

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

1970 – 2019 YILLARI ARASI ORMANLARDA KARBON STOK DEĞİŞİMİNİN
BELİRLENMESİ (YOMRA PLANLAMA BİRİMİ ÖRNEĞİ)

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İbrahim GERÇEK

TEMMUZ 2019
TRABZON



KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünce

Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : / /

Tezin Savunma Tarihi : / /

Tez Danışmanı :

Trabzon

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Orman Mühendisliği Anabilim Dalında
İbrahim GERÇEK Tarafından Hazırlanan**

**1970 – 2019 YILLARI ARASI ORMANLARDA KARBON STOK DEĞİŞİMİNİN
BELİRLENMESİ (YOMRA PLANLAMA BİRİMİ ÖRNEĞİ)**

**başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 09/07/2019 gün ve 1811 sayılı
kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda
YÜKSEK LİSANS TEZİ
olarak kabul edilmiştir.**

Jüri Üyeleri

Başkan : Prof. Dr. Mehmet MISIR

Üye : Prof. Dr. H. Ahmet YOLASIĞMAZ

Üye : Doç. Dr. Mahmut M. BAYRAMOĞLU

Prof. Dr. Asım KADIOĞLU

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

“1970 – 2019 Yılları Arası Ormanlarda Karbon Stok Değişiminin Belirlenmesi (Yomra Planlama Birimi Örneği)” adlı bu çalışma, K.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Tez çalışmamın her aşamasında bilgi ve tecrübelerinin yanı sıra yakın ilgi ve desteği ile her zaman yanımda olan sayın hocam Prof. Dr. Mehmet MISIR’a desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

Çalışmalarım sırasında bilgisi ve yönlendirmeleriyle yardımlarını esirgemeyen sayın hocam Doç. Dr. Mahmut M. BAYRAMOĞLU’na katkılarından dolayı çok teşekkür ederim. Tez çalışmam boyunca manevi desteklerinden dolayı saygıdeğer hocam Arş. Gör. Taha Yasin HATAY’a teşekkürlerimi sunarım.

Değerli dostum, dava arkadaşım Turgay BAŞTUĞ’a, değerli büyüklerim İçişleri Bakanlığı Personel Genel Müdürü Sn. Gökmen ÇİÇEK’e, İçişleri Bakanlığı Personel Genel Müdür Yrd. Nedim AKMEŞE’ye, Trabzon Büyükşehir Belediyesi Genel Sekteteri Ahmet ADANUR’a, değerli abilerim Adnan GÜL, Şener PUL, Mehmet BAŞ, Sefer LAZOĞLU, Hüseyin ÖZTÜRK ve Ufuk HOŞ’a, çok kıymetli kardeşlerim Dünya Boks Şampiyonu Selçuk AYDIN, Aşkım DİNÇER, Serdar GÖK, Recep ARSLAN ve Murat GERÇEK’e çok teşekkür ederim.

Bütün eğitim hayatım boyunca bana her türlü desteği veren başta babam merhum Ahmet GERÇEK olmak üzere annem Safiye GERÇEK’e, eşim Gonca GERÇEK ve kızım Zeynep GERÇEK’e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmamın uygulayıcılara, bilim dünyasına ve bu konu ile ilgili tüm ilgilenenlere faydalı olmasını temenni ederim.

İbrahim GERÇEK
Trabzon, 2019

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “1970 – 2019 Yılları Arası Ormanlarda Karbon Stok Değişiminin Belirlenmesi (Yomra Planlama Birimi 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. 25/07/2019

İbrahim GERÇEK

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	VII
SUMMARY	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ	IX
TABLolar DİZİNİ.....	X
SEMBOLLER DİZİNİ	XII
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. İklim Değişikliği Konusunda Uluslararası Süreçler.....	3
1.3. Dünya ve Türkiye’de Orman Varlığı.....	6
1.4. Karbon Emisyonu ve Karbon Depolama.....	9
1.4.1. Karbon Emisyonu.....	9
1.4.2. Karbon Birikimi.....	10
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	13
2.1. Materyal.....	13
2.1.1. Araştırma Alanının Genel Tanıtımı.....	13
2.1.2. Araştırma Alanının Sınırlandırılması	14
2.1.3. Zamansal Açıdan Sınırlandırma	15
2.1.4. Orman Amenajman Planı Verileri.....	15
2.1.5. Topografik Haritalar	16
2.1.6. Uydu Görüntülerinden Elde Edilen Teknik Veriler	17
2.2. Yöntem	17
2.2.1. Veri Toplama.....	17
2.2.2. Veri Analizi	18
2.2.3. Çalışmada Kullanılan Yazılım ve Donanım.....	18
2.2.4. Karbon Birikimi ve Değişimi Analizi	19
3. BULGULAR	23
3.1. Meşcere Parametreleri Zamansal Değişimi.....	23
3.1.1. 1970 Yılı ile 1984 Yılı Meşcere Parametreleri Zamansal Değişimi	23

3.1.2.	1970 Yılı ile 2009 Yılı Meşcere Parametreleri Zamansal Değişimi	26
3.1.3.	1970 Yılı ile 2019 Yılı Meşcere Parametreleri Zamansal Değişimi	29
3.1.4.	1984 Yılı ile 2009 Yılı Meşcere Parametreleri Zamansal Değişimi	32
3.1.5.	1984 Yılı ile 2019 Yılı Meşcere Parametreleri Zamansal Değişimi	35
3.1.6.	2009 Yılı ile 2019 Yılı Meşcere Parametreleri Zamansal Değişimi	39
3.2.	Meşcerelerin Karbon Birikimi Analizi	42
3.2.1.	1970 Yılına Ait Karbon Birikimi	42
3.2.2.	1984 Yılına Ait Karbon Birikimi	44
3.2.3.	2009 Yılına Ait Karbon Birikimi	45
3.2.4.	2019 Yılına Ait Karbon Birikimi	46
3.2.5.	Tüm Yılların Karbon Depolama Kapasiteleri	48
4.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	49
5.	KAYNAKLAR.....	52
ÖZGEÇMİŞ		

Yüksek Lisans

ÖZET

“1970 – 2019 YILLARI ARASI ORMANLARDA KARBON STOK DEĞİŞİMİNİN
BELİRLENMESİ (YOMRA PLANLAMA BİRİMİ ÖRNEĞİ)”

İbrahim GERÇEK

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Mehmet MISIR
2019, 53 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. Ormanlar atmosferde serbest halde bulunan karbondioksiti tutmakta ve biyokimyasal dönüşüm ile bünyesinde karbon olarak depolamaktadır. Bu nedenle ormanlar tarafından depolanan karbon miktarının belirlenmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada Trabzon İli Yomra İlçe sınırları içinde bulunan orman varlığı ve karbon birikiminin zamansal değişimi incelenmiştir. Bu kapsamda çalışmada araştırma alanına ait 4 döneme ait (1970 – 1990 - 2009 ve 2019) amenajman planları kullanılmıştır. Bu planlar sayısallaştırılarak veri tablolarına aktarılmış ve gerekli analizler gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlarda 1970-2019 yılları arasında Yomra İlçesinde servetin 534292,2 m³ arttığı tespit edilmiştir. Yine araştırma alanında karbon birikiminin yıllar bazında 1970 yılı 6,46 ton/ha, 1984 yılı 15,34 ton/ha, 2009 yılı 37,94 ton/ha ve 2019 yılı için 25,43 ton/ha'dır. En yüksek karbon birikimi 2009 yılı için hesaplanmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen bilgiler ışığında Türkiye genelinde Yomra İlçesi özelinde klasik ormancılığın yanında karbon ormancılığının da yapılması gerekliliği üzerine öneriler geliştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: İklim değişikliği, Karbon birikimi, Zamansal analiz.

Master Thesis

SUMMARY

DETERMINATION OF CARBON STOCK CHANGE IN FORESTS BETWEEN 1970 - 2019
(SAMPLE OF YOMRA PLANNING UNIT)

İbrahim GERÇEK

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Forest Engineering
Supervisor: Prof. Dr. Mehmet MISİR
2019, 53 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.

In this study, the temporal change of the forest and carbon accumulation within the boundaries of Trabzon Yomra District was investigated. In this context, the management plans of the research area were used for four terms (1970 - 1990 - 2009 and 2019). According to the results, the presence of forests in Yomra region between 1970-2019 was 534292,22 m³ increased. Again, the carbon accumulation in the research area is 6,46 tone in 1970, 15,34 tone in 1984, 37,94 tone in 2009 and 25,43 tone for 2019. The highest carbon accumulation was calculated for 2009. As a result of this study, suggestions were made on the necessity of carbon forestry in addition to classical forestry in Yomra region.

Key Words: Climate change, Carbon Stock, Temporal analysis

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Sera Gazı Etkisi	3
Şekil 2. Yomra ilçe sınırlarını gösteren kroki.....	14
Şekil 3. Yomra Orman İşletme Bölgesinin memleket haritalarındaki yeri	17
Şekil 4. 1970 ve 1984 yıllarına ait arazi kullanımını gösteren haritalar	23
Şekil 5. 1970 ve 1984 yıllarında ormanlık olarak değişen alan haritası.....	24
Şekil 6. 1970 ve 2009 yıllarına ait arazi kullanımını gösteren haritalar	26
Şekil 7. 1970 ve 2009 yıllarında ormanlık olarak değişen alan haritası.....	27
Şekil 8. 1970 ve 2019 yıllarına ait arazi kullanımını gösteren haritalar	29
Şekil 9. 1970 ve 2019 yıllarında ormanlık olarak değişen alan haritası.....	30
Şekil 10. 1970 ve 2009 yıllarına ait arazi kullanımını gösteren haritalar	32
Şekil 11. 1984 ve 2009 yıllarında ormanlık olarak değişen alan haritası.....	33
Şekil 12. 1984 ve 2019 yıllarına ait arazi kullanımını gösteren haritalar	36
Şekil 13. 1984 ve 2019 yıllarında ormanlık olarak değişen alan haritası.....	36
Şekil 14. 2009 ve 2019 yıllarına ait arazi kullanımını gösteren haritalar	39
Şekil 15. 2009 ve 2019 yıllarında ormanlık olarak değişen alan haritası.....	39
Şekil 16. 1970 yılına ait karbon birikimi haritası	43
Şekil 17. 1984 yılına ait karbon birikimi haritası	44
Şekil 18. 2009 yılına ait karbon birikimi haritası	45
Şekil 19. 2019 yılına ait karbon birikimi haritası	47

TABLULAR DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1. İklim Değişikliği İle Mücadele’de Uluslararası Süreçler.....	5
Tablo 2. Orman ekosistemlerindeki karbon havuzları ve temel bileşenleri	11
Tablo 3. Ölü örtü karbon miktarı katsayıları	21
Tablo 4. Ölü Örtü Karbon Miktarının Hesaplanması	21
Tablo 5. Orman Toprağı İçindeki Karbon Miktarı Katsayıları	22
Tablo 6. Topraktaki organik karbon stokunun hesaplanması.....	22
Tablo 7. 1970 yılı ve 1984 yılına ait meşcere baskın tür zamansal değişim analizi	24
Tablo 8. 1970 yılı ve 1984 yılına ait meşcere çağı zamansal değişim analizi.....	25
Tablo 9. 1970 yılı ve 1984 yılına ait meşcere kapalılık zamansal değişim analizi	25
Tablo 10. 1970 yılı ve 1984 yılına ait meşcere yaş sınıfı zamansal değişim analizi.....	26
Tablo 11. 1970 yılı ve 2009 yılına ait meşcere baskın tür zamansal değişim analizi	27
Tablo 12. 1970 yılı ve 2009 yılına ait meşcere çağının zamansal değişim analizi.....	28
Tablo 13. 1970 yılı ve 2009 yılına ait meşcere kapalılık zamansal değişim analizi	28
Tablo 14. 1970 yılı ve 2009 yılına ait meşcere yaş sınıfı zamansal değişim analizi.....	29
Tablo 15. 1970 yılı ve 2019 yılına ait meşcere baskın tür zamansal değişim analizi	30
Tablo 16. 1970 yılı ve 2019 yılına ait meşcere çağının zamansal değişim analizi.....	31
Tablo 17. 1970 yılı ve 2019 yılına ait meşcere kapalılık zamansal değişim analizi	31
Tablo 18. 1970 yılı ve 2019 yılına ait meşcere yaş sınıfı zamansal değişim analizi.....	32
Tablo 19. 1984 yılı ve 2009 yılına ait meşcere baskın tür zamansal değişim analizi	33
Tablo 20. 1984 yılı ve 2009 yılına ait meşcere çağı zamansal değişim analizi.....	34
Tablo 21. 1984 yılı ve 2009 yılına ait meşcere kapalılık zamansal değişim analizi	34
Tablo 22. 1984 yılı ve 2009 yılına ait meşcere yaş sınıfı zamansal değişim analizi.....	35
Tablo 23. 1984 yılı ve 2009 yılına ait meşcere baskın tür zamansal değişim analizi	37
Tablo 24. 1984 yılı ve 2009 yılına ait meşcere çağı zamansal değişim analizi.....	37
Tablo 25. 1984 yılı ve 2019 yılına ait meşcere kapalılık zamansal değişim analizi	38
Tablo 26. 1984 yılı ve 2019 yılına ait meşcere yaş sınıfı zamansal değişim analizi.....	38
Tablo 27. 2009 yılı ve 2009 yılına ait meşcere baskın tür zamansal değişim analizi	40
Tablo 28. 2009 yılı ve 2019 yılına ait meşcere çağı zamansal değişim analizi.....	40
Tablo 29. 2009 yılı ve 2019 yılına ait meşcere kapalılık zamansal değişim analizi	41
Tablo 30. 2009 yılı ve 2019 yılına ait meşcere yaş sınıfı zamansal değişim analizi.....	41
Tablo 31. 1970 yılına ait karbon birikimi verileri	43

Tablo 32. 1984 yılına ait karbon birikimi verileri	44
Tablo 33. 2009 yılına ait karbon birikimi verileri	46
Tablo 34. 2019 yılına ait karbon birikimi verileri	47
Tablo 35. Tüm yıllara ait karbon birikimi verileri	48



SEMBOLLER DİZİNİ

BMİDÇS	: Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
CDM	: Temiz Kalkınma Mekanizması
CO₂	: Karbondioksit
COP	: Taraflar Toplantısı
ha	: Hektar
IEA	: Uluslararası Enerji Ajansı
IET	: Uluslararası Emisyon Ticareti
JI	: Ortak Uygulama
KP	: Kyoto Protokolü
OGM	: Orman Genel Müdürlüğü
OİŞ	: Orman İşletme Şefliği
SO₂	: Sülfürdioksit
REC	: Bölgesel Çevre Merkezi
UNEP	: Birleşmiş Milletler Çevre Programı
WMO	: Dünya Meteoroloji Örgütü
UNEP	: Birleşmiş Milletler Çevre Programı

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Dünya iklimi yer kürenin varoluş sürecinde doğal süreçlerin etkisi ile salınımlar göstermiştir. Günümüzde ise yerküre iklimi üzerinde şiddetlenerek artan değişim tarih boyunca olmayan bir etkinin, insan faaliyetlerinin sonucudur. Sanayi devrimi ile artan insan kaynaklı etkiler ve şehirleşme sonucu salınan sera gazları, yer küreden yansıyan ısının atmosferde tutulmasına ve küresel sıcaklıkların artmasına sebep olmaktadır. Yeryüzü kullanım değişiklikleri ve ormansızlaştırma gibi faaliyetler ise dünyanın yutak kapasiteleri azaltmakta ve küresel ısınmayı hızlandırmaktadır. İnsan etkisiyle oluşan bütün etkiler doğal süreçlerin yarattığından daha hızlı bir şekilde dünya iklimini değiştirmektedir. Sanayi devrimi öncesi döneme göre dünyanın ortalama yüzey sıcaklığının 0,85 °C arttığı ve bu artışın tamamına yakınının fosil yakıtların yakılması ve sanayi süreçleri sonucu atmosfere salınan sera gazları ile diğer insan faaliyetlerinden kaynaklandığı tespit edilmiştir (Demir, 2018).

Sanayi devriminden sonra hız kazanan bu süreçte ekolojik koşullar değişmiş, iklim değişikliği ortaya çıkmış, hızla değişen iklim sonucunda da dünyada birçok sorun baş göstermeye başlamıştır (Tabanoğlu, 2018). İklim değişikliği; Karşılaştırılabilir bir zaman diliminde gözlenen doğal iklim değişikliğine ek olarak, doğrudan ya da dolaylı olarak küresel atmosferin bileşimini bozan insan etkinlikleri sonucunda iklimde oluşan bir değişiklik olarak tanımlanmaktadır (Kapur, 2010). İklim değişikliğinin temelinde dünyayı saran atmosferin içindeki gazların oranları, güneş ışınlarının dünya üzerindeki etkisi ve pek çok iç ve dış etken mevcuttur. Atmosferdeki doğal sera gazları, iklimin dengelenmesini ve dünyamız için yaşam ortamı oluşmasını sağlamaktadır. Ancak, atmosferde karbondioksit, metan, azot oksit, bazı sentetik kimyasal ve aerosoller gibi gazların kontrolsüzce birikmesi, yerküre ve atmosfer sistemine giren kısa dalgalı güneş enerjisi ile Dünya'dan yansıyan uzun dalgalı güneş enerjilerinin atmosferde tutulmasına ve dolayısıyla ısınmaya sebep olmaktadır. Sera etkisi de denilen bu ısının artması, yerküre-atmosfer dengesinde, Dünya'dan yansıyan ve güneşten gelen ışınların daha fazla tutulmasıyla iklim ve hava koşullarının değişmesine yol açmaktadır (Karamızrak, 2018).

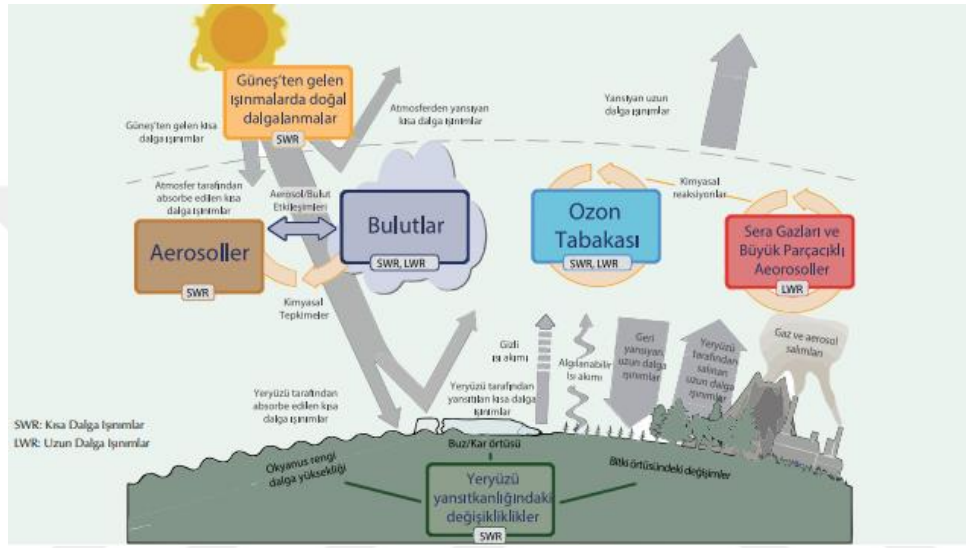
Sera etkisi, milyonlarca yıldır devam eden doğal bir süreçtir. Güneş sisteminde, Merkür dışındaki bütün gezegenlerin bir atmosferi vardır. Dünyaya en yakın iki gezegen olan Mars'ın karbondioksitten (CO₂) oluşan ince ve soğuk; Venüs'ün ise, CO₂, N₂, Sülfür dioksit (SO₂) ve su buharı içeren yoğun ve sıcak bir atmosferi vardır. Eğer doğal sera etkisi olmasaydı dünya insanoğlu için yaşanılması mümkün olmayan bir gezegen olurdu. Sera etkisi sonucu dünya yüzey sıcaklığı ortalama 14,5-15 °C civarındadır. Atmosferin doğal sera etkisi olmasaydı, dünya yüzey sıcaklığı ortalama değerin çok altına -18 °C'ye düşerdi. Sera gazlarının atmosferik yoğunluklarındaki artış, dünyadan ısı halinde uzaya yansıtılan uzun dalga boylu kızılötesi ışınımın atmosferde daha çok tutulmasına (> 240 W/m²) ve tekrar yeryüzüne yansıtılarak atmosferin ve dünyanın daha çok ısınmasına neden olmaktadır (Başoğlu, 2014).

Atmosferdeki insan kaynaklı sera gazı yoğunluğu, özellikle 1850'li yıllarda başlayan sanayi devrimi ile artmaya başlamıştır. Bunun bir sonucu olarak, küresel enerji talibinde bir artış gözlemlenmiş ve bu artışı karşılayabilmek için doğal kaynakların (özellikle fosil yakıtların) kullanımında ciddi bir artış gözlemlenmiştir. 1850 yılı öncesi karbondioksit, metan, azot oksit gazlarının değerleri sırasıyla 280 ppm, 715 ppb ve 270 ppb iken 2011 yılında bu rakamlar sırasıyla 391 ppm, 1803 ppb ve 324 ppb olmuştur. Günümüzde de sera gazlarının değerleri artış göstermeye devam etmektedir (Şekil 1). Yapılan projeksiyonlara göre mevcut durumun devam etmesi halinde, atmosferdeki CO₂ konsantrasyonunun 2050 yılına kadar 415-480 ppm, 2100 yılına kadar da 460-560 ppm seviyelerine ulaşması beklenmektedir. Küresel sıcaklık artışının, 1990 referans döneminden 2050 yılına kadar 1.5-4.5 °C arasında gerçekleşeceği, sıcaklık artışına bağlı olarak 1990-2090 yılları arasında küresel düzeyde deniz seviyesinin 0.09- 0.37m. yükseleceği tahmin edilmektedir (Onur, 2014).

Küresel ısınmanın ana sebebinin insan faaliyetleri olduğunu ortaya koyan çalışmalar bulunmaktadır (Melillo, Richmond ve Yohe, 2014) . Bölgesel Çevre Merkezi (REC) söz konusu faaliyetleri 4 başlık altında düzenlemiştir. Bunlar;

- Barınma, ulaşım, elektrik üretimi gibi sektörlerde fosil yakıt olarak adlandırılan kömür, petrol, doğal gaz gibi yakıtların tüketilmesi sonucunda milyonlarca yıldır yerin altında bulunan karbon moleküllerinin, atmosferdeki O₂ ile birleşerek doğal sera gazlarına dönüşmesi ve atmosfere karışması.
- Tarım ve atık yönetimi gibi sektörlerdeki faaliyetler sonucu doğrudan veya dolaylı olarak yeni doğal sera gazlarının oluşması.

- 20. yy'de geliştirilen sanayi ürünlerinin üretimi veya tüketimi sırasında ortaya çıkan ve doğal sera gazlarından çok daha fazla ısınımsal zorlama faktörüne sahip sera gazlarının atmosfere salınması
- Orman alanlarının tarım, konut, sanayi, enerji amaçlı çalışmalar için dönüştürülerek veya yok edilerek, sera gazlarının absorbe edileceği yutak alanların azaltılmasıdır (REC, 2008).



Şekil 1. Sera Gazı Etkisi (IPCC, 2013)

İklim değişikliği sadece günümüzde değil geçmiş tarihlerde de bilim insanları tarafından araştırılmış ve bu değişimin yaratacağı olumsuzlukların etkilerinin azaltılması yönünde öneriler getirilmiştir. Atmosfere salınan sera gazlarının yeryüzü sıcaklığının önemli bir belirleyicisi olduğuna dair ilk çalışma 1827 yılında J. B. J. Fourier'e aittir. Atmosfer içindeki karbondioksit konsantrasyonunun artmasının yeryüzü sıcaklığını arttıracakını ileri süren ilk bilim adamı ise 1863 yılında J. Tyndall'dır. Küresel ısınma ile ilgili öncü niteliğindeki bir başka çalışma ise 1896 yılında S. Arrhenius tarafından yapılmıştır (Bayramoğlu, 2019).

1. 2. İklim Değişikliği Konusunda Uluslararası Süreçler

İklim değişikliğinin etkilerinin hissedilmesi ve bu konuda yapılan çalışmaların sayılarının artması uluslararası düzeyde girişimlerin yapılmasına neden olmuştur. Küresel

çevre sorunlarına uluslararası alanda dikkatlerin çekilmesi ilk kez 1972 tarihinde Stockholm’de “İnsan Çevresine Dair Konferans” ile olmuş ve Stockholm Bildirisi adı altında çevreye ilişkin ilk uluslararası bildiri yayınlanmıştır. Atmosferde artan CO₂ birikiminin yol açabileceği olumsuz etkiler konusundaki uluslararası ilk ciddi adımın atılması Dünya Meteoroloji Örgütü’nün (WMO) öncülüğünde 1979 yılında düzenlenen Birinci Dünya İklim Konferansı’nda konunun önemi dünya ülkelerinin dikkatine sunulmuştur. 1985 ve 1987 yıllarında Avusturya ve 1988’de Toronto’da düzenlenen toplantılar, dikkatleri ilk kez iklim değişikliği karşısında siyasal seçenekler geliştirilmesi konusu üzerinde toplamıştır. Avusturya 1985 Toplantısı, Karbondioksit ve Öteki Sera Gazlarının İklim Değişimleri Üzerindeki Rolünü ve Etkilerini Değerlendirme Uluslararası Konferansı başlığını taşımaktaydı. 1988 yılında düzenlenen Değişen Atmosfer Toronto Konferansı’nda, uluslararası bir hedef olarak, küresel CO₂ salımlarının 2005 yılına kadar % 20 azaltılması ve protokollerle geliştirilecek olan bir çerçeve iklim sözleşmesinin hazırlanması önerilmiştir.

İklim değişikliğinin sosyo-ekonomik etkilerinin bilimsel anlamda değerlendirilmesi ve raporlanması amacı ile 1988 yılında Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) ve Dünya Meteoroloji Örgütü’nün desteği ile Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) oluşturulmuştur. İnsan kaynaklı sera gazlarının olumsuz etkilerini durdurmayı hedefleyen Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS), ise 1994 yılında yürürlüğe girmiş olup, iklim değişikliğini sektörler anlamında değerlendiren önemli bir çevre sözleşmesidir. Sözleşmenin imzalanmasından sonra her yıl düzenli olarak taraflar konferansı düzenlenmiştir (Polat, 2017).

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi, 1992 yılında Rio Dünya Zirvesinde, Çölleşme ile Mücadele Sözleşmesi ve Biyolojik Çeşitlilik Çölleşmesi ile imzaya açılan ve 21 Mart 1994 itibariyle resmen yürürlüğe giren Rio Sözleşmesidir. Sözleşmenin amacı; Atmosferdeki sera gazı birikimlerini, iklim sistemi üzerindeki tehlikeli insan kaynaklı etkiyi önleyebilecek bir düzeyde durdurmaktır. 195 Tarafı bulunan Sözleşme neredeyse evrensel bir katılıma ulaşmıştır. Sözleşme iklim değişikliğiyle mücadele hususunda uluslararası çabalar için genel bir çerçeve ortaya koymaktadır. İklim sistemin eşitlik temelinde, ortak fakat farklılaştırılmış sorumluluklarına uygun olarak korunması (Madde 3.1.), İklim değişikliğinin zararlı etkilerine maruz kalanların ve gelişme yolundaki ülkelerin ihtiyaç ve özel şartlarının dikkate alınması (Madde 3.2), İklim değişikliğinin etkilerine karşı önlem alınması ve alınacak önlemlerin etkin maliyetli ve

küresel yarar sağlayacak şekilde olması, (Madde 3.3), Sürdürülebilir kalkınmanın desteklenmesi ve belirlenecek politika ve önlemlerin ulusal kalkınma programlarına dâhil edilmesi (Madde 3.4), Tarafların işbirliği yapmaları (Madde 3.5) sözleşmenin genel ilkelerini oluşturmaktadır. Sözleşme genel ilkeler doğrultusunda iklim değişikliğinin azaltılması ve etkilerine uyum sağlanması için taraflara bir takım yükümlülükler getirmektedir.

1997 yılında kabul edilen Kyoto Protokolü (KP) , Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesini tamamlayan, güçlendiren, sözleşme ile aynı temelleri ve nihai hedefi paylaşan bir anlaşmadır. Protokol de Sözleşme'nin Taraf Ülkeler arasında yaptığı gruplandırmayı esas alarak Ülkeleri EK-I, EK-II ve EK-I Dışı olarak sınıflandırmaktadır (UNFCCC, 2003). Bu protokolde, Ek-I'de yer alan taraflar; 2008-2012 yıllarını kapsayan taahhüt döneminde insan faaliyetlerinin neden olduğu CO₂ eşdeğeri toplam sera gazı emisyonlarının, 1990 yılı seviyelerinin en az %5 aşağısına indirmek için sayısallaştırılmış emisyon sınırlandırma ve azaltma taahhütlerine uygun hesapla tayin edilmiş miktarı aşmamasını sağlayacakları ve bu tarafların, 2005 yılına kadar bu protokoldeki taahhütlerini gerçekleştirme konusunda kanıtlanabilir bir ilerleme kaydetmiş olacakları belirtilmektedir. Kyoto Protokolü'nün yürürlüğe girebilmesi için, 1990 yılı toplam CO₂ emisyonlarının en az %55'ine sahip olan EK-I taraflarının protokolü onaylaması gerektiğinden, son olarak 18 Kasım 2004 tarihinde Rusya Federasyonu'nun da onaylamasıyla Kyoto Protokolü 16 Şubat 2005 tarihinde fiilen yürürlüğe girmiştir.

Yukarıda iklim değişikliği ve mücadele, hafifletme ve uyum konularında temel çerçeveleri çizen anlaşmaların haricinde belirli dönemlerde Taraflar Toplantıları (COP) düzenlenmiştir. Bu toplantılar Tablo 1.'de özetlenmiştir.

Tablo 1. İklim Değişikliği İle Mücadele'de Uluslararası Süreçler

Tarih	Toplantı	Açıklama
7-18 Aralık 2009	(COP 15) Kopenhag	<ul style="list-style-type: none"> - Küresel sıcaklık artışının 2 C nin altında tutulması. - İklim değişikliğinin olumsuz etkilerine uyum konusunda, en az gelişmiş ülkeler, küçük ada ülkeleri ve Afrika başta olmak üzere gelişmekte olan ülkelere gelişmiş ülkelere finansal kaynak, teknoloji ve kapasite oluşturma desteğinin sağlanması. - Gelişmekte olan ülkelere azaltım, uyum, teknoloji geliştirme ve transferi, kapasite oluşturma için Gelişmiş ülkelere 2010-2012 periyodunda 30 milyar dolar, 2020 yılına kadar yıllık 100 milyar dolar finansman kaynak sağlanması. - Kopenhag Yeşil İklim Fonu'nun oluşturulması.

Tablo 1'in devamı

19 Kasım – 10 Aralık 2010	(COP 16) Cancun	- Taraflar Konferansı Cancun Anlaşmaları ile sonuçlanmıştır. Bu anlaşmalar ile Cancun Uyum Çerçevesi, Uyum Komitesi, Teknoloji İcra Komitesi ve İklim Teknoloji Merkezi ve Ağı'nı bünyesinde bulunduran Teknoloji Mekanizması, Yeşil İklim Fonu gibi yeni kurum ve süreçlerin oluşması da sağlanmıştır.
28 Kasım – 9 Aralık 2011	(COP 17) Durban	- Taahhüt dönemi 2012 yılında bitecek olan Kyoto Protokolünün 2. taahhüt döneminin oluşturulması, Yeşil İklim Fonu'nun işler hale getirilmesi, 'Durban Güçlendirilmiş Eylem Platformu Geçici Çalışma Grubu (ADP)' nun kurulması karar alınmıştır.
26 Kasım – 7 Aralık 2012	(COP 18) Doha	- 2020 yılında yürürlüğe girecek olan tüm ülkeleri kapsayan evrensel iklim anlaşmasının 2015 yılına kadar hazırlanmasına - Kyoto protokolünün 2.Döneminin 1 Ocak 2013 tarihinde başlamasına ve 31 Aralık 2020 tarihinde bitmesine -Kyoto protokolü market mekanizmalarının temiz kalkınma mekanizması (CDM), ortak uygulama (JI) ve uluslararası emisyon ticareti (IET) nin devamına - Artan tahsis edilmiş miktar birimlerinin 2. taahhüt dönemine aktarılmasına ve bu birimlerin kullanımına ilişkin sınırlamalar getirilmesine yönelik kararlar alınmıştır.
11 Kasım – 22 Aralık 2013	(COP 19) Varşova	- Yeni iklim anlaşmasının taslak metninin 2014 yılında belirlenerek Mayıs 2015 de sunulması ve Aralık 2015'de tamamlanarak imzaya açılması. - Taraf ülkeler 2020 yılı öncesi maksimum sıcaklık artışını 2 °C nin altında tutmak için gereken ile bugüne kadar taahhüt edilen azaltım hedefleri arasındaki boşluğun kapatılması için önlemlerin güçlendirilmesine karar vermişlerdir
1-12 Aralık 2014	(COP 20) Lima	- Paris'te ele alınacak olan yeni iklim anlaşmasının temel unsurlarını ortaya koyan "İklim Eylemi için Lima Çağrısı" adlı belge onaylamıştır. Taslak anlaşma metnini içeren Lima Çağrısı' nda taraf ülkelerin "Niyet Edilen Ulusal Olarak Belirlenmiş Katkılarının" (INDCs) kapsamı, nasıl gerçekleştirileceği, bildirim, gözden geçirilmesi, sekteryanın bu bildirimlerden sonra atacağı adımlar ve 2020 yılı öncesi hedeflerin güçlendirilmesi konularına yer verilmiştir
30 Kasım-12 Aralık 2015	(COP 21) Paris	- Durban Güçlendirilmiş Eylem Platformu Geçici Çalışma Grubu (ADP) kapsamında 2012-2015 yılları arasında yapılan yoğun müzakereler sonucu ortaya çıkan Paris Antlaşması'nın kabulü ile sonuçlanmıştır.
7-18 Kasım 2016	(COP 22) Marakeş	- Paris Protokolü'nün uygulama altyapısı ortaya konmuştur.
6-17 Kasım 2017	(COP 23) Bonn	- Kömür ve kömürden elde edilen enerjiden vazgeçme hedefi ön plana çıkmıştır.
3-14 Aralık 2018	(COP 24) Katowice	-Paris Anlaşmasının kural kitabı kabul edilmiştir. -Küresel iklim eylemini daha şeffaf ve detaylı bir biçimde incelemeyi olanaklı kılan ortak kurallarda mutabık kaldı. Böylelikle Zirve iklim eylemini hızlandırmak için ülkeler ile yurttaşlar, iş dünyası ve yatırımcılar arasındaki güveni tazeledi.

1.3. Dünya ve Türkiye’de Orman Varlığı

Küresel ölçekte, orman ekosistemleri her yıl insan faaliyetleri sonucunda salınan yaklaşık 3 milyar ton CO₂’yi tutmaktadır. Bu da Karbondioksit Bilgi Analiz Merkezi 2007 yılı baz verileri alınarak hesaplandığında fosil yakıtlardan kaynaklanan CO₂ salımının %35’ne karşılık gelmektedir. Bu açıdan bakıldığında 1 ton CO₂ salımını azaltmak için, ormansızlaşmayı engellemekten daha düşük maliyetli bir yol olmadığını göstermektedir. Dolayısıyla iklim değişikliği ile mücadele için orman alanlarının korunması ve ormanların karbon tutma kapasitelerinin artırılması büyük önem taşımaktadır (TEMA, 2017).

Son 25 yılda orman yönetimi önemli ölçüde değişmiştir. Genel olarak birçok önemli gelişme ortaya çıkmıştır. Küresel olarak dünya ormanları, insan nüfusunun büyümeye devam etmesi, gıda ve arazi ihtiyacının artması gibi nedenlerle azalmaya devam etmiştir. Ancak bu azalma oranı %50’den fazla düşmüştür. Dünya’da 1990 yılında 4,128 milyar hektar orman varken bu rakam 2015 yılı itibariyle 3,999 milyar hektara gerilemiştir. 2015 itibari ile dünya karasal alanın %30,6’sı ormanlar ile kaplıdır. 2010-2015 yılları arasında yıllık orman kaybı 3,3 milyon hektar olarak gerçekleşmiştir. Orman kaybı ağırlıklı olarak Güney Amerika ve Afrika’da meydana gelmektedir. 2015 itibari ile dünya ormanlarının %93’ü doğal orman olarak kabul edilmektedir. Doğal ormanlardaki kayıp oranı daha fazla gerçekleşmiştir. Doğal ormanların ise %26’sı “Primary Forest” bakir- dokunulmamış orman statüsündedir. Dünya genelindeki ağaçlandırılmış alanlar 105 milyon hektara ulaşmış durumdadır. 2000-2015 yılları arasında yıllık ortalama 3,6 hektar ağaçlandırma yapılmıştır. Bununla birlikte 2000-2015 yılları arasında yıllık 5,9 milyon hektar olan yıllık ağaçlandırma miktarı 2010-2015 yılları arasında 3,3 milyon hektara düşmüştür. Genel olarak ağaçlandırmalarda azalma eğilimi bulunmaktadır.

1990-2011 yılları arasında ormanlardan çıkarılan odun miktarı artırılmıştır. 2011 yılında küresel olarak 3 milyar m³ odun emvali üretim yapılmıştır. Bunun %49’u yakacak odun için kullanılmıştır. 2015 itibari ile dünya ormanlarının %31’i üretim ormanı statüsündedir. Dünya ormanlarının %13’ü temel olarak biyolojik çeşitliliğin korunması gayesi ile yönetilmektedir. %31’i ise toprak koruma ve su gayesi ile yönetilmektedir. Ormanların %96’sı sürdürülebilir orman yönetimini destekleyen mevzuata göre yönetilmektedir. Yine %83’ü ulusal orman değerlendirme metotlarına göre raporlanmaktadır. 2010 itibari ile dünya ormanlarının yarısı orman amenajman planlarına göre yönetilmektedir. 2014 itibari ile orman sertifikasyonu altında yer alan orman alanı

438 milyon hektardır. Bunun %58'i PEFC, %42'si ise FSC Sistemi'ne tabidir. 2010 itibari ile dünya ormanlarının %18'i özel sektöre ait olup devlete veya kamuya ait ormanların özel sektör tarafından işletilmesi trendi artış göstermektedir (FAO, 2015).

Türkiye, 78 milyon hektarlık alanıyla, ekolojik bakımdan zengin bir çeşitliliğe sahiptir. Bu zenginlik içerisinde ormanlar da tür ve kompozisyon olarak önemli bir yer tutmaktadır. 2015 yılı itibarıyla yapılan tespitlere göre ormanlık alanlar, ülke alanının %28,6'sını kaplamaktadır. Bu alanlara ağaçsız orman alanları dahil edilmemiştir. Türkiye ormanlarının tamamına yakını devletin hüküm ve tasarrufu altında olup büyük çoğunluğu Orman Genel Müdürlüğü (OGM) tarafından idare edilmektedir. Türkiye ormanları, en küçük işletme birimi olan orman işletme şefliği bazında, 10-20 yıllık dönüş süreleri ile hazırlanan orman amenajman planları ile işletilmektedir. Amenajman planlama çalışmaları sırasında; ormanlardaki örnek alanlarda alan, servet, artım, ağaç türü, verimlilik ve kapalılık durumlarını içeren envanter çalışmaları yapılmakta ve bu veriler sayısal ortamda değerlendirilerek amenajman planları hazırlanmaktadır (OGM, 2015).

Beş Yıllık Kalkınma Planları ile planlı döneme geçen ülkemizde, orman envanteri çalışmalarına 1963 yılında başlanmış ve 1963-1972 yılları arası dönemde, tüm ülkenin Orman Amenajman Planları yapılarak, elde edilen orman envanter verileri, 1980 yılında yayımlanmıştır (OGM, 2006). 2013-2015 yılları arasında yenilenen orman amenajman planlarının ENVANİS veri tabanında güncellenmesi sonucu elde edilen verilere göre ülke ormanlık alan miktarı 22,3 milyon hektar olarak tespit edilmiştir. Bu ormanlık alan miktarı ülke genel alanının %28,6'sıdır.

Ormanlık alanların büyüklüğü ve değişimleri bugüne kadar gerçekleştirilen orman envanter değerlendirme sonuçlarına ve yıllara göre;

- 1973 : 20.199.296 ha (Ülke genelinin %26,1'i),
- 1999 : 20.763.248 ha (Ülke genelinin %26,7'si),
- 2004 : 21.188.747 ha (Ülke genelinin %27,2'si),
- 2012 : 21.678.134 ha (Ülke genelinin %27,7'si)
- 2015 : 22.342.935 ha (Ülke genelinin %28,6'sı)
- 2018 : 22.621.935 ha (Ülke genelinin %29'u)

olarak tespit edilmiştir. Bu envanter sonuçlarına göre; ormanlık alanda son 42 yılda yaklaşık 2,4 milyon hektarlık artış olduğu tespit edilmiştir. Türkiye ormanlık alanlarının ağaç serveti; ormanın ölçüldüğü dönemde, yaşayan ve üretim yapan, göğüs çapı 8 cm ve üzeri gövdelerin, m³ cinsinden dikili kabuklu silindirik gövde hacimleri toplamıdır. Buna

göre 1973 ile 2015 yılları arasında ülke ormanlarının ağaç servetinde yaklaşık 700 milyon m³ artış olmuştur. Orman amenajmanı bakımından ormanlar aynı yaşlı ve değişik yaşlı olmak üzere iki forma ayrılır. 2015 yılı verilerine göre normal kapalı koru ormanlarının 12,3 milyon hektarlık büyük bölümü aynı yaşlı, göknar ağacının hâkim olduğu 391 bin hektarlık kısmı ise değişik yaşlıdır.

Toplam orman alanımızın 19,6 milyon hektarı koru (%88) ve 2,7 milyon hektarı ise baltalık (%12) ormandır. Ormanlık alanımızın 13,9 milyon hektarı saf ormandır (karışıma giren ağaç türü oranı %10'dan azdır). Saf ormanlık alanların oranı % 62'dir. Yaklaşık 8,4 milyon ha orman ise karışık ormandır. Karışık ormanlık alanların oranı % 38'dir. Ormanlık alanın %33'ünü yapraklı ormanlar (meşe, kayın, kızılğaç, kestane, gürgen gibi ağaç türleri), % 48'ini iğne yapraklı (ibrelî) ormanlar (kızılçam, karaçam, sarıçam, göknar, ladin, sedir gibi ağaç türleri), %19'unu ise ibrelî+ yapraklı karışık ormanlar kaplamaktadır. Ormanlarda yayılış alanı olarak en fazla meşe (5,9 milyon ha) yayılış göstermekte, ondan sonra alan büyüklüğü sırasına göre kızılçam, karaçam, kayın, sarıçam, ardıç, göknar, sedir, ladin, fıstıkçami, kızılğaç, kestane, gürgen, kavak, ihlamur, dişbudak ve okaliptüs gelmektedir (OGM, 2015).

1.4. Karbon Emisyonu ve Karbon Depolama

1.4.1. 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 karbon salınımı en aza indirmek için çalışmalar yapmaktadır (Ateş, 2018).

Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) (2017)'a göre atmosferdeki CO₂ konsantrasyonu 1800'lü yıllara göre %40 artış gösterip 430 ppm seviyelerine çıkmıştır. 2015 yılı verilerine göre CO₂ emisyonu 32.3 Gt seviyesine ulaşmıştır. CO₂ emisyonlarının %45'i kömür, %35'ü petrol, %20'si doğal gaz ve %1'i diğer enerji kaynaklarından oluşmaktadır. Sektörel olarak CO₂ emisyonu kaynakları incelendiğinde %42 ile elektrik ve ısınma birinci sırada yer alırken, ulaşım %24'le ikinci, %19 ile endüstri üçüncü sırada yer almıştır. Yine CO₂ emisyonu ülkeler bazında incelendiğinde Çin %28 ile birinci sırada yer almaktadır. Çin'i sırasıyla Amerika Birleşik Devletleri (ABD) (%15), Hindistan (%7) ve Rusya (%4) takip etmektedir. İki ülke (Çin ve ABD) Dünya'da ki toplam CO₂ emisyonunun %43.44'ünü (14 Gt) üretirken iki ülkenin de içinde olduğu 10 ülke (Çin, ABD, Hindistan, Rusya, Japonya, Almanya, Kore, İran, Kanada ve Sudi Arabistan) Dünya'da ki toplam CO₂ emisyonunun 21.7 Gt'nu (%67.18) üretmektedir.

Türkiye'de ki CO₂ emisyonu 1990 yılında 214 Mt iken 2016 yılında 496.1 Mt'a yükselmiştir. Türkiye'nin 2016 yılı toplam sera gazı emisyon miktarı 1990 yılına göre %135,4'lük bir artış göstermiştir. Türkiye'de 1990 yılında kişi başına düşen sera gazı emisyon miktarı 3.8 ton' dan 2016 yılında 6.3 ton'a yükselmiştir. Sektörel bazda 2016 yılı CO₂ emisyon değerleri incelendiğinde sırasıyla %72.8 enerji (fosil yakıt), %12.6 endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı, %11.4 tarımsal faaliyetler ve %3.3 ile atık yer almaktadır (TUİK, 2016).

1.4.2. Karbon Birikimi

Karbon depolama, atmosfere fosil yakıtların kullanımı, ormansızlaşma, arazi kullanımının değişmesi gibi nedenler ile salınan karbon miktarının, karasal ekosistemler ve okyanuslar tarafından depolanması ve böylece atmosferde bulunan CO₂ oranının azalması olarak tanımlanmaktadır (Ketizmen, 2011).

Atmosferdeki CO₂'nin organik madde haline dönüşmesi, bitkilerin yaprak miktarına bağlıdır. Karasal ekosistemler içerisinde ormanlar, diğer bitki topluluklarına göre en fazla yaprak miktarına sahip olduklarından meralara ve tarımsal bitki topluluklarına oranla daha fazla CO₂ tüketmektedir dolayısıyla küresel ısınmanın yavaşlatılmasında ormanlar ön plana çıkmaktadır. Karbon, ağaçların; gövdeleri, dalları yaprakları ve köklerinden oluşan canlı biyokütle ile ölü örtü, toprak organik maddesi ve diğer maddelerden oluşan cansız biyokütlenin yanısıra orman ürünlerinde depolanmaktadır (Zengin, 2007).

Karasal ekosistemler içinde atmosferdeki CO₂'in emildiği en önemli yutak alanlar orman ekosistemleri olduğu için, Arazi kullanımı, arazi kullanım değişikliği ve ormancılık (LULUCF) kılavuzunda ormanlara çok büyük önem atfedilmektedir. Kılavuz, emilen CO₂ içindeki karbonun orman ekosistemlerinde biriktiği yerleri “Karbon Havuzları” olarak tanımlamaktadır. Orman ekosistemindeki karbon havuzları Tablo 2.’de verilmiştir.

Tablo 2. Orman ekosistemlerindeki karbon havuzları ve temel bileşenleri

Ana Havuzlar	Alt Havuzlar	Temel Bileşenler
Canlı Biyokütle	Toprak Üstü	Canlı tüm kütle; toprak üstündeki gövde, kütük, dallar, kabuk, tohum ve yapraklar.
	Toprak Altı (Kökler)	2 mm çaptan daha küçük olan kökler hariç, canlı biyokütlenin yaşayan tüm kökleri
Ölü Organik Madde	Ölü Odun (Dikili Kuru)	Döküntü ya da canlı gövdeler dışında dikili kuru haldeki veya tabanda ya da toprakta bulunan tüm odunsu biyokütle. Ölü odun; yüzeyde yatan odunu, dikili kuruları, ölü kökleri ve 10 cm çaptan daha kalın (ülkelere göre değişir) kütükleri içermektedir
Toprak	Döküntü (Ölü Örtü)	Mineral veya organik toprağın üstünde; en azından 10 cm çapta bir tabaka (ülkelere göre değişebilir) oluşturabilen tüm ölü odunsu biyokütle, döküntü, humus ve fümik tabakadan oluşmaktadır. Canlı çok küçük (kırintılar halinde) köklerde bu bölümde sayılmaktadır.
	Toprak Organik Maddesi	Minerallerdeki organik karbonu ve organik toprakları içermektedir. Canlı çok küçük kökler toprak organik maddesinden sayılır.

Geleneksel ormancılık envanterinde göğüs çapı 8 cm’den küçük olan ağaç, ağaççık, çalı türleri ve otsu bitkilerle ilgili veri olmadığı için, alt tabaka tarafından tutulan karbon miktarı ile ölü örtü tabakası, ağaç enkazları ve humusun hesaba katılmadığı ve sadece göğüs çapı 8 cm’den büyük çaplı ağaçların dikkate alındığı hesaplamalar bize doğru bilgi sunmamaktadır. Aslında, ağaçlar tarafından tutulan miktardan daha fazla miktarda karbon tutan orman toprağı ve çürüntü tabakası yukarıda açıklanan nedenlerden ötürü hesaba dahil edilememektedir. Bu nedenle ülkemiz ormanlarında tutulan toplam karbon, geleneksel yöntemlerle hesaplanan karbon miktarından çok daha fazladır (Türkeş, 2001).

Karbon depolama miktarının belirlenmesine ilişkin ülkemizde yapılan çalışmalar incelendiğinde, sadece toprak üstü biyokütle de ya da sadece toprak altı biyokütle de depolanan karbon miktarının belirlendiği görülmektedir. Çok az sayıda çalışmada ise toprakta depolanan karbon miktarı belirlenmiştir. Bu nedenle, orman ekosistemi bir bütün

olarak değerlendirildiğinde, ekosistemi oluşturan tüm karbon havuzlarında depolanan karbon miktarının bilinmesi gerekmektedir (Erkut, 2013). Bu kapsamda Orman Amenajman Planları n plana çıkmaktadır.

Türkiye, planlı ormancılık dönemiyle birlikte Orman Amenajman Planlarını düzenlemeye başlamış olup günümüzde bu planları çağın gereklerine göre revize ederek kullanmaya devam etmektedir. Orman Amenajman Planları sahip olunan orman varlığının ekonomik, ekolojik ve sosyal- kültürel açıdan etkin ve verimli kullanılması yönünden son derece önem arz etmektedir. Yine Türkiye'nin taraf olduğu uluslararası anlaşmalarda ki yükümlülüklerini yerine getirmesinde (envanter, bildirim vb.) de planların etkisi oldukça yüksektir. Fonksiyonel planlama kapsamında toplumun orman ürün ve hizmetlerine olan ihtiyaını karşılamak da bu planlar yardımıyla gerçekleştirilmektedir.

Bu tez çalışmasında özellikle iklim değişikliği ile mücadele kapsamında giderek önemi artan ormanların, alansal değişimiyle birlikte karbon depolamasında da meydana gelen değişimin ortaya konulması amaçlanmıştır.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Materyal

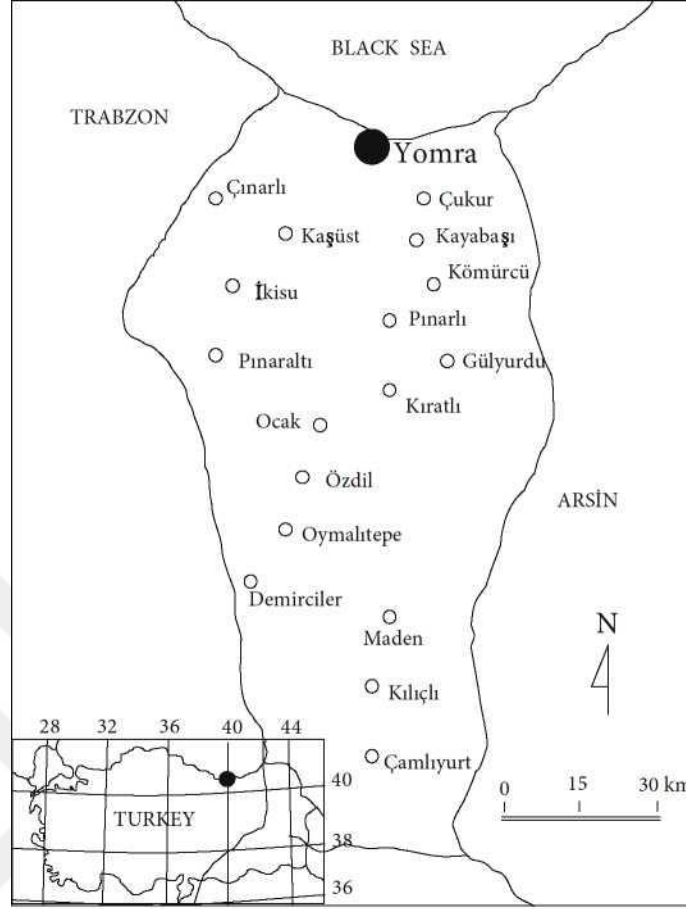
2.1.1. Araştırma Alanının Genel Tanıtımı

Bu çalışma Doğu Karadeniz Bölgesinde bulunan, Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü (OBM), Sürmene Orman İşletme Müdürlüğü (OİM) ve Arsin Orman İşletme Şefliği (OİŞ) sınırlarında bulunan Yomra bölgesi için yapılmıştır. Arsin OİŞ, Yomra Bölgesi tür çeşitliliği, orman içi kaynakların kullanımı açısından temsil kabiliyetine uymaktadır.

Doğu Karadeniz Bölgesi'nin, bölüm olarak Doğu Karadeniz Bölümünde, Trabzon ilinin doğu kısmında ve şehre 15 km kadar uzaklıkta yer alan Yomra ilçesi belediye olan yönetim merkezidir. Yomra Deresi ile beraber Karadeniz'e ulaşmakta olan kıyılara sahiptir. Bu kıyılar Yomra ilçesinin kuruluş yeri olarak bilinir. Yomra'nın yerleşim bölgesi kıyı şeridi boyunca çizgisel olarak devam etmektedir. Bu yerleşim düzeneği topografik özelliklerine bağlıdır.

Kuruluş tarihi aslen çok daha eski olan Yomra ilçesi, Osmanlı idaresi ile Doğu Karadeniz Bölgesinin önemli merkezlerinden sayılan Trabzon kazasına bağlı bir nahiye konumundadır. Trabzon şehrine olan yakınlığı ve yönetim bölgesindeki nüfusun yoğun olmaması ve ekonomisinin çevre merkezlere göre daha az olması kaza olarak yönetilmesine neden olmuştur. Buna mukabil, Yomra fonksiyonel açıdan bakıldığında Trabzon ilinin en önemli etki merkezlerinden biri durumundadır. Yomra ilçesinin nüfusu 39.624 kişidir. Birçok Doğu Karadeniz Bölgesi yerleşiminde olduğu gibi, Yomra'nın ekonomik ve sosyolojik yapısını yönlendiren ana unsur fındık tarımının yapılmasıdır.

İlçenin ortalama yükseltisi 1500–2000 m. olan ve hemen kıyıya paralel ve bitişik olarak başlayan yükseltinin fazla olduğu dağlar üzerinde bereketli otlak ve meralarıyla yaylalar bulunmaktadır.



Şekil 2. Yomra ilçe sınırlarını gösteren kroki

Yomra İlçesi sınırları Trabzon OBM, Sürmene OİM, Arsin OİŞ sınırları içerisinde bulunmaktadır. Arsin OİŞ toplam alanı 55741,20 hektardır. Bu alanın yaklaşık % 34,32'si ormanlarla kaplıdır.

2.1.2. Araştırma Alanının Sınırlandırılması

Bu çalışma da Doğu Karadeniz Bölgesinde fonksiyonel ormancılık anlamında tüm Arsin Orman İşletme Şefliği temsil etmesi bakımından ve daha küçük alanlar üzerinde daha açık ve net bulguların ortaya konması bakımından araştırma alanını Yomra ilçesi ile sınırlandırılmıştır. Araştırma alanı 27232 ha.'dır. Bu alanın 6045 ha.'sı orman alanları olup toplam alanın yaklaşık %22.19'ünü oluşturmaktadır.

Türkiye'nin % 29'unun ormanlarla kaplı olduğu göz önüne alındığında araştırma bölgesi orman varlığının Türkiye ortalamasından daha düşük bir orana sahip olduğu görülmektedir.

Geçmişten günümüze Yomra ilçesi sınırları içerisindeki ormanlık alanların incelenmesi yapılacak olan çalışmada, Yomra ilçesinin geçmiş amenajman planları kullanılmıştır. Yomra bölgesi geçmişinde Arsin OİŞ bünyesine bağlı olarak planlanmamıştır. Geçmiş ve gelecek arasında kurulacak olan bu zamansal değişim bağı, araştırmanın Yomra bölge sınırları ile kısıtlanmasına neden olmaktadır.

2.1.3. Zamansal Açıdan Sınırlandırma

Yüksek lisans programı içerisinde tez süresine bağlı kalınarak çalışmalar, Temmuz 2017'de başlanmış ve Mayıs 2019'da sonuçlandırılmıştır.

2.1.4. Orman Amenajman Planı Verileri

Yomra bölgesinde yapılan bu çalışmada, 1970 yılı, 1984 yılı, 2009 yılı ve 2019 yılına ait taslak amenajman planları kullanılmıştır. Amenajman planları içerisinde bulunan meşcere haritaları; meşcere tipleri, bölme numaraları, işletme sınıfları, çağ sınıfları, kapalılık değerleri, bonitetleri, varsa atanan fonksiyonları ve yaş sınıflarını barındırmaktadır.

Trabzon Orman Başmüdürlüğü, Sürmene İşletme Müdürlüğü, Yomra Serisi Amenajman Planı (1970-1990) içerisinde ormanın güncel durumu ve eski durumu ele alınmıştır. Sosyokültürel yapıya ait notlar ortaya konmuştur. Saha envaterinin ardından bonitleme yapılmış ve aktüel durum ortaya konarak haritalandırılmıştır. Çalışma alanının zamana ait saha döküm tablosu oluşturulmuştur. Ardından ağaç servet envanteri hesaplanmış ve bunun için deneme alanlar alınmıştır. Meşcere tiplerine ait hacim ve artım tabloları da planın içerisinde mevcuttur. Bu amenajman planı (1970-1990 yılı) tam fonksiyonel bir amenajman planı olmasa da, üretim fonksiyonu bazlı olarak planlanan amenajman planıdır.

Trabzon Orman Bölge Başmüdürlüğü, Sürmene Devlet Orman İşletme Müdürlüğü, Arsin Orman Bölge Şefliği Amenajman Planı (1984-2003) içerisinde ormanın güncel durumu ve bir önceki plan ile olan ilişkisi ele alınmıştır. Ormanın fonksiyonel kullanımı açısından işletme sınıfları belirlenmiştir. Bu işletme sınıfları A (ladın işletme sınıfı), B (muhtelif karışım işletme sınıfı), C (muhtelif karışım işletme sınıfı) ve D (ağaçlandırma

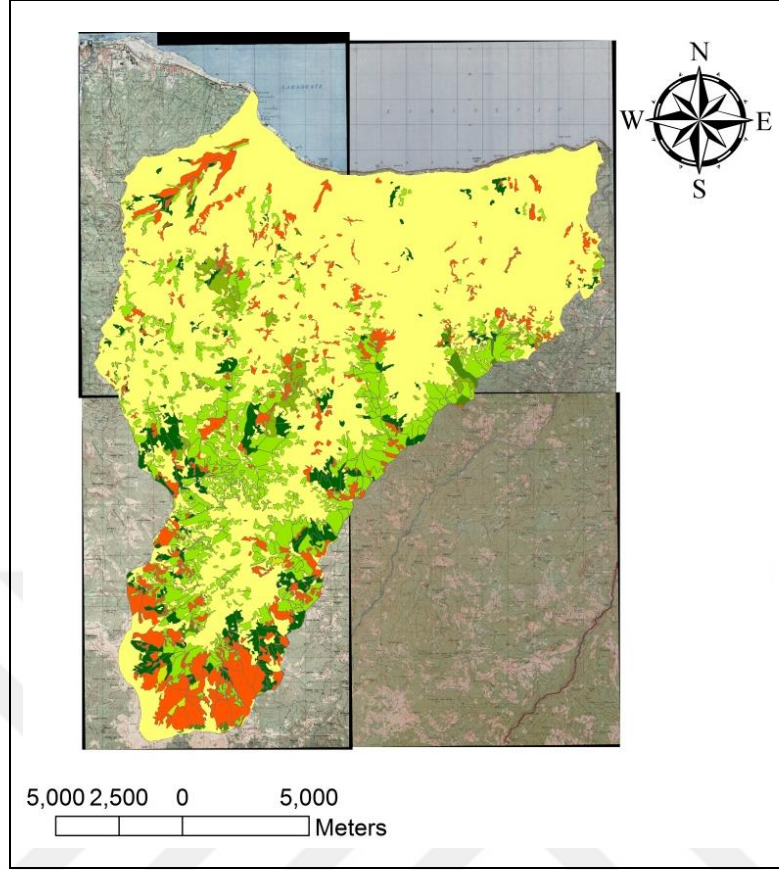
işletme sınıfı) şeklindedir. Bir önceki amenajman planına dahil olmak üzere, her işletme sınıfı için özel tablolar üretilmiştir. Alan meşcere haritası, bonitet haritası ve yaş sınıfları haritası olmak üzere üç farklı şekilde haritalandırılmıştır.

Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü, Sürmene Orman İşletme Müdürlüğü, Arsin Orman İşletme Şefliği Fonksiyonel Orman Amenajman Planı (2009-2028) içerisinde bir önceki planlara atıfta bulunulmuştur. Bu amenajman planı fonksiyonlara tam olarak ayrılmıştır. Amenajman planı içerisinde ekolojik ve sosyal ve kültürel olarak iki ana fonksiyon kullanılmıştır. Bu ana fonksiyonlardan ekolojik fonksiyon altında A (ladın+kayın işletme sınıfı), B (kestane+kızılağaç işletme Sınıfı), C (ladın işletme sınıfı), D (ladın+kayın işletme sınıfı), E (kızılağaç+kestane işletme sınıfı) ve E (kızılağaç+kestane işletme sınıfı) bulunmaktadır. Ana fonksiyonlardan sosyal ve kültürel fonksiyon altında ise, F (ladın+kayın işletme sınıfı) ve G (kızılağaç işletme sınıfı) bulunmaktadır.

Tüm bu amenajman planları içerisinde yer alan bilgiler ile çalışmaya konu alan içerisinde araştırma yapılmıştır.

2.1.5. Topografik Haritalar

Çalışma alanına ait Trabzon OBM, Sürmene OİM, ve Arsin OİŞ sınırlarını kapsayan 1/25000 ölçekli Trabzon G43b1, Trabzon G43b2, Trabzon G43b3 ve Trabzon G43b4 memleket haritaları kullanılmıştır. Kullanılan memleket haritaları bölgenin topografik özelliklerini gösteren yıllara ait olarak sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırmalarda, 1964, 1984 ve 2004 yıllarına ait memleket haritaları bulunmaktadır. Memleket haritaları, orman sınırını kapsayan alanların topografik özelliklerinin belirlenmesi ve çalışma kapsamında kullanılan amenajman plan haritalarının uygunluğunun kontrol edilmesi amacıyla kullanılmıştır.



Şekil 3. Yomra Orman İşletme Bölgesinin memleket haritalarındaki yeri

2.1.6. Uydu Görüntülerinden Elde Edilen Teknik Veriler

Çalışma alanındaki ormanlık sahalarda ormanlık alanlar için etkili olan yükselti değerleri, tepe, dere ve sırtlardan oluşan topografik özellikler kullanılmıştır.

2.2. Yöntem

2.2.1. Veri Toplama

Çalışma alanına ait memleket haritaları ve orman amenajman planları Orman Genel Müdürlüğünden temin edilmiştir. Orijinal 1/25000 ölçekli olarak temin edilen analog şekilde standart basımı yapılmış memleket haritaları ve meşcere haritaları taranak sayısal biçime dönüştürülmüştür. Eldeki mevcut haritaların sayısal ortama aktarımı yapılmıştır.

2.2.2. Veri Analizi

Bilgisayar ortamına aktarılan 1/25000 ölçekli orman amenajman planı meşcere haritaları, UTM koordinatları kullanılarak koordinatlandırılmıştır. Koordinatlandırma işlemi sırasında RMS hatasının 0,5'den küçük olmasına dikkat edilmiştir.

Harita projeksiyonları dünya üzerindeki bir cisimi dikey ve yatay eksen üzerinde temsil kabiliyetini arttırmak için kullanılır. Üç boyutlu düzlem üzerinde dünya yüzeyinin iki boyuta indirilmesi işlemi için, temsil edilen modelin şeklinin, alanının, uzunluğunun ve açısının uygun olarak belirlenmesi gerekmektedir. Bu belirleme işleminin tam doğru olarak yapılmaması durumunda bozuklukların oluşması kaçınılmazdır. Bu özelliklerin bazı uygulamalarda net doğru olarak çalışırken, bazı uygulamalarda net doğruyu göstermemektedir. Bu yüzden çalışmalarda farklı projeksiyon sistemlerinin kullanıldığı görülmektedir. Çalışmada tek bir koordinat düzlemi ve projeksiyon sistemi kullanılmasına dikkat edilmiştir. Çalışmada kullanılan veri altlıklarının tamamı UTM European ED 50 datumunda ve 6 derecelik koordinat sistemi şeklinde düzenlenmiştir. Meşcere haritaları, memleket haritaları ve vektör verilerin oluşturduğu tüm altlıklar bu koordinat sistemine uygun olarak tasarlanmıştır. UTM ED 50 datum 6 derecelik koordinat sisteminin seçilme sebebi, 1/25000 ölçekli bir çok haritanın üretilmesinde yaygın olarak kullanılmasıdır.

Ardından sayısal ortamda meşcere haritalarının veritabanı oluşturulmuştur. Bu veri tabanı içerisinde, kapalılık, gelişim çağı, meşcere tipi, işletme sınıfı, bonitet ve varsa orman fonksiyonları belirtilmiştir.

ArcMap 10.5 CBS yazılımı yardımıyla 1/25.000 ölçekli meşcere haritalarından en az düzeyde hata payı ile koordinatlandırma yapılmıştır. Sayısallaştırma işleminin ardından oluşturulan konumsal veri tabanı, ArcInfo programı yardımıyla konumsal olarak analiz edilmiştir. Bu veritabanı bilgilerinin ardından zamansal olarak değişim ortaya konmuştur. Ayrıca Coğrafi Bilgi Sistemleri fonksiyonları yardımıyla, zamansal olarak meşcere parametreleri arasındaki geçişlerde hesaplanmıştır. Zamana bağlı olarak meşcere parametrelerinin nasıl değişim gösterdiği geçiş matrisleri yardımıyla incelenmiştir.

2.2.3. Çalışmada Kullanılan Yazılım ve Donanım

Bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Amenajmanı Laboratuvarında yapılmıştır. Topografik haritaların işlenmesi ve çalışmaya ilişkin veri

tabanının oluşturulmasında Coğrafi Bilgi Sistemleri yazılımlarından ArcGIS 10.5 versiyonu kullanılmıştır. Donanım olarak Intel Pentium (R) Dual-Core CPU E6500 2.93 Ghz 4 GB Ram 200 GB Harddisk. 2 GB Ekran kartlı bilgisayar kullanılmıştır.

2.2.4. Karbon Birikimi ve Değişimi Analizi

Bu tez kapsamında karbon birikiminin hesaplanmasında, orman ekosistemlerinin karbon bütçesi bileşenleri olarak orman biyokütlesinde ve odun ürünü çeşitlerinde depolanan karbon ile farklı odun ürünlerinin tüketilmesi veya kullanılması sonucu ortaya çıkan ayrışma nedeniyle meydana gelen emisyonlar dikkate alınmak suretiyle net karbon birikimi hesaplanmıştır.

Orman ekosisteminde tutulan karbon miktarı beş aşamada depolanmaktadır. Bu depolama işlemleri, “toprak üstü canlı biyokütle”, “toprak altı canlı biyokütle (kök)”, “ölü odunlar”, “ölü örtü” ve “toprak”tır.

Ülkemizdeki ormanların ağaç serveti envanteri, dikili kabuklu gövde odunu hacminin belirlenmesi şeklinde yapılmaktadır.

Gövde odunu biyokütlesi (BGF) ve (BEF) olarak adlandırılan katsayılar ile çarpılarak toprak üstü biyokütle, toprak üstü biyokütle değerlerinden kök/sak oranları (R) kullanılarak toprak altı biyokütle hesaplanır. Sonra karbon faktörü (CF) katsayısı kullanılarak toplam biyokütledeki karbon stoku belirlenir (Asan,1995).

Çalışma kapsamında Plan ünitesinde karbon birikimi 299 Sayılı “Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajman Planlarının Düzenlenmesine Ait Usul ve Esaslar” isimli tebliğe göre 5 aşamada hesaplanmıştır.

1. Aşama: Toprak üstü ve altındaki canlı biyokütlenin hesaplanması,
2. Aşama: Canlı biyokütle içindeki karbon miktarının hesaplanması,
3. Aşama: Ölü odun içindeki karbon miktarının hesaplanması,
4. Aşama: Ölü örtü içindeki karbon miktarının hesaplanması,
5. Aşama: Orman toprağı içindeki karbon miktarının hesaplanmasıdır.

1. Aşama: Toprak üstü canlı biyokütlenin (TÜB) ve toprak altı (TAB) canlı biyokütlenin (kökler) hesaplanması:

$$\text{Toprak üstü canlı biyokütle (ton)} = \text{TÜB} = \text{DGH} \times \text{HA} \times \text{BGF}$$

DGH = Her ağaç türü için toplam dikili kabuklu gövde hacminin m³ olarak ifade eder.

HA = Her tür için kabuklu gövde odunu hacim ağırlığını ton/m³ olarak ifade eder. Bir metreküp hacmindeki dikili kabuklu gövde odununun 65 ya da 70 °C deki kuru ağırlığıdır. Türkiye ormanları için, tarafından yapraklılar için; 0,541 ibreliler için; 0,446 olarak belirlenmiştir (Tolunay, 2013).

BGF = Her ağaç türü için dikili kabuklu gövde odunu hacmine karşılık gelen biyokütleyi toprak üstü toplam biyokütleye çevirmek için tarafından hesaplanan yapraklılarda 1,310; iğne yapraklılarda 1,212 kullanılan genişletme faktörleridir (Tolunay, 2012).

Toprak altındaki canlı biyokütle (kök) = TAB = TÜB x R

R= Kök/Sak oranı: Ağacın toprak üstü biyokütlesinden kök biyokütlesini hesaplama katsayısıdır. FRA (2010) kılavuzundan Türkiye'nin bulunduğu iklim kuşağı ve ormanlarda bulunan ortalama servet dikkate alınarak "R" katsayısı; ibreli normal kapalı ormanlar için 0,29; yapraklı normal kapalı ormanlar için 0,24; ibreli boşluklu kapalı ormanlar için 0,40 ve yapraklı boşluklu kapalı ormanlar için 0,46 olarak belirlenmiştir.

Toplam canlı biyokütle= TÜB + TAB şeklinde hesaplanır.

2. Aşama: Toprak üstü ve toprak altı canlı biyokütle içindeki karbon miktarının hesaplanması:

TÜK = Toprak üstü biyokütle içindeki karbon miktarı (ton) = TÜB x CF
TAK = Toprak altı biyokütle içindeki karbon miktarı (ton) = TAB x CF

CF= Biyokütleyi karbon miktarına dönüştürme katsayısıdır. FRA (2010) Kılavuzunda yapraklı ormanlar için 0,48; ibreli ormanlar için 0,51 belirlenmiştir.

Toplam canlı biyokütle karbon miktarı = TÜK + TAK

3. Aşama: Ölü odun içindeki karbon miktarının hesaplanması: Ölü odun (dikili kuru ve devrik) biyokütle miktarı, ibreli ve yapraklı ormanlardaki toprak üstü canlı biyokütlenin %1'i olarak hesaplanmaktadır. Ölü odun biyokütlesi = ÖOB = TÜB x 0,01 bulunan biyokütle (FRA, 2010) kılavuzuna göre karbon dönüştürme faktörü (CF) 0,47 ile çarpılarak "ölü odun karbon miktarı" hesaplanır. ÖOK= ÖOB x 0,47 veya ÖOK=TÜB x 0,01 x 0,47

4. Aşama: Ölü örtü içindeki karbon miktarının hesaplanması: Bu hesaplamada (Tolunay ve Çömez, 2008) tarafından ülkede yapılan çalışmaların derlenmesi sonucunda elde edilen birim alandaki (ton/ha) ölü örtü karbon miktarları kullanılmıştır.

Tablo 3. Ölü örtü karbon miktarı katsayıları

Ağaç Türü Grupları	Normal Kapalı Ormanlarda Ölü Örtüdeki Karbon Miktarı (ton/ha)	Boşluklu Kapalı Ormanlarda Ölü Örtüdeki Karbon Miktarı* (ton/ha)
İbreliler	7,46	1,86
Yapraklılar	3,75	0,93
Maki	1,70	0,42
Ağırlıklı	5,86	1,46

*Normal kapalı ormanlardaki ölü örtü karbon miktarının %'ü olarak alınmıştır.

Ölü örtüdeki karbon stoku = Orman alanı (ha) x ölü örtü karbon miktarı (ton/ha) şeklinde hesaplanır. Burada ormanın ibrelili veya yapraklı olmasına göre ilgili miktarlar alınır. Ormanlık alanlarda bulunan ölü örtü içindeki karbon miktarları aşağıdaki tabloya göre hesaplanır:

Tablo 4. Ölü Örtü Karbon Miktarının Hesaplanması

Kategoriler	Normal Kapalı Orman		Boşluklu Kapalı Orman	
	Alan ^(ha)	Karbon (ton)	Alan ^(ha)	Karbon (ton)
İbrelili	F1	F1*7,46	F3	F3*1,86
Yapraklı	F2	F2*3,75	F4	F4*0,93
Toplam				

Tabloda F1 ve F2 normal kapalı orman alanlarındaki ibrelili ve yapraklı alanları, F3 ve F4 boşluklu kapalı orman alanlarındaki ibrelili ve yapraklı alanları göstermektedir.

5. Aşama: Orman toprağı içindeki organik karbon miktarının hesaplanması: Tolunay ve Çömez (2008)'e göre Türkiye'deki orman alanlarındaki organik karbon miktarı aşağıda verilmiştir.

Tablo 5. Orman Toprağı İçindeki Karbon Miktarı Katsayıları

Ağaç Türü Grupları	Normal Kapalı Ormanlarda Topraktaki Organik Karbon Miktarı (ton/ha)	Boşluklu Kapalı Ormanlarda Topraktaki Organik Karbon Miktarı * (ton/ha)
İbreliler	76,56	19,14
Yapraklılar	84,82	21,20
Maki	79,60	19,90
Ağırlıklı ortalama	77,96	19,49

* Normal kapalı ormanlardaki topraktaki organik karbon miktarının %'ü olarak alınmıştır.

Topraktaki organik karbon stoku = Orman alanı (ha) x topraktaki organik karbon miktarı (ton/ha) şeklinde hesaplanır. Burada ormanın ibrelili veya yapraklı olmasına göre ilgili miktarlar alınır. Ormanlık alanlarda bulunan topraktaki organik karbon stoku aşağıdaki tabloya göre hesaplanır.

Tablo 6. Topraktaki organik karbon stokunun hesaplanması

Kategoriler	Normal kapalı Orman		Boşluklu kapalı Orman	
	Alan ^(ha)	Topraktaki Organik Karbon Stoku (ton)	Alan ^(ha)	Topraktaki Organik Karbon Stoku (ton)
İbrelili	F1	F1*76,56	F3	F3*19,14
Yapraklı	F2	F2*84,82	F4	F4*21,20
Toplam				

Tabloda F1 ve F2 normal kapalı orman alanlarındaki ibrelili ve yapraklı alanları, F3 ve F4 boşluklu kapalı orman alanlarındaki ibrelili ve yapraklı alanları göstermektedir. Çalışma kapsamında mevcut toplam karbon stoku, aşama 2, 3, 4 ve 5'te hesaplanan değerlerin toplanması ile bulunmuştur.

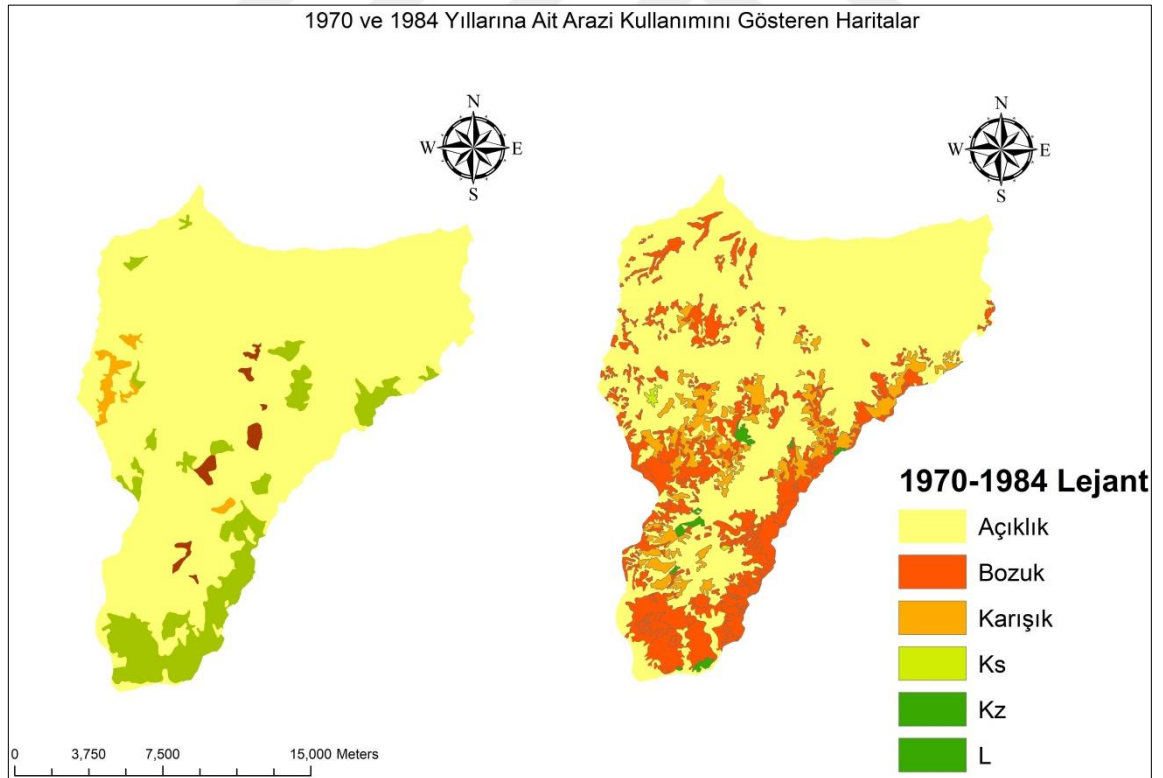
3. BULGULAR

Bu bölümde, Yomra İlçesi sınırları içerisindeki orman varlığı ve buna bağlı karbon birikiminin zamansal değişimine yönelik bulgular alt başlıklar halinde verilmiştir.

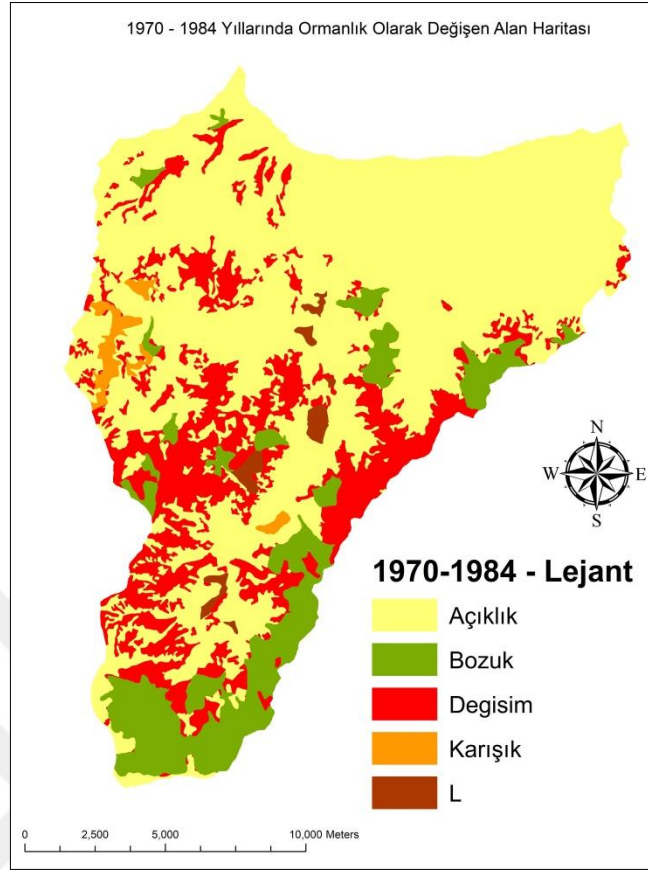
3.1. Meşcere Parametreleri Zamansal Değişimi

3.1.1. 1970 Yılı ile 1984 Yılı Meşcere Parametreleri Zamansal Değişimi

Çalışma alanının 1970 yılı ve 1984 yılı meşcere parametrelerinin zamansal değişim analizi baskın tür, meşcere çağı, meşcere kapalılığı ve yaş sınıflarına göre aşağıda verilmiştir.



Şekil 4. 1970 ve 1984 yıllarına ait arazi kullanımını gösteren haritalar



Şekil 5. 1970 ve 1984 yıllarında ormanlık olarak değişen alan haritası

Tablo 7. 1970 yılı ve 1984 yılına ait meşcere baskın tür zamansal değişim analizi

1970 Yılı Ağaç Türü (ha)	1984 Yılı Ağaç Türü (ha)						Genel Toplam
	Açıklık	Bozuk	Karışık	Ks	Kz	L	
Açıklık	17884	3647,6	1738,1	46,7	114,5	0,1	23431
Bozuk	764,5	1990,1	307,5	-	37,7	44,8	3144,6
Karışık	290,1	64,3	-	0.1	-	-	354,5
L	180,1	82,5	48,6	-	-	-	311,2
Genel Toplam	19118,8	5784,5	2094.2	46,8	152,1	44,9	27241,3

Yomra bölgesine ait amenajman planında 1970 yılı ile 1984 yılı arasındaki meşcere baskın türüne ait gerçekleşen zamansal değişim Tablo 7’de verilmiştir. 1970 yılında 3647 ha. açıklık alan 1984 yılında bozuk orman durumuna geçmiştir. 1970 yılında 1738,1 ha. açıklık alan, 1984 yılında ise karışık orman olarak değişmiştir. Türler arasındaki geçişe

bakıldığında ise, en fazla değişim 1970 yılında açıklık olarak nitelendirilen 114,5 ha.'lık alanın kızılâğaç ağaç türüne geçiştir.

Tablo 8. 1970 yılı ve 1984 yılına ait meşcere çağı zamansal değişim analizi

1970 Yılı Meşcere Çağı (ha)	1984 Yılı Meşcere Çağı (ha)			
	b	c	(boş)	Genel Toplam
b	10,7	38	617	665,7
(boş)	198,6	2090,8	24286,2	26575,6
Genel Toplam	209,3	2128,8	24903,3	27241,3

Yomra bölgesine ait amenajman planında 1970 yılı ile 1984 yılı arasındaki meşcere çağına ait gerçekleşen zamansal değişim Tablo 8'de verilmiştir. 1970 yılında herhangi bir meşcere çağına sahip olmayan alanlar, 1984 yılında c çağına geçmiştir. Meşcere çağıları arasındaki geçişe bakıldığında 1970 yılında b çağına olan 38 ha.'lık alan 1984 yılında c çağına geçmiştir.

Tablo 9. 1970 yılı ve 1984 yılına ait meşcere kapalılık zamansal değişim analizi

1970 Yılı Meşcere Kapalılık (ha)	1984 Yılı Meşcere Kapalılık (ha)			
	0	1	2	Genel Toplam
0	24286,2	1628	661,4	26575,6
2	617	31	17,6	665,7
Genel Toplam	24903,3	1659,0	679,1	27241,3

Yomra bölgesine ait amenajman planında 1970 yılı ile 1984 yılı arasındaki meşcere kapalılığına ait gerçekleşen zamansal değişim Tablo 9'de verilmiştir. 1970 yılında 0 kapalılığa sahip olan alanlar, 1984 yılında 1628 ha. 1 kapalı ve 661,4 ha. 2 kapalı şeklinde değişime uğramıştır. Kapalılık değerleri kendi aralarında kıyaslandığında, 1970 yılında 2 kapalı ormanlık alanlar, 1984 yılında 31 ha. 1 kapalı ve 17,6 ha. 2 kapalı ormana dönüşmüştür.

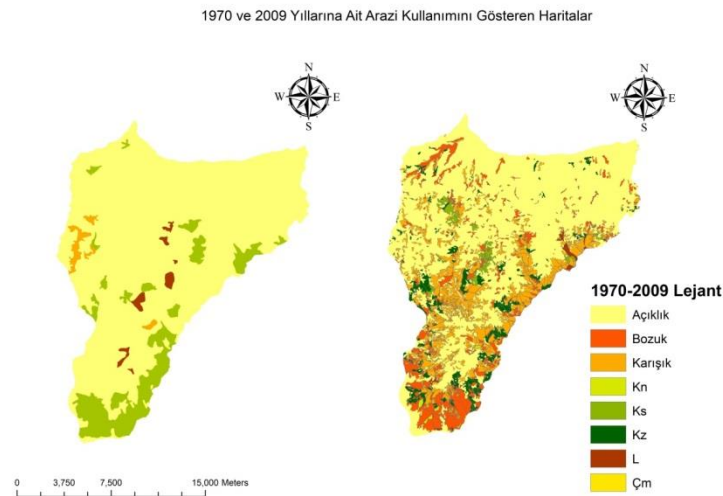
Tablo 10. 1970 yılı ve 1984 yılına ait meşcere yaş sınıfı zamansal değişim analizi

1970 Yılı Yaş Sınıfı (ha)	1984 Yılı Yaş Sınıfı (ha)						Genel Toplam
	1	2	3	4	5	6	
1	17884	3647,6	1738,1	0,1	46,7	114,5	23431
2	764,5	1990,1	307,5	44,8	-	37,7	3144,6
3	290,1	64,3	-	-	0,1	-	354,5
4	180,1	82,5	48,6	-	-	-	311,2
Genel Toplam	19118,8	5784,5	2094,2	44,9	46,8	152,1	27241,3

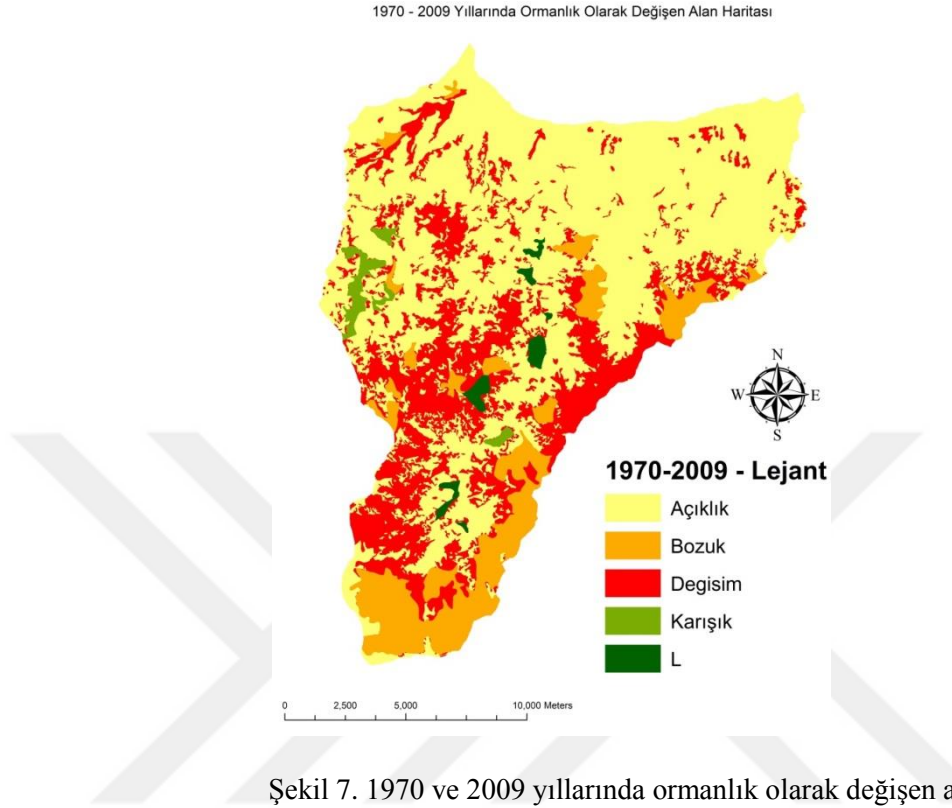
Yomra bölgesine ait amenajman planında 1970 yılı ile 1984 yılı arasındaki meşcere yaş sınıflarına ait gerçekleşen zamansal değişim Tablo 10’de verilmiştir. 1970 yılında 1, 2, 3 ve 4 yaş sınıflarına ait meşcereler var iken, 1984 yılında 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, ve 8 yaş sınıflarına ait meşcereler bulunmaktadır. 1970 yılında 3647,6 ha 1. sınıfta bulunan meşcereler, 1984 yılında 2. sınıf durumuna gelmişlerdir.

3.1.2. 1970 Yılı ile 2009 Yılı Meşcere Parametreleri Zamansal Değişimi

Çalışma alanının 1970 yılı ve 2009 yılı meşcere parametrelerinin zamansal değişim analizi meşcere baskın ağaç türü, meşcere çağı, meşcere kapallığı ve yaş sınıflarına göre aşağıda verilmiştir.



Şekil 6. 1970 ve 2009 yıllarına ait arazi kullanımını gösteren haritalar



Tablo 11. 1970 yılı ve 2009 yılına ait meşcere baskın tür zamansal değişim analizi

1970 Yılı Baskın Ağaç Türü (ha)	2009 Yılı Baskın Ağaç Türü (ha)								Genel Toplam
	Açıklık	Bozuk	Çm	Karışık	Kn	Ks	Kz	L	
Açıklık	16416,5	1757,5	2,1	3752,8	22,7	425,2	966,4	87,8	23431
Bozuk	559,7	1033,8	6,4	858,4	55,4	62,6	498,6	69,7	3144,6
Karışık	245,5	19,3	-	85,7	-	-	4,1	-	354,5
L	141	31,5	-	122	-	-	16,6	-	311,2
Genel Toplam	17362,6	2842,2	8,5	4818,9	78,1	487,8	1485,8	157,4	27241,3

Yomra bölgesine ait amenajman planında 1970 yılı ile 2009 yılı arasındaki meşcere baskın türüne ait gerçekleşen zamansal değişim Tablo 11’de verilmiştir. 1970 yılında 16416,5 ha. açıklık alan 2009 yılında halen açıklık alan durumundadır. 1970 yılında 3752,8 ha. açıklık alan, 2009 yılında ise karışık orman olarak değişmiştir. Türler arasındaki geçişe bakıldığında ise, 1970 yılında ladin ağaçlarının baskın tür olduğu meşcerelerin, 2009

yılında olmadığı, bu alanların kızılâğaç ormanı, karışık orman ya da açıklık olarak değiştiği gözlenmektedir.

Tablo 12. 1970 yılı ve 2009 yılına ait meşcere çağının zamansal değişim analizi

1970 Yılı Meşcere Çağı (ha)	2009 Yılı Meşcere Çağı (ha)					Genel Toplam
	a	b	c	d	(boş)	
b	-	181,7	35,2	11,5	437,3	665,7
(boş)	124,2	2940,9	3380,6	362,4	19767,5	26575,6
Genel Toplam	124,2	3122,6	3415,9	373,9	20204,8	27241,3

Yomra bölgesine ait amenajman planında 1970 yılı ile 2009 yılı arasındaki meşcere çağına ait gerçekleşen zamansal değişim Tablo 12’de verilmiştir. 1970 yılında herhangi bir meşcere çağına sahip olmayan alanlar, 2009 yılında en fazla 3380,6 ha. ile c çağına geçiş yapmıştır. Meşcere çağları arasındaki geçişe bakıldığında 1970 yılında alanda sadece b çağında meşcereler bulunmaktadır. Bu alanların 181,7 ha.’lık kısmı b çağına geçiş yapmıştır.

Tablo 13. 1970 yılı ve 2009 yılına ait meşcere kapalılık zamansal değişim analizi

1970 Yılı Meşcere Kapalılık (ha)	2009 Yılı Meşcere Kapalılık (ha)				Genel Toplam
	0	1	2	3	
0	19767,5	395,9	2192,1	4220,1	26575,6
2	437,3	-	72,7	155,7	665,7
Genel Toplam	20204,8	395,9	2264,8	4375,8	27241,3

Yomra bölgesine ait amenajman planında 1970 yılı ile 2009 yılı arasındaki meşcere kapalılığına ait gerçekleşen zamansal değişim Tablo 13’de verilmiştir. 1970 yılında 0 kapalılığa sahip olan alanlar, 2009 yılında 2.192,1 ha. 2 kapalı ve 4.220,1 ha. 3 kapalı şeklinde değişime uğramıştır. Kapalılık değerleri kendi aralarında kıyaslandığında, 1970 yılında 2 kapalı ormanlık alanlar, 2009 yılında 72,7 ha. 2 kapalı ve 155,7 ha. 3 kapalı ormana dönüşmüştür.

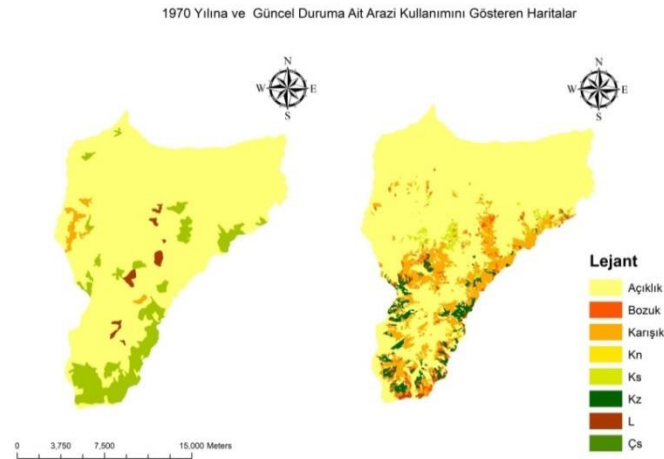
Tablo 14. 1970 yılı ve 2009 yılına ait meşçere yaş sınıfı zamansal değişim analizi

1970 Yılı Yaş Sınıfı (ha)	2009 Yılı Yaş Sınıfı (ha)								Genel Toplam
	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	16416,5	1757,5	3752,8	87,8	425,2	966,4	2,1	22,7	23431
2	559,7	1033,8	858,4	69,7	62,6	498,6	6,4	55,4	3144,6
3	245,5	19,3	85,7	-	-	4,1	-	-	354,5
4	141	31,5	122	-	-	16,6	-	-	311,2
Genel Toplam	17362,6	2842,2	4818,9	157,4	487,8	1485,8	8,5	78,1	27241,3

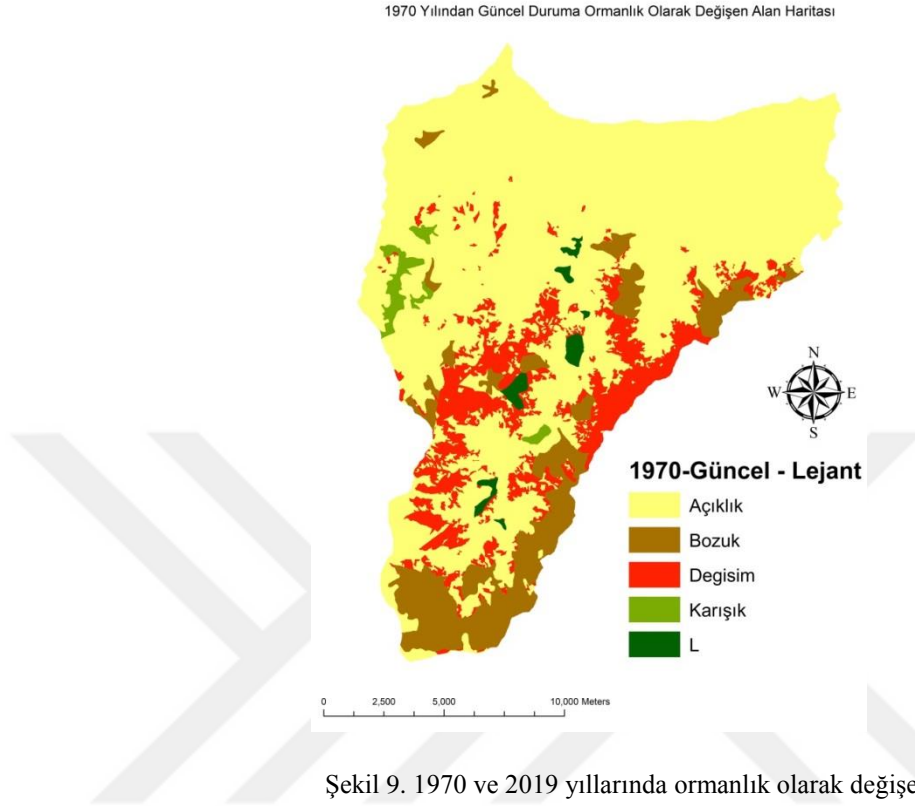
Yomra bölgesine ait amenajman planında 1970 yılı ile 2009 yılı arasındaki meşçere yaş sınıflarına ait gerçekleşen zamansal değişim Tablo 14’de verilmiştir. 1970 yılında 1, 2, 3 ve 4 yaş sınıflarına ait meşçereler var iken, 2009 yılında 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, ve 8 yaş sınıflarına ait meşçereler bulunmaktadır. 1970 yılında 966,4 ha 1. yaş sınıfında bulunan meşçereler, 2009 yılında 6. yaş sınıfına gelmişlerdir.

3.1.3. 1970 Yılı ile 2019 Yılı Meşçere Parametreleri Zamansal Değişimi

Çalışma alanının 1970 yılı ve 2019 yılı meşçere parametrelerinin zamansal değişim analizi meşçere baskın ağaç türü, meşçere çağı, meşçere kapalılığı ve yaş sınıflarına göre aşağıda verilmiştir.



Şekil 8. 1970 ve 2019 yıllarına ait arazi kullanımını gösteren haritalar



Tablo 15. 1970 yılı ve 2019 yılına ait meşcere baskın tür zamansal değişim analizi

1970 Yılı Baskın Ağaç Türü (ha)	2019 Yılı Baskın Ağaç Türü (ha)								Genel Toplam
	Açıklık	Bozuk	Çs	Karışık	Kn	Ks	Kz	L	
Açıklık	19697,8	411,3	8,7	2393,3	31,2	354,6	504,9	20,3	23422,2
Bozuk	1127,1	389,6	1,6	1002,1	18,4	33	517,5	55,2	3144,6
Karışık	330	3,2	-	21,3	-	-	-	-	354,5
L	186,4	8,8	-	114,1	-	-	0,3	1,5	311,2
Genel Toplam	21341,4	812,9	10,3	3530,9	49,6	387,6	1022,7	77	27232,5

Yomra bölgesine ait amenajman planında 1970 yılı ile 2019 yılı arasındaki meşcere baskın türüne ait gerçekleşen zamansal değişim Tablo 15’de verilmiştir. 1970 yılında 2393,3 ha. açıklık alan 2019 yılında karışık orman durumundadır. Türler arasındaki geçişe bakıldığında ise, 1970 yılında karışık orman meşcerelerinin olduğu meşcerelerin, 2019 yılında 330 ha.’lık kısmının açık olarak değiştiği gözlenmektedir.

Tablo 16. 1970 yılı ve 2019 yılına ait meşcere çağının zamansal değişim analizi

1970 Yılı Meşcere Çağı (ha)	2019 Yılı Meşcere Kapalılık (ha)					Genel Toplam
	a	b	c	d	(boş)	
b	0,3	88,9	48,4	-	528	665,7
(boş)	163,4	3005,1	1809,5	44,6	21544,3	26566,8
Genel Toplam	163,7	3094	1857,9	44,6	22072,3	27232,5

Yomra bölgesine ait amenajman planında 1970 yılı ile 2019 yılı arasındaki meşcere çağına ait gerçekleşen zamansal değişim Tablo 16’de verilmiştir. 1970 yılında herhangi bir meşcere çağına sahip olmayan alanlar, 2019 yılında en fazla 3005,1 ha. ile b çağına geçiş yapmıştır. Meşcere çağları arasındaki geçişe bakıldığında 1970 yılında alanda sadece b çağında meşcereler bulunmaktadır. Bu alanların 88,9 ha.’lık kısmı b çağına ve 48,4 ha.’lık kısmı c çağına geçiş yapmıştır.

Tablo 17. 1970 yılı ve 2019 yılına ait meşcere kapalılık zamansal değişim analizi

1970 Yılı Meşcere Kapalılık (ha)	2019 Yılı Meşcere Kapalılık (ha)				Genel Toplam
	0	1	2	3	
0	21544,3	808,3	2943,5	1270,8	26566,8
2	528	0,7	28,3	108,6	665,7
Genel Toplam	22072,3	809	2971,8	1379,5	27232,5

Yomra bölgesine ait amenajman planında 1970 yılı ile 2019 yılı arasındaki meşcere kapalılığına ait gerçekleşen zamansal değişim Tablo 17’de verilmiştir. 1970 yılında 0 kapalılığa sahip olan alanlar, 2019 yılında 808,3 ha. 1 kapalı, 2943,5 ha. 2 kapalı ve 270,8 ha. 3 kapalı şeklinde değişime uğramıştır. Kapalılık değerleri kendi aralarında kıyaslandığında, 1970 yılında 2 kapalı ormanlık alanlar, 1984 yılında 28,3 ha. 2 kapalı ve 108,6 ha. 3 kapalı ormana dönüşmüştür.

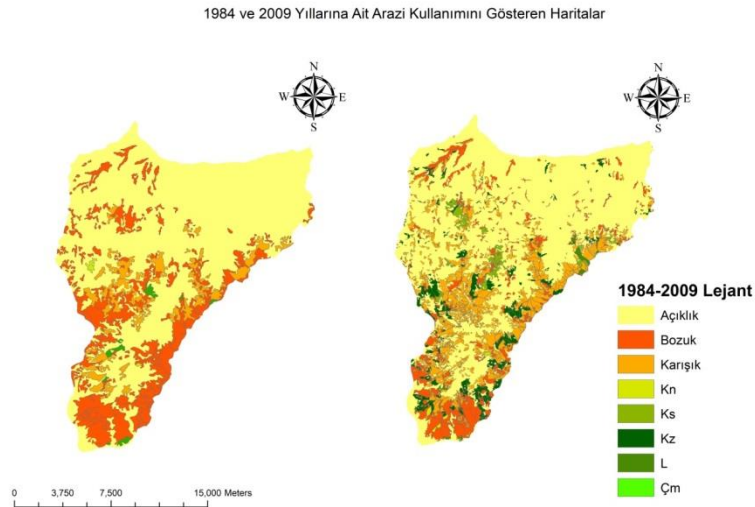
Tablo 18. 1970 yılı ve 2019 yılına ait meşcere yaş sınıfı zamansal değişim analizi

1970 Yılı Yaş Sınıfı (ha)	2019 Yılı Yaş Sınıfı (ha)							Genel Toplam
	0	1	2	3	4	5	6	
1	20040,8	106,5	122,6	1900,8	869,1	291,1	91,3	23422,2
2	1503,4	56,9	23,2	877,7	459,0	131,8	92,6	3144,6
3	333,2	-	-	18,4	2,9	-	-	354,5
4	194,9	0,3	2,3	66,5	44,5	2,7	-	311,2
Genel Toplam	22072,3	163,7	148,2	2863,4	1375,5	425,5	183,9	27232,5

Yomra bölgesine ait amenajman planında 1970 yılı ile 2019 yılı arasındaki meşcere yaş sınıflarına ait gerçekleşen zamansal değişim Tablo 18’de verilmiştir. 1970 yılında 1, 2, 3 ve 4 yaş sınıflarına ait meşcereler var iken, 2019 yılında 1, 2, 3, 4, 5 ve 6 yaş sınıflarına ait meşcereler bulunmaktadır. 1970 yılında 1900,8 ha 1. yaş sınıfında bulunan meşcereler, 2019 yılında 3. yaş sınıfı durumuna gelmişlerdir.

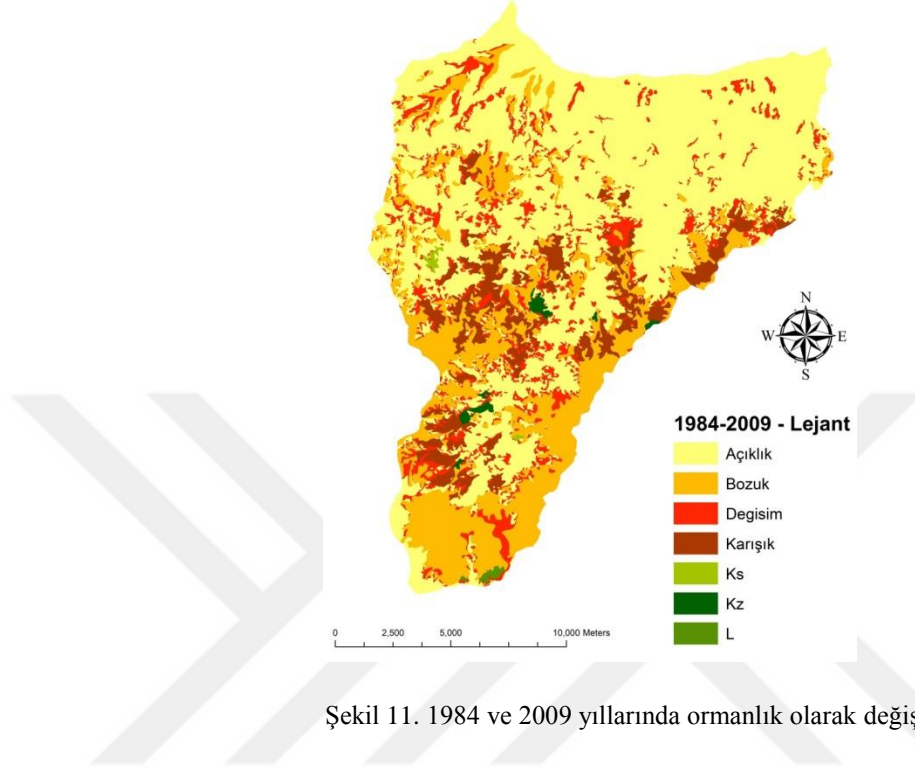
3.1.4. 1984 Yılı ile 2009 Yılı Meşcere Parametreleri Zamansal Değişimi

Çalışma alanının 1984 yılı ve 2009 yılı meşcere parametrelerinin zamansal değişim analizi baskın ağaç türü, meşcere çağı, meşcere kapalılığı ve yaş sınıflarına göre aşağıda verilmiştir.



Şekil 10. 1970 ve 2009 yıllarına ait arazi kullanımını gösteren haritalar

1984 - 2009 Yıllarında Ormanlık Olarak Değişen Alan Haritası



Şekil 11. 1984 ve 2009 yıllarında ormanlık olarak değişen alan haritası

Tablo 19. 1984 yılı ve 2009 yılına ait meşcere baskın tür zamansal değişim analizi

1984 Yılı Ağaç Türü (ha)	2009 Yılı Ağaç Türü (ha)								Genel Toplam
	Açıklık	Bozuk	Çm	Karışık	Kn	Ks	Kz	L	
Açıklık	15858,1	1205,4	1,9	1456,2	8	149,9	382,9	56,4	19118,8
Bozuk	1148,7	1464	6,5	2053,8	66,9	167,7	804,8	72,1	5784,5
Karışık	302,1	128,1	-	1216,3	3,2	159,6	263,1	21,7	2094,2
Ks	30,6	6,2	-	10,0	-	-	-	-	46,8
Kz	22,6	5,2	-	78,7	-	10,6	35,1	-	152,1
L	0,5	33,4	-	3,8	-	-	-	7,3	44,9
Genel Toplam	17362,6	2842,2	8,5	4818,9	78,1	487,8	1485,8	157,4	27241,3

Yomra bölgesine ait amenajman planında 1984 yılı ile 2009 yılı arasındaki meşcere baskın türüne ait gerçekleşen zamansal değişim Tablo 19’de verilmiştir. 1984 yılında 15858,1 ha. açıklık alan 2009 yılında halen açıklık alan durumundadır. 1970 yılında 1456,2 ha. açıklık alan, 2009 yılında ise karışık orman olarak değişmiştir. Türler arasındaki geçiş

bakıldığında ise, 1984 yılında kızılâğaç ağaçlarının baskın tür olduğu meşcerelerin 10,6 ha'mın, 2009 yılında Ks olduğu gözlenmektedir.

Tablo 20. 1984 yılı ve 2009 yılına ait meşcere çağı zamansal değişim analizi

1984 Yılı Meşcere Çağı (ha)	2009 Yılı Meşcere Çağı (ha)					Genel Toplam
	a	b	c	d	(boş)	
b	-	43,4	76,2	16,7	72,9	209,3
c	15,2	787,6	825	45,1	455,8	2128,8
(boş)	108,9	2291,5	2514,6	312,1	19676,1	24903,3
Genel Toplam	124,2	3122,6	3415,9	373,9	20204,8	27241,3

Yomra bölgesine ait amenajman planında 1984 yılı ile 2009 yılı arasındaki meşcere çağına ait gerçekleşen zamansal değişim Tablo 20'de verilmiştir. 1984 yılında herhangi bir meşcere çağına sahip olmayan alanlar, 2009 yılında en fazla 2.514,6 ha. ile c çağına geçiş yapmıştır. Meşcere çağları arasındaki geçişe bakıldığında 1970 yılında alanda b ve c çağlarında meşcereler bulunmaktadır. Bu alanlardan b çağında olan 72,9 ha'lık kısmı açıklık alan durumuna geçiş yapmıştır.

Tablo 21. 1984 yılı ve 2009 yılına ait meşcere kapalılık zamansal değişim analizi

1984 Yılı Kapalılık (ha)	2009 Yılı Kapalılık (ha)				Genel Toplam
	0	1	2	3	
0	19676,1	355,9	1908	2963,2	24903,3
1	302,7	31,1	296,9	1028,2	1659
2	226	8,8	59,9	384,4	679,1
Genel Toplam	20204,8	395,9	2264,8	4375,8	27241,3

Yomra bölgesine ait amenajman planında 1984 yılı ile 2009 yılı arasındaki meşcere kapalılığına ait gerçekleşen zamansal değişim Tablo 21'de verilmiştir. 1984 yılında 0 kapalılığa sahip olan alanlar, 2009 yılında 355,9 ha. 1 kapalı, 1908 ha. 2 kapalı ve 2.963,2 ha. 3 kapalı şeklinde değişime uğramıştır. Kapalılık değerleri kendi aralarında

kıyaslandığında, 1984 yılında 1 kapalı ormanlık alanlar, 2009 yılında 296,9 ha. 2 kapalı ve 1.028,2 ha. 3 kapalı ormana dönüşmüştür.

Tablo 22. 1984 yılı ve 2009 yılına ait meşcere yaş sınıfı zamansal değişim analizi

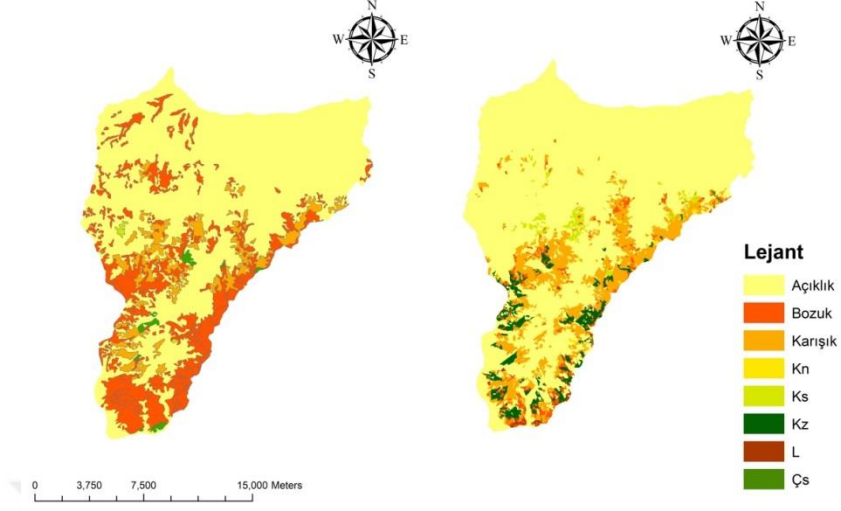
1984 Yılı Yaş Sınıfı (ha)	2009 Yılı Yaş Sınıfı (ha)								Genel Toplam
	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	15858,1	1205,4	1456,2	56,4	149,9	382,9	1,9	8	19118,8
2	1148,7	1464	2053,8	72,1	167,7	804,8	6,5	66,9	5784,5
3	302,1	128,1	1216,3	21,7	159,6	263,1	-	3,2	2094,2
4	0,5	33,4	3,8	7,3	-	-	-	-	44,9
5	30,6	6,2	10	-	-	-	-	-	46,8
6	22,6	5,2	78,7	-	10,6	35,1	-	-	152,1
Genel Toplam	17362,6	2842,2	4818,9	157,4	487,8	1485,8	8,5	78,1	27241,3

Yomra bölgesine ait amenajman planında 1984 yılı ile 2009 yılı arasındaki meşcere yaş sınıflarına ait gerçekleşen zamansal değişim Tablo 22’de verilmiştir. 1984 yılında 1, 2, 3, 4, 5 ve 6 yaş sınıflarına ait meşcereler var iken, 2009 yılında 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, ve 8 yaş sınıflarına ait meşcereler bulunmaktadır. 1984 yılında 1.205,4 ha 1. yaş sınıfında bulunan meşcereler, 2009 yılında 2. yaş sınıfı durumuna gelmişlerdir.

3.1.5. 1984 Yılı ile 2019 Yılı Meşcere Parametreleri Zamansal Değişimi

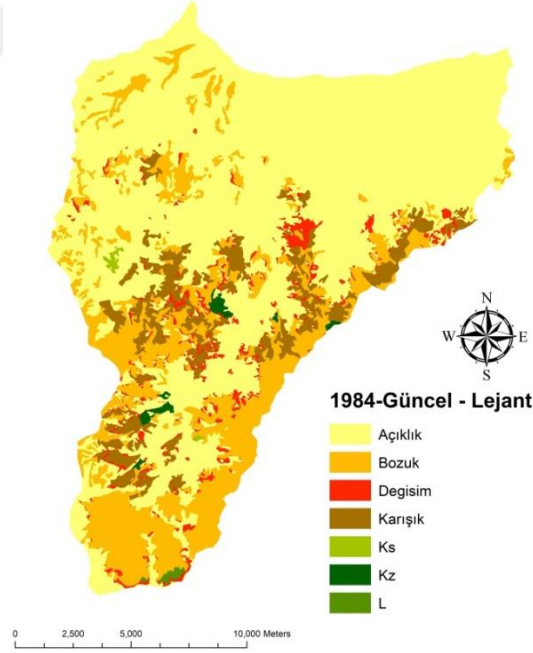
Çalışma alanının 1984 yılı ve 2019 yılı meşcere parametrelerinin zamansal değişim analizi baskın ağaç türü, meşcere çağı, meşcere kapallığı ve yaş sınıflarına göre aşağıda verilmiştir.

1984 Yılına ve Güncel Duruma Ait Arazi Kullanımını Gösteren Haritalar



Şekil 12. 1984 ve 2019 yıllarına ait arazi kullanımını gösteren haritalar

1984 Yılından Güncel Duruma Ormanlık Olarak Değişen Alan Haritası



Şekil 13. 1984 ve 2019 yıllarında ormanlık olarak değişen alan haritası

Tablo 23. 1984 yılı ve 2009 yılına ait meşcere baskın tür zamansal değişim analizi

1984 Yılı Ağaç Türü (ha)	2019 Yılı Baskın Ağaç Türü (ha)								Genel Toplam
	Açıklık	Bozuk	Çs	Karışık	Kn	Ks	Kz	L	
Açıklık	18089,1	214,0	7,8	617,3	8	66,1	90,5	17,2	19110
Bozuk	2558,7	502,7	-	1795,7	27,6	116,7	739,5	43,7	5784,5
Karışık	605,6	81,1	2,6	1015,0	13,8	201,8	170,8	3,4	2094,2
Ks	36,1	3,8	-	4,2	-	2,7	-	-	46,8
Kz	51	0,4	-	78,3	0,2	0,3	21,9	-	152,1
L	0,8	11	-	20,3	-	-	-	12,8	44,9
Genel Toplam	21341,4	812,9	10,3	3530,9	49,6	387,6	1022,7	77	27232,5

Yomra bölgesine ait amenajman planında 1984 yılı ile 2019 yılı arasındaki meşcere baskın türüne ait gerçekleşen zamansal değişim Tablo 23’de verilmiştir. 1984 yılında 18089,1 ha. açıklık alan 2019 yılında halen açıklık alan durumundadır. 1984 yılında 617,3 ha. açıklık alan, 2019 yılında ise karışık orman olarak değişmiştir. Türler arasındaki geçişe bakıldığında ise, 1984 yılında bozuk orman ağaçlarının olduğu meşcerelerin 1795,7 ha.’nın karışık orman olarak değiştiği gözlenmektedir.

Tablo 24. 1984 yılı ve 2009 yılına ait meşcere çağı zamansal değişim analizi

1984 Yılı Meşcere Çağı (ha)	2019 Yılı Meşcere Çağı (ha)						Genel Toplam
	a	b	c	d	(boş)		
b	1,3	33,7	48,3	-	125,9	209,3	
c	29	897,1	560	3	639,6	2128,8	
(boş)	133,4	2163,1	1249,6	41,5	21306,8	24894,5	
Genel Toplam	163,7	3094	1857,9	44,6	22072,3	27232,5	

Yomra bölgesine ait amenajman planında 1984 yılı ile 2019 yılı arasındaki meşcere çağına ait gerçekleşen zamansal değişim Tablo 24’de verilmiştir. 1984 yılında herhangi bir meşcere çağına sahip olmayan alanlar, 2019 yılında en fazla 1249,6 ha. ile c çağına geçiş yapmıştır. Meşcere çağıları arasındaki geçişe bakıldığında 1984 yılında alanda sadece c çağına olan meşcerelerin 2019 yılında 897,1 ha.’sı b çağına olarak gözlenmektedir. Çalışma bölgesinde 21306,8 ha.’lık alanın 1984 yılında ve 2019 yılında boş olarak kaldığı görülmektedir.

Tablo 25. 1984 yılı ve 2019 yılına ait meşcere kapalılık zamansal değişim analizi

1984 Yılı Meşcere Kapalılık (ha)	2019 Yılı Meşcere Kapalılık (ha)				
	0	1	2	3	Genel Toplam
0	21306,8	641,1	2060,9	885,7	24894,5
1	415,1	125,5	720,5	397,9	1659
2	350,4	42,4	190,3	95,9	679,1
Genel Toplam	22072,3	809	2971,8	1379,5	27232,5

Yomra bölgesine ait amenajman planında 1984 yılı ile 2019 yılı arasındaki meşcere kapalılığına ait gerçekleşen zamansal değişim Tablo 25’de verilmiştir. 1984 yılında 0 kapalılığa sahip olan alanlar, 2009 yılında 641,1 ha. 1 kapalı, 2060,9 ha. 2 kapalı ve 885,7 ha. 3 kapalı şeklinde değişime uğramıştır. Kapalılık değerleri kendi aralarında kıyaslandığında, 1984 yılında 1 kapalı ormanlık alanlar, 2009 yılında 720,5 ha. 2 kapalı ve 397,9 ha. 3 kapalı ormana dönüşmüştür.

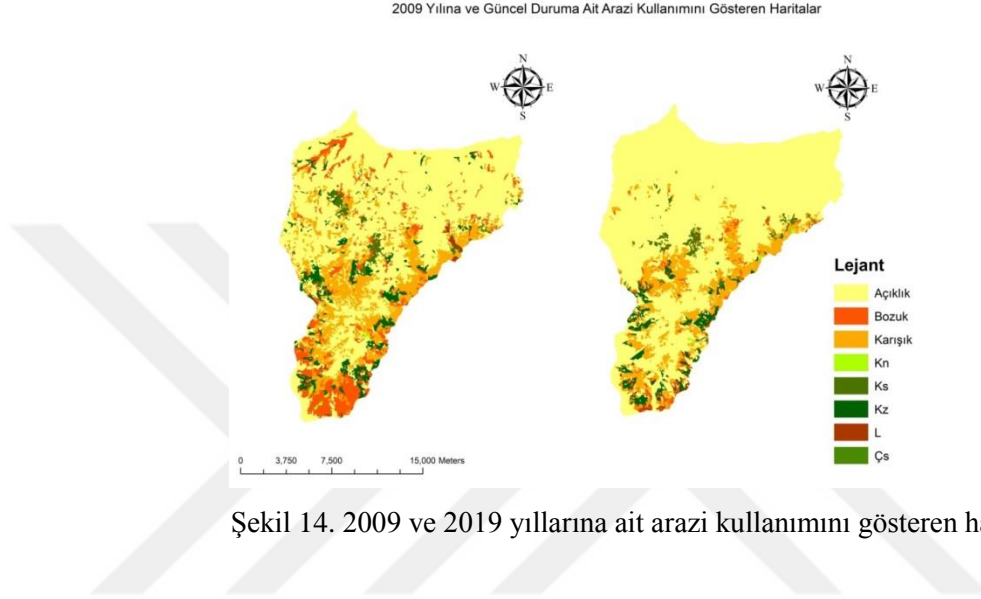
Tablo 26. 1984 yılı ve 2019 yılına ait meşcere yaş sınıfı zamansal değişim analizi

1984 Yılı Meşcere Yaş Sınıfı (ha)	2019 Yılı Yaş Sınıfı (ha)							Genel Toplam
	0	1	2	3	4	5	6	
1	18263,7	60,6	22,7	401,3	260,9	73,4	27,4	19110
2	3043,1	72,8	90,1	1603,4	691,7	171,5	111,8	5784,5
3	664,5	28,2	34,4	802,3	388,4	158,1	18,3	2094,2
4	11,8	-	-	-	-	7	26,1	44,9
5	37,9	2,1	-	-	-	6,9	-	46,8
6	51,4	-	1	56,4	34,5	8,7	0,2	152,1
Genel Toplam	22072,3	163,7	148,2	2863,4	1375,5	425,5	183,9	27232,5

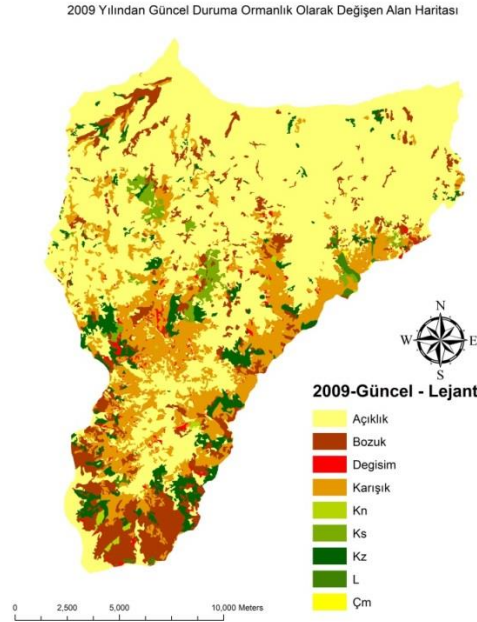
Yomra bölgesine ait amenajman planında 1984 yılı ile 2019 yılı arasındaki meşcere yaş sınıflarına ait gerçekleşen zamansal değişim Tablo 26’da verilmiştir. 1984 yılında ve 2019 yıllarında 1, 2, 3, 4, 5 ve 6 yaş sınıflarına ait meşcereler bulunmaktadır. 1984 yılında 1603,4 ha 2. yaş sınıfında bulunan meşcereler, 2019 yılında 3. yaş sınıfı durumunda gözlenmişlerdir.

3.1.6. 2009 Yılı ile 2019 Yılı Meşcere Parametreleri Zamansal Değişimi

Çalışma alanının 2009 yılı ve 2019 yılı meşcere parametrelerinin zamansal değişim analizi baskın ağaç türü, meşcere çağı, meşcere kapalılığı ve yaş sınıflarına göre aşağıda verilmiştir.



Şekil 14. 2009 ve 2019 yıllarına ait arazi kullanımını gösteren haritalar



Şekil 15. 2009 ve 2019 yıllarında ormanlık olarak değişen alan haritası

Tablo 27. 2009 yılı ve 2009 yılına ait meşcere baskın tür zamansal değişim analizi

2009 Yılı Ağaç Türü (ha)	2019 Yılı Baskın Ağaç Türü (ha)								Genel Toplam
	Açıklık	Bozuk	Çs	Karışık	Kn	Ks	Kz	L	
Açıklık	16980,9	156,8	7,1	157,8	0,4	14,8	29,8	6,2	17353,8
Bozuk	1697,5	369,6	3,1	437,4	3,2	24,4	270,2	36,7	2842,2
Çm	4,8	-	-	2,4	0,1	1,1	-	-	8,5
Karışık	1734,6	166,5	0,1	2335,9	36,1	163,9	372,5	9,2	4818,8
Kn	8,1	14,2	-	29,3	-	-	26,5	-	78,1
Ks	244,9	15,4	-	91,7	-	135,8	-	-	487,8
Kz	620,9	75,1	-	419,5	8,5	33,2	323,6	5	1485,8
L	49,7	15,3	-	56,9	1,2	14,3	-	19,9	157,4
Genel Toplam	21341,4	812,9	10,3	3530,9	49,6	387,6	1022,7	77	27232,5

Yomra bölgesine ait amenajman planında 2009 yılı ile 2019 yılı arasındaki meşcere baskın türüne ait gerçekleşen zamansal değişim Tablo 27’de verilmiştir. 2009 yılında 16.980,9 ha. açıklık alan 2019 yılında halen açıklık alan durumundadır. 2009 yılında 156,8 ha. açıklık alan, 2019 yılında ise bozuk orman olarak değişmiştir. Türler arasındaki geçişe bakıldığında ise, 1984 yılında kestane orman ağaçlarının olduğu meşcerelerin 91,7 ha’nının karışık orman olarak değiştiği gözlenmektedir.

Tablo 28. 2009 yılı ve 2019 yılına ait meşcere çağı zamansal değişim analizi

2009 Yılı Meşcere Çağı (ha)	2019 Yılı Meşcere Çağı (ha)					Genel Toplam
	a	b	c	d	(boş)	
a	27,5	49	8,3	-	39,3	124,2
b	19,2	1386	543,8	9,7	1163,9	3122,6
c	17,2	1006,2	861,2	7,1	1524,1	3415,9
d	0,2	71,8	105,1	-	196,8	373,9
(boş)	99,7	580,9	339,4	27,7	19148,3	20196
Genel Toplam	163,7	3094	1857,9	44,6	22072,3	27232,5

Yomra bölgesine ait amenajman planında 2009 yılı ile 2019 yılı arasındaki meşcere çağına ait gerçekleşen zamansal değişim Tablo 28’de verilmiştir. 2009 yılında herhangi bir meşcere çağına sahip olmayan alanlar, 2019 yılında en fazla 580,9 ha. ile b çağına geçiş

yapmıştır. Meşcere çağları arasındaki geçişe bakıldığında 2009 yılında alanda c çağında olan meşcerelerin 2019 yılına kadar en fazla değişkenliğe sahip çağ olduğu gözlenmektedir.

Tablo 29. 2009 yılı ve 2019 yılına ait meşcere kapalılık zamansal değişim analizi

2009 Yılı M. Kapalılık (ha)	2019 Yılı Meşcere Kapalılık (ha)				
	0	1	2	3	Genel Toplam
0	19148,3	414,7	504,5	128,5	20196
1	195	44,1	112,1	44,7	395,9
2	1208,3	179,9	652,5	224,1	2264,8
3	1520,8	170,3	1702,6	982,1	4375,8
Genel Toplam	22072,3	809	2971,8	1379,5	27232,5

Yomra bölgesine ait amenajman planında 2009 yılı ile 2019 yılı arasındaki meşcere kapalılığına ait gerçekleşen zamansal değişim Tablo 29’da verilmiştir. 2009 yılında 0 kapalılığa sahip olan alanlar, 2019 yılında 414,7 ha. 1 kapalı, 504,5 ha. 2 kapalı ve 128,5 ha. 3 kapalı şeklinde değişime uğramıştır. Kapalılık değerleri kendi aralarında kıyaslandığında, 2009 yılında 1 kapalı ormanlık alanlar, 2019 yılında 112,1 ha. 2 kapalı ve 44,8 ha. 3 kapalı ormana dönüşmüştür.

Tablo 30. 2009 yılı ve 2019 yılına ait meşcere yaş sınıfı zamansal değişim analizi

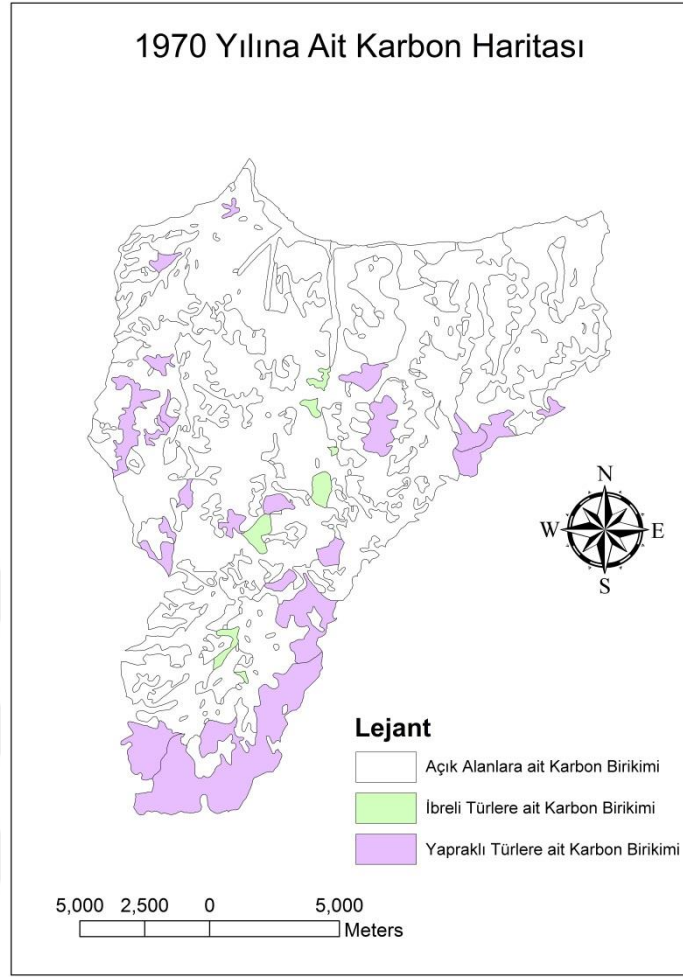
2009 Yılı Meşcere Sınıfı (ha)	2019 Yılı Yaş Sınıfı (ha)							
	0	1	2	3	4	5	6	Genel Toplam
1	17085,2	63	8,2	109,6	58,9	24,2	4,8	17353,8
2	2063,1	36,7	25,6	409,8	166,4	66,7	73,9	2842,2
3	1881,1	32,2	55,4	1676,5	835	254,7	84	4818,8
4	64,7	23,6	6,8	29	3,2	13,7	16,4	157,4
5	259,5	0,8	47,9	119,3	33,8	26,4	0,1	487,8
6	691,6	7,4	2,4	488,9	262,9	27,9	4,7	1485,8
7	4,8	-	1,7	1,9	-	-	-	8,5
8	22,3	-	0,1	28,4	15,3	12	-	78,1
Genel Toplam	22072,3	163,7	148,2	2863,4	1375,5	425,5	183,9	27232,5

Yomra bölgesine ait amenajman planında 2009 yılı ile 2019 yılı arasındaki meşcere yaş sınıflarına ait gerçekleşen zamansal değişim Tablo 30'da verilmiştir. 2009 yılında 6 adet yaş sınıfına ait ve 2019 yıllarında 8 adet yaş sınıfına ait meşcereler bulunmaktadır. 2019 yılında yaş sınıflarındaki meşcerelerde kademeli bir azalmanın olduğu görülmektedir. 2009 yılındaki yaş sınıflarının, 2019 yılı periyodu içerisinde gittikçe azaldığı gözlenmektedir.

3.2. Meşcerelerin Karbon Birikimi Analizi

3.2.1. 1970 Yılına Ait Karbon Birikimi

Çalışma alanının 1970 yılına ait meşcere yapısının karbon depolama miktarı analizi açık alanlar, ibreli orman yapısı, yapraklı orman yapısı, bozuk ibreli orman yapısı, bozuk yapraklı orman yapısı ve orman toprağı yapısına göre aşağıda verilmiştir.



Şekil 16. 1970 yılına ait karbon birikimi haritası

Yomra bölgesine ait amenajman planında 1970 yılına ait meşcere yapılarına göre karbon depolama miktarları Tablo 31’de verilmiştir.

Tablo 31. 1970 yılına ait karbon birikimi verileri

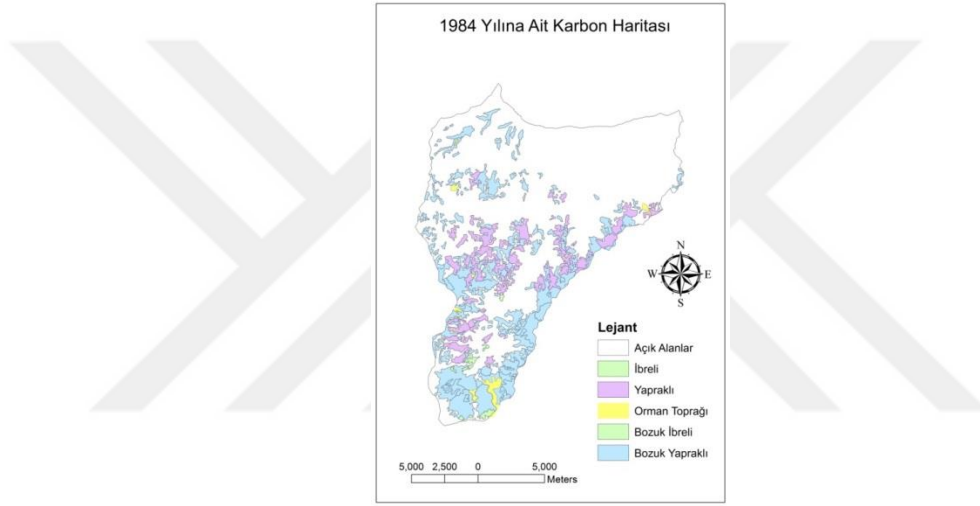
Meşcere Yapısı	Alan (ha)	Karbon Miktarı (ton)
Açık Alan	22123,03	-
İbrelî Orman	311,17	34570,02
Yapraklı Orman	354,50	44442,68
Orman Toprağı	1308,03	27403,23
Bozuk Yapraklı Orman	3144,59	69589,65
Genel Toplam	27241,33	176005,58

1970 yılında en fazla karbon depolaması yapılan meşcere yapısı bozuk yapraklı orman sahalarıdır. Yapraklı orman yapısında, ibrelî orman yapısına nazaran daha fazla

karbon depolaması görülmektedir. Toplam karbon depolama miktarı 176005,58 ton'dur. Hektar başına düşen karbon depolama miktarı 6,46 ton/ha'dır.

3.2.2. 1984 Yılına Ait Karbon Birikimi

Çalışma alanının 1984 yılına ait meşcere yapısının karbon depolama miktarı analizi açık alanlar, ibrelili orman yapısı, yapraklı orman yapısı, bozuk ibrelili orman yapısı, bozuk yapraklı orman yapısı ve orman toprağı yapısına göre aşağıda verilmiştir.



Şekil 17. 1984 yılına ait karbon birikimi haritası

Yomra bölgesine ait amenajman planında 1984 yılına ait meşcere yapılarına göre karbon depolama miktarları Tablo 32'de verilmiştir.

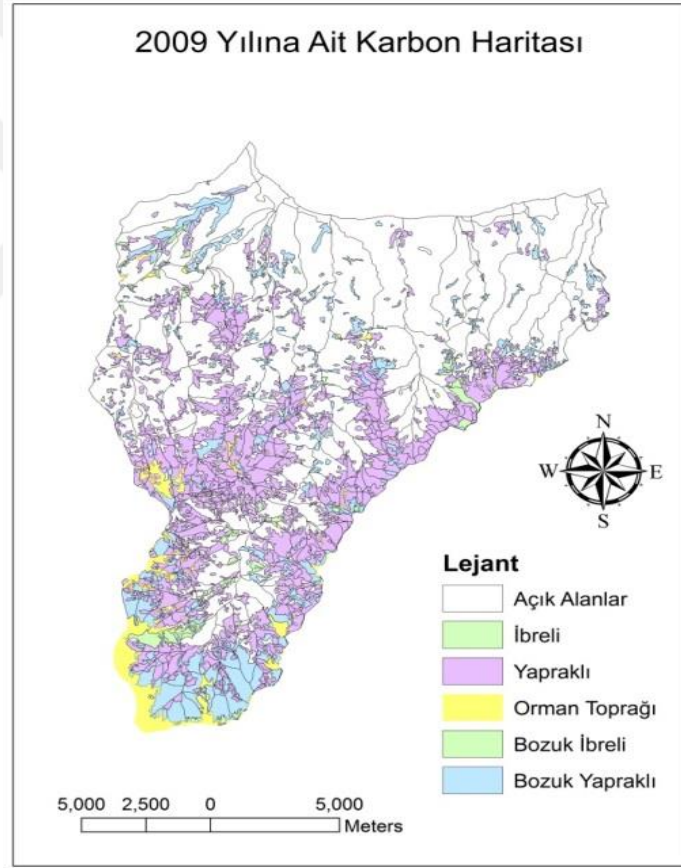
Tablo 32. 1984 yılına ait karbon birikimi verileri

Meşcere Yapısı	Alan (ha)	Karbon Miktarı (ton)
Açık Alan	18877,52	-
İbrelili Orman	121,57	15970,17
Yapraklı Orman	2216,45	268763,08
Orman Toprağı	241,29	5055
Bozuk İbrelili Orman	22,27	467,59
Bozuk Yapraklı Orman	5762,25	127518,50
Genel Toplam	27241,33	417774,35

1984 yılında en fazla karbon depolaması yapılan meşcere yapısı yapraklı orman sahalarıdır. Toplam karbon depolama miktarı 417774,35 ton'dur. Hektar başına düşen karbon depolama miktarı 15,34 ton/ha'dır.

3.2.3. 2009 Yılına Ait Karbon Birikimi

Çalışma alanının 2009 yılına ait meşcere yapısının karbon depolama miktarı analizi açık alanlar, ibreli orman yapısı, yapraklı orman yapısı, bozuk ibreli orman yapısı, bozuk yapraklı orman yapısı ve orman toprağı yapısına göre aşağıda verilmiştir.



Şekil 18. 2009 yılına ait karbon birikimi haritası

Yomra bölgesine ait amenajman planında 2009 yılına ait meşcere yapılarına göre karbon depolama miktarları Tablo 33'de verilmiştir.

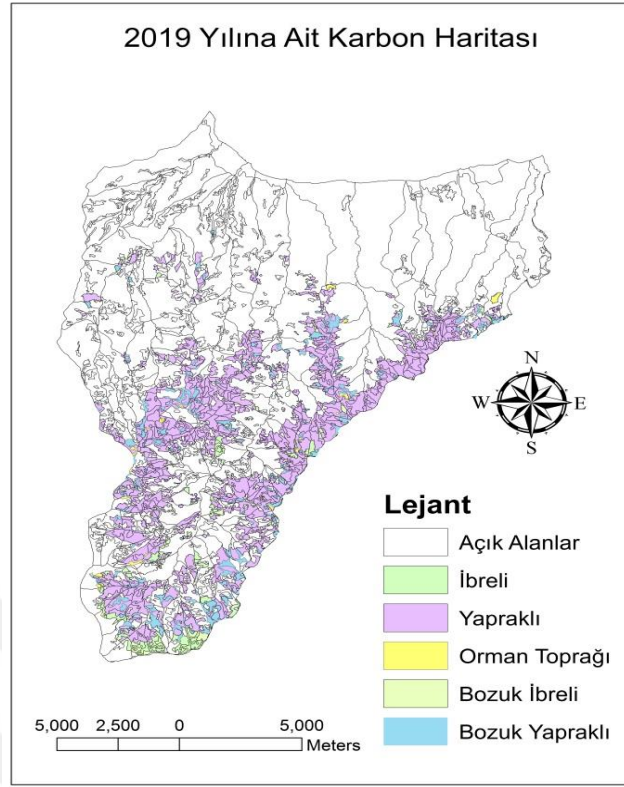
Tablo 33. 2009 yılına ait karbon birikimi verileri

Meşcere Yapısı	Alan (ha)	Karbon Miktarı (ton)
Açık Alan	16529,44	-
İbrelili Orman	334,87	45027,45
Yapraklı Orman	6701,63	908295,92
Orman Toprağı	833,14	17454,31
Bozuk İbrelili Orman	88,82	1865,26
Bozuk Yapraklı Orman	2753,38	60932,34
Genel Toplam	27241,33	1033575,27

2009 yılında en fazla karbon depolaması yapılan meşcere yapısı yapraklı orman sahalarıdır. Toplam karbon depolama miktarı 1033575,27 ton'dur. Hektar başına düşen karbon depolama miktarı 37,94 ton/ha'dır.

3.2.4. 2019 Yılına Ait Karbon Birikimi

Çalışma alanının 2019 yılına ait meşcere yapısının karbon depolama miktarı analizi açık alanlar, ibrelili orman yapısı, yapraklı orman yapısı, bozuk ibrelili orman yapısı, bozuk yapraklı orman yapısı ve orman toprağı yapısına göre aşağıda verilmiştir.



Şekil 19. 2019 yılına ait karbon birikimi haritası

Yomra bölgesine ait amenajman planında 2019 yılına ait meşcere yapılarına göre karbon depolama miktarları Tablo 34’de verilmiştir.

Tablo 34. 2019 yılına ait karbon birikimi verileri

Meşcere Yapısı	Alan (ha)	Karbon Miktarı (ton/m ³)
Açık Alan	21180.13	-
İbrelî Orman	376.96	55585.62
Yapraklı Orman	4783.25	619414.20
Orman Toprağı	79.22	-
Bozuk İbrelî Orman	107.71	2261.89
Bozuk Yapraklı Orman	705.23	15606.69
Genel Toplam	27241.33	692868.40

2009 yılında en fazla karbon depolaması yapılan meşcere yapısı yapraklı orman sahalarıdır. Toplam karbon depolama miktarı 692868,40 ton’dur. Hektar başına düşen karbon depolama miktarı 25,43 ton/ha’dır.

3.2.5. Tüm Yılların Karbon Depolama Kapasiteleri

Çalışma alanının 1970 yılı, 1984 yılı, 2009 yılı ve 2019 yılına ait meşcere yapısının karbon depolama miktarı analizi açık alanlar, ibreli orman yapısı, yapraklı orman yapısı, bozuk ibreli orman yapısı, bozuk yapraklı orman yapısı ve orman toprağı yapısına göre aşağıda verilmiştir.

Tablo 35. Tüm yıllara ait karbon birikimi verileri

Meşcere Yapısı	1970 Yılı		1984 Yılı		2009 Yılı		2019 Yılı	
	Alan (ha)	Karbon Miktarı (ton)	Alan (ha)	Karbon Miktarı (ton)	Alan (ha)	Karbon Miktarı (ton)	Alan (ha)	Karbon Miktarı (ton)
Açık Alan	22123	-	18877,5	-	16529,4	-	21180,1	-
İbreli Orman	311,2	34570	121,6	15970,2	334,9	45027,5	377	55585,6
Yapr. Orman	354,5	44442,7	2216,4	268763,1	6701,6	908295,9	4783,2	619414,2
Orman Toprağı	1308	27403,2	241,3	5055	833,1	17454,3	79,2	-
B. İbreli Orm.	3144,6	69589,7	22,3	467,6	88,8	1865,3	107,7	2261,9
B. Yapr. Orm.	-	-	5762,2	127518,5	2753,4	60932,3	705,2	15606,7
Genel Toplam	27241,3	176005,6	27241,3	417774,3	27241,3	1033575,3	27241,3	692868,4

Tablo 35 incelendiğinde çalışma alanında hektar başına düşen karbon birikim miktarları sırasıyla 1970 yılı 6,46 ton/ha, 1984 yılı 15,34 ton/ha, 2009 yılı 37,94 ton/ha ve 2019 yılı için 25,43 ton/ha'dır.

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Küresel iklim değişikliği konusu Dünya’da olduğu gibi Türkiye’de de giderek önemi arttırmaya devam etmektedir. Bu kapsamda Türkiye uluslara arası süreçlerde yer almakta ve KYOTO Protokolü başta olmak üzere birçok uluslararası anlaşmalara taraf olmuş ve olmaya devam etmektedir. İklim değişikliği ile mücadelede konusunda arazi kullanım tiplerinin belirlenmesi önem arz etmektedir. Bu kapsamda öncelikle ulusal envanter yapılarak tüm bölgelerin arazi kullanım tiplerinin belirlenmesi gerekmektedir. Yine iklim değişikliği ile mücadelede önemli konulardan bir diğeri, ülkelerin sahip oldukları karbon miktarlarını uluslararası düzeyde kabul görmüş yöntemlerle hesaplamaları ve beyan etmeleridir. Gerek arazi kullanım tiplerinin belirlenmesi gerekse karbon miktarlarının hesaplanmasında Amenajman Planları ön plana çıkmaktadır. Bu planlar arazinin güncel durumunu göstermenin yanında ormanlarda sahip olunan serveti de ortaya koymaktadırlar. Böylece Türkiye başta orman arazileri olmak üzere ulusal karbon envanterini uluslararası standartlarda gerçekleştirebilmektedir.

Çalışma kapsamında öncelikle Trabzon ili Yomra İlçesi orman varlığı 1970- 1984-2009 ve 2019 olmak üzere 4 dönem de yaşanan değişim ortaya konulmuştur. Yomra bölgesinin serveti 1970 yılında 3397,67 m³, 1984 yılı 6162,12 m³,2009 yılı 98519,40 m³ ve 2019 yılı için 537689,89 m³ olarak hesaplanmıştır. Yomra İlçesi orman varlığı 1970-2019 döneminde 534292,22 ha artış göstermektedir. Bu artışın temel nedeni bozuk vasıfta olan orman alanlarının normal kapalılığa ulaşmasının yanında zaman içinde bölgenin idari sınırlarının genişlemesi olarak düşünülmektedir.

Yomra bölgesinde ki orman varlığının karbon birikimi incelendiğinde 1970 yılında 176005,58 ton, 1984 yılı 417774,35 ton, 2009 yılı 1033575,27 ton ve 2019 yılı için 692868,40 ton olarak hesaplanmıştır. Yomra İlçesi karbon miktarı 1970-2019 döneminde 516862,82 ton artış göstermektedir. Bu artışın nedenleri incelendiğinde ilk olarak araştırma alanının orman varlığında ki artış göze çarpmaktadır. Bölgede ki karbon miktarı 2009 yılında en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Bu yıla ait amenajman planları incelendiğinde en yüksek üretiminde bu yılda yapıldığı tespit edilmiştir. Bu nedenden dolayı 2019 yılı verilerinde karbon miktarının bir önceki plan dönemine göre yaklaşık %32,96 azalış gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Amenajman planları sahip olunan orman varlığının sürdürülebilir bir biçimde kullanılması açısından oldukça önem arz etmektedir. Yine bu planlar günümüzde önemi giderek artan iklim değişikliği ile mücadele çalışmalarında ormancılık açısından en temel verileri içeren bilimsel altlıklardır. Bu kapsamda Yomra Bölgesinde 4 dönem için tespit edilen orman varlığı ve karbon birikim değişimlerinden elde edilen veriler doğrultusunda bu çalışmanın gelecekte yapılacak araştırmalara altlık oluşturması açısından Türkiye genelinde, Yomra Bölgesi özelinde aşağıdaki öneriler geliştirilmiştir.

- Türkiye’de ormancılık çalışmaları günümüzde uluslararası süreçler göz önünde bulundurularak gerçekleştirilmektedir. Bu nedenle yapılan planlarda fonksiyonel planlama şeklinde olsa dahi saha çalışmalarının sonucunda daha gerçekçi sonuçlar elde edilmesi noktasında mikro düzeyde saha çalışmalarının gerçekleştirilmesi gerekmektedir.
- Özellikle Türkiye orman varlığı olmak üzere ulusal bildirimlerin hesaplanmasında uluslararası kabul görmüş katsayıların kullanılmasından ziyade bölgesel (yerel) düzeyde gerçekleştirilmiş hesaplamalara daha fazla önem verilmesi gerekmektedir.
- İklim Değişikliği ile Mücadele konusunda Türkiye ormanlarının yönetiminden sorumlu Orman Genel Müdürlüğü (OGM) daha etkin rol üstlenmelidir. OGM bu sayede gerek planların düzenlenmesinde gerekse sahip olduğu insan kaynağının kullanımında daha etkin duruma geçerek zaman ve kaynak israfının önüne geçebilecektir.
- Ormanlar da ki karbon birikimi iklim değişikliği ile mücadele konusunda son derece önem arz etmektedir. Türkiye’de ne yazık ki yapılan çalışmalar ulusal envanterlere altlık oluşturmaktan öteye geçememektedir. Bu nedenle karbon konusunun ekonomik boyutunun da ciddi şekilde çalışılması ve planlara dahil edilmesi gerekmektedir.
- Yomra Bölgesi’nde ki orman varlığı artış göstermesine rağmen özellikle son yıllarda bölgede turizm faaliyetlerinin yoğunluğu bu alanlarda ki sosyal baskının artmasına neden olmaktadır. Bu nedenle bölgede koruma faaliyetlerine daha fazla özen gösterilmesi gerekmektedir.
- Bölgede ki kadastro çalışmalarını bitmesine rağmen 2B başlığı altında ormanlara (orman içi açıklık) olan talep giderek artış göstermektedir. Bu konuda ilgili yasalar çerçevesi belli olmasına karşın bölgenin siyasal durumu bu alanların geleceği

noktasında tehdit unsuru olmaktadır. Bu kapsamda karar vericiler, ilgili kamu kurum ve kuruluşları başta olmak üzere yerel yönetimler, sivil toplum örgütleri vb. tarafların isteklerini ve düşüncelerini göz önünde bulundurarak katılımcı yaklaşım anlayışı içinde bu alanların geleceği konusunda planlar yapmalı ve kararlar alınmalıdır.

- Tüm Türkiye’de olduğu gibi Yomra İlçesi sınırları içinde klasik ormancılığın yanında karbon ormancılığı da düşünülmeli ve bunun için altlıklar oluşturulmalıdır.
- Bölgenin orman varlığı 4 dönem için artış göstermesinde uygulanan silvikültürel müdahalelerin başarısı oldukça yüksektir. Bu nedenle yenilenecek silvikültür planlarında bu durumun devam etmesi için gerekli tüm işlemlere öncelik verilmelidir.

5. KAYNAKLAR

- Ateş, B.A., 2018. Ormanların Karbon Depolama Miktarının Ekonomik Analizi (Örümcek İşletme Şefliği Örneği), Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Başoğlu, A., 2014. Küresel İklim Değişikliğinin Ekonomik Etkileri Üzerine Model Denemesi ve Ekonometrik Bir Analiz, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Trabzon.
- Bayramoğlu, M.M., 2019. Trabzon İklim Değişikliği İle Mücadele Ediyor Projesi, Trabzon Büyükşehir Belediyesi, Seminer Notları, Trabzon.
- Demir, E., 2018. Türkiye'nin İklim Değişikliği İle Mücadelede Kullanabileceği İktisadi Araçların Değerlendirilmesi: Karbon Vergileri ve Emisyon Ticaret Sistemleri, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Erkut, S., 2013. Giresun Orman Bölge Müdürlüğü Akkuş Orman İşletme Müdürlüğü Saf Kayın Meşcerelerinin Ekosistem Bazında Karbon Depolama Kapasitesi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- FAO, 2015. Global Forest Resources Assessment 2015, FAO, Rome, 253 s.
- IEA, 2017. CO₂ Emissions From Fuel Combustion, IEA Publications, Belgium, 159 s.
- IPCC, 2013. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (Eds.), Cambridge University Press, Cambridge, New York, 1535 pp.
- Kapur, B., 2010. Artan CO₂ ve Küresel İklim Değişikliğinin Çukurova Bölgesinde Buğday Verimliliği Üzerine Etkileri, Doktora Tezi, T.C. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Karamızrak, P.T., 2018. Kentlerin Küresel İklim Değişikliğine Uyum Politika ve Eylem Stratejilerinin İncelenmesi: Londra Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ketizmen, B., 2011. Kahramanmaraş Başkonuş Araştırma Ormanında Karbon Ekonomisi Üzerine Araştırmalar ve Fonksiyonel Karşılaştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, K.Maraş Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, K.Maraş.

- Melillo, J. M., Richmond, T and Yohe, G.W., 2014. Climate Change Impacts in the United States: The Third National Climate Assessment. U.S. Global Change Research Program, New York, 841 pp.
- OGM, 2006. Türkiye Orman Varlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Ankara, 30 s.
- OGM, 2015. Türkiye Orman Varlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Ankara, 36 s.
- Onur, A.C., 2014. İstanbul'da Kentleşmenin İklim Değişikliğine Uyum Çerçevesinde Değerlendirilmesi, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Polat, K., 2017. RAMSAR Alanlarda İklim Değişikliği ile Mücadele ve Uyum Açısından İyi Tarım Uygulamalarının Rolü: Göksu Deltası Örneği, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- REC, 2008. A'dan Z'ye İklim Değişikliği Başucu Rehberi: Çok Geç Olmadan Harekete Geçmek İsteyenler İçin, REC Türkiye, Ankara.
- Tabanoğlu, O., 2018. Antalya İçin İklim Değişikliğine Uyum Stratejileri Önerisi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- TEMA, 2017. İklim Değişikliği ve Ormanlar, TEMA, İstanbul, 18 s.
- TÜİK, 2016. Haber Bülteni, TÜİK, Ankara, 3 s.
- Türkeş, M., 2001. Küresel İklimin Korunması, İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve Türkiye, TMMOB Makine Mühendisleri Odası, Süreli Teknik Yayın 61, Ankara, 14-29.
- UNFCCC, 2003. Caring for Climate: A Guide to the Climate Change Convention and the Kyoto Protocol Issued by the Climate Change Secretariat (UNFCCC) Bonn, UNFCCC, Germany.
- Zengin, H., 2007. Küresel Isınmanın Önlenmesinde Ormanların Rolü ve Önemi, <https://www.ogretmenlersitesi.com/egitimdokumanlari/indir.php?id=47109>.

ÖZGEÇMİŞ

1979 yılında Trabzon'da dünyaya geldi. 1985 yılında ilk, orta ve lise eğitimine Trabzon'da başladı. Üniversite eğitimini, 2011 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Mühendisliği Bölümü'nde yaptı. 2015 yılında bu bölümü bölüm ikincisi olarak tamamlayarak Orman Mühendisi unvanını almaya hak kazandı. 2015-2016 Eğitim-Öğretim yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans eğitimine başladı. İbrahim GERÇEK orta derecede İngilizce bilmektedir, evli ve bir çocuk sahibidir.

