalışma alanına ait meşcerelerin karbon depolama kapasitesi karbon analizi ve biyokütle denklemleri geliştirme yöntemleriyle belirlenmiştir. Saf Ladin meşcereleri için biyokütle denklemleri oluşturulmuştur.

Gülsunar (2011), Ormanların karbon depolama miktarının uzaktan algılama yöntemi ile belirlenmesi çalışmasında uzaktan algılama verileri kullanılarak Giresun Orman Bölge Müdürlüğü Akkuş Orman İşletme Müdürlüğü Düzdağ Orman İşletme Şefliği ormanlarının karbon depolama miktarı belirlenmiştir. BEF1 katsayısı kullanılarak hesaplanan karbon miktarı Landsat ETM+ uydu görüntüleriyle ilişkilendirilmiş ve yapılan kontrol sonucu %84,17 doğruluk oranı bulunmuştur. 0,7889 ile Kappa istatistiği doğruluk oranı vermiştir.

Ketizmen (2011), Kahramanmaraş başkonuş araştırma ormanında karbon ekonomisi üzerine araştırmalar ve fonksiyonel karşılaştırmalar adlı çalışmasında çalışma

alanı üzerinden ülke ormanlarının karbon depolama kapasitesinin parasal değeri bulunmaya çalışılmıştır.

Erkut (2013), Giresun orman bölge müdürlüğü akkuş orman işletme müdürlüğü saf kayın meşcerelerinin ekosistem bazında karbon depolama kapasitesi adlı çalışmada çalışma alanının karbon depolama kapasitesinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Örnek alanlardan alınan verilere göre Akkuş yöresinin karbon depolama miktarı 175,9 ton/ha toprak üstü olarak ve toprakta ise 81.1 ton/ha olarak belirlenmiştir.

Tolunay (2009), Türkiye orman ekosistemlerindeki toplam karbon stoğu ve canlı ağaç bitkisel kütlesindeki karbon birikimi adlı çalışmasında Türkiye ormanlarının toprak üstü ve toprak altı bitkisel kütledeki yıllık karbon birikimleri araştırılmıştır. Türkiye ormanlarında bulunan tüm karbon havuzlarının toplam karbon stoğu 2004 yılı itibariyle 2251.26 Tg olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değer %74,78 ' i toprakta, %21,32' si canlı ağaç kütlesinde ve geri kalan %3,9' u ölü odun ve örtüde bulunmaktadır.

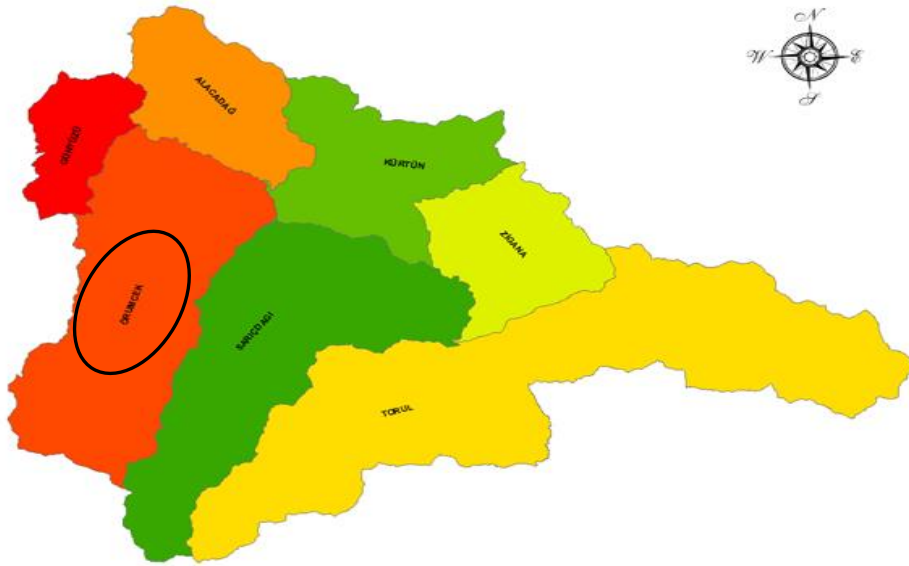
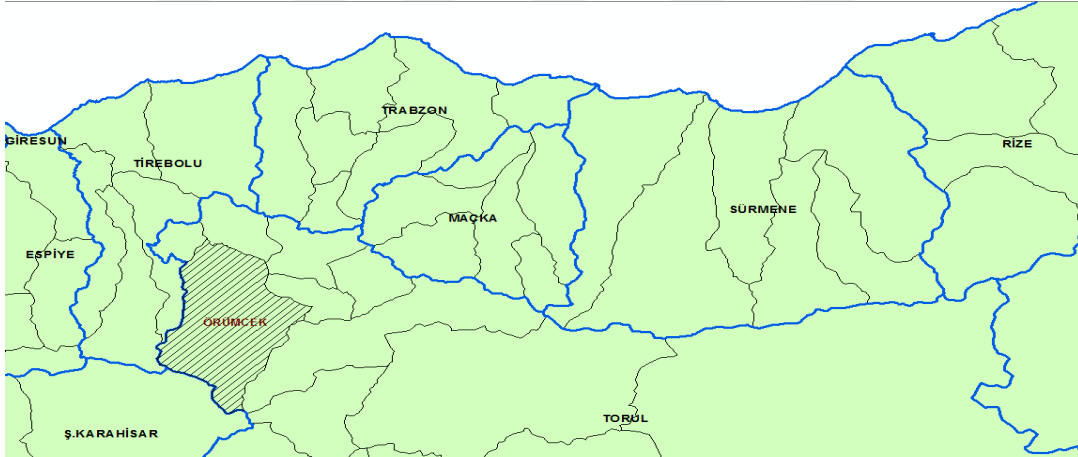
Yavuz (2010), TÜBİTAK ve TOVAG' ın desteklediği projede Karadeniz bölgesinde karışık ve saf sarıçam meşcereleri için mekanistik büyüme modelleri geliştirilmiş ve aynı zamanda karbon depolama , biyokütle miktarları belirlenmiştir. Üç aşamadan meydana gelen projenin sonucunda sarıçam ormanlarının karbon depolama miktarı hesaplanmıştır.

Çömez (2008), Türkiye ormanlarında toprak ve ölü örtüde depolanmış karbon miktarlarının belirlenmesi çalışmasında topraktaki organik karbon stoğu üzerinde etkili olan faktörler incelenmiş ve ülkemizde bu konu hakkında bu güne kadar yapılan çalışmalar derlenerek orman topraklarımızda depolanan toplam karbon miktarı belirlenmeye çalışılmıştır. Sonuç olarak ülkemiz orman topraklarında 1159 toprak çukurundan elde edilen değerlere göre bir hektar alanda 77,8 ton kadar karbon depolandığı saptanmıştır.

### 3. YÖNTEM

#### 3.1. Çalışma Alanının Tanıtımı

Yapılan araştırma ve çalışma kapsamında, Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü Torul Orman İşletme Müdürlüğü, Örümcek Orman İşletme Şefliği araştırma alanı olarak seçilmiştir (Şekil 13). Örümcek Orman İşletme Şefliği, 40° 26' 27" - 40° 43' 39" kuzey enlemleri ile 38° 54' 27" - 39° 08' 20" doğu boylamları arasında yer almaktadır. Plan ünitesi GİRESUN G 41-b2-c2-c3, TRABZON G 42-a1-d1-d2 ve d4 paftaları içinde kalmaktadır.



Şekil 13. Örümcek Orman İşletme Şefliği

Plan ünitesi, Gümüşhane ilinin Kürtün ilçesine ait sınırlar içerisinde bulunmaktadır. İdari açıdan Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü, Torul Orman İşletme Müdürlüğüne Örümcek Orman İşletme Şefliği 30.09.1997 yılında kurulmuş olup, işletme şefliği ölçeğinde tek planı vardır. Örümcek Orman İşletme Şefliğine ait 1983 yılı öncesi, 1983, 2005 ve son olarak 2016 yılı amenajman planları mevcuttur. İşletme şefliğine ait son amenajman planı arazi çalışmaları Mayıs-Eylül 2015 tarihleri arasında toplam 847 adet örnek alanda yapılmıştır (Şekil 14).



Şekil 14. Örümcek Orman İşletme Şefliğine Ait Örnek Alan Haritası

Bu çalışma kapsamında araştırma sahası olan Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü Torul Orman İşletme Müdürlüğü bünyesinde bulunan Örümcek Orman İşletme Şefliği ormanlık alanları 2016 yılı orman amenajman planına göre ekonomik, ekolojik ve sosyokültürel fonksiyonlar altında toplam 7 farklı işletme sınıfı olarak işletilmektedir (Şekil15). İşletme sınıflarına göre ormanlık alanın dağılımı Tablo 11’de verilmiştir.

Tablo 11. 2016 yılı Amenajman Planına Ait İşletme Sınıfları ve Alansal Dağılım

ANA FONKSİYON	İşl. Sın.	KORU					Koru Toplam ha	GENEL TOPLAM		
		3 Kapalı %71-100 ha	2 Kapalı %41-70 ha	1 Kapalı %11-40 ha	Toplam %11-100 ha	Boşluklu Kapalı %1-10 ha		Toplam %11-100 ha	Boşluklu Kapalı %1-10 ha	Ormanlık Toplam ha
Ekonomik	A	1077,0	293,3	227,3	1597,6	25,2	1622,8	1597,6	25,2	1622,8
Ekolojik	B	91,8	108,5	30,2	230,5	175,9	406,4	230,5	175,9	406,4
	C	65,2	92,8		158,0		158,0	158,0		158,0
	D	12,3	3,7	8,2	24,2	1,9	26,1	24,2	1,9	26,1
	E	163,6	85,8		249,4		249,4	249,4		249,4
	F	3574,0	2832,2	568,6	6974,8	1025,1	7999,9	6974,8	1025,1	7999,9
	Toplam	3906,9	3123,0	607,0	7636,9	1202,9	8839,8	7636,9	1202,9	8839,8
Sosyo Kültürel	G	287,1	169,6	51,6	508,3	70,9	579,2	508,3	70,9	579,2
<b>ORMANLIK TOPLAMI</b>		<b>5271,0</b>	<b>3585,9</b>	<b>885,9</b>	<b>9742,8</b>	<b>1299,0</b>	<b>11041,8</b>	<b>9742,8</b>	<b>1299,0</b>	<b>11041,8</b>
<b>ORAN %</b>		<b>47,7</b>	<b>32,5</b>	<b>8,0</b>	<b>88,2</b>	<b>11,8</b>	<b>100,0</b>	<b>88,2</b>	<b>11,8</b>	<b>100,0</b>





Örümcek planlama birimi ormanlık alanlarının işletme sınıflarına göre yaş sınıflarına dağılışı Tablo 12’de, bonitet sınıflarına dağılışı Tablo 13’de ve ağaç türlerine dağılımı ise Tablo 14’ de verilmiştir.

Tablo 12. Araştırma Alanı Ormanlık Alanının İşletme Sınıflarına Göre Yaş Sınıfı Alan Dağılışı (ha)

Yaş Sınıfları	İşletme Sınıfları							Toplam
	A	B	C	D	E	F	G	
I	158,4	2,8	0,5		21,1	224,9	18,9	426,6
II	39,5	45,9	5,6			1.755,6	215,8	2.062,4
III	92,8	50,0		3,1		980,1	10,4	1.136,4
IV	107,6	60,5	26,7		11,2	1.210,2	94,4	1.510,6
V	184,4	39,2	88,0	8,2	84,3	1.119,6	88,0	1.611,7
VI	832,3	24,9	23,1	12,9	89,4	1.360,4	75,6	2.418,6
VII	182,6	7,2	14,1		43,4	324,0	5,2	576,5
Toplam	1.597,6	230,5	158,0	24,2	249,4	6.974,8	508,3	9.742,8

Tablo 13. Araştırma Alanı Ormanlık Alanının İşletme Sınıflarına Göre Bonitet Sınıfı Alan Dağılışı (ha)

Bonitet Sınıfları	İşletme Sınıfları							Toplam
	A	B	C	D	E	F	G	
I	39,0							39,0
II	500,8						101,0	601,8
III	736,7	30,8				465,2	378,9	1.611,6
IV	299,2	199,7	158,0	24,2	249,4	6.500,0	28,4	7.458,9
V	21,9					9,6		31,5
Belirsiz	25,2	175,9		1,9		1.025,1	70,9	1.299,0

Tablo 14. Araştırma Alanı Ormanlık Alanının Ağaç Türlerine Göre İşletme Sınıflarına Dağılışı (ha)

ANA FONKSİYON	İşl. Sın.					İbreliler Arası Kar. ( ha )	Yapraklı Ara. Kar. ( ha )	İbr+Yap Karışım ( ha )	GENEL TOPLAM ( Ha )
		Çs ( ha )	L ( ha )	Kn ( ha )	Mz ( ha )				
Ekonomik	A	283,3	718,0	8,1	7,6	420,0	5,9	179,9	1622,8
Ekolojik	B	29,6	92,1	4,1	83,2	34,1	119,8	43,5	406,4
	C		3,9	32,8		28,3	5,6	87,4	158,0
	D		0,6	1,9			3,1	20,5	26,1
	E		2,3	38,5		54,1		154,5	249,4
	F	386,6	1115,8	217,7	720,8	995,0	2465,8	2098,2	7999,9
TOPLAM		416,2	1214,7	295,0	804,0	1111,5	2594,3	2404,1	8839,8
Sosyo Kültürel	G	108,2	81,5	10,8	32,8	121,5	176,8	47,6	579,2
ORMANLIK TOPLAMI		807,7	2014,2	313,9	844,4	1653,0	2777,0	2631,6	11041,8
ORAN %		7,3	18,2	2,8	7,6	15,0	25,1	23,8	100,0

2005 yılı amenajman planının uygulama sonuçları ise yıllar itibarıyla Tablo 15' de verilmiştir.

Tablo 15. 2005 yılı Amenajman Planı Uygulama Sonuçları

YIL	ALINAN ETANIN TÜRÜ ve MİKTARI (2005-2014)				
	Son Hâsılat	Ara Hâsılat	Sıklık Bakımı	OÜHE	TOPLAM
	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
2005	3375	3713		2410	9498
2006	3645	5131		2446	11222
2007	4305	3375		2075	9755
2008	1536	3680		4068	9284
2009					
2010	1227	125		9094	10446
2011	4508	1559		6323	12390
2012	846	514		3070	4430
2013		591		3235	3826
2014		899		1797	2696
TOPLAM	19442	19587		34518	73547



### 3.2. Verilerin Analizi

Bu çalışmada meşcerelerin karbon depolama miktarlarının belirlenmesinde, çalışma alanında 2015 yılında yapılan arazi çalışması sonucu elde edilen envanter verileri kullanılmıştır.

Envanter çalışması sırasında, örnekleme alanında ölçülen ağaçların çapları yardımıyla her bir ağaç için bünyesinde biriken toplam karbon miktarı hesaplanmıştır. Ağaçların karbon miktarlarının hesaplanmasında ağaç türleri için geliştirilen Allometrik karbon modelleri kullanılmıştır (Tablo 16).

Tablo 16. Allometrik Karbon Modelleri

Ağaç Türü	Karbon Modeli	Kaynak
Ladin	$0.033xd^{2.43}$	Mısır,M. ve ark.,2011
Kayın	$0.025672xd^{2.775}$	Mısır-M. ve ark. 2013
Sarıçam	$(0.413xd^2)-28.36$	Yavuz,H. ve ark. 2010
Gök nar	$0.109xd^{2.092}$	Mısır,M. ve ark.2012
Meşe	$(0.0466xd^{2.574})x1.0353$	Makineci ve diğ.,2011
Karaçam	$5.927536x1.155611^d$	Güner,T.S ve Comez, A.2017

Örnekleme alanlarından elde edilen veriler hektara çevrilerek her bir örnek alan için hektardaki karbon depolama elde edilmiştir.

Aşağıda 77 numaralı örnekleme alanı için karbon depolama miktarının hesaplanması gösterilmiştir (Tablo 17).

Tablo 17. 77 nolu örnek alan için karbon depolama miktarının hesaplanması

Plan_Id	PYIL	Sıra No	Ağ. Tür Kod	Çap	C (Kg)
23060301	2016	1	Ladin	37	213,42
23060301	2016	2	Ladin	33	161,62
23060301	2016	3	Ladin	37	213,42
23060301	2016	4	Gök nar	13	23,32
23060301	2016	5	Gök nar	35	185,19
23060301	2016	6	Ladin	19	42,26
23060301	2016	7	Ladin	38	227,71
23060301	2016	8	Gök nar	35	185,19
23060301	2016	9	Ladin	33	161,62
23060301	2016	10	Ladin	9	6,88
23060301	2016	11	Ladin	42	290,41
23060301	2016	12	Gök nar	20	57,44
23060301	2016	13	Gök nar	17	40,88
23060301	2016	14	Ladin	42	290,41
23060301	2016	15	Ladin	17	32,25
23060301	2016	16	Ladin	18	37,05
23060301	2016	17	Kayın	8	8,23
23060301	2016	18	Ladin	24	74,55
23060301	2016	19	Ladin	31	138,84
TOPLAM					2390,70

Örnek alan büyüklüğü 400 m<sup>2</sup> olduğundan;

$$2390,70 \times \left(\frac{10000}{400}\right) = 59767,5 \text{ kg/ha} = 59,77 \text{ ton/ha}$$

şeklinde hektardaki karbon miktarı hesaplanmıştır.

Çalışma alanındaki tüm örnekleme alanlarının meşcere tiplerine dağılımı yapıldıktan sonra her bir meşcere tipi için hektardaki ortalama karbon depolama verileri elde edilmiştir.

### 3.3. Karbonun Parasal Değerinin Bulunması

Çalışma alanı ormanlık alanlarında depolanan toplam karbon miktarı hesaplandıktan sonra, depolanan bu karbon miktarının ekonomik değerinin hesaplanması çalışmanın ana kısmını oluşturmaktadır.

Karbonun ekonomik değerinin hesaplanmasında, çalışma alanı meşcerelerinin tutulan toplam CO<sub>2</sub> miktarı, toplam ağaç serveti, gerçekleşen genel satış cetvelinde bulunan veriler ve seneler boyunca gerçekleşen masraflardır. Bu kıstaslar ile Net Bugünkü Değer (NBD) ve Paranın Gelecekteki Değeri formülleri birlikte kullanılarak bir şekilde karbonun ekonomik değeri hesaplanmaktadır.

Bu çalışmada seçilen Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü Torul Orman İşletme Müdürlüğü bünyesinde bulunan Örümcek Orman İşletme Şefliğine ait Orman Amenajman planına göre Ekonomik Fonksiyon içerisinde yer alan ve en yüksek miktarda yapacak odun üretimi amacıyla işletilen Ladin-Sarıçam işletme sınıfı Ormanlık alanlarında depolanan karbon miktarının parasal değeri hesaplanmaya çalışılmıştır. Üretim işletme sınıfında yer alan meşcerelerin toplam servetinin ekonomik değeri, yani idare süresinin sonuna geldiğinde elde edilen toplam gelir hesaplanmıştır.

Toplam gelirin hesaplanmasında işletme şefliğinde, 2017 yılı içerisinde gerçekleşen dikili ağaç satışı verileri kullanılmıştır. Çünkü diğer satışlar işletmeye ait depoda gerçekleşmiştir ancak genel üretim masrafları (yükleme, sürütme, nakliye, kesme) da hesaba katıldığında net kar belirlenebilir. Bu sebepten dolayı dikili ağaç satışından meydana gelen gelir üzerine hesaplamalar yapılmıştır.

Çalışma sahası içerisindeki dikili ağaç serveti miktarının ekonomik değeri hesaplanarak, sahada depolanan karbonun ekonomik miktarının bulunabilmesi için çalışma sahasında yıllar boyunca oluşan giderlerin hesaplanıp bugünkü net değer formülü yardımıyla dikili ağaç değerinin toplamından çıkartılması gerekmektedir

Seneler boyunca toplam yapılan gider işletme şefliğine ait olup; gençlik bakımı, ölçme, gençlik koruma, tabi gençleştirme, rehabilite, sıklık ve kültür bakımı, kültür koruma, orman koruma, böcek zararları ile mücadele, idare ve yardımcı hizmet, yol, suni gençleştirme ve orman yangınlarıyla mücadele giderlerinin yıllar itibarı ile Trabzon Orman Bölge Müdürlüğünden alınması ve tüm verilerin, paranın gelecekteki değer formülü yardımı ile 2017 yılına taşınmasıyla hesaplanmıştır. 2005-2017 yılları giderleri Trabzon

Orman Bölge Müdürlüğünden elde edilmiştir. Geçmiş yıllara ilişkin giderler 1950-2005 yılları için yapılmıştır. İdare süresi 120 yıl olduğundan gelecekte yapılacak harcamalar da hesaplanmıştır. Paranın Gelecekteki Değeri formülü yardımı ile geçmiş yıllara ait harcamalar 2005 yılına, gelecek yıllara ilişkin harcamalar ise 2070 yılına getirilmiştir(Formül1).

$$V_n = (V_0) \times (1,0 + p)^n$$

$V_n$  : Paranın gelecekteki değeri (TL)

$V_0$  : Paranın bugünkü değeri (TL)

$p$  : Faiz oranı ( %)

$n$  : Süre (yıl)

Hesaplamalar yapılırken, ormancılık sektöründe kullanılan ve ormanlardan sağlanacak ürünlere ait amaç fonksiyonunun şuan ki net değerini en yüksek hale getiren faiz oranı yıllık olarak %5 kabul edilmiştir. Giderleri bir şekilde iskonto edebilmek için yıllık ortalama %5 faiz oranı çözüme eklenmiştir. (Görücü, 2001).

## 4. BULGULAR

### 4.1. Karbon Depolama Miktarına İlişkin Bulgular

Torul Orman İşletme Müdürlüğü'ne bağlı olan Örümcek Orman İşletme Şefliği Meşcere tiplerinin hektardaki Karbon değerleri aşağıda verilmiştir (Tablo 18).

Tablo 18. Meşcere Tiplerine Göre Karbon Değerleri (Kg/ha)

M. Tipi	Karbon Kg/ha	M. Tipi	Karbon Kg/ha	M. Tipi	Karbon Kg/ha
Çsa3	250,00	KnGnc3	50.961,38	LGbc3	31.900,92
Çsab3	5.984,42	KnLa3	300,00	LGcd2	54.845,14
Çsb3	33.255,37	KnLab3	12.713,64	LGcd3	87.193,81
Çsbc3	98.695,24	KnLb3	30.490,11	LGd/a0	18.539,43
Çsc3	155.466,03	KnLbc3	90.207,35	LGd2	82.880,41
Çscd/a	23.460,89	KnLcd1	102.179,18	LGd3	106.380,87
Çscd1	57.062,09	KnLcd2	116.812,85	LGnbc3	35.162,35
Çscd2	81.123,39	KnLcd3	124.273,28	LKna3	300,00
ÇsLa3	250,00	KnLd/a	26.142,16	LKnbc2	14.798,35
ÇsLbc3	87.405,38	KnLd2	260.503,00	LKnbc3	65.563,55
ÇsLcd1	53.653,18	Lbc3	42.336,21	LKncd1	35.953,89
ÇsLcd2	105.521,32	Lc3	60.346,88	LKncd1/ab2	35.621,37
ÇsLcd3	167.679,61	Lcd1	30.735,37	LKncd2	55.969,76
GKnbc3	82.769,62	Lcd2	57.625,13	LKncd3	122.064,70
GLbc3	83.156,65	Lcd3	83.263,69	LKnnd2	106.340,69
GLcd2	74.142,35	LÇsbc3	74.306,16	Mzbc3	7.395,81
GLcd3	90.485,94	LÇsc3	60.362,67	MzGnab2	7.118,71
Kna3	350,00	LÇscd2	47.469,45	MzGnb3	23.189,82
Knbc3	32.471,14	LÇscd3	128.457,78	MzGnbc2	10.933,63
Knbc3	97.312,82	Ld2	84.517,68	MzGnbc3	21.657,22
Knnd3	233.847,56	Ld3	108.034,40	MzKnbc2	9.831,67
KnGnab3	9.874,60	LGab3	11.151,72	MzKnbc3	24.135,11
KnGnbc2	36.069,56	LGb3	20.451,68		

Bu tablodan anlaşılacağı üzere Meşcere Tiplerinin göz önüne aldığımız zaman 260503 kg/ha ile KnLd/a meşceresi en fazla karbon depolama miktarına sahiptir.

Araştırma alanı meşcerelerinin işletme sınıflarına göre toplam karbon depolama değerleri Tablo 19'da verilmiştir.

Tablo 19. İşletme Sınıflarına Göre Meşcere Tiplerinin Karbon Depolama Değerleri (ton)

M.Tipi	İşletme Sınıfları							Toplam
	A	B	C	D	E	F	G	
BÇs	8,11	212,58				483,30	60,11	764,09
BKn	46,34	41,64		19,22		245,20	38,34	390,74
BKnL		12,45				193,77		206,23
BL	74,20	396,77				1.263,53	170,26	1.904,75
BMz	37,89	416,76				3.526,41	163,55	4.144,59
BMzL						34,44		34,44
Çsa								0,00
Çsa0								0,00
Çsa3	0,78					0,30	0,33	1,41
Çsab3						59,77	42,62	102,39
Çsb3	325,80	36,60				243,28	40,52	646,20
Çsbc3	2.682,46					8.526,44	848,17	12.057,07
Çsc3	9.093,86					505,92	1.212,89	10.812,67
Çscd/a	292,11							292,11
Çscd1	1.264,67	306,63				5.236,28	1.166,72	7.974,30
Çscd2	5.047,98	28,52				10.193,52	3.090,94	18.360,96
ÇsLa3	0,74					0,27		1,01
ÇsLbc3	1.681,21					2.870,95	3.616,96	8.169,13
ÇsLcd1		522,78				2.345,29	70,12	2.938,19
ÇsLcd2	248,94	1.345,34				2.591,28	245,74	4.431,31
ÇsLcd3						4.089,67		4.089,67
GKnbc3	552,80							552,80
GLbc3	603,73					112,90		716,62
GLcd2					2.144,91	628,00		2.772,91
GLcd3			1.091,43			620,84		1.712,27
İs								0,00
Kna3						4,52		4,52
Knbc3	47,39					3.018,17	226,49	3.292,05
Knbc3			2.512,12		82,01	4.527,55		7.121,68
Kncd3	469,36		1.642,27		8.812,78	9.517,98		20.442,39
KnGnab3						1.445,44	363,72	1.809,16
KnGnbc2						3.100,32		3.100,32
KnGnbc3	244,10					4.439,15		4.683,25
KnLa						0,00		0,00
KnLa3					1,66	1,13		2,80
KnLab3		16,49				1.455,51		1.472,00
KnLb3						1.634,47	463,28	2.097,74
KnLbc3	1.214,60				445,08	17.455,04	496,40	19.611,12
KnLcd1	529,55			836,48		11.366,43		12.732,46
KnLcd2	4.498,85	524,02	6.552,87		419,74	43.818,37		55.813,86

Tablo 19'un devamı

KnLcd3	2.110,10		757,81		5.346,60	14.460,43		22.674,94
KnLd/a	184,44					309,00		493,44
KnLd2	7.876,28		552,55		2.650,57	20.344,48		31.423,88
Ku						0,00		0,00
La	0,00					0,00		0,00
Lbc3	596,98	57,96				4.813,08	982,84	6.450,86
Lc3	2.354,83	33,99	236,74			8.431,28	342,26	11.399,10
Lcd1	1.545,29	417,92				5.377,81	372,61	7.713,63
Lcd2	3.570,19			35,02	134,60	12.521,18	28,48	16.289,47
Lcd3	38.594,47	454,51				17.464,49	543,05	57.056,53
LÇsbc3	1.491,35					2.453,87		3.945,22
LÇsc3						5.456,69	1.811,03	7.267,72
LÇscd2	1.145,62	559,06				7.746,84	162,62	9.614,14
LÇscd3	9.982,34					23.180,07	5.144,27	38.306,68
Ld2	2.149,64	429,22				1.711,91		4.290,77
Ld3	4.097,84					792,29	559,97	5.450,10
LGa	0,00							0,00
LGab3	353,15							353,15
LGb3						1.429,80		1.429,80
LGbc3	814,70					1.749,56		2.564,26
LGcd2	624,35		816,59			1.759,05	163,07	3.363,06
LGcd3	13.620,21		117,00			11.997,16		25.734,38
LGd/a0	470,86					533,69		1.004,55
LGd2	1.167,08				974,28	1.778,84		3.920,20
LGd3					1.422,47	4.195,88		5.618,35
LGnbc3		1.138,22			12.952,73	169,97		14.260,92
LKna						0,00		0,00
LKna0	0,00							0,00
LKna3	4,70		0,15		4,69	3,94		13,48
LKnbc2	30,34				81,37	1.141,70	230,41	1.483,82
LKnbc3	741,94	114,24	61,82			10.201,38	427,04	11.546,42
LKncd1						1.013,92		1.013,92
LKncd1/ab2	443,42		502,38					945,80
LKncd2					294,63	519,43		814,06
LKncd3	1.252,31		930,12	1.499,31	5.225,11	14.042,16		22.949,01
LKnnd2	788,77	225,94			1.932,48	20.708,81		23.656,00
Mzbc3						109,38		109,38
MzGnab2	7,96	293,70	40,13		8.069,19	758,31		9.169,28
MzGnb3		82,17				3.606,48	772,40	4.461,06
MzGnbc2		335,85		33,63		2.673,13		3.042,61
MzGnbc3		826,40				8.596,10		9.422,50
MzKnbc2						200,29		200,29
MzKnbc3		145,21				4.718,51		4.863,73

Tablo 19'un devamı

Toplam	124.984,64	8.974,94	15.813,97	2.423,65	50.994,90	362.526,34	23.857,22	589.575,67
Genel Toplam= 589.575,67 (kg/ha)								

Örümcek planlama biriminde A (en yüksek miktarda yapacak odun üretimi: Ladin+Sarıçam) işletme sınıfında yer alan meşcerelerin 124.968,64 ton, B işletme sınıfında yer alan meşcerelerin 8.974,94 ton, C işletme sınıfında yer alan meşcerelerin 15.813,97 ton, D işletme sınıfında yer alan meşcerelerin 2.423,65 ton, E işletme sınıfında yer alan meşcerelerin 50.994,9 ton, F işletme sınıfında yer alan meşcerelerin 362.526,34 ton ve G işletme sınıfında yer alan meşcerelerin ise 23.857,22 ton karbon depoladığı belirlenmiştir. Toplam olarak bakıldığında ise tüm planlama biriminde depolanan karbon miktarı 589.575,67 ton olarak hesaplanmıştır.

İşletme sınıflarına göre araştırma alanı ormanlık alanlarında depolanan karbon miktarının yaş sınıflarına dağılımı Tablo 20'da verilmiştir.

Tablo 20. Yaş Sınıflarına Göre İşletme Sınıflarında Depolanan Karbon Miktarı (ton)

Yaş Sınıfları	İşletme Sınıfları							Toplam
	A	B	C	D	E	F	G	
Bozuk	166,53	1.080,20	0,00	19,22	0,00	5.746,65	432,25	7.444,85
1	359,38	16,49	0,15	0,00	6,35	1.465,67	0,33	1.848,37
2	3.063,61	412,46	40,13	0,00	0,00	28.033,04	3.515,51	35.064,75
3	10.313,78	792,93	0,00	33,63	0,00	27.255,84	1.323,09	39.719,27
4	7.499,13	1.824,94	2.573,94	0,00	608,46	60.305,25	5.813,43	78.625,16
5	18.472,68	2.985,18	10.006,28	836,48	14.579,13	105.086,30	8.060,13	160.026,18
6	70.033,14	1.207,58	2.691,10	1.534,33	10.449,82	124.696,81	5.080,79	215.693,56
7	15.076,39	655,16	502,38	0,00	4.329,22	30.030,42	559,97	51.153,54
Toplam	124.984,64	8.974,94	15.813,97	2.423,65	29.972,98	382.619,98	24.785,50	589.575,67

Tablo incelendiğinde 6 yaş sınıfında yer alan meşcerelerin en fazla karbon depoladığı görülmektedir.

İşletme sınıflarına göre depolanan karbon miktarının çağ sınıflarına dağılımı Tablo 21 de verilmiştir.



Tablo 21. Çağ Sınıflarına Göre İşletme Sınıflarında Depolanan Karbon Miktarı (ton)

Çağ Sınıfları	İşletme Sınıfları							Toplam
	A	B	C	D	E	F	G	
A	6,23	0,00	0,15		6,35	10,15	0,33	23,22
B	11.388,51	3.046,82	2.614,07	33,63	608,46	111.604,20	9.439,14	138.734,82
C	95.952,93	4.192,76	12.144,83	2.370,80	22.378,38	214.884,08	14.353,81	366.277,60
D	16.079,61	655,16	552,55		6.979,79	49.532,22	559,97	74.359,29
Katlı	1.390,83		502,38			842,69		2.735,89
Bozuk	166,53	1.080,20		19,22		5.746,65	432,25	7.444,85
Toplam	124.984,64	8.974,94	15.813,97	2.423,65	29.972,98	382.619,98	24.785,50	589.575,67

Yukarıdaki tablo incelendiğinde çağ sınıflarına göre en fazla c çağında yer alan meşcerelerin karbon depoladığı görülmektedir. En az miktarda ise a çağında yer alan meşcereler karbon depolamaktadır.

İşletme sınıflarına göre araştırma alanı ormanlık alanlarında depolanan karbon miktarının bonitet sınıflarına dağılımı Tablo 22’de verilmiştir.

Tablo 22. Bonitet Sınıflarına Göre İşletme Sınıflarında Depolanan Karbon Miktarı (ton)

Bonitet	İşletme Sınıfları							Toplam
	A	B	C	D	E	F	G	
Belirsiz	166,53	1.080,20		19,22		5.746,65	432,25	7.444,85
1	3.188,03							3.188,03
2	45.408,59						8.067,64	53.476,24
3	51.413,76	2.239,87				36.662,95	15.298,27	105.614,85
4	22.687,64	5.654,88	15.813,97	2.404,43	29.972,98	339.515,55	987,34	417.036,79
5	2.120,08					694,84		2.814,91
Toplam	124.984,64	8.974,94	15.813,97	2.423,65	29.972,98	382.619,98	24.785,50	589.575,67

Bonitet sınıflarına dağılan karbon miktarlarına bakıldığında 417036,79 ton ile 4. Bonitette en fazla karbon depolandığı görülmektedir.

İşletme sınıflarında depolanan karbon miktarının ağaç türlerine dağılımı ise Tablo 23' de verilmiştir.

Tablo 23. Ağaç Türlerine Göre İşletme Sınıflarında Depolanan Karbon Miktarı (ton)

Ağaç Türleri	İşletme Sınıfları							Toplam
	A	B	C	D	E	F	G	
Sarıçam	18.715,77	584,32				25.248,80	6.462,30	51.011,20
Ladin	52.983,42	1.790,37	236,74	35,02	134,60	52.375,58	2.999,47	110.555,20
Kayın	563,10	41,64	4.154,39	633,36	8.894,79	17.313,42	264,83	31.865,53
Meşe	37,89	416,76		222,34		3.635,79	163,55	4.476,32
Karaçam+Ladin	1.930,90	1.868,12				11.897,45	3.932,82	19.629,30
Gök nar+Ladin	1.156,53		1.091,43		2.144,91	1.361,74		5.754,60
Ladin+Sarıçam	12.619,31	559,06				38.837,47	7.117,92	59.133,76
Ladin+Gök nar	17.050,36		933,59		2.396,75	23.443,98	163,07	43.987,75
Ladin+Kayın	3.261,49	340,18	1.494,47	1.499,31	7.538,27	47.631,33	657,45	62.422,50
Ladin+Gürgen		1.138,22				12.952,73	169,97	14.260,92
Kayın+Ladin	16.413,82	552,95	7.863,22		8.863,66	111.038,64	959,68	145.691,98
Kayın+Gürgen	244,10					8.984,92	363,72	9.592,73
Meşe+Ladin		145,21				4.953,24		5.098,45
Meşe+Gürgen	7,96	1.538,11	40,13	33,63		22.944,91	1.530,71	26.095,44

Verilen tablodan da anlaşılacağı üzere Kayın + Ladin ağaç türlerinde 145691,98 ton ile en fazla karbon depolanmaktadır. Meşe + Ladin ağaç türlerinde ise 5098,45 ton ile en az karbon miktarı depolandığı görülmektedir.

#### 4.2. Karbonun Parasal Değerinin Bulunması

Çalışma alanına ait 2005 -2017 yılları arasında ilişkin olarak elde edilen giderler Formül 1 kullanılarak her yıl için hesaplanmış ve aşağıdaki tabloda gösterilmiştir (Tablo 24).

Tablo 24. 2005-2017 Yılları Arası İşletme Giderleri

Yıllar	Geçmiş Değer	$(1,0+p)^n$	2017 yılı değer
2005	7.085,43	1,795856	120.724,4
2006	85.205,33	1,710339	145.730,0
2007	103.456,77	1,628895	168.520,2
2008	125.999,70	1,551328	195.466,9
2009	131.877,48	1,477455	194.843,1
2010	172.252,30	1,4071	242.376,3

Tablo 24'ün devamı

2011	103.829,78	1,340096	139.141,8
2012	87.191,41	1,276282	111.280,8
2013	212.522,49	1,215506	258.322,4
2014	289.410,77	1,157625	335.029,1
2015	294.249,34	1,1025	324.409,9
2016	372.973,14	1,05	391.621,8
2017	515.757,56	1	515.757,6

İşletmenin yaptığı toplam masrafın 2005-2017 yılları arasında, 2017'ye göre değeri 2.501.811,49 TL olarak bulunmuştur. Fakat çalışma bölgemizde genellikle VI. yaş sınıfına ait meşçereler olduğundan dolayı toplam giderin bulunmasında idare süresinin 120 yıl alınması şarttır. 2005 yılı öncesindeki muhasebe verileri olmadığından, son 13 yılın ortalaması alınarak daha eski giderler hesaplanmaya çalışılmıştır. Bu hesaplamalarda, son 13 yıldaki toplam gider 2.501.811,49 TL olduğuna göre, yıllık ortalama işletme giderinin 192.447,03 olduğu hesaplanmıştır. 120 yıl alınan idare süresince 2005 yılı öncesinde, 2017 yılı verilerine göre senelik 192.447,03 TL gider olduğu tahmin edilmiş ve 1950-2004 yılları arasındaki toplam giderler Tablo 25'de verilmiştir. Bu durumda, 1950-2004 arasında ki yıllar için şeffikte toplam 10.584.585 TL masraf yapıldığı hesaplanmıştır.(Tablo 25)

Tablo 25. 1950-2004 Yılları Arası İşletme Masrafları

Yıllar	Geçmiş Değer	(1,0+p) <sup>n</sup>	2017 yılı değer(TL)	Yıllar	Geçmiş Değer	(1,0+p) <sup>n</sup>	2017 yılı değer(TL)
1950	7.322,00	26,2834	192.447	1978	28.703,08	6,704751	192.447
1951	7.688,10	25,0318	192.447	1979	30.138,24	6,385477	192.447
1952	8.072,48	23,8399	192.447	1980	31.645,15	6,081407	192.447
1953	8.476,13	22,7046	192.447	1981	33.227,41	5,791816	192.447
1954	8.899,94	21,6234	192.447	1982	34.888,78	5,516015	192.447
1955	9.344,90	20,5938	192.447	1983	36.633,22	5,253348	192.447
1956	9.812,17	19,6131	192.447	1984	38.464,88	5,003189	192.447
1957	10.302,76	18,67918	192.447	1985	40.388,12	4,764941	192.447
1958	10.817,89	17,7897	192.447	1986	42.407,53	4,538039	192.447
1959	11.358,79	16,94257	192.447	1987	44.527,90	4,321942	192.447
1960	11.926,73	16,13578	192.447	1988	46.754,30	4,116136	192.447
1961	12.523,07	15,3674	192.447	1989	49.092,01	3,920129	192.447
1962	13.149,21	14,63563	192.447	1990	51.546,61	3,733456	192.447
1963	13.806,68	13,93869	192.447	1991	54.123,94	3,555673	192.447
1964	14.497,02	13,27494	192.447	1992	56.830,14	3,386355	192.447
1965	15.221,86	12,64281	192.447	1993	59.671,65	3,2251	192.447
1966	15.982,95	12,04077	192.447	1994	62.655,23	3,071524	192.447
1967	16.782,10	11,4674	192.447	1995	65.787,99	2,925261	192.447

Tablo 25'in devamı

1968	17.621,20	10,92133	192.447	1996	69.077,39	2,785963	192.447
1969	18.502,26	10,40127	192.447	1997	72.531,26	2,653298	192.447
1970	19.427,38	9,905971	192.447	1998	76.157,83	2,52695	192.447
1971	20.398,75	9,434258	192.447	1999	79.965,72	2,406619	192.447
1972	21.418,68	8,985008	192.447	2000	83.964,00	2,292018	192.447
1973	22.489,62	8,55715	192.447	2001	88.162,20	2,182875	192.447
1974	23.614,10	8,149667	192.447	2002	92.570,31	2,078928	192.447
1975	24.794,80	7,761588	192.447	2003	97.198,83	1,979932	192.447
1976	26.034,54	7,391988	192.447	2004	102.058,77	1,885649	192.447
TOPLAM							10.584.585

2018 -2070 yılları için şeffikte yapılacak harcamalar Tablo 26'da verilmiştir. Buna göre 2018-2070 yılları için toplam harcama 47.245.540,96 TL'dir.(Tablo 26)

Tablo 26. 2018-2070 Yılları Arası İşletme Masrafları

Yıllar	(1,0+p) <sup>n</sup>	2017 yılı değer	Gelecek Değer	Yıllar	(1,0+p) <sup>n</sup>	2017 yılı değer	Gelecek Değer
2018	1	192.447	192.447	2045	3,733456	192.447	718.492,5
2019	1,05	192.447	202.069,4	2046	3,920129	192.447	754.417,1
2020	1,1025	192.447	212.172,8	2047	4,116136	192.447	792.137,9
2021	1,157625	192.447	222.781,5	2048	4,321942	192.447	831.744,8
2022	1,215506	192.447	233.920,5	2049	4,538039	192.447	873.332,1
2023	1,276282	192.447	245.616,6	2050	4,764941	192.447	916.998,7
2024	1,340096	192.447	257.897,4	2051	5,003189	192.447	962.848,6
2025	1,4071	192.447	270.792,3	2052	5,253348	192.447	101.0991
2026	1,477455	192.447	284.331,9	2053	5,516015	192.447	1.061.541
2027	1,551328	192.447	298.548,5	2054	5,791816	192.447	1.114.618
2028	1,628895	192.447	313.475,9	2055	6,081407	192.447	1.170.349
2029	1,710339	192.447	329.149,7	2056	6,385477	192.447	1.228.866
2030	1,795856	192.447	345.607,2	2057	6,704751	192.447	1.290.309
2031	1,885649	192.447	362.887,5	2058	7,039989	192.447	1.354.825
2032	1,979932	192.447	381.031,9	2059	7,391988	192.447	1.422.566
2033	2,078928	192.447	400.083,5	2060	7,761588	192.447	1.493.694
2034	2,182875	192.447	420.087,7	2061	8,149667	192.447	1.568.379
2035	2,292018	192.447	44.1092,0	2062	8,55715	192.447	1.646.798
2036	2,406619	192.447	463.146,7	2063	8,985008	192.447	1.729.138
2037	2,52695	192.447	486.304,0	2064	9,434258	192.447	1.815.595
2038	2,653298	192.447	510.619,2	2065	9,905971	192.447	1.906.374
2039	2,785963	192.447	536.150,1	2066	10,40127	192.447	2.001.693
2040	2,925261	192.447	562.957,6	2067	10,92133	192.447	2.101.778
2041	3,071524	192.447	591.105,5	2068	11,4674	192.447	2.206.867
2042	3,2251	192.447	620.660,8	2069	12,04077	192.447	2.317.210

Tablo 26'nın devamı

2043	3,386355	192.447	651.693,8	2070	12,64281	192.447	2.433.071
2044	3,555673	192.447	684.278,5	TOPLAM	47.245.540,96		

Araştırma alanında 1950-2070 yılları için (120 yıllık idare süresi boyunca) yapılan toplam harcama, Çalışma alanı doğal ormanlık alanları doğal meşcerelerden oluştuğu için başlangıçtaki ağaçlandırma yapılan yerlerin giderleri masraf olarak gider kısmına eklenmemiştir. Çalışma sahasına ait toplam gider ve gelirlerin 2016 yılı ekonomik değeri bugünkü net değer formülü sayesinde alandaki toplam ağaç servetinin net bugünkü değeri hesaplanmıştır.(Formül 2)

$$NBD = \sum_{i=0}^n At - Ct$$

At : Toplam gelir  
Ct : Toplam gider  
n : süre

Buna durumda, 120 yıllık sürede çalışma bölgemizdeki toplam gelir 65.356.566,42 TL ve toplam gider ise 60.331.937,45 TL" dir. Bu değerler formülde yerine yazılırsa;

$$NBD = \sum_{i=0}^{120} (65.356.566,42 - 60.331.937,45 \text{ TL})$$

$$NBD = 5.024.628,97$$

Buna göre, çalışma alanında bulunan toplam 590180,3 m<sup>3</sup> hacimli ve 65.356.566,42 TL değerindeki dikili servet, toplam atmosferden 124.984,64 ton CO<sub>2</sub>"i tutmaktadır. Bu değerler de gösteriyor ki, çalışma alanındaki toplam depolanan toplam 124.984,64 ton CO<sub>2</sub>" nin parasal değeri 5.024.628,97TL" dir. 1 ton karbonun maddi değerinin hesaplanması ve diğer ülkelerdeki fiyatlarla bu değerlerin karşılaştırılması buradaki asıl önemli noktadır. Sonuç olarak 1 ton karbon; 5.024.628,97/ 124.984,64 = 40,2 TL olarak hesaplanmıştır.

## 5. TARTIŞMA

Ormanlar değişik dışallıklara sahip karasal ekosistemlerdir ve topluma çok çeşitli faydalar sağlamaktadır. Faydalarının bir kaçı; karbon depolama, toprak koruma, iklim dzenleme, rekreasyon amaçlı kullanım, su kaynaklarını koruma ve yaban hayatını korumadır. Bu faydaların birçoğu maddi olarak hesaplanmayan ekosistem hizmetleri olarak görölmektedir.

Özellikle son yıllarda, küresel iklim değişikliği sorununun gündeme gelmesi, Paris Anlaşması ve Kyoto Protokolünde belirtilen sera gazlarını azaltıcı uygulamaların ortaya konması gerekliliği ile oluşturulan karbon vergilendirme politikasından sonra, orman fonksiyonlarının en önemlilerinden birisi olarak ormanların karbon depolama işlevi karşımıza çıkmaktadır.

Yapılan çalışma, karbonun fiyatlandırılması ve ormanların karbon depolama işlevinin parasal değerinin hesaplanması sonucunda ormanların sadece odun üretiminin değil karbon depolama faydasının da parasal değerinin olduğu ve bu değerin dünya karbon borsalarında bir karşılığının bulunduğunu göstermek amacıyla hazırlanmıştır.

Bu çalışmada, Torul Orman İşletme Müdürlüğü' ne bağlı Örumcek Orman İşletme Şefliği Ormanında tutulan (depolanan) karbon miktarı hesaplanmış, karbonun parasal değeri depolanan toplam karbon miktarı kullanılarak bulunmuş ve çalışma bölgesi için, karbon depolama işlevi ve odun üretim işlevi arasında fonksiyonel karşılaştırma yapılmıştır. Uygulama bölgesi Torul Orman İşletme Müdürlüğüne bağlı Örumcek İşletme Şefliğine ait 30.319 Ha'lık saha seçilmiştir. Bu çalışmada elde edilen önemli bulgular ve öneriler aşağıda sunulmuştur.

Araştırma alanında ki depolanan karbon miktarını hesaplamak için 2015 amenajman planının da alınan 847 adet örnek alanda ki her ağaç türü için ayrı ayrı bulunan allometrik karbon modelleri kullanılmıştır.

Çalışma sahasında, üretim işletme sınıfına (A) ait, 1.834,5 hektarlık alanda 585.945 m<sup>3</sup> toplam ağaç varlığının tuttuğu CO<sub>2</sub>, 124.984,64 ton olarak bulunmuştur. Bunun sonucunda 1 hektarlık alanda depolanan CO<sub>2</sub> yaklaşık 68 ton hesaplanmıştır.

İşletme şeffiğinin verilerine göre, bugünkü net değer ve gelecekteki paranın değer formülleri yararlanarak burada depolanan toplam 124.984,64 ton CO<sub>2</sub>'in maddi değeri 5.024.628,97TL olarak hesaplanmıştır. Bu hesaplamalardan sonra 1 ton CO<sub>2</sub>'in finansal değeri sonuç olarak 40,2 TL hesaplanmıştır.

IPCC' den alınan veriler doğrultusunda, 1 ton karbondioksitin birim fiyatı 5\$ –125\$ /tC civarında olduğu düşünülmektedir. Ayrıyeten 2010 yılında uluslararası platformda bulunan karbon borsalarına göre 1 ton karbondioksit' in fiyat ortalaması, 14 - 17 Euro dolaylarındadır. Dünyadaki karbon piyasası değerleri biraz fazla olmasına rağmen hesaplanan 1 ton karbondioksitin değeri, IPCC tarafından verilen fiyat aralığında yer almaktadır.

Ormancılık çalışma sahasında odun üretimi temel alınarak oluşturulmuştur. Finansal analizlerden sonra karbon depolama işlevinin maddi boyutları hesaplanmıştır halihazırdaki odun üretim işleviyle karşılaştırılması yapılmıştır. Bu hesaplamalara göre sahada, odun üretiminden ortalama olarak 5.024.628,97TL net gelir elde edilebileceği sonucuna varılmıştır. Fakat çalışılan alanda odun üretimi yerine karbon depolama temeli alınarak hesaplamalar yapılırsa net gelirin 10.311.232,8TL olacağı yapılan hesaplamalarda görülmüştür. Karbon depolama fonksiyonu merkezli yapılan hesaplamada karbonun tonu 15 Euro (82,5TL) olarak alınmıştır. Çalışma alanı için bu durumda, odun üretimi merkezli yapılan ormancılık faaliyetleri yerine karbon depolama fonksiyonunun kullanılması daha fazla getiri sağlamaktadır.

## 6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

3 Farklı orman fonksiyonunda toplam 7 farklı işletme sınıfının yer aldığı araştırma alanında, bu çalışma kapsamında ekonomik fonksiyon ile işletilen Ladin+Sarıçam işletme sınıfında depolanan karbon miktarı ve bu karbon miktarının parasal değeri üzerinde durulmuştur.

Çalışma alanına ait Orman Amenajman Planında Orman Ürünleri Üretim Fonksiyonu içerisinde yer alan en yüksek yapacak odun üretimi işletme sınıfında işletilen ormanlardan elde edilen gelir hesaplanmıştır. Çalışma alanının ekonomik değeri hesaplanırken dikili satış yöntemi kullanılarak satıldığı düşünülmüş olup bütün işletme sınıfının ekonomik değeri bu yöntemle göre hesaplanmıştır. Bu alanın karbon depolamasının parasal değeri hesaplanırken A (üretim) işletme sınıfına ait meşcerelerin toplam karbon miktarı allometrik karbon modelleri kullanılarak hesaplanmıştır. Hesaplanan karbon değerlerinin parasal karşılığı ise uluslararası karbon borsalarının 1 ton karbon için verdiği 15 euro'luk fiyatla çarpılarak bulunmuştur. 1 Euro' nun bugün ki değeri yaklaşık olarak 5,5 TL' dir.

Klasik ormancılık yöntemiyle işletilen çalışma alanının (Örümcek Orman İşletme Şefliği) koruma bölgesine ayrılan kısmı ekonomik olarak üretim yapılan bölümden daha fazladır. Bu durumdan dolayı çalışma alanının karbon depolama kapasitesi bir hayli fazladır. Karbonun ekonomik değerini hesaplamak için Örümcek Orman İşletme Şefliğinde ekonomik açıdan tutulan ormanlar kullanılmıştır. Ekonomik açıdan tutulan alan koruma alanlarına göre nispeten daha az olmasına rağmen tutulan karbon miktarının ekonomik değeri odun üretimi ile elde edilen ekonomik değerden daha fazladır.

1- Klasik ormancılık yöntemleriyle işletilen çalışma alanının geçmişten bugüne yapılan masraflar çıkarıldığı zaman 5.024.628,97 TL net kar elde edileceği hesaplanmıştır. Bu hesaplama yapılırken masraf olarak şefliğe ait; tabi gençleştirme gençlik bakım, rehabilite, orman koruma, sıklık ve kültür bakımı, böcek zararları ile mücadele, ölçme, gençlik koruma, kültür koruma, yol, idare ve yardımcı hizmet, orman yangınlarıyla mücadele ve suni gençleştirme giderler alınmıştır.



2- Bu alan odun üretiminin yerine karbon depolama fonksiyonuna hizmet etmiş olsaydı, araştırma alanının ormanlık alanı meşcerelerinde depolanan karbonun 2018 yılı parasal değerinin tüm masraflar çıkarıldıktan sonra 10.311.232,8TL olarak hesaplanan parasal değerine sahip olacaktı.

3- Ülke ormancılığımız açısından çok fazla ön planda olmamasına rağmen karbon döngüsünde önemli yeri olan Karayosunları, Likenler ve Alglerinde karbon tutma kapasitesinin hesaplanıp ekonomik değerinin bulunması gerekmektedir. Böylelikle ormancılık sektörünün gayri safi milli hasılda ki oranı daha da artacaktır.

Yapılan çalışmada görülüyor ki bu çalışma alanı için odun üretimi merkezli değil de karbon depolama fonksiyonu kullanılsaydı daha fazla gelir elde edileceği gözükmektedir. Ormanların çeşitli fonksiyonlarının ekonomik değerinin farkına varılmamasından dolayı sadece odundan elde edilen üretim gelirleri kullanılarak hesaplanan GSMH' da ormancılığın payı binde 3 civarındadır. Ormanların karbon tutma fonksiyonu için pazar oluşturulması GSMH içindeki ormancılığın payını arttıracak ve orman varlığının finansal değerinin daha doğru hesaplanmasının önünü açacaktır.

Küresel ısınma karşısında alınabilecek önlemlerin başında gelen Karbon depolaması ormanlar sayesinde meydana gelmektedir. Yapılan çalışmadan da anlaşıldığı üzere ormanların karbon depolamasının parasal değeri odun üretimini geçmiş bulunmaktadır. Kyoto Protokolü ve sonrasında Paris Anlaşması ile küresel ısınmaya karşı birlik olunup oluşturulan "Karbon Borsası"nda hesaplanan bu karbonun değeri ülkelere ödenmektedir.

Dünya da var olan bu döngüden yararlanabilmek ve depolanan karbon stoğunu parasal değere dönüştürebilmek için Klasik Ormancılığın yanında "Karbon Ormancılığı" yapılması gerekmektedir. Karbon Ormancılığı yapabilmek için öncelikle 299 nolu tebliğin 'Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajman Planlarının Düzenlenmesine Ait Usul ve Esaslar' Ek:1 (Orman fonksiyonları, işletme amaçları ve koruma hedefleri tablosu) tablosunda yer alan Ekolojik Fonksiyonun altına Doğayı Koruma Fonksiyonunun içine "Karbon Fonksiyonunun" konulması gerekmektedir.

Karbon Fonksiyonunun iyi işleyebilmesi için çalışma alanlarının belirlenip burada ki ormanların sertifikalandırılması gerekmektedir. Bu hedefler paralelinde ormanların karbondioksit depolama özelliğine maddi destek verilmeli ve var olan karbon borsalarından yararlanabilmek için yapılacak çalışmalar hızlandırılmalıdır.

## 7. KAYNAKLAR

- Aksay, C.S., Ketenoğlu, O. ve Kurt L., 2005. Küresel Isınma ve İklim Değişikliği. S.Ü. Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi, 25, 29-41. Konya.
- Anaya, J.A., Chuvieco E and Palacios-Orueta, A., 2009. Aboveground biomass assessment in Colombia: A remote sensing approach. Forest Ecology and Management, 257, 1237-1246.
- Asan, Ü., 2005. Küresel Isınmanın Önlenmesinde Ormanların Rolü ve Önemi. Türk Ormancılığında, Uluslar arası Süreçte Acil Eyleme Dönüştürülmesi Gereken Konular, Mevzuat ve Yapılanmaya Yansımaları Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, 231-241.
- Arıçay Yücel, Abdülmecit Karataş, 2008. Çevre Finansmanı, Muhasebe ve Finansman İçin Yeni Trendler.
- Arıkan, Y., 2007. İklim Değişikliği ve Kyoto Protokolü, Türkiye ve Dünya İçin Neden Bu Kadar Önemli?, Bölgesel Çevre Merkezi, Ankara.
- Arıkan, Y., 2006. Bölgesel Çevre Merkezi REC Türkiye, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve Kyoto Protokolü Metinler ve Temel Bilgiler, Ankara.
- Arıkan, Y., 2008. Çevre ve Orman Bakanlığı Çevre ve Ormancılık şurası Genel Sekreterliği Sura Hazırlık Komisyonları İklim Değişikliği Alt Komisyon.
- Baccini, A., Friedl, M.A., Woodcock, C.E. and Warbington, R., 2004. Forest biomass estimation over regional scales using multisource data. Geophysical Research Letters 31, 1-4.
- Bayar, A. B., Bahrend. H., 1994. Küresel Çevre Problemleri, Özkan Matbaası, Ankara.
- Bayramoğlu M.M., Toksoy D., 2010. "Ormanlarda Karbon Birikimi ve Ekonomisi", Orman Mühendisliği Dergisi , 47, 16-20.
- BBC, G-20 ve İklim Değişikliği, 2010. BBC Türkçe Özel Dosyalar. [http://www.bbc.co.uk/turkce/ozeldosyalar/2009/12/091204\\_climate\\_g20.shtml](http://www.bbc.co.uk/turkce/ozeldosyalar/2009/12/091204_climate_g20.shtml). 15/11/2010.
- Brown, S., Schroeder and P., Kern, J., 1999. Spatial distribution of biomass in forests of the eastern USA. Forest Ecology and Management, 123, 81-90.
- Brown, S., 2002. Measuring carbon in forests: current status and future challenges. Environmental Pollution, 116, 363-372.
- Bülbül, E., 2012. K.T.Ü Orman Fakültesi Eğitim ve Araştırma Ormanı Saf Ladin Meşcerelerinin Karbon Depolama Miktarının Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.
- Cairns, M.A., Brown, S., Helmer, E.H. and Baumgardner, G.A., 1997. Root biomass allocation in the world's upland forests. Oecologia, 111, 1-11.

- Cairns, M. A. and Meganck, R. A., 1994. Carbons Sequestration, Biological Diversity and Sustainable Development: Integrated Forest Management. Environmental Management, 18, 1, 91-110.
- Cienciala, E. M., Cerny, F., Tatarinov, J., Apltauer, Z. and Exnerová, 2006. Biomass functions applicable to Scots pine. Trees–Structure and Function, 20, 483-495.
- Çelik, L., 2009. Çevre Finansmanı Kapsamında Emisyon Ticareti ve Karbon Piyasasının Türkiye' ye Yansımaları, Yüksek Lisans Tezi.
- Çevre ve Orman Bakanlığı, 2006. Arazi Kullanımı, Arazi Kullanım Değişikliği ve Ormancılık (Land Use, Land-Use Change and Forestry-LULUCF) Çalışma Grubu Raporu, Çevre ve Orman Bakanlığı Araştırma ve Geliştirme Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- Drake, J.B., Knox, R.Ş. and Dubayah, R.O., Clark DB and Condit, R., 2003. Aboveground biomass estimation in closed canopy Neotropical forest using lidar remote sensing: factors affecting the generality of relationships. Global Ecology and Biogeography 12, 147-159.
- DSİ, 2008. Küresel Isınma ve İklim Değişikliği. Devlet Su İşleri, Etüd ve Plan Dairesi Başkanlığı, İklim Değişikliği Birimi.
- Ecer, M., 2010. İklim Değişikliği ve Emisyon Ticareti Mekanizmaları. Uluslararası Karbon Ticareti ve Türkiye nin Uyumu Paneli. 23 Haziran, Ankara.
- Goodale, C.L., Apps, M.J., Birdsey, R.A., Field, C.B., Heath, L.S., Houghton, R.A., Jenkins, J.C., Kohlmaier, G.H., Kurz, W., Liu, S., Nabuurs, G., Nilsson, S. and Shvidenko, A.Z., (2002). Forest Carbon Sinks in The Northern Hemisphere, Ecological Applications, 12, 891–899.
- Guner, T.S., Comez, A., 2017. Biomass Equations and Changes In Carbon Stock In Afforested Black Pine (*Pinus nigra* Arnold. Subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) Stands In Turkey.
- Güngör, M., Saygı, N., Polat, A., Çaycı, D. ve Tekin, A., 2010. Yeşil Bilişim. Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu Sektörel Araştırma ve Stratejiler Dairesi.
- Hame, T., Salli, A., Anderson, K. and Lohi, A., 1997. A new methodology for the estimation of biomass of conifer dominated boreal forest using NOAA AVHRR data. *Int J Remote Sens* 18, 3211-3243.
- Haripriya, G.S., 2002. Biomass carbon of truncated diameter classes in Indian forests. For Ecol Manage, 168, 1– 13.
- Hashimoto, T., Kojima, K., Tanşe, T. and Satohiko, S., 2000. Changes in carbon storage in fallow forests in the tropical lowlands of Borneo. *Forest Ecology and Management* 126, 331-337.
- Henry, M., Picard, N., Trotta, C., Manlay, R., Valentini, R., Bernoux, M. and Saint-Andre, L., 2011. Estimating Tree Biomass of Sub-Saharan African Forests: a Review of Available Allometric Equations *Silva Fennica*, 45, 477–569.
- Houghton, R. A., 1999. The annual net flux of carbon to the atmosphere from changes in land use 1850–1990. *Tellus*, 50B, 298–313.
- Houghton, R. A., 2005. Aboveground forest biomass and the global carbon balance, *Global Change Biol.*, 11, 6, 945 – 958.

- Hunter, J. W., 2003. İklim Özen Göstermek. İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve Kyoto Protokolü için Kılavuz. Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı ve Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara.
- IPCC, 1996. Houghton, J.T.; Meira Filho, L.G.; Callander, B.A.; Harris, N.; Kattenberg, A., and Maskell, K., ed., Climate Change 1995, The Science of Climate Change, Contribution of Working Group I to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press.
- IPCC, 2001. Climate Change 2001, Working Group I, The Scientific Basis. Cambridge University Press, New York.
- IPCC., 2002. Presentations by the IPCC Working Groups for the IPCC Third Assessment Report: IPCC Synthesis Report Part II (Habiba Gitay). Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).
- IPCC, 2006. Eggleston HS, Buendia L, Miwa K, Ngara T and Tanabe K., IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume - IV Agriculture, Forestry and other land-use. Institute of Global Environmental Strategies (IGES), Hayama, Japan.
- IPCC, 2003. Good practice guidance for land use, land-use change and forestry. (Eds.: J. Penman, M. Gytarsky, T. Hiraishi, T. Krug, D. Kruger, R. Pipatti, L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara, K. Tanabe and F. Wagner.). IPCC/OECD/IEA/ IGES, Hayama, Japan. Available at: [http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpplulucf/gpplulucf\\_contents.html](http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpplulucf/gpplulucf_contents.html).
- IPCC, 2004 Good Practice Guidance for Land Use, Land Use Change and Forestry.
- IPCC, 2000. Special Report on Land Use, Land Use-Change and Forestry,
- IPCC, 2000. Land Use, Land-Use Change, and Forestry, Summary for Policymakers. A Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC, Geneva, Switzerland, 20.
- İnce, K., 2011. Uzaktan Algılama Yöntemiyle Karbon Depolama Miktarının Belirlenmesi (Artvin Örneği), KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.
- Jalkanen, A., R., Mäkipää, G., Ståhl, A. and Lehtonen, H., 2005. Estimation of the biomass stock of trees in Sweden: comparison of biomass equations and agedependent biomass expansion factors. *Annals of Forest Science.* 62, 845-851.
- Johnson, B., 1991. Responding to Tropical Deforestation, An Eruption of Crises, an Array of Solutions. World Wildlife Fund for Nature, Baltimore, Maryland, 63.
- Jenkins, J. C., Chojnacky, D.C., Heath L. S. and Birdsey, R. A., 2004. Comprehensive database of diameter-based biomass regressions for North American tree species. United States Department of Agriculture, Forest Service, General Technical Report NE-319, 45.
- Kauppi, P.E., Mielikainen, K. and Kusela, K., 1992. Biomass and carbon budget of European forests, 1971 to 1990. *Science* 256, 70–74.
- Kangas, A., Maltamo, M., 2006. Forest inventory. Methodology and applications. Managing Forest Ecosystems 10. Springer, Dordrecht, The Netherlands.

- Ketterings, Q.M., Coe, R., van Noordwijk, M., Ambaşau, Y. and Palm, C.A., 2001. Reducing uncertainty in the use of allometric biomass equations for predicting above-ground tree biomass in mixed secondary forests. *Forest Ecology and Management* 146, 199-209.
- Ketizmen, B., 2011. Kahraman Maraş Başkonuş Araştırma Ormanında Karbon Ekonomisi Üzerine Araştırmalar ve Fonksiyonel Karşılaştırmalar, Yüksek Lisans Tezi.
- Kurz, W.A., Beukema, S.J. and Apps, M.J., 1996. Estimation of Root Biomass and Dynamics for the Carbon Budget Model of the Canadian Forest Sector, *Canadian Journal of Forest Research*, 26, 1973–1979.
- Kumbaroğlu, G., Arıkan, Y. ve Karali, N., 2007. Karbondioksit Salımları Araştırması. Açık Toplum Enstitüsü Türkiye Temsilciliği, İstanbul, 45.
- Kumbaroğlu, G., Arıkan, Y. ve Karali, N., 2007. Karbondioksit Salımları Araştırması. Açık Toplum Enstitüsü Türkiye Temsilciliği, İstanbul, 45.
- Lehtonen, A., Mäkipää, R., Heikkinen, J., Sievänen, R. and Liski, J., 2004. Biomass expansion factors (BEF) for Scots pine, Norway spruce and birch according to stand age for boreal forests. *For. Ecol. Manage.* 188, 211–224.
- Levy, P. E., S. E. Hale and B. C. Nicoll, 2004. Biomass expansion factors and root: shoot ratios for coniferous tree species in Great Britain. *Forestry*. 77, 421-430.
- Liski, J., Korotkov, A.V., Prins, C.F.L., Karjalainen, T., Victor, D.G. and Kauppi, P.E., 2003. Increased carbon sink in temperate and boreal forests. *Clim. Chang.*
- Liosa, S. 2001. Climate Change and Carbon Cycle. *Forestry, Climate Change & Development Opportunities Seminar*.
- Löwe, H., Seufert, G. and Raes, F., 2000. Comparison of methods used within member states for estimating CO<sub>2</sub> emissions and sinks according to UNFCCC and EU monitoring mechanism: forest and other wooded land. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 4.
- Makineci, E. ve ark., 2011. Kuzey Trakya koruya tahvil meşe ekosistemlerinde sağlık durumu, biyokütle, karbon depolama ve fanustik özelliklerin belirlenmesi, TÜBİTAK TOVAG Proje 107O750, 1-276.
- Marklund, L. G., 1987. Biomass functions for Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). Sweden. Dep. of Forest Survey, Rep. 43. Upsalla, Sweden: The Swedish University of Agricultural Sciences.
- Marklund, L. G., 1988. Biomassfunktioner för tall, gran och björk i Sverige. Sveriges Lantbruksuniversitet Rapporter- Skog. 45, 1-73.
- Mısır, M., Köse, S., Yavuz, H., Mısır, N., Altun, L. ve Karahalil, U., 2011. K.T.Ü Orman Fakültesi Eğitim ve Araştırma Ormanının Karbon Depolama Kapasitesinin Belirlenmesi ve Orman Amenajman Planına Aktarılması, Bilimsel Araştırma Projesi, Trabzon.
- Mısır, M., Mısır, N. ve Erku S., 2012. Estimations of Total Ecosystem Biomass and Carbon Storage For Fir (*Abies nordmanniana* S. Subsp. *bornmülleriana* (Mattf.)) Forests (Western Black Sea Region), *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty, IUFRO SE.* 60-64.

- Mısır, M., Mısır, N., Ülker, C. ve Erkut, S., 2013. Saf kayın meşcerelerinin karbon depolama miktarının belirlenmesi (Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü Örneği), Bilimsel Araştırma Projesi, Trabzon.
- Mikšys, V., I., Varnagiryte-Kabasinskiene, I., Stupak, K., Armolaitis, M., Kukkola and J., Wójcik, 2007. Above-ground biomass functions for Scots pine in Lithuania. *Biomass and Bioenergy* 31, 685-692.
- Muukkonen, P., 2007. Generalized allometric volume and biomass equations for some European tree species in Europe. *European Journal of Forest Research*. 126, 157166.
- Newell, R.G., Stavins, R.N., *Climate Change and Forest Sinks*, 1999. Factor Affecting the Costs of Carbon Sequestration. RFF Discussion Paper, Washington D.C. A.B.D., 31 s.
- Nelson, R., Krabill, W. and Tonelli, J., 1988. Estimating forest biomass and volume using airborne laser data. *Remote Sensing of Environment* 24, 247-267.
- NOAA/ESRL, 2013. Dr. Pieter Tans, NOAA/ESRL.
- Numanoğlu N., 2002. Ticareti Yapılabilir Çevresel Permiler, Bir Çevre Politikası Aracı Olarak Emisyon Ticareti, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi Ankara, 18.
- Onyekwelu, J.C., 2004. Above-ground biomass production and biomass equations for evenaged *Gmelina arborea* (ROXB) plantations in south-western Nigeria. *Biomass and Bioenergy*. 26, 39-46.
- Onyekwelu, J.C., 2007. Growth, biomass yield and biomass functions for plantation grown *Nauclea diderrichii* (de wild) in the humid tropical rainforest zone of southwestern Nigeria.
- Özcan R.E., Kayman S., 2004. Ege Üniversitesi, İ.İ.B.F, İktisat Bölüm. Enerji Tüketimindeki Değişimin Küresel Isınmaya Etkisi ve ABD, AB ülkeleri, Japonya, Çin ve Türkiye Karşılaştırması: 1980-2004 s.10.
- Özlüer, Ö.I., 2016. Paris Anlaşması ve Ortak Değerlerin İnşası Sürecinde Hukuk, Ankara.
- Peichl, M., Arain, M.A., 2007. Allometry and Partitioning of Above- and Belowground Tree Biomass in an Age-Sequence of White Pine Forests, *Forest Ecology and Management*, 253, 68-80.
- Peltier, R., Njiti, C.F., Ntoupka, M., Manlay, R., Henry, M. and Morillon, V., 2007. Evaluation du stock de carbone et de la productivité en bois d'un parc à Karités du Nord-Cameroun. *Bois et forêt des tropiques* 294, 39-50.
- Price, C., Willis, R., Time, 1993. Discounting, and the Valuation of Forestry's Carbon Fluxes. *Commonwealth Forestry Review*, 72(4) s, 261-271.
- Repola, J., O. Risto and M., Kukkola, 2007. Biomass functions for Scots pine, Norway spruce and birch in Finland. Working Papers of the Finnish Forest Research Institute, Available at: <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2007/mwp053.htm>.

- Richards, J. F., 1990. Land Transformation, The Earth as Transformed by Human Action. Cambridge University Press, 163-178.
- Rodger, A.S., 1993. The carbon cycle and global forest ecosystem. *Water, Air and Soil Pollution* 70, 295-307
- Sabaté, S., C. Gracia, J., Vayreda and J. Ibáñez, 2008. Differences among species in aboveground biomass expansion factors in Mediterranean forests. Working paper, Center for Ecological Research and Forestry Applications (CREAF), Universitat Autònoma de Barcelona, Spain. Available at: [http://www.ub.es/ecolo/personal/carlosgracia/Publicacions/PDF/BEF\\_Paper\\_FEM\\_f.pdf](http://www.ub.es/ecolo/personal/carlosgracia/Publicacions/PDF/BEF_Paper_FEM_f.pdf)
- Sabuncu, B.T., 2015 COP21 ve Paris Anlaşması'nın Sonuçları, TUSIAD.
- Sarıkaya, H.Z., 2010. İklim Değişikliği Politikaları ve Düşük Karbon Ekonomisi. 8 Mart. İstanbul. [http://www.rec.org.tr/dyn\\_files/32/1768-HasanZSarikaya.pdf](http://www.rec.org.tr/dyn_files/32/1768-HasanZSarikaya.pdf)
- Schroeder, P., Brown, S., Mo, J., Birdsey, R. and Cieszewski, C., 1997. Biomass estimation for temperate broadleaf forests of the United States using inventory data. *For. Sci.* 43, 424-434
- Schulze, E., Wirth, D.C. and Heimann, M. 2000. Climate Change: Managing Forests After Kyoto. 289, 2058-2059.
- Sivrikaya, F., Bozali, N., 2012. Karbon Depolama Kapasitesinin Belirlenmesi: Türkoğlu Planlama Birimi Örneği, *Bartın Orman Fakültesi Dergisi* 2012, Cilt: 14 Özel Sayı 69 -76
- Tatar, O., 2010. Uluslar arası Karbon Ticareti ve İzmir'in Karbon Ayak İzi'nin Belirlenmesi.
- Ter-Mikaelian, M., T., M. D., Korzukhin, 1997. Biomass equations for sixty-five North American tree species. *Forest Ecology and Management.* 97, 1-24.
- Trexler, M. C., 1991. Minding the Carbon Storage: Weighing U.S. Forestry Strategies to Slow Global warming. World Resources Institute (WRI), Washington D.C., A.B.D., 81 s.
- Tolunay, D., 2012. Bolu-Aladağ'daki Genç Sarıçam Meşcereleri için Oluşturulan Bitkisel Kütle Denklemleri ve Katsayıları, *Journal of the Faculty of Forestry, Istanbul University*, 62(2),97-111
- Tolunay, D., 2011. Total carbon stocks and carbon accumulation in living tree biomass in forest ecosystems of Turkey, *Turk J Agric For*, 35, 265-279
- Tomppo, E., 2000. National forest inventory in Finland and its role in estimating the carbon balance of forests. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 4, 241-320.
- Türkes, M., Sümer, U. M. ve Çetiner, G, 2000. Kyoto Protokolü Esneklik Mekanizmaları (Flexibility Mechanisms Under the Kyoto Protocol), *Tesisat Dergisi* 52: 84-Türkes, M. 2006. Küresel iklimin geleceği ve Kyoto Protokolü. *Jeopolitik* 29,99-107.
- Türkes, M., 2001b. Küresel iklimin korunması, İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve Türkiye. *Tesisat Mühendisliği* 61, 14-29.

- Türkes, M., Sümer, U. M. ve Çetiner, G, 2000. Kyoto Protokolü Esneklik Mekanizmaları (Flexibility Mechanisms Under the Kyoto Protocol), Tesisat Dergisi 52: 84- Türkes, M. 2006. Küresel iklimin geleceği ve Kyoto Protokolü. Jeopolitik 29: 99-107.
- UN-ECE/FAO, 2000. Forest Resources of Europe, CIS, North America, Australia, Japan and New Zealand (industrialized temperate/boreal countries), UN-ECE/FAO Contribution to the Global Forest Resources Assessment, Main Report United Nations, New York, Geneva.
- UNFCCC,2005a. İklim Özen Göstermek: İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve Kyoto Protokolü İçin Kılavuz, s.4.
- URL-1., 2013. <http://co2now.org/>
- URL-2.,2011.[http://web.ogm.gov.tr/diger/iklim/Dokumanlar/MakaleBildiri/isinma\\_onem.pdf](http://web.ogm.gov.tr/diger/iklim/Dokumanlar/MakaleBildiri/isinma_onem.pdf) Küresel Isınmanın Önlenmesinde Ormanların Rolü ve Önemi.
- URL-3., 2011. <http://www.telekomdunyasi.com/?action=koseyazisi&id=96>, Türkiye'nin Orman Sektörü ve Karbon Piyasası Raporu, Agustos 2010.
- URL-4.,2011.<http://web.ogm.gov.tr/diger/SOYKriterleri/Dokumanlar/R%C4%B0O%20Zirvesi>
- Vashum, K.T., Jayakumar, S., 2012. Methods to Estimate Above-Ground Biomass and Carbon Stock in Natural Forests - A Review, J Ecosyst Ecogr 2012, 2,4 <http://dx.doi.org/10.4172/2157-7625.1000116> .
- Woodwell, G.M., Whittaker, R.H., Reiners, W.A., Likens, G.E., Delwiche, C.C. and Botkin, D.B., 1978. The biota and the world carbon budge. Science, 199, 141–146
- Yavuz,H., Mısır, N.,M.,Tüfekçioğlu,A. ve Karahalil,U., 2010. Karadeniz Bölgesi Saf ve Karışık Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Meşcereleri İçin Mekanistik Büyüme Modellerinin Geliştirilmesi, Biyokütle ve Karbon Depolama Miktarlarının Belirlenmesi, TÜBİTAK TOVAG 106O274 nolu proje Sonuç Raporu, Ankara.
- Zengin, H., Asan, Ü., Destan, S. ve Özkan, Y.,2005. Küresel Isınmanın Önlenmesinde Ormanların Rolü ve Önemi. Ğ.Ü. Orman Fakültesi Orman Amenajmanı Anabilim Dalı 34473 Bahçeköy,İstanbul. [web.ogm.gov.tr/diger/iklim/Dokumanlar/kuresel\\_hzengin.ppt](http://web.ogm.gov.tr/diger/iklim/Dokumanlar/kuresel_hzengin.ppt)
- Zianis, D., P., Muukkonen, R., Mäkipää and M., Mencuccini, 2005. Biomass and stem volume equations for tree species in Europe. Silva Fenn. Monographs, 4, 63 p.



## ÖZ GEÇMİŞ

10.11.1990 yılında İstanbul-Üsküdar'da dünyaya gelen Batuhan Ateş YILMAZ babasının ordu mensubu olmasından dolayı sürekli tayin görmesiyle ilköğretimine Van-Erciş' te başlayıp Ankara-Çankaya' da tamamlamıştır. Anadolu Meteoroloji Meslek Lisesinden 2008 yılında mezun olup KPSS ile Meteoroloji Genel Müdürlüğü' ne 2009 yılının Şubat ayında ataması yapılmıştır. 2015 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Mühendisliği Bölümünden mezun olmuştur. Yabancı dil olarak iyi derecede İngilizce bilen Batuhan Ateş YILMAZ evli ve 2 çocuk babasıdır.