ÇANKIRI KARATEKİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

MURAT NEHRİ HAVZASINDA ORMANLARIN BAZI EKOSİSTEM HİZMETLERİ DEĞERLERİNİN BELİRLENMESİ

Şeyma YETİŞ PEHLİVAN

ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ÇANKIRI
2022

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

Şeyma YETİŞ PEHLİVAN tarafından hazırlanan **"Murat Nehri Havzasında Ormanların Bazı Ekosistem Hizmetleri Değerlerinin Belirlenmesi"** adlı tez çalışması 12/10/2022 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalında **Doktora Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Danışman **:** Prof. Dr. Sezgin ÖZDEN

Jüri Üyeleri **:**

Başkan **:** Prof. Dr. Sezgin ÖZDEN
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı
Çankırı Karatekin Üniversitesi

Üye **:** Prof. Dr. Sultan BEKİROĞLU ÖZTÜRK
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı
İstanbul Üniversitesi - Cerrahpaşa

Üye **:** Doç. Dr. Cihan ERDÖNMEZ
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı
İstanbul Üniversitesi - Cerrahpaşa

Üye **:** Doç. Dr. Üstüner BİRBEN
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı
Çankırı Karatekin Üniversitesi

Üye **:** Dr. Öğr. Üyesi Ömer EKER
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. İbrahim ÇİFTÇİ

Enstitü Müdürü

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Çankırı Karatekin Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğine göre hazırlamış olduğum "**Murat Nehri Havzasında Ormanların Bazı Ekosistem Hizmetleri Değerlerinin Belirlenmesi**" konulu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı, tezin içerdiği yenilik ve sonuçları başka bir yerden almadığımı, tezde kullandığım eserleri usulüne göre kaynak olarak gösterdiğimi, tezin Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nden başka bir bilim kuruluna akademik amaç ve unvan almak amacıyla vermediğimi ve bu çalışmanın Çankırı Karatekin Üniversitesi tarafından kullanılan "Bilimsel İntihal Tespit Programı"yla tarandığını, "intihal içermediğini" beyan ederim. Çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması halinde ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara razı olduğumu bildiririm. Çankırı Karatekin Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca gereğinin yapılmasını arz ederim (06/09/2022).

Şeyma YETİŞ PEHLİVAN

ÖZET

Doktora Tezi

MURAT NEHRİ HAVZASINDA ORMANLARIN BAZI EKOSİSTEM HİZMETLERİ DEĞERLERİNİN BELİRLENMESİ

Şeyma YETİŞ PEHLİVAN

Çankırı Karatekin Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Sezgin ÖZDEN

Orman ekosistemleri; hem pazarı olan mamul ya da yarı-mamulleri üretmekte hem de pazarı olmayan hizmetleri üretmektedir. Bu doktora tezinin amacı; Murat Nehri Havzasında bulunan orman ekosistemlerinin sahip oldukları ağaç bitkisel kütlesinde depoladıkları karbonun, fotosentez yoluyla ürettikleri oksijenin ve havzada toplanarak önce Fırat Nehrine oradan da Keban Barajına ulaşan suyun ekonomik değerinin belirlenmesidir. Bu amaçla ilk olarak araştırma alanındaki orman ekosistemlerinin sahip oldukları ağaç serveti ve artımı hesaplanmıştır. Bu servet ve artım değerleri ağaç bitkisel kütle karbonuna ve oksijene dönüştürülmüştür. Ayrıca suyun ekonomik değerinin belirlenebilmesi için Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) tekniğiyle havzadaki potansiyel ağaçlandırma alanları tespit edilmiş ve bu alanların ağaçlandırılması durumunda Orman Genel Müdürlüğünün katlanacağı yatırım maliyeti hesaplanmıştır. Murat Nehri Havzasında bulunan ormanlık alanların 2017 yılı itibarıyla sahip oldukları toplam ağaç serveti 9.249.306,796 m^3, buna karşılık gelen ağaç bitkisel kütlesi ise 9.187.928,29 t olarak hesaplanmıştır. 2017 yılında bu ağaç bitkisel kütlesinde 4.648.843,35 tC karbon depolanmışken, orman ekosistemleri toplam 11.157.224,03 tO kadar oksijen üretimi yapmıştır. Dünya Bankası tarafından yayımlanan karbon fiyatlarına göre 2017 yılında depolanan karbonun toplam bedeli 26.071.664,38 TL'dir. Türkiye piyasa koşullarına göre oluşan oksijen fiyatlarına göre araştırma alanındaki ormanlık alanlarda üretilen oksijenin 2017 yılındaki toplam bedeli 16.082.253.270,04 TL'dir. Ayrıca bir yılda Murat Nehrinde toplanarak Keban Barajına ulaşan 8,1 milyar m^3 suyu üretebilmek için OGM tarafından 2017 yılında 1.085.828,1 ha alanda 6.989.646.343,7 TL ağaçlandırma yatırımı yapmalıdır. Buna göre havzada üretilen suyun birim fiyatı 0,86 TL/m^3/yıl olarak hesaplanmıştır. Doktora tezi kapsamında fiyatlandırılan tüm ekosistem hizmetlerinin 2017 ile 2021 yılları arasındaki bir yıllık periyotlarla fiyat değişimleri de ortaya koyulmuştur. Orman ekosistemlerinde ekonomik değer belirlemeyi sadece odun hammaddesi üretimine bağlı olarak yapmak günümüzde oldukça revaçta olan yeşil ekonomi yaklaşımına aykırıdır. Orman ekosistemleri ürettikleri mal ve hizmetlerin tümüyle değerlendirilip, buna göre kıymetlendirilmelidir.

2022, 191 sayfa

ANAHTAR KELİMELER: Karbon, oksijen, su üretimi, analitik hiyerarşi süreci

ABSTRACT

PhD Thesis

DETERMINATION OF CERTAIN ECOSYSTEM SERVICES VALUES OF FORESTS IN THE MURAT RIVER BASIN

Şeyma YETİŞ PEHLİVAN

Çankırı Karatekin University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Forest Engineering

Advisor: Prof. Dr. Sezgin ÖZDEN

Forest ecosystems produce both finished or semi-finished products that have a market as well as services that do not have one. The aim of this PhD thesis is to determine the economic value of the carbon stored in the tree biomass of the forest ecosystems in the Murat River Basin, the oxygen they produce through photosynthesis, and the water that collects in the basin and reaches the Fırat River and then the Keban Dam. For this purpose, firstly, the growing stock and increment of forest ecosystems in the research area were calculated. The growing stock and increment values were converted to tree biomass carbon and oxygen. In order to estimate the economic value of water, the potential afforestation areas in the basin were identified using the Analytical Hierarchy Process (AHS) and the investment costs that the General Directorate of Forestry would incur if these areas were to be forested were computed. The total growing stock of the forest areas in the Murat River Basin as of 2017 was 9,249,306.796 m^3, and the corresponding tree biomass was calculated as 9,187,928.29 t. While 4,648,843.35 tC of carbon was stored in this tree biomass in 2017, forest ecosystems produced a total of 11,157,224.03 tO of oxygen. According to the carbon prices published by the World Bank, the total cost of carbon in 2017 is 26,071,664.38 TL. According to the oxygen prices formed based on the market conditions in Turkey, the total cost of oxygen produced in the forest areas -that makes the research area- in 2017 is 16,082,253,270.04 TL. In addition to this, the General Directorate of Forestry should invest in forestation worthy of 6,989,646,343.7 TL for 1,085,828.1 ha area in 2017 in order to produce 8.1 billion m^3 of water that gathers in the Murat River and reaches the Keban Dam in a year. Accordingly, the unit price of the water produced in the basin was calculated as 0.86 TL/m^3. The price changes for the entire ecosystem services priced out within the scope of this PhD thesis from 2017 to 2021 are also provided on the basis of one year periods. Determining the economic value in forest ecosystems only based on the production of wood raw materials is against the green economy approach, which is very popular today. Forest ecosystems should be evaluated with all the goods and service outputs produced and valued accordingly.

2022, 191 pages

Keywords: Carbon, oxygen, water production, analytical hierarchy process

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

"***Murat Nehri Havzasında Ormanların Bazı Ekosistem Hizmetleri Değerlerinin Belirlenmesi***" adlı bu doktora tezi çalışması Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsüne "Doktora Tezi" olarak sunulmuştur.

Doktora tezi araştırmasının en başından itibaren sürekli bana yol gösteren, fikir ve düşüncelerinden sıkça yararlandığım danışman hocam Prof. Dr. Sezgin ÖZDEN'e teşekkür etmeyi bir borç bilirim.

Benzer şekilde, tez izleme sürecinde çok kıymetli katkılar sunan Doç. Dr. Cihan ERDÖNMEZ ve Doç. Dr. Üstüner BİRBEN hocalarıma teşekkür ederim. Ayrıca doktora tezi çalışmasına sunmuş oldukları katkılardan dolayı Prof. Dr. Sultan BEKİROĞLU ÖZTÜRK ve Dr. Öğr. Üyesi Ömer EKER hocalarıma da teşekkürlerimi sunarım.

Bu tezin hazırlanması sırasında bilgi, deneyim ve emeğinden çokça yararlandığım Doç. Dr. Alkan GÜNLÜ hocama sağladığı katkılardan ötürü sonsuz teşekkür ederim. Tez çalışması sırasında bilgi ve veri paylaşımları için DSİ çalışanlarına da teşekkür ederim. Öte yandan hali hazırda görev yapmakta olduğum KSÜ Andırın MYO Müdürü Prof. Dr. Kenan Sinan DAYISOYLU hocama çok teşekkür ederim.

Son olarak, bugünlere gelmemde maddi ve manevi katkılarını hiçbir zaman esirgemeyen kıymetli aileme, bilimsel serüvenimin her aşamasında ve bu tezin ortaya çıkmasında fedakarca katkı sağlayan, bana sabır ve anlayış gösteren değerli eşim Dr. Servet PEHLİVAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmanın ormancılıkta ekosistem hizmetlerinin fiyatlandırılması ile ilgili gelecekte yapılacak çalışmalar için yararlı bir kaynak olmasını ve yeni araştırmacılara ufuk açmasını canı gönülden dilerim.

Şeyma YETİŞ PEHLİVAN
Çankırı, Ekim 2022

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **i**
ABSTRACT ..... **ii**
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR ..... **iii**
İÇİNDEKİLER ..... **iv**
SİMGELER DİZİNİ ..... **vii**
KISALTMALAR DİZİNİ ..... **viii**
ŞEKİLLER DİZİNİ ..... **ix**
ÇİZELGELER DİZİNİ ..... **xi**
1. GİRİŞ **1**
1.1 Ekosistem Hizmetleri **2**
1.2 Ekosistem Hizmetlerinin Sınıflandırılması **4**
1.2.1 Kaynak sağlayıcı hizmetler **5**
1.2.2 Destekleyici hizmetler **6**
1.2.3 Kültürel hizmetler **6**
1.2.4 Düzenleyici hizmetler **7**
1.3 Değer, Fiyat ve Değer Belirleme Kavramları **9**
1.4 Ormancılıkta Değer Belirleme **14**
1.4.1 Pazarı olan ürün ve hizmetlerin ekonomik değerinin belirlenmesi **15**
1.4.2 Pazarı olmayan ürün ve hizmetlerin ekonomik değerinin belirlenmesi **17**
1.5 Çalışma Alanında İncelenecek Olan Ekosistem Hizmetleri **28**
1.5.1 Orman ekosistemlerinin karbon depolama hizmeti **28**
1.5.2 Orman ekosistemlerinde canlı ağaçların büyümeleri (yıllık artım) sonucunda ortaya çıkan oksijen üretimi hizmeti **30**
1.5.3 Orman ekosistemlerinin su üretimi hizmeti **30**
2. LİTERATÜR ÖZETİ **36**
3. MATERYAL VE METOT **45**
3.1 Materyal **45**
3.1.1 Çalışma alanı tanıtımı **45**
3.1.2 Murat Nehri Havzasının bazı özellikleri **49**
3.1.3 Murat Nehri Havzasının su potansiyeline ilişkin elde edilen bilgiler **58**

3.2 Yöntem 59

3.2.1 Murat Nehri Havzası ormanlık alanlarında ağaç bitkisel kütlesinin hesaplanması 59

3.2.2 Murat Nehri Havzası ormanlık alanlarında ağaç bitkisel kütlesinde depolanan karbon miktarının hesaplanması 67

3.2.3 Murat Nehri Havzası ormanlık alanlarında yıllık üretilen oksijen miktarının hesaplanması 68

3.2.4 Murat Nehri Havzası ormanlık alanlarında ağaç bitkisel kütlesinde depolanan karbon miktarının ekonomik değerinin belirlenmesi 70

3.2.5 Murat Nehri Havzası ormanlık alanlarında üretilen oksijen miktarının ekonomik değerinin belirlenmesi 75

3.2.6 Murat Nehri Havzasında su üretim hizmetinin ekonomik değerinin belirlenmesi 77

4. BULGULAR 96

4.1 Murat Nehri Havzası Ormanlık Alanlarında Ağaç Serveti ve Ağaç Serveti Artımına İlişkin Bulgular 96

4.1.1 2017 ile 2021 yılları arasındaki ağaç servetine ilişkin bulgular 98

4.2 Murat Nehri Havzası Ormanlık Alanlarında Ağaç Bitkisel Kütlesine İlişkin Bulgular 102

4.2.1 2017 ile 2021 yılları arasındaki ağaç bitkisel kütlesine ilişkin bulgular 103

4.3 Murat Nehri Havzası Ormanlık Alanlarında Ağaç Bitkisel Kütlesinde Depolanan Karbon Stoklarına İlişkin Bulgular 107

4.3.1 2017 ile 2021 yılları arasındaki ait ağaç bitkisel kütle karbonuna ilişkin bulgular 109

4.4 Murat Nehri Havzası Ormanlık Alanlarda Üretilen Oksijen Miktarına İlişkin Bulgular 113

4.4.1 2017 ile 2021 yılları arasındaki oksijen üretim miktarına ilişkin bulgular 115

4.5 Murat Nehri Havzası Ormanlık Alanlarında Ağaç Bitkisel Kütlesinde Depolanan Karbonun Ekonomik Değerinin Belirlenmesine İlişkin Bulgular 118

4.6 Murat Nehri Havzası Ormanlık Alanlarında Üretilen Oksijenin Ekonomik Değerinin Belirlenmesine İlişkin Bulgular 121

4.7 Murat Nehri Havzasında Potansiyel Ağaçlandırma Alanlarının Belirlenmesine ve Ağaçlandırma Maliyetlerine İlişkin Bulgular 125

4.7.1 Murat Nehri Havzasında potansiyel ağaçlandırma alanlarının belirlenmesine ilişkin bulgular 125

4.7.2 Murat Nehri Havzasında ağaçlandırma maliyetlerine ilişkin bulgular 129

4.8 Murat Nehrinde Akışa Geçen Suyun Ekonomik Değerinin Belirlenmesine İlişkin Bulgular 137

5. TARTIŞMA VE SONUÇ 145

KAYNAKLAR 166

ÖZGEÇMİŞ 191

SİMGELER DİZİNİ

%	Yüzde
€	Euro (Avro)
C	Karbon
CO_2	Karbondioksit
gr	Gram
ha	Hektar
kg	Kilogram
kr	Kuruş
m	Metre
m^3	Metreküp
mm	Milimetre
O	Oksijen
t	Ton
tC	1 ton eşleniğinde karbon
TL	Türk Lirası
tO	1 ton eşleniğinde oksijen
USD	Amerikan Doları

KISALTMALAR DİZİNİ

AGM	Ağaçlandırma ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü
AHS	Analitik hiyerarşik süreci
BEF	Bitkisel kütle genişletme faktörü
CBS	Coğrafi bilgi sistemleri
CR	Tutarlılık oranı
ÇEM	Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü
ÇŞB	Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı
DSİ	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
GSMH	Gayri safi milli hasıla
HFY	Hedonik fiyatlandırma yöntemi
HSMY	Hedonik seyahat maliyeti yöntemi
IPCC	Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli
KDBY	Koşullu değer belirleme yöntemi
LULUCF	Arazi kullanımı, arazi kullanım değişikliği ve ormancılık rehberi
MEA	Binyıl Ekosistem Değerlendirmesi
MNHRP	Murat Nehri Havzası rehabilitasyon projesi
MVMP	Munzur Vadisi Milli Parkı
OBM	Orman Bölge Müdürlüğü
OGM	Orman Genel Müdürlüğü
OİŞ	Orman İşletme Şefliği
SBB	Strateji ve Bütçe Başkanlığı
SDY	Seçim deneyleri yöntemi
SMY	Seyahat maliyeti yöntemi
TCMB	Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası
TED	Toplam ekonomik değer
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 Sovyetler Birliği'nde çeşitli havzalarda ormanlık alan yüzdesine bağlı olarak dere akışındaki değişim (Bochkov (1970)'a atfen Görcelioğlu 1984)..... 34
Şekil 3.1 Murat Nehri Havzasının sınırları ve Türkiye'deki konumu 45
Şekil 3.2 Murat Nehri Havzasının coğrafi koordinatları ve havza sınırlarındaki önemli yerleşim yerleri 46
Şekil 3.3 Murat Nehri Havzasında alansal dağılım..... 49
Şekil 3.4 Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) akış şeması 81
Şekil 3.5 Murat Nehri Havzasına ait yükselti grupları haritası..... 82
Şekil 3.6 Murat Nehri Havzasına ait yıllık toplam yağış grupları haritası..... 83
Şekil 3.7 Murat Nehri Havzasında bulunan büyük toprak grupları haritası 84
Şekil 3.8 Murat Nehri Havzasının eğim grupları haritası 86
Şekil 3.9 Murat Nehri Havzasının eğim grupları haritası 87
Şekil 4.1 Murat Nehri Havzasında orman işletme şefliklerinde plan yıllarına ait ağaç serveti ve ağaç serveti artımları 98
Şekil 4.2 Murat Nehri Havzasında orman işletme şefliklerinde ağaç servetinin 2017-2021 yılları arasındaki değişimi..... 101
Şekil 4.3 Murat Nehri Havzası genelinde ağaç servetinin 2017-2021 yılları arasındaki değişimi..... 101
Şekil 4.4 Murat Nehri Havzasında plan yıllarındaki ağaç bitkisel kütlesinin ve bitkisel kütle artımının orman işletme şefliklerine dağılımı..... 103
Şekil 4.5 Murat Nehri Havzasında orman işletme şefliklerinde ağaç bitkisel kütlesinin 2017-2021 yılları arasındaki değişimi..... 106
Şekil 4.6 Murat Nehri Havzası genelinde ağaç bitkisel kütlesinin 2017-2021 yılları arasındaki değişimi 107
Şekil 4.7 Murat Nehri Havzasında plan yıllarındaki ağaç bitkisel kütle karbonu ve bitkisel kütle karbonu artımının orman işletme şefliklerine dağılımı..... 109
Şekil 4.8 Murat Nehri Havzasında orman işletme şefliklerinde ağaç bitkisel kütle karbonunun 2017-2021 yılları arasındaki değişimi 112
Şekil 4.9 Murat Nehri Havzası genelinde ağaç bitkisel kütle karbonunun 2017-2021 yılları arasındaki değişimi..... 112
Şekil 4.10 Murat Nehri Havzasında plan yıllarındaki oksijen üretimi ve oksijen artımının orman işletme şefliklerine dağılımı..... 114
Şekil 4.11 Murat Nehri Havzasında orman işletme şefliklerinde oksijen üretiminin 2017-2021 yılları arasındaki değişimi 117
Şekil 4.12 Murat Nehri Havzası genelinde oksijen üretiminin 2017-2021 yılları arasındaki değişimi 117
Şekil 4.13 Murat Nehri Havzası sınırlarında bulunan orman işletme şefliklerinde karbonunun ekonomik değerinin 2017-2021 yılları arasındaki değişimi.... 120

Şekil 4.14 Murat Nehri Havzası genelinde karbonunun ekonomik değerinin 2017-2021 yılları arasındaki değişimi 121
Şekil 4.15 Murat Nehri Havzası sınırlarında bulunan orman işletme şefliklerinde oksijenin ekonomik değerinin 2017-2021 yılları arasındaki değişimi 124
Şekil 4.16 Murat Nehri Havzası genelinde oksijenin ekonomik değerinin 2017-2021 yılları arasındaki değişimi 124
Şekil 4.17 Murat Nehri Havzasında potansiyel olarak ağaçlandırılabilecek alanlar haritası 127
Şekil 4.18 Murat Nehri Havzasında potansiyel olarak ağaçlandırılabilecek alanların orman işletme şefliklerine dağılımı 129
Şekil 4.19 Murat Nehri Havzasında 2017 yılı birim fiyatlarına göre ağaçlandırma genel toplam maliyetinin faaliyet kalemlerine dağılımı 130
Şekil 4.20 Murat Nehri Havzasında 2017 yılı birim fiyatlarına göre farklı ağaçlandırma kalemlerine ait maliyetlerin orman işletme şefliklerine dağılımı 133
Şekil 4.21 Murat Nehri Havzasında 2017 yılı birim fiyatlarına göre ağaçlandırma genel toplam maliyetinin orman işletme şefliklerine dağılımı 134
Şekil 4.22 Ağaçlandırma sonrası bakım maliyetlerinin orman işletme şefliklerine dağılımı (2018 – 2021 yılları) 136
Şekil 4.23 Ağaçlandırma sonrası bakım maliyetlerinin 2018 – 2021 yılları arasındaki değişimi 136
Şekil 4.24 Murat Nehri Havzasında yıllık toplanan ve akışa geçen orman işletme şefliklerine dağılımı 139
Şekil 4.25 Murat Nehri Havzasında yıllık toplanan ve akışa geçen suyun birim maliyetinin yıllık değişimi 140
Şekil 4.26 Murat Nehri Havzasında orman işletme şefliklerinin ağaçlandırma yatırım maliyetlerinin yıllık değişimi 141
Şekil 4.27 Murat Nehri Havzasında bir yılda toplanarak akışa geçen suyun birim maliyetinin orman işletme şefliklerine göre değişimi 143

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1 Ekosistem hizmetlerinin sınıflandırılması (MEA 2005) 5
Çizelge 3.1 Murat Nehri Havzasında yer alan orman işletme şefliklerinin havza sınırlarındaki alansal büyüklükleri 47
Çizelge 3.2 Murat Nehri Havzasında yer alan yerleşim birimlerinin 2016 yılı nüfusları (https://data.tuik.gov.tr, 2016) 54
Çizelge 3.3 Murat Nehri Havzasında yer alan meteoroloji istasyonlarında 2017 yılında ölçülen yıllık yağış miktarları 58
Çizelge 3.4 Murat Nehri Havzasında yer altı su rezervine ilişkin bilgiler 59
Çizelge 3.5 Murat Nehri Havzasındaki orman envanter verilerine ait tanıtıcı bilgiler 62
Çizelge 3.6 Türkiye'deki farklı ağaç türleri için hesaplanan gövde odunu hacim ağırlıkları (Tolunay 2013) 64
Çizelge 3.7 Türkiye'deki farklı ağaç türleri için hesaplanan BEF katsayıları (Tolunay 2013) 65
Çizelge 3.8 LULUCF rehberinde verilen kök/sak oranları (IPCC 2003) 66
Çizelge 3.9 Dünya Bankası'nın AB için hesapladığı yıllık karbondioksit fiyatları ve birim karbon fiyatlarına karşılık gelen eşdeğerleri 73
Çizelge 3.10 TCMB tarafından yayınlanan Avro kurlarının yıllık ortalamaları (TL) (https://www.tcmb.gov.tr, 2022) 74
Çizelge 3.11 Oksijenin yıllık birim satış fiyatları (TL) 77
Çizelge 3.12 Murat Nehri Havzası sınırlarındaki büyük toprak grupları ve rumuzları 85
Çizelge 4.1 Murat Nehri Havzasındaki orman işletme şefliklerinin envanter yılındaki toplam ağaç serveti ve yıllık toplam ağaç serveti artımları ile birim alandaki ortalamaları 97
Çizelge 4.2 Murat Nehri Havzasındaki orman işletme şefliklerinin 2017-2021 yılları arasındaki toplam ağaç serveti (m^3) 99
Çizelge 4.3 Murat Nehri Havzasındaki orman işletme şefliklerinin 2017-2021 yılları arasında birim alandaki ortalama ağaç serveti (m^3/ha) 99
Çizelge 4.4 Murat Nehri Havzasındaki orman işletme şefliklerinin envanter yılındaki toplam ağaç bitkisel kütleleri ve bitkisel kütle artımları ile birim alandaki ortalamaları 102
Çizelge 4.5 Murat Nehri Havzasındaki orman işletme şefliklerinin 2017-2021 yılları arasındaki toplam ağaç bitkisel kütlesi (t) 104
Çizelge 4.6 Murat Nehri Havzasındaki orman işletme şefliklerinin 2017-2021 yılları arasında birim alandaki ortalama ağaç bitkisel kütlesi (t/ha) 105
Çizelge 4.7 Murat Nehri Havzasındaki orman işletme şefliklerinin envanter yılındaki toplam ağaç bitkisel kütle karbonları ve bitkisel kütle karbon artımları ile birim alandaki ortalamaları 107
Çizelge 4.8 Murat Nehri Havzasındaki orman işletme şefliklerinin 2017-2021 yılları arasındaki toplam ağaç bitkisel kütle karbonu (tC) 109

Çizelge 4.9 Murat Nehri Havzasındaki orman işletme şefliklerinin 2017-2021 yılları arasında birim alandaki ortalama ağaç bitkisel kütle karbonu (tC/ha) 110
Çizelge 4.10 Murat Nehri Havzasındaki orman işletme şefliklerinin envanter yılındaki toplam oksijen üretimi ve oksijen artımları ile birim alandaki ortalamaları 113
Çizelge 4.11 Murat Nehri Havzasındaki orman işletme şefliklerinin 2017-2021 yılları arasındaki toplam oksijen üretim miktarları (tO) 115
Çizelge 4.12 Murat Nehri Havzasındaki orman işletme şefliklerinin 2017-2021 yılları arasında birim alandaki ortalama oksijen üretim miktarları (tO/ha)..... 116
Çizelge 4.13 Murat Nehri Havzasında orman alanlarında depolanan ağaç bitkisel kütle karbonunun 2017-2021 yılları arasındaki ekonomik değeri (TL) 118
Çizelge 4.14 Murat Nehri Havzasında birim alanda depolanan ağaç bitkisel kütle karbonunun 2017-2021 yılları arasındaki ekonomik değeri (TL/ha)..... 119
Çizelge 4.15 Murat Nehri Havzasında orman alanlarında üretilen oksijenin 2017-2021 yılları arasındaki ekonomik değeri (TL)..... 121
Çizelge 4.16 Murat Nehri Havzasında birim alanda üretilen oksijenin 2017-2021 yılları arasındaki ekonomik değeri (TL/ha)..... 123
Çizelge 4.17 Ana ve alt kriterlerin CR değerleri ve ağırlık oranları..... 126
Çizelge 4.18 Murat Nehri Havzasındaki potansiyel ağaçlandırma alanlarının orman işletme şefliklerine ve eğim gruplarına dağılımı (ha)..... 127
Çizelge 4.19 Murat Nehri Havzasında 2017 yılında yapılacak ağaçlandırma yatırımı maliyetlerinin eğim gruplarına ve yatırım kalemlerine dağılımı (TL)..... 130
Çizelge 4.20 Murat Nehri Havzasında bulunan orman işletme şefliklerinin 2017 yılı birim fiyatlarına göre ağaçlandırma maliyetleri (TL)..... 131
Çizelge 4.21 Murat Nehri Havzasında bulunan orman işletme şefliklerinin 2018 – 2021 yılları arasındaki bakım maliyetleri (TL)..... 135
Çizelge 4.22 Murat Nehrinde yıllık akışa geçen suyun orman işletme şefliklerine dağılımı..... 138
Çizelge 4.23 Murat Nehrinde yıllık akışa geçen suyun birim maliyetinin yıllık değişimi 140
Çizelge 4.24 Murat Nehrinde sınırları bulunan orman işletme şefliklerinin yapmaları öngörülen ağaçlandırma yatırımlarının yıllık değişimi..... 142
Çizelge 4.25 Murat Nehrinde sınırları bulunan orman işletme şeflikleri için hesaplanan su birim maliyetlerinin yıllık değişimi..... 144

1. GİRİŞ

Ekosistem, birbirleriyle etkileşime giren bitkiler, hayvanlar ve çevresel özelliklerden oluşan dinamik bir komplekstir. Son 50 yılda, insanlar ekosistemleri hızlı bir şekilde etkilemiş ve ekosistem işleyişini büyük oranda değiştirmiştir. Bu ekosistemler üzerindeki değişim büyük ölçüde gıda, su, yakacak-yapacak odun, mineral kaynakların yanı sıra artan nüfus artışıyla birlikte insanlık tarihinin herhangi bir döneminde görülmeyen hızlı ve kapsamlı bir şekilde olmuştur (MEA 2005). Günümüzde ekosistem kavramı üç farklı yaklaşım biçimiyle tanımlanmaktadır. İlk yaklaşım ekosistemi biyolojik merkezli kabul eder ve organizmayı ekosistemin odağı kabul ederek, kalan ekosistem bileşenleri bu odak organizma için temel oluşturur. İkincil yaklaşım anlayışı, ekosistemi bir dizi süreç olarak görür ve genel olarak madde ve enerji akışına odaklanır. Son yaklaşım biçimi ise ekosistemi, yeterince benzer topografya, iklim ve canlı alanlarını temsil eden coğrafi yerler olarak ifade etmektedir (Blew 1996). Her üç yaklaşım da ekosistem yönetiminin araştırma alanını ortaya koymaktadır.

20. yüzyıla gelindiğinde yaşanan teknolojik gelişmeler, hızlı nüfus artışı, eğitim seviyesinin artması ve toplumun değer yargılarındaki değişim gibi birçok sebepten dolayı, toplumun yenilenebilir bir doğal kaynak olarak kabul ettiği, ekosistemin de önemli bir öğesi olan, ormanlar büyük oranda tahrip edilmiş ve çağdaş ormancılık anlayışını kabul eden gelişmiş ülkelerde daha çok koruma ve/veya hizmet yönü ağır basan çok yönlü faydalanma ilkesi ortaya çıkmıştır (Kaya 2002). Ulusal ormancılık amaçlarını gerçekleştirme kriterlerinden biri olan çok yönlü faydalanma ilkesi; çevrenin korunması ve yönetilmesi, doğal kaynakların kullanımı ve sürdürülebilir ormancılık ve orman yönetimi konusunda bir dönüm noktası olarak kabul edilebilir.

"Sürdürülebilir Orman Yönetimi" ise ilk olarak 1993 yılında Helsinki Konferansı'nda bütün Avrupa ülkelerinde de kabul görecek şekilde tanımlanmıştır. Buna göre; gelişmekte ve dinamik bir kavram olarak, birçok ormanın sosyal, çevresel ve ekonomik değerinin şu an ve gelecekteki nesiller açısından korunmasını ve zenginleştirilmesini amaçlamaktadır (www.un.org/esa/forests/, 2021). Bu konferansta ortaya konan kriter ve

göstergeler ise Avrupa ormancılığı açısından bir dönüm noktası olarak ele alınabilir. Bu açıdan bakıldığında, bu kriter ve göstergeler orman yönetimine yönelik ilerlemeyi tanımlamak, yönlendirmek, izlemek ve değerlendirmek için kullanılan yollardan biri olabilir (www.fao.org/forestry/, 2021).

Sürdürülebilir Orman Yönetiminin belli başlı unsurları şu şekilde sıralanabilir: Orman biyolojik çeşitliliği; ormanların sosyo-ekonomik fonksiyonları; orman kaynaklarının koruyucu fonksiyonları; orman sağlığı ve canlılığı; orman kaynaklarının kapsamı; orman kaynaklarının verimli-üretken fonksiyonları; ve politik, hukuki ve kurumsal çerçevelerdir (www.un.org/esa/forests/, 2021). Görüldüğü üzere her bir fonksiyon aslında insan yaşam kalitesine katkı sunan bir ekosistem hizmetidir. Bu bağlamda, ekosistem hizmetleri, ekosistemin insanlara sağladığı hizmetler ve insanların doğal varlıklardan (toprak, canlı, su) doğrudan veya dolaylı olarak temin ettikleri faydalar olarak nitelendirilebilir (Bouma and Beukering 2015).

1.1 Ekosistem Hizmetleri

Ekosistem hizmetleri kavramı 1800'lü yılların ortalarından bu yana; Fairfeld OSBORN, George PERKINS, William VOGT, Marsh ve Aldo LEOPOLD, Walter E. WESTMAN, Eugene ODUM gibi, birçok doğa bilimci tarafından kullanılmaya başlanmıştır (Mooney *et al*. 1997, Kumar 2010, Çokçalışkan 2016).

Geçmişten günümüze uzanan sürece bakıldığında ise insan topluluklarının doğadan yararlanma ve bağımlılıkları yapılan bilimsel çalışmalarda tartışılmakta, verimli ekosistemlerin insanın huzur ve ekonomisine fayda sağlamak için sunmuş olduğu hizmetlere önemli vurgu yapmaktadır (Häyhä and Franzese 2014). Westman (1977) yılında, ekosistemlerin sunmuş olduğu sosyal değerin, toplumu oluşturan bireylerin daha anlamlı ve bilinçli yönetim, politika kararları alıp uygulayabilmesi için bu sosyal faydaları "doğanın hizmetleri" olarak nitelendirmiştir (Fisher *et al*. 2009). Yine aynı yıllarda ekosistemin sağladığı bu faydayı Wilson ve Mattthews "çevresel hizmet" olarak adlandırılmıştır (Lele *et al*. 2013).

2000'li yıllara gelindiğinde ekosistemin sunmuş olduğu hizmetlere politik ve ekonomik ilginin artması, kavramın daha yaygın kullanılması açısından önemli bir dönem olmuştur. Dönem açısından değerlendirildiğinde Costanza *et al*. (2014) tarafından çeşitli araştırmalar yapılmış ve dünyada ilk defa ekosistem hizmetlerinin parasal değerlerinin hesaplandığı bir çalışma yapılmasına rağmen, çok farklı çerçevede eleştiri almıştır. Eleştirilere rağmen çalışmada özellikle parasal değer boyutunun ön plana çıkmış olması ekosistem hizmetleri ile ilgili daha fazla araştırma yapılması hususunu etkin duruma geçirmiştir. Ayrıca ekosistem hizmetleriyle ilgili politikaların oluşturulması konusunu da güçlü bir gerekçeyle gündeme getirmiştir (Gómez-Baggethun and De Groot 2010).

2001 yılında yaşanan en önemli olaylardan biri olarak Binyıl Ekosistem Değerlendirmesi (MEA)'nin resmi olarak ortaya çıkmış olmasıdır. Dünya Kaynakları Enstitüsü (Word Resources Institute) tarafından hazırlanan MEA oldukça etkileyici rakamlarla insan refahı ile ekosistem değişikliği arasındaki ilişkiyi küresel boyutta değerlendirmeyi amaçlamaktadır (Pistorius *et al*. 2012). Ayrıca bu değerlendirme raporları, insanların ekosistemlerden elde ettiği faydalara, ekosistem hizmetlerindeki değişikliklerin insan refahını nasıl etkilediğine, ekosistem değişikliklerinin gelecek yıllarda insanları nasıl etkileyebileceğine ve yerel, ulusal veya küresel ölçeklerde benimsenecek insan refahına ve yoksulluğun azaltılmasına katkıda bulunma yollarına odaklanmaktadır (Costanza 2003). Binyıl Ekosistem Değerlendirme raporları sadece değerlendirme raporu olarak görülmeyip çeşitli çalışmaların başlatılmasına ve küresel ölçekte birçok girişime öncülük etmiştir. Bu çalışmaları şu şekilde özetleyecek olursak; Ekosistem ve Biyoçeşitlilik Ekonomisi (TEEB – 2007), Avrupa Birliği Stratejik Çevresel Değerlendirme Yönergesi (SEA – 2007), Biyoçeşitlilik Göstergesi Ortaklığı (BIP – 2006), İngiltere Ulusal Ekosistem Değerlendirmesi (NEA – 2007), Ekosistem Hizmetleri Ortaklığı (ESP – 2008) olarak sıralanabilir.

Görüldüğü üzere ekosistem hizmetleri konusu, küresel çevre ölçeğinde doğal kaynaklardan daha çok fayda sağlamaya, mutlak koruma dışında kullanarak korumaya yönelten bir dizi değişim olarak açıklanabilmektedir. Ülkemizde kullanarak koruma yaklaşımı Dokuzuncu Beş Yıllık (2007 – 2013) Kalkınma Planında ormancılıkta da temel prensip olan "sürdürülebilir kullanım" hedefiyle (Anonim 2006)

açıklanabilmektedir. Ayrıca bu temel prensip ölçeğinde ekosistem hizmetlerine katkıda bulunan ekosistem işlevlerinin farklı sınıflandırma sistemlerine sahip olduğu ve incelenmesi gereken konular arasında yer alması gerektiği de söylenebilir. On Birinci (2019-2023) Kalkınma Planına gelindiğinde ise ekosistemler ve ekosistem hizmetlerinin korunması, onarımı ve sürdürülebilir kullanımının sağlanmasına yönelik sıkça kullanılan kavramlar yer almaktadır (SBB 2019).

1.2 Ekosistem Hizmetlerinin Sınıflandırılması

Ekosistem hizmetlerinin sınıflandırmasında farklı açılardan, farklı gruplar, sağladıkları fayda durumuna göre birçok görüş ortaya atılmıştır. Costanza *et al*. (1997) ve Daily *et al*. (1997) tarafından yapılan birçok çalışma ekosistem hizmetlerinin sınıflandırılmasına referans olarak gösterilmiş olmasına rağmen ekosistemin sağladığı tüm hizmetleri ifade etme konusunda yetersiz kaldığı görülmektedir. Yapılan literatür araştırmaları kapsamında en yaygın kullanılan sınıflandırma şeklinin ise MEA (2005) tarafından hazırlanan ve dört kategoriden oluşan ekosistem hizmetleri; kaynak sağlayan, destekleyici, kültürel ve düzenleyici hizmetler şeklinde sınıflandırma biçimi oluşturmaktadır. Bu sınıflandırma biçimi Çizelge 1.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 1.1 Ekosistem hizmetlerinin sınıflandırılması (MEA 2005)

Kaynak Sağlayıcı Hizmetler	✓ Gıda üretimi ✓ Tatlı su ✓ Biyolojik hammadde ✓ Enerji ✓ Genetik kaynaklar ✓ Biyokimyasal ve tıbbi ürünler ✓ Dekoratif kaynaklar ✓ Diğer kaynak sağlayıcı hizmetler
Destekleyici Hizmetler	✓ Türler için habitat oluşturma ✓ Fotosentez ve toprak formasyonunun oluşması ✓ Birincil üretim ✓ Fotosentez ✓ Besin döngüsü ✓ Su döngüsü ✓ Diğer destekleyici hizmetler
Kültürel Hizmetler	✓ Rekreasyon ve turizm olanakları ✓ Estetik değerler ✓ Manevi ve etik değerler ✓ Eğitim değeri ✓ Diğer kültürel hizmetler
Düzenleyici Hizmetler	✓ Suyun kalitesi ve atık arıtımı ✓ Erozyon önleme ✓ Hava kalitesinin düzenlenmesi ✓ Karbon tutumu ✓ Mikro-klima ve ekstrem iklim olaylarını düzenleme ✓ Diğer düzenleyici hizmetler

Bu sınıflandırmada doğrudan doğruya insanların kullandıkları hizmetler kaynak sağlayıcı ve kültürel hizmetler olurken, insanlara dolaylı olarak fayda sağlayan hizmet grubu ise destekleyici ve düzenleyici hizmetler olmaktadır (MEA 2005). Ekosistem hizmetlerine ilişkin açıklamalar aşağıda yer almaktadır.

1.2.1 Kaynak sağlayıcı hizmetler

Ekosistem içerisinde insanların doğadan doğrudan fayda sağladıkları ve kullandıkları ürünlerden meydana gelmektedir. Bu ürünler; gıda üretimi, tatlı su, biyolojik hammadde, enerji, genetik kaynaklar, biyokimyasal ve tıbbi ürünler, dekoratif kaynaklar gibi kaynak sağlayan hizmetleri oluşturmaktadır. Ekosistem hizmeti anlayışında gıda üretimi, tatlı su ve temiz hava gibi kaynak sağlayıcı bir hizmettir. İnsanların temel ihtiyacı olan gıda üretimi bitkiler, hayvanlar ve diğer canlı gruplarından temin edilen gıda ürünleriyle ekosistemde doğadan toplama yoluyla sağlanan ürünlerdir. Bu temel hizmet ürününün sürdürülebilir bir şekilde sunulmasını sağlamak için birçok ekosistem

hizmet anlayışına gerek duyulmaktadır (Cooper *et al*. 2000). Su ise hem insan refahının hem de gelişen ekonominin temel bir bileşenidir. Birçok düzenleyici, tedarik edici, destekleyici ve kültürel hizmet su ile ilgilidir (Brauman *et al*. 2007). Kısaca su hizmeti, bir ekosistemin tüm bileşenleri ve tüm ekosistem hizmetleri birbirine bağlı olsa da sahip olduğu konum nedeniyle dünyanın iklimi ve biyolojisi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Biyolojik hammadde, enerji özellikleri açısından gübre, ahşap ve diğer biyolojik materyalleri kapsamaktadır. Orman ekosistemlerinden sağlanmakta olan önemli hammaddelerden biri olan odun ve odun dışı orman ürünleri toplumdan gelen talebe göre birçok sektörde hammadde olarak kullanılmaktadır (Pamukçu 2015). Enerji, genetik kaynaklar, dekoratif kaynaklar, biyokimyasal ve tıbbi ürünler gibi hizmetler ise ticari açıdan değerlendirilmede kullanılan kaynak sağlayıcı diğer ekosistem hizmetleridir (Barthlott *et al*. 2005).

1.2.2 Destekleyici hizmetler

Bu hizmet, diğer tüm hizmetlerin üretilmesi ve uzun vadeli süreçlere (toprak oluşumu ve tutulması, habitat sağlanması, besin döngüsü ve oksijen üretimi) destek olacak hizmetleri kapsamaktadır. Doğal olan süreçleri içerdiği ve insanlar üzerinde oluşan etkileri görmek oldukça zor olduğu için destekleyici hizmetlerin oluşum süreci uzun zaman almaktadır (Akkurt ve Akten 2021).

1.2.3 Kültürel hizmetler

Kültürel ekosistem hizmetleri "insanların ruhsal zenginleştirme, bilişsel gelişim, yansıtma, rekreasyon ve estetik deneyimler yoluyla ekosistemlerden elde ettiği maddi olmayan faydalar"dır (MEA 2005). Bu hizmetlerin faydaları insanlara sunmuş olduğu sağlık, öğrenme, sosyal bağlantılar, duyusal deneyimler, kültürel ve sembolik değerler olduğu için sosyo-ekolojik araştırmalarda ön plana çıkmaktadır. Ayrıca bu hizmete olan talep kentsel veya kırsal alanda yaşayan insanlara, kent ortamındaki hızlı yaşam koşullarına, demografik, sosyo-kültürel ve sosyo-ekolojik yapı ile bağlantılı olarak değişiklik göstermektedir (Bolund and Hunhammar 1999).

1.2.4 Düzenleyici hizmetler

Ekosistemler tarafından sağlanan düzenleyici hizmetler oldukça çeşitlidir ve ekosistem döngüsü içerisindeki süreçlerin düzenlenmesi sonucunda elde edilen faydalardır. Bu hizmetlere suyun kalitesi ve atık arıtımı, erozyon önleme, hava kalitesinin düzenlenmesi, karbon tutumu, mikro-klima, ekstrem iklim olaylarını düzenleme ve bitkilerin tozlaşması gibi faydalar örnek gösterilebilir (Smith *et al*. 2011). Suyun kalitesi öncelikle bitki ve mikrobiyal besin alımı, asit tamponlama, organik kirletici parçalanması ve denitrifikasyon dahil olmak üzere birçok süreç ile belirlenmektedir. Arazi kullanım uygulamaları, havzalardaki hidrolojik süreçlere etki eden en önemli etmenlerden biridir (Öztürk vd. 2013). Hidrolojik süreçlere olan etkenlerden biri de su kirliliği olup, arazi kullanımı ve su kalitesi konusunda doğrudan doğruya ilişkilidir (Meneses *et al*. 2015). Orman formasyonunun su kaynakları üzerinde ise taşkınları önleme, su verimi sürekliliğini sağlama, su ekonomisini düzenleme, içme suyunun kalite ve kantitesini yükseltme gibi genel işlevleri mevcuttur (Tuncer ve Kaya 2010). Atık arıtımına gelindiğinde ise ekosistemin sahip olduğu fiziksel ve kimyasal özellikler sayesinde kaynağı insan olan evsel ve tarımsal kullanımlarına bağlı olarak gerçekleşip belli bir süre boyunca arıtılabilmektedir (Ahmed and Osibanjo 2005). Atık arıtımı ve suyun temizlenmesinde ayrıca birçok faktör önemli rol oynamaktadır. Bu faktörlerden biri olan ormanlarda bulunan organik madde ve ölü örtü topraktaki yıkanma sebebiyle azotun taşınmasını önlemekte ve yüzeysel akışı azaltarak suyun temizlenmesini ve atık suyun arıtımını sağlamaktadır (Yang *et al*. 2015). Bir diğer düzenleyici hizmet ise erozyon önleme fonksiyonudur. Erozyon, dönüştürülebilir arazi kayıplarıyla birlikte yanlış arazi kullanımı yönetimleriyle birlikte ortaya çıkan en önemli ve düzeltilebilir çölleşme sorunlarının başında gelmektedir. Doğal etkenlerden ziyade, daha çok plansız ve programsız arazi yönetimlerinin ve kullanımlarının sonucunda meydana gelen ve sürekli gelişen bir durum olarak ortaya çıkmaktadır (Montgomery 2007). Bu nedenle, programlı uygulanan erozyon kontrol hizmetleri, toprak kaybını azaltmaya ve ekosistem hizmetlerini sürdürmeye yardımcı olabilmektedir. Ormanlar ise arazi kullanım yönetimi içerisinde doğru bir şekilde yönetildiğinde, erozyon önleme kontrolünde birçok fayda sağladıkları için bu süreçte çok önemli bir rol oynamaktadır (Vatandaşlar vd. 2020). Doğru yönetilen bir orman ekosistemi erozyonu azalttığı ve sediment taşınımını

minimuma indirmesinden dolayı toprağın korunmasına da büyük ölçüde yardımcı olacaktır. Bir diğer düzenleyici hizmet ise hava kalitesinin düzenlenmesidir. Ekosistemler doğrudan atmosferdeki emisyonlara katkıda bulunur. Ekosistemlerden kaynaklanan bu emisyonlar ise, atmosferdeki kimyasal işleme yoluyla dolaylı olarak hava kirliliği seviyelerine etkide bulunurlar. Bu etkilerden en önemlisi, özellikle yaz aylarında ozon oluşumuna önemli ölçüde katkıda bulunan izopren gibi reaktif uçucu organik bileşiklerin (VOC'ler) emisyonudur (Anonymous 2009). Atmosfere salınan emisyonları veya atmosferden kaynaklanan birikimi azaltmaya yönelik önlemler, ekosistemler tarafından hava kalitesi düzenlemesi potansiyelini artırabilir. Bunun temel nedeni, ekosistemler tarafından atmosferde biriken veya atmosferden emilen herhangi bir kirleticinin, konsantrasyonlar veya birikme oranları yüksek olduğunda bu ekosistemler üzerinde olumsuz etkilere sahip olma olasılığının daha yüksek olmasıdır (Anonymous 2012). Ayrıca hava kalitesini kimyasal kirleticilerle birlikte alerjenlerin ve özellikle polen sporlarının salımını da değiştirerek düzenlemektedir (Spieksma *et al*. 2003). Düzenleyici hizmetler kapsamında değerlendirilen bir diğer hizmet fonksiyonu ise karbon tutumudur. Karasal ekosistemler, fotosentez sırasında atmosferik karbon dioksit (CO_2) havuzundan karbon (C) alır ve çoğunu yanma veya bitki, hayvan ve mikroorganizmaların solunumu yoluyla geri verir (Lorenz 2013). Orman alanları okyanuslardan sonra en büyük karbon havuzu konumundadırlar. Karbon tutumu ise karbon yoğunluğu, ölü örtü ve organik madde gibi uzun dönemli yönetim uygulamaları orman tipine bağlı değişkenlik göstermektedir (Powers *et al*. 2011). Geniş yapraklı ve ibreli karışık ormanlarla, herdem yeşil geniş yapraklı ormanlar kıyaslandığında, CO_2 emisyon dengesi bakımından herdem yeşil yapraklı ormanlar daha iyi bir potansiyele sahip olduğu ortaya çıkmaktadır (Zhang *et al*. 2007). Yine küresel iklim değişikliği azaltımı sera gazı durumundaki yıllık karbon stoklarına ve bu stoklarda meydana gelen değişimlere bağlı olarak değerlendirilebilmektedir (Birch *et al*. 2014) Ayrıca orman ekosistemleri kendilerine has mikro-klima koşulları yaratarak ekstrem iklim olaylarını düzenlemektir. Özellikle, bitki örtüsü mikro-klimayı üç şekilde düzenler. Bunlar; (i) gelen güneş radyasyonunu yakalayarak, (ii) buharlaşma süreci yoluyla ve (iii) hava hareketini ve ısı alışverişini değiştirerek etki etmektedir (Skelhorn *et al*. 2014). Orman ekosistemlerinin sahip olduğu bitki örtüsü güneşten gelen kısa dalga boylu radyasyonun büyük kısmını kendisi absorbe ettiğinden atmosferin aşırı ısınmasını engeller. Ayrıca

yer ile yaprakların alt kısmı arasında çok kuvvetli bir mikro-klima alanı oluşturmaktadır. Gündüzleri doğrudan etki eden güneş radyasyonundan, soğuk kış günleri ve gecelerinde yaşanan aşırı soğuk hava dalgalarından kaynaklanan olumsuz durumlara karşı toprak ve toprak içerisinde yaşayan canlılara belirli koruma alanı oluşturmaktadır (Kayhan 2006).

Buraya kadar açıklanan ekosistem hizmetlerine bakıldığında geçmişte orman kaynakları kullanımı sadece odun hammaddesi sağlama ve yararlanma olarak değerlendirilirken, günümüzde değişen ve gelişen ihtiyaçlar ve beklentilerin çeşitlilik göstermesi neticesinde orman ekosistemlerinden faydalanma biçimleri de farklılık göstermiştir (Keleş vd. 2018).

1.3 Değer, Fiyat ve Değer Belirleme Kavramları

Orman kaynaklarından sağlanan mal ve hizmetlerin genel anlamda etkin bir pazarının bulunmamasından dolayı bu değerleri ortaya çıkarmaya yönelik araştırmalara daha çok 20. yüzyılın son çeyreğinde başlanmıştır (Eker 2005). Bu konudaki ilk bilimsel çalışmalar Martin FAUSTMANN tarafından yapılmıştır. Faustmann'ın yapmış olduğu çalışmada orman arazi değerini belirlemek üzere geliştirmiş olduğu formül (Faustmann Formülü), "en yüksek arazi safi hasılatı teorisi"nin geliştirilmesinde kullanılmıştır. Ormancılık alanında ilk değer belirleme araştırmaları ise pazar fiyatı ve piyasası bulunan mal ve hizmetler üzerinde olmuştur. Değişen ve gelişen zaman içerisinde ise toplumun beklentileri ve talepleri farklılaştıkça orman kaynaklarından beklentiler de değişmiştir. Bu anlamda 1960'lı yıllarda orman kaynaklarından elde edilen ve pazarı olmayan ürün ve hizmetler konusunda çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Bilimsel anlamda ilk çalışma ise Marion CLAWSON tarafından ekonomik açıdan rekreasyon değerinin katkısı üzerinde yapılan çalışma olmuştur. Bu amaçla rekreasyon değerini hesaplamaya yönelik yöntemler geliştiren Clawson and Knetsch (1963) tarafından önerilen Koşullu Değer Belirleme Yöntemi ve Seyahat Maliyeti Yöntemi bu anlamda rekreasyon değerini hesaplamada ilk kullanılan yöntemler olmuştur (Bekiroğlu 1998, Deniz 2012). İktisadi düşüncede değer kavramını açıklamak ise kullanım ve mübadele olmak üzere ikiye ayrılarak kullanılmaktadır. "Fayda" kullanım değeri olarak

kullanılırken, “fiyat” mübadele değeri olarak ifade edilmektedir (Kaya 2002). Mübadele değerini ilk ortaya atan Aristo ise mübadele ve kullanım değeri şeklinde iki ayrımı ifade etmiş ilk düşünür olarak da kabul edilmektedir. Aristo’ya göre “soyut emek” mübadele değerinin temel belirleyicisi olup emek gücünün harcanmasıdır şeklinde ifade etmiştir (Göçmen 2009). Mübadele değeri aslında “fiyat” anlamına gelmekte olup amacı finansman olan kaynaklara hizmet eden ve hizmet kaynağının kullanımı neticesinde toplumdaki para akışını ifade etmektedir (Kaya 2002).

Bu doktora tezi çalışmasında orman ekosistemlerince üretilen karbon depolama, oksijen üretme, kaliteli su üretme gibi pazarı olmayan hizmetlerin değerinin belirlenebilmesi amacıyla; bu gibi işlevlerin kullanım değerlerinin belirlenmesine yönelik çalışmalar yapmak doktora tezi araştırmasının başlıca amaçlarından birini oluşturmaktadır. Ancak önce değer, fiyat ve değer belirleme kavramlarından kısaca bahsedilmiştir.

Öncelikle değer kavramına iktisadi açıdan bakılacak olursa, bu kavram ilk olarak M.Ö 4. yüzyılda Aristo tarafından ortaya atılmıştır. Değerin asıl kaynağının ihtiyaç olduğunu savunarak, mübadele ve kullanım değeri ayrımını gerçekleştiren ilk bilim insanı olmuştur (Demirci 2017). Aristo’nun değer ifadesiyle ilgilenmesinin en büyük nedeni bir mal için istenen fiyatın adil olup olmadığını sorgulamak istemesinden kaynaklanmaktadır. Yani Aristo’ya göre bir malın değişim değerinin kaynağı o malın kullanım değeridir (Bocutoğlu 2012).

16. yüzyıl boyunca ve 17. yüzyılın ilk yarısına gelindiğinde değer kavramı fayda yaklaşımı odaklı açıklanmıştır. Bu yaklaşıma göre tüketici tercihleri ön planda olup faydaya olan talebin ana noktaları üzerinde durulmuştur (Demirci 2017). 17. yüzyılın sonlarına gelindiğinde ise Kartezyen düşünceye sahip olan iktisat teoricileri, öznel değer teorisini bırakarak nesnel bir yaklaşım öngörerek üretim sorununa dikkat çekmişlerdir. Bu düşüncenin öncü değerlerinden biri olan William Petty, doğal değerin belirleyici faktörlerini emek ve doğal kaynaklar gibi üretim faktörleri olarak nitelendirmiştir. Yani herhangi bir ürünün gerçekleşen fiyat (piyasa fiyatı), o ürünün doğal fiyatına (doğal değerine) göre sürekli değişmektedir (Demirci 2017).

18. yüzyılın ikinci yarısında başlayan sanayi devriminin etkisiyle iktisadi düşünce yapısında değişiklikler meydana gelmiştir. Bu çerçevede ön plana çıkan bir yaklaşım olan ve Karl Heinrich Marx tarafından geliştirilen Marksizm düşüncesi, bir malın değişim değeri ve kullanımı değeri olmak üzere iki değerinin olduğunu savunmuştur. Marx'ın bu düşüncesine göre değeri ön plana çıkaran, o malın üretimi için harcanan emektir. Fayda yani kullanım değeri, bütün servetin ana noktasını oluşturup, kullanım değeri olmadığı durumda değişimin değerinden de bahsedilemeyecektir (King and McLure 2014).

19. yüzyılın son çeyreği ve 20. yüzyılın başlarına gelindiğinde neo-klasik düşünceyi benimseyen iktisatçılar daha çok değer-emek teorisini ön plana çıkararak, klasik düşünürlerin tam tersine ürünün değerini belirlemede toprak ve sermaye gibi diğer üretim faktörlerinin de etkili olabileceğini savunmuşlardır (Ersoy 2012). Yani mübadele değerini fayda (kullanma değeri) olarak açıklamışlardır.

19. yy'ın sonlarına doğru marjinalizmin ortaya çıkışıyla birlikte değer teorisi önemini yitirerek mikro iktisadi öğretide fiyat analizleri egemen olmuştur (Uzunyayla 2017). Fiyat kavramı kısaca parayla ifade edilen değer biçiminde ifade edilebilir. Yani fiyat; mal ya da hizmetleri satın almak için gereken, bir satıcının mal ya da hizmetler üzerindeki hakkından vazgeçmek için istediği para miktarı olarak tanımlanmaktadır (Woelfel 1994). Bu tanımlamadan da anlaşılacağı üzere fiyat ile değer birbiriyle yakın ilişkili kavramlardır. Aslında fiyat değerin ölçüsüdür. Bununla birlikte fiyat, değer demek değildir. Bir mal veya hizmetin gerçek değerini onun fiyatı yansıtmayabilir. Fiyatın tam olarak değer anlamına gelebileceği tek bir nokta bulunmaktadır. O noktada da piyasa için tam rekabet şartlarının gerçekleşmiş olması gerekir. Değerin tam karşılığı olan fiyat doğal fiyat olarak adlandırılır. Ancak gerçek dünya koşulları tam rekabet şartlarının sağlandığı bir piyasanın bulunmasına engeldir. Gerçek dünyada uygulanan fiyat, piyasa fiyatı olarak tanımlanır. Piyasa fiyatı talebe bağlı olan ve yönlendirmeye açık bir kavramdır (Ertuğrul 2008). Ayrıca bir mal ve hizmetin piyasada değişime konu olması için mutlaka fiyatının olması gerekir. Ekosistem piyasalarının kurulumu için de ekosistem mal ve hizmetlerinin tanımlanması ve fiyatının belirlenmesi gereklidir (Uzunyayla 2017). Fiyat aslında ürün ya da hizmetin birim değeridir.

Çevre iktisatçıları çevresel hizmetlere parasal değer biçilmesini başlıca konulardan biri olarak kabul etmişlerdir. Bu konuya dikkat çekmelerinin nedeni ekonomik çalışmalarda bu hizmetlerin birçoğunun bedava ele alınmasını sorun olarak görmeleridir. Çevrenin sunmuş olduğu hizmetler piyasada bir değeri olan ürün ve hizmetler gibi alınıp satılamamaktadır. Fiyatları yoktur. Fiyatı olmayan bir şeyin fiyatı olduğu duruma göre daha çok talep edileceği ve bu durumun sonucunda doğal çevrenin aşırı kullanılacağı öne sürülmektedir (Uzunyayla 2017).

Değer belirleme kavramı ise "paha biçmek", "kıymet takdir etmek", "bir malın ya da hizmetin değerini ya da derecesini hesaplamak" anlamlarına gelmektedir. Değer belirlemenin amacı, insanların ekosistem süreçlerinden elde ettikleri faydalar konusundaki tercihlerini parasal olarak ölçmektir (Deniz 2012).

Ormancılıkta değer belirlemenin gerçekleşebilmesi için üç ana nokta üzerinde durulmaktadır. Bunlardan birincisi, değerlendirme amacının saptanmasıdır. Örneğin $1m^3$ kayın odununun değeri onu alan ve satan arasında farklılık göstermektedir. İkincisi, değer belirlemede kullanılacak uygun yöntem veya yöntemlerin seçimidir. Örneğin bir orman alanının odun üretimi açısından değerinin belirlenmesinde kullanılan yöntem ile o alanın rekreasyon açısından kullanım değerinin belirlenmesinde kullanılan yöntem farklı olabilmektedir. Üçüncü ise, değerlerin ölçülmesi olarak söylenebilmektedir. Bu üçüncü işlem ormancılıkta oldukça zor işlerden birini oluşturmaktadır (Davis 1966, Bekiroğlu 1998).

İktisat alanında tartışma konusu olan değer, doğal kaynak yönetimi alanında da anlaşılmaya çalışılan bir kavram olmuştur. Doğal kaynakların sürdürülebilirliklerinin sağlanması ve daha etkin yönetilmesi için sosyal ve ekonomik açıdan yapılan faaliyetlerin çevreye yaptığı olumlu ya da olumsuz etkilerin (fayda ve maliyetlerin) değerlendirilmesi ve bu faaliyetlerin ekonomik değerinin parasal olarak ifade edilmesi gerekmektedir. Doğal kaynakların toplumun hizmetine sunduğu ürün ve hizmetlerin karşılıklarının parasal olarak ifade edilerek, bu değerlerden oluşan toplam değerin belirlenmesi yaklaşımı ortaya atılmış ve bu yaklaşım neticesinde Toplam Ekonomik Değer (TED) kavramı ortaya çıkmıştır (Türker 2013).

TED kavramı yaklaşımının amacı; çevresel değerlerin en uygun kullanımını sağlayarak, kaynakları en etkin, verimli biçimde tahsis etmek ve toplumsal refahı sağlamaktır (Demirci 2017). TED'i oluşturan bileşenler çok farklı ana ve alt öbeklere ayrılmaktadır. Ormanlar için kullanılmakta olan toplam ekonomik değer kavramı; etken (aktif – faal) kullanım değerleri (doğrudan, dolaylı ve seçenek) ve edilgen (pasif) kullanım değerleri (varlık ve miras değeri) olmak üzere iki ana bileşene ayrılabilir (Türker 2013).

Aktif kullanım değeri, kişilerin doğal kaynağı doğrudan doğruya kullanarak elde ettikleri fayda olarak tanımlanmaktadır (Akgüngör 1997). Doğrudan kullanım değeri, ormanların doğrudan kullanımından elde edilen faydalar olarak nitelendirilmektedir. Tomruk ve yakacak odun gibi odun kökenli orman ürünlerini, reçine, mantar, tıbbi bitkiler gibi odun dışı orman ürünleri ile rekreasyon, avcılık gibi diğer hizmetlerin ekonomik değeri bu kapsamda ele alınmaktadır (Merlo and Croitoru 2005). Dolaylı kullanım değerleri, insanların çevresel kaynakların dolaylı kullanımından dolayı elde ettikleri faydayı ifade etmektedir. Toprak muhafaza, sel ve taşkınların önlenmesi, karbon tutumu, biyolojik çeşitlilik, hava kirliliği gibi işlevlerin ekonomik değerleri bu kapsama dahil edilmektedir (Merlo and Croitoru 2005). Seçenek değeri ise herhangi bir ürün ya da hizmeti insanlar normal durumlar altında kullanmıyor olsa bile, o ürün ve hizmetleri bir gün kullanabilme tercihlerinin olmasından dolayı, konu edilen ürün ve hizmetler için ifade ettikleri parasal ya da ekonomik değer olarak tanımlanmaktadır (Türker 2008).

Pasif kullanım değeri, kişilerin bir doğal kaynağı ticari, rekreasyonel ya da başka bir amaç için kullanmasalar bile, o doğal kaynağa önem vermelerinden dolayı atfettikleri değerdir (Hackett 2006). Varlık değeri, kişilerin doğal kaynaktan bugün ya da gelecekte fayda elde etmeyi beklemedikleri halde, bu kaynağın varlığının korunmasını istedikleri için ortaya çıkmaktadır. Örneğin kişilerin ziyaret etme imkanları olmasa bile, bir bölgenin ya da bir ormanın su niteliğinin korunmasını isteyebilirler (Akgüngör 1997). Miras değeri ise kişilerin gelecek nesillere bırakmayı düşündükleri bozulmamış doğal kaynaklar için ödeme eğilimi şeklinde tanımlanmaktadır (Gürlük 2006).

1.4 Ormancılıkta Değer Belirleme

Ormancılıkta değer belirleme çalışmaları, değeri belirlenecek olan ürünün çeşitli özellik ve niteliklerine göre iki kısma ayrılmaktadır. Bunlar; (i) Pazarı Olan Orman Mal ve Hizmetlerinin Değerlerinin Belirlenmesi, (ii) Pazarı Olmayan Orman Mal ve Hizmetlerinin Değerlerinin Belirlenmesi olarak ifade edilebilir.

Doğrudan pazarlanabilen, kullanım değerine sahip olan, pazarda sabit bir fiyatı oluşabilen ürünler pazarı olan mal ve hizmetler olarak değerlendirilmektedir. Ormancılıkta pazarı olan orman ürünlerini; tel direği, yakacak odun, maden direği, tomruk, sanayi odunu gibi odun hammaddesi oluştururken, kök, yaprak, mantar, süs bitkileri, tıbbi bitkiler, kabuk, reçine, sığla yağı gibi odun dışı orman ürünleri ile avcılık, otlatma gibi diğer hizmetler oluşturmaktadır (Türker 2008).

Pazarı olan orman mal ve hizmetlerinin değerlerinin belirlenmesine kullanılan yöntemler ise doğrudan kullanılan değer belirleme ve dolaylı kullanılan değer belirleme yöntemleri şeklinde iki kısımda incelenmektedir (Bekiroğlu 1998).

Doğrudan değer belirleme yöntemleri, belirli çevresel şartlar için bedel kabul etme veya kişilerin ödeme istekliliklerini elde etmeyi savunmaktadır. Doğrudan değer belirleme yöntemleri içerisinde yer alan vekil piyasa yaklaşımı veya açığa vurulan tercih teknikleri, ekosistem ürün ve hizmetlerinin parasal değerini belirlemek için bireylerin gerçek piyasalardaki davranışlarını temel alır. Sözü edilen tercihler veya deneysel teknikler ise, hipotetik (varsayımsal) piyasa şartları oluşturmayı hedefler ve bu hipotetik piyasalardan belirli çevresel şartlar için bireylerin ödeme veya kabul etme isteklilikleri elde edilir (Connelly and Smith 1999). Dolaylı değer belirleme teknikleri ise değerlendirilmekte olan ekosistem ürün ve hizmetleri için doğrudan açığa çıkarılan veya ifade edilen tercihleri ölçmeyi amaçlamamaktadır (Pearce *et al*. 1994).

1.4.1 Pazarı olan ürün ve hizmetlerin ekonomik değerinin belirlenmesi

Pazarı olan ürün ve hizmetlerin ekonomik değerinin belirlemesinde, bu tür ürün ve hizmetler için bulundukları pazarın etkinliğine göre etkin pazar fiyatı ve gölge (vekil) fiyatına göre değer belirleme biçiminde farklı bir sınıflandırma yapmak da mümkündür.

Etkin pazar fiyatı yöntemi, bir mal veya hizmetin miktarındaki veya kalitesindeki değişiklikleri değerlendirmek için kullanılabilir. Eğer bu ürünler pazarda doğrudan alınıp satılıyorsa, ortaya çıkan pazar fiyatı aynı zamanda mübadele fiyatıdır (Abila *et al*. 2005). Çevresel kaynakların değerini tahmin etmenin en anlaşılır yolu, bu kaynakların pazar fiyatlarına bakmaktır. Etkin bir pazarda ürün ve hizmetler, marjinal ürün değeri üzerinden fiyatlandırılmakta ve bu fiyat düzeyi kaynak kullanımının tüm seçenek maliyetlerini yansıtmaktadır (Bishop 1999). Bu yöntemle ekonomik değeri belirlenebilecek ekosistem ürün ve hizmetlerine; odun ürünleri üretimi, odun dışı bitkisel ürün üretimi ya da su ürünleri üretimi gibi örnekler verilebilir.

Pazarı olan ürün ve hizmetlerin ekonomik değerinin belirlenmesinde kullanılabilecek bir diğer yöntem de gölge/vekil fiyatına göre değer belirleme yöntemidir. Gölge fiyatı değer belirleme yöntemi, bazı çevresel kaynakların kendilerine ait doğrudan doğruya pazarları olmaması durumunda en iyi seçeneğin satın alınması için katlanılması gereken maliyeti yansıtmaktadırlar. Bu sebeple ikame ürünlerin fiyatı vekil/gölge fiyatı olarak nitelendirilmektedir (Abila *et al*. 2005). Gölge fiyatlar, piyasada gözlemlenen fiyatların yetersiz olduğu ya da fiyatın hiç oluşmadığı durumlarda toplumsal fayda ve maliyetleri yansıtması için mallara ve faktörlere bağlanan fiyatlardır (Kaplan 2014).

Bu çalışma kapsamında Murat Nehri Havzasında bulunan orman alanlarının depoladığı karbonun ekonomik değerinin belirlenmesinde "karbonun piyasa değeri" yaklaşımı kullanılmıştır. Bu yönteme ilişkin detaylı açıklamalar Bölüm 3.2.4'te açıklanmıştır.

Ek olarak Murat Nehri Havzasında bulunan orman alanlarının oksijen üretimi hizmetinin ekonomik değerinin belirlenmesinde ise "gölge/vekil fiyatı değer belirleme

yöntemi"nden yararlanılmıştır. Bu yönteme ilişkin ayrıntılı açıklamalar da Bölüm 3.2.5'te bulunmaktadır.

Ormancılıkta pazarı olmayan mal ve hizmetler; insanların çevresel kaynakların dolaylı kullanımından yani belirli bir pazar fiyatı bulunmayan, doğrudan alınıp satılmayan dolaylı elde ettikleri faydaları ifade eden mal ve hizmetlerdir. Orman kaynağının toprak muhafaza, sel taşkını, çığ önleme, içme suyunun temizlenmesi ve niteliğinin artırılması, biyolojik çeşitlilik ve hava kirliliği (Perman and McGlivary 1995, Merlo and Briales 2000) gibi işlevleri dolaylı ürün ve hizmetlere örnek verilebilir.

Ormancılıkta değer belirleme yöntemleri için birçok farklı sınıflandırma bulunmaktadır. Kaya (2002), kullanılan ölçüte göre "tüketici rantı ölçütünü kullananlar" ve "tüketici rantı ölçütünü kullanmayanlar" olarak iki kısma ayırırken; Batemann *et al*. (2002), değer belirleme yöntemini "Açıklanmış Tercih Yöntemleri", "Belirtilen Tercih Yöntemleri" ve "Fayda Transferi Yöntemi" şeklinde üç gruba ayırmaktadır. Açıklanmış tercih yöntemleri kendi içerisinde seyahat maliyeti yöntemi (SMY), hedonik fiyatlandırma yöntemi (HFY) ve hedonik seyahat maliyeti yöntemi (HSMY) şeklinde üç kısma ayrılmaktadır. Belirtilen Tercih Yöntemleri; koşullu değer belirleme yöntemi (KDBY), koşullu sıralama yöntemi (KSY), seçim deneyleri yöntemi (SDY) ve katılımcı yöntemler (KY) olmak üzere dört gruba ayrılmaktadır (Bishop 1999). Son olarak; Fayda transfer yöntemi ise düzeltilmiş ortalama değerlerin transferi ve fayda fonksiyonlarının transferi şeklinde iki gruba ayrılmaktadır (Hanley and Ruffell 1993). Mäler (1992) ve Freeman (1993) yapmış oldukları çalışmalarda piyasa dışı ve odun dışı orman değerini tahmin etme tekniklerini, teorik geçerlilikleri ve ekonomistler arasında kabulünü de göz önüne alarak, çalışmalara kolaylık sağlamak açısından beş geniş gruba ayırmıştır: Piyasa fiyatı değerlemesi; seyahat maliyeti modelleri, hedonik fiyatlandırma ve ikame mallar yaklaşımı dahil olmak üzere vekil piyasa yaklaşımları; orman fonksiyonları ile piyasa faaliyetleri arasındaki biyo-fiziksel ilişkilere odaklanan üretim fonksiyonu yaklaşımları; esas olarak koşullu değerleme yöntemi ve değişkenlerini içerisine alan belirtilen tercih yaklaşımları ve son olarak ikame maliyeti ve savunma harcamaları dahil olmak üzere maliyete dayalı yaklaşımlar olarak değerlendirmişlerdir.

Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (OECD) yapmış olduğu bir çalışmada pazarı olmayan orman mal ve hizmetlerin değerlerinin belirlenmesinde kullanılan yöntemleri üç kısma ayırmaktadır. Bunlar; anketlerle pazar oluşturma ve olası tüketicilerle yapılan araştırmaya dayalı yöntemler, vekil pazarlara dayalı yöntemler ve fiziksel bağlantı bilgisine dayalı yöntemlerden oluşmaktadır (www.oecd.org, 2022).

1.4.2 Pazarı olmayan ürün ve hizmetlerin ekonomik değerinin belirlenmesi

Günümüzde ormancılık ekonomisi alanında pazarı olmayan ürün ve hizmetlerin ekonomik değerini belirleme amacıyla yapılan araştırmalarda daha çok seçim deneyleri yöntemi (SDY), koşullu değer belirleme yöntemi (KDBY), seyahat maliyeti yöntemi (SMY) ve hedonik fiyatlandırma yöntemi (HFY) kullanılmaktadır (Bamwesigye 2019).

Belirtilen tercih yöntemlerinden biri olan seçim deneyleri yöntemi (SDY), son yıllarda en çok kullanılan yöntemlerden biridir. İlk olarak yetmişli yıllarda tüketici seçimlerini incelemek ve pazarlama araştırması alanlarında en çok tercih edilen yöntemler olarak kullanılmıştır (Abila *et al*. 2005). Kuramsal bir senaryoya dayalı bir yöntem olduğundan dolayı diğer benzer yaklaşımlar sergileyen yöntemler olan; (i) Koşullu Seçim Yöntemi (Contingent Choice Method), (ii) Koşullu Derecelendirme Yöntemi (Contingent Rating Method), (iii) Koşullu Sıralama Yöntemi (Contingent Ranking Method) ve (iv) İkili Karşılaştırmalar Yöntemi (Paired Comparisons Method) gibi yöntemlerden farklılık göstermektedir.

Bu yöntem, örneğin, mevcut bir durumun iyileştirilmesine yönelik ödeme eğilimlerinin doğrudan doğruya parasal olarak ölçülmesini kapsamamaktadır. Bunun yerine, nitelikli bir yaklaşım şeklinde kişilerin kuramsal seçimleri ya da alternatif yaptıkları takaslar neticesinde ortaya çıkan senaryolar arasından seçim yapmaları istenmektedir (King and Mazzotta 2000). Birol vd. (2006) çalışmalarında kişilerin bir mal ve hizmetin var olmasından değil, bu mal ve hizmetlerin kişilere sağlamış olduğu niteliklerden hoşnut olduklarını ve fayda sağladıklarını belirtmişlerdir.

Seçim deneyleri yönteminde ilk girişim değerleme problemini ortaya koymaktır. Bu çalışmalarda piyasa dışı değerleri ölçmek için, ankete katılan katılımcılara "seçim kümeleri" adı verilen bir dizi soru sunulur. Her soru için, yanıtlayıcılardan çeşitli alternatifler arasından tercih edilen bir seçeneği seçmeleri istenir. Seçim seçeneklerinden biri genellikle bir "mevcut durumu ortaya koyan" veya "eylemin olmadığı" seçim setlerinden oluşurken, diğer "değişiklik" setleri, kurucu "özellikler" veya "nitelikler" tarafından alınan seviyelerdeki varyasyonlar kullanılarak tasarlanır. Nitelikler tipik olarak, örtük fiyatların türetilmesini sağlayan ödeme aracı olarak bilinen parasal bir değişkeni temsil eder. Bundan sonra tercihleri belirlemek için kullanılacak olan anket yönteminin seçim aşaması olan tercihlerin ölçülmesi aşamasını oluşturmaktadır. Son olarak seçimlerde kullanılan logit, koşullu logit, probit, yuvalı logit, panel veri ve çok durumlu logit şeklinde tahmin yöntemleri kullanılmaktadır. Yaygın ve en çok tercih edilen yöntem modeli ise "çok durumlu logit" şeklindedir (Choi *et al*. 2010).

Hanley and Ruffell (1993)'a göre seçim deneyleri yönteminin avantajları;

- Doğal ve çevresel kaynakların meydana getirmiş olduğu çevre yönetimi ve politika oluşturma konusunda olumlu sonuçlar vermesi açısından ve çevresel kaynaklarda meydana gelen değişimlerin değerini ortaya koymaktadır.
- Bireylerin ürün ve hizmet için değer belirleme aracının ödeme aracı olarak bilinen parasal bir değişkenin direkt olarak ortaya koyulmayıp, takaslar ve seçimler durumunda değer tahminleri ortaya koyulmaktadır.
- Hesaplanabilir ve ölçülebilir bir değere bağımlı olmaksızın, çevresel bir ürün veya hizmetin değerini belirlemede kullanılabilir.

şeklinde sıralanabilir.

Birol vd. (2006) ise seçim deneyleri yönteminin dezavantajlarını;

- Kullanılan tekniğin anlaşılabilmesi güçtür.
- Arazi çalışmasında yapılan ön testler, anketler sebebiyle oldukça pahalı bir yöntem olabilir.
- Anket seçimleri arasındaki seçenekler bazı deneklerin seçenekler arasında kalmasına yol açabilir.

- Çok fazla sayıda deneklere seçenek sunulduğunda deneklerin yapılan çalışmaya ilgisi azalabilir. Bu durumda ise seçimler mantıksız olarak ortaya çıkabilir.
- Oluşturulan değer belirleme sonuçları kuramsal bir senaryo çerçevesinde oluşturulduğu için çalışmanın tasarımının yanlış sonuçlara yol açma ihtimaline hazırlıklı olmak gerekmektedir.

olarak ifade etmişlerdir.

Koşullu değer belirleme yöntemi (KDBY) özellikle maliyet-fayda analizi ve çevresel etki değerlendirmesinde yaygın olarak kullanılan basit, esnek bir piyasa dışı değerleme yöntemidir (Cummings *et al*. 1986). Son yıllarda, bu yöntem gelişmekte olan ülkelerde su temini ve sanitasyon gibi temel altyapı projeleri için bireylerin tercihlerini ortaya çıkarmak için yaygın olarak kullanılmaktadır (Merrett 2002). KDBY, ilk olarak, toprak erozyonunun önlenmesinin, doğada kamu malı olan bazı "pazar dışı faydalar" yarattığı görüşünde olan Ciriacy-Wantrup tarafından 1947 yılında önerilmiştir. Bu yötem, bu faydaları tahmin etmenin olası bir yolunu bir anket yönetimi aracılığıyla deneklerin bu faydalar için ödemeye istekli olduklarını ortaya çıkarmak için oluşturulmuş bir yöntemdir. Bu yöntem, iki ana kullanım dışı değer olan seçenek ve varlık değerlerinden sonra popülerlik kazanmıştır. Özellikle 1960'lı yıllarda çevre ekonomisi literatüründe toplam ekonomik değerlerin önemli bileşenleri olarak kabul edilmiştir (Desvousges *et al*. 1993). KDBY, rekreasyon kaynakları, yaban hayatı ve çevresel kaliteli ürünler gibi piyasa dışı malların ekonomik değerlerini ölçmek için yaygın olarak kullanılan standart yaklaşımlardan biri olarak kullanılır (Hanemann 1994). Ayrıca çevresel konforun niceliği veya kalitesindeki varsayımsal değişikliklere bağlı olarak, bireylerin rekreasyon kaynakları veya faaliyetleri için belirtilen ödeme istekliliğine dayalı bir varsayımsal piyasa yolu gerçekleştirilir (Walsh 1986). Başka bir deyişle, temel olarak, belirli varsayımsal piyasa senaryoları altında anketlere katılan deneklerin ne kadar ödemeye istekli olacakları belirlenmeye çalışılmaktadır (Lee 1997). Ekonomik değerleme literatüründe, piyasa dışı malların ekonomik değerlerini ölçmek için yaygın olarak kullanılan standart yaklaşımlardan biri olmasına rağmen bu yöntemi eleştiren çok sayıda çalışma da bulunmaktadır (Venkatachalam 2004). Eleştirilerin temel sebebini ise deneklerin piyasaya dayalı sorulara verdikleri cevapların ödeyecekleri gerçek (fiili)

tutarı yansıtmaması oluşturmaktadır (Lee and Mjelde 2007). KDBY'nin uygulama aşamaları;

1. Değer belirleme probleminin ortaya konulması
2. Anket tekniğinin oluşturulması
3. Anket formlarının oluşturulması
4. Örneklemin belirlenmesi
5. Anketin ön testten geçirilmesi
6. Anketin uygulanıp, verilerin toplanması
7. Verilerin derlenmesi ve analizinin yapılması
8. Sonuçların güvenilirliğinin ve geçerliliğinin analizi
9. Sonuçların karar verme süreci için değerlendirilmesi

şeklinde sıralanabilir (Kaya 2002, Deniz 2012, Demirci 2017).

Pehlivanoğlu (2010) koşullu değer belirleme yönteminin avantajlarını;

- Pazarı olmayan malların yalnızca aktif kullanım değerlerini ve toplam ekonomik değerinin belirlenmesi değil; gelecek, miras ve varlık değerleri gibi pasif kullanım değerinin tahmin edilmesinde yani ölçülebilir bir veriye ihtiyaç duymadan kullanım dışı değerleri ölçmek için yöntem tercih edilebilmektedir.
- Anlaşılması zor bir teknik olmadığından çevresel kaynaklarda uygulanabilecek olan bütün politikaların pozitif ve negatif yöndeki tüm etkilerini toplumsal açıdan fayda sağlayacak analizlere bilgi sağlayan bir veri tabanı oluşturmaktadır.
- Günümüze kadar çok yaygın bir biçimde kullanılmış olan bu yöntemin daha güvenilir ve geçerli sonuçlar vermesi amacıyla birçok çalışma yapılmakta ve uygulanmaktadır.

biçiminde sıralamaktadır.

Koşullu değer belirleme yönteminin dezavantajları ise;

- Anket çalışmalarının gelişim aşamaları ve uygulamaları ön testlere ihtiyaç duyulması gerektiğinden pahalı bir yöntemdir.
- En yaygın yöntem olarak kullanılsa bile, kullanım dışı değer çalışmaları için bazen tartışmalı olabilmektedir.

- Ankete katılan denekler, kuramsal pazar yanılgısı, stratejik davranış yanılgısı, zihinsel hesap yanılgısı, ödeme aracı yanılgısı, örneklem seçimi yanılgısı gibi birçok sebepten dolayı yanılgıda bulunabilirler.
- Araştırma yapan anketörlerin, ankete katılan deneklere yöneltilen sorular eğer farklı bir şekilde anlaşılıp, içinde bulunulan duruma göre değer tahmininde bulunulursa sonuçların güvenilirliğini etkileme ihtimalini doğuracaktır (Sun 2006, Kaya 2011).

olarak ifade edilebilir.

Pazarı olmayan orman kaynaklarının ekonomik değerinin tahmininde en çok uygulamaya konu edilmiş bir diğer yöntem ise seyahat maliyeti yöntemi (SMY) olmaktadır. SMY çalışmalarının temeli 1947 yılında Hotelling tarafından atılmıştır. SMY, ilk olarak rekreasyonel talep tahmini olarak tasarlanmıştır. Daha sonra Clawson ve Knetsch (1963) rekreasyon alanındaki ziyaretçilerin yerleşim yerlerinin, rekreasyon alanına olan mesafesini kullanarak daha önce Hotelling tarafından kullanılan yaklaşımı geliştirmişlerdir (Clawson and Knetsch 1963, Çay vd. 2020). İlgili pazarlardaki tüketim davranışını kullanarak rekreasyon alanlarına bir değer yerleştirmeyi amaçlayan piyasa dışı ekonomik maliyetleri ve faydalarını tahmin etmek amacıyla SMY kullanılmaktadır (Fleming and Cook 2008). Açık hava rekreasyonunun ürettiği fiziksel ve sosyal faydaları parasal terimlere dönüştürmeyi amaçlar (Ward and Beal 2000). Bu yöntem oluşturulurken "fiyat" yerine seyahat maliyetlerini "vekil" olarak kullanmaktadır. Özetle, bu yöntemi kullanarak, rekreasyon seyahatiyle ilgili harcamalar, seyahat edilen mesafe ve seyahat için harcanan zamanın değeri ile ilişkili ödeme yapılan masrafların toplamı seyahat masrafları olarak tahmin edilmektedir (Englin and Shonkwiler 1995). Piyasa dışı malları, özellikle rekreasyonel alanları ve rekreasyonel faaliyetleri değerlemede seyahat maliyeti yönteminin arkasındaki temel teori, seyahat maliyetinin, ziyaretçilerin alana erişim veya belirli faaliyetlere katılabilme seyahatleri için ödediği örtülü fiyat olduğudur. Yani rekreasyonel alana yapılan yıllık ziyaret sayısı talebi oluştururken, gezi süresince yapılan seyahat maliyetleri harcamaları oluşturmaktadır (Becker *et al*. 2005). Seyahat başına maliyet ile rekreasyon alanına yapılan seyahat sayısı arasında ilişki kurularak talep eğrisi tahmin edilmektedir. Genel olarak, talep eğrisi azalmaktadır, yani maliyet ne kadar yüksek olursa, ziyaretler o kadar az olmaktadır (Zawacki 2000). Geçmişten günümüze kadar birçok alanda kullanılmış olan

SMY, halen çeşitli açılardan geliştirilerek kullanılmaya devam etmektedir. SMY'nin uygulama aşamalarını;

1. Rekreasyon alanının tanımlanması ve modelin oluşturulması
2. Veri toplanması
3. Talep fonksiyon durumunun oluşturulması
4. Regresyon analizi ve bu analizi kullanarak birinci adım talep eğrisinin belirlenmesi
5. Seyahat veya rekreasyon alanındaki bağımsız değişkenlerle birlikte ikinci adım talep eğrisinin belirlenmesi
6. Toplam ekonomik fayda ve net ekonomik değerin hesaplanması (Kaya 2002, Deniz 2012)

şeklinde sıralamak mümkündür.

SMY'nin sahip olduğu avantajlar;

- Seyahat maliyeti yöntemi, ekonomistler tarafından piyasa fiyatlarına dayalı ekonomik değerleri tahmin etmek için kullanılan daha geleneksel ampirik teknikleri yakından taklit eder.
- Yöntem, gerçek davranışa (insanların belirtilen ödeme istekliliğinden ziyade gerçekte yaptıklarına) dayalıdır; insanların varsayımsal bir durumda yapacaklarını söylediklerine dayanır.
- Yöntemin uygulanması nispeten ucuzdur.
- Ziyaretçiler alan içerisinde yapılan anketlere ilgilenme eğilimi gösterirlerse, yerinde yapılan anketler büyük örneklem büyüklükleri için fırsatlar sunar.
- Yapılan anket sonuçlarının yorumlanması ve açıklanması nispeten kolaydır (Fleming and Cook 2008).

şeklinde sıralanabilir.

SMY'nin sahip olduğu dezavantajlar ise;

- SMY'de kullanılan en basit yöntemlerde bile bireylerin belirli bir rekreasyon alanını ziyaret etmeyi tek bir amaca bağlar ve kişilerin tek bir amaç için seyahate çıktığını öngörür. Bu nedenle, bir gezinin birden fazla amacı varsa seyahat masraflarını çeşitli amaçlar arasında paylaştırmak zor olabilir.

- Zamanın fırsat maliyetini veya seyahat için harcanan zamanın değerini tanımlamak ve ölçmek sorunlu olabilir.
- Ziyaretçilerle alanda anket yapmak, analize örnekleme önyargıları getirebilir.
- Rekreasyonel kaliteyi ölçmek ve rekreasyonel kaliteyi çevresel kalite ile ilişkilendirmek zor olabilir.
- Standart seyahat maliyeti yaklaşımları, mevcut koşullar hakkında bilgi sağlar, ancak kaynak koşullarında beklenen değişikliklerden kaynaklanan kazanç veya kayıplar hakkında bilgi vermez.
- Seyahat maliyeti yöntemi, kullanıcı katılımını gerektirdiğinden uygulama kapsamıyla sınırlıdır. En önemlisi, kullanılmayan değerleri ölçmek için kullanılamaz (Erkkila 1991, Randall 1994).

biçiminde sıralanabilir.

Hedonik fiyatlandırma yöntemi (HFY) piyasa fiyatlarını doğrudan etkileyen ekosistem veya çevresel hizmetler için ekonomik değerleri tahmin etmek için kullanılır. Yani bir malı oluşturan farklı özelliklerin örtük fiyatları olarak düşünülmektedir (Bamwesigye 2020). Yöntem ayrıca hipotetik senaryolara da uyum gösterebilmektedir. Örneğin tüketim amaçlı kullanılabilecek su kaynağına sahip olan bir araziyle bu kaynağa sahip olmayan diğer bir arazinin fiyatı arasında bir değer karşılaştırması yaparak suyun değerini ortaya koyabilmektedir. Fakat bu değer belirlemedeki hataları önleyebilmek için, seçilmiş olan iki arazinin de toprak kalitesi, yasal durumu, yol durumu, eğim gibi özellikler bakımından birbirine olması gerekmektedir. Hedonik fiyatlandırma yönteminin temel mantığı, pazarlanan bir malın fiyatının, özellikleri veya sunduğu hizmetlerle ilgili olmasıdır. Bu özelliklerdeki değişiklikler için kişilerin ne kadar ödeme eğilimine sahip oldukları ortaya koyularak, çevresel niteliklerin değeri belirlenmeye çalışılacaktır (Riera and Signorello 2012).

HFY'nin uygulama aşamaları;

1. Değer belirlemede kullanılacak olan problemin tespiti aşaması
2. Verilerin oluşturulması
3. Hedonik fiyat fonksiyonunu istatistiksel olarak tahmin etmek
4. Talep eğrisinin oluşturulması (Abila *et al*. 2005)

olarak sıralanmaktadır.

HFY'nin sahip olduğu üstünlükleri;

- Yöntemin ana gücü, gerçek seçimlere dayalı değerleri tahmin etmek için kullanılabilmesidir.
- Yöntem çok yönlüdür ve piyasa malları ile çevresel kalite arasındaki çeşitli olası etkileşimleri dikkate alacak şekilde uyarlanabilir.
- HFY, gerçek piyasa fiyatlarına ve oldukça kolay ölçülen verilere dayandığından, uygulanması nispeten basittir ve tartışmasızdır.
- Yöntem oluşturulurken veriler hazırsa, uygulanması nispeten ucuz olabilir (Çiçek 2014).

şeklinde ifade etmek mümkündür.

HFY'nin sahip olduğu dezavantajları arasında;

- Yöntem, yalnızca insanların çevresel özelliklerde algılanan farklılıklar için ödeme yapma istekliliğini ve bunların doğrudan sonuçlarını dikkate almaktadır.
- Yöntem, insanların gelirlerine göre tercih ettikleri özelliklerin kombinasyonunu seçme fırsatına sahip olduklarını varsaymaktadır.
- Yöntemin uygulanması ve yorumlanması nispeten karmaşıktır ve yüksek derecede istatistiksel uzmanlık gerektirir.
- Sonuçlar büyük ölçüde model spesifikasyonuna bağlıdır. Bir uygulamayı gerçekleştirmenin zaman ve masrafı, verilerin mevcudiyetine ve erişilebilirliğine bağlıdır (Ekşioğlu 2010).

sayılabilir.

Yukarıda sayılan bu yöntemler orman kaynaklarının ekonomik değerini belirlemede en çok tercih edilen yöntemler olmuştur. Örneğin Deniz (2012)'in yaptığı bir erozyon

kontrol projesinin faydalarının değerinin tahmininde ise çok yoğun bir kullanım alanına sahip olmasa da değer belirleme yöntemi olarak seçim deneyleri yöntemi (SDY) kullanmıştır. Ülkemizde yapılan başka bir çalışmaya bakıldığında ise ormanların su üretimi ve su kaynaklarını koruma fonksiyonunu öne çıkaran Eker (2005), bir su üretim havzası örneğini ele alarak OGM ve DSİ kurumlarının havzada yapmış oldukları ağaçlandırma, yönetim, araştırma – geliştirme ve kamulaştırma giderlerine bağlı olarak; havzada üretilen suyun değerini belirlemiştir. Eker (2005) bu amaçla gider (maliyet) metodundan yararlanmıştır.

Bu çalışma kapsamında ele alınacak olan suyun ekonomik değerinin belirlenmesi hususunda "gider (maliyet) metodu"ndan yararlanılmıştır. Bu yöntemin detayları Bölüm 3.2.6'da incelenecektir. Ancak burada ulusal ve uluslararası literatürede suyun ekonomik değerini belirlemek için kullanılabilecek yöntemler hakkında kısaca bilgi verilmiştir. Buna göre suyun ekonomik değerini belirlemek için kullanılan yöntemler 3 ana başlıkta sınıflandırılmaktadır. Bunlar:

1. Pazar temelli yöntem: Bu yöntem, gerçek pazarlardan gelen verileri kullanır ve bu nedenle gerçek tercihleri veya bireylere maliyetleri yansıtır. Ayrıca, bu verilerin elde edilmesi genellikle kolaydır. Bu yöntemlerin temel sınırlaması, genellikle ekosistem hizmetlerinin pazarlarının olmaması veya mevcut pazarların çoğu zaman çarpıtılmasıdır. Bu yaklaşım üç alt başlıkta incelenmektedir (Pascual *et al*. 2010).

a) Piyasa fiyatına dayalı yöntem: Bunlar çoğunlukla tedarik hizmetlerinin değerini elde etmek için kullanılır, çünkü tedarik hizmetleri ile üretilen mallar genellikle pazarlarda satılmaktadır.

b) Maliyete dayalı yöntem: Bu yöntem, ekosistem hizmeti faydalarının yapay yollarla yeniden yaratılması gerektiğinde ortaya çıkacak maliyetlerin tahminlerine dayanır. Yöntemin detayları Bölüm 3.2.6'da verilmiştir.

c) Üretim fonksiyonu temelli yöntem ise ekosistemin ekolojik fonksiyonlarının piyasa faaliyetlerine katkıları yoluyla tahmin etmek için kullanılan en bilinen fiyatlandırma yaklaşımlardan biridir. Yaklaşım istenen ve istenmeyen birçok çevresel ve ekonomik çıktıyı üretmek için birden çok çevresel girdiyi birleştirmede coğrafi birimlerin göreli etkinliğini karakterize eden bir bölgesel çevresel-ekonomik üretim fonksiyonu (REEPF) yaratır. İnsan refahını bir doğal kaynağın niteliğindeki veya

miktarındaki ölçülebilir bir değişiklikle ilişkilendirme girişimini içerir (Maler 1992). Bu yöntem sadece pazarı olan ürünler için girdi niteliğine sahip ekosistem hizmetlerinin değerini belirlemekte kullanılabilir. Pazarı olan ürün ile ilgili pazar aksaklığı olduğu durumda ekosistem hizmetlerindeki değişikliğin ilgili ürün üzerindeki etkisinin nasıl hesaplanacağı konusunda soru işaretleri mevcuttur. Ekosistem hizmetlerindeki değişikliklerin bazı durumlarda meydana getireceği stok etkisinden dolayı, ilgili ürünün gelecekteki üretimini ve verimliliğini etkileyebilmektedir. Böyle durumlarda değer tahmininin nasıl yapılacağı hususu net değildir. Ayrıca yöntemi uygulayabilmek için ekosistem hizmetleri ile ürünler arasındaki fiziksel ilişki hakkında bilgi sahibi olmak gerekmektedir. Bazı durumlarda bu ilişkiyi ortaya koymak çok zor olmaktadır (Barbier *et al*. 2009).

2. Açıklanmış Tercih Yöntemleri: Bu yöntem, konu ekosistem hizmetiyle ilgili mevcut pazarlardaki bireysel seçimlerin gözlemlenmesine dayanır. Bununla birlikte, piyasa kusurları ve politika başarısızlıkları, ekosistem hizmetlerinin tahmini parasal değerini bozabilir. Ayrıca, iyi kalitede veriler ve karmaşık istatistiksel analizler gereklidir ve bu nedenle bu yaklaşımlar pahalı ve zaman alıcı olabilir (Deniz 2012). Suyun ekonomik değerini belirlemede kullanılan açıklanmış tercih yöntemleri; seyahat maliyeti yöntemi, hedonik fiyatlandırma yöntemidir (Kaya 2002). Seyahat maliyeti yöntemi ve hedonik fiyatlandırma yöntemi daha önceden açıklandığı için tekrar açıklanmayacaktır. Seyahat maliyet yönteminin seçilmemesinin nedeni; yöntemin parasal değerin belirleyeni olarak yalnızca seyahat etmek için katlanılan maliyetin dikkate alması, bunun dışında maliyeti ya da seyahati etkileyen diğer faktörlerin hesaplamaya dahil edilememesidir. Bu durum da seyahat maliyet yöntemini ekosistem hizmetlerinin değerini belirleme hususunda sorunlu hale getirmektedir. Hedonik fiyatlandırma yönteminin seçilmemesinin nedeni ise bu yöntem yalnızca mekanla bağlantılı değerleri ölçebilmektedir. Yani kullanım değerlerini ölçebilirken, kültürel mirasın korunması gibi doğrudan kullanım değeri taşımayan değerleri ölçememektedir (Tyrvainen 1997).

3. Belirtilen Tercih Yöntemleri: Bu yöntemler, ekosistem hizmetlerinin sağlanmasında varsayımsal (politika kaynaklı) değişiklikler üzerine anketler aracılığıyla bir piyasayı ve ekosistem hizmetlerine yönelik talebi simüle eder. Ekosistemlerin hem kullanım hem de kullanım dışı değerlerini tahmin etmek için kullanılabilir ama

genellikle kullanım dışı değerleri tahmin etmek için yaygın kullanılan yöntemdir. Bu tekniklerin sonuçlarının güvenilirliği hala tartışılmaktadır. Ayrıca, anketlerin hazırlanmasını, anketlerin önemli sayıda katılımcıya sunulmasını ve sonuçların ekonometrik analizini içerdiğinden dolayı zaman alıcı olabilirler (Çiçek 2014).

Suyun ekonomik değerini belirlemede kullanılan belirtilen tercih yöntemleri; koşullu değerleme yöntemi ve seçim modellemesi yöntemidir. Bu çalışmada su üretimi hizmetinin değerinin belirlenmesi amacıyla koşullu değerleme yönteminin seçilmemesinin nedeni; yöntemde insanların ekolojik bir unsuru koruması için ne kadar para ödemeye gönüllü olacağı ya da kaybı karşısında ne kadar para isteyeceği gibi sorulara dayalı olarak ekosistem hizmetlerinin parasal değerinin hesaplanması bireysel bir boyut taşımasıdır. Başka bir ifadeyle koşullu değerleme yöntemi, kamusal nitelik taşıyan bir meselenin kamusal çıkar yerine özel çıkara dayalı olarak belirlenmesine yol açmaktadır (Burkett 2004). Bu durumda tam bilgi sahibi olmadan yapılan anketlerle ekosistem hizmetlerinin parasal değerinin nasıl belirlenebileceği ve buradan hareketle çevresel politikaların nasıl oluşturulabileceği önemli sorunlar olarak kendini göstermektedir. Seçim modellemesi yönteminin seçilmemesinin nedeni ise tekniğin anlaşılması zor olabilir. Arazi çalışmaları, ön testler, ve anketler nedeniyle pahalı bir yöntemdir (Burkett 2004).

Bu doktora araştırmasının yürütüleceği alanı, Doğu Anadolu bölgesinde yer alan Fırat Nehrinin iki ana kolundan biri olan Murat Nehri Havzası oluşturmaktadır. Doktora tezi araştırma alanı olarak bu havzanın seçilmesinin nedenleri arasında ilk olarak, yörenin ormancılık araştırmaları açısından neredeyse hiç çalışılmamış olması sayılabilir. Yarı kurak iklime sahip olan havzanın sahip olduğu, kısıtlı sayılabilecek büyüklükteki, orman alanlarının ekonomik değerini belirlemek hem yörenin kalkınmasına hem de ulusal kalkınmaya katkı sağlayacaktır. Çalışma alanı için değerlendirilecek olan ekosistem hizmetleri, 2001 yılında Birleşmiş Milletler tarafından oluşturulan ve literatürde yaygın olarak kullanılan ‘Binyıl Ekosistem Hizmetleri (Millennium Ecosystem Assessment – MEA)’ adlı programda sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırmaya göre araştırma alanında değerlendirilecek olan ekosistem hizmetleri; karbon depolama, oksijen üretme ve su üretimidir.

Orman ekosistemlerinin ürettikleri ekosistem hizmetlerini bu üç hizmet ile sınırlandırmak, tabii ki, mümkün değildir. Murat Nehri Havzasında da söz konusu üç ekosistem hizmetinin dışında başka hizmetlerin üretildiği de bir gerçektir. Ek olarak bu ekosistem hizmetlerini keskin çizgilerle birbirinden ayırmak imkansızdır. Çünkü bu hizmetler birbirleriye etkileşim halindedirler. Başka bir ifadeyle herhangi bir orman parçası sadece odun üretimi hizmetini yerine getirmez. Karbon depolama, oksijen üretme, toprak koruma gibi daha birçok hizmeti de aynı anda aynı orman parçası üretebilmektedir. Bu durum daha büyük orman alanlarında daha da karmaşık bir hal almaktadır. Dolayısıyla hem araştırma alanının büyüklüğü hem de ülkemizde orman ekosistemlerinin ürettikleri hizmetlerin sayısallaştırılmasında görülen eksiklikler göz önüne alınmış ve bu doktora tezi araştırmasında Murat Nehri Havzası için sadece yukarıda bahsedilen üç adet ekosistem hizmeti üzerinde yoğunlaşılmıştır. Ek olarak çalışmanın üç ekosistem hizmetiyle sınırlı kalmasının diğer sebepleri arasında yöntemsel kısıtlamaların söz konusu olması da sayılabilir. Yani çalışma alanının büyüklüğü, yörenin sosyo-ekonomik ve sosyo-kültürel koşulları dikkate alındığında, araştırma kapsamında yapılması gereken bazı çalışmaların çok uzun zaman alması, maliyetli olması ve geniş bir ekip çalışmasına ihtiyaç duyulması ayrıca veri toplamada aksaklıklar yaşanması bu sebepler arasında ifade edilebilir. Buna göre bu doktora tezi kapsamında incelenecek orman ekosistem hizmetleri ile ilgili genel bilgiler aşağıda verilmiştir.

1.5 Çalışma Alanında İncelenecek Olan Ekosistem Hizmetleri

1.5.1 Orman ekosistemlerinin karbon depolama hizmeti

2020 yılı sonu itibariyle Türkiye ormanlarında yaklaşık 2 milyar ton karbon tutulmaktadır (OGM 2020a). Bunun neredeyse yarısı toprakta ve humus içerisindedir. Karasal ekosistem içerisindeki en büyük karbon havuzuna sahip olan toprak, bu ekosistem içerisinde mutlaka korumaya gerek duyulan kaynaklardan birini oluşturmaktadır. Eğer bu toprak alanları, duyarlı bir şekilde yönetilirse, çok büyük bir şekilde karbon bağlama verimliliğine sahip olacaktır. Türkiye topraklarına bakıldığında yaklaşık 30 cm derinlikte toplam organik karbon stok miktarı 3,5 milyar ton olarak

hesaplanmaktadır. Orman alanlarında bir hektarda depolanan karbon miktarı yaklaşık 56 ton olarak hesaplanırken, bunu mera alanları yaklaşık 50 ton, tarım alanları ise yaklaşık 36 ton ile takip etmektedir (ÇEM 2018a). Görüldüğü üzere orman zemini şu anda Türkiye'de tam bir karbon havuzunu oluşturmaktadır. Bilindiği üzere orman alanları, çeşitli biyolojik, fiziksel ve kimyasal süreçlerin bir arada bulunduğu çok bileşenli bir sistemdir. Ağaçlar bu sürecin bir parçasını oluştururken, toprak ise ağaçlar için bir üretim ve kök alanı olma özelliklerine sahiptir. Toprak sızan suyu filtreleme görevini üstlendiği için yüzeysel akışı önlemektedir. Ayrıca iklimle alakalı çok iyi bir karbon deposu olma görevini üstlenmektedir. Ormanlar, çoğu toprakta depolanan ve daha küçük bir kısmı bitki örtüsünde tutulan büyük miktarlarda organik karbon depoladıkları için karbon döngüsünde kilit rol oynamaktadırlar. Ormanların karbon depolama kapasitesi ormancılıktan etkilenirken, orman yöneticilerinin toprak organik karbonu üzerindeki uzun dönemli etkileri küresel iklim değişikliğine neden olmaktadır.

Orman alanlarını sadece karbon depolayan havuzlar olarak değerlendirmek mümkün değildir. Çünkü ormanlar onlara yapılan müdahalelerin sonucunda birer emisyon kaynağı haline de dönüşebilmektedirler. Orman alanlarını birer karbon havuzu olarak değerlendirip, bu havuzun sürekli karbon depo eder durumda kalabilmesinde temel husus orman ekosistemlerine yapılacak her türlü müdahelenin ağaç bitkisel kütlesi artımından daha fazla olmamasıdır.

Ayrıca orman ekosistemleri sadece ağaçlarda değil tüm ekosistem bileşenlerinde karbon depolamaktadırlar (Tolunay ve Çömez 2007). Bazı durumlarda toprak, bitkisel kütleden daha fazla karbon depolayabilmektedir. Ancak toprakta depolanan karbon sadece organik karbon olmamaktadır. İnorganik karbon da toprakta tutulmaktadır. Bu nedenle tutulan karbonu ortaya çıkarabilmek için toprak örneklemesi ve kireç analiz yöntemleri yapılarak inorganik karbon toplam karbondan çıkarılmalıdır. Çalışma alanında dolaylı yöntemlerle toprak organik karbonunu hesaplayabilmek mümkün olmadığı için sadece orman ağaçlarında tutulan karbon miktarı dikkate alınmıştır ve bu duruma dikkat çekebilmek için tezin geri kalanı kısmında **ağaç bitkisel kütle karbonu** olarak ifade edilmiştir.

1.5.2 Orman ekosistemlerinde canlı ağaçların büyümeleri (yıllık artım) sonucunda ortaya çıkan oksijen üretimi hizmeti

Orman ekosistemleri, oksijen üretiminin yani solunabilecek temiz havanın sağlanmasında önemli görevler üstlenmektedirler (Durkaya vd. 2016). Ormanların sahip olduğu bitkisel kütlenin tüm karasal bitki örtüsü içindeki payı yaklaşık %54'tür, ayrıca ormanlar birim alan başına en yüksek bitkisel kütle konsantrasyonuna sahiptirler (Vasilyev 1971). Ormanlar, fotosentezin bir parçası olarak CO_2 tüketimine tepki olarak oksijen üretir. Ağaçların net oksijen üretimi, fotosentez sırasında üretilen oksijen miktarından bitki solunumu sırasında tüketilen oksijen miktarının çıkarılmasına dayanır (Irmak 1970, Çepel 1978):

Fotosentez: $n(CO_2) + n(H_2O) + ışık \rightarrow (CH_2O)n + nO_2$

Solunum: $(CH_2O)n + nO_2 \rightarrow n(CO_2) + n(H_2O) + enerji$

Fotosentez sırasında karbondioksit alımı, yıl boyunca solunum yoluyla karbondioksit salımını aşarsa, ağaç karbon biriktirir. Böylece, bir yıl boyunca net karbon birikimine (ağaç büyümesi) sahip olan bir ağaç, aynı zamanda net bir oksijen üretimine de sahip olmaktadır (Nowak *et al*. 2007). Bu tez çalışmasında küresel iklim değişiminin, sera gazı üreten birçok faktörün artışı ve ormanların azalması ile ortaya çıkması döngüsü, ormanların ise bu tehdidi önleme fonksiyonunun ancak karbonu yutması ve oksijen üretebilme yeteneğine sahip olmasıyla önlenebileceği kaçınılmaz bir durum olduğu düşünülerek; orman ağaçlarınca üretilen oksijenin de değerinin belirlenmesinin yerinde olacağı öngörülmüştür.

1.5.3 Orman ekosistemlerinin su üretimi hizmeti

Ekosistemi sürdürülebilir kılabilmek için gereken tüm kaynaklar, insan sağlığı ve refahı için sağlanan hizmetler arasında su tartışmasız en önemli hizmeti oluşturmaktadır. Diğer tüm kaynakların aksine, hiçbir canlı organizma suyun yokluğunda hayatta kalamaz. Bu durum da onu aslında tüm yaşam için gerekli bir bileşen haline getirir (Illueca and Rast 1996). Su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı, su kaynaklarıyla ilgili yönetimin temel amacıdır. Ayrıca su sistemleri, çevresindeki drenaj havzalarında insan faaliyetlerine karşı çok hassastır (https://www.ilec.or.jp, 2005).

Küresel iklim değişiminden çok etkilenecek bölgelerin başında Ortadoğu'yu besleyen Murat Nehri Havzasının da içinde yer aldığı Dicle – Fırat Havzası, ülkemizin su güvenliği ve su kaynaklarını içerisinde bulundurmasından dolayı çok büyük önem arz etmektedir. Ayrıca Murat Nehri Havzası üzerinde yaşayan toplumun kalkınması ancak Dicle – Fırat suları ile sulanan tarım alanlarından verimli ürün ve hizmetler içerisinde bölgede hüküm sürdürülebilecek bir anlayışı yani sürdürülebilirliği benimsetmek ancak entegre bir yaklaşım ile mümkün olacaktır. Havzaya bakıldığında en büyük sorunlardan biri suların azalmasının ötesinde tarıma elverişli alanlarda verimin azalması, toprağın tuzlanması ve arazi planlama yönetiminin giderek zorlaşması sorunu teşkil etmektedir. Ayrıca havzada su kaynaklarının kötüye kullanılmasının sonuçlarına bağlı olarak ekosistem bozulması ve sürdürülebilir olmayan su kullanımının olumsuz etkileri görülmektedir. Sonuç olarak, ekosistemlerin sürdürülemez kullanımı nedeniyle ekosistem hizmetlerinin bozulması veya ortadan kaldırılması sonuçlarıyla karşı karşıya kalmak kaçınılmaz olacaktır.

Orman ekosistemlerinin su üretim fonksiyonu ormanların planlanmasına ve yönetimine entegrasyonu, ulusal ve uluslararası ölçekte gittikçe önem kazanmaktadır. Ormanların suyun miktarı, rejimi ve kalitesi üzerindeki etkisinin iyi boyutta anlaşılabilmesi, orman kaynaklarının su üretim ve havza koruma faydalarının ekonomik değerinin belirlenmesi ile mümkün olacaktır. Ormanlar, su kalitesini iyileştirir, su akışını ve zamanlanmasını düzenler ve su üretimi hizmeti sağlar, böylece hem su kaynaklarını besler hem de korurlar. Etkin su yönetimi ile havzadaki su miktarı ve akışı düzenlenir. Ormanlarda, sel ve taşkın riski diğer arazi kullanımlarına göre düşüktür. Orman ekosistemlerinde daha az sediment ve kirletici taşındığı için su kalitesi de yüksektir. Bütüncül olarak su kaynağı havzasına bakıldığında, ormanlardan gelen su en kaliteli sudur (Albers *et al*. 2020).

Ormanlık bir havzanın su verimi havzaya düşen yağış, intersepsiyon, transpirasyon, evaporasyon, yüzeysel akış, infiltrasyon ve yer altı suları gibi faktörlerin karşılıklı etkileşimleri ile ilişkilidir (Çepel 1978, Asan ve Şengönül 1987, Mızraklı vd. 2008). Bu faktörler aynı zamanda havzaların su bilançosunu da oluşturan faktörlerdir (Çepel 1986, Mızraklı vd. 2008). Aşağıda bu faktörlerden kısaca bahsedilmiştir.

İntersepsiyon yağış sularının belirli bir miktarının, bitkilerin toprak üstü kısımları tarafından tutulması ve buharlaşma ile tekrar atmosfere karışması olayıdır. Havzalarda bulunan orman alanlarının ağaç türü, meşcere kuruluşu, yaşı, kapalılığı gibi özelliklerine bağlı olarak böyle havzalarda intersepsiyon ile kaybedilen yağış suyu miktarı da değişmektedir. Örneğin meşe meşcerelerinde kapalılık düştükçe intersepsiyonla kaybedilen su miktarı da düşmektedir. Ayrıca kışın yaprağını döken ağaç türlerinden oluşan meşcerelerde toplam yıllık yağışın daha az bir kısmı intersepsiyon ile atmosfere geri dönmektedir (Çepel 1986, Yener ve Demirarslan 2016).

Orman ekosistemini oluşturan vejetasyonun suyu kökleri ile alarak asimilasyon organları yoluyla fotosentez sırasında buharlaştırmaları transpirasyon olarak ifade edilmektedir. Çeşitli ekolojik faktörlerin de etkilediği transpirasyon yoluyla kaybedilen su miktarı aynı zamanda vejetasyon elemanlarının biyolojik özelliklerine ve orman örtüsünü bulunduğu havzanın orografik özelliklerine bağlıdır. Örneğin bazı yapraklı ağaç türleri toprakta tutulan suyun azalmasına paralel olarak transpirasyonu hızla düşürmektedir (Çepel 1986, Asan ve Şengönül 1987, Eker ve Aydın 2014).

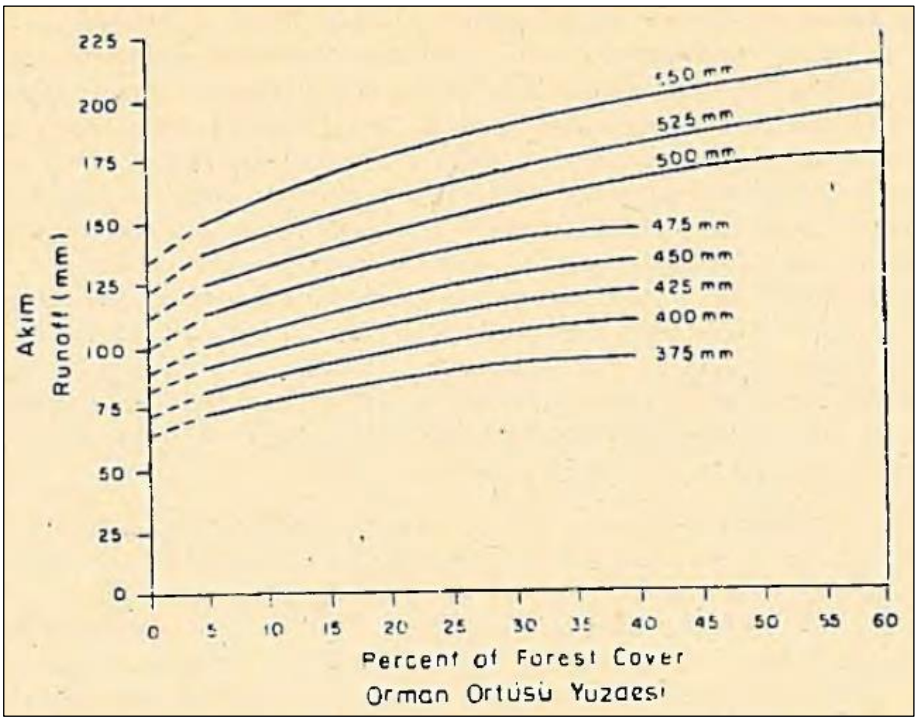
Cisimlerin yüzeylerinde sıcaklık etkisiyle suyun buharlaşmasına evaporasyon adı verilmektedir. Ormanlar toprak yüzeyinden evaporasyon yoluyla kaybedilen su miktarını önemli ölçüde azaltmaktadır. Orman vejetasyonun gölge etkisi ile toprak yüzeyinin ısınmasını geciktirmesi buradaki en büyük etkenlerdendir (Çepel 1986).

Su ekonomisinin gider kısmını oluşturan etmenlerden biri de yüzeysel akıştır. Zira yüzeysel akış aynı zamanda erozyona sebep olduğu için havzalarda üretilen suyun hem kalitesini hem de verimini olumsuz etkilemektedir. Edafik, topografik, klimatik özellikler ile bitki örtüsünün özelliklerine bağlı olarak değişen yüzeysel akış ve erozyon neticesinde kaybedilen su miktarı ormanlık alanlarda tarım alanları ile meralara göre çok daha düşüktür. Ancak örneğin meşe meşcerelerinde kapalılık derecesine bağlı olarak gerçekleşen yüzeysel akış miktarları kayde değer ölçüde değişmemektedir (Çepel 1986, Özhan 1986, Asan ve Şengönül 1987).

Toprak yüzeyine gelmiş yağış sularının toprak içerisine girmesi olayı infiltrasyon olarak ifade edilmektedir. İnfiltrasyon hızı ve miktarını en fazla etkileyen etmen toprak olmakla birlikte, yapılan çalışmalara göre hemen hemen tüm toprak türleri için vejetasyon örtüsünün bulunması durumunda çıplak alanlara göre yaklaşık olarak 2 kat daha fazla su toprak içerisine girmektedir (Çepel 1986, OGM 2017a).

Orman vejetasyonunun transpirasyon ve intersepsiyonla önemli miktarlarda su harcamasına karşın yeraltı suyu oluşumu ve pınarları besleme açısından daha verimli oldukları Almanya'da yapılmış çalışmaların sonucunda anlaşılmıştır. Yapılan çalışmaya göre tıraşlama kesilmiş açık alanda ve orman alanlarında pınarların su verimleri ölçülmüş ve uzun yıllar ortalaması olarak ormanlarda su veriminin 2,7 litre/saniye, açık alanda ise 2,1 litre/saniye olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Çepel 1986). Bu yeraltı sularından beslenen pınarlar ise dere akışına katılmaktadır (Özhan 1986, OGM 2020c).

Bütün bu faktörlere bağlı olarak orman alanlarının su verimini düşürdüğü akla gelebilir. Ancak bu uzun yıllardır tartışılmakta olan bir konudur. Çünkü kimi araştırmacılar da ormanların su verimini artırdığını ifade etmektedirler. Her iki görüşün de ortak özelliği ise ormanlık havzalarda üretilen suyun kalitesinin daha yüksek olduğudur (Görcelioğlu 1984, OGM 2020c). Ancak Rakhmanov (1970) eski Sovyetler Birliği'nin Avrupa kıtasındaki çeşitli bölgelerde bulunan akarsu havzalarında yaptığı çalışmada elde ettiği bulgulara göre ormanlık havzaların su verimlerinin ormansız havzalara göre iki kat daha fazla olduğu sonucuna ulaşmıştır. Ayrıca havzalardaki orman örtüsünde meydana gelecek her %10'luk artışın yıllık ortalama dere akışında 12 – 17 mm artış meydana getirdiğini ifade etmiştir. Ayrıca bir başka araştırmada Bochkov (1970) yine eski Sovyetler Birliği'nin step zonundan orman zonuna kadar olan ve uzun süreli yağış miktarlarına göre sınıflandırdığı havzalarda orman örtüsü yüzdesinin artmasına bağlı olarak dere akışının da arttığını ifade etmiştir (Şekil 1.1).



Şekil 1.1 Sovyetler Birliği'nde çeşitli havzalarda ormanlık alan yüzdesine bağlı olarak dere akışındaki değişim (Bochkov (1970)'a atfen Görcelioğlu 1984)

Buna göre havzalarda su verimini artırmak için orman alanlarının artırılması gerektiği tezi rahatlıkla savunulabilir. Zira orman alanlarındaki artışın dere akışlarını da artış yönünde etkilediği Almanya'da ve Sovyetler Birliği'nde yapılan çalışmalarla ortaya koyulmuştur. Su üretim havzalarında orman alanlarını artırmanın en hızlı ve etkin çözümü ise ağaçlandırma faaliyetleridir. Ağaçlandırma yoluyla orman alanlarının artması neticesinde yağışın artacağı ve bunun da su üretimini olumlu yönde etkileyeceği düşünülmektedir (Özhan 1986, https://sdg.iisd.org/, 2022). Nitekim Çepel (1986) barajların sedimentlerle dolmaması ve kaliteli ve verimli su üretimi için havzalarda mutlaka ağaçlandırma yapılmasını, hatta bunun teknik ve yasal bir zorunluluk haline getirilmesi gerektiğini ifade etmektedir.

Tüm bunlara bağlı olarak, bu çalışmanın amacı Murat Nehri Havzasında bulunan orman alanlarının sunduğu karbon depolama ve oksijen üretimi hizmetleri değerlerinin belirlenmesidir. Ayrıca yarı kurak iklime sahip araştırma havzasında sürekli ve kaliteli su üretimini gerçekleştirebilmek için hem ormancılık sektörünce yapılabilecek yatırımların hem de bu yatırımlar sonucunda hasat edilecek suyun ekonomik değerinin

belirlenmesidir. Bütün bunların neticesinde ormanlar tarafından doğrudan ya da dolaylı olarak üretilen ve pazarı olmayan bu hizmetlerin ekonomik değerlendirilmesi yapılarak, hem bölgenin hem de ülkenin ekonomik kalkınmasına yönelik yeni ormancılık politikalarının geliştirilmesi için gerekli bilgilerin üretilmesi de bu tezin diğer amaçları arasında sayılabilir.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Bu bölüm, yurt dışında ve ülkemizde ekosistem ürün ve hizmetlerinin ekonomik değerini belirlemeye ve tahmin etmeye dayalı yapılan çalışmaların özeti olarak sunulmuştur.

Constanza and Daly (1992) "Natural Capital and Sustainable Development" isimli çalışmalarında, doğal sermaye için ikame edilebilirlik derecesi, ekosistem hizmetleri ve doğal sermayenin niceliği ve doğal sermayeye değer vermede iskonto oranının rolünü değerlendirmeye çalışmışlardır.

Emerton *et al*. (1998) "The Present Economic Value of Nakivubo Urban Wetland, Uganda" yaptıkları çalışmada; Nakivubo sulak alan ürün ve hizmetleriyle ilişkili ekonomik değerleri araştırmayı ve ölçmeyi amaçlamışlardır. Çalışma, Dünya Doğa ve Doğal Kaynakları Koruma Birliği (IUCN) Doğu Afrika Bölgesel Programı'nın Biyoçeşitlilik Ekonomisi Projesi'nin bir bileşenini oluşturmakta ve Doğu Afrika'daki farklı ekosistemlerde biyoçeşitliliğin korunması ekonomisi üzerine yürütülen bir dizi vaka çalışmasından birini oluşturmaktadır. Bu vaka çalışması, mevcut koruma çabalarını ekonomik bir bakış açısıyla belgelemeyi, mevcut biyoçeşitlilik ekonomisi bilgilerine ve metodolojilerine katkıda bulunmayı ve Doğu Afrika bölgesinde koruma politikası ve uygulamasının formülasyonu için önerilerde bulunmayı amaçlamaktadır.

Bekiroğlu (1998) tarafından yapılan doktora tezi çalışmasında; değer, değer belirleme, değer belirlemede kullanılan yöntemler ile ayrıca çalışmanın da konusunu oluşturan ormanların insanlara sunmuş olduğu doğrudan hizmetlerin değerinin belirlenmesinde kullanılabilecek faiz oranının belirlenmesini oluşturmaktadır. Ayrıca çalışmada, orman arazi değerini etkileyecek durumlar ortaya konulurken, bu değerin belirlenmesine yönelik çeşitli istatistik yöntemleri geliştirilmiştir.

Kaya (1998) yaptığı çalışmada; sürdürülebilir ormancılığın geliştirilmesi bakımından pazarı olmayan malların belirlenmesi ve orman kaynaklarının azalmaması için kapital

stokların ölçülmesi gerektiğinden bahsetmektedir. Ayrıca orman kaynaklarından özellikle toplumsal refaha katkı bulunanlarından çevresel fayda ve maliyet akımları ile kapital stoklarını kaydedecek şekilde yeniden oluşturulması zorunluluğundan bahsetmektedir.

Bann and Clemens (2001) "Turkey Forest Sector Review – Global Environmental Overlays Program Final Report" başlıklı bu rapor, Türkiye'de ormancılık sektörünün karşılaştığı zorlukları ve fırsatları tanımlamaktadır. Tanımlanan zorluklar arasında yoksulluk, arazi kullanım hakkı, çok amaçlı tesis etme ihtiyacı, katılımcı orman yönetimi planlaması ve sektörün finansal uygulanabilirliğini geri kazanma ihtiyacı da dahil olmak üzere bozulmuş alanlarda toprak erozyonunun kontrol edilmesi yer almaktadır. Raporda, yerine koyma maliyeti, pazar analizleri ve sakınılan zarar maliyeti gibi yöntemler kullanılarak Türkiye'de rekreasyon, odun dışı orman ürünleri, karbon depolama, yaban hayatı ve korunan alanlar gibi hizmetlerin yıllık olarak ne kadar fiyat değeri oluşturduğu tahmin edilmeye çalışılmaktadır.

Kaya (2002) tarafından yapılan doktora tezi çalışmasında ise; ormanların sunmuş olduğu pazarı olmayan mal ve hizmetlerin iktisadi temellerini ve bu hizmetlerin ekonomik değerinin belirlenebilmesi için geliştirilen ve kullanılan yöntemler ile bu yöntemlerin ormancılık literatüründe hangi sorunlara çözüm önerileri getirileceği ortaya konulmuştur.

Horton *et al*. (2003) bir koşullu değerlendirme çalışması kapsamında İngiliz ve İtalyan hane halklarının Amazon Ormanları'nda önerilen bir korunan alan için biçilen değerin ödeme yapma istekliliğini değerlendirmektir. Araştırmanın ana odak noktası ise, koruma için önerilen bölgedeki biyolojik çeşitliliğin zenginliği ve bu alanların sağladığı ekosistem hizmetleri oluşturmaktadır.

Pak ve Türker (2004) koşullu değerlendirme yöntemiyle Kahramanmaraş Kapıçam Orman İçi Dinlenme yeri örnek oluşturarak, orman ürün ve hizmetlerinden rekreasyon kaynaklı yararlanmanın ekonomik değeri tahmin edilmeye çalışılmıştır. Rekreasyon alanında çeşitli senaryolar geliştirilerek dört farklı alternatif durum oluşturulmuş ve her

bir alternatif için, alana gelen ziyaretçilerin giriş ücreti ödeme durumuna göre parasal değerler oluşturulmuştur.

Eker (2005) tarafından yapılan doktora tezi çalışmasında, orman kaynaklarının su üretim fonksiyonunun ekonomik değerlemesinin belirlenmesi açısından İstanbul'da yer alan Darlık Havzasının yönetimi ve geliştirilmesinde ana faktör olan ağaçlandırma, kamulaştırma giderleri gibi harcamalar ile Maliyet metodu yöntemini ele alarak ormancılık perspektifinde açığa çıkarmaya çalışmıştır.

Türker vd. (2005) tarafından yapılmış olan "Valuing Mediterranean Forests: Towards Total Economic Value" başlıklı çalışmaya bakılacak olursa; 3 kısımda yapılandırılmış 25 bölümden oluşan çalışma, pazarı olmayan faydalara ait sağladıkları kamu malları ve dışsallıkları da dahil olmak üzere, Akdeniz ormanlarının ekonomik değerinin kapsamlı bir analizini sunmaktadır. Ayrıca çalışma 18 Akdeniz ülkesinden ulusal düzeyde orman değerlemelerini bir araya getirerek bu değerlemeleri tutarlı bir şekilde toplamak için analitik bir çerçeve kullanmıştır. Fakat çalışmada ekonomik değer verilerinin eksikliği ön plana çıkarak her bir bileşeni ele alan mal ve hizmetlerin tamamı hesaplanamamıştır.

Hein *et al*. (2006) ise yaptıkları çalışmada, ekosistem hizmetlerinin sağlandığı çeşitli mekansal ve zamansal ölçeklerin detaylandırılması çalışması üzerinde yoğunlaşmışlardır. Mekansal ekosistem hizmetlerinin ölçeklerini inceleyerek, farklı mekansal ölçeklerdeki paydaşların ekosistem hizmetlerine nasıl farklı değerler yüklediğini ortaya koymuşlardır. Ayrıca farklı mekansal ölçeklerdeki paydaşların ekosistem hizmetlerinde çok farklı çıkarlara sahip olabileceğini göstererek, ekosistem yönetim planlarının formülasyonunu veya uygulanmasını desteklemek için hizmetlerin değerlemesi uygulandığında ekosistem hizmetlerinin ölçeklerinin dikkate alınmasının son derece önemli olduğunu savunmuşlardır.

Keleş vd. (2007) yapmış oldukları çalışmada, altı önemli seçilmiş orman değerinin (karbon tutma, görsel kalite, kereste, toprak koruma, su ve oksijen üretimi) doğrusal programlama tabanlı bir orman yönetim planlama modeli entegrasyonu ele alınmıştır. Çalışmada, orman ekosistemlerinin uzun vadeli korunmasının toprak koruma, karbon

tutma miktarı ve görsel kalite değerleri üzerinde önemli bir rol oynadığını göstermiştir. Ayrıca orman kaynaklarının sağlamış olduğu ürün ve hizmetlerin orman amenajman planlarına entegrasyonunu amaçlanmıştır.

Gret-Regamey *et al*. (2008) "Valuing Ecosystem Services for Sustainable Landscape Planning in Alpine Regions" yaptıkları çalışmada; Avrupa Alplerinde yürütülen ekosistem hizmetleri değerleme çalışmalarını gözden geçirmektedir. Önemli bir biyolojik çeşitliliğe ve ekosisteme sahip İsviçre Alplerine yönelik bu çalışmada değerlendirilen ekosistem hizmetleri ise karbon tutulumu, habitat değerlemesi ve rekreasyonel değerleme üzerinde yoğunlaşılmıştır. Bu doğrultuda kullanılan yöntem ise fayda transferi yöntemi olmuştur.

Fisher *et al*. (2009) ekosistem hizmetleri kavramı, ekosistemlerin işleyişi ile insan refahı arasında çok güçlü bir bağ olduğunu savunan çalışmada, ekosistem hizmetlerinin çok yönlü karar vermede kritik bir öneme sahip olduğunu ortaya koymuşlardır. Ayrıca ekosistem hizmeti araştırması ve çeşitli sınıflandırma şemaları için işlevsel olması açısından bir şablon önerilmiştir.

Başak (2009) "Kaçkar Dağları Sürdürülebilir Orman Kullanımı ve Koruma Projesi" ise ekosistem ürün ve hizmetlerin sunmuş olduğu faydalar kapsamında çayır, mera, orman, akarsu gibi alanların mal ve hizmetlerinin ekonomik değerleri belirlenmeye çalışılmıştır. Kırsal kalkınma, yaban hayatı, sürdürülebilir turizme destek verip, nasıl katkıda bulunulduğu üzerine çalışılmıştır.

Görücü ve Eker (2009), "Kahramanmaraş Ayvalı Baraj Havzasında Karbon Emisyonu ve Ekonomisi Üzerine Araştırmalar" konulu çalışmalarında, ekosistem hizmetlerinin içerisinde yer alan karbon emisyonlarının ekonomik değerinin belirlenebilmesi ve kızılçam kuru odun kütlesindeki karbon miktarını ve karbonun fiyatının bulunmasını amaçlamışlardır.

Tolunay (2009) tarafından yapılan çalışmada, Türkiye boyutlu karbon depolama kapasitesi ve biyokütle belirlenmesi çalışması gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışmada toprak altı ve toprak üstü biyokütle, ölü odun, ölü örtü ve toprak içerisindeki toplam karbon birikimine ilişkin tahminler yapılmıştır. Karasal karbon depolarının %25,22'sini orman biyokütlesi oluştururken, %74,78 topraktan oluştuğunu ifade etmiştir.

Mashayekhi *et al*. (2010) İran'daki Zagros ormanlarında bulunan Bazoft Havzasının su koruma hizmetinin ekonomik değerini belirlemiştir. Havzadaki orman alanlarının su tutma ve yüzeysel akışı azaltması üzerindeki rollerini 4 farklı senaryoya göre belirlemiş ve su tutma kapasitesinin en yüksek olduğu senaryo için birim ormanlık alanda (ha) tutulan su miktarını hesaplamıştır. 'İkame Maliyet Yöntemi' kullanılarak suyun ekonomik değerlendirmesi yapan Mashayekhi *et al*. (2010) birim ormanlık alanda yılda 0,5 USD/m^3 değerinde 84,8 m^3/ha su tutulduğunu tespit etmiştir.

Başkent *et al*. (2011) farklı orman yönetim stratejilerinin ormanların odun üretimi, karbon depolama, oksijen üretimi, su üretimi ve toprak koruma hizmetleri üzerindeki etkilerini araştırdıkları çalışmalarında odun üretimi odaklı yönetim, çok amaçlı yönetim ve müdahale yok seçenekleri stratejileri için 100 yıllık bir simülasyon yapmışlardır. Simülasyon sonuçlarına göre; çok amaçlı yönetim stratejisinin uygulanması durumunda en yüksek karbon depolama ve oksijen hizmetlerinin üretimi net bugünkü değeri elde edilirken, müdahale yok seçeneğinde ise su üretimi ve toprak koruma hizmetlerinin en yüksek net bugünkü değere sahip olduklarını ileri sürmüşlerdir.

Kaya ve Kahraman (2011) İstanbul'da alternatif ağaçlandırma alanlarının bulunduğu farklı kentsel su havzaları arasından su kaynaklarını koruma ve toprak erozyonunu önleme amacıyla ağaçlandırılabilecek en uygun alanları (Analitik Hiyerarşik Proses) AHP ikili karşılaştırma matrislerinden yararlanarak tespit etmişlerdir. Kentsel su havzalarında ağaçlandırma yapmak için en uygun alanların ise Ömerli Baraj Havzasında olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Deniz (2012) Adana'da Çakıt Çayı Havzasında yaptığı çalışmada Çakıt Çayı Erozyon Kontrol Projesinin yarattığı dört faydanın değerini belirlemiştir. Söz konusu projeyle

yaratılan sel riski, toprak erozyonu, baraj ömrü, kaliteli su niteliklerinin marjinal etkilerini Seçim Deneyleri Yöntemi kullanarak tahmin etmiştir. Deniz (2012) elde ettiği sonuçlara göre anket yoluyla ulaştığı katılımcıların selleri bir yıl ertelemek için 1,15 TL, toprak erozyonunu yüzde bir oranında önlemek için 4,43 TL, baraj ömrünü bir yıl uzatmak için -0,25 TL ve kaynak suyuna erişimi yüzde bir oranında arttırmak için 2,13 TL ödeme eğiliminde olduklarını saptamıştır.

Hao *et al*. (2013) "Water Ecosystem Services and their Value -A Case Study in Luan River Basin, North China" adlı çalışmada, küresel iklim değişikliği senaryosu altında Luan Nehri havzasındaki su ekosistem hizmetlerinin büyüklüklerini ve ekonomik değerlerini tahmin etmişlerdir. Doğrudan yararlanılan su ekosistem hizmetlerinin ekonomik değeri oranı %5,89 oluştururken, dolaylı olarak yararlanılan suyun ekosistem hizmetlerinin oranı ise %94,11 olarak hesaplanmıştır.

Abildtrup *et al*. (2013) Fransa'da Vosges Bölgesi'indeki Ren-Meuse su havzasında içme suyu temini için kullanılan su kaynaklarının kalitesine bağlı olarak ormanın değerini belirlemişlerdir. Buna göre birim orman alanının değerini 99 – 138 Euro/ha arasında hesaplamışlardır.

Çiçek (2014) "Isparta ilinde konut fiyatlarını etkileyen faktörlerin hedonik fiyat modeli ile analizi" isimli doktora çalışmasında, konutun sahip olmuş olduğu birçok özelliğin konutun fiyatına nasıl etki edeceği ve ne derece etkilediği Hedonik fiyat yöntemiyle tahmin edilmiştir. Ayrıca çalışmada bu yöntem uygulanarak, fiyatı gözlemlenebilen ve oluşturulabilen bir ürün hakkındaki yeterli veriyle fiyat dışı ürüne olan fiyatı ve talebi hesaplamak olanaklı olmuştur.

Du *et al*. (2014) "Mapping Forest Biomass Using Remote Sensing and National Forest Inventory in China" çalışmada, uzaktan algılama verilerinin ve saha araştırma verilerinin avantajlarının birleşimi ile konumsal biyokütle tahminini yapılmıştır. Çalışmada, yedinci ulusal orman envanter istatistikleri (2004-2008 dönemi için) ve mekansal olarak açık MODIS Arazi Örtüsü Tipi ürünü verilerinden yararlanılmıştır.

Başsüllü (2014) “Ormancılıkta Karbon Ekonomisi ve Borsası” adlı doktora tezi çalışmasında, ulusal orman kaynaklarının karbon depolama hizmetini ekosistem hizmeti değerlendirme yöntemlerinden biri olan Koşullu Değer Belirleme yöntemi ile hesaplanmıştır. Bu yöntemi değerlendirebilmek için 524 kişiye anket yöntemi uygulamıştır. Anketten elde ettiği verilere göre orman ekosistemlerinin depolamış olduğu karbon koruma, iyileştirme, artırma ve gelecek nesiller için oluşturulan parasal maliyet hesaplanmaya çalışılmıştır.

Xu *et al*. (2014) Çin’in Guizhou Eyaleti’nin Liping İlçesi’nde köylülerin ‘‘Grain for Green’’ projesi kapsamında en çok dikmeyi tercih edebilecekleri ağaç türlerini AHP tekniği ile belirlemişlerdir. Tür seçiminde ekolojik ve sosyo-ekonomik kriterlere göre karar vermişlerdir.

Kaya ve Özyürek (2015), yaptıkları çalışmada kent ormanı manzarasının ekonomik değerinin belirlenmesinde Hedonik fiyatlandırma yöntemini uygulayarak tahmin etmişlerdir. Çalışmanın sonucunda ise kent ormanlarının sunmuş olduğu görsel ve sahip olmuş olduğu çevre estetiğinin değerinin konut fiyatlarına yansıdığını göstermiştir.

Pamukçu (2015) “Ekosistem Hizmetlerinin Peyzaj Planlama Sürecine Entegrasyonu” adlı doktora tez çalışmasında, çalışma alanı içerisindeki ekosistem hizmetlerinden su üretimi, karbon tutumu ve toprak koruma fonksiyonlarının peyzaj planlama sürecine entegrasyonu ile ilgili kapsamlı ve detaylı araştırmalar yapmıştır. Arazi kullanımlarına göre ekosistem hizmetleri sayısal modellere ve çeşitli metotlara uygun haritalanmıştır.

Çokçalışkan (2016) “Korunan Alan Planlamasında Ekosistem Hizmetleri” başlıklı doktora çalışmasında, ekosistem ürün ve hizmetlerinin, sosyal değerlemeyle saptanarak korunan alan planlamasıyla bir bütünlük oluşturması amaçlanmıştır. Araştırma alanını oluşturan Küre Dağları Milli Parkı içerisinde faydalanılan ekosistem hizmetleri ise rekreasyon, su akışının düzenlenmesi ile su kalite ve miktarının artırılması, taşkınların önlenmesi ve toprağın sabitlenmesi hizmetleri olmuştur. Bu çalışmada pazarı olmayan ürün ve hizmetlerin sosyal değerleme tabanlı oluşturulan korunan alan planlamasına bütünleştirileceği bir anlayış oluşturulmuştur.

Tülek (2017) “Çankırı, Ilgaz Bölgesi Peyzajlarının Sağladığı Faydaların Peyzaj Yapıları, Karakterleri ve Fonksiyonları Açısından Çok Yönlü Analizi” başlıklı doktora tezinde ise havza bazlı temel oluşturularak peyzaj yapısı ve karakter bölgeleri oluşturulmuştur. Peyzajın sağlamış olduğu ekosistem hizmetlerine göre çok yönlü fayda fonksiyonuna sahip alanlar çeşitli derecelere ayrılarak tanımlanmış ve haritalanmış böylece faydaların sürekliliğine bağlı olarak peyzaj koruma, değerlendirme ve geliştirme önerileri ön plana çıkarılmıştır.

Görücü (2017) “Ecosystem Services Supporting Water Supply Systems” yaptığı çalışmada, ekositem hizmetlerinin sağlamış olduğu destekleyici, düzenleyici, kültürel ve tedarik hizmetlerinin önemine vurgu yaparak, çeşitli teknik ve metodları uygulayarak ormanların odun üretimi, su üretimi, karbon depolama ve rekreasyon hizmetlerine değer atamanın geçici metodolojisi hakkında bilgiler vermiştir. Bu ürün ve hizmetlere yönelik karşılaştırmalı sayısal değerlendirmeler yapmıştır.

Şen and Güngör (2018) Kastamonu yöresinde endüstriyel amaçlı yapılacak ağaçlandırmalarda tür seçimi için AHP tekniğinden yararlanmışlardır. Yapraklı ve ibreli birkaç farklı ağaç türü arasından ekonomik, iklimsel, edafik ve fizyolojik kriterlere bağlı olarak en uygun türün dişbudak türü olduğuna karar vermişlerdir.

Niknejad *et al*. (2018) İran’da Mazandaran ilindeki Darabkola havzasında sürdürülebilir kalınma ilkelerine bağlı olarak ekonomi, çevre, üretim, ormanların sağlığı ve korunması ve biyolojik çeşitliğin korunması gibi amaçlara bağlı olarak, göğüs yüzeyi, yıllık hacim artımı, karbon depolama ve net bugünkü değer gibi kriterlere bağlı olarak hangi ağaç türleri ile ağaçlandırma yapılması gerektiğine AHP ikili karşılaştırma matrisi kullanarak karar vermişlerdir.

Yalçınkaya (2020) Yamula Barajında biriken suyun fiyatını ‘Gider Metodu’ uygulayarak hesaplamıştır. Orman Genel Müdürlüğü (OGM) tarafından yapılan ağaçlandırma ve Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ) tarafından yapılan kamulaştırma ve baraj inşaatı yatırımlarının maliyetlerinden yararlanarak suyun birim

maliyetini belirleyen Yalçınkaya (2020), OGM için suyun maliyetini 1,40 kr/m^3 olarak, DSİ için ise 18,00 kr/m^3 olarak hesaplamıştır.

Torres *et al*. (2021) Brezilya'da Jacaré Nehri kıyısında tahrip olan ormanların yeniden ağaçlandırılmasında karar verme aracı olarak AHP tekniğinden yararlanmışlardır. Nehir kıyısında tahrip edilmiş orman alanları arasından su üretimi amacıyla ağaçlandırmaya en uygun olanları toprak yapısı ve vejetasyon bileşimleri gibi ekolojik ve anket yoluyla belirledikleri sosyolojik kriterlere göre tespit emişlerdir.

İlgili literatür ülkemizde ekosistem hizmetlerinde değer belirleme çalışmalarının son yıllarda artış eğiliminde olduğunu göstermektedir. Ancak bu çalışmalar daha çok orman ekosistemlerinden turizm ve rekreasyonel amaçlı faydalanmanın ekonomik değerini tahmin etmeyi amaçlamaktadır. Bunu için de çoğunlukla koşullu değerlendirme yöntemi ve seyahat maliyet yönteminden yararlanılmıştır. Fakat çalışmalar incelendiğinde, veri tedarik etmede çeşitli sıkıntıların olması sebebiyle birçok değer bileşiminde yer alan öğeler tahmin edilememiş ve hesaplanamamış ve farklı yöntem arayışlarıyla ekonomik değer oluşturulmaya çalışılmıştır.

3. MATERYAL VE METOT

3.1 Materyal

3.1.1 Çalışma alanı tanıtımı

Ülkemizde verimleri birbirinden farklı olan 26 adet ana su toplama havzası bulunmaktadır. Fakat Dicle ve Fırat havzalarının birleştirilmesinden dolayı bu sayı 25 adet olarak bilinmektedir (https://www.dsi.gov.tr, 2020). Bu tez çalışmasının genel alanını oluşturan Murat Nehri Havzası, Doğu Anadolu'da Fırat Nehrinin iki ana kolundan (Murat-Karasu) biri olan en büyük kolunu oluşturmaktadır ve havzanın tamamı ülkemizin Doğu Anadolu Bölgesi sınırları içerisinde kalmaktadır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 Murat Nehri Havzasının sınırları ve Türkiye'deki konumu

Murat Nehri Havzası 38° 03' 27" ve 40° 18' 25" kuzey enlemleri ile 38° 52' 11" ve 43° 29' 22" doğu boylamları arasında yer almaktadır. Murat Nehri Havzası sınırları içerisinde Muş ilinin tamamı, Elazığ ve Tunceli illerinin hemen hemen tamamı, Ağrı ilinin Doğubayazıt ilçesi hariç tüm ilçeleri, Erzurum ilinin Karayazı ve Hınıs ilçeleri, Bingöl ilinin Merkez, Karlıova, Solhan ve Genç ilçeleri bulunmaktadır. Ek olarak Bitlis, Erzincan ve Iğdır illerinden de çok küçük alanlar Murat Nehri Havzası sınırlarında

bulunmaktadır (Şekil 3.2). Ayrıca Havzanın doğusunda Iğdır ili ve Van gölü, batısında Karasu Çayı Alt Havzası, kuzeyinde Aras Havzası ve güneyinde ise Dicle havzası yer almaktadır.



Şekil 3.2 Murat Nehri Havzasının coğrafi koordinatları ve havza sınırlarındaki önemli yerleşim yerleri

Uluslararası Tarımsal Kalkınma Fonu (IFAD) ve Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü (ÇEM) tarafından yürütülen bir havza rehabilitasyon projesinin faaliyette olması, dolayısıyla verilere ulaşmada bu projeden faydalanma imkanının bulunması Murat Nehri Havzasının doktora tezi araştırma alanı olarak seçilmesinin temel nedenidir. Ayrıca bölgede daha önce benzer bir çalışmanın yapılmamış olması diğer bir nedendir. Murat Nehri Havzası ekosistem hizmetleri üretimi açısından önemli bir havza olmasına rağmen bölgede bu hizmetlerin parasal değerini takdir edecek bir çalışma yapılmamıştır ve ilgili kurumlar bu bilgilere ihtiyaç duymaktadır. Bu ana amacın dışında havza sosyo-ekonomik olarak da dikkat çekmektedir. Şöyle ki (Anonim 2011):

a) Havza, çok büyük ölçüde havzanın yukarı kesimlerinde yaşayan halkın yaygın yoksulluğu ve çevre bozulmuşluğu ile bilinmektedir.

b) Sürdürülebilir olmayan hayvansal ve bitkisel üretim uygulamaları toprak yapısını dolayısıyla verimliliği, doğal vejetasyonu ve su kalitesi ve rejimini olumsuz etkilemektedir.

c) Havzada, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)'na göre kırsal yoksulluğun en yoğun olduğu ve en dezavantajlı bölgelerini oluşturduğu bilinmektedir (Şeker 2017).

d) Bölgede yaşayan halkın bilinçsiz ve aşırı kullanması sonucunda doğal kaynaklarda bozulmalar mevcuttur.

e) Geçimlerini bitki örtüsü ve arazinin sürdürülebilir kullanımına dayandırmaktan başka çok fazla seçeneğe sahip olmayan bölge halkına doğal kaynak yönetiminde sergiledikleri davranışı kademeli bir şekilde değiştirmektir. Böylece yoksulluk – doğal kaynak bozulumunun alışılagelmiş döngüsünü kırmaktır.

f) Havzanın iklimsel, coğrafi ve çevresel koşulları dikkate alındığında, sert topografyaya sahip oluşu, uygun olmayan agronomik uygulamalar, bozuk olan ormanların gelişigüzel kullanılmasından kaynaklanan arazi bozulması bölgede yaşayan nüfusu olumsuz yönde etkilemektedir.

Çizelge 3.1 Murat Nehri Havzasında yer alan orman işletme şefliklerinin havza sınırlarındaki alansal büyüklükleri

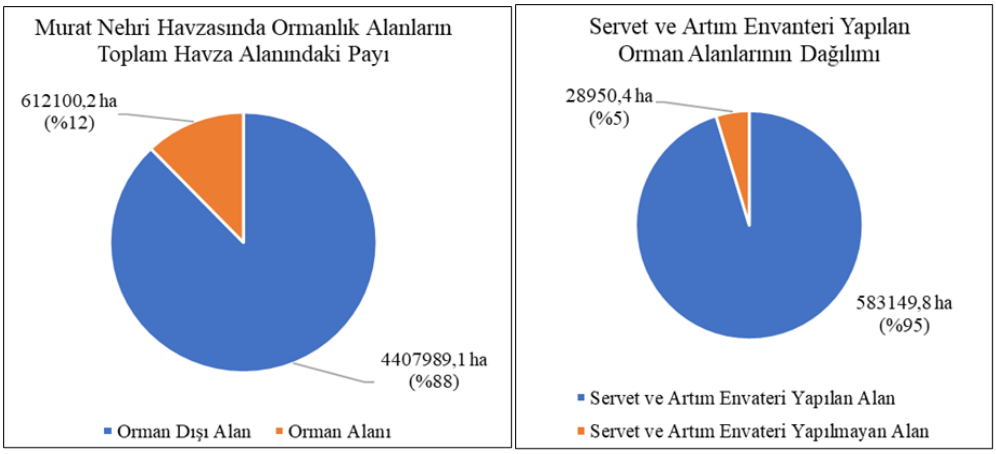
Sıra No	Orman Bölge Müdürlüğü (OBM)	Orman İşletme Müdürlüğü (OİM)	Orman İşletme Şefliği (OİŞ)	Alan (ha)	Havza Genelindeki Payı (%)
1	DKMP XV. Bölge Müdürlüğü	Tunceli	MVMP	43405,6	0,86
2	Elazığ	Bingöl	Bingöl	132723,3	2,64
3	Elazığ	Bingöl	Genç	64368,7	1,28
4	Elazığ	Bingöl	Ilıca	203018,6	4,04
5	Elazığ	Bingöl	Kiğı	192475,9	3,83
6	Elazığ	Bingöl	Solhan	96973,1	1,93
7	Elazığ	Bitlis	Bitlis	741,8	0,01
8	Elazığ	Bitlis	Mutki	1798,0	0,04
9	Elazığ	Bitlis	Tatvan	206700,8	4,12
10	Elazığ	Elazığ	Elazığ	199.721,2	3,98
11	Elazığ	Elazığ	Karakoçan	143265,5	2,85
12	Elazığ	Elazığ	Keban	102509,3	2,04
13	Elazığ	Elazığ	Palu	111616,5	2,22
14	Elazığ	Muş	Kızılağaç	43535,5	0,87
15	Elazığ	Muş	Muş	800509,8	15,95
16	Elazığ	Tunceli	Hozat	244893,4	4,88
17	Elazığ	Tunceli	Nazımiye	84689,4	1,69
18	Elazığ	Tunceli	Ovacık	121495,7	2,42

Çizelge 3.1 Murat Nehri Havzasında yer alan orman işletme şefliklerinin havza sınırlarındaki alansal büyüklükleri (Devam)

19	Elazığ	Tunceli	Pülümür	119508,0	2,38
20	Elazığ	Tunceli	Tunceli	126147,5	2,51
21	Elazığ	Van	Van	218379,2	4,35
22	Erzurum	Ağrı	Ağrı	1006157,0	20,04
23	Erzurum	Erzincan	Erzincan	6720,4	0,13
24	Erzurum	Erzincan	Kemah	117,0	0,002
25	Erzurum	Erzincan	Tercan	3252,2	0,06
26	Erzurum	Erzurum	Erzurum	232787,9	4,64
27	Erzurum	Erzurum	Horasan	501632,2	9,99
28	Erzurum	Refahiye	İliç	6510,0	0,13
29	Şanlıurfa	Diyarbakır	Hazro	4435,8	0,09
TOPLAM				**5020089,3**	**100,00**

Murat Nehri Havzasının toplam alanı 5.020.089,3 ha'dır. Bu alanın 612.100,2 ha'lık kısmı hukuken ormanlık alandır. Geriye kalan 4.407.989,1 ha'lık alan ise OGM tarafından hazırlanan meşcere haritalarında iskan (İs), ziraat (Z), mera (Me), orman toprağı (OT) gibi orman dışı ya da orman örtüsüne sahip olmayan alan olarak işlenmiştir. Ek olarak havzanın 28950,4 ha büyüklüğündeki bölümü ise orman alanı olsa da servet ve artım envanteri yapılmayan a gelişim çağındaki meşcereler, yangın geçirmiş meşcereler, ağaçlandırmaya konu edilmiş başarılı ya da başarısız alanlardan oluşmaktadır. Bütün bunlara göre, özellikle doktora tezi çalışması kapsamında yapılacak ağaç bitkisel kütle karbonu ve oksijen üretimi hesaplamalarına konu edilmiş alanlar, havzanın 583.149,8 ha büyüklüğündeki kısmını kaplamaktadır. Murat Nehri Havzası sınırları içerisine giren orman işletme şefliklerinin havza sınırları içerisindeki alansal büyüklükleri Çizelge 3.1'de verilmiştir. Ağrı Orman İşletme Şefliği (OİŞ) %20,04 ile toplam havza alanındaki en büyük paya sahiptir. En düşük pay ise %0,002 ile Kemah OİŞ'ne aittir (Çizelge 3.1).

Murat Nehri Havzasında orman vasfındaki alanlar toplam alanın %12'sini oluşturmaktadır. Havza sınırlarındaki orman alanlarının ise %5'lik kısmında servet ve artım envanteri yapılmamıştır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3 Murat Nehri Havzasında alansal dağılım

3.1.2 Murat Nehri Havzasının bazı özellikleri

Murat Nehri Havzasının su kaynaklarını kısaca özetleyecek olursak; Bulanık ovasında Hınıs çayına, Malazgirt batısında Banşan deresine ve Liz ovası sonunda Liz çayına uzanır. Batı yönüne doğru akarak kısmen dar olan Manahik boğazından geçmektedir. Varto civarında Tepeköy yakınlarında Bingöl'ün Çarbuhur deresiyle birleşerek, kuzey güney yönlü istikamette akarak Muş ovasına sokulmaktadır. Muş ovasında ise Karasu kolunu alan Murat Havzası dar olan Palu boğazına girmektedir. Murat Nehri, Elazığ ovasında kuzey sınır çizerek batıya doğru akmakta ve Kalan, Peri, Mercan ve Pülümür çaylarının birleşiminden meydana gelen Munzur suyunu alır ve Keban bölgesine kadar gelmektedir. Keban mevkiinin kuzeyinde ise Karasu çayı kolunu almaktadır. Erzurum ili civarındaki dağlardan doğan Karasu çayı, Erzincan ilçesine bağlı Tercan ilçesi sınırlarında Tuzla deresi ile birleşmektedir (AFAD 2021).

Yapılan çalışmalara göre Murat Nehri Havzası, Fırat nehrinin yaklaşık 1/3 suyunu taşımakta ve Karasu Nehrinden iki misli büyüklükte su toplama havzasına sahip bulunmaktadır. Havza yaklaşık 50000 km^2'lik bir alanı kapsamaktadır. Havzanın uzunluğu 722 km'dir (Liverani 1995). Havzanın doğusunda Iğdır ili ve Van Gölü, batısında Karasu Çayı Alt Havzası, kuzeyinde Aras Havzası ve güneyinde Dicle havzası bulunmaktadır.

Murat Nehri Havzası sınırlarında başlıca 7 adet önemli ova bulunmaktadır. Aşağıda bu ovalar hakkında kısaca bazı bilgiler verilmiştir.

Muş Ovası: Muş ovasının alanı yaklaşık 1650 km^2'dir. Kuzeyde Şerafettin ve Otluk Dağları, güneyde Kavuşşahap Dağları, batıda Genç boğazı, doğuda Nemrut Dağları ile sınırlanmaktadır (Şahin 2005).

Bulanık Ovası: Muş ilinin Bulanık ilçesi sınırları arasında kalan bu ova 525,20 km^2'lik bir alana sahiptir. Ova Murat Nehri boyunca uzanan ince bir şerit görünümündedir (Şahin 2005).

Liz Ovası: Yüzölçümü 160 km^2'dir. Rakım, Murat nehrine doğru artar. Dalgalı bir yapı gösterir (https://www.musvak.org.tr, 2022).

Malazgirt Ovası: İsmini Muş ilinin ilçesi olan Malazgirt'ten alan ovanın yüzölçümü yaklaşık 450 km^2'dir. Yer yer dağlardan inen akarsularca yarılmış olan ova geniş bir bozkır görünümündedir (https://www.yerelnet.com.tr, 2022).

Uluova: Elazığ'ın en geniş ovası olup, Hazar depresyonuna paralel ve güneydoğu Torosların uzanış yönüne bağlı olarak, Kuzeydoğu – Güneybatı yönünde uzanır. Kuzey taraftan kırık hatlar halinde uzanan, yükseltisi düşük olan Karakaya dağları ile çevrilidir. Güneyden Mastar, Kamışlık ve Çelemlik dağları dizisi ile sınırlanmıştır. Kuzeydoğuda Keban Baraj gölüne kadar uzanır. Ovanın genişliği 15 km ve uzunluğu yaklaşık 56 km kadardır. Yüzölçümü ise yaklaşık 325 km^2'yi bulmaktadır (https://elazig.csb.gov.tr, 2022).

Kuzova: Kuzey yönünde akarak Murat Nehri ile birleşen Sarını (Cip) çayının iki yanında yer alan uzun bir ovadır. Yüzölçümü yaklaşık 110 km^2'dir. Denizden yaklaşık 900 – 1000 metre yükseklikte olan, kuzeye gidildikçe genişleyen bir ovadır.

Elazığ Ovası: Kuzeydoğu-Güneybatı yönlü uzanan küçük bir depresyondur. Denizden 1000 – 1050 m yükseltidedir. Yüzölçümü yaklaşık 36 km^2'lik alanı kaplayan bu ova, bir çöküntü havzasının alüvyonlarla dolması sonucunda meydana gelmiştir.

Ayrıca alt havzada önemli olan diğer ovalar; Baskil ovası, Baltaş-Sarıkamış ovası, Başyurt ovası, Hankendi ovası, Kovancılar ovası, Yarımca-Palu ovası, Karakoçan ovası olarak sıralanabilir (https://elazig.csb.gov.tr, 2022).

Murat Nehri Havzası; Ağrı, Bingöl, Elazığ, Erzurum ve Muş illerinin mülki idari sınırları içerisine giren toprakların tamamını ya da bir kısmını kapsamaktadır. Bu illere ilişkin genel tanıtıcı bilgiler aşağıda açıklanmıştır.

Ağrı: Doğu Anadolu Bölgesi'nin Yukarı Murat-Van Bölümü sınırları içerisinde yer alan il, aynı zamanda İran ile komşu olan sınır illerimizden biridir. Ağrı ili 42˚ 15' - 44˚ 36' doğu meridyenleri ile 38˚ 59' - 40˚ 02' kuzey paralelleri arasında yer almaktadır. Türkiye yüzölçümünün yaklaşık olarak %1,4'lük kısmını oluşturan Ağrı'nın toplam alanı 11099 km^2'dir. Fırat alt havzası içerisine yaklaşık 8312,6 km^2'lik kısmı giren il, havzanın %6,72'lik kısmını oluşturmaktadır.

Anadolu'ya giriş kapılarından biri olan Ağrı ili yüzyıllar boyunca birçok uygarlıklara ev sahipliği yapmıştır. İl 5137 metre yüksekliğiyle Türkiye'nin ve Avrupa'nın en büyük dağı olan Ağrı Dağı'ndan dolayı Ağrı adını almıştır (ÇŞB 2020a).

Bingöl: Doğu Anadolu Bölgesinin Yukarı Fırat bölümünde yer alan Bingöl İli, doğusunda Muş ili, batısında Elazığ ve Tunceli, kuzeyinde Erzincan ve Erzurum, güneyinde ise Diyarbakır illeriyle çevrilidir. Bingöl ili 39º 56' ve 41º 20' doğu boylamları ile 36º-28' ve 39º-31' kuzey enlemleri arasında yer alır. İlin yüzölçümü 8004 km^2'dir ve 7120,20 km^2'lik kısmı havza içerisinde yer almaktadır.

İlin arazi yapısı oldukça yüksek ve engebeli olup, denizden yüksekliği 1250 metreyi aşmaktadır. Tepelik ve dağlık alanlar çok geniş bir yer kaplamaktadır. Yükseklikleri

2000 metreyi aşan dağlık alanların 1500-2000 metre arasında yükseltiye sahip olan tepelik alanlarının tektonik hareketler sonucunda meydana geldiği tespit edilmiştir. İlin dağlarının yapısında genellikle andezitler ve bazalt bulunur.

İlin ekonomisi tarım, hayvancılık ve ormancılığa dayanmakta olup, ilgili sektörlerde çalışanlar nüfusun büyük bir kısmını kapsamaktadır. İnşaat ve imalat sanayiinde çalışanlar etkin nüfusun %3'nü oluşturmaktadır. Ayrıca şehirde önemli bir sanayi tesisi bulunmamaktadır (ÇŞB 2020b).

Elazığ: Doğu Anadolu Bölgesinin güneybatısında yer alan il, Yukarı Fırat Bölümünde yer almaktadır. Coğrafi konumu itibariyle, Doğu Anadolu Bölgesini batıya bağlayan yolların kavşak noktasında bulunan Elazığ ili, doğudan Bingöl, batı ve güneybatıdan Karakaya Baraj Gölü vasıtasıyla Malatya, kuzeyden Keban Baraj Gölü aracılığıyla Tunceli, güneyden ise Diyarbakır illeriyle komşudur. Elazığ ili 40º 21' ile 38º 30' doğu boylamları, 38º 17' ile 39º 11' kuzey enlemleri arasında kalmaktadır. İlin yüzölçümü 9281 km^2'dir.

İlin arazi yapısını dik, çok dik ve sarp eğimli alanlar önemli yer işgal etmektedir. Murat nehri, Ağrı'dan geçtikten sonra Güneybatıya yönelerek, Bingöl'ün Genç İlçesini geçerek Elazığ topraklarına girmektedir. Elazığ ilinin sularını ise Murat ve onun kolları toplamaktadır (ÇŞB 2020c).

Erzurum: Doğu Anadolu Bölgesi'nin en büyük kenti olan Erzurum ili sahip olduğu 8783 km^2 ile havzanın yaklaşık %7'sini oluşturmaktadır.

Erzurum ili, Sivas, Konya ve Ankara'dan sonra arazi büyüklüğü bakımından en büyük 4. ildir. Erzurum doğuda Ağrı, batıda Erzincan, kuzeyde Rize, kuzeydoğuda Ardahan, Kars ve Artvin; kuzeybatıda Bayburt, güneyde Muş, güneybatıda Bingöl illeri ile çevrilidir. İl topraklarının %70'i Doğu Anadolu Bölgesi'nde bulunurken %30'u Karadeniz Bölgesi içerisinde bulunmaktadır (https://erzurumportali.com, 2013).

Ülkemizin en soğuk ve en yüksek illerinden biri olan Erzurum'da sert karasal iklim hüküm sürmektedir. Yağış miktarı m^2'ye 460 mm'dir. Bölgede eriyen karlarla akarsular beslenir (ÇŞB 2020d).

Muş: Doğu Anadolu Bölgesinde yer alan Muş İli, 39º 29' ve 38º 29' kuzey enlemleriyle 41º 06' ve 41º 47' doğu boylamlarının arasındadır. Türkiye yüz ölçümünün yüzde 1,1'ini kaplayan ilin yüzölçümü 8650 km^2'dir. Bu alanın 8131,2 km^2'si havza sınırlarına dahildir.

Muş ili, doğuda Ağrı'nın Tutak ve Patnos, Bitlis'in Adilcevaz ve Ahlât, kuzeyde Erzurum'un Hınıs, Karayazı, Tekman ve Karaçoban, batıda Bingöl'ün Solhan ve Karlıova, güneyde ise Diyarbakır'ın Kulp, Siirt'in Sason ve Bitlis'in Mutki ve Güroymak ilçeleri ile çevrilidir.

Sert bir karasal iklimin hakim olduğu ilde büyük çoğunlukta nadaslı tarım uygulanmaktadır. Kuru tarım yapılan alanların bütününde nadas uygulaması yapılmaktadır. İldeki tarım alanlarının %61'inde kuru tarım gerçekleştirmektedir. Kuru tarım yapılan alanlarda en çok arpa, buğday, korunga, yonca, fiğ çok az miktarda nohut, karpuz ve kuru fasulye tarımı yapılmaktadır. Sulu tarım yapılan alanlarda ise meyvecilik, sebzecilik, şekerpancarı, bağ, ayçiçeği ve mısır gibi tarla ürünlerinin üretimi gerçekleştirmektedir (ÇŞB 2020e).

Murat Nehri Havzası sınırları içinde kalan iller, ilçeler ve havza sınırları içerisinde yer alan yerleşimler göz önüne alınarak hesaplanmış olan 2016 yılı Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi (ADNKS) değerleri Çizelge 3.2'de verilmiştir (https://data.tuik.gov.tr, 2016). İdari sınırlar bakımından %5'ten az alanı havza içerisine giren iller ve %10'dan daha az bir alanı havza içerisine giren ilçelere ait istatistikler ihmal edilmiştir.

Çizelge 3.2 Murat Nehri Havzasında yer alan yerleşim birimlerinin 2016 yılı nüfusları (https://data.tuik.gov.tr, 2016)

İl	İlçe	Nüfus	İl	İlçe	Nüfus
Ağrı	Merkez	149994	Elazığ	Merkez	431294
Ağrı	Diyadin	40978	Elazığ	Maden	11071
Ağrı	Eleşkirt	35098	Elazığ	Karakoçan	27923
Ağrı	Hamur	18723	Elazığ	Keban	6315
Ağrı	Patnos	122399	Elazığ	Kovancılar	39305
Ağrı	Taşlıçay	20229	Elazığ	Palu	18718
Ağrı	Tutak	31299	Elazığ	Sivrice	7879
Bingöl	Merkez	153011	Muş	Merkez	185245
Bingöl	Genç	26490	Muş	Bulanık	81330
Bingöl	Karlıova	31226	Muş	Hasköy	26245
Bingöl	Solhan	33133	Muş	Korkut	25845
Erzurum	Hınıs	22346	Muş	Malazgirt	50551
Erzurum	Karayazı	15351	Muş	Varto	30869
Toplam		**700277**	**Toplam**		**942590**
GENEL TOPLAM					**1642867**

Murat Nehri Havzasında yaşayan halkın başlıca geçim kaynaklarını tarım ve hayvancılık faaliyetleri oluşturmaktadır. Havza sınırları içerisinde yer alan illerde tarım ve hayvancılık sektörlerine ilişkin genel tanıtıcı bilgiler aşağıda bulunmaktadır.

Ağrı: Halkın başlıca geçim kaynağı hayvancılık ve tarımdır. İlin ekilebilir tarım arazilerinin büyük çoğunluğu kuru tarım arazileridir. Tarım ürünlerinin başında ise arpa, buğday ve şeker pancarı gelmektedir. Murat suyu bataklığında pirinç, kendir, pamuk, çavdar ve mısır yetişir. Bataklıklarda ise kamış yoğunluğu fazladır. Su bakımından zengin olduğu halde ancak 23522 ha arazi sulanmaktadır. Patnos, Doğubayazıt ve Tutak ovalarının sulanması için proje çalışmaları yapılmaktadır.

Ağrı ilinin en önemli gelir kaynaklarından birini de hayvancılık oluşturmaktadır. Koyun yetiştiriciliği bunların başında gelmektedir. Kırsal bölgelerde göçebeler çoğunluktadır. Geniş mera, otlaklarda ve yaylalarda keçi, sığır, koyun, manda beslenmektedir (ÇŞB 2020a).

Bingöl: İlin ekonomisini tarım, hayvancılık ve ormancılık oluşturmaktadır. Bu sektörlerde çalışanlar faal nüfusun %85'idir. İlin sanayisi gelişmemiştir. İnşaat ve imalat sanayiinde çalışanlar %3'tür. Bingöl ili; dağlık, vadileri sarp ve dik olduğundan,

ovaları %2,5 ve ekime müsait yerler ise %3'tür. Başlıca tarım ürünlerine bakıldığında; arpa, buğday, mısır, baklagiller, çavdar, şekerpancarı, sebze, fasulye, karpuz ve kavundur. İlin Genç ilçesinde, üzüm, büyük miktarda armut ve elma yetişmektedir. Bingöl iline modern tarım henüz yerleşmemiştir. Traktör sayısı ve tarım aletleri oldukça azdır.

Bingöl ekonomisinde ön planda olan bir diğer önemli geçim kaynağı hayvancılıktır. Köylerin %78'i hayvancılıkla geçinmektedir. Bölgede sığır, keçi ve koyun yetiştirilmektedir Arıcılık ve tavuk besiciliği de yapılmaktadır. Canlı hayvan, yün, kıl, deri, yağ, peynir satışı ile çok önemli gelir elde edilmektedir (ÇŞB 2020b).

Elazığ: İlin ekonomisinde tarım ana sektör olma özelliğiyle önemli bir yere sahiptir. İl'de yetiştirilen ürünler çok çeşitlilik gösterir. Kuru tarım yapılan alanlarda tahıllar başta gelmektedir. İlin öne çıkan başlıca ürünleri ise; arpa, buğday, mercimek ve yazlık buğdaylardır. Son zamanlarda birçok yüksek kesimde ve düz ovalarda sulama yapıldığından dolayı kuru tarımda yetiştirilen tahıllar şekerpancarı ve pamuk gibi sulu tarımda yetiştirilen sanayi bitkilerine bırakmıştır.

Bölgenin Uluova ilçesinde yetiştirilen şeker pancarı ve pamuğun yanında sebze üretimi de önemini korumaktadır. Karpuz, kavun ve diğer birçok sebze iç tüketimi karşılama durumundadır. Meyvecilik alanında ise son yıllarda kayısı, kiraz ve elma gibi meyvelerin yanı sıra bağcılık gibi faaliyetlerde yöre halkının vazgeçilmez uğraşısını oluşturmaktadır. Tarım sektöründe önemli bir yere sahip olan hayvancılık faaliyetlerinde ise büyük çoğunlukta büyükbaş hayvan yetiştiriciliği yapılmaktadır. Bu payı kümes hayvanı ve küçükbaş yetiştiriciliği izlemektedir. Bitki türü çeşitliliği bakımından zengin olan yörelerde ise arıcılık faaliyetleri yapılmaktadır (ÇŞB 2020c).

Erzurum: Ekonomisinin temelini tarımsal alanda yapılan faaliyetler oluşturmaktadır. Tarımsal faaliyetler içerisinde de hayvancılık ön plana çıkmaktadır. Ülkemiz mera-çayır varlığının yaklaşık %11'ini bünyesinde barındıran bölge, sahip olduğu bu avantajlı konumuyla ülke hayvancılığında çok önemli bir yere sahiptir. 2014 yılı TÜİK verilerine göre büyükbaş hayvan sayısı bakımından %4,6'lık pay ile ülkemizde en çok büyükbaş

hayvana sahip 2. büyük ilimizi oluşturmaktadır. Küçükbaş sayısı açısından ülkemizde 23. sıradadır. Bölgenin büyük çapta sahip olduğu mera-çayır varlığı, özellikle arıcılık ve küçükbaş alanlarında ilin kendi varlığının çok daha üzerinde arı kolonisinin ve küçükbaş hayvancılığın gezgincilik/göçer faaliyetiyle üretim yapılmasını sağlamaktadır. Bitkisel üretim alanında ise özellikle yem bitkilerinin ekilimi çok büyük önem arz etmektedir. Türkiye'de tarla bitkileri içerisinde yem bitkilerinin oranı yaklaşık %12 civarındayken, Erzurum ilinde bu oran %33 pay alarak, ülkemiz yem bitkileri üretim alanının yaklaşık %4,5'ini bünyesinde bulundurmaktadır.

İlin öne çıkan ürünleri ise; kuru baklagiller, patates, saman ve ot (fiğ, mısır, korunga, yulaf, yonca), şekerpancarı, tahıllar (buğday, arpa, çavdar, yulaf) ve yağlı tohumlardır (ÇŞB 2020d).

Muş: İlin ekonomisini tarım ve hayvancılık oluşturmaktadır. Faal nüfusun %85'i tarımla uğraşmaktadır. İlin sanayisi gelişmemiştir. Tarla tarımı hayvancılıktan sonra gelir.

Bölgede en çok tahıl ekimi yapılmaktadır. İklim şartları elverişsiz ve ekim alanı az olduğundan tarım ürünü çeşidi ve verim azdır. Meyvecilik ve sebzecilik gelişmemiştir. Az miktarda karpuz, üzüm, kavun ve lahana yetişmektedir. Bölgenin başlıca ürünlerini arpa, buğday, tütün, mısır, nohut ve şekerpancarı oluşturmaktadır.

Mera hayvancılığı çok geniş bir alan tutmakta olup, besi hayvancılığı henüz başlangıç aşamasındadır. Hayvancılık için plato ve yaylalar çok elverişlidir. İlde koyun, kıl keçisi, sığır ve kümes hayvanları beslenir. Arıcılık gelişmiştir (ÇŞB 2020e).

Karasal iklimin hakim olduğu Murat Nehri Havzası Fırat Alt Havzası'nın doğusunda yer almaktadır. Karasal iklim, yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve kar yağışlı geçen iklim türüdür. Karasal iklimde en fazla yağış kışın, en az yağış yazın düşmektedir. Murat Nehri Havzası'nda yıllık ortalama sıcaklık 8,20 ℃ ve yıllık ortalama yağış 566,4 mm'dir (https://mgm.gov.tr, 2022).

Havza sınırlarında bulunan iller için Thornthwaite Yöntemine göre yapılan iklim sınıflandırmaları şöyledir:

- Ağrı; yarı nemli, 1. Dereceden mezotermal, su noksanı yaz mevsiminde ve çok kuvvetli olan bir iklim tipine sahiptir.
- Bingöl; nemli, 2. Dereceden mezotermal, su noksanı yaz mevsiminde ve çok kuvvetli olan bir iklim tipine sahiptir.
- Elazığ; yarı kurak, 2. Dereceden mezotermal, su fazlası kış mevsiminde ve orta derecede olan bir iklim tipine sahiptir.
- Erzurum; yarı kurak-az nemli, 2. Dereceden mikrotermal, su fazlası kış mevsiminde ve orta derecede olan bir iklim tipine sahiptir.
- Muş; nemli, 1. Dereceden mezotermal, su noksanı yaz mevsiminde ve çok kuvvetli olan bir iklim tipine sahiptir.

Murat Nehri Havzasının da içerisinde bulunduğu Doğu Anadolu Bölgesi'nin jeolojik yapısı incelendiğinde; Neo-tektonik dönemde sıkışma ile yükselme başladığı, tektonik hatlar boyunca da volkanik olaylar geliştiği gözlenmiştir. Bu hareketler havzanın bugün ki engebeli ve yüksek görünümünü kazanmasını sağlamıştır. Yükselen sahalar dağlık alanları, çöken sahalar ise havza tabanı alanlarını karşılamaktadır. Bununla beraber, volkanik olaylar sonucunda geniş platolar ve bu platolar üzerinde yükselen volkanik koniler oluşmuştur. Ayrıca havzanın ortalama jeolojik yapısı metamorfik anakayadan oluşmuştur (https://cem.csb.gov.tr, 2020).

Havzanın toprak yapısına bakıldığında, topraklar bölgedeki iklim şartları ve bitki örtüsü özelliklerine göre oluşmaktadır. İklimin etkisi toprağın horizonlarının gelişimini etkilemektedir. Anakaya üzerinde oluşan toprakların derin kumlu, killi ve kumlu balçıklı bir yapıya sahip olduğu bilinmektedir (https://cem.csb.gov.tr, 2020).

Havza incelendiğinde, topoğrafya, iklim, jeolojik yapı ve toprak özellikleri ile mera ve orman arazilerinin tahribi, tarım arazilerinde kullanılan yanlış teknikler sebebiyle erozyonun artış gösterdiği görülmektedir. Eğimin yüksek olduğu yamaç tarım ve mera-orman toprağı alanları ile bozuk orman alanlarında az şiddetli erozyon hüküm sürmektedir (Demir and Demir 2016).

3.1.3 Murat Nehri Havzasının su potansiyeline ilişkin elde edilen bilgiler

Çalışma alanında değerlendirilecek olan ekosistem hizmetlerinden biri de su üretim hizmetinin fiyatlandırabilmek amacıyla, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ) ile görüşülerek, çalışma havzasına düşen yıllık yağış miktarı, havzada bulunan yer altı rezerv suyu miktarı ve akıma geçerek Fırat Nehrine katılan su miktarına ilişkin veriler elde edilmiştir.

Çizelge 3.3 Murat Nehri Havzasında yer alan meteoroloji istasyonlarında 2017 yılında ölçülen yıllık yağış miktarları

Sıra No	İstasyon Adı	Yıllık Toplam Yağış (mm)*	Sıra No	İstasyon Adı	Yıllık Toplam Yağış (mm)*
1	Ağrı	526,3	12	Malazgirt	443,1
2	Ahlat	562,7	13	Muş	818,8
3	Bingöl	931,2	14	Palu	548,1
4	Bitlis	1119,2	15	Solhan	677,1
5	Bulanık	450,3	16	Tatvan	802,4
6	Hınıs	596,8	17	Yarımca	480,6
7	Horasan	406,3	18	Gültepe	482,3
8	Genç	833,5	19	Dalbahçe	314,3
9	Hacıömer	421,9	20	Aktarla	514,2
10	Adaksu	345,1	21	Koçköprü (Hara)	576,9
11	Hasköy	679,9	22	Altınova (Vartiniz)	621,0
*: DSİ'den yüzyüze görüşmeler neticesinde elde edilmiş verilerdir.					

Murat Nehri Havzası sınırlarında Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) tarafından kurulan meteoroloji istasyonlarında 2017 yılında gözlenen yıllık toplam yağış miktarları Çizelge 3.3'te ve DSİ kayıtlarına göre 2017 etüt yılında havzanın sahip olduğu yer altı rezerv suyu miktarı ile çeşitli sektörlere tahsis edilen su miktarına ilişkin bilgiler Çizelge 3.4'te verilmiştir.

DSİ ile yapılan görüşmeler sonucunda elde edilen bir başka veri de Murat Nehrinde akıma geçen yıllık ortalama su miktarıdır. Murat Nehrinin Keban Barajına döküldüğü Palu ilçesinde tesisli olan DSİ'ne ait akım gözlem istasyonunda ölçülen verilere göre yıllık ortalama akım miktarı 8,1 milyar m^3/yıl'dır. Bu veri DSİ tarafından tutulan verilerin uzun yıllar ortalaması biçiminde hesaplanmıştır. Ek olarak Palu akım gözlem

istasyonundan elde edilen verilere göre ortalama akım miktarı 256,9 m^3/sn iken ortalama akım yüksekliği ise 318,4 mm'dir.

Çizelge 3.4 Murat Nehri Havzasında yer altı su rezervine ilişkin bilgiler

Yer Altına Giren Su Miktarı*				**Yer AltındanTahsis Edilen Su Miktarı***			
Sıra No	**Alt Havza Adı**	**Etüt Yılı**	**Beslenim (x106 m3/yıl)**	**Sıra No**	**Sektör Adı**	**Belge Sayısı (adet)**	**Tahsis Miktarı (x106 m3/yıl)**
1	Diyadin Taşlıçay	2017	33,00	1	İçme – Kullanma	463	90,56
2	Ağrı Eleşkirt	2017	86,00	2	Bireysel Sulama	778	24,74
3	Patnos	2017	47,80	3	Kooperatif Sulamaları	104	45,07
4	Malazgirt-Bulanık	2017	75,70	4	Diğer Kamu Sulamaları	37	3,60
5	Hınıs Karaçoban	2017	91,60	5	Sanayi	52	10,88
6	Varto	2017	20,50	**Toplam**		**1434**	**174,85**
7	Muş	2017	103,10	**Net Yer Altı Su Rezervi (x106 m3/yıl)**			**398,15**
8	Bingöl-Palu-Genç-Solhan	2017	16,70				
9	Bingöl-Karlıova	2017	62,20				
10	Bitlis Güroymak	2017	18,50				
11	Tutak	2017	17,90				
Toplam			**573,00**				
*: DSİ'den yüzyüze görüşmeler neticesinde elde edilmiş verilerdir.							

Son olarak çeşitli yazılı kaynaklar, çalışma konusuna ait ulusal ve uluslararası düzeyde yürütülen araştırmacıların çalışmaları, Dünya Bankası tarafından her yıl yayınlanan raporlar, çalışmanın veri ve bilgi kaynağını oluşturmaktadır.

3.2 Yöntem

3.2.1 Murat Nehri Havzası ormanlık alanlarında ağaç bitkisel kütlesinin hesaplanması

Murat Nehri Havzasında mevcut orman alanlarının sahip oldukları ağaç bitkisel kütlesini hesaplayabilmek için Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) tarafından 2003 yılında hazırlanan Arazi Kullanımı, Arazi Kullanımındaki Değişiklikler

ve Ormancılık (Land Use, Land Use Change and Forestry (LULUCF)) rehberinde önerilen yöntem kullanılmıştır. Bu yönteme göre ilk olarak ormanlık alanlardaki ağaç serveti (m^3) belirlenmelidir. Bu amaçla çalışma alanı için elde edilen meşcere tipleri haritası sayısallaştırılarak meşcere veri tabanı oluşturulmuştur. Bu veri tabanında her bir bölmeciğe ait olan;

a) Orman Bölge Müdürlüğü
b) Orman İşletme Müdürlüğü
c) Orman İşletme Şefliği
d) Bölme / Bölmecik No
e) Meşcere Tipi
f) İşletme Sınıfı
g) Yaş Sınıfı
h) Bonitet Sınıfı
i) Alan (ha)

bilgileri bulunmaktadır.

Meşcere tipleri veri tabanı oluşturulduktan sonra ağaç servetinin hesaplanması aşamasına geçilmiştir. Bu amaçla çalışma alanındaki orman işletme şefliklerinin halihazırda yürürlükte olan orman amenajman planlarının temin edilmesi gerekliliği doğmuştur. Söz konusu orman amenajman planları Orman Genel Müdürlüğü (OGM) Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı ile iletişime geçilerek temin edilmiştir. Orman amenajman planlarının temininin ardından her bir bölmecik için dikili kabuklu gövde hacminin (m^3) hesaplanmasına geçilmiştir. Meşcere servetinin hesaplanması sırasında orman amenajman planlarında bulunan 13 No'lu tablolardan (Meşcere Tipleri Tanıtım Tablosu) yararlanılmıştır.

Bilindiği gibi meşcere haritaları hem ormanlık alanları hem de orman dışı alanları (İs, Z, OT, vb.) göstermektedir. Bu nedenle ilk olarak çalışma alanında bulunan orman dışı alanlar veri tabanından çıkarılmıştır. Geriye kalan ormanlık alanlarda ise ilk olarak servet ve artım hesaplamaları yapılmıştır. Ancak orman amenajman planlarında, ormanlık alan sayılmalarına rağmen, a gelişim çağındaki meşcerelere, henüz ağaçlandırılmış başarılı ya da başarısız ağaçlandırma sahalarına ve ağaçlandırılmak

üzere arazi hazırlığı yapılmış sahalara servet ve artım değeri verilmemektedir. Ek olarak yangın geçirmiş ormanlık alanlara da, aktüel durumdaki meşcere kuruluşlarına bağlı olarak, ağaç serveti değeri verilse bile bu alanlar yangın nedeniyle hayatiyetlerini kaybettikleri için yıllık hacim artımı hesaplamaları yapılmamaktadır. Baltalık meşcerelerde ise, eğer meşcere servet ve artımı m^3 biriminden verilmemiş ise, ilgili orman amenajman planında önerilen ster katsayısı ile çarpılarak ster biriminden m^3 birimine dönüştürülmüş ve veri tabanına işlenmiştir. Böylelikle baltalık işletmesine tabi tutulan meşcereler için de servet, artım ve bitkisel kütle hesaplamaları yapılabilmiştir. Özetle Murat Nehri Havzasındaki ormanlık alanlarda üretilen ağaç bitkisel kütlesi orman envanteri sonucunda servet ve artım hesabı yapılmış ormanlık alanlar için hesaplanmıştır.

Çalışma alanı sınırlarında kalan orman işletme şeflikleri için hazırlanan orman amenajman planları farklı yıllarda üretilmiştir. Ancak doktora tezi çalışması kapsamında tez çalışmasının başlangıç yılı olan 2017 yılı için ağaç bitkisel kütlesi hesaplanmıştır. Bu amaçla ilk olarak her bir orman işletme şefliği için plan yılına ait dikili kabuklu ağaç serveti hesaplanmıştır. Ardından yıllık ağaç serveti artımları kullanılarak plan başlangıç yılından 2017 yılına taşınmıştır (büyütme süresi). Burada söz konusu meşcerelerde herhangi bir silvikültürel işlemin uygulanmadığı ve yıllık hacim artımının değişmediği kabul edilmiştir. Bu varsayımın 2017 yılı ile 2021 yılı arasındaki dönemde de geçerli olduğu öngörülmüştür ve ağaç serveti ve artımından yararlanılarak yapılmış tüm hesaplamalar (bitkisel kütle üretimi, karbon stoğu ve oksijen üretimi) bu kabule dayanılarak yapılmıştır. Tüm orman işletme şeflikleri için bu işlem yapıldıktan sonra ağaç bitkisel kütlesi hesaplamalarına geçilmiştir. Murat Nehri Havzası sınırları içerisine giren orman işletme şefliklerine ait orman envanter verilerine ilişkin tanıtıcı bilgiler Çizelge 3.5'te verilmiştir.

Çizelge 3.5 Murat Nehri Havzasındaki orman envanter verilerine ait tanıtıcı bilgiler

Orman Bölge Müdürlüğü	Orman İşletme Müdürlüğü	Orman İşletme Şefliği	Orman Envanter Yılı	Büyütme Süresi (yıl)	Ormanlık Alan* (ha)	Veri Kaynağı
DKMP XV. Bölge Müdürlüğü	Tunceli	Munzur Vadisi Milli Parkı (MVMP)	1973	44	6142,8	OGM 1973a
Elazığ	Bingöl	Bingöl	2005	12	43734,5	OGM 2005a
Elazığ	Bingöl	Genç	2005	12	26167,7	OGM 2005b
Elazığ	Bingöl	Ilıca	2005	12	34508,7	OGM 2005c
Elazığ	Bingöl	Kiğı	2005	12	58220,3	OGM 2005d
Elazığ	Bingöl	Solhan	2005	12	24802,9	OGM 2005e
Elazığ	Bitlis	Bitlis	2015	2	178,8	OGM 2015a
Elazığ	Bitlis	Mutki	2014	3	1141,2	OGM 2014a
Elazığ	Bitlis	Tatvan	2014	3	15239,4	OGM 2014b
Elazığ	Elazığ	Elazığ	2014	3	17076,4	OGM 2014c
Elazığ	Elazığ	Karakoçan	2004	13	28913,3	OGM 2004a
Elazığ	Elazığ	Keban	2013	4	3407,4	OGM 2013
Elazığ	Elazığ	Palu	2004	13	23832,2	OGM 2004b
Elazığ	Muş	Kızılağaç	2014	3	10409,2	OGM 2014d
Elazığ	Muş	Muş	2014	3	46015,9	OGM 2014e
Elazığ	Tunceli	Hozat	2014	3	56158	OGM 2014f
Elazığ	Tunceli	Nazımiye	2015	2	42720,1	OGM 2015b
Elazığ	Tunceli	Ovacık	2015	2	27338,6	OGM 2015c
Elazığ	Tunceli	Pülümür	2015	2	31677,3	OGM 2015d
Elazığ	Tunceli	Tunceli	2015	2	68301,2	OGM 2015e
Erzurum	Ağrı	Ağrı	1973	44	5905	OGM 1973b
Erzurum	Erzincan	Tercan	2014	3	42,9	OGM 2014g
Erzurum	Erzurum	Erzurum	2002	15	1701	OGM 2002
Erzurum	Erzurum	Horasan	1973	44	9515	OGM 1973c
Toplam					**583149,8**	-

*: Orman amenajman planlarına göre ağaç serveti ve artımı hesaplanan ormanlık alanlardır.

Meşcere tiplerinin birim alandaki ağaç serveti (m^3/ha) ve ağaç serveti artımları (m^3/ha/yıl) orman amenajman planlarındaki Tablo 13'ten (Meşcere Tipleri Tanıtım Tablosu) ilgili meşcereyi oluşturan ağaç türü / türleri bazında alınarak bölmeciğin alanı ile çarpılmış ve meşcerenin genel alanındaki ağaç serveti ve (m^3) ve ağaç serveti artımları (m^3/yıl) hesaplanmıştır.

Çalışma alanındaki her bir bölmeciğin ağaç serveti ve ağaç serveti artımı hesaplandıktan sonra bu hacim değerlerinin ağaç bitkisel kütlesine dönüştürülmesi aşamasına geçilmiştir. Ağaç bitkisel kütlesi de meşcereyi oluşturan her bir ağaç türü / türleri için ayrı ayı hesaplanmış ve meşcerelerin toplam ağaç bitkisel kütleleri belirlenmiştir. Daha önce de bahsedildiği gibi, ağaç bitkisel kütlesini hesaplayabilmek için LULUCF kılavuzunda ifade edilen yöntemden yararlanılmıştır. Ağaç bitkisel kütlesini hesaplamanın ilk aşaması meşcere servet ve artımını bitkisel kütleye dönüştürmektir. Bu amaçla;

$$B = V \times WD \tag{3.1}$$

denkleminden yararlanılmıştır. Bu denklemde;
B = Dikili kabuklu gövde odunu kütlesini (t),
V = Dikili kabuklu gövde hacmini (m^3),
WD = Gövde odunu hacim ağırlığını (t/m^3),
ifade etmektedir.

Denklem (3.1)'den de anlaşılacağı gibi her bir meşcereyi oluşturan ağaç türü / türleri için *WD* katsayılarının bilinmesi gerekmektedir. Literatür araştırması ile bu katsayılar elde edilerek her bir meşcere için dikili kabuklu gövde kütlesi (t) ve dikili kabuklu gövde kütlesi artımı (t/yıl) hesaplanmıştır. Hesaplamalarda Tolunay (2013) tarafından derlenen Türkiye'deki farklı ağaç türleri için hesaplanan gövde odunu hacim ağırlıkları (Çizelge 3.6) kullanılmıştır.

Çizelge 3.6 Türkiye'deki farklı ağaç türleri için hesaplanan gövde odunu hacim ağırlıkları (Tolunay 2013)

İbreliler	**Gövde Odunu Hacim Ağırlığı (t/m^3)**	**Yapraklılar**	**Gövde Odunu Hacim Ağırlığı (t/m^3)**
Pinus brutia	0,478	*Fagus orientalis*	0,530
Pinus nigra	0,470	*Quercus* sp.	0,570
Pinus sylvestris	0,426	*Carpinus* sp.	0,630
Pinus pinea	0,470	*Alnus* sp.	0,407
Pinus halepensis	0,480	*Populus* sp.	0,350
Pinus pinaster	0,440	*Castanea sativa*	0,480
Pinus radiata	0,380	*Fraxinus* sp.	0,562
Abies sp.	0,350	*Robinia pseudoacacia*	0,680
Picea orientalis	0,358	*Liquidambar orientalis*	0,468
Cedrus libani	0,430	Diğer Yapraklılar	0,550
Juniperus sp.	0,460		
Diğer İbreliler	0,431		

Toprak üstü ağaç bitkisel kütlesi gövde odunu kütlesi, yaprak kütlesi ve dal kütlesinin toplamından oluşmaktadır. Bu nedenle yaprak ve dal kütlelerini de hesaplamak gerekmektedir. Ağaçların toprak üstü bileşenlerinden olan yaprak ve dalların kütleleri gövde odunu kütlesinin çeşitli katsayılar aracılığı ile yaprak ve dal kütlesine genişletilmesi yoluyla hesaplanmaktadır. Bu amaçla;

$$B_i = B \times BEF_i \tag{3.2}$$

denkleminden yararlanılmaktadır. Burada;
B_i = i ağaç bileşeninin (yaprak ya da dal) kütlesini (t),
B = Dikili kabuklu gövde odunu kütlesini (t),
BEF_i = Bitkisel kütle genişletme katsayısını (Biomass Expansion Factor) (boyutsuz) ifade etmektedir.

Doktora tez çalışması kapsamında hacim ve hacim artımları ile gövde odunu kütlesi ve gövde odunu kütle artımları hesaplanan meşcerelerin yaprak ve dal ağaç bileşenlerine ait kütleleri ile kütle artımları literatürden toplanan BEF katsayıları aracılığı ile Denklem (3.2)'deki gibi hesaplanmıştır. Yaprak ve dal kütleleri de meşcereyi oluşturan

ağaç türü/türleri için ayrı ayrı olarak hesaplanmıştır. Türkiye'deki farklı ağaç türleri için hesaplanan BEF katsayıları Tolunay (2013) tarafından derlenmiştir (Çizelge 3.7).

Çizelge 3.7 Türkiye'deki farklı ağaç türleri için hesaplanan BEF katsayıları (Tolunay 2013)

Ağaç Türü	**BEF_{yaprak}**	**BEF_{dal}**
Pinus sylvestris	0,085	0,162
Pinus brutia	0,094	0,225
Pinus nigra	0,011	0,060
Picea orientalis	0,052	0,080
Abies sp.	0,121	0,224
Cedrus libani	0,080	0,220
Quercus sp.	0,080	0,242
Fagus orientalis	0,071	0,234
Castanea sativa	0,020	0,300
Alnus glutinosa	0,030	0,073
Robinia pseudoacacia	0,091	0,224
Carpinus sp.	0,145	0,337
Sorbus sp.	0,089	0,249
İbreliler	0,062	0,150
Yapraklılar	0,073	0,237

Denklem (3.3) yardımıyla; meşcereyi oluşturan ağaçların gövde odunu, yaprak ve dal bileşenlerine ait bitkisel kütleleri ve bitkisel kütle artımları tek tek hesaplandıktan sonra her bileşenin kütleleri toplamı meşcerenin toplam toprak üstü ağaç bitkisel kütlesi olarak belirlenmiştir.

$$B_{TÜ} = B + B_{yaprak} + B_{dal} \tag{3.3}$$

Burada;

$B_{TÜ}$ = Ağaçların toprak üstü bitkisel kütlesini (t),

B = Dikili kabuklu gövde odunu kütlesini (t),

B_{yaprak} = Yaprak kütlesini (t),

B_{dal} = Dal kütlesini (t)

ifade etmektedir.

Orman ekosistemleri sahip oldukları ağaçların sadece toprak üstü kısımlarında karbon depolamamaktadırlar. Ağaçların toprak altı kısımları da önemli miktarda karbon depolamaktadır. Bu nedenle ağaçların toprak altı kısımlarının kütlesini ve bu kısımlarda depolanan karbon miktarını da hesaplamak gerekmektedir. Bu amaçla LULUCF rehberinde yer alan kök/sak oranlarından yararlanılmıştır. Denklem (3.4) kullanılarak toprak üstü bitkisel kütlenin kök/sak oranı ile çarpılması sonucunda toprak altı bitkisel kütle hesaplanmıştır.

$$B_{TA} = B_{T\ddot{U}} \times R \tag{3.4}$$

Burada;

B_{TA} = Toprak altı ağaç bitkisel kütlesini (t),

$B_{T\ddot{U}}$ = Toprak üstü ağaç bitkisel kütlesini (t),

R = Kök/sak oranını (boyutsuz)

ifade etmektedir. LULUCF rehberinde ılıman bölge ormanları için verilen kök/sak oranları Çizelge 3.8'de yer almaktadır.

Çizelge 3.8 LULUCF rehberinde verilen kök/sak oranları (IPCC 2003)

Ağaç Türü	Topraküstü Bitkisel Kütle (t/ha)	Kök/Sak Oranı
İbreli	< 50	0,46
	50 - 150	0,32
	> 150	0,23
Meşe	> 70	0,35
Yapraklı	< 75	0,43
	75 - 150	0,26
	> 150	0,24

Buraya kadar anlatılan yöntemle çalışma alanındaki her bir meşcerenin sahip olduğu toprak altı ve toprak üstü bitkisel kütle miktarları hesaplanmış daha sonra her ikisinin, Denklem (3.5)'teki gibi, toplamı alınarak meşcerelerin toplam bitkisel kütleleri elde edilmiştir.

$$B_{Toplam} = B_{TÜ} + B_{TA} \quad (3.5)$$

Burada;

B_{Toplam} = Toplam ağaç bitkisel kütlesini (t),

$B_{TÜ}$ = Toprak üstü ağaç bitkisel kütlesini (t),

B_{TA} = Toprak altı ağaç bitkisel kütlesini (t)

ifade etmektedir.

Çalışma alanındaki orman alanlarında üretilen ağaç bitkisel kütlesi de, dikili kabuklu gövde hacimleri gibi, orman amenajman planlarında öngörülen yıllık hacim artımı verilerinden yararlanılarak; plan yapım yılından 2017 yılına taşınmıştır. Bu aşamadan sonra ise bu araştırmada başlangıç yılı olarak kabul edilen 2017 yılı için hesaplanan toplam ağaç bitkisel kütlesinde depolanan karbon miktarının hesaplanması aşamasına geçilmiştir.

3.2.2 Murat Nehri Havzası ormanlık alanlarında ağaç bitkisel kütlesinde depolanan karbon miktarının hesaplanması

Çalışma alanındaki her bir meşcerenin sahip olduğu toplam bitkisel kütlede depolanan karbon miktarının hesaplanması aşamasında, meşcere toplam ağaç bitkisel kütlesini oluşturan tüm bileşenlerin sahip oldukları kütle miktarları LULUCF rehberinde ılıman bölge ormanları için öngörülen Karbon Katsayısı (*Carbon Factor* – CF) ile çarpılarak, Denklem (3.6)'da da görüldüğü gibi, ağaç bileşenlerinde depolanan karbon miktarları hesaplanmıştır. LULUCF kılavuzu ılıman bölge ormanlarında tüm ağaç türleri için karbon katsayısının 0,5 olarak kabul edilebileceğini önermektedir (IPCC 2003).

$$C_i = B_i \times CF \quad (3.6)$$

Burada;

C_i = i ağaç bileşeninin sahip olduğu kütlede depo ettiği karbon miktarını (tC)

B_i = i ağaç bileşeninin sahip olduğu kütlesini (t)

CF = Karbon katsayısını (boyutsuz)
ifade etmektedir.

Tüm ağaç bileşenlerinin sahip oldukları bitkisel kütlede depo edilen karbon miktarının toplamı ise bölmeciğin/meşcerenin toplam ağaç bitkisel kütle karbonu olarak Denklem (3.7) yardımıyla hesaplanmıştır.

$$C_{Toplam} = \sum_{i=1}^{n} C_i \quad (3.7)$$

Burada;
C_{Toplam} = Meşcerenin toplam ağaç bitkisel kütle karbonunu (tC),
C_i = i ağaç bileşeninin sahip olduğu kütlede depo ettiği karbon miktarını (tC)
ifade etmektedir.

Murat Nehri Havzasındaki ormanlık alanları oluşturan meşcerelerin sahip oldukları bitkisel kütlede depolanan karbon miktarları da bu araştırmanın başlangıç yılı olan 2017 yılı itibariyle hesaplanmıştır.

3.2.3 Murat Nehri Havzası ormanlık alanlarında yıllık üretilen oksijen miktarının hesaplanması

Orman ekosistemlerinde orman ağaçlarının fotosentez faaliyetleri sonucunda ürettikleri oksijen miktarı meşcerelerin yıllık hacim artımlarına bağlı olarak hesaplanmaktadır (OGM 2017a). Bu amaçla çalışma alanı sınırlarına giren bölmeciklerin yıllık hacim artımları ait oldukları orman işletme şeflikleri için hazırlanan orman amenajman planlarından alınarak her bir bölmeciğin bir yılda ürettiği oksijen miktarı hesaplanmıştır.

Karbon birikimi hesabında olduğu gibi, yıllık oksijen üretimini hesaplayabilmek için de toprak altı ve toprak üstü biyokütle artımının her ağaç türü veya yapraklı – iğne yapraklı biçiminde iki ayrı tür grubu için fırın kurusu ağırlık olarak ayrı ayrı ortaya konulması

gerekmektedir. Daha önceki bölümlerde ağaç bitkisel kütlesinin nasıl hesaplandığına detaylıca değinilmiştir. Bu nedenle bu bölümde sadece bitkisel kütlenin oksijen miktarına nasıl dönüştürüleceği üzerinde durulmuştur.

Çalışma alanında orman envanteri sırasında servet ve artım tespiti yapılan her bir meşcere/bölmecik için, o meşcereyi oluşturan ağaç türü/türleri bazında hesaplanan toprak üstü biyokütle artımı ile toprak altı biyokütle artımı Denklem (3.8) kullanılarak tüm canlı biyokütle artımı fırın kurusu ağırlık biçiminde hesaplanmıştır.

$$TBKA = T\ddot{U}BA + TABA \tag{3.8}$$

Bu denklemde;
TBKA: Toplam bitkisel kütle artımını (t/ha/yıl),
TÜBA: Toprak üstü bitkisel kütle artımını (t/ha/yıl),
TABA: Toprak altı bitkisel kütle artımını (t/ha/yıl)
ifade etmektedir (OGM 2017a).

Toprak üstü ve toprak altı bitkisel kütle artımlarına bağlı olarak toplam bitkisel kütle artımı hesaplandıktan sonra, yine her bir meşcere için, mevcut bitkisel kütlenin üretimi sırasında fotosentez yoluyla atmosfere salınacak oksijen miktarının hesaplaması yapılmıştır. Bu hesaplama bitkisel kütle artımını oksijen miktarına (tO) dönüştürme faktörü olan 1,2 sabit çarpanı ile çarpılarak yapılmıştır. Denklem 3.9'da yaplan işlemin matematiksel ifadesi görülmektedir.

$$O\ddot{U} = TBKA \times 1{,}2 \tag{3.9}$$

Bu denklemde;
OÜ: Fotosentez sonucu üretilen oksijen miktarını (tO/ha/yıl),
TBKA: Toplam bitkisel kütle artımını (t/ha/yıl)
ifade etmektedir (OGM 2017a).

Murat Nehri Havzasında bulunan ormanlık alanlarda meşcereleri oluşturan ağaçların büyüme faaliyetleri neticesinde ürettikleri oksijen üretim miktarları da, bitkisel kütle ve bitkisel kütlede depolanan karbon miktarında olduğu gibi, meşcerelerin yıllık hacim artımlarının oksijen miktarına dönüştürülüp toplanması yoluyla 2017 yılına taşınmıştır. Böylelikle çalışma alanındaki ormanlık alanların 2017 yılına kadar ürettikleri toplam oksijen miktarı hesaplanmıştır.

Çalışma alanında ormanlık alanları oluşturan meşcerelerin sahip oldukları ağaç serveti, ağaç bitkisel kütlesi, ağaç bitkisel kütle karbonu ve oksijen miktarı ile bu değişkenlerin artımları birim alan (ha) için yukarıda anlatılan yönteme uygun olarak hesaplanmıştır. Ardından her bir bölmecik için hesaplanan bu değerler bölmeciklerin alanları ile çarpılarak meşcerenin/bölmeciğin genelinin sahip olduğu servet, bitkisel kütle, bitkisel kütle karbonu ve oksijen miktarları hesaplanmıştır. Bölmeciklerin sahip oldukları değerlerin toplanması ile çalışma alanı içerisine giren orman işletme şefliklerinin, bunların toplanması ile de çalışma alanı genelinin toplam ağaç serveti, ağaç bitkisel kütlesi, ağaç bitkisel kütle karbonu ve oksijen miktarları hesaplanmıştır. Tüm bu hesaplamalar MS Excel 365 paket programı kullanılarak yapılmıştır.

3.2.4 Murat Nehri Havzası ormanlık alanlarında ağaç bitkisel kütlesinde depolanan karbon miktarının ekonomik değerinin belirlenmesi

Çalışma alanındaki ormanlık alanlarda ağaç bitkisel kütlesinde depolanan karbon miktarı orman envanteri verilerine bağlı olarak Bölüm 3.2.1 ve Bölüm 3.2.2.'de detaylandırıldığı gibi hesaplanmıştır. 2017 başlangıç yılı için karbon stokları hesaplandıktan sonra bu stokların 2021 yılına kadar olan yıllık değişimleri de hesaplanmıştır. Burada meşcerelerin yıllık hacim artımlarının başlangıç yılı ağaç servetlerine eklenmesi ve yeni meşcere hacminin yine Bölüm 3.2.1 ve Bölüm 3.2.2.'deki yöntemler ile bitkisel kütle karbonuna dönüşümü yapılmıştır. Bu aşamadan sonra 2017-2021 yılları arasında hesaplanan yıllık karbon stoklarının ekonomik değerinin hesaplanması aşamasına geçilmiştir.

Orman kaynaklarının karbon tutma faydasının ekonomik değerini tahmin etmek için karbonun piyasa değeri yöntemi kullanılmıştır. Karbon piyasalarına göre değer belirlerken bu piyasalarda oluşan pazar fiyatlarından yararlanılmıştır. Küresel ısınma ve iklim değişikliği tüm dünyayı çevresel, ekonomik ve sosyal anlamda etkileyecek bir düzeye ulaşmıştır. Bu nedenle de ülkeler hem ulusal ölçekte tedbirler almakta hem de teşvik mekanizmaları ve küresel ya da bölgesel ölçekte işbirliği mekanizmaları geliştirmektedir. İnsan kaynaklı sera gazı emisyonlarını kontrol altında tutmayı ve azaltmayı amaçlayan bu mekanizmalar ekonomik mekanizmalar olduğu gibi; ekonomik olmayan mekanizmalar da geliştirilmiştir (Demirci 2017).

Gelişmişlik düzeylerine göre ülkeler, iklim değişikliği ile küresel çapta bir mücadele gösterebilmek için ticareti yapılabilir permiler ve karbon vergileri gibi Pazar tabanlı ekonomik araçlar kullanmaktadırlar. Kyoto Protokolü ile gündeme gelen esneklik mekanizmaları ve gönüllü karbon piyasaları gibi emisyon azaltım kredileri oluşturmaya dayalı uygulamalar ticareti yapılabilir permiler kapsamında değerlendirilmektedir (The Royal Society 2002). Sera gazı emisyonu azaltımı karşılığında elde edilen karbon kredilerinin ya da permilerin alınıp satıldığı piyasalar ise karbon pazarı olarak adlandırılmaktadır (ÇOB 2011, Demirci 2017).

Karbon pazarı karbondioksit, metan ya da diğer sera gazı emisyonlarını temsil eden; kirletme kredileri, kirlilik izinleri, kirlilik hakları, kirlilik kotaları, emisyon hisseleri ya da emisyon izinleri gibi piyasa özelliklerine göre farklı biçimlerde isimlendirilen karbon hisselerinin takasıyla (alınıp satılmasıyla) oluşan pazarlardır. Bu yönleriyle karbon pazarları finansal piyasalar ile benzerlik göstermektedir (Demireli ve Hepkorucu 2010).

Karbon piyasaları zorunlu ve gönüllü olarak iki kısımda incelenmektedir. Zorunlu piyasalar; Kyoto Protokolü'ne dayanan ve bu sözleşme ile yükümlülük altına giren taraf ülkelerin ve katılımcıların yer aldığı piyasalardır. Birleşmiş Milletlere göre bunlar; (i) Temiz Kalkınma Mekanizması (Clean Development Mechanism), (ii) Ortak Yürütme Mekanizması (Joint Implementation) ve (iii) Emisyon Ticareti (Emission Trading) olarak adlandırılmaktadır (UN 1998).

Gönüllü karbon piyasaları ise bireylerin, işletmelerin, kurum ve kuruluşların, firmaların, etkinliklerin ve kar amacı gütmeyen kuruluşların sera gazı emisyonlarını gönüllü olarak azaltmalarını kolaylaştırmak amacıyla oluşturulan bir pazardır (Kollmuss *et al*. 2008, ÇOB 2011).

Ormancılık sektörü de sera gazı emisyonlarını denkleştirici ya da azaltıcı projeler kapsamında denkleştirme sertifikaları ve emisyon kredileri sağlamaktadır. Bu krediler düzenleyici piyasalardaki alıcılara veya gönüllü olarak karbon ayak izini azaltmak isteyen alıcılara satılmaktadır (Gorte and Ramseur 2008). Böylece, orman ekosistemlerindeki karbon alt havuzlarında tutulan karbon sayesinde karbon kredilerine yönelik bir piyasa ortaya çıkmakta ve bu da "orman karbon piyasası" olarak adlandırılmaktadır (Demirci 2017).

Orman karbonu piyasasında projeler 1990'lı yıllarda geliştirilmeye başlanmış olsa da Kyoto Protokolü ile belirlenen esneklik mekanizmalarında, ormancılığa dayalı karbon projeleri yeterince ilgi görmemiştir. Ancak ormanların ve ormancılık sektörünün iklim değişikliği ile mücadeledeki işlevi ve maliyet etkin azaltım potansiyeli zaman içinde anlaşılmıştır. Böylece son yıllarda orman karbonu piyasası da karbon piyasalarında önemli bir yere sahip olmaya başlamıştır (Demirci 2017).

Piyasa değeri yöntemine göre Murat Nehri Havzasında yer alan ormanların sahip olduğu ağaç bitkisel kütlesinde depo edilen karbonun ekonomik değerini belirleyebilmek için, karbonun parasal değeri bilinmelidir. Bu değer Dünya Bankası tarafından her yıl yayımlanan "Ülkeler ve Karbon Fiyatlarının Eğilimi (State and Trends of Carbon Pricing)" adlı raporlardan elde edilmiştir (World Bank 2017). Bu raporlar karbon piyasalarının oluştuğu her ülke için ayrı ayrı hesaplanan karbon fiyatlarını ifade etmektedir. Ayrıca bu raporlarda Avrupa Birliği ülkelerinin geneli için de karbon fiyatları hesaplanmaktadır. Dünya Bankası karbon piyasalarının oluştuğu ülkelerde, ilgili piyasada oluşan fiyatları kabul etmektedir (World Bank 2017, 2018, 2019, 2020, 2021). Türkiye'de halihazırda karbon piyasası oluşmadığı için, Dünya Bankası'nın 2017-2021 yılları arasını kapsayan raporlarından Avrupa Birliği için hesaplanan fiyatlar esas alınmıştır.

Dünya Bankası yıllık raporlarında doğrudan karbonun fiyatını yayınlamak yerine 1 ton karbondioksitin (CO_2) fiyatını yayınlamayı tercih etmektedir (World Bank 2017, 2018, 2019, 2020, 2021). Bu nedenle bu çalışmada önce 1 ton CO_2'nin fiyatının 1 ton karbona karşılık gelen kısmı hesaplanmıştır. Bu amaçla Denklem (3.10)'dan yararlanılmıştır.

$$P_C = P_{CO_2} \times \left({}^{12}/_{44}\right) \tag{3.10}$$

Bu denklemde;

P_C: 1 ton karbonun fiyatını (€),

P_{CO2}: 1 ton karbondioksitin fiyatını (€)

ifade etmektedir.

Karbondioksit molekülünün toplam atom ağırlığı 44 ve karbonun atom ağrılığı 12'dir. Bu nedenle birim karbondioksitin fiyatı 12/44 (yaklaşık olarak 0,2727) katsayısı ile çarpılarak birim karbonun fiyatı hesaplanmıştır. Dünya Bankası tarafından hesaplanan 1 ton karbondioksitin fiyatı ile araştırma kapsamında bu fiyatlara bağlı olarak hesaplanan 1 ton karbonun yıllık fiyatları Çizelge 3.9'da verilmiştir.

Çizelge 3.9 Dünya Bankası'nın AB için hesapladığı yıllık karbondioksit fiyatları ve birim karbon fiyatlarına karşılık gelen eşdeğerleri

Yıllar	**€/tCO₂**	**€/tC**	**Veri Kaynağı**
2017	5,00	1,36	World Bank 2017
2018	13,00	3,55	World Bank 2018
2019	22,50	6,14	World Bank 2019
2020	17,00	4,64	World Bank 2020
2021	30,00	8,18	World Bank 2021

Çizelge 3.9'da da görüleceği gibi Dünya Bankası karbondioksitin birim fiyatını Avro (Euro-€) para biriminde hesaplayarak yayınlamaktadır. Ancak bu araştırmanın Türkiye'de yapıldığı dikkate alınırsa, karbonun fiyatını Türk Lirası para biriminde hesaplamak daha doğrudur. Bu nedenle Dünya Bankası tarafından Avrupa Birliği'nin geneli için yayınlanan karbon/karbondioksit fiyatlarının Türk Lirasına çevrilmesi

ihtiyacı doğmuştur. Bu amaçla Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası (TCMB) tarafından ilgili yıllar için yayınlanan Avro kurlarının (https://www.tcmb.gov.tr, 2022) yıllık ortalamaları alınmış (Çizelge 3.10) ve karbon fiyatlarının Türk Lirası karşılıkları hesaplanmıştır.

Çizelge 3.10 TCMB tarafından yayınlanan Avro kurlarının yıllık ortalamaları (TL) (https://www.tcmb.gov.tr, 2022)

Yıllar	Aylar												Yıllık Ort.
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	
2017	3,99	3,86	3,97	3,92	3,90	3,92	4,07	4,15	4,10	4,30	4,60	4,56	**4,11**
2018	4,61	4,72	4,81	5,07	5,25	5,47	5,67	6,96	7,11	6,74	6,14	6,09	**5,72**
2019	6,24	5,94	6,19	6,56	6,79	6,64	6,42	6,22	6,33	6,50	6,35	6,51	**6,39**
2020	6,56	6,57	7,13	7,50	7,48	7,69	7,82	8,69	8,89	9,29	9,11	9,54	**8,02**
2021	8,98	8,48	9,01	9,66	10,16	10,38	10,17	9,99	9,98	10,70	11,45	16,52	**10,46**

Buna göre Türkiye koşullarında orman ekosistemlerinde ağaç bitkisel kütlesinde depolanan karbonun 2017 ve 2021 yılları arasındaki ekonomik değerini belirleyebilmek için kullanılacak birim karbon bedelleri, sırasıyla, 5,61 TL/tC, 20,28 TL/tC, 39,22 TL/tC, 37,19 TL/tC ve 85,56 TL/tC olarak hesaplanmıştır.

Buna göre çalışma alanı sınırlarındaki ormanlık alanlarda ağaç bitkisel kütlesinde depolanan toplam karbonun ekonomik değeri Denklem (3.11)'de verilen eşitlikten yararlanılarak hesaplanmıştır.

$$KED_i = C_{Toplam_i} \times P_{C_i} \tag{3.11}$$

Bu denklemde;

KED_i: i. yılda ağaç bitkisel kütlesinde depolanan toplam karbonun ekonomik değerini (TL)

$C_{Toplami}$: i. yılda ağaç bitkisel kütlesinde depolanan toplam karbon miktarını (tC)

P_{Ci}: 1 ton karbonun i. yıldaki bedelini (TL/tC)

ifade etmektedir.

3.2.5 Murat Nehri Havzası ormanlık alanlarında üretilen oksijen miktarının ekonomik değerinin belirlenmesi

Murat Nehri Havzası sınırları içerisinde bulunan ormanlık alanlarda meşcereleri oluşturan ağaçların fotosentez faaliyetleri sonucunda ürettikleri oksijen miktarı Bölüm 3.2.3'te açıklandığı gibi hesaplanmıştır. Bu aşamadan sonra çalışma alanında üretilen oksijenin ekonomik değerinin hesaplanması aşamasına geçilmiştir.

Murat Nehri Havzasında orman ekosistemlerini oluşturan ağaçların fotosentez yoluyla ürettikleri oksijenin ekonomik değerini belirlemek için "gölge/vekil fiyat ile değer belirleme yaklaşımı"ndan yararlanılmıştır. Bazı ekosistem hizmetlerinin doğrudan kendilerine ait pazarları bulunmamaktadır. Bu hizmetlerin çoğu kez bir pazarı bulunan ve ticarete konu olan yakın ikameleri bulunmaktadır. Bu ikame ürünlerin/hizmetlerin fiyatı, bahsi geçen ekosistem ürün/hizmetlerinin pazarının olmaması durumunda en iyi seçeneğin satın alınması için katlanılması gereken maliyeti yansıtmaktadırlar. Bu nedenle ikame ürünlerin fiyatları gölge/vekil fiyat olarak kullanılmakta; böylece ilgili ekosistem ürün/hizmetinin ekonomik değeri belirlenmektedir. İkame ürünlerin fiyatı, pazarı olan diğer bir ürün ya da hizmet için ödenen miktarı temsil ettiğinden, ilgili ekosistem ürün ya da hizmetinin örtük değeri olmaktadır. Pazarı olmayan bir ekosistem ürün ya da hizmetinin gölge fiyata göre değeri belirlenirken gerçek pazar fiyatı kullanılmaktadır (Abila *et al*. 2005).

Piyasada oluşan fiyatların yetersiz olduğu ya da herhangi bir fiyat oluşumunun gerçekleşmediği durumlarda toplumsal fayda ve maliyetleri yansıtması için ürün ya da hizmetlere bağlanan fiyatlar gölge/vekil fiyatlardır. Örneğin çevresel kaynaklar üzerinde olumsuz etkiler yaratabilecek bir yatırım projesinin meydana getireceği çevresel zararların maliyetinin parasal karşılığını ifade edebilmek için gölge/vekil fiyatlardan yararlanılmaktadır (Kaplan 2014, Şataf 2014).

Ekonomide pazar fiyatları; ücretler, döviz kuru ve faiz oranındaki sapmalardan dolayı, genellikle gerçek fiyatları yansıtmamaktadır. Bu nedenle birçok durumda düzeltilmiş biçimde gölge/vekil fiyatlar kullanılmaktadır. Gölge fiyatların belirlenmesinde iki

yöntem mevcuttur. Bunlar; doğrusal programlama kullanılarak gölge fiyatların belirlenmesi ile sosyal fayda ve kayıplar dikkate alınarak gölge fiyatların belirlenmesidir. Piyasa fiyatlarının gerçek fiyatları yansıtmaması ya da fiyatlandırılamayan sosyal malların varlığı durumunda söz konusu malların sosyal fayda ve kayıplarını dikkate alarak gölge fiyat belirlenmektedir (Yıldırım 1985, Şataf 2014).

Ekonomide tam rekabet koşulları altında ortaya çıkacak fiyat düzeyi gölge/vekil fiyat olarak değerlendirilmektedir. Gölge/vekil fiyatlara sadece hesaplamalarda kullanıldığı için muhasebe fiyatları da denilmektedir. Gölge fiyat kavramındaki gölge sözcüğü pazarda geçerli olan her bir fiyata karşılık farklı bir fiyatın daha düşünülebileceğini ifade etmekle birlikte, gölge fiyatı piyasada fiyatları oluşmayan ürün ve hizmetlerin fiyatlarını belirleme konusunda da kullanılabilmektedir (Ergen 2008).

Buna göre doktora tezi çalışması kapsamında orman ekosistemlerinin oksijen üretimi hizmetinin ekonomik değerini belirleyebilmek amacıyla endüstriyel oksijenin piyasa satış fiyatı gölge/vekil fiyat olarak kabul edilmiştir. Endüstriyel oksijenin piyasadaki satış fiyatı endüstriyel gaz üretimi yapan şirketlerle yüz yüze görüşmeler yapılarak elde edilmiştir. Doktora tez araştırma alanında bulunan firmalar çeşitli nedenlerle bu konuda yardımcı olmayı kabul etmemişlerdir. Bu nedenle ulusal ölçekte faaliyet yürüten HABAŞ Sınai ve Tıbbi Gazlar İstihsal Endüstrisi A.Ş ile görüşülerek oksijen gazının piyasa satış fiyatı temin edilmiştir.

Yapılan görüşmeler sonucunda ilgili firmanın 6,4 m^3 hacmindeki 1 adet oksijen tüpünün 2017-2021 yılları arasındaki satış fiyatlarına ulaşılmıştır. Bu nedenle öncelikle 1 adet oksijen tüpünün kaç kg geldiği hesaplanmıştır. Yapılan araştırmalar sonucunda 1 m^3 hacmindeki oksijenin 1,355 kg geldiği bilgisine ulaşılmıştır (https://www.cangazsan.com/, 2022). Buna göre 6,4 m^3 hacmindeki 1 adet oksijen tüpü 8,672 kg oksijen içermektedir. Bölüm 3.2.3'te de açıklandığı gibi ormanlık alanlarda üretilen oksijen miktarı ton biriminde hesaplanmıştır. Bu nedenle yukarıda verilen birim fiyatlardan yararlanılarak 1 ton oksijenin yıllar itibarıyla satış fiyatları hesaplanmıştır. Bu fiyatlar Çizelge 3.11'de verilmiştir.

Çizelge 3.11 Oksijenin yıllık birim satış fiyatları (TL)

Yıllar	Tüp (6,4 m^3) Satış Fiyatı*	1 kg O_2 Satış Fiyatı	1 kg O Satış Fiyatı	1 ton O Satış Fiyatı
2017	25,00	2,88	1,44	1441,42
2018	30,00	3,46	1,73	1729,70
2019	35,00	4,04	2,02	2017,99
2020	40,00	4,61	2,31	2306,27
2021	45,00	5,19	2,59	2594,56
*: HABAŞ Sınai ve Tıbbi Gazlar İstihsal Endüstrisi A.Ş ile yapılan görüşme sonucunda elde edilmiş verilerdir.				

Buna göre çalışma alanı sınırlarındaki ormanlık alanlarda meşcereleri oluşturan orman ağaçlarının fotosentez faaliyetleri sonucunda ürettikleri toplam oksijen miktarı yıllar itibarıyla hesaplanarak, Çizelge 3.11'de verilen birim fiyatlarla çarpılmış ve oksijenin yıllık parasal değeri hesaplanmıştır. Bu amaçla Denklem (3.12)'de bulunan eşitlikten yararlanılmıştır.

$$OED_i = O_{Toplam_i} \times P_{O_i} \tag{3.12}$$

Bu eşitlikte;

OED_i: i. yılda orman ağaçlarının ürettikleri toplam oksijenin ekonomik değerini (TL)

$O_{Toplami}$: i. yılda orman ağaçlarının ürettikleri toplam oksijen miktarını (tO)

P_{Ci}: 1 ton oksijenin i. yıldaki satış fiyatını (TL/tO)

ifade etmektedir.

3.2.6 Murat Nehri Havzasında su üretim hizmetinin ekonomik değerinin belirlenmesi

Su üretimi yapılacak havzaların ve bu havzalardan elde edilen suyun düzeyinin ve niteliklerinin korunması ve geliştirilmesi gerçek anlamıyla su üretimidir (Eker 2005, Yalçınkaya 2020). Orman alanları; havzalarda üretilen suyun hem kalitesini hem de kantitesini düzenlemekte (Görcelioğlu 1986, Asan ve Şengönül 1987), ayrıca yüzeysel akışı düzenleme, toprak erozyonunu ve dolayısıyla sedimenteasyonu önleme böylelikle

suyun çoğunlukla toplandığı ve kullanıma geçtiği barajların ömrünü uzatma (Çepel 1986, Yener ve Demirarslan 2016) gibi su üretim hizmetinin (fonksiyonunun) bileşenlerini üretmektedir. Ek olarak orman örtüsünce zengin olan havzalarda yağışlarla düşen suyun hızlı bir şekilde yüzeysel akışa geçerek sel ve taşkınlar biçiminde yüksek akımlara ulaşıp havzayı terk etmeleri de önlenmektedir (Tuncer ve Kaya 2010).

Ağaçlandırmalar sonucunda yeni kurulan orman alanlarının su kaynaklarında azalmaya sebep olabileceği çeşitli araştırmacılar tarafıdan ortaya koyulmuştur (https://sdg.iisd.org/, 2022). Ancak yine bazı araştırmacılar ormanların kuruluşundan itibaren geçen süreye bağlı olarak havzalardaki akış rejiminin iyileştiğini ve su kaynaklarında kayda değer artışların gözlemlendiğini ifade etmektedir (https://sdg.iisd.org/, 2022). 1970'li yıllarda Polonya ve Beyaz Rusya'da yapılan çeşitli araştırmalar benzer klimatik, jeolojik, orografik, edafik ve topografik özelliklere sahip havzalarda orman örtüsünün artmasına bağlı olarak akış miktarının da arttığını göstermektedir. Bir başka ifadeyle orman alanlarınca zengin olan havzalarda daha fazla su üretilmektedir (Görcelioğlu 1984).

Bütün bu nedenlerle ilk olarak Murat Nehri Havzasındaki potansiyel ağaçlandırma sahaları belirlenmiştir. Burada temel yaklaşım, ormancılık sektörünce yapılacak ağaçlandırma yatırımlarıyla havzadaki orman örtüsünün artması neticesinde üretilen suyun miktarında artış gerçekleşmese bile sürekli olarak kaliteli ve kullanılabilir su üretiminin gerçekleşeceğidir. Bu doğrultuda çalışma alanında orman ekosistemlerince sağlanan su üretimi hizmetinin ekonomik değerini belirleyebilmek için ilk olarak havzada potansiyel olarak ağaçlandırılabilecek alanlar tespit edilmiştir. Ardından bu ağaçladırma yatırımının maliyetlerine bağlı olarak suyun ekonomik değeri ortaya koyulmuştur.

Potansiyel ağaçlandırma sahalarının belirlenmesinde bir karar destek sistemi olan, Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) yöntemi kullanılmıştır. İlk olarak, Saaty (1977) tarafından ortaya atılan bu yöntem, çok kriterli karmaşık alternatif karar problemlerini analiz etmek için kullanılan, sübjektif ve objektif faktörleri birleştirme olanağı tanıyan, matematiksel, kolay anlaşılabilir ve güçlü bir tekniktir. Çalışmada sadeliği, etkinliği,

nitel ve nicel kriterlerle başa çıkma yeteneğiyle kullanılan AHS; çok amaçlı orman yönetimi planlamasına uygulanabilen bir yöntem olduğu ve yöntemle elde edilen sonuçların tutarlılığının denetlenebilmesi, amaca yönelik en uygun çözümün üretilebilmesi ve ormancılıkta katılımcı planlamanın yönetimine uygun olduğu için tercih edilmiştir (Yılmaz vd. 2004).

AHS ormancılık araştırmalarında en çok; ağaçlandırmada kullanılacak türlerin seçimi (Bravo-Bello *et al*. 2020), belirli tür ya da türler için uygun ağaçlandırma sahalarının belirlenmesi (Gholizadeh *et al*. 2019), orman yangınları için riskli olabilecek alanların belirlenmesi (Gheshlaghi *et al*. 2020, Sivrikaya and Küçük 2022) ve sürdürülebilir orman yönetiminde ölçüt ve kriterlerin belirlenmesi (Bayram 2021) gibi çalışmalarda kullanılmıştır. Bunun yanında El Jazouli *et al*. (2019) yaptıkları çalışmada üst havzalarda heyelan duyarlılığı gösteren alanların belirlenmesinde AHS tekniğinden yararlanmıştır. Yağcı and İşcan (2021) ise, bu çalışmada da olduğu gibi, potansiyel ağaçlandırma sahalarını AHS tekniği kullanarak tespit etmişlerdir.

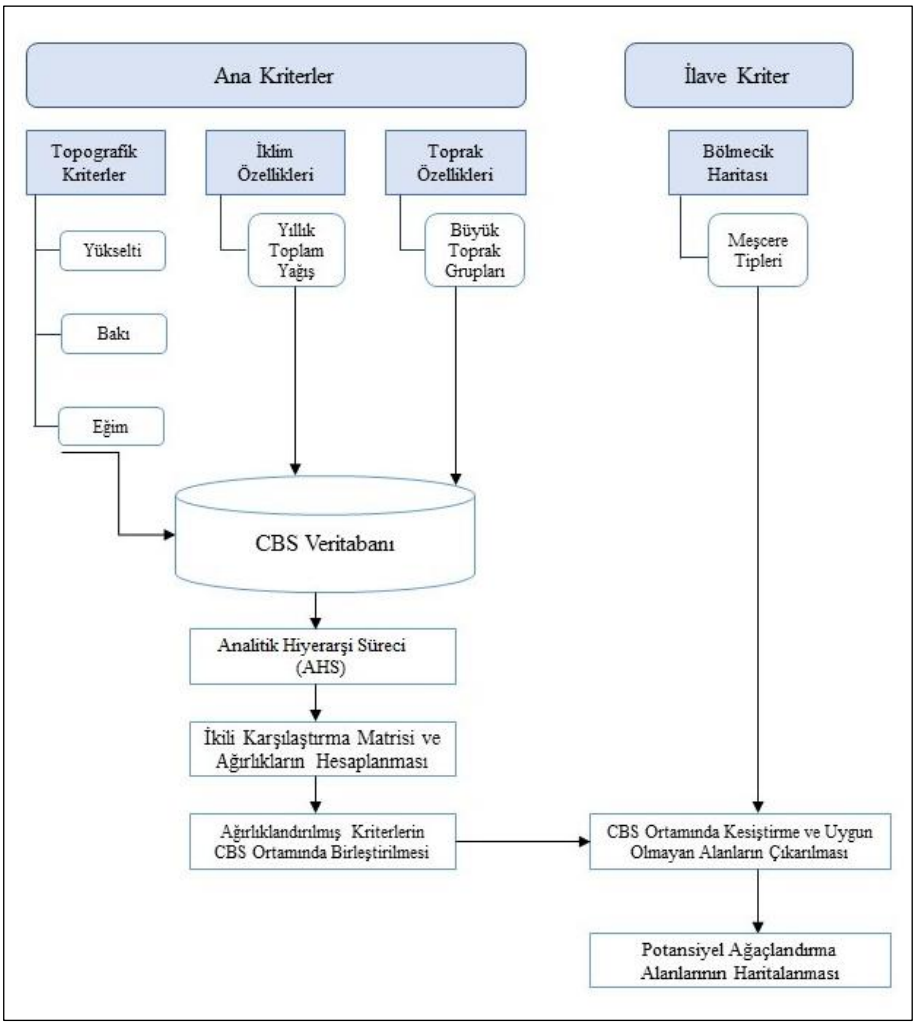
AHS yöntemi, öncelikle hiyerarşinin oluşturulması; oluşturulan hiyerarşideki üstünlüklerin, seviyelerin tespiti; sayısal, matematiksel ve mantıksal tutarlılığın oluşturulması şeklinde 3 temel prensipten meydana gelmektedir. Daha sonra AHS tekniği ile karar verilen problemin çözümü için 4 temel aşamaya geçilmektedir (Kangas 1999).

1. Aşama: Karar vericinin amacı doğrultusunda oluşturulan kriterlerin belirlenip bir karar hiyerarşisi oluşturulur.
2. Aşama: Hiyerarşinin her seviyesinde ikili karşılaştırmalar yapılır: Karar vermede iki faktörden hangisi daha fazla ağırlığa sahiptir ve belirli bir karar özelliği ile ilgili olarak iki karar alternatifinden hangisi daha fazla tercih edilir gibi kriterlere bağlı olarak önem derecesi belirlenir. Önem dereceleri Saaty (1980) tarafından oluşturulan önem ölçeği kullanılır.
3. Aşama: Ortaya çıkan ağırlıklar (yerel öncelikler), karar vericinin öğelerin göreceli önemi veya tercihine ilişkin algısını temsil etmekte ve tüm sonuçlar birleştirilerek ikili karşılaştırma matrisi oluşturulmaktadır.

4. Aşama: Karar alternatifleri için derecelendirmeler yani karar bileşenlerinin yerel önceliklerine dayalı olarak sıralamalarının belirlenmesi işlemlerinden oluşmaktadır.

Bu doktora tezi çalışmasında Murat Nehri Havzasında potansiyel ağaçlandırma alanlarını AHS yöntemi ile tespit edebilmek için; toprak özellikleri, yıllık toplam yağış, eğim, yükselti ve bakı ana kriterler olarak belirlenmiştir (Boydak ve Çalışkan 2014). Ardından bu ana faktörlerin herhangi bir yerin potansiyel olarak ağaçlandırılıp ağaçlandırılmayacağının belirlenmesinde ne kadar etkiye sahip olabilecekleri sorusunun cevabı aranmıştır. Yapılan literatür araştırması sonucunda söz konusu 5 adet ana faktör önem sırasına göre sıralanmıştır. Buna göre, azalan önem sırasıyla, yükselti, yıllık toplam yağış, toprak özellikleri, eğim ve bakı biçiminde bir etkiyle bu ana faktörlerin ağaçlandırma alanlarının seçiminde etkili oldukları (Boydak ve Çalışkan 2014) sonucuna ulaşılmıştır. Ardından her bir ana faktör, araştırma alanının özelliklerine de bağlı olarak, alt faktörleri oluşturmak üzere sınıflandırılmıştır.

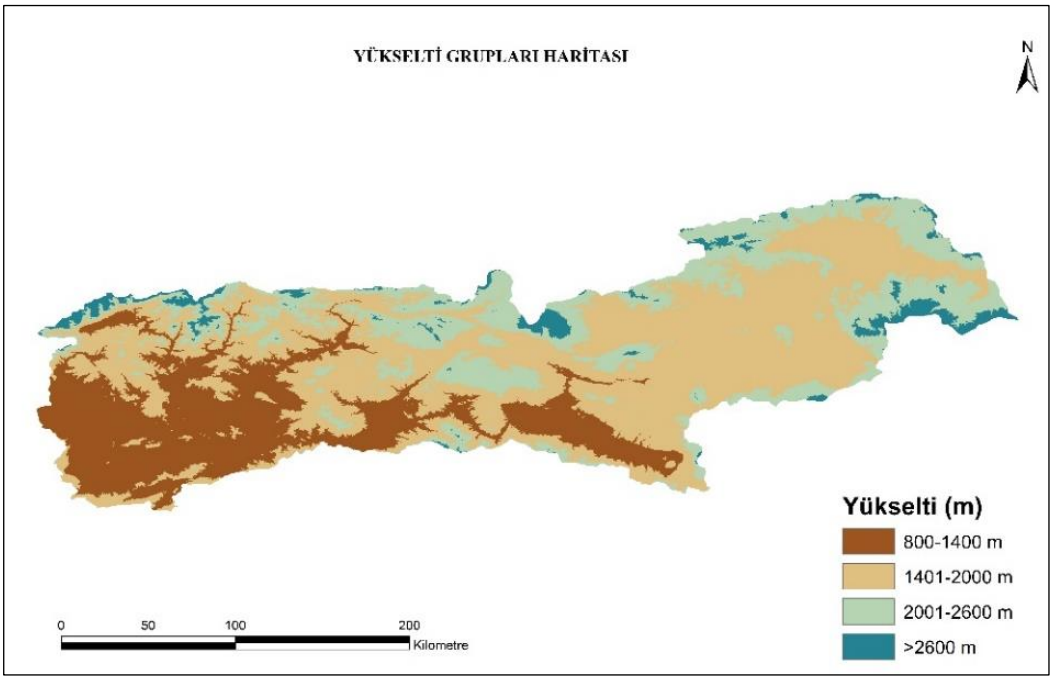
Sınıflandırılan ana faktörler ve alt faktörler Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) aracılığıyla oluşturulmuş veri tabanına işlenmiş ve AHS tekniği gerçekleştirilmiştir. İlk olarak tüm alt faktörlerin ve ana faktörlerin Saaty (1980) tarafından önerilen karşılaştırma matrisi oluşturulmuş ve her bir faktörün sahip olduğu ağırlık değeri hesaplanmıştır. Hesaplanan ağırlık değerlerine göre oluşturulan veri tabanı yine CBS teknikleri kullanılarak araştırma alanına ait bölmecik haritası ile kesiştirilerek, Murat Nehri Havzasındaki potansiyel ağaçlandırma alanları belirlenmiştir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4 Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) akış şeması

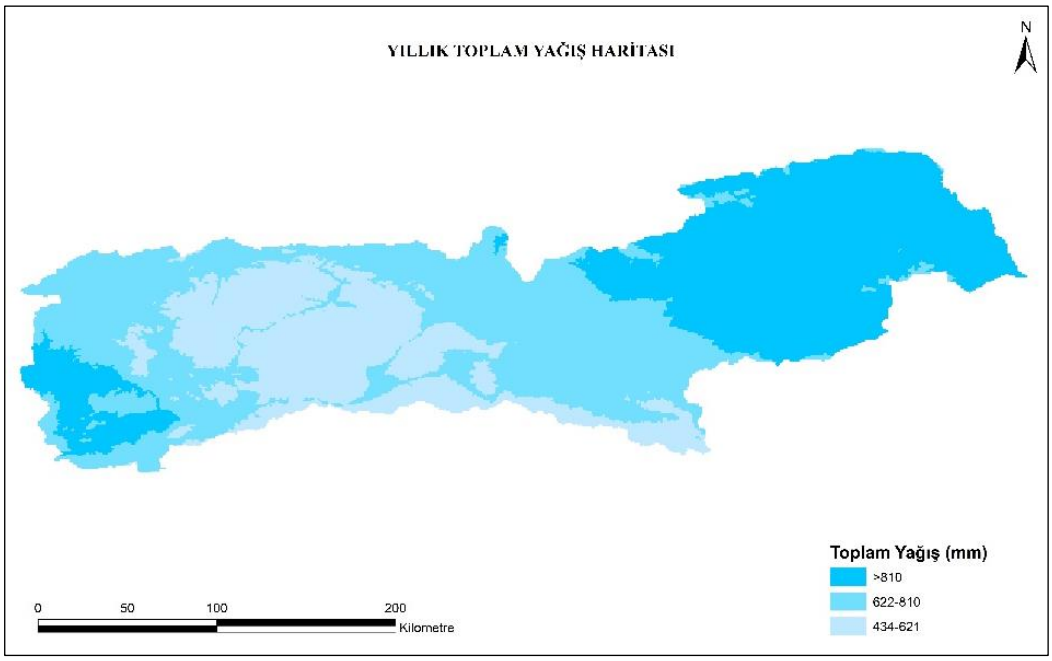
Yükselti ana faktörünü sınıflandırarak Murat Nehri Havzasına ait yükselti grupları haritasını (Şekil 3.5) oluşturabilmek için ALOS PALSAR uydu görüntüsünden (http://www.search.asf.alaska.edu, 2022) üretilen Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) haritasından yararlanılmıştır. Buna göre Murat Nehri Havzasındaki en düşük yükselti 834 m iken en yüksek yükselti değeri ise 3861 m olarak tespit edilmiştir. Ancak orman ve ağaç sınırı ile yörenin ekolojik koşulları dikkate alınarak 2600 m'den daha yüksek alanlarda ağaçlandırma yoluyla orman kurulamayacağı (Irmak 1970, Boydak ve Çalışkan 2014) nedeniyle en büyük yükselti değeri 2600 m olarak kabul edilmiştir. Bu değerden daha fazla yükseltiye sahip olan alanlar AHS işleminin dışında tutulmuştur. Buna göre çalışma alanındaki yükselti değerleri 3 sınıf altında toplanmıştır. Bu sınıflar; 800 m – 1400 m 1. grup, 1400 m – 2000 m 2. grup ve 2000 m – 2600 m 3. grup

biçiminde oluşturulmuştur. Bu sınıflandırmada ağaçlandırma başarısının daha yüksek olacağı varsayımı göz önünde bulundurularak düşük yükseltilere öncelik verilmiştir.



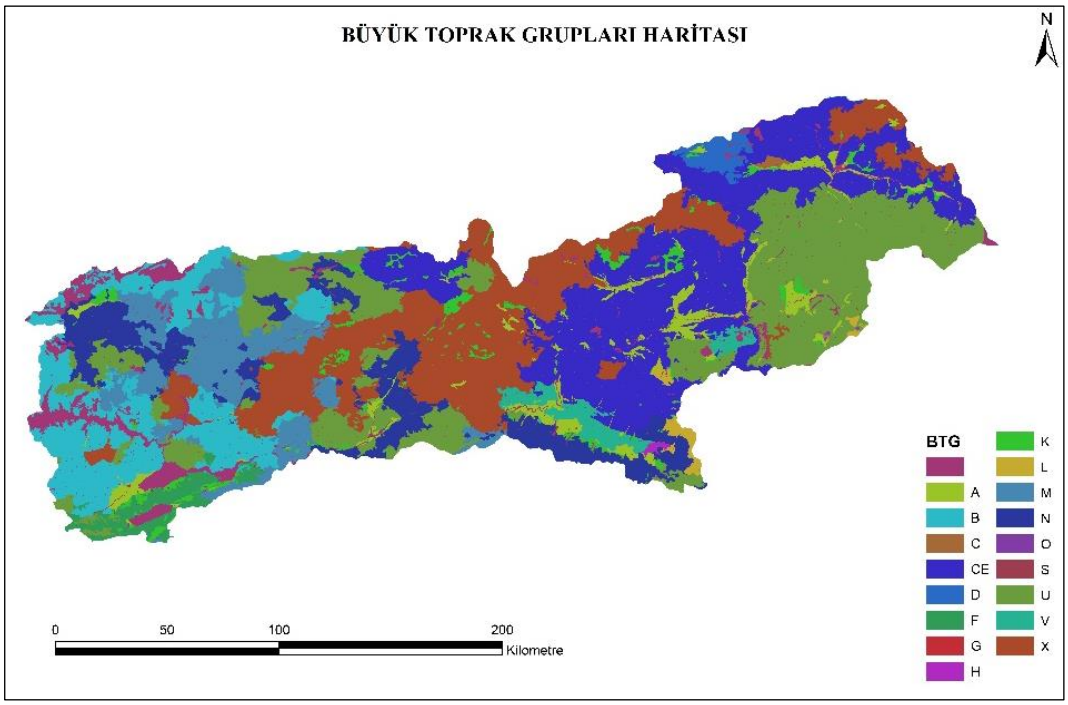
Şekil 3.5 Murat Nehri Havzasına ait yükselti grupları haritası

AHS yöntemi ile potansiyel ağaçlandırma alanlarına karar verebilmek için kullanılan bir diğer ana kriter ise toplam yıllık yağıştır (mm). Bu amaçla Murat Nehri Havzasına düşen toplam yıllık yağış veri tabanına ihtiyaç duyulmaktadır. 2012 – 2021 yılları arasındaki ortalama toplam yıllık yağış veri tabanı https://www.worldclim.org/ web adresinden indirilerek CBS ortamına aktarılmıştır. Buna göre Murat Nehri Havzasında son 10 yıllık ortalama toplam yıllık yağış 434 mm ile 999 mm arasında değişmektedir (https://www.worldclim.org, 2022). Çalışma alanına düşen yıllık toplam yağış eşit büyüklükte 3 grup altında sınıflandırılmıştır. Yıllık toplam yağışın yüksek olduğu yerlerde ağaçlandırma başarısının daha yüksek olacağı ve su üretimi amacına daha fazla hizmet edeceği varsayımı (ÇEM 2013) ile 810 mm – 999 mm arasında yağış alan yerler 1. grup, 623 mm – 809 mm arasında yağış alan yerler 2. grup ve 434 mm – 622 mm arasında yağış alan yerler ise 3. grup olarak değerlendirilmiştir ve buna göre Murat Nehri Havzasına ait yıllık toplam yağış grupları haritası oluşturulmuştur (Şekil 3.6).



Şekil 3.6 Murat Nehri Havzasına ait yıllık toplam yağış grupları haritası

Ağaçlandırma alanlarının belirlenmesinde etkin bir diğer ana faktör ise ağaçlandırılacak alanların toprak özellikleridir. Doktora tezi araştırma alanında toprak özelliklerini pratik bir biçimde belirleyebilmek için Karabulut vd. (2011) tarafından oluşturulan büyük toprak grupları haritası temin edilerek çalışma alanı sınırları için kesilmiştir (Şekil 3.7). Böylelikle sadece Murat Nehri Havzası sınırlarındaki büyük toprak gruplarını kapsayan bir veri tabanı oluşturulmuştur. Doktora tezi araştırma alanında mevcut büyük toprak grupları ve bu gruplara ait rumuzlar Çizelge 3.12'de verilmiştir.



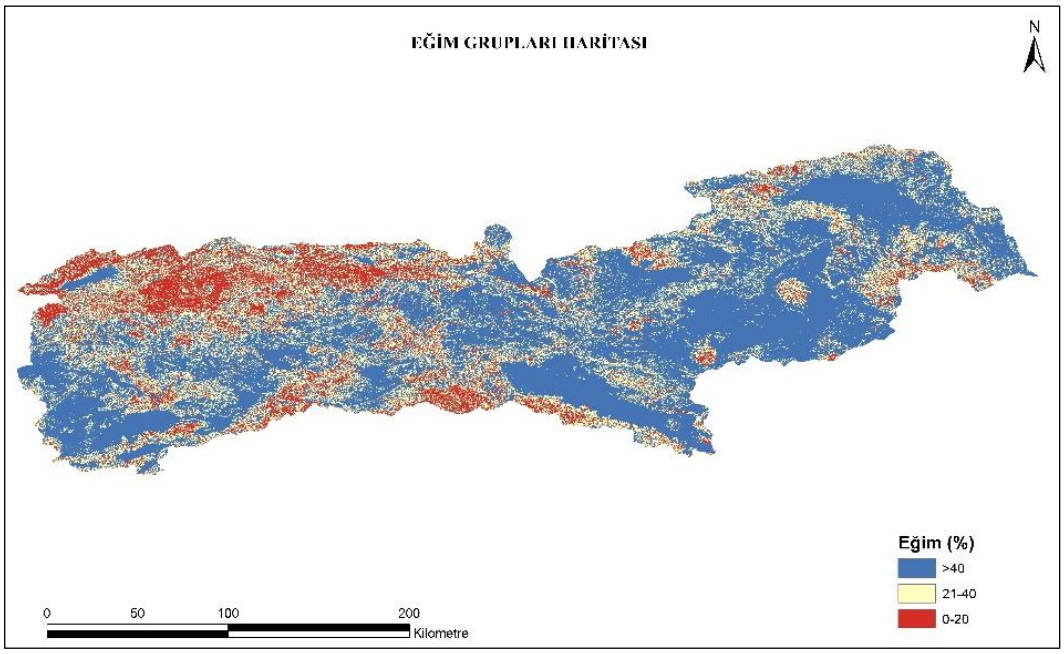
Şekil 3.7 Murat Nehri Havzasında bulunan büyük toprak grupları haritası

Büyük toprak grupları veri tabanı oluşturulduktan sonra çalışma alanında mevcut toprak tipleri tespit edilmiştir. Bu toprak tiplerinin özellikleri belirlenmiştir. Buna göre orman toprağı ya da üzerinde orman yetiştirmeye uygun olma özelliğindeki toprak tipleri öncelikli, orman yetiştirmeye elverişsiz nitelikteki topraklar ise önceliksiz olmak üzere (Kantarcı 2000) çalışma alanındaki toprak tipleri sınıflandırılmıştır. 3 grupta toplanan toprak tiplerinin hangi gruba dahil olduğu da yine Çizelge 3.12'de verilmiştir.

Çizelge 3.12 Murat Nehri Havzası sınırlarındaki büyük toprak grupları ve rumuzları

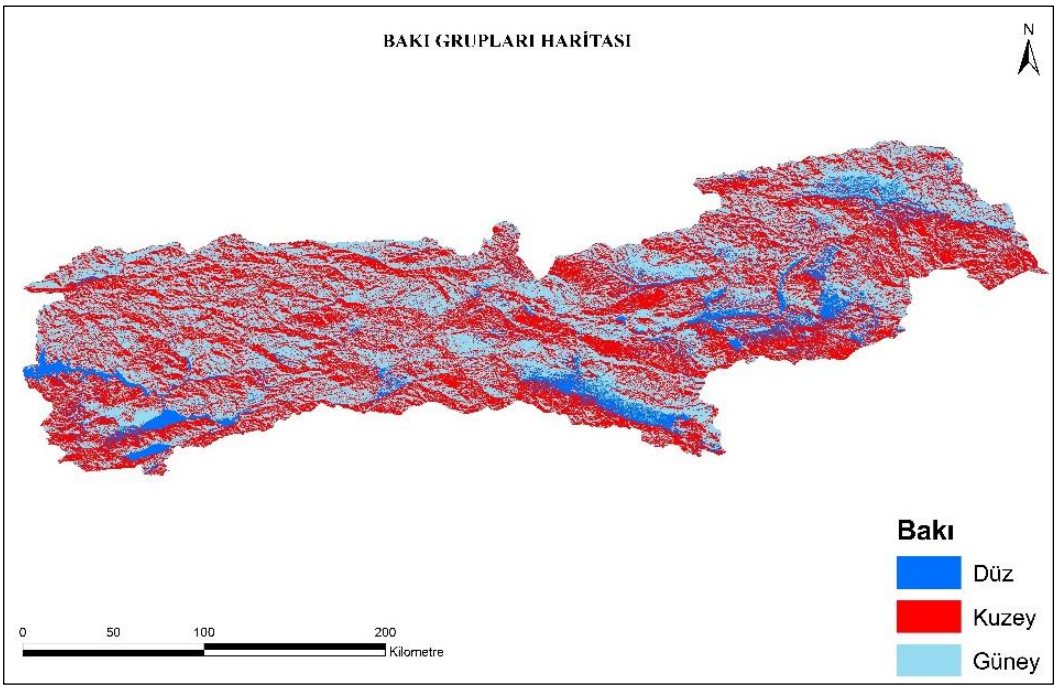
Rumuz*	Büyük Toprak Grubu	AHS Grubu	Rumuz*	Büyük Toprak Grubu	AHS Grubu
A	Alüvyal Topraklar	3	L	Regosoller	1
B	Kahverengi Topraklar	3	M	Kahverengi Orman Toprakları	1
C	Tuzlu – Alkali ve Tuzlu – Alkali Karışığı Topraklar	3	N	Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları	1
CE	Kestanerengi Topraklar	3	O	Organik Topraklar	3
D	Kırmızımsı Kestanerengi Topraklar	2	S	Alüvyal Sahil Toprakları	3
F	Kırmızımsı Kahverengi Topraklar	2	U	Kireçsiz Kahverengi Toprakları	1
G	Gri Kahverengi Podzolik Topraklar	1	V	Vertisoller	3
H	Hidromorfik Topraklar	3	X	Bazaltik Topraklar	3
K	Kolüvyal Topraklar	2	-	-	-
*: Karabulut vd. (2011)					

Murat Nehri Havzasında potansiyel ağaçlandırma alanlarının tespit edilmesinde etkin olan bir diğer faktör ise eğimdir. Doktora tezi araştırma alanına ait eğim grupları haritasını (Şekil 3.8) oluşturabilmek için yine ALOS PALSAR uydu görüntüsünden (http://www.search.asf.alaska.edu, 2022) üretilen SYM haritasından yararlanılmıştır. AHS tekniği ile potansiyel ağaçlandırma alanları belirlenirken yüksek eğimli alanlarda ağaçlandırma yapmanın zorluğu ve başarı yüzdelerinin düşük olması sebebiyle %81 ve daha yüksek eğimli alanlar elenmiştir (Ürgenç 1998, Boydak ve Çalışkan 2014). Buna göre eğim ana faktörü, kurak ve yarı kurak alanlarda hem erozyon kontrolü sağlamak hem de yeryüzüne ulaşan yağış sularının hızlı bir şekilde yüzeysel akışa geçmesini engellemek (Balcı 1996) amacıyla yüksek eğimli alanlar öncelikli olmak üzere (AGM 1999), üç grup altında sınıflandırılmıştır. Bu gruplar; %41 – 80 eğimli alanlar 1. grup, %21 – 40 eğimli alanlar 2. grup ve %0 – 20 eğimli alanlar ise 3. grup biçiminde oluşturulmuştur (Şekil 3.8).



Şekil 3.8 Murat Nehri Havzasının eğim grupları haritası

AHS tekniği ile potansiyel ağaçlandırma alanlarını belirleyebilmek için dikkate alınan son ana faktör ise bakıdır. Murat Nehri Havzasının bakı grupları haritasını belirleyebilmek için SYM haritasından yararlanılmıştır. SYM haritası ise ALOS PALSAR uydu görüntüsünden yararlanılarak üretilmiştir (http://www.search.asf.alaska.edu, 2022). Kurak ve yarı kurak alanlarda buharlaşmanın daha yüksek olması ve yağış ile yeryüzüne ulaşan suyun buharlaşma ile hızla atmosfere geri dönmesi sebebiyle (Irmak 1970, Çepel 1978) güney bakılı alanlar önceliklendirilmiştir. Buna göre; güney bakılı alanlar 1. grup, kuzey bakılı alanlar 2. grup ve düz alanlar ise 3. grup olacak şekilde bakı ana kriteri 3 alt kriter altında sınıflandırılmış ve AHS işlemine dahil edilmiştir. Murat Nehri Havzasına ait bakı grupları haritası Şekil 3.9'da görülmektedir.



Şekil 3.9 Murat Nehri Havzasının eğim grupları haritası

Bu aşamadan sonra her bir ana faktörün ve bunların altında sınıflandırılmış alt faktörlerin ağırlıklandırılması aşamasına geçilmiştir. Bu aşamada karar verme açısından en önemli parametre 'Tutarlılık Oranı (*Consistency Ratio* – CR)' dır. CR parametresinin kritik değeri, literatürde sıklıkla karşılaşılan ve birçok yazar tarafından da kabul edilen 0,10 değeridir. Eğer CR parametresinin değeri 0,10' dan küçük ise ilgili ana faktör ya da alt faktör için hesaplanan ağırlık değeri geçerlidir ve karar vermede kullanılabilir demektir. Bu değerden daha büyük bir CR değeri elde edilmesi durumunda ise ilgili faktörün karar vermede kullanılamayacağı sonucu doğmaktadır (Saaty 2001). AHS işlemine dahil edilen faktörlerin CR parametrelerinin nasıl hesaplandığı Denklem (3.13) ve Denklem (3.14)'te verilmiştir.

$$CI = \lambda_{max} - n/n - 1 \quad (3.13)$$

$$CR = CI/RI \quad (3.14)$$

Bu denklemlerde; *CI*: Tutarlılık indeksini, λ_{max}: İlgili kriterin en büyük özdeğerini ve *RI*: Karşılaştırılan kriter sayısına bağlı olarak değişen rastgele indeksi (Saaty RI indeksi) ifade etmektedir (Saaty 2001).

Murat Nehri Havzasında potansiyel ağaçlandırma sahalarını belirlenmesinde karar verme kriteri olarak seçilen ana ve alt faktörlerin ağırlıkları da belirlendikten sonra CBS ortamında uygun bölmeciklerin tespit edilmesi aşamasına geçilmiştir. Ancak bu aşamada bölmecik haritasında bazı meşcereler seçim dışı bırakılmıştır. Bu meşcereler; verimli orman niteliğindeki meşcereler, orman amenajman planlarına göre başarılı olarak nitelendirilen ağaçlandırma alanları gibi orman alanları ve Ziraat (Z), İskan (İs), Mera (Me), Taş / Mermer Ocağı (Oc), Orman içi Tesisler (Ts) ve Mezarlık (Mzl) gibi orman dışı alanlardır. Zira bu tip alanlarda ağaçlandırma yapılması uygun değildir. Ayrıca verimli ormanlarda ya da daha önce ağaçlandırılmış ve başarıya ulaşmış alanlarda yeniden ağaçlandırma yapmak ormancılık teorisine de aykırıdır. Ayrıca Güney Anadolu, İç Anadolu, Doğu ve Güneydoğu Anadolu'da yerel halkın temel geçim kaynaklarından biri de hayvancılıktır ve hayvancılıkla ilgilenen halk hayvan otlatma amacıyla Orman Toprağı (OT) olarak nitelendirilen orman içi ya da orman kenarı açıklıklardan yoğun bir biçimde yararlanmaktadır. Bu nedenle OT niteliğinde alanların bulunduğu herhangi bir bölmede Z ya da İs veya her ikisi birden bulunuyorsa, o bölmedeki OT alanları da seçim dışında bırakılarak potansiyel ağaçlandırma alanlarının kararlaştırılması sürecinden çıkarılmıştır. Ek olarak kırsal nüfusun baltalık meşcerelerden yakacak odun (enerji) ya da odun kömürü üretimi gibi amaçlarla yararlanması, bu nüfusun sosyo-ekonomik koşullarına da olumlu katkılar yapabildiği (Bekiroğlu vd. 2013) ve su üretimi bilançolarında önemli bir gider kalemi olan intersepsiyonla su kaybının diğer meşcerelere kıyasla en az olduğu (Çepel 1986, Asan ve Şengönül 1987) göz önünde bulundurularak verimli baltalık niteliğindeki meşcerelerde de ağaçlandırma yapılması tercih edilmemiştir. Bu sebeplerle AHS tekniği ile potansiyel olarak ağaçlandırılacak alanlar yukarıda bahsi geçen alanların dışındaki alanlardan seçilmiştir. Tüm bu işlemler ArcGIS 10.6.1 paket programı kullanılarak yapılmıştır.

Doktora tezi araştırma alanında potansiyel olarak ağaçlandırılabilecek alanlar belirlendikten sonra bu alanlarda ağaçlandırma yapılması durumunda ormancılık sektörünün katlanacağı maliyetin hesaplanması aşamasına geçilmiştir. Böylelikle Murat Nehrinden bir yılda akışa geçen suyun ekonomik değeri belirlenmiştir.

Suyun ekonomik değerini belirleyebilmek için "Gider (maliyet) metodu"ndan yararlanılmışıtır. Gider metodu ekosistem hizmeti faydalarının yapay yollarla yeniden yaratılması gerektiğinde ortaya çıkacak maliyetlerin tahminlerine dayanır. Maliyete dayalı yöntem altında değerlendirilen üç alternatif yöntem ekosistem hizmetlerini sağlama, sürdürme ve restore etme maliyetlerine odaklanmaktadır (Dixon *et al*. 1994). Bunlar; yerine koyma maliyet yöntemleri, fırsat maliyeti ve sakınılan zarar maliyet yöntemidir.

Yerine koyma maliyeti yöntemi, çevresel zararların parasal değerini ölçmek için kullanılmaktadır. Örneğin; orman kaynaklarının toprak koruma işlevinin değerinin göstergesi olarak; ormanın zarar görmesi ve bunun sonucunda toprak koruma işlevinde meydana gelebilecek bir aksamada, aynı işlevi sağlayabilecek ikame mal ve hizmetlerin maliyetleri ya da toplumun katlanabileceği sağlık harcamalarındaki artışlar kullanılabilmektedir (Kaya 2002).

Fırsat maliyeti yöntemi, parasal değeri belli olmayan bir mal ya da hizmetin değeri; bu mal veya hizmeti üretmek için vazgeçilen fırsatların değerine göre belirlenmektedir. Bu yaklaşımın temel mantığını, çevresel ürün ve hizmetlerin toplanıp hasat edilmesi işleminde harcanan zamanın işçi kullanılarak yapılan alternatiflerin karşılaştırılması olayına dayanmaktadır (Hodgson and Dixon 1988). Fırsat maliyetinin ölçümü oldukça zordur. Ayrıca bir havzadaki su, hem nicelik hem de nitelik bakımdan yoğun kullanıma maruz kalırsa fırsat maliyetleri artacağından (Eker 2005) dolayı yöntem seçilmemiştir.

Sakınılan zarar maliyeti yöntemi ise zarar meydana gelmeden önce zarardan kaçınmak için yapılan maliyetleri hesaplamak amaçlı kullanılmaktadır. Bu yöntem özellikle sel kontrolü, su kalitesinin sürekliliğini, toprak verimliliğini sağlanması gibi konularda önem taşımaktadır. Uygulanabilmesi açısından değerlendirildiğinde, suyun kaynak çıkış noktasından kullanım bölgelerine varıncaya kadarki süreçte, kalite ve kantitesinde meydana gelen değişimlerin laboratuvar koşullarında ölçülmesini gerektirebilmektedir (Eker 2005).

Maliyete dayalı yöntemi kullanmaktaki amaç; çevresel faydaların daha titiz bir şekilde tahmin edilmesinde, sınırlı zaman ve sınırlı kaynakların olduğu yerlerde yaygın olarak kullanılır. Ayrıca uygulanmasında en az maliyetli yöntem olabilir. Yöntemin dezavantajı; insanların tercihlerini kesin olarak ölçememeleridir. Bu nedenle, insanların ekosistem hizmetlerinin kaybına gerçekte nasıl tepki verecekleri, hangi fiziksel hasarların meydana geleceği veya müdahale önlemlerinin kaybedilen ekosistem işlevlerini yeterince iyileştirip iyileştirmeyeceği, kayıplara bağlı olarak gerçekleşecek olumsuz etkileri hafifletip hafifletmeyeceği veya telafi edip etmeyeceği hakkında varsayımlarda ve tahminlerde bulunurken genellikle emin olmak zordur (Miettinen 2020).

Fakat insanların ekolojik bir unsuru koruması için yaptıkları tercihler ile yaptıkları işlerde ne kadar gönüllü olacağı ya da kaybı karşısında ne gibi sorulara dayalı olarak ekosistem hizmetlerinin değerini hesaplayacağı gibi birçok soruya bireysel bir boyutla yaklaşmakta, kamusal nitelik taşıyan bir meselenin kamusal çıkar yerine özel çıkara dayalı olarak belirlenmesine yol açmaktadır (https://citieswithnature.org/, 2021).

Gider (maliyet) metodu; ekosistem hizmetlerinin korunmalarından kaynaklanan kaçınılan (parasal ve/veya parasal olmayan) maliyetlerin, kayıpların ve harcamaların hesaplanarak değerlendirilmesi olanağını sağlar (Yalçınkaya 2020).

Yöntemi uygulamak için verilerin mevcudiyeti ve ayrıntı derecesine bağlı olarak zamanın büyük bir faktör olması, yöntemin uygulaması genellikle düşük maliyetli olması nedeniyle tercih edilmiştir. Ayrıca maliyete dayalı teknikler, ekosistem değişiklikleriyle ilişkili olası maliyetler, kayıplar ve harcamalar (veya tasarruflar) hakkında hızlı "arka plan" tahminleri oluşturmak için genellikle uzman olmayan kişiler tarafından da uygulanabilir. Maliyet bazlı yöntemler yüksek düzeyde beceri ve deneyim gerektirmez. Son olarak maliyet bazlı yöntemler tek kişi tarafından yapılabilir (https://citieswithnature.org/, 2021). Bu sebeplerle bu doktora tezi kapsamında suyun ekonomik değerini belirleyebilmek için gider (maliyet) metodu tercih edilmiştir.

Ağaçlandırma yapılmasının uygun olduğu alanlar öncelikle eğim gruplarına göre sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırma hem uygun tekniklerin hem de uygun ekipmanların seçimi için yapılmıştır (Boydak ve Çalışkan 2014). Zira her bir tercih farklı maliyetlerin ortaya çıkmasına sebep olabilecektir. Bu farklılıkları ortadan kaldırabilmek ve ormancılık pratiğine uygun olacak biçimde maliyet hesabı yapabilmek için böyle bir sınıflandırmanın yapılması uygun görülmüştür. Ardından her bir eğim grubu için uygun tekniklerle ağaçlandırma yapılması durumunda katlanılacak maliyetin hesaplanmıştır.

Bir alanda ağaçlandırma yapılırken ilk olarak alanın yol ağının yeterli olup olmadığına bakılmaktadır. Yeterli yol ağının bulunması hem alana ulaşımın kolay olması hem de ağaçlandırma sonrası koruma ve bakım faaliyetlerinin rahatlıkla yürütülebilmesi için önemlidir. Eğer yeteri kadar yol ağı bulunmuyorsa ilk olarak o alanda yol yapım işleri planlanmaktadır. Dolayısıyla bir ağaçlandırma projesinde hesaplanan ilk maliyet kalemi yol yapımı kalemidir. Ancak bilindiği gibi doktora tezi araştırmasının yürütüldüğü Murat Nehri Havzası oldukça büyük bir alandır ve bu alanın tamamında yol ağının yeterli olup olmadığına karar vermek oldukça güçtür. Ek olarak havzanın bulunduğu coğrafi bölgenin ekolojik, fizyografik ve sosyo-ekonomik özellikleri nedeniyle orman alanlarında parçalanmalar çok fazla gerçekleşmiştir. Böyle alanlarda daha fazla yol yaparak ormanın daha da parçalı hale getirilmesi ve doğanın daha da tahrip edilmesi ekolojik olarak çok büyük bir sorun oluşturacaktır. Tüm bu nedenlere bağlı olarak araştırma alanında yeteri kadar yol ağı bulunduğu varsayılmış ve yol yapımı işleri ağaçlandırma maliyet hesaplarına dahil edilmemiştir.

Ağaçlandırılacak alanlarda yapılacak ilk işlemlerden biri de gerekli olması durumunda diri örtü temizliğidir. Diri örtü temizliğinin yapılması ağaçlandırma yoluyla alana getirilen jenerasyonun su ve besin elementi rekabetine girmemesini sağlayacaktır ve fidanlara önemli bir büyüme avantajı sağlayacaktır. Ancak özellikle kurak ve yarı kurak alanlarda yüzyıllar boyunca yörenin zorlu şartlarına ayak uydurmuş doğal vejetasyonu bu şekilde uzaklaştırmak çok doğru bir işlem olmayacaktır. Ek olarak böyle iklimlere sahip alanlarda yoğun bir diri örtü oluşumu da çok sık görülmemektedir (Boydak ve Çalışkan 2014). Bu nedenle doktora çalışması kapsamında sadece bozuk koru ve bozuk baltalık niteliğindeki meşcereler ile daha önceki dönemde yangın geçirmiş meşcerelerde

diri örtü temizliği planlanmıştır. Diri örtü temizliği %60 eğime kadar (%0 – 20, %21 – 40 ve %41 – 60 eğim gruplarında) olan alanlarda tam alanda makineli diri örtü temizliği biçiminde, %61'den daha fazla (%61 – 80) eğime sahip alanlarda ise tam alanda insan gücü ile diri örtü temizliği biçiminde planlanmış ve buna göre maliyetlendirilmiştir.

Ağaçlandırma pratiğinde diri örtü temizliğinin ardından toprak işlemesi yapılmaktadır. Çalışma alanı iklim özellikleri bakımından yarı kurak iklime sahiptir (Atalay 2014). Bu nedenle uygun eğimli alanlarda ilk olarak derin toprak işlemesi, dikimden hemen önce ise toprağın su tutma kapasitesini iyileştirebilmek adına üst toprak işlemesi (Boydak ve Çalışkan 2014) yapılacağı öngörülmüştür. Buna göre %0 – 20 ve %21 – 40 eğim gruplarında 2'li riper ile tam alanda derin toprak işlemesi, %41 – 60 eğim grubunda ise ekskavatör ile teras biçiminde alt toprak işlemesi planlanmıştır. Dikim öncesi üst toprak işlemesi ise %0 – 20 eğim grubunda tam alanda diskaro ile üst toprak işlemesi, %21 – 40 eğim grubunda makine ile gradoni biçiminde üst toprak işlemesi, %41 – 60 eğim grubunda ise teraslar üzerinde insan gücü ile üst toprak işlemesi biçiminde planlanmıştır. Tüm bunlara ek olarak en yüksek eğim grubunda (%61 – 80) topografik koşulların ağaçlandırma başarısını olumsuz etkileyeceği, toprağın stabil tutulmasının zor olduğu ve suyun hızla yüzeysel akışa geçeceği (AGM 1999, ÇEM 2016) gibi olumsuzluklar göz önünde bulundurularak, toprak işlemesini de içerecek şekilde, sadece çalı takviyeli teras yapımı planlanmıştır. Dikim öncesinde yapılacak toprak işleme işlemlerine yönelik maliyetler bu esaslar çerçevesinde hesaplanarak toplam ağaçlandırma maliyetine dahil edilmiştir.

Diri örtü temizliği ve toprak işlemesi yapılan ağaçlandırma sahalarında sonraki yapılacak işlem uygun türlerde fidanların temin edilerek sahaya nakledilmesi ve uygun dikim aralık x mesafe ile dikilmesidir. Doktora tezi çalışması kapsamında ağaçlandırma yapılacak alanlarda yörenin doğal bitki sosyolojisini korumak ve biyolojik çeşitliliği olumsuz etkilememek amacıyla yörenin doğal ağaç türleri tercih edilmiştir. Özellikle ağaçlandırma yapılacak alan bozuk meşcere ya da yangın geçirmiş meşcere niteliğinde ise önceki vejetasyonu oluşturan ağaç türü ile ağaçlandırma planlanmıştır. Eğer ağaçlandırılacak alanda önceden herhangi bir orman vejetasyonu yoksa (OT alanları gibi) alanın bulunduğu bölmede bulunan diğer meşcereleri oluşturan ağaç türleri ile

ağaçlandırma planlanmıştır. Fidanların dikilmesinde dikkate alınacak aralık x mesafe ise Boydak ve Çalışkan (2014) tarafından su üretimi amacıyla ağaçlandırmaları için ağaç türleri bazında önerildiği gibi kabul edilmiştir. Ayrıca tüm fidanlar 1+0 yaşlı ve enso tipi kaplı fidan olacak şekilde planlanmıştır (Boydak ve Çalışkan 2014). Fidan dikimi işlemlerinin maliyeti, fidanların temini, dağıtımı (nakledilmesi dahil), dikim yerlerinin işaretlenmesi ve dikilmesi (dikim çukurunun açılması dahil) gibi işlemleri de kapsayacak şekilde hesaplanmıştır.

Dikim işlemlerinin tamamlanmasının ardından fidanlara su ve besin maddesi rekabetinde avantaj sağlamak amacıyla bakım yapılması önerilmektedir (Ürgenç 1998, Boydak ve Çalışkan 2014). Dikim sonrası bakım işlemleri %0 – 20 ve %21 – 40 eğim gruplarında sıra aralarında makineli (bakım diskarosu) olarak, diğer eğim gruplarında ise insan gücü kullanılarak fidan çevresinde ot alma – çapalama biçiminde planlanmış ve maliyetlendirilmiştir.

Ağaçlandırma yapılmış alanlarda koruma önlemleri son işlemdir. Ağaçlandırma yoluyla oluşturulmuş vejetasyonun özellikle insan ve hayvan zararlarından korunması ağaçlandırmanın başarısının yükselmesine ve bu yeni jenerasyonun ilerleyen yıllarda da hayatını sürdürebilmesine önemli katkılar sağlamaktadır. Bu amaçla doktora tez çalışması kapsamında ağaçlandırılması öngörülen alanlarda dikenli tel çit uygulaması yapmak suretiyle koruma işlemlerinin yapılması planlanmıştır. Koruma faaliyetlerinin maliyetlendirilmesine; çit direği, dikenli tel, bağlantı teli maliyetleri ile direklerin taşınması ve çakılması ve dikenli telin çit direğine tespiti kalemleri dahil edilmiştir.

Doktora tezi araştırması kapsamında ağaçlandırma maliyetleri hesaplanırken ÇEM tarafından hazırlanan ‘Ağaçlandırma – Rehabilitasyon – Toprak Muhafaza – Mera Islahı – Fidanlık – Silvikültür – Etüt Proje Birim Fiyat Cetveli’nden (ÇEM 2017) yararlanılarak yukarıda detaylıca açıklanan her bir işlem fiyatlandırılmıştır. Ek olarak ağaçlandırma da kullanılacak fidanların fiyatları ise yine OGM Fidanlık ve Tohum İşleri Dairesi Başkanlığınca hazırlanan ‘Orman Fidanlıklarında Yetiştirilen Fidanların Satış Fiyatları’ cetvelinden (OGM 2017b) elde edilerek ağaçlandırma maliyetlerine dahil edilmiştir. Hem ağaçlandırma proje birim fiyat cetveli hem de fidan satış fiyat cetveli

2017 yılına ait cetvellerdir. Kısaca Murat Nehri Havzasında su üretimi amacıyla yapılacak bir ağaçlandırma için ormancılık sektörünün katlanacağı maliyet 2017 yılı için hesaplanmıştır.

Su üretimi için yapılacak ağaçlandırmaların maliyet hesabı doktora tez çalışmasının başlangıç yılı olması sebebiyle 2017 yılı için gerçekleştirilmiştir. Ancak bilinmektedir ki OGM ağaçlandırma yapılmış sahalarda ağaçlandırmayı takip eden 4 yıla kadar bakım faaliyetlerini sürdürmekte ve bu işlemler için de belirli bir parasal kaynak kullanmaktadır. Bu nedenle doktora tez çalışması kapsamında 2018, 2019, 2020 ve 2021 yıllarında yapılacak bakım faaliyetlerinin de maliyetleri hesaplanmıştır. Bu maliyetleri hesaplamak için, yine ÇEM tarafından hazırlanan 'Ağaçlandırma – Rehabilitasyon – Toprak Muhafaza – Mera Islahı – Fidanlık – Silvikültür – Etüt Proje Birim Fiyat Cetvellleri'nden (ÇEM 2018b, 2019, 2020, 2021) yararlanılmıştır. Böylelikle Murat Nehri Havzasında yıl boyuna akışa geçerek Keban Barajına katılan suyun ağaçlandırmayı takip eden 4 yıl içindeki birim maliyetindeki değişim ortaya koyulmuştur.

Ancak burada dikkat edilmesi gereken çok önemli bir husus bulunmaktadır. Bu husus da 2017 yılında yapılan ağaçlandırma yatırımı bedelinin takip eden yıllarda nasıl değişeceğidir. Ek olarak örneğin 2018 yılında yapılan bakım faaliyeti bedelinin takip eden yıllardaki parasal değeri de bilinmelidir. Bunun için paranın zaman değeri formülünden yararlanılarak (Denklem 3.15) 2017 yılından itibaren yapılan tüm yatırımlara ait bedeller bir sonraki yıla iblağ edilmiştir (Türker 2013, Yalçınkaya 2020).

$$V_n = V_0 \times 1{,}0p^n \qquad (3.15)$$

Bu denklemde;
V_n: Belirli bir faiz oranı ile bileşik faiz esasına göre n yıl sonraki parasal değeri (TL),
V_o: Bugünkü bir miktar parayı (TL),
p: Faiz oranını (%)
ifade etmektedir (Türker 2013).

Türkiye ormancılık pratiğinde yapılan yatırımların gelecekteki parasal değerlerini belirleyebilmek için, ormancılık cüzi faizi olarak da adlandırılan, %3 faiz oranı en çok tercih edilen faiz oranıdır (Türker 2013). Bu doktora tez çalışmasında da %3 faiz oranı kullanılarak 2017 yılında gerçekleştirilen bir ağaçlandırma yatırımının takip eden 4 yıl boyunca parasal değerinin nasıl değiştiği hesaplanmıştır. Buna göre 2017 yılında yapılan ağaçlandırma faaliyetinin bedeli doğrudan Murat Nehri Havzasında akışa geçen suyun ekonomik değerini oluştururken, 2018 yılına gelindiğinde hem 2017 yılındaki fiyatın %3 faiz oranı ile iblağ edilmiş değeri hem de 2018 yılında yapılacak bakım faaliyetlerinin maliyeti toplamı suyun ekonomik değerini oluşturacaktır. 2019 yılında ise 2018 yılındaki toplam maliyet %3 faiz oranı ile iblağ edilecek ve 2019 yılı bakım maliyetleri üzerine eklenerek suyun ekonomik değeri belirlenecektir. Benzer şekilde 2020 ve 2021 yılları için de bir önceki yıla ait bedelin belirlenen faiz oranı ile iblağ edilmiş karşılığı ve o yılki bakım maliyetinin toplamı suyun ilgili yıla ait ekonomik değerini oluşturacaktır. Suyun birim maliyeti (TL/m^3) ise ilgili yıl için hesaplanan toplam maliyet bedelinin Murat Nehrinde akışa geçerek Keban Barajına ulaşan yıllık su miktarına (8,1 milyar m^3) bölünmesi sonucunda hesaplanmıştır. Bu akarsu rejiminin sürekliliği ile akla gelebilecek hususlar 5. bölümde (Tartışma) detaylıca irdelenmiştir. Ağaçlandırma proje maliyetleri ve bağlı olarak suyun ekonomik değerinin belirlenmesine ilişkin hesaplamalar MS Excel 365 paket programı kullanılarak yapılmıştır.

4. BULGULAR

Bu doktora tez çalışmasının bu bölümünde havza sınırları içerisindeki ormanlık alanlarda ağaç serveti, ağaç bitkisel kütlesi, bu bitkisel kütlede depo edilen karbon miktarı ve bu alanlarda üretilen oksijen miktarlarına ilişkin bulgular irdelenecektir. Ayrıca orman ekosistemlerinin ürettiği bu iki hizmetin (karbon depolama ve oksijen üretimi) ekonomik değerine ilişkin bulgulardan söz edilecektir. Bununla birlikte Murat Nehri Havzasında yıllık olarak dere akışına geçen suyun ekonomik değerine ilişkin bulgulardan da yine bu bölümde bahsedilecektir. Bu hususlarla ilgili tüm bulgular 2017 ve 2021 yılları arasındaki dönemi kapsamaktadır.

4.1 Murat Nehri Havzası Ormanlık Alanlarında Ağaç Serveti ve Ağaç Serveti Artımına İlişkin Bulgular

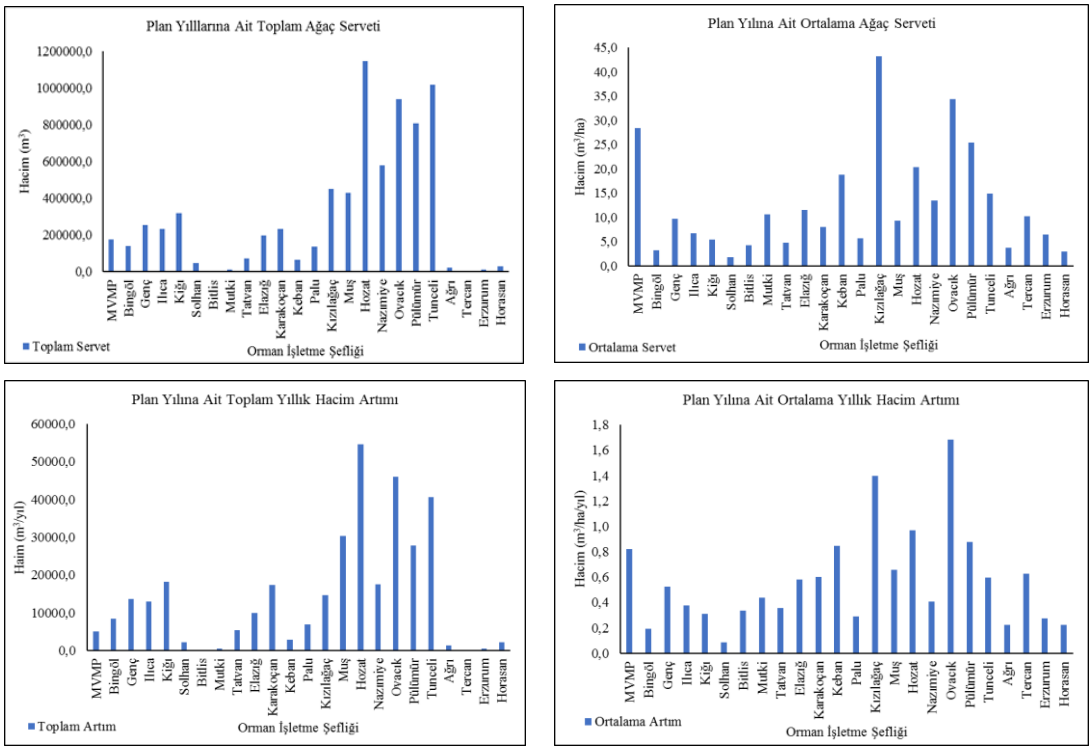
Murat Nehri Havzasındaki ormanlık alanlarda depolanan karbon miktarları ile bu alanlarda orman ağaçlarının fotosentez faaliyetleri sonucunda ürettikleri oksijen miktarlarını hesaplayabilmek için, ilk olarak bu alanlardaki aktüel (envanter yılındaki) ağaç servetini ve bu ağaç servetinin yaptığı yıllık artımları belirlemek gerekmektedir. Çalışma alanı sınırlarına giren orman işletme şefliklerine ait orman amenajman planlarından elde edilen verilerle hesaplanan orman envanterinin yapıldığı yıla ait yıllık toplam ağaç servetleri ve ağaç serveti artımları ile her bir şeflik için birim alandaki ortalama ağaç serveti ve yıllık ortalama ağaç serveti artımları Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1 incelendiğinde çalışma alanında toplam 583.149,8 ha ormanlık alanda toplam 7.314.081,291 m^3 ağaç servetinin bulunduğu görülmektedir. Bu dikili kabuklu ağaç servetinin genel alandaki yıllık toplam hacim artımı ise 338.684,686 m^3/yıl olarak tespit edilmiştir. Buna ek olarak birim alanda ortalama ağaç serveti 304,071 m^3/ha olarak birim alandaki yıllık ortalama hacim artımı ise 13,700 m^3/ha/yıl olarak hesaplanmıştır. Ancak bu veriler her bir orman işletme şefliğinde farklı yıllarda yapılan orman amenajman planlarının içerdiği plan yılına ait aktüel durumdur.

Çizelge 4.1 Murat Nehri Havzasındaki orman işletme şefliklerinin envanter yılındaki toplam ağaç serveti ve yıllık toplam ağaç serveti artımları ile birim alandaki ortalamaları

OİŞ	Toplam Ağaç Serveti (m^3)	Yıllık Toplam Hacim Artımı (m^3/yıl)	Ortalama Ağaç Serveti (m^3/ha)	Yıllık Ortalama Hacim Artımı (m^3/ha/yıl)
MVMP	174265,406	5035,662	28,369	0,820
Bingöl	140821,712	8413,232	3,220	0,192
Genç	255428,501	13691,656	9,761	0,523
Ilıca	230967,594	12991,073	6,693	0,376
Kiğı	318601,744	18140,761	5,472	0,312
Solhan	45187,460	2147,021	1,822	0,087
Bitlis	768,485	60,213	4,298	0,337
Mutki	12186,226	499,809	10,678	0,438
Tatvan	72678,475	5435,286	4,769	0,357
Elazığ	197943,315	9891,769	11,592	0,579
Karakoçan	231306,400	17347,980	8,000	0,600
Keban	64078,424	2892,081	18,806	0,849
Palu	137557,570	6859,103	5,772	0,288
Kızılağaç	449912,735	14575,905	43,223	1,400
Muş	429999,112	30283,590	9,345	0,658
Hozat	1146468,631	54549,034	20,415	0,971
Nazımiye	577774,959	17509,544	13,525	0,410
Ovacık	939574,723	45986,290	34,368	1,682
Pülümür	807962,513	27801,810	25,506	0,878
Tunceli	1018449,001	40611,346	14,911	0,595
Ağrı	22143,750	1328,625	3,750	0,225
Tercan	441,831	26,830	10,299	0,625
Erzurum	11017,725	465,133	6,477	0,273
Horasan	28545,000	2140,875	3,000	0,225
Toplam	**7314081,291**	**338684,626**	**304,071**	**13,700**

Plan yılları itibarıyla en yüksek toplam dikili kabuklu gövde hacmi Hozat orman işletme şefliğindedir (1.146.468,631 m^3). Aynı şekilde toplam yıllık hacim artımı da (54.549,034 m^3/yıl) Hozat orman işletme şefliğinde en yüksektir. Ancak birim alandaki en yüksek yıllık ortalama hacim artımı ise 1,682 m^3/ha/yıl olarak Ovacık orman işletme şefliğinde tespit edilmiştir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1 Murat Nehri Havzasında orman işletme şefliklerinde plan yıllarına ait ağaç serveti ve ağaç serveti artımları

Bu aşamadan sonra Bölüm 3.2.1.'de bahsedildiği gibi çalışma alanına giren orman işletme şefliklerinin servet ve artım envanteri yapılmış meşcerelerinde yıllık hacim artımının değişmediği kabul edilerek büyütme süreleri boyunca her bir meşcere büyütülmüş ve 2017 ile 2021 yılları arasındaki ağaç servetleri hesaplanmıştır.

4.1.1 2017 ile 2021 yılları arasındaki ağaç servetine ilişkin bulgular

Murat Nehri havzasında servet ve artım envanteri yapılan orman alanlarının sahip oldukları toplam ağaç serveti 2017 yılında 9.249.306,796 m^3 düzeyinde iken, 2021 yılında 10.600.796,301 m^3 düzeyine ulaşmıştır (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2 Murat Nehri Havzasındaki orman işletme şefliklerinin 2017-2021 yılları arasındaki toplam ağaç serveti (m^3)

OİŞ	2017 Yılı	2018 Yılı	2019 Yılı	2020 Yılı	2021 Yılı
MVMP	395834,530	400870,192	405905,854	410941,516	415977,177
Bingöl	241780,497	250193,729	258606,961	267020,193	275433,425
Genç	419728,377	433420,033	447111,690	460803,346	474495,002
Ilıca	386860,464	399851,536	412842,609	425833,681	438824,754
Kiğı	536290,870	554431,631	572572,391	590713,152	608853,912
Solhan	70951,717	73098,738	75245,760	77392,781	79539,802
Bitlis	888,910	949,123	1009,335	1069,548	1129,760
Mutki	13685,654	14185,463	14685,273	15185,082	15684,892
Tatvan	88984,333	94419,618	99854,904	105290,190	110725,476
Elazığ	227618,624	237510,393	247402,162	257293,932	267185,701
Karakoçan	456830,140	474178,120	491526,100	508874,080	526222,060
Keban	75646,748	78538,830	81430,911	84322,992	87215,073
Palu	226725,906	233585,009	240444,112	247303,214	254162,317
Kızılağaç	493640,449	508216,354	522792,258	537368,163	551944,068
Muş	520849,882	551133,472	581417,062	611700,652	641984,242
Hozat	1310115,732	1364664,766	1419213,800	1473762,833	1528311,867
Nazımiye	612794,046	630303,590	647813,134	665322,677	682832,221
Ovacık	1031547,304	1077533,594	1123519,884	1169506,174	1215492,464
Pülümür	863566,133	891367,942	919169,752	946971,562	974773,371
Tunceli	1099671,692	1140283,038	1180894,383	1221505,729	1262117,074
Ağrı	76174,500	77503,125	78831,750	80160,375	81489,000
Tercan	522,320	549,150	575,980	602,809	629,639
Erzurum	17994,720	18459,853	18924,986	19390,119	19855,252
Horasan	80603,250	81931,875	83260,500	84589,125	85917,750
Toplam	**9249306,796**	**9587179,172**	**9925051,548**	**10262923,925**	**10600796,301**

2017 ile 2021 yılları arasında birim alandaki ortalama ağaç serveti ise 414,572 m^3/ha iken 469,031 m^3/ha değerine ulaşmıştır (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3 Murat Nehri Havzasındaki orman işletme şefliklerinin 2017-2021 yılları arasında birim alandaki ortalama ağaç serveti (m^3/ha)

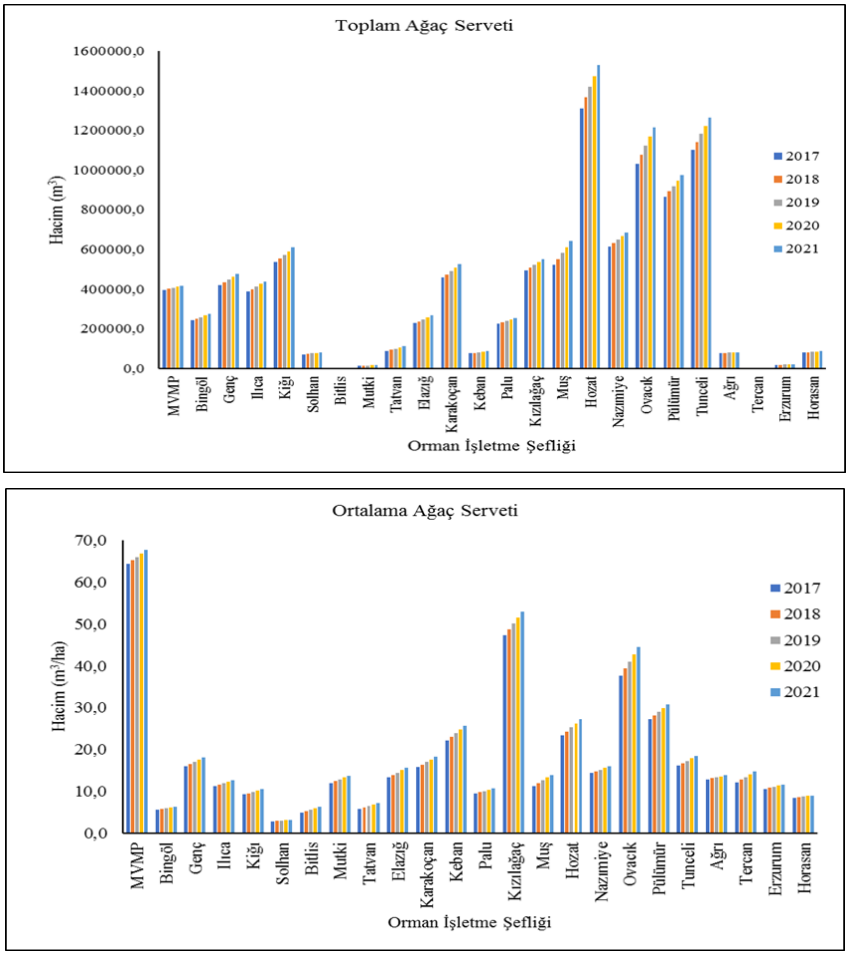
OİŞ	2017 Yılı	2018 Yılı	2019 Yılı	2020 Yılı	2021 Yılı
MVMP	64,439	65,259	66,079	66,899	67,718
Bingöl	5,528	5,721	5,913	6,105	6,298
Genç	16,040	16,563	17,086	17,610	18,133
Ilıca	11,211	11,587	11,963	12,340	12,716
Kiğı	9,211	9,523	9,835	10,146	10,458
Solhan	2,861	2,947	3,034	3,120	3,207

Çizelge 4.3 Murat Nehri Havzasındaki orman işletme şefliklerinin 2017-2021 yılları arasında birim alandaki ortalama ağaç serveti (m^3/ha) (Devam)

OİŞ	2017 Yılı	2018 Yılı	2019 Yılı	2020 Yılı	2021 Yılı
Bitlis	4,972	5,308	5,645	5,982	6,319
Mutki	11,992	12,430	12,868	13,306	13,744
Tatvan	5,839	6,196	6,552	6,909	7,266
Elazığ	13,329	13,909	14,488	15,067	15,646
Karakoçan	15,800	16,400	17,000	17,600	18,200
Keban	22,201	23,049	23,898	24,747	25,596
Palu	9,513	9,801	10,089	10,377	10,665
Kızılağaç	47,423	48,824	50,224	51,624	53,025
Muş	11,319	11,977	12,635	13,293	13,951
Hozat	23,329	24,300	25,272	26,243	27,214
Nazımiye	14,344	14,754	15,164	15,574	15,984
Ovacık	37,732	39,414	41,096	42,779	44,461
Pülümür	27,261	28,139	29,017	29,894	30,772
Tunceli	16,100	16,695	17,290	17,884	18,479
Ağrı	12,900	13,125	13,350	13,575	13,800
Tercan	12,175	12,801	13,426	14,051	14,677
Erzurum	10,579	10,852	11,126	11,399	11,673
Horasan	8,471	8,611	8,750	8,890	9,030
Toplam	**414,572**	**428,187**	**441,801**	**455,416**	**469,031**

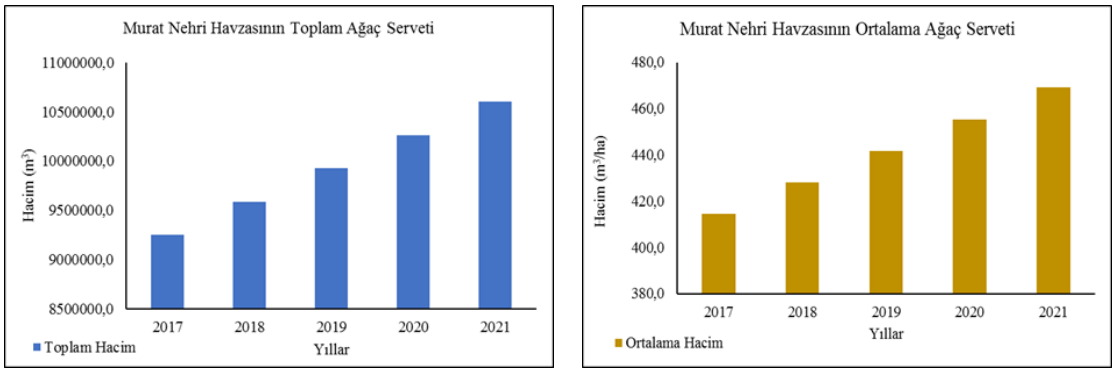
Doktora tez çalışmasının yürütüldüğü Murat Nehri Havzasında bulunan orman işletme şefliklerinde ormanlık alanların 2017 ile 2021 yılları arasındaki toplam ağaç servetlerinin ve birim alandaki ortalama ağaç servetlerinin değişimi Şekil 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2 ve Şekil 4.2 incelendiğinde en yüksek dikili kabuklu gövde hacminin Hozat orman işletme şefliğinde, en düşük ağaç servetinin ise Tercan orman işletme şefliğinde bulunduğu görülmektedir. Ek olarak birim alandaki ortalama ağaç serveti Munzur Vadisi Mili Parkı şefliğinde en yüksek iken, Solhan orman işletme şefliğinde ise en düşüktür. Bu durum araştırmanın yürütüldüğü tüm yıllar için (2017-2021 yılları arası) geçerlidir.



Şekil 4.2 Murat Nehri Havzasında orman işletme şefliklerinde ağaç servetinin 2017-2021 yılları arasındaki değişimi

Ayrıca çalışma alanının tamamında aynı yıllar için toplam ağaç serveti ile ortalama ağaç servetinin değişimi de Şekil 4.3'te bulunmaktadır.



Şekil 4.3 Murat Nehri Havzası genelinde ağaç servetinin 2017-2021 yılları arasındaki değişimi

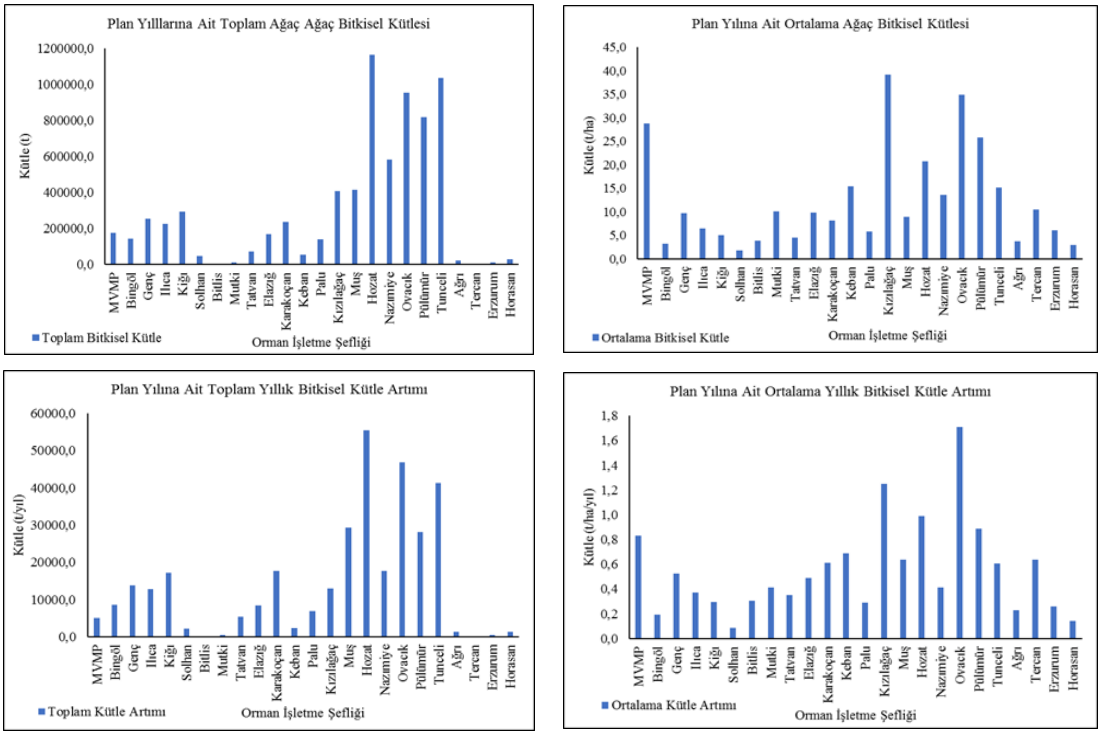
4.2 Murat Nehri Havzası Ormanlık Alanlarında Ağaç Bitkisel Kütlesine İlişkin Bulgular

Murat Nehri Havzası sınırlarında bulunan orman işletme şefliklerine ait orman amenajman planlarının öngördüğü meşcere hacmi ve hacim artımı verilerine göre ilgili orman işletme şeflikleri için ağaç bitkisel kütlesi hesaplanmıştır. Doktora tezi araştırma alanının tamamında orman envanterinin yapıldığı yıllar itibarıyla hesaplanan ağaç bitkisel kütlesi ve bitkisel kütle artımının orman işletme şefliklerine dağılımı Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.4 Murat Nehri Havzasındaki orman işletme şefliklerinin envanter yılındaki toplam ağaç bitkisel kütleleri ve bitkisel kütle artımları ile birim alandaki ortalamaları

OİŞ	Toplam Ağaç Bitkisel Kütlesi (t)	Yıllık Toplam Bitkisel Kütle Artımı (t/yıl)	Ortalama Ağaç Bitkisel Kütlesi (t/ha)	Yıllık Ortalama Bitkisel Kütle Artımı (t/ha/yıl)
MVMP	176915,75	5096,88	28,80	0,83
Bingöl	142509,51	8534,44	3,26	0,20
Genç	255355,24	13737,73	9,76	0,52
Ilıca	225545,04	12778,03	6,54	0,37
Kiğı	293291,95	17219,09	5,04	0,30
Solhan	44805,13	2125,96	1,81	0,09
Bitlis	697,30	54,70	3,90	0,31
Mutki	11599,38	471,27	10,16	0,41
Tatvan	70078,86	5336,36	4,60	0,35
Elazığ	168815,89	8366,27	9,89	0,49
Karakoçan	235303,14	17647,74	8,14	0,61
Keban	52747,68	2339,05	15,48	0,69
Palu	139530,04	6964,03	5,85	0,29
Kızılağaç	408653,27	13015,54	39,26	1,25
Muş	414615,75	29382,36	9,01	0,64
Hozat	1166022,36	55487,00	20,76	0,99
Nazımiye	584070,06	17678,22	13,67	0,41
Ovacık	955757,43	46779,91	34,96	1,71
Pülümür	818186,51	28178,72	25,83	0,89
Tunceli	1035962,66	41309,92	15,17	0,60
Ağrı	22526,37	1351,58	3,81	0,23
Tercan	449,47	27,29	10,48	0,64
Erzurum	10356,48	439,78	6,09	0,26
Horasan	29038,23	1351,58	3,05	0,14
Toplam	**7262833,48**	**335673,44**	**295,31**	**13,21**

Envanter yılları itibarıyla çalışma alanının tamamında toplam 7.262.833,48 t ağaç bitkisel kütlesi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Yıllık toplam bitkisel kütle artımı 295,31 t olarak hesaplanmıştır. Çalışma alanı geneli için birim alandaki yıllık ortalama bitkisel kütle artımı ise 13,21 t/ha/yıl olmuştur (Çizelge 4.4).



Şekil 4.4 Murat Nehri Havzasında plan yıllarındaki ağaç bitkisel kütlesinin ve bitkisel kütle artımının orman işletme şefliklerine dağılımı

Çalışma alanında envanter yıllarına ait sonuçlara göre en yüksek ağaç bitkisel kütlesi Hozat orman işletme şefliğinde (1.166.022,36 t) tespit edilmiştir. Toplam yıllık bitkisel kütle artımı da (55.487,00 t/yıl) yine Hozat orman işletme şefliğindedir. Plan yıllarına göre birim alandaki ortalama ağaç bitkisel kütlesinin en yüksek (39,26 t/ha) olduğu orman işletme şefliği ise Kızılağaç orman işletme şefliğidir (Şekil 4.4).

4.2.1 2017 ile 2021 yılları arasındaki ağaç bitkisel kütlesine ilişkin bulgular

Murat Nehri havzasında servet ve artım envanteri yapılan orman alanlarının sahip oldukları toplam ağaç bitkisel kütlesi 2017 yılında 9.187.928,29 t olarak hesaplanmıştır.

2021 yılında ise çalışma alanının sahip olduğu toplam bitkisel kütle miktarı 10.530.622,07 t düzeyine ulaşmıştır (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5 Murat Nehri Havzasındaki orman işletme şefliklerinin 2017-2021 yılları arasındaki toplam ağaç bitkisel kütlesi (t)

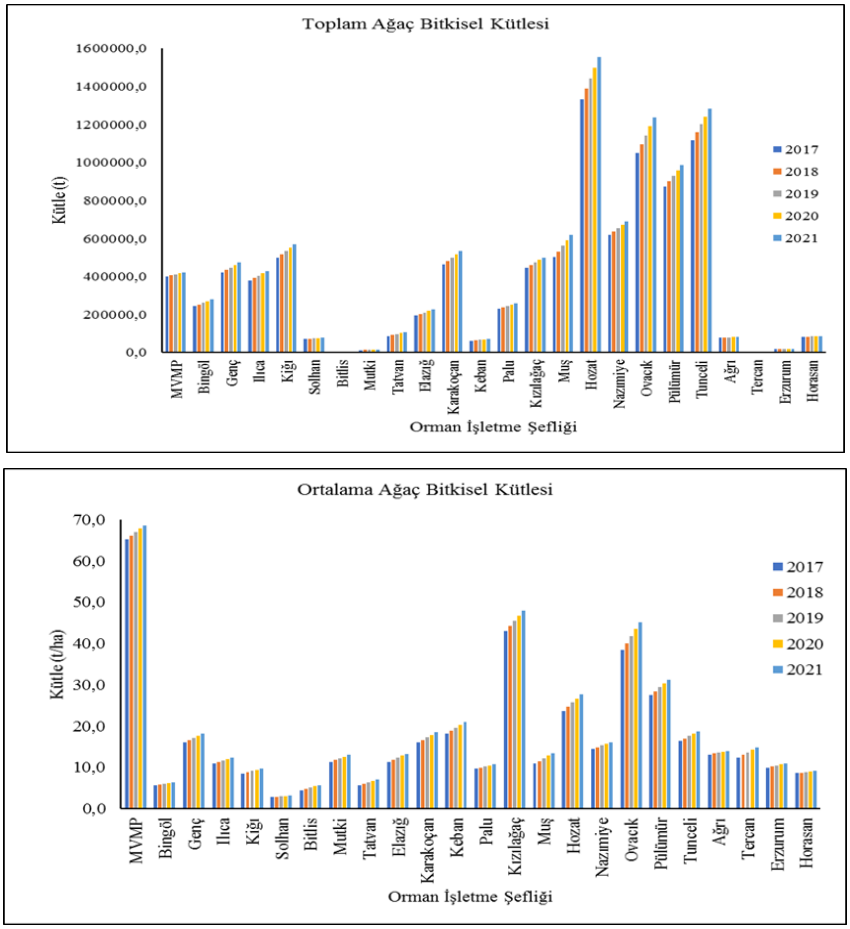
OİŞ	**2017 Yılı**	**2018 Yılı**	**2019 Yılı**	**2020 Yılı**	**2021 Yılı**
MVMP	401178,42	406275,30	411372,18	416469,05	421565,93
Bingöl	244922,83	253457,28	261991,72	270526,16	279060,61
Genç	420207,96	433945,68	447683,41	461421,14	475158,86
Ilıca	378881,36	391659,39	404437,42	417215,45	429993,47
Kiğı	499921,07	517140,16	534359,26	551578,35	568797,45
Solhan	70316,69	72442,65	74568,61	76694,58	78820,54
Bitlis	806,70	861,40	916,10	970,80	1025,50
Mutki	13013,18	13484,45	13955,72	14426,99	14898,25
Tatvan	86087,95	91424,31	96760,67	102097,03	107433,40
Elazığ	193914,71	202280,99	210647,26	219013,54	227379,81
Karakoçan	464723,71	482371,44	500019,18	517666,92	535314,65
Keban	62103,86	64442,91	66781,96	69121,00	71460,05
Palu	230062,38	237026,41	243990,43	250954,46	257918,49
Kızılağaç	447699,89	460715,43	473730,98	486746,52	499762,06
Muş	502762,83	532145,19	561527,55	590909,91	620292,26
Hozat	1332483,35	1387970,34	1443457,34	1498944,34	1554431,33
Nazımiye	619426,50	637104,72	654782,94	672461,16	690139,39
Ovacık	1049317,24	1096097,15	1142877,06	1189656,97	1236436,88
Pülümür	874543,95	902722,67	930901,39	959080,11	987258,82
Tunceli	1118582,50	1159892,41	1201202,33	1242512,25	1283822,17
Ağrı	77490,72	78842,30	80193,88	81545,47	82897,05
Tercan	531,35	558,64	585,93	613,23	640,52
Erzurum	16953,15	17392,93	17832,70	18272,48	18712,26
Horasan	81995,99	83347,58	84699,16	86050,74	87402,32
Toplam	**9187928,29**	**9523601,73**	**9859275,18**	**10194948,62**	**10530622,07**

2017 ile 2021 yılları arasında birim alandaki ortalama ağaç bitkisel kütlesi 404,86 t/ha ile 457,71 t/ha arasında değişmektedir (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6 Murat Nehri Havzasındaki orman işletme şefliklerinin 2017-2021 yılları arasında birim alandaki ortalama ağaç bitkisel kütlesi (t/ha)

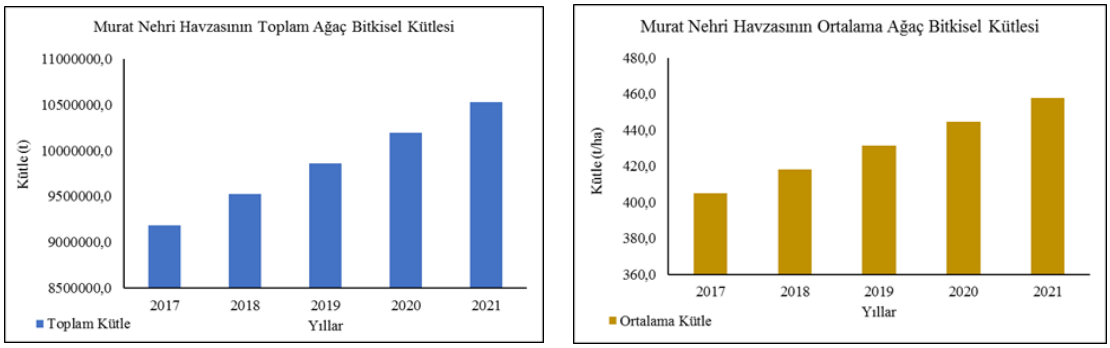
OİŞ	2017 Yılı	2018 Yılı	2019 Yılı	2020 Yılı	2021 Yılı
MVMP	65,31	66,14	66,97	67,80	68,63
Bingöl	5,60	5,80	5,99	6,19	6,38
Genç	16,06	16,58	17,11	17,63	18,16
Ilıca	10,98	11,35	11,72	12,09	12,46
Kiğı	8,59	8,88	9,18	9,47	9,77
Solhan	2,84	2,92	3,01	3,09	3,18
Bitlis	4,51	4,82	5,12	5,43	5,74
Mutki	11,40	11,82	12,23	12,64	13,05
Tatvan	5,65	6,00	6,35	6,70	7,05
Elazığ	11,36	11,85	12,34	12,83	13,32
Karakoçan	16,07	16,68	17,29	17,90	18,51
Keban	18,23	18,91	19,60	20,29	20,97
Palu	9,65	9,95	10,24	10,53	10,82
Kızılağaç	43,01	44,26	45,51	46,76	48,01
Muş	10,93	11,56	12,20	12,84	13,48
Hozat	23,73	24,72	25,70	26,69	27,68
Nazımiye	14,50	14,91	15,33	15,74	16,15
Ovacık	38,38	40,09	41,80	43,52	45,23
Pülümür	27,61	28,50	29,39	30,28	31,17
Tunceli	16,38	16,98	17,59	18,19	18,80
Ağrı	13,12	13,35	13,58	13,81	14,04
Tercan	12,39	13,02	13,66	14,29	14,93
Erzurum	9,97	10,23	10,48	10,74	11,00
Horasan	8,62	8,76	8,90	9,04	9,19
Toplam	**404,86**	**418,08**	**431,29**	**444,50**	**457,71**

Murat Nehri Havzasında 2017 ile 2021 yılları arasında hesaplanan toplam ağaç bitkisel kütlesinin ve birim alandaki ortalama ağaç bitkisel kütlesinin orman işletme şeflikleri bazında değişimi Şekil 4.5'te verilmiştir. Ağaç bitkisel kütlesine ilişkin değişkenlerin 2017 yılı ile 2021 yılı arasında havza genelindeki değişimi de Şekil 4.6'da bulunmaktadır.



Şekil 4.5 Murat Nehri Havzasında orman işletme şefliklerinde ağaç bitkisel kütlesinin 2017-2021 yılları arasındaki değişimi

Araştırmanın yürütüldüğü tüm yıllar için (2017-2021 yılları arası); en yüksek ağaç bitkisel kütlesi Hozat orman işletme şefliğinde mevcutken, en düşük ağaç bitkisel kütlesi ise Tercan orman işletme şefliğinde mevcuttur. Ağaç serveti hesaplamalarından elde edilen sonuçlara benzer şekilde Munzur Vadisi Milli Parkı şefliği birim alanda en yüksek ortalama bitkisel kütleye sahiptir. En düşük ortalama ağaç bitkisel kütlesi ise Solhan orman işletme şefliğinde tespit edilmiştir.



Şekil 4.6 Murat Nehri Havzası genelinde ağaç bitkisel kütlesinin 2017-2021 yılları arasındaki değişimi

4.3 Murat Nehri Havzası Ormanlık Alanlarında Ağaç Bitkisel Kütlesinde Depolanan Karbon Stoklarına İlişkin Bulgular

Doktora tez çalışmasının yürütüldüğü Murat Nehri Havzasında ormanlık alanların sahip oldukları ağaç bitkisel kütlesinde depolanan karbon stokları her bir orman işletme şefliği için o şefliğe ait orman amenajman planlarından yararlanılarak envanter yılları için hesaplanmıştır. Buna göre servet ve artım envanterine dahil edilen ormanlık alanlarda ağaç bitkisel kütlesinde toplam 3.631.416,74 tC miktarında karbon depolandığı tespit edilmiştir. Birim alandaki ortalama karbon stoku ise 147,66 tC/ha olarak hesaplanmıştır. Yıllık toplam ve ortalama karbon artımı ise, sırasıyla, 168.249,86 tC/yıl ve 6,65 tC/ha/yıl'dır (Çizelge 4.7).

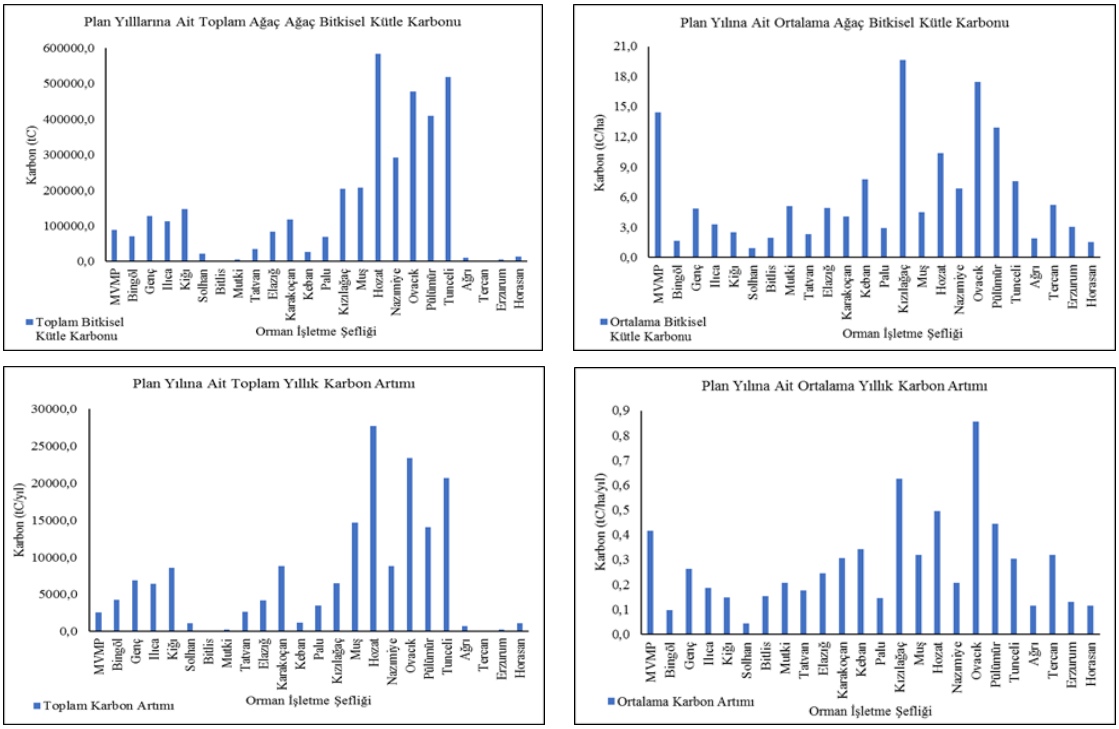
Çizelge 4.7 Murat Nehri Havzasındaki orman işletme şefliklerinin envanter yılındaki toplam ağaç bitkisel kütle karbonları ve bitkisel kütle karbon artımları ile birim alandaki ortalamaları

OİŞ	Toplam Ağaç Bitkisel Kütle Karbonu (tC)	Yıllık Toplam Bitkisel Kütle Karbonu Artımı (tC/yıl)	Ortalama Ağaç Bitkisel Kütle Karbonu (tC/ha)	Yıllık Ortalama Bitkisel Kütle Karbonu Artımı (tC/ha/yıl)
MVMP	88457,88	2548,44	14,40	0,41
Bingöl	71254,75	4267,22	1,63	0,10
Genç	127677,62	6868,86	4,88	0,26
Ilıca	112772,52	6389,01	3,27	0,19
Kiğı	146645,97	8609,55	2,52	0,15
Solhan	22402,56	1062,98	0,90	0,04
Bitlis	348,65	27,35	1,95	0,15
Mutki	5799,69	235,63	5,08	0,21
Tatvan	35039,43	2668,18	2,30	0,18

Çizelge 4.7 Murat Nehri Havzasındaki orman işletme şefliklerinin envanter yılındaki toplam ağaç bitkisel kütle karbonları ve bitkisel kütle karbon artımları ile birim alandaki ortalamaları (Devam)

OİŞ	Toplam Ağaç Bitkisel Kütle Karbonu (tC)	Yıllık Toplam Bitkisel Kütle Karbonu Artımı (tC/yıl)	Ortalama Ağaç Bitkisel Kütle Karbonu (tC/ha)	Yıllık Ortalama Bitkisel Kütle Karbonu Artımı (tC/ha/yıl)
Elazığ	84407,94	4183,14	4,94	0,24
Karakoçan	117651,57	8823,87	4,07	0,31
Keban	26373,84	1169,52	7,74	0,34
Palu	69765,02	3482,01	2,93	0,15
Kızılağaç	204326,63	6507,77	19,63	0,63
Muş	207307,87	14691,18	4,51	0,32
Hozat	583011,18	27743,50	10,38	0,49
Nazımiye	292035,03	8839,11	6,84	0,21
Ovacık	477878,71	23389,95	17,48	0,86
Pülümür	409093,26	14089,36	12,91	0,44
Tunceli	517981,33	20654,96	7,58	0,30
Ağrı	11263,19	675,79	1,91	0,11
Tercan	224,73	13,65	5,24	0,32
Erzurum	5178,24	219,89	3,04	0,13
Horasan	14519,11	1088,93	1,53	0,11
Toplam	**3631416,74**	**168249,86**	**147,66**	**6,65**

Ağaç bitkisel kütlesi sonuçlarına benzer şekilde karbon stokunun da en yüksek (583.011,18 tC) olduğu planlama birimi Hozat orman işletme şefliğidir. Ek olarak Ovacık orman işletme şefliği birim alandaki yıllık ortalama karbon artımının en yüksek (0,86 tC/ha/yıl) olduğu planlama birimidir (Çizelge 4.7 ve Şekil 4.7).



Şekil 4.7 Murat Nehri Havzasında plan yıllarındaki ağaç bitkisel kütle karbonu ve bitkisel kütle karbonu artımının orman işletme şefliklerine dağılımı

4.3.1 2017 ile 2021 yılları arasındaki ait ağaç bitkisel kütle karbonuna ilişkin bulgular

Araştırma alanının sınırları içerisindeki ormanlık alanlarda ağaç bitkisel kütlesinde depolanan karbon stoku 2017 yılında 4.648.843,35 tC olarak hesaplanmıştır. Söz konusu ormanlık alanlarda 2021 yılında depolanan karbon stoku ise 5.321.842,80 tC'a ulaşmıştır (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8 Murat Nehri Havzasındaki orman işletme şefliklerinin 2017-2021 yılları arasındaki toplam ağaç bitkisel kütle karbonu (tC)

OİŞ	2017 Yılı	2018 Yılı	2019 Yılı	2020 Yılı	2021 Yılı
MVMP	200589,21	203137,65	205686,09	208234,53	210782,97
Bingöl	122461,42	126728,64	130995,86	135263,08	139530,30
Genç	210103,98	216972,84	223841,71	230710,57	237579,43
Ilıca	189440,68	195829,70	202218,71	208607,72	214996,74
Kığı	249960,54	258570,08	267179,63	275789,18	284398,72
Solhan	35158,34	36221,33	37284,31	38347,29	39410,27
Bitlis	403,35	430,70	458,05	485,40	512,75
Mutki	6506,59	6742,23	6977,86	7213,49	7449,13

Çizelge 4.8 Murat Nehri Havzasındaki orman işletme şefliklerinin 2017-2021 yılları arasındaki toplam ağaç bitkisel kütle karbonu (tC) (Devam)

OİŞ	2017 Yılı	2018 Yılı	2019 Yılı	2020 Yılı	2021 Yılı
Tatvan	43043,97	45712,15	48380,34	51048,52	53716,70
Elazığ	96957,36	101140,49	105323,63	109506,77	113689,91
Karakoçan	232361,85	241185,72	250009,59	258833,46	267657,33
Keban	31051,93	32221,45	33390,98	34560,50	35730,02
Palu	115031,19	118513,20	121995,22	125477,23	128959,24
Kızılağaç	223849,95	230357,72	236865,49	243373,26	249881,03
Muş	251381,41	266072,59	280763,77	295454,95	310146,13
Hozat	666241,67	693985,17	721728,67	749472,17	777215,67
Nazımiye	309713,25	318552,36	327391,47	336230,58	345069,69
Ovacık	524658,62	548048,58	571438,53	594828,48	618218,44
Pülümür	437271,98	451361,33	465450,69	479540,05	493629,41
Tunceli	559291,25	579946,21	600601,17	621256,12	641911,08
Ağrı	40998,00	41673,79	42349,58	43025,37	43701,16
Tercan	265,67	279,32	292,97	306,61	320,26
Erzurum	8476,57	8696,46	8916,35	9136,24	9356,13
Horasan	93624,56	94713,49	95802,43	96891,36	97980,30
Toplam	**4648843,35**	**4817093,21**	**4985343,08**	**5153592,94**	**5321842,80**

2017 yılı ile 2021 yılı arasında birim alandaki ortalama karbon stoku 26,60 tC/ha artış göstererek 208,34 tC/ha'dan 234,94 tC/ha'a çıkmıştır. Beş yıllık dönemde karbon stoklarındaki yıllık ortalama artış 5,32 tC/ha olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.9).

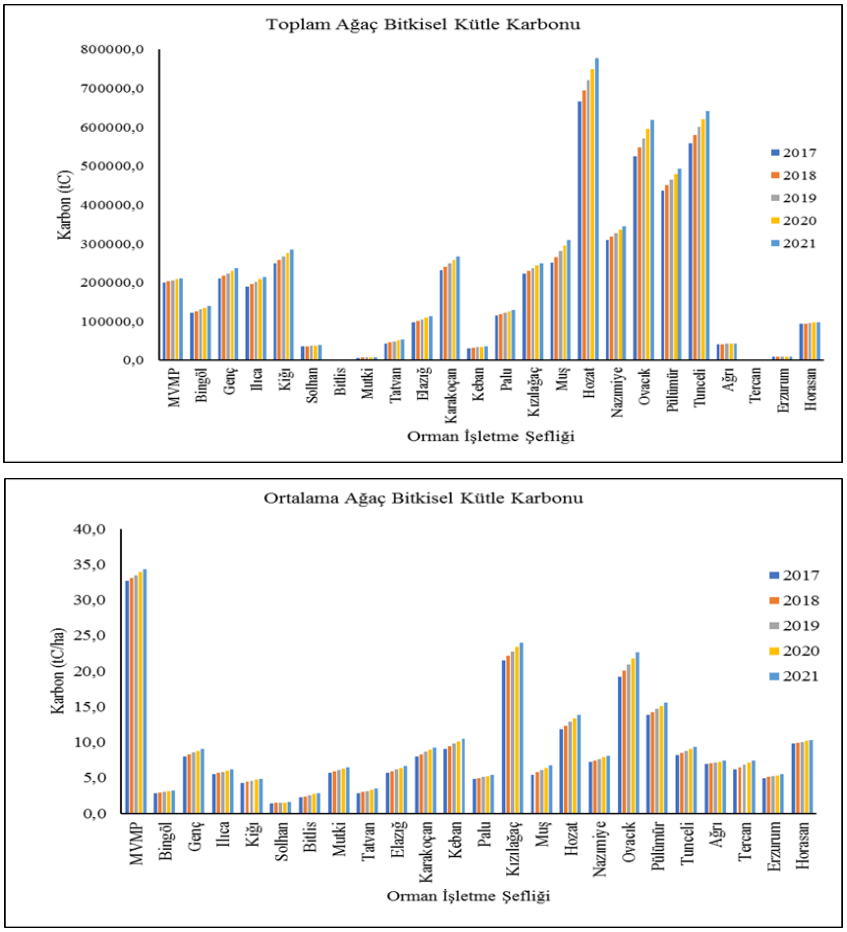
Çizelge 4.9 Murat Nehri Havzasındaki orman işletme şefliklerinin 2017-2021 yılları arasında birim alandaki ortalama ağaç bitkisel kütle karbonu (tC/ha)

OİŞ	2017 Yılı	2018 Yılı	2019 Yılı	2020 Yılı	2021 Yılı
MVMP	32,65	33,07	33,48	33,90	34,31
Bingöl	2,80	2,90	3,00	3,09	3,19
Genç	8,03	8,29	8,55	8,82	9,08
Ilıca	5,49	5,67	5,86	6,05	6,23
Kiğı	4,29	4,44	4,59	4,74	4,88
Solhan	1,42	1,46	1,50	1,55	1,59
Bitlis	2,26	2,41	2,56	2,71	2,87
Mutki	5,70	5,91	6,11	6,32	6,53
Tatvan	2,82	3,00	3,17	3,35	3,52
Elazığ	5,68	5,92	6,17	6,41	6,66
Karakoçan	8,04	8,34	8,65	8,95	9,26
Keban	9,11	9,46	9,80	10,14	10,49

Çizelge 4.9 Murat Nehri Havzasındaki orman işletme şefliklerinin 2017-2021 yılları arasında birim alandaki ortalama ağaç bitkisel kütle karbonu (tC/ha) (Devam)

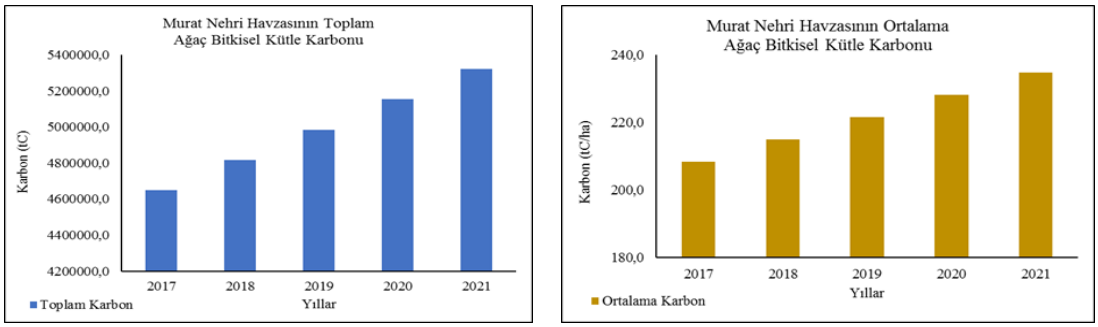
OİŞ	2017 Yılı	2018 Yılı	2019 Yılı	2020 Yılı	2021 Yılı
Palu	4,83	4,97	5,12	5,27	5,41
Kızılağaç	21,51	22,13	22,76	23,38	24,01
Muş	5,46	5,78	6,10	6,42	6,74
Hozat	11,86	12,36	12,85	13,35	13,84
Nazımiye	7,25	7,46	7,66	7,87	8,08
Ovacık	19,19	20,05	20,90	21,76	22,61
Pülümür	13,80	14,25	14,69	15,14	15,58
Tunceli	8,19	8,49	8,79	9,10	9,40
Ağrı	6,94	7,06	7,17	7,29	7,40
Tercan	6,19	6,51	6,83	7,15	7,47
Erzurum	4,98	5,11	5,24	5,37	5,50
Horasan	9,84	9,95	10,07	10,18	10,30
Toplam	**208,34**	**214,99**	**221,64**	**228,29**	**234,94**

Doktora tez araştırmasının yürütüldüğü 2017 ve 2021 yılları arasındaki 5 yıllık dönem boyunca ağaç bitkisel kütlesinde depolanan karbon stoklarının orman işletme şeflikleri bazında değişimi Şekil 4.8'de ve araştırma alanının genelinde değişimi ise Şekil 4.9'da verilmiştir.



Şekil 4.8 Murat Nehri Havzasında orman işletme şefliklerinde ağaç bitkisel kütle karbonunun 2017-2021 yılları arasındaki değişimi

Beş yıl boyunca Hozat OİŞ en yüksek karbon stokuna sahip planlama birimi iken en düşük karbon stokuna sahip olan planlama birimi Tercan OİŞ'dir. MVMP ise toplam karbon stoku diğer planlama birimlerine nazaran çok yüksek olmamakla birlikte karbon stoklarındaki yıllık artış hızı en yüksek olan şefliktir (Şekil 4.8).



Şekil 4.9 Murat Nehri Havzası genelinde ağaç bitkisel kütle karbonunun 2017-2021 yılları arasındaki değişimi

4.4 Murat Nehri Havzası Ormanlık Alanlarda Üretilen Oksijen Miktarına İlişkin Bulgular

Orman envanterinin yapıldığı yıllar için orman amenajman planlarının öngördüğü meşcere servet ve artım değerlerine göre envanter yılında Murat Nehri Havzasındaki ormanlık alanların fotosentez faaliyeti sonucunda ürettikleri toplam oksijen miktarı 8.715.400,17 tO olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.10). Bu oksijen miktarı çalışma alanında servet ve artım envanteri yapılmış meşcerelerin kuruluşlarından itibaren orman envanterinin yapıldığı yıla kadar ürettikleri bitkisel kütlenin karşılığı olan miktardır. Çalışma alanında meşcerelerin kuruluşlarından itibaren ürettikleri yıllık toplam oksijen miktarı ise 403.799,68 tO/yıl'dır. Ek olarak birim alanda üretilen yıllık ortalama oksijen miktarı ise 15,96 tO/ha/yıl olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.10).

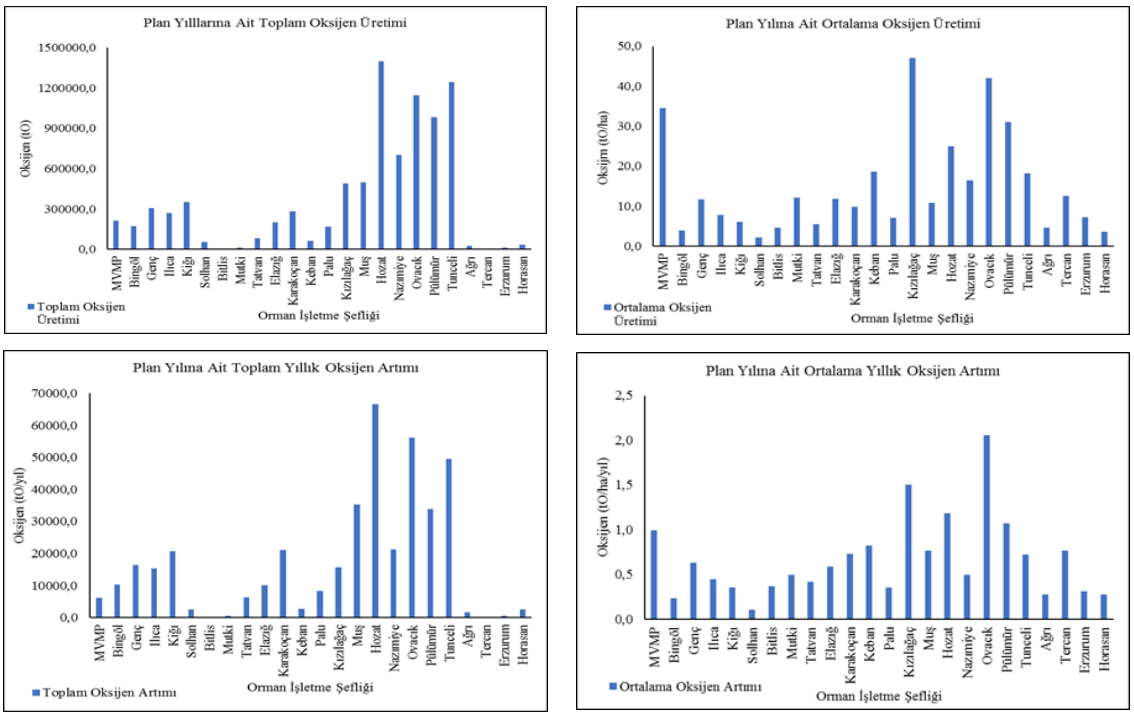
Çizelge 4.10 Murat Nehri Havzasındaki orman işletme şefliklerinin envanter yılındaki toplam oksijen üretimi ve oksijen artımları ile birim alandaki ortalamaları

OİŞ	Toplam Oksijen Üretimi (tO)	Yıllık Toplam Oksijen Artımı (tO/yıl)	Ortalama Oksijen Üretimi (tO/ha)	Yıllık Ortalama Oksijen Artımı (tO/ha/yıl)
MVMP	212298,90	6116,25	34,56	1,00
Bingöl	171011,41	10241,33	3,91	0,23
Genç	306426,29	16485,27	11,71	0,63
Ilıca	270654,04	15333,63	7,84	0,44
Kiğı	351950,34	20662,91	6,05	0,35
Solhan	53766,15	2551,16	2,17	0,10
Bitlis	836,76	65,64	4,68	0,37
Mutki	13919,26	565,52	12,20	0,50
Tatvan	84094,63	6403,64	5,52	0,42
Elazığ	202579,06	10039,53	11,86	0,59
Karakoçan	282363,77	21177,28	9,77	0,73
Keban	63297,21	2806,86	18,58	0,82
Palu	167436,04	8356,83	7,03	0,35
Kızılağaç	490383,92	15618,65	47,11	1,50
Muş	497538,90	35258,83	10,81	0,77
Hozat	1399226,83	66584,39	24,92	1,19
Nazımiye	700884,07	21213,87	16,41	0,50
Ovacık	1146908,91	56135,89	41,95	2,05
Pülümür	981823,82	33814,46	30,99	1,07
Tunceli	1243155,20	49571,90	18,20	0,73

Çizelge 4.10 Murat Nehri Havzasındaki orman işletme şefliklerinin envanter yılındaki toplam oksijen üretimi ve oksijen artımları ile birim alandaki ortalamaları (Devam)

OİŞ	Toplam Oksijen Üretimi (tO)	Yıllık Toplam Oksijen Artımı (tO/yıl)	Ortalama Oksijen Üretimi (tO/ha)	Yıllık Ortalama Oksijen Artımı (tO/ha/yıl)
Ağrı	27031,65	1621,90	4,58	0,27
Tercan	539,36	32,75	12,57	0,76
Erzurum	12427,78	527,73	7,31	0,31
Horasan	34845,87	2613,44	3,66	0,27
Toplam	**8715400,17**	**403799,68**	**354,37**	**15,96**

Meşcerelerin kuruluşundan itibaren envanter yılına kadar geçe süre zarfında en yüksek oksijen üretiminin gerçekleştiği planlama birimi Hozat OİŞ'dir. Yıllık oksijen artımı da yine Hozat OİŞ için en yüksektir (Şekil 4.10).



Şekil 4.10 Murat Nehri Havzasında plan yıllarındaki oksijen üretimi ve oksijen artımının orman işletme şefliklerine dağılımı

4.4.1 2017 ile 2021 yılları arasındaki oksijen üretim miktarına ilişkin bulgular

Murat Nehri Havzası içerisinde ağaç serveti ve artımı envanteri yapılan meşcerelerin 2017 ile 2021 yılları arasındaki toplam oksijen üretimleri yıllık ortalama 323.039,74 tO/yıl artış göstererek (toplam artış miktarı 1.615.198,70 tO) 11.157.224,03 tO'den (2017 yılı) 12.772.422,73 tO'e (2021 yılı) ulaşmıştır (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11 Murat Nehri Havzasındaki orman işletme şefliklerinin 2017-2021 yılları arasındaki toplam oksijen üretim miktarları (tO)

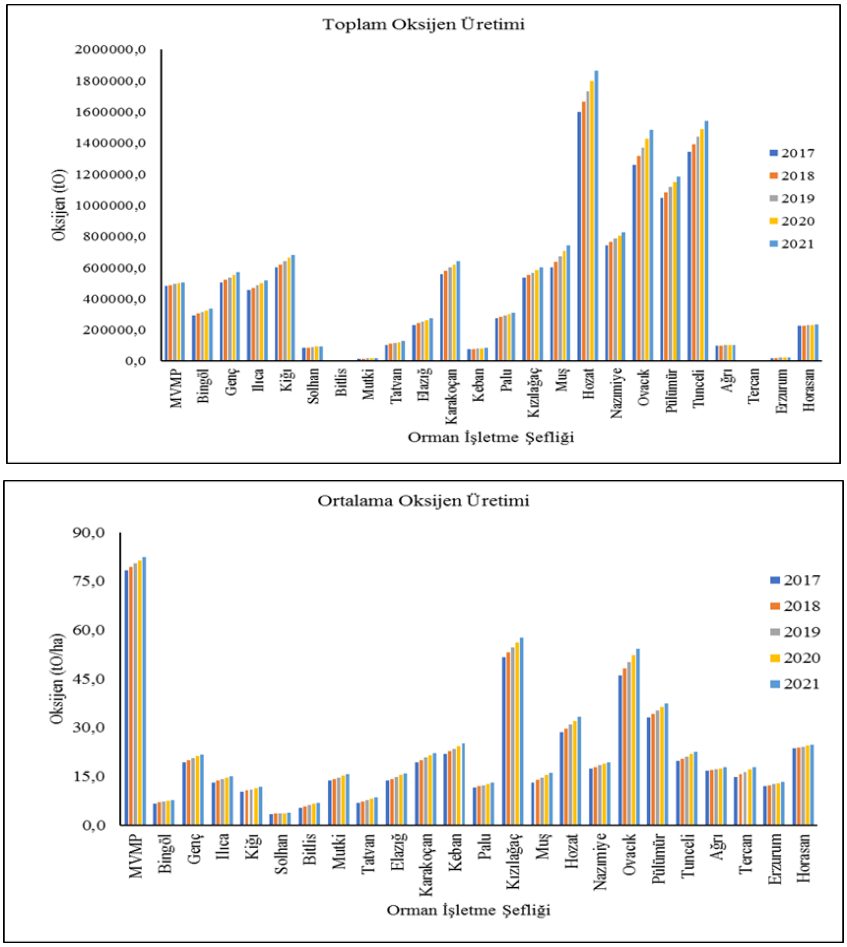
OİŞ	2017 Yılı	2018 Yılı	2019 Yılı	2020 Yılı	2021 Yılı
MVMP	481414,10	487530,36	493646,61	499762,87	505879,12
Bingöl	293907,40	304148,73	314390,06	324631,39	334872,73
Genç	504249,55	520734,82	537220,09	553705,37	570190,64
Ilıca	454657,64	469991,27	485324,90	500658,54	515992,17
Kiğı	599905,29	620568,20	641231,11	661894,02	682556,93
Solhan	84380,03	86931,18	89482,34	92033,49	94584,65
Bitlis	968,04	1033,68	1099,32	1164,96	1230,60
Mutki	15615,82	16181,34	16746,86	17312,38	17877,91
Tatvan	103305,53	109709,17	116112,81	122516,44	128920,08
Elazığ	232697,65	242737,18	252776,71	262816,24	272855,77
Karakoçan	557668,45	578845,73	600023,02	621200,30	642377,58
Keban	74524,64	77331,49	80138,35	82945,20	85752,06
Palu	276074,86	284431,69	292788,52	301145,35	309502,18
Kızılağaç	537239,87	552858,52	568477,17	584095,82	599714,47
Muş	603315,39	638574,22	673833,06	709091,89	744350,72
Hozat	1598980,02	1665564,41	1732148,81	1798733,20	1865317,60
Nazımiye	743311,80	764525,66	785739,53	806953,40	828167,26
Ovacık	1259180,69	1315316,58	1371452,47	1427588,36	1483724,25
Pülümür	1049452,74	1083267,20	1117081,66	1150896,13	1184710,59
Tunceli	1342299,00	1391870,90	1441442,80	1491014,70	1540586,60
Ağrı	98395,19	100017,09	101638,99	103260,89	104882,79
Tercan	637,61	670,37	703,12	735,87	768,62
Erzurum	20343,78	20871,51	21399,24	21926,98	22454,71
Horasan	224698,95	227312,39	229925,83	232539,27	235152,71
Toplam	**11157224,03**	**11561023,70**	**11964823,38**	**12368623,06**	**12772422,73**

Araştırma sahasında 2017 yılında birim alandaki ortalama oksijen üretimi 500,03 tO/ha olurken, 2021 yılında bu değer 563,86 tO/ha'a ulaşmıştır (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12 Murat Nehri Havzasındaki orman işletme şefliklerinin 2017-2021 yılları arasında birim alandaki ortalama oksijen üretim miktarları (tO/ha)

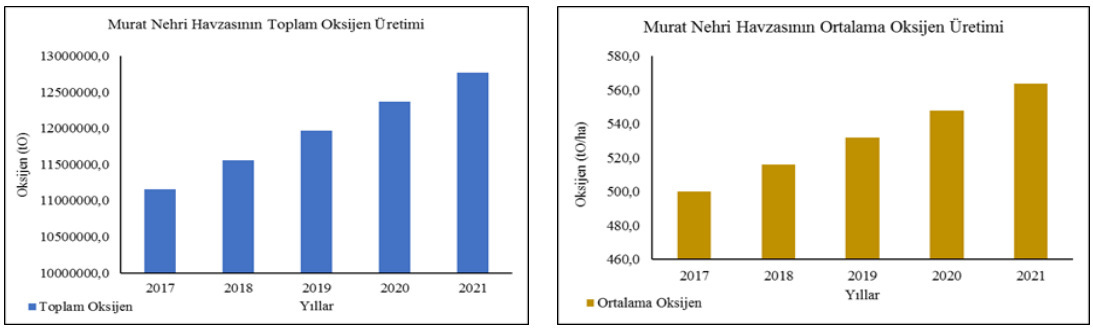
OİŞ	**2017 Yılı**	**2018 Yılı**	**2019 Yılı**	**2020 Yılı**	**2021 Yılı**
MVMP	78,37	79,37	80,36	81,36	82,35
Bingöl	6,72	6,95	7,19	7,42	7,66
Genç	19,27	19,90	20,53	21,16	21,79
Ilıca	13,18	13,62	14,06	14,51	14,95
Kiğı	10,30	10,66	11,01	11,37	11,72
Solhan	3,40	3,50	3,61	3,71	3,81
Bitlis	5,41	5,78	6,15	6,52	6,88
Mutki	13,68	14,18	14,67	15,17	15,67
Tatvan	6,78	7,20	7,62	8,04	8,46
Elazığ	13,63	14,21	14,80	15,39	15,98
Karakoçan	19,29	20,02	20,75	21,48	22,22
Keban	21,87	22,70	23,52	24,34	25,17
Palu	11,58	11,93	12,29	12,64	12,99
Kızılağaç	51,61	53,11	54,61	56,11	57,61
Muş	13,11	13,88	14,64	15,41	16,18
Hozat	28,47	29,66	30,84	32,03	33,22
Nazımiye	17,40	17,90	18,39	18,89	19,39
Ovacık	46,06	48,11	50,17	52,22	54,27
Pülümür	33,13	34,20	35,26	36,33	37,40
Tunceli	19,65	20,38	21,10	21,83	22,56
Ağrı	16,66	16,94	17,21	17,49	17,76
Tercan	14,86	15,63	16,39	17,15	17,92
Erzurum	11,96	12,27	12,58	12,89	13,20
Horasan	23,62	23,89	24,16	24,44	24,71
Toplam	**500,03**	**515,98**	**531,94**	**547,90**	**563,86**

Doktora tez araştırmasının yürütüldüğü 2017 ve 2021 yılları arasındaki 5 yıllık dönem boyunca üretilen oksijen miktarının orman işletme şeflikleri bazında değişimi Şekil 4.11'de ve araştırma alanının genelinde değişimi ise Şekil 4.12'de verilmiştir.



Şekil 4.11 Murat Nehri Havzasında orman işletme şefliklerinde oksijen üretiminin 2017-2021 yılları arasındaki değişimi

Beş yıllık araştırma süresi boyunca birim alandaki ortalama oksijen üretimi artışının en yüksek olduğu planlama birimi Ovacık orman işletme şefliğidir. Ortalama oksijen üretimi artışının en yavaş olduğu planlama birimi ise Solhan orman işletme şefliğidir (Şekil 4.11).



Şekil 4.12 Murat Nehri Havzası genelinde oksijen üretiminin 2017-2021 yılları arasındaki değişimi

4.5 Murat Nehri Havzası Ormanlık Alanlarında Ağaç Bitkisel Kütlesinde Depolanan Karbonun Ekonomik Değerinin Belirlenmesine İlişkin Bulgular

Doktora tez çalışmasının yürütüldüğü Murat Nehri Havzası ormanlık alanlarına ağaç bitkisel kütlesinde depolanan toplam karbon miktarının yıllar ve orman işletme şeflikleri itibarıyla değişimi Çizelge 4.8'de verilmiştir. Bu bitkisel kütle karbonunun parasal değeri ise Bölüm 3.2.4'te bahsedildiği gibi hesaplanmıştır. Çalışama alanı sınırlarında bulunan her bir orman işletme şefliği için ve çalışma alanının geneli için karbonun parasal değerinin 2017 ile 2021 yılları arasındaki yıllık değişimi Çizelge 4.13'te bulunmaktadır.

Çizelge 4.13 Murat Nehri Havzasında orman alanlarında depolanan ağaç bitkisel kütle karbonunun 2017-2021 yılları arasındaki ekonomik değeri (TL)

OİŞ	2017 Yılı	2018 Yılı	2019 Yılı	2020 Yılı	2021 Yılı
MVMP	1124945,31	4119883,59	8066788,66	7743649,07	18034533,14
Bingöl	686788,67	2570214,03	5137517,68	5030048,80	11938174,67
Genç	1178306,09	4400478,48	8778832,59	8579469,05	20327231,42
Ilıca	1062422,10	3971669,24	7930801,78	7757527,17	18395062,17
Kiğı	1401829,81	5244122,13	10478499,66	10255814,08	24333077,16
Solhan	197175,18	734613,43	1462250,70	1426026,47	3371932,01
Bitlis	2262,07	8735,13	17964,24	18050,66	43870,82
Mutki	36490,30	136740,71	273664,20	268249,28	637345,29
Tatvan	241399,40	927099,21	1897425,09	1898348,98	4595986,09
Elazığ	543756,68	2051254,70	4130680,27	4072244,85	9727277,28
Karakoçan	1303132,81	4891545,73	9805109,05	9625279,20	22900687,77
Keban	174145,58	653491,09	1309558,48	1285206,61	3057051,09
Palu	645118,44	2403594,83	4784522,08	4666140,85	11033717,66
Kızılağaç	1255396,28	4671940,35	9289611,41	9050358,42	21379752,71
Muş	1409798,39	5396282,36	11011255,27	10987128,31	26536018,49
Hozat	3736419,59	14074880,47	28305427,51	27870735,64	66498360,42
Nazımiye	1736935,25	6460637,16	12839943,78	12503457,85	29524068,79
Ovacık	2942392,87	11115105,21	22411208,77	22119977,44	52894601,03
Pülümür	2452310,68	9154167,96	18254479,02	17832728,96	42234797,83
Tunceli	3136619,72	11762028,74	23554936,17	23102746,09	54921737,17
Ağrı	229925,15	845196,13	1660905,25	1599990,99	3739059,45
Tercan	1489,95	5664,94	11489,81	11402,05	27401,30
Erzurum	47538,36	176375,06	349689,79	339750,77	800507,88
Horasan	525065,69	1920907,19	3757268,89	3603113,81	8383167,32
Toplam	**26071664,38**	**97696627,88**	**195519830,15**	**191647445,41**	**455335418,98**

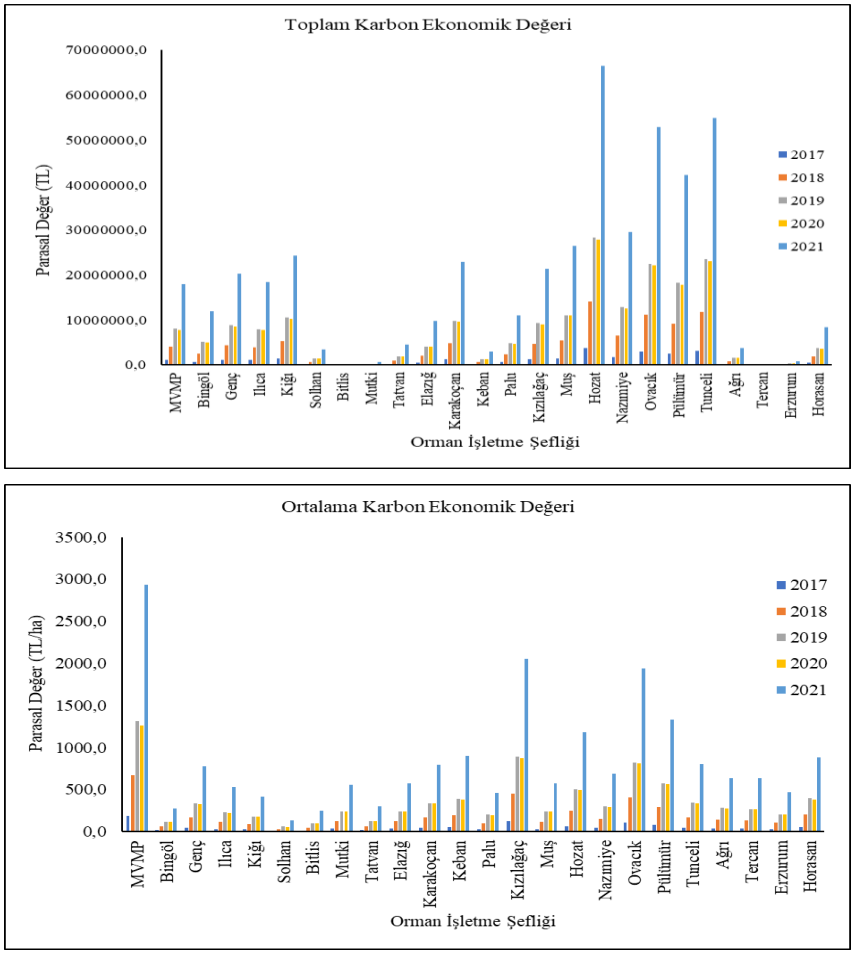
Tercan orman işletme şefliği araştırmanın yürütüldüğü tüm yıllar için karbonun parasal değerinin en düşük (2017 yılı için 1489,95 TL, 2021 yılı için 27401,30 TL) olduğu planlama birimidir. Karbonun en yüksek parasal değerine ulaştığı Hozat OİŞ'nde ise 2017 yılındaki fiyat 3.736.419,59 TL olarak hesaplanırken, 2021 yılında karbonun parasal değeri 66.498.360,42 TL'na ulaşmıştır. Çalışma alanının genelinde ise karbonun parasal değeri 2017 yılından 2021 yılına doğru giderken, sırasıyla, 26.071.664,38 TL'dan 455.335.418,98 TL'na ulaşmıştır (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.14 Murat Nehri Havzasında birim alanda depolanan ağaç bitkisel kütle karbonunun 2017-2021 yılları arasındaki ekonomik değeri (TL/ha)

OİŞ	**2017 Yılı**	**2018 Yılı**	**2019 Yılı**	**2020 Yılı**	**2021 Yılı**
MVMP	183,13	670,69	1313,22	1260,62	2935,91
Bingöl	15,70	58,77	117,47	115,01	272,97
Genç	45,03	168,16	335,48	327,86	776,81
Ilıca	30,79	115,09	229,82	224,80	533,06
Kiğı	24,08	90,07	179,98	176,16	417,95
Solhan	7,95	29,62	58,95	57,49	135,95
Bitlis	12,65	48,85	100,47	100,95	245,36
Mutki	31,98	119,82	239,80	235,06	558,49
Tatvan	15,84	60,84	124,51	124,57	301,59
Elazığ	31,84	120,12	241,89	238,47	569,63
Karakoçan	45,07	169,18	339,12	332,90	792,05
Keban	51,11	191,79	384,33	377,18	897,18
Palu	27,07	100,85	200,76	195,79	462,98
Kızılağaç	120,60	448,83	892,44	869,46	2053,93
Muş	30,64	117,27	239,29	238,77	576,67
Hozat	66,53	250,63	504,03	496,29	1184,13
Nazımiye	40,66	151,23	300,56	292,68	691,10
Ovacık	107,63	406,57	819,76	809,11	1934,80
Pülümür	77,42	288,98	576,26	562,95	1333,28
Tunceli	45,92	172,21	344,87	338,25	804,11
Ağrı	38,94	143,13	281,27	270,96	633,20
Tercan	34,73	132,05	267,83	265,78	638,72
Erzurum	27,95	103,69	205,58	199,74	470,61
Horasan	55,18	201,88	394,88	378,68	881,05
Toplam	**1168,44**	**4360,34**	**8692,59**	**8489,53**	**20101,51**

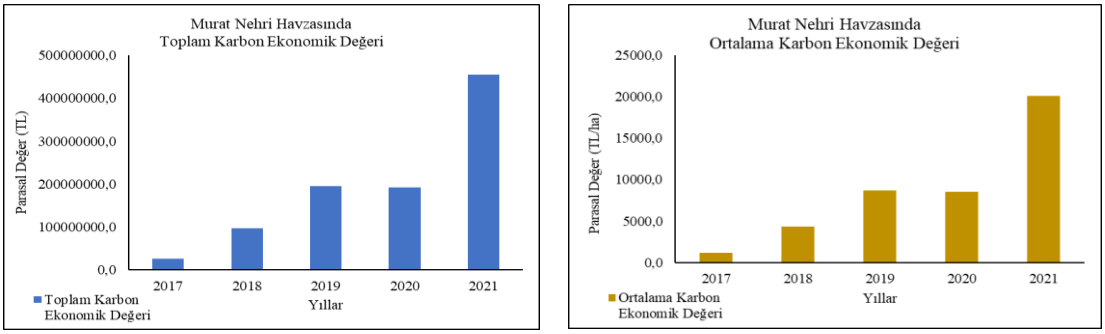
Birim orman alanında ağaç bitkisel kütle karbonun parasal değerindeki değişim incelendiğinde, 2017 yılında bir hektar orman alanında depolanan karbondan 1168,44

TL değer elde edilebileceği sonucuna ulaşılmıştır. Bu değer 2021 yılında ise 20101,51 TL'na yükselmiştir (Çizelge 4.14).



Şekil 4.13 Murat Nehri Havzası sınırlarında bulunan orman işletme şefliklerinde karbonunun ekonomik değerinin 2017-2021 yılları arasındaki değişimi

Murat Nehri Havzasında ormanlık alanlarda depolanan ağaç bitkisel kütlesi karbonunun parasal değerindeki değişim incelendiğinde 2017 yılından 2021 yılına doğru düzenli bir artış eğiliminin olduğu ifade edilebilir. Ancak 2020 yılına gelindiğinde bir önceki yıla göre (2019 yılı) küçük bir düşüş olduğu görülmüştür. Bu düşüş hem orman işletme şeflikleri bazında yapılan hesaplamalarda (Şekil 4.13) hem de çalışma alanının geneli için yapılan hesaplamalarda (Şekil 4.14) fark edilmektedir. Bunun olası nedenleri Bölüm 5'te irdelenecektir.



Şekil 4.14 Murat Nehri Havzası genelinde karbonunun ekonomik değerinin 2017-2021 yılları arasındaki değişimi

4.6 Murat Nehri Havzası Ormanlık Alanlarında Üretilen Oksijenin Ekonomik Değerinin Belirlenmesine İlişkin Bulgular

Murat Nehri Havzası ormanlık alanlarına ağaçların fotosentez faaliyetleri ile ürettikleri oksijen miktarının yıllar ve orman işletme şeflikleri itibarıyla değişimi Çizelge 4.11'de verilmiştir. Üretilen oksijenin parasal değeri ise Bölüm 3.2.5'te bahsedildiği gibi hesaplanmıştır. Çalışma alanının genelinde orman ağaçlarının fotosentez yoluyla ürettikleri oksijenin 2017 yılı ile 2021 yılı arasındaki parasal değerleri (her bir yıl için) ile birim orman alanında üretilen oksijenin parasal değerleri, sırasıyla, Çizelge 4.15 ve Çizelge 4.16'da bulunmaktadır.

Çizelge 4.15 Murat Nehri Havzasında orman alanlarında üretilen oksijenin 2017-2021 yılları arasındaki ekonomik değeri (TL)

OİŞ	2017 Yılı	2018 Yılı	2019 Yılı	2020 Yılı	2021 Yılı
MVMP	693920234,44	843283596,16	996173396,16	1152589634,44	1312532311,00
Bingöl	423644196,59	526087517,62	634435665,90	748688641,41	868846444,16
Genç	726835720,50	900717518,52	1084104201,19	1276995768,49	1479392220,44
Ilıca	655352913,85	812946154,74	979380281,68	1154655294,66	1338771193,68
Kiğı	864715874,80	1073399788,37	1293997281,48	1526508354,13	1770933006,31
Solhan	121627111,89	150365281,20	180574366,16	212254366,75	245405283,00
Bitlis	1395351,73	1787961,13	2218416,87	2686718,97	3192867,42
Mutki	22508967,17	27988945,09	33794984,50	39927085,40	46385247,80
Tatvan	148906732,58	189764478,15	234314356,73	282556368,34	334490512,97
Elazığ	335415205,27	419863669,34	510100607,76	606126020,51	707939907,61
Karakoçan	803834827,01	1001232240,23	1210839802,71	1432657514,47	1666685375,50
Keban	107421350,44	133760651,57	161718296,38	191294284,86	222488617,03
Palu	397940002,91	491982855,32	590843991,67	694523411,96	803021116,20

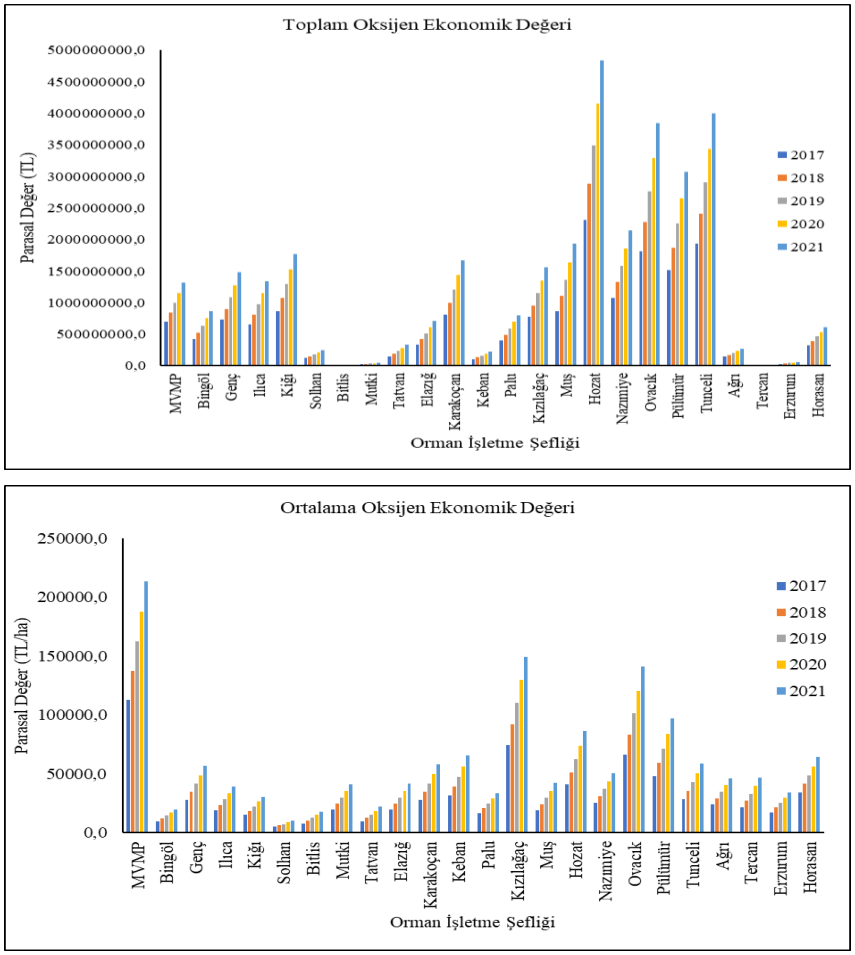
Çizelge 4.15 Murat Nehri Havzasında orman alanlarında üretilen oksijenin 2017-2021 yılları arasındaki ekonomik değeri (TL) (Devam)

OİŞ	2017 Yılı	2018 Yılı	2019 Yılı	2020 Yılı	2021 Yılı
Kızılağaç	774388650,25	956282034,18	1147180636,08	1347084455,94	1555993493,76
Muş	869631274,26	1104544898,52	1359787645,92	1635359516,45	1931260510,11
Hozat	2304802841,28	2880934756,68	3495457121,14	4148369934,64	4839673197,20
Nazımiye	1071424986,83	1322403709,78	1585613674,58	1861054881,25	2148727329,77
Ovacık	1815009070,90	2275109403,48	2767575908,86	3292408587,04	3849607438,02
Pülümür	1512702867,22	1873732477,28	2254258432,88	2654280734,01	3073799380,69
Tunceli	1934817511,84	2407525768,09	2908815608,96	3438687034,46	3997140044,58
Ağrı	141828863,39	173000042,16	205106356,29	238147805,79	272124390,64
Tercan	919070,64	1159535,97	1418885,03	1697117,83	1994234,36
Erzurum	29323940,83	36101551,92	43183437,31	50569597,01	58260031,02
Horasan	323885703,42	393183324,88	463987773,25	536299048,55	610117150,77
Toplam	**16082253270,04**	**19997158160,37**	**24144881129,49**	**28525422177,38**	**33138781304,04**

Murat Nehri Havzasında orman ağaçlarınca üretilen oksijen miktarının 2017 yılındaki parasal değeri 16.082.253.270,04 TL olarak hesaplanmıştır. Bu ekosistem hizmetinin 2021 yılındaki parasal değeri ise 33.138.781.304,04 TL'na ulaşmıştır. Araştırmanın yürütüldüğü tüm yıllarda oksijen üretimi hizmetinin ekonomik değerinin en yüksek olduğu planlama biri Hozat OİŞ iken, oksijen üretimi hizmetinin ekonomik değeri en düşük Tercan OİŞ için tespit edilmiştir (Çizelge 4.15). Çalışma alanı için hesaplanan birim alandaki ortalama oksijen üretimi hizmetinin parasal değeri 720.748,45 TL'dan (2017 yılı) 1.462.964,62 TL'na (2021 yılı) ulaşmıştır (Çizelge 4.16). Oksijen üretimi ekosistem hizmeti açısından en yüksek ortalama parasal değere sahip olan planlama birimi MVMP olmuştur (Çizelge 4.16).

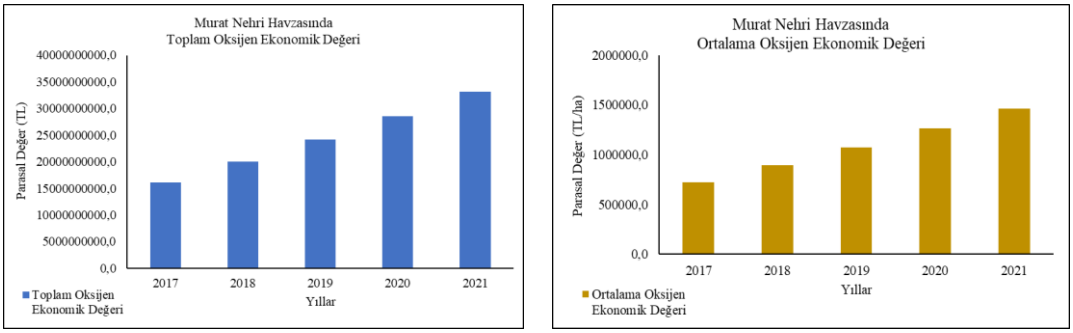
Çizelge 4.16 Murat Nehri Havzasında birim alanda üretilen oksijenin 2017-2021 yılları arasındaki ekonomik değeri (TL/ha)

OİŞ	**2017 Yılı**	**2018 Yılı**	**2019 Yılı**	**2020 Yılı**	**2021 Yılı**
MVMP	112965,73	137281,12	162170,59	187634,14	213671,78
Bingöl	9686,73	12029,12	14506,53	17118,95	19866,39
Genç	27776,06	34420,97	41429,10	48800,46	56535,05
Ilıca	18990,95	23557,72	28380,68	33459,83	38795,18
Kiğı	14852,48	18436,86	22225,88	26219,52	30417,79
Solhan	4903,75	6062,41	7280,37	8557,64	9894,22
Bitlis	7803,98	9999,78	12407,25	15026,39	17857,20
Mutki	19723,95	24525,89	29613,55	34986,93	40646,03
Tatvan	9771,17	12452,23	15375,56	18541,17	21949,06
Elazığ	19642,03	24587,36	29871,67	35494,95	41457,21
Karakoçan	27801,56	34628,78	41878,30	49550,12	57644,25
Keban	31525,90	39255,93	47460,91	56140,84	65295,71
Palu	16697,58	20643,62	24791,84	29142,23	33694,80
Kızılağaç	74394,64	91868,93	110208,34	129412,87	149482,52
Muş	18898,50	24003,55	29550,39	35539,01	41969,42
Hozat	41041,40	51300,52	62243,26	73869,62	86179,59
Nazımiye	25080,11	30955,07	37116,34	43563,92	50297,81
Ovacık	66389,98	83219,67	101233,27	120430,77	140812,16
Pülümür	47753,53	59150,64	71163,21	83791,26	97034,77
Tunceli	28327,72	35248,66	42588,06	50345,92	58522,25
Ağrı	24018,44	29297,21	34734,35	40329,86	46083,72
Tercan	21423,56	27028,81	33074,24	39559,86	46485,65
Erzurum	17239,24	21223,72	25387,09	29729,33	34250,46
Horasan	34039,49	41322,47	48763,82	56363,54	64121,61
Toplam	**720748,45**	**892501,04**	**1073454,60**	**1263609,13**	**1462964,62**



Şekil 4.15 Murat Nehri Havzası sınırlarında bulunan orman işletme şefliklerinde oksijenin ekonomik değerinin 2017-2021 yılları arasındaki değişimi

Araştırma alanında orman ağaçları tarafından üretilen oksijenin parasal değerinde 2017-2021 arasında düzenli bir artış olmuştur (Şekil 4.16). Artış hızı en düşük ve en yüksek olan planlama birimleri ise, sırasıyla, Solhan OİŞ ve MVMP'dır (Şekil 4.15).



Şekil 4.16 Murat Nehri Havzası genelinde oksijenin ekonomik değerinin 2017-2021 yılları arasındaki değişimi

4.7 Murat Nehri Havzasında Potansiyel Ağaçlandırma Alanlarının Belirlenmesine ve Ağaçlandırma Maliyetlerine İlişkin Bulgular

Murat Nehri Havzasında yıllık akışa geçerek Keban Barajına dökülen suyun ekonomik değerinin belirlenmesi Bölüm 3.2.6'da anlatıldığı gibi yapılmıştır. Bu amaçla ilk olarak AHS tekniği kullanılarak doktora tezi araştırmasının yapıldığı havzada potansiyel olarak ağaçlandırılabilecek alanlar tespit edilmiştir. Ardından bu alanlarda ağaçlandırma faaliyetinin yapılması durumunda ormancılık sektörünün katlanacağı yatırım maliyetinin 2017 yılındaki değeri hesaplanmıştır. Ayrıca 2017 yılını takip eden 4 yıl için bakım yapıldığı öngörülerek 2018 – 2021 yılları arasında yapılacak bakım faaliyetlerinin maliyetleri de hesaplanmıştır. Doktora tez araştırması kapsamında çalışma havzasındaki potansiyel ağaçlandırma alanlarının tespitine ve bu alanlarda yapılacak ağaçlandırmaların maliyetlerine ilişkin bulgular aşağıda detaylandırılmıştır.

4.7.1 Murat Nehri Havzasında potansiyel ağaçlandırma alanlarının belirlenmesine ilişkin bulgular

Murat Nehri Havzasındaki potansiyel ağaçlandırma alanlarını belirlemek için kullanılan AHS tekniği ikili karşılaştırma matrisi sonuçlarına göre tüm ana ve alt kriterler için hesaplanan CR değerleri 0,1'den küçüktür. Buna göre tüm ana ve alt kriterler karar verme aşamasında kullanılabilir demektir. Ana kriterlerin ağırlık değerleri incelendiğinde doktora tezi araştırma alanında herhangi bir yerin ağaçlandırma potansiyelini en büyük ağırlıkla belirleyen kriter yükselti ana kriteri olmuştur (0,3475 - %34,75 ağırlık oranı). En düşük ağırlığa sahip ana kriter ise 0,0484 (%4,84) ağırlık oranı ile bakı ana kriteridir (Çizelge 4.17). Alt kriterler için hesaplanan ağırlık oranları incelendiğinde ise en yüksek etkiye sahip alt kriterin orman yetiştirmeye daha uygun ve 1. grup olarak sınıflandırılmış (kahverengi orman toprakları, regosoller, kireçsiz kahverengi topraklar gibi) toprak tiplerinin ve güney bakılı yamaçların ağaçlandırma potansiyelinin belirlenmesinde daha yüksek ağırlıkla etkili olduğu görülmektedir (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.17 Ana ve alt kriterlerin CR değerleri ve ağırlık oranları

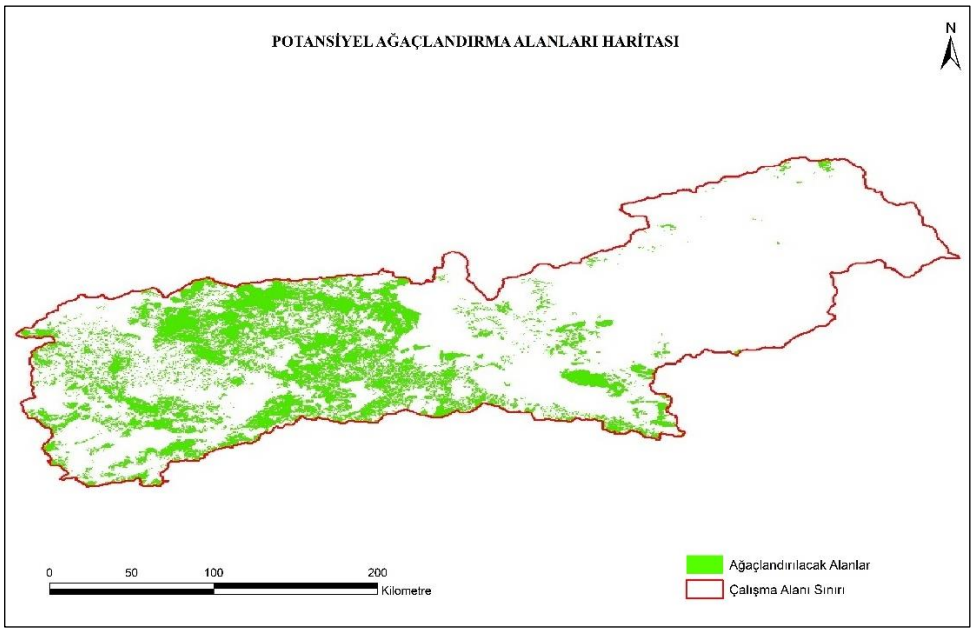
Ana Kriter	CR Değeri	Ağırlık Oranı	Alt Kriter	CR Değeri	Ağırlık Oranı
Yükselti	0,099	0,3475	800 – 1400 m	0,05	0,5013
			1400 – 2000 m		0,3803
			2000 – 2600 m		0,1185
Yağış		0,2584	810 – 999 mm	0,01	0,6687
			623 – 809 mm		0,2431
			434 – 622 mm		0,0882
Toprak Tipi		0,2520	G – L – M – N – U	0,02	0,7030
			D – F – K		0,2066
			A – B – C – CE – H – O – S – V – X		0,0905
Eğim		0,0937	%41 – 80	0,03	0,6267
			%21 – 40		0,2634
			%0 – 20		0,1099
Bakı		0,0484	Güney	0,02	0,7030
			Kuzey		0,2066
			Düz		0,0905

Murat Nehri Havzasında potansiyel olarak ağaçlandırılabilecek alanların seçiminde etkili olan kriterlere ait tutarlılık oranları ve ağırlık oranları AHS tekniği ile hesaplandıktan sonra her bir ana ve alt kritere ilişkin ağırlık değerleri CBS ortamında raster hesaplayıcı işlevi ile birleştirilerek uygun ağaçlandırma alanları haritalanmıştır. Bu aşamada raster hesaplayıcı işlevi bölmecik haritasındaki her bir piksel için ana kriterlerin sahip oldukları ağırlık değerlerine dayalı bir denklem üreterek uygun alanları belirlemiştir. Bu denklemin matematiksel ifadesi Denklem (4.1)'de görülmektedir.

$$PAI = (0{,}3475 \times R) + (0{,}2584 \times Y) + (0{,}2520 \times T) + (0{,}0937 \times E) + (0{,}0484 \times B) \qquad (4.1)$$

Bu denklemde; *PAI*: Potansiyel Ağaçlandırma Alanı İndeksini, *R*: Yükseltiyi (Rakım), *Y*: Yıllık toplam yağışı, *T*: Toprak tipini, *E*: Eğimi ve *B*: Bakıyı ifade etmektedir.

Murat Nehri Havzası için Denklem (4.1)'de verilen formül yardımıyla CBS ortamında belirlenen potansiyel ağaçlandırma alanlarına ilişkin harita Şekil 4.17'de verilmiştir.



Şekil 4.17 Murat Nehri Havzasında potansiyel olarak ağaçlandırılabilecek alanlar haritası

Buna göre toplam 1085828,1 ha büyüklüğünde alan Murat Nehri Havzasında potansiyel ağaçlandırma alanı olarak tespit edilmiştir. Bu alanların doktora tezi araştırma alanı sınırları içerisinde bulunan orman işletme şefliklerine ayrıca, ağaçlandırma sırasında uygulanacak teknikleri belirleyici olması bakımından, eğim gruplarına dağılımı Çizelge 4.18'de verilmiştir.

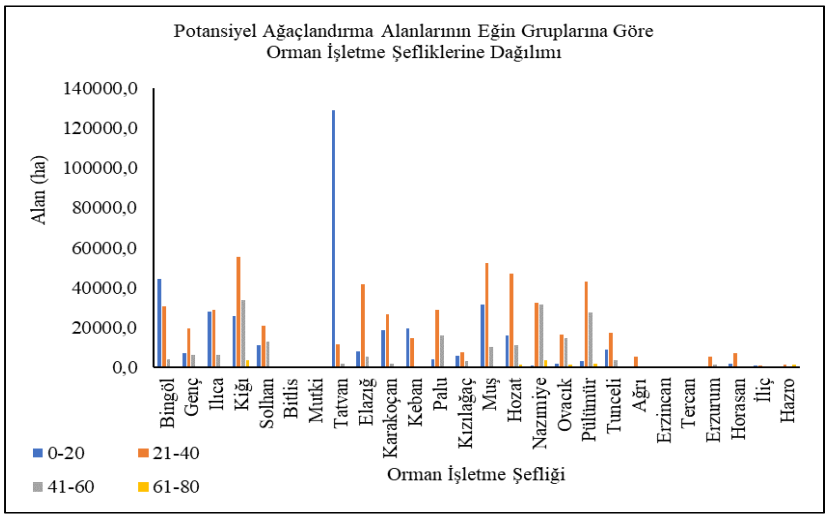
Çizelge 4.18 Murat Nehri Havzasındaki potansiyel ağaçlandırma alanlarının orman işletme şefliklerine ve eğim gruplarına dağılımı (ha)

OİŞ	Eğim Grupları (%)				Toplam
	0-20	21-40	41-60	61-80	
Bingöl	44295,3	30793,5	3945,0	23,0	79056,8
Genç	6990,0	19641,4	6371,9	144,3	33147,6
Ilıca	27716,4	28675,5	6114,7	182,6	62689,2
Kiğı	25676,2	55557,1	33756,0	3404,8	118394,1
Solhan	11052,5	20882,2	12949,5	163,0	45047,2
Bitlis	37,1	67,2	0,0	0,0	104,3
Mutki	381,1	37,6	0,0	0,0	418,7

Çizelge 4.18 Murat Nehri Havzasındaki potansiyel ağaçlandırma alanlarının orman işletme şefliklerine ve eğim gruplarına dağılımı (ha) (Devam)

OİŞ	Eğim Grupları (%)				Toplam
	0-20	21-40	41-60	61-80	
Tatvan	128987,7	11574,8	1732,1	70,1	142364,7
Elazığ	7958,8	41808,8	5321,7	12,0	55101,3
Karakoçan	18398,1	26613,3	1697,6	62,6	46771,6
Keban	19324,8	14637,0	76,8	0,0	34038,6
Palu	3896,1	28773,4	15822,7	381,5	48873,7
Kızılağaç	5837,3	7359,9	3006,2	101,1	16304,5
Muş	31351,6	52180,0	10134,4	120,1	93786,1
Hozat	16084,3	47153,9	11127,8	1391,9	75757,9
Nazımiye	984,4	32238,2	31357,6	3377,2	67957,4
Ovacık	1578,2	16279,8	14663,4	1236,7	33758,1
Pülümür	3078,0	42948,8	27461,7	1727,1	75215,6
Tunceli	9077,2	17465,1	3397,1	374,4	30313,8
Ağrı	368,0	5498,0	39,0	0,0	5905,0
Erzincan	0,0	463,2	0,0	0,0	463,2
Tercan	132,5	61,1	0,0	0,0	193,6
Erzurum	111,5	5524,5	1190,0	0,0	6826,0
Horasan	1732,5	7039,0	488,0	0,0	9259,5
İliç	765,0	900,0	0,0	0,0	1665,0
Hazro	0,0	1177,0	0,0	1237,6	2414,6
Toplam	**365814,6**	**515350,3**	**190653,2**	**14010,0**	**1085828,1**

142.364,7 ha ile en fazla ağaçlandırmanın yapılacağı orman işletme şefliği Tatvan iken en az ağaçlandırma yapılması öngörülen orman işletme şefliği ise 104,3 ha ile Bitlis Orman İşletme Şefliği olmuştur. Ek olarak potansiyel ağaçlandırma alanlarının %47'si 2. eğim grubunda (%21 – 40) bulunuyorken (515.350,3 ha) sadece 14.010,0 ha kadarı (%1,3) %61 – 80 eğim grubunda bulunmaktadır (Çizelge 4.18 ve Şekil 4.18).



Şekil 4.18 Murat Nehri Havzasında potansiyel olarak ağaçlandırılabilecek alanların orman işletme şefliklerine dağılımı

4.7.2 Murat Nehri Havzasında ağaçlandırma maliyetlerine ilişkin bulgular

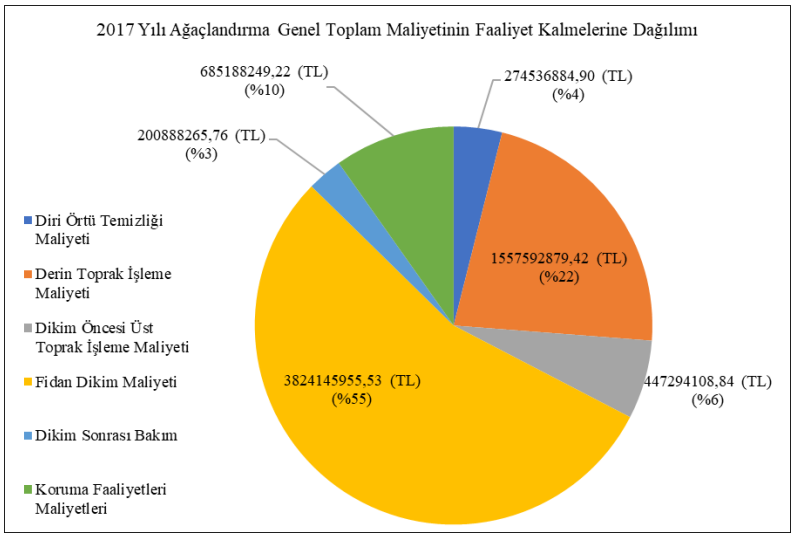
Daha önceki bölümlerde de detaylandırıldığı üzere, doktora tezi araştırması kapsamında Murat Nehri Havzasında bir yılda yüzeysel akışa geçerek Keban Barajına ulaşan suyun ekonomik değerinin belirlenebilmesi için araştırma havzasında potansiyel olarak ağaçlandırılabilecek alanlar AHS tekniği ile belirlenmiştir. Ardından bu alanlarda ağaçlandırma yapılması durumunda ormancılık sektörü tarafından katlanılması öngörülen maliyet hesaplanmıştır. Böylelikle suyun ekonomik değeri de tespit edilmiştir. Bu bölümde ağaçlandırma faaliyetlerinin ve ağaçlandırmanın yapıldığı yılı takip eden yıl boyunca yapılması değerlendirilen bakım faaliyetlerinin maliyetlerine ilişkin bulgular incelenecektir.

Murat Nehri Havzasında tespit edilen potansiyel ağaçlandırma sahalarının 2017 yılında ağaçlandırılması durumunda ormancılık sektörünün katlanacağı yatırım maliyeti genel toplamı 6.989.646.343,67 TL olacaktır. Toplam yatırım maliyetlerinin eğim gruplarına dağılımı incelendiğinde tüm yatırım kalemlerinde en fazla harcama %21 – 40 eğim grubunda kalan alanların ağaçlandırılması için yapılmıştır. %61 – 80 eğim grubunda ağaçlandırma teorisi gereği çalı takviyeli teras yapıldığı için ayrıca dikim öncesi üst toprak işlemesi yapılmamıştır. Bu nedenle %61 – 80 eğim grubunda söz konusu kalem için herhangi bir harcama yapılmamıştır (Çizelge 4.19).

Çizelge 4.19 Murat Nehri Havzasında 2017 yılında yapılacak ağaçlandırma yatırımı maliyetlerinin eğim gruplarına ve yatırım kalemlerine dağılımı (TL)

Faaliyet Türü	Eğim Grupları (%)				Toplam Maliyet
	0-20	21-40	41-60	61-80	
Diri Örtü Temizliği Maliyeti	54710097,16	172067974,78	46576938,30	1181874,67	**274536884,90**
Derin Toprak İşleme Maliyeti	402157189,62	614155236,23	399597155,45	141683298,12	**1557592879,42**
Dikim Öncesi Üst Toprak İşleme Maliyeti	91819873,08	135003396,33	220470839,44	0,00	**447294108,84**
Fidan Dikim Maliyeti	1552882438,30	1879254072,82	340592209,71	51417234,69	**3824145955,53**
Dikim Sonrası Bakım Maliyeti	56141836,08	72241832,22	63212976,59	9291620,86	**200888265,76**
Koruma Faaliyetleri Maliyeti	167240290,51	347020002,08	157277439,21	13650517,42	**685188249,22**
Proje Genel Toplam Maliyeti	2324951724,75	3219742514,46	1227727558,70	217224545,77	**6989646343,67**

Havzada yapılacak ağaçlandırma faaliyeti maliyetinin faaliyet kalemlerine dağılımı incelendiğinde 3.824.145.955,53 TL (%55) ile fidan dikim maliyetinin en büyük paya sahip olduğu tespit edimiştir. Toplam maliyete en az katılan kalem ise 200.888.265,76 TL (%3) ile dikim sonrası bakım maliyetidir (Çizelge 4.19 ve Şekil 4.19).



Şekil 4.19 Murat Nehri Havzasında 2017 yılı birim fiyatlarına göre ağaçlandırma genel toplam maliyetinin faaliyet kalemlerine dağılımı

Araştırma havzasında su üretimi amacıyla 2017 yılı birim fiyatlarına göre yapılacak ağaçlandırma yatırımlarının bu yatırımı yapan OİŞ'lerine dağılımı da incelenmiştir. Buna göre Kiğı OİŞ 818.908.608,90 TL ile en fazla yatırımı yapan planlama birimidir. 661.768,81 TL yatırım yapması öngörülen Bitlis OİŞ ise en az yatırım yapacaktır (Çizelge 4.20).

Çizelge 4.20 Murat Nehri Havzasında bulunan orman işletme şefliklerinin 2017 yılı birim fiyatlarına göre ağaçlandırma maliyetleri (TL)

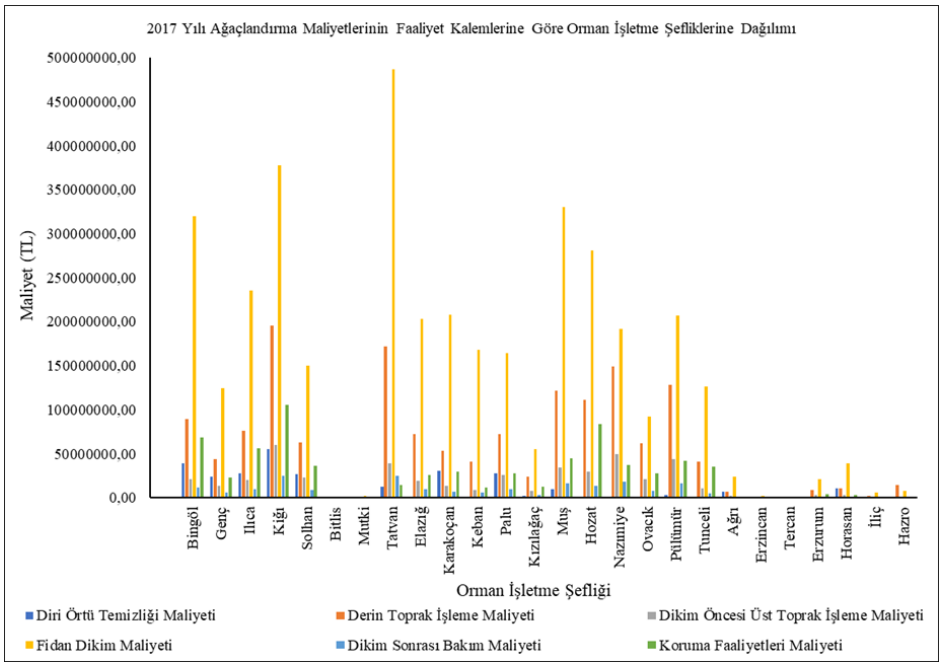
OİŞ	Diri Örtü Temizliği Maliyeti	Derin Toprak İşleme Maliyeti	Dikim Öncesi Üst Toprak İşleme Maliyeti	Fidan Dikim Maliyeti
Bingöl	38806143,39	89013856,97	21086693,70	320051735,94
Genç	23712690,35	43966072,23	13381210,89	124646686,99
Ilıca	27875460,53	75648136,18	20425491,20	235013425,17
Kiğı	55143507,36	195895648,14	60166681,27	377844728,23
Solhan	27041464,29	62739269,38	22363208,99	149888100,42
Bitlis	0,00	116105,09	27336,70	460029,75
Mutki	0,00	432472,42	110537,44	2130957,02
Tatvan	12155684,35	171346296,99	39028892,70	487153029,36
Elazığ	0,00	71933504,87	19231406,27	203087319,21
Karakoçan	30320470,66	53616992,96	13611454,12	208012057,12
Keban	0,00	40667765,15	8959473,18	167860866,97
Palu	27166701,66	72387746,28	25591691,17	164057521,26
Kızılağaç	1964134,02	23589305,49	7271170,45	55449198,50
Muş	9287462,31	121687681,22	34427569,95	330449166,00
Hozat	462816,27	111102414,06	29679315,49	281174453,99
Nazımiye	851030,53	149362520,56	49255672,38	191854020,00
Ovacık	0,00	62145763,56	20630518,14	92447277,49
Pülümür	2841768,57	127724818,16	43303751,05	207054892,51
Tunceli	0,00	40831748,69	10862187,26	126440963,24
Ağrı	6649100,81	6855302,67	1549447,67	23743979,48
Erzincan	0,00	539484,41	120837,30	1504836,75
Tercan	0,00	206297,98	42265,89	628964,58
Erzurum	0,00	8882813,36	2746086,24	21028108,12
Horasan	10258449,81	10922662,48	2706555,97	38717971,31
İliç	0,00	1828436,85	386785,35	5409225,36
Hazro	0,00	14149763,28	327868,06	8036440,74
Toplam	**274536884,90**	**1557592879,42**	**447294108,84**	**3824145955,53**

Çizelge 4.20 Murat Nehri Havzasında bulunan orman işletme şefliklerinin 2017 yılı birim fiyatlarına göre ağaçlandırma maliyetleri (TL) (Devam)

OİŞ	Dikim Sonrası Bakım Maliyeti	Koruma Faaliyetleri Maliyeti	Proje Genel Toplam Maliyeti
Bingöl	11342105,52	68500461,34	548800996,87
Genç	5762354,33	22366412,36	233835427,15
Ilıca	9684626,50	55594922,54	424242062,12
Kiğı	24304843,09	105553200,81	818908608,90
Solhan	8670724,90	35665706,06	306368474,04
Bitlis	13915,71	44381,56	661768,81
Mutki	55862,95	143804,19	2873634,03
Tatvan	24816490,96	13858756,99	748359151,35
Elazığ	9687878,41	25231603,85	329171712,61
Karakoçan	6610017,77	29135525,79	341306518,41
Keban	5612362,49	11551360,42	234651828,21
Palu	9860005,03	27117227,94	326180893,35
Kızılağaç	3099163,34	12744112,35	104117084,16
Muş	15853608,91	44719966,97	556425455,36
Hozat	13505564,52	83329452,78	519254017,12
Nazımiye	17878013,25	37271540,06	446472796,76
Ovacık	8072283,27	27593552,74	210889395,20
Pülümür	16471795,50	41414593,29	438811619,09
Tunceli	4972585,65	35008810,25	218116295,09
Ağrı	795577,46	1370207,81	40963615,90
Erzincan	61800,14	43245,03	2270203,63
Tercan	25830,11	19283,03	922641,59
Erzurum	1146661,16	3463156,15	37266825,03
Horasan	1332156,18	3359595,78	67297391,54
İliç	222144,30	58324,77	7904916,63
Hazro	1029894,30	29044,35	23573010,73
Toplam	**200888265,76**	**685188249,22**	**6989646343,67**

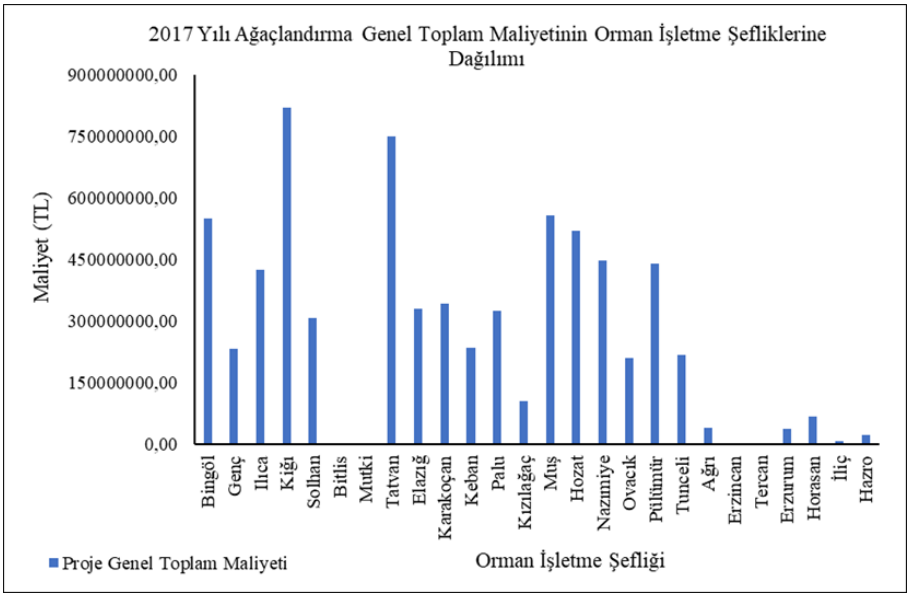
Ağaçlandırma maliyet kalemlerinin orman işletme şefliklerine dağılımı incelendiğinde fidan dikim maliyetlerinin tüm orman işletme şeflikleri için en büyük maliyet kalemi olduğu görülmektedir. Özellikle Tatvan OİŞ'nin yapacağı yatırımların maliyet kalemlerine dağılımı incelendiğinde (Çizelge 4.20) fidan dikim maliyetinin tüm OİŞ arasında en yüksek olduğu ancak proje toplam maliyetleri açısından en yüksek payın

söz konusu OİŞ'ne ait olmadığı görülmektedir. Ek olarak dikim sonrası bakım maliyetlerinin toplam ağaçlandırma maliyetindeki payı tüm orman işletme şefliklerinde en düşüktür (Şekil 4.20).



Şekil 4.20 Murat Nehri Havzasında 2017 yılı birim fiyatlarına göre farklı ağaçlandırma kalemlerine ait maliyetlerin orman işletme şefliklerine dağılımı

Havzada yapılacak 2017 yılı birim fiyatlarına göre yapılacak ağaçlandırma toplam yatırımlarının, bu yatırımları gerçekleştiren OİŞ'lerine dağılımı Şekil 4.21'de verilmiştir.



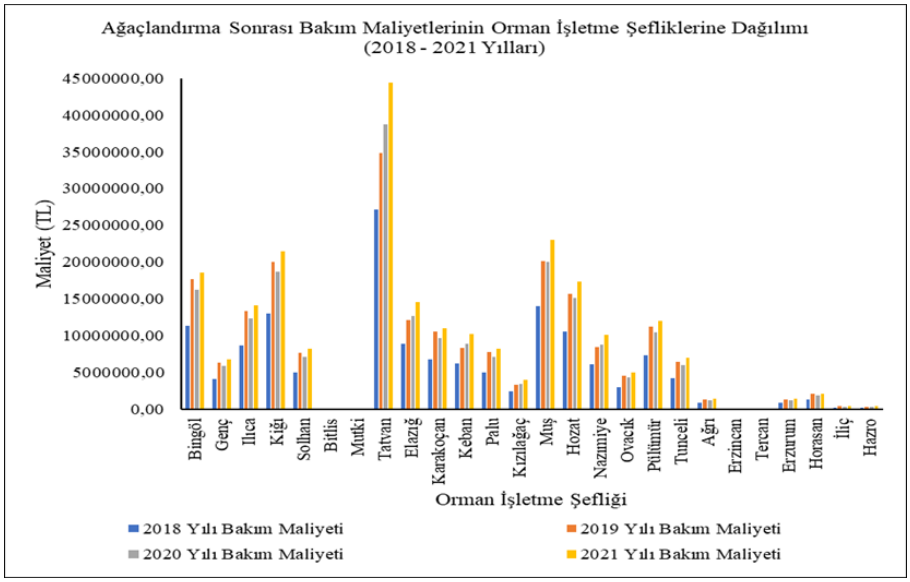
Şekil 4.21 Murat Nehri Havzasında 2017 yılı birim fiyatlarına göre ağaçlandırma genel toplam maliyetinin orman işletme şefliklerine dağılımı

Daha önceki bölümlerde de değinildiği gibi suyun ekonomik değerini belirleyebilmek için öncelikle 2017 yılında Murat Nehri Havzasındaki uygun alanların ağaçlandırıldığı varsayılmış ve bir yatırım maliyeti hesaplaması yapılmıştır. Ayrıca suyun maliyetindeki zamansal değişimi ortaya koyabilmek için söz konusu alanlarda ağaçlandırmayı takip eden 4 yıl boyunca bakım faaliyetlerinin yürütüleceği varsayılarak 2018 ve 2021 yılları arasında yıllık bakım maliyetleri de hesaplanmış ve başlangıç yılı toplam yatırım maliyetine dahil edilmiştir. 2018 – 2021 yılları arasındaki birim fiyat cetvellerinden yararlanılarak yapılan bakım maliyetleri hesaplarına göre doktora tezi çalışma alanının geneli için katlanılacak yıllık bakım maliyetleri 2018 yılında 147.631.208,83 TL olarak hesaplanmışken 2021 yılında bu değer 242.065.971,94 TL'na ulaşmıştır (Çizelge 4.21).

Çizelge 4.21 Murat Nehri Havzasında bulunan orman işletme şefliklerinin 2018 – 2021 yılları arasındaki bakım maliyetleri (TL)

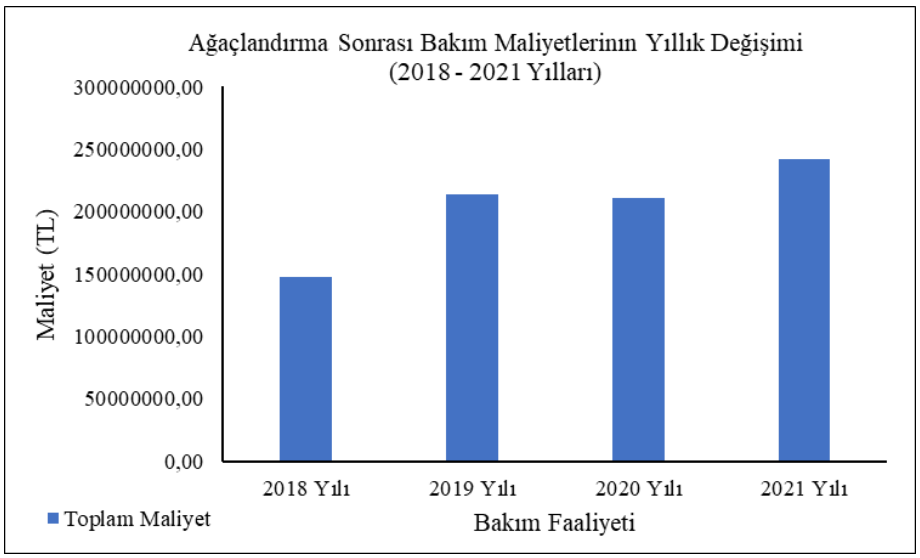
OİŞ	2018 Yılı Bakım Maliyeti	2019 Yılı Bakım Maliyeti	2020 Yılı Bakım Maliyeti	2021 Yılı Bakım Maliyeti
Bingöl	11341047,45	17640769,64	16195682,52	18573460,76
Genç	4105388,48	6361340,64	5864564,84	6733864,22
Ilıca	8631449,23	13380367,40	12328446,17	14148550,63
Kiğı	13044331,29	20047006,95	18644782,32	21457867,51
Solhan	4990386,36	7706200,51	7130076,38	8192794,74
Bitlis	15574,08	24277,91	22236,76	25483,62
Mutki	62520,28	97460,80	89266,84	102300,97
Tatvan	27124983,72	34801811,44	38731000,46	44390145,98
Elazığ	8902995,50	12098155,10	12712516,23	14571188,60
Karakoçan	6746859,82	10509773,51	9633780,55	11043038,21
Keban	6255916,29	8302213,01	8932454,17	10236891,85
Palu	4999800,61	7757756,69	7141451,71	8196467,10
Kızılağaç	2426410,62	3361675,65	3467796,25	3989129,64
Muş	14049548,32	20106961,27	20063543,15	23008032,71
Hozat	10572555,85	15672600,62	15109458,57	17378309,07
Nazımiye	6159142,56	8408487,33	8800811,16	10115832,60
Ovacık	3014153,63	4589132,10	4311223,32	4975157,02
Pülümür	7329605,18	11210106,50	10473527,34	12040249,69
Tunceli	4232237,72	6458928,45	6047408,80	6951196,76
Ağrı	876289,91	1365906,32	1251180,47	1433907,47
Erzincan	69165,02	107819,06	98754,24	113173,66
Tercan	28908,35	45064,27	41275,52	47302,29
Erzurum	855961,45	1330036,68	1222467,30	1402416,06
Horasan	1312790,68	2045562,05	1874477,93	2148482,11
İliç	248617,80	387562,05	354978,00	406809,45
Hazro	234568,63	294239,86	334942,81	383919,23
Toplam	**147631208,83**	**214111215,81**	**210878103,78**	**242065971,94**

Söz konusu yıllarda en düşük bakım maliyetleri Bitlis OİŞ'ne ait iken en yüksek bakım maliyetleri ise, tüm yıllar için, Tatvan OİŞ'ne aittir (Şekil 4.22).



Şekil 4.22 Ağaçlandırma sonrası bakım maliyetlerinin orman işletme şefliklerine dağılımı (2018 – 2021 yılları)

Ek olarak 2018 yılından 2021 yılına doğru gidilirken bakım maliyetlerinde bir artış eğilimi bulunmakla birlikte 2019 yılı ile 2020 yılı arasında kayda değer sayılamayacak miktarda bir düşüş gözlenmiştir. Ancak bu düşüş genel artış eğilimini değiştirecek nitelikte değildir (Şekil 4.23).



Şekil 4.23 Ağaçlandırma sonrası bakım maliyetlerinin 2018 – 2021 yılları arasındaki değişimi

4.8 Murat Nehrinde Akışa Geçen Suyun Ekonomik Değerinin Belirlenmesine İlişkin Bulgular

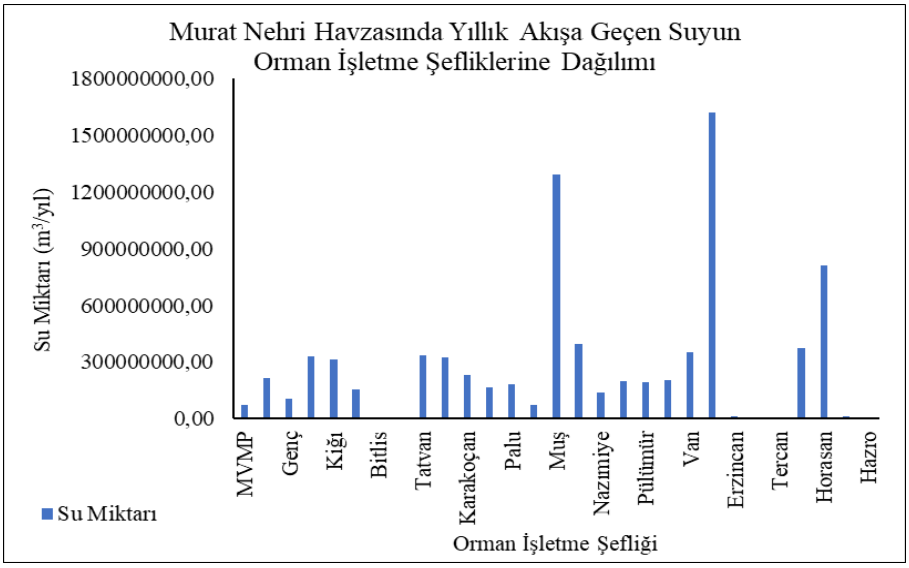
Önceki bölümlerde bahsedildiği üzere Murat Nehrinden yıllık olarak akışa geçen ve Keban Barajına ulaşan suyun ekonomik değerini belirleyebilmek için araştırma havzasında potansiyel olarak ağaçlandırılabilecek alanlar belirlenmiş ve bu alanlarda ağaçlandırma yapılması durumunda yapılacak yatırımın maliyeti hesaplanmıştır. Bu ağaçlandırma yatırımının 2017 yılında yapıldığı ve bu yılı takip eden 2018 ile 2021 yılları arasında da bakım faaliyetlerinin yürütüldüğü varsayılmıştır. 2017 yılında yapılan ağaçlandırma yatırımı maliyeti ormancılık cüzi faizi olarak kabul edilen %3 faiz oranı ile 2017 yılını takip eden 4 yıl için iblağ edilmiş ve bu yıllardaki bakım maliyetleri de iblağ edilmiş değere eklenmiştir. Böylelikle ormancılık sektörünün su üretimi amacıyla ağaçlandırma yapması durumunda 2017 ve 2021 yılları arasındaki her bir yıl için havzada akışa geçerek Keban Barajına ulaşan yıllık toplam suyun üretim maliyeti hesaplanmıştır. Buna göre suyun ekonomik değerine yönelik bulgular aşağıda detaylandırılmıştır.

DSİ'nin gözlem ve kayıtlarına göre Murat Nehrinden her yıl ortalama olarak 8,1 milyar m^3/yıl su akışa geçerek Keban Barajına dökülmektedir. Bu miktar uzun yıllar ortalaması olarak DSİ tarafından tespit edilmiş değerdir. Araştırma havzasında toplanarak akışa geçen yıllık su miktarı, havza sınırlarında bulunan 29 adet OİŞ'nin alansal büyüklüklerine göre paylaştırılmıştır. Buna göre, alansal büyüklükleri ile orantılı olmak üzere, 1.623.451.555,17 m^3/yıl ile en fazla su Ağrı OİŞ'nin payına düşmektedir. En az su ise 188.781,50 m^3/yıl ile Kemah OİŞ'nin payına düşmektedir (Çizelge 4.22).

Çizelge 4.22 Murat Nehrinde yıllık akışa geçen suyun orman işletme şefliklerine dağılımı

Sıra No	OBM	OİM	OİŞ	Akışa Geçen Sudaki Payı (m^3/yıl)
1	DKMP XV. Bölge Müdürlüğü	Tunceli	MVMP	70035598,47
2	Elazığ	Bingöl	Bingöl	214151318,13
3	Elazığ	Bingöl	Genç	103860000,10
4	Elazığ	Bingöl	Ilıca	327573988,85
5	Elazığ	Bingöl	Kiğı	310563161,80
6	Elazığ	Bingöl	Solhan	156467758,02
7	Elazığ	Bitlis	Bitlis	1196907,01
8	Elazığ	Bitlis	Mutki	2901103,80
9	Elazığ	Bitlis	Tatvan	333515281,63
10	Elazığ	Elazığ	Elazığ	322253577,46
11	Elazığ	Elazığ	Karakoçan	231161338,42
12	Elazığ	Elazığ	Keban	165400511,55
13	Elazığ	Elazığ	Palu	180095134,76
14	Elazığ	Muş	Kızılağaç	70245275,02
15	Elazığ	Muş	Muş	1291636275,19
16	Elazığ	Tunceli	Hozat	395139695,97
17	Elazığ	Tunceli	Nazımiye	136647797,65
18	Elazığ	Tunceli	Ovacık	196035393,20
19	Elazığ	Tunceli	Pülümür	192828205,20
20	Elazığ	Tunceli	Tunceli	203541152,18
21	Elazığ	Van	Van	352358580,08
22	Erzurum	Ağrı	Ağrı	1623451555,17
23	Erzurum	Erzincan	Erzincan	10843480,52
24	Erzurum	Erzincan	Kemah	188781,50
25	Erzurum	Erzincan	Tercan	5247480,41
26	Erzurum	Erzurum	Erzurum	375607264,35
27	Erzurum	Erzurum	Horasan	809392147,76
28	Erzurum	Refahiye	İliç	10503996,52
29	Şanlıurfa	Diyarbakır	Hazro	7157239,29
TOPLAM				**8100000000,00**

Murat Nehri Havzasında toplanan ve akışa geçerek Keban Barajına katılan suyun alansal büyüklüklerine göre OİŞ'lerine düşen paylarındaki değişim Şekil 4.24'te görülmektedir.



Şekil 4.24 Murat Nehri Havzasında yıllık toplanan ve akışa geçen orman işletme şefliklerine dağılımı

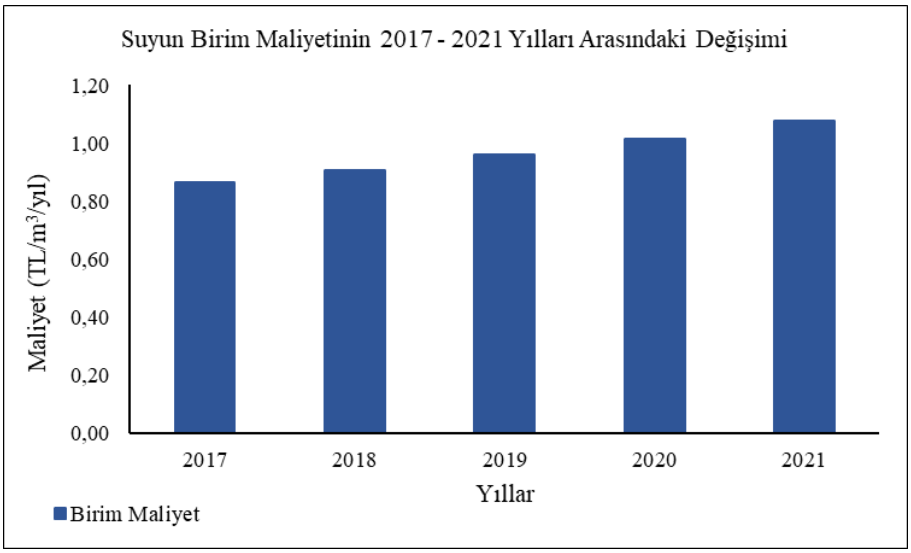
Ormancılık sektörünün araştırma havzasında su üretimi amacıyla 2017 yılında uygun olan alanları ağaçlandırması durumunda katlanacağı yatırım maliyeti 6.989.646.343,67 TL olarak hesaplanmıştır. Buna göre 2017 yılında havzada toplanan ve baraj rezervine katılan 8,1 milyar m^3/yıl birim miktarda suyun ormancılık sektörüne olan maliyeti 6.989.646.343,67 TL / 8.100.000.000 m^3/yıl = 0,86 TL/m^3/yıl biçiminde tespit edilmiştir (Çizelge 4.23).

2017 yılındaki yatırım maliyeti değeri %3 faiz oranı ile 2018 yılına iblağ edilerek 7.199.335.733,98 TL olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu maliyete 2018 yılında yapılan bakım faaliyetlerinden kaynaklanan 147.631.208,83 TL değerindeki yeni yatırım maliyeti de eklendiğinde söz konusu yılda havzada toplanarak baraja dökülen suyun toplam üretim maliyetinin 7.346.966.942,81 TL miktarına ulaştığı hesaplanmıştır. Buna göre 2018 yılında suyun birim maliyetinin 0,91 TL/m^3/yıl değerinde olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Çizelge 4.23).

Çizelge 4.23 Murat Nehrinde yıllık akışa geçen suyun birim maliyetinin yıllık değişimi

Yıllar	Yatırım Maliyeti (TL)	Yatırımın Niteliği	Önceki Yıl Maliyetinin İblağ Edilmiş Değeri (TL)	Yıllık Toplam Maliyet (TL)	Suyun Birim Maliyeti (TL/m^3/yıl)
2017	6989646343,67	Ağaçlandırma	-	6989646343,67	0,86
2018	147631208,83	Bakım	7199335733,98	7346966942,81	0,91
2019	214111215,81	Bakım	7567375951,10	7781487166,91	0,96
2020	210878103,78	Bakım	8014931781,92	8225809885,70	1,02
2021	242065971,94	Bakım	8472584182,27	8714650154,21	1,08

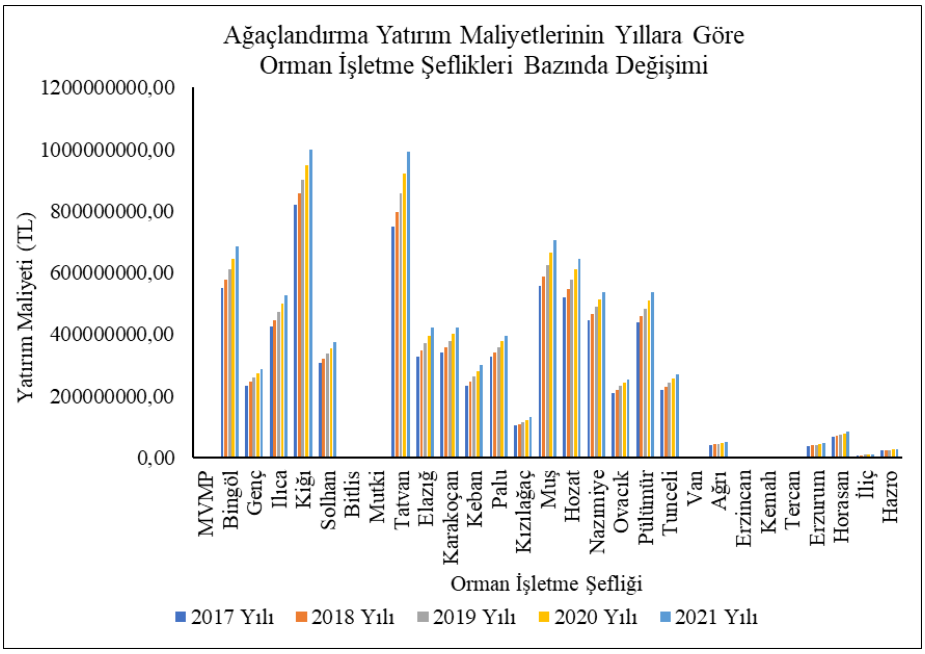
Yukarıda anlatıldığı gibi 2019, 2020 ve 2021 yılları için de benzer şekilde havzada bir yılda toplanarak baraj rezervine katılan suyun toplam maliyet değeri ve birim maliyet değeri hesaplanmıştır. Buna göre 2019, 2020 ve 2021 yıllarında birim suyun maliyeti bedeli, sırasıyla, 0,96 TL/m^3/yıl, 1,02 TL/m^3/yıl ve 1,08 TL/m^3/yıl biçiminde hesaplanmıştır (Çizelge 4.23). Suyun birim maliyeti 2017 ve 2021 yılları arasında düzenli sayılabilecek bir artış eğilimi göstermektedir (Şekil 4.25).



Şekil 4.25 Murat Nehri Havzasında yıllık toplanan ve akışa geçen suyun birim maliyetinin yıllık değişimi

Doktora tezi araştırması kapsamında Murat Nehri Havzası sınırlarında bulunan OİŞ'lerinin yapacakları ağaçlandırma yatırımlarına bağlı olarak kendi sahip oldukları

alanda toplanarak akışa geçen suyun ekonomik değeri de hesaplanmıştır. Bunun için Çizelge 4.22'de anlatılan esaslara bağlı olarak çalışma sahasındaki her bir OİŞ'nin kendi sorumluluk alanlarında 2017 ve 2021 yılları arasındaki ağaçlandırma yatırım maliyetleri tespit edilmiştir. Söz konusu OİŞ'lerinin yıllar itibariyle yapmaları öngörülen ağaçlandırma yatırımlarının değişimi Çizelge 4.24'te verilmiştir.



Şekil 4.26 Murat Nehri Havzasında orman işletme şefliklerinin ağaçlandırma yatırım maliyetlerinin yıllık değişimi

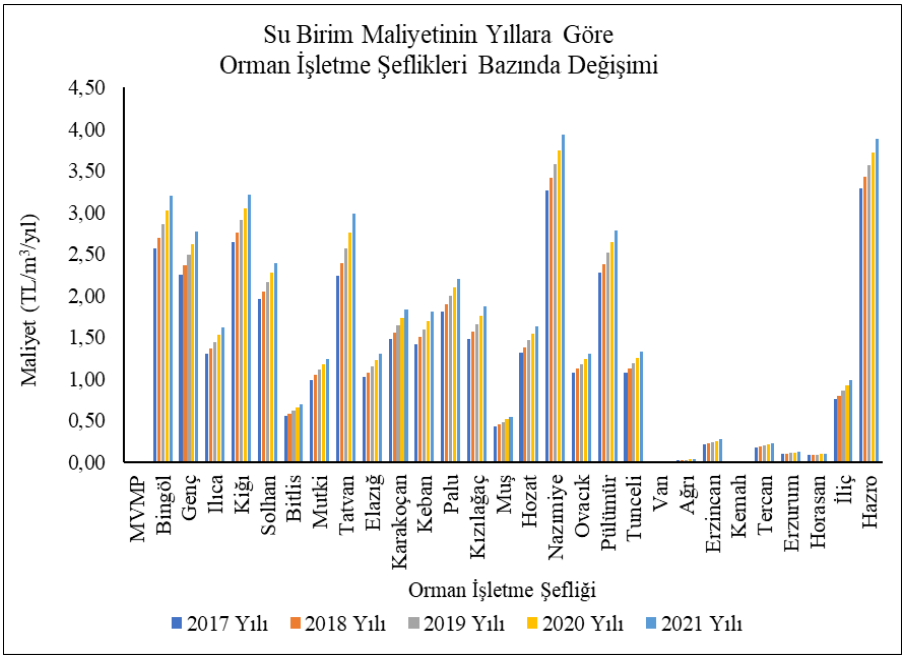
Buna göre en yüksek yatırım maliyetine katlanacak olan planlama birimi Kiğı OİŞ'dir. Söz konusu OİŞ 2017 ve 2021 yılları arasında yıllık olarak, sırasıyla, 818.908.608,90 TL, 856.520.198,46 TL, 902.262.811,37 TL, 947.975.478,03 TL ve 997.872.609,88 TL değerinde ağaçlandırma yatırımı yapmak durumundadır (Çizelge 4.24 ve Şekil 4.26).

Çizelge 4.24 Murat Nehrinde sınırları bulunan orman işletme şefliklerinin yapmaları öngörülen ağaçlandırma yatırımlarının yıllık değişimi

OİŞ	2017 Yılı Toplam Maliyeti (TL)	2018 Yılı Toplam Maliyeti (TL)	2019 Yılı Toplam Maliyeti (TL)	2020 Yılı Toplam Maliyeti (TL)	2021 Yılı Toplam Maliyeti (TL)
MVMP*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bingöl	548800996,87	576606074,22	611545026,09	646087059,39	684043131,93
Genç	233835427,15	244955878,45	258665895,44	272290437,14	287193014,48
Ilıca	424242062,12	445600773,21	472349163,80	498848084,89	527962078,06
Kiğı	818908608,90	856520198,46	902262811,37	947975478,03	997872609,88
Solhan	306368474,04	320549914,62	337872612,58	355138867,33	373985828,09
Bitlis	661768,81	697195,95	742389,74	786898,19	835988,75
Mutki	2873634,03	3022363,34	3210495,04	3396076,73	3600260,00
Tatvan	748359151,35	797934909,61	856674768,34	921106011,85	993129338,19
Elazığ	329171712,61	347949859,49	370486510,38	394313621,92	420714219,18
Karakoçan	341306518,41	358292573,78	379551124,50	400571438,79	423631620,17
Keban	234651828,21	247947299,35	263687931,34	280531023,45	299183846,00
Palu	326180893,35	340966120,76	358952861,07	376862898,61	396365252,67
Kızılağaç	104117084,16	109667007,30	116318693,17	123276050,21	130963461,35
Muş	556425455,36	587167767,33	624889761,62	663699997,62	706619030,26
Hozat	519254017,12	545404193,48	577438919,90	609871546,07	645546001,52
Nazımiye	446472796,76	466026123,23	488415394,25	511868667,23	537340559,85
Ovacık	210889395,20	220230230,69	231426269,71	242680281,11	254935846,56
Pülümür	438811619,09	459305572,84	484294846,53	509297219,27	536616385,53
Tunceli	218116295,09	228892021,66	242217710,77	255531650,89	270148797,17
Van*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ağrı	40963615,90	43068814,28	45726785,03	48349769,05	51234169,59
Erzincan	2270203,63	2407474,76	2587518,07	2763897,85	2959988,44
Kemah*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tercan	922641,59	979229,19	1053670,34	1126555,97	1207654,94
Erzurum	37266825,03	39240791,24	41748051,66	44222960,50	46952065,38
Horasan	67297391,54	70629103,97	74793539,13	78911823,23	83427660,04
İliç	7904916,63	8390681,93	9029964,44	9655841,37	10352326,07
Hazro	23573010,73	24514769,68	25544452,63	26645729,02	27829020,11
Toplam	**6989646343,67**	**7346966942,81**	**7781487166,91**	**8225809885,70**	**8714650154,21**
*: AHS tekniği ile potansiyel olarak ağaçlandırılabilecek alanı bulunmadığı için yatırım yapmayan OİŞ					

Son olarak havza sınırları içerisinde bulunan OİŞ'lerinin yapacakları ağaçlandırma yatırımlarını maliyetlerine göre, söz konusu planlama birimleri için geçerli olan, birim

su maliyetleri hesaplanmıştır. Buna göre en yüksek birim su maliyeti Hazro OİŞ için tespit edilmiştir. Ağaçlandırma yatırımı yapan OİŞ'leri arasında en düşük su birim maliyeti ise Ağrı planlama birimi için tespit edilmiştir. Bu iki durum da tüm yıllar için geçerlidir (Şekil 4.27).



Şekil 4.27 Murat Nehri Havzasında bir yılda toplanarak akışa geçen suyun birim maliyetinin orman işletme şefliklerine göre değişimi

Su birim maliyetleri 2017 yılı için 0,025 TL/m^3/yıl (Ağrı OİŞ) ile 3,29 TL/m^3/yıl (Hazro OİŞ) arasında değişmektedir. Planlama birimlerinde herhangi bir değişiklik olmamakla birlikte su birim maliyetleri; 2018 yılında 0,027 TL/m^3/yıl ile 3,43 TL/m^3/yıl arasında, 2019 yılında 0,028 TL/m^3/yıl ile 3,57 TL/m^3/yıl arasında, 2020 yılında 0,030 TL/m^3/yıl ile 3,72 TL/m^3/yıl arasında ve 2021 yılında 0,032 TL/m^3/yıl ile 3,89 TL/m^3/yıl arasında değişmektedir (Çizelge 4.24). Ortalama su birim maliyetlerinin ise Murat Nehrinden bir yılda akışa geçerek Keban Barajına dökülen toplam su miktarı için (8,1 milyar m^3/yıl) hesaplandığı gibi 2017 yılından 2021 yılına doğru 0,86 TL/m^3/yıl ile 1,08 TL/m^3/yıl arasında değiştiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.25).

Çizelge 4.25 Murat Nehrinde sınırları bulunan orman işletme şeflikleri için hesaplanan su birim maliyetlerinin yıllık değişimi

OİŞ	**2017 Yılı Su Birim Maliyeti (TL/m^3/yıl)**	**2018 Yılı Su Birim Maliyeti (TL/m^3/yıl)**	**2019 Yılı Su Birim Maliyeti (TL/m^3/yıl)**	**2020 Yılı Su Birim Maliyeti (TL/m^3/yıl)**	**2021 Yılı Su Birim Maliyeti (TL/m^3/yıl)**
MVMP*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bingöl	2,56	2,69	2,86	3,02	3,19
Genç	2,25	2,36	2,49	2,62	2,77
Ilıca	1,30	1,36	1,44	1,52	1,61
Kiğı	2,64	2,76	2,91	3,05	3,21
Solhan	1,96	2,05	2,16	2,27	2,39
Bitlis	0,55	0,58	0,62	0,66	0,70
Mutki	0,99	1,04	1,11	1,17	1,24
Tatvan	2,24	2,39	2,57	2,76	2,98
Elazığ	1,02	1,08	1,15	1,22	1,31
Karakoçan	1,48	1,55	1,64	1,73	1,83
Keban	1,42	1,50	1,59	1,70	1,81
Palu	1,81	1,89	1,99	2,09	2,20
Kızılağaç	1,48	1,56	1,66	1,75	1,86
Muş	0,43	0,45	0,48	0,51	0,55
Hozat	1,31	1,38	1,46	1,54	1,63
Nazımiye	3,27	3,41	3,57	3,75	3,93
Ovacık	1,08	1,12	1,18	1,24	1,30
Pülümür	2,28	2,38	2,51	2,64	2,78
Tunceli	1,07	1,12	1,19	1,26	1,33
Van*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ağrı	0,025	0,027	0,028	0,030	0,032
Erzincan	0,21	0,22	0,24	0,25	0,27
Kemah*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tercan	0,18	0,19	0,20	0,21	0,23
Erzurum	0,10	0,10	0,11	0,12	0,13
Horasan	0,08	0,09	0,09	0,10	0,10
İliç	0,75	0,80	0,86	0,92	0,99
Hazro	3,29	3,43	3,57	3,72	3,89
Ortalama	**0,86**	**0,91**	**0,96**	**1,02**	**1,08**
*: AHS tekniği ile potansiyel olarak ağaçlandırılabilecek alanı bulunmadığı için yatırım yapmayan OİŞ					

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Ülkemizde son yıllarda gün geçtikçe önem kazanan ekosistem hizmetleri konusu bu tez çalışmasında ekonomik değerinin de işin içine katılmasıyla ormancılık çalışmalarına farklı bir boyut kazandırılmak istenmiştir. Ülkemizde bu konuda yapılan çalışmaların yetersiz oluşu sebebiyle konunun önemine bir kez daha dikkat çekmek istenilmiştir. Ayrıca ülkemizde yapılan çalışmalara bakıldığında bir ekosistem hizmeti üzerine yoğunlaşıldığı görülmektedir. Bu amaçla ormancılık ekonomisine farklı bir boyut ve bakış açısı getirme açısından böyle bir araştırmanın yardımcı olacağı düşünülmektedir.

Bu doktora tez çalışmasının araştırma alanını Murat Nehri Havzası oluşturmaktadır. Araştırma havzasında karbon depolama, oksijen üretimi ve su üretimi ekosistem hizmetlerinin ekonomik değerinin belirlenmesi üzerinde yoğunlaşılmıştır. Araştırmanın sadece bu sayılan 3 ekosistem hizmeti ile sınırlandırılmasının birincil sebebi çalışılan havzanın toplam 5.020.089,3 ha gibi oldukça büyük bir alana sahip olmasıdır. Zira daha küçük alanlarda dahi mevcut ekosistem hizmetlerini keskin çizgilerle net olarak sınıflandırabilmek mümkün değilken böylesine büyük bir alanda ekosistem hizmetleri daha karmaşık bir şekilde etkileşimler gösterecektir. Bu durum da tüm hizmetleri değerlendirebilme imkanını kısmen ya da tamamen ortadan kaldırabilecektir. Ayrıca bu 3 ekosistem hizmetinin dışında kalan hizmetleri sayısallaştırabilmek için yeterli ve sağlıklı kaydın tutulmamış olması da bir diğer önemli sebeptir.

Karbon depolama hizmeti için; farklı orman türlerinde tutulan ve depolanan karbon stokları hakkında çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Brown and Pearce (1994) yaptıkları bir çalışmada, tropikal ormanların arazi kullanımı dönüşümüyle birlikte depoladıkları karbon miktarlarındaki değişiklikler ve kayıp oranları hakkında bir kıyaslama yapmışlardır. Yaptıkları çalışmaya göre net birincil üretime sahip ormanlar yaklaşık 280 tC/ha karbona sahipken, tarım alanlarına dönüştürülen sahalarda yaklaşık 200 tC/ha gibi bir kısmı atmosfere geri salınacaktır. Bu tür tahminleri kıyaslama olarak kullanmaktaki amaç ise, karbon stoklarının ekonomik değerinin ne olduğunu ortaya koymaktır. Karbon fiyatlandırması iklim politikasında kısa vadede maliyet etkin

emisyon azaltımları ve uzun vadede maliyet düşürücü yeniliklere teşvikler yarattığı için önemli bir politika aracıdır.

Doktora tez çalışması araştırma sahası sınırlarında bulunan ve servet ve artım envanteri yapılan orman alanlarında 2017 yılında 9.249.306,796 m^3 dikili kabuklu ağaç serveti bulunmaktadır. Bu ağaç servetine karşılık gelen ağaç bitkisel kütlesi 9.187.928,29 t olarak hesaplanmıştır. Çalışma alanında mevcut ağaç bitkisel kütlesinde 2017 yılında 4.648.843,35 tC karbon depolanmıştır. 2018 yılına gelindiğinde ağaç serveti 9.587.179,172 m^3'e, ağaç bitksel kütlesi 9.523.601,73 tona ve bitkisel kütle karbonu ise 4.817.093,21 tC'a ulaşmıştır. Bu sıralamaya göre; 2019 yılında 9.925.051,548 m^3, 9.859.275,18 t ve 4.985.343,08 tC; 2020 yılında 10.262.923,925 m^3, 10.194.948,62 t ve 5.153.592,94 tC; 2021 yılında ise 10.600.796,301 m^3, 10.530.622,07 t ve 5.321.842,80 tC değerlerine ulaşılmıştır.

Murat Nehri Havzasında birim orman alanında ağaç bitkisel kütlesinde (toprak altı ve toprak üstü ağaç bitkisel kütlesinin toplamı) depolanan karbon miktarı 2017 yılı için 208,34 tC/ha biçiminde hesaplanmıştır. 2018 ve 2021 yılları arasında ise birim alanda ortalama ağaç bitkisel kütle karbonu miktarı, sırasıyla, 214,99 tC/ha, 221,64 tC/ha, 228,29 tC/ha ve 234,94 tC/ha biçiminde hesaplanmıştır. Dixon *et al.* (1994) dünya genelinde orman alanları için yaptıkları bir çalışmada, Türkiye'nin de içinde bulunduğu, ılıman kuşak ormanlarında toprak üstü ağaç bitkisel kütlesinde depo edilen karbon miktarının 60 – 130 tC/ha arasında değişebildiğini ifade etmektedir. Karabıyık (2014) ise Türkiye ormanlarında birim alandaki ortalama ağaç bitkisel kütlesi karbonunu 1990, 2000, 2005 ve 2010 yılları için hesaplamış ve ortalama ağaç bitkisel kütle karbonunun, sırasıyla, 71,8 tC/ha, 71,9 tC/ha, 71,7 tC/ha ve 71,6 tC/ha olduğunu ifade etmiştir.

Birim alandaki ortalama ağaç bitkisel kütlesi karbonu ile ilgili olarak yukarıda verilen her iki çalışma da geniş ölçekli alanlar için elde edilen bulguları ifade etmektedir. Oysa ülkemizde yerel düzeyde yapılmış benzer çalışmalar incelendiğinde birim alanda ortalama ağaç bitkisel kütle karbonun daha yüksek değerlere ulaştığı görülmektedir. Örneğin Tolunay vd. (2017) İstanbul Durusu Kumulu ağaçlandırmalarında yaptıkları araştırmada birim alandaki ortalama ağaç bitkisel kütlesi (toprak altı ve toprak üstü ağaç

bitkisel kütlesi toplamı) karbonunun 36,0 cm ve daha üzeri meşcere orta çapına sahip olan (*d* meşcere gelişim çağındaki) sahil çamı meşcerelerinde 184,07 tC/ha değerine kadar ulaşabildiğini ifade etmişlerdir. Makineci vd. (2011) ise Kuzey Trakya'daki koruya tahvil edilmiş meşe ormanlarında c meşcere gelişim çağına ulaşmış meşcerelerde birim alanda ortalama toprak üstü ağaç bitkisel kütlesi karbonunun 89,6 tC/ha değerinde olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Bütün bu literatür dikkate alındığında bu doktora tezi çalışması kapsamında birim orman alanı için hesaplanan ağaç bitkisel kütlesi karbonu değerlerinin, kabul edilebilir sınırlarda olmakla birlikte, halen kısmen yüksek tahmin edildiği düşünülebilir. Ancak yukarıda sayılan araştırmalar koru ormanı formundaki verimli orman alalarında yürütülmüş çalışmalardır. Oysaki bu doktora tezi araştırmasında hayatiyetlerini sürdürdükleri sürece karbon depolama ve oksijen üretme fonksiyonlarını yerine getirecekleri göz önüne alınarak verimli koru, bozuk koru, verimli baltalık ve bozuk baltalık formundaki tüm orman alanları dahil edilerek araştırma alanında servet ve artım envanteri yapılmış tüm orman alanları için ağaç bitkisel kütlesi ve bu kütlede depo edilen karbon miktarı hesaplanmıştır. Özellikle bozuk nitelikteki orman alanlarında planlama aşamasında envanter çalışması yapılmaması ve bu alanlara yaklaşık (genellikle gerçek durumdan çok daha yüksek) bir servet ve artım değerlerinin atanması, Murat Nehri Havzasındaki orman alanlarının sahip olduğu toplam ağaç bitkisel kütlesinde depolanan karbon miktarının görece daha yüksek tahmin edilmesinin nedeni olduğu düşünülmektedir. Ek olarak araştırma alanı sınırlarındaki bazı planlama birimlerinin orman amenajman planlarının oldukça eski tarihlerde yapıldığı ve tüm planlama birimlerinde orman alanlarının herhangi bir silvikültürel işlem yapılmadan, amenajman planlarının öngördüğü biçimde artım yaparak 2017 ile 2021 yılları arasına kadar büyüdüklerinin kabul edilmesi de bu görece yüksek tahminlere etkili olabileceği değerlendirilmektedir.

Bu araştırma kapsamında Murat Nehri Havzasında orman ekosistemlerinin sahip oldukları ağaç bitkisel kütlesinde depolanan karbonun ekonomik değeri, diğer bir ifadeyle ormanların karbon depolama hizmetinin ekonomik değeri, "karbonun piyasa değeri" kullanılarak belirlenmiştir. Ancak ilgili literatür incelendiğinde orman

ekosistemlerinde karbon depolama hizmetinin ekonomik değerinin belirlenmesinde "karbonun sosyal değeri" yaklaşımı (Demirci 2017) ve "koşullu değer belirleme yöntemi" (Başsüllü 2014) gibi dolaylı değer belirleme yaklaşımlarının kullanıldığı da görülmektedir.

Dünya Bankasının Avrupa Birliği için hesapladığı CO_2 (dolayısıyla C) fiyatları 2017 yılında 2021 yılına doğru gidildikçe belirli bir artış eğilimi göstermektedir (World Bank 2017, 2018, 2019, 2020, 2021). Ancak 2019 ve 2020 yıllarında Avrupa pazarında CO_2'nin fiyatı 5,5 € kadar bir düşüş göstermiştir (2019 yılında fiyat 22,5 € iken 2020 yılında fiyat 17,0 €'ya gerilemiştir.) (World Bank 2019, 2020). Bunun sebebinin 2019 yılında başlayan ve özellikle 2020 yılında tüm dünyayı büyük olumsuz etki altına alan Covid-19 salgını olduğu değerlendirilmektedir.

Doktora çalışmasının yürütüldüğü Murat Nehri Havzasında ormanlık alanlarda depolanan toplam ağaç bitkisel kütle karbonunun ekonomik değerinde söz konusu iki yıl arasında bir miktar düşüş göstermiştir (2019 yılı 195.519.830,15 TL, 2020 yılı 191.647.445,41 TL). Ancak bu düşüş karbonun Euro para birimi bazındaki fiyatında yaşanan düşüş kadar yüksek oranda bir düşüş değildir. Bunun başlıca sebeplerinin; çalışma sahasındaki orman alanlarına herhangi bir müdahale yapılmadığı varsayımından hareketle ormanların düzenli olarak öngörülen yıllık artımlarını yaptıklarının (büyümenin devam ettiğinin) varsayılarak karbon stoklarının hesaplanması (düzenli olarak stokların arttığı) ve Euro (€) para biriminin Türk Lirası (TL) para birimi karşısında sürekli değer kazanması olduğu düşünülmektedir. 2017 yılı ile 2021 yılı arasında araştırma sahasındaki orman alanlarında depolanan toplam ağaç bitkisel kütle karbonunun parasal değerleri yıllık olarak, sırasıyla, 26.071.664,38 TL, 97.696.627,88 TL, 195.519.830,15 TL, 19.1647.445,41 TL ve 455.335.418,98 TL olarak tespit edilmiştir.

Orman ekosistemlerinde depolanan karbonun ekonomik değerinin belirlenmesindeki temel amaç sadece çevreyi korumak değildir. Bu katkısının yanı sıra küresel iklim değişikliği gerçeğinin dayattığı ulusal ve uluslararası iklim anlaşmalarının yerine getirilmesini sağlayarak karbondioksit yayan fosil yakıtların kullanımını caydırmaya,

böylelikle dünyada karbon emisyonlarını azaltmaya yönelik politikaların oluşturulmasını teşvik etmektir. Bu araştırma kapsamında çalışma alanında depolanan ağaç bitkisel kütle karbonun ekonomik değerinin belirlenmiş olmasının, ülkemizde de bu doğrultuda politikaların üretilmesini ve uygulamaya koyulmasını teşvik edici olması umulmaktadır. Doğal kaynakların ve çevresel işlevlerin sahip olduğu değerlerin kirletme izni için belirli pazar oluşturulması ve Türkiye'de uygulanan politika uygulamalarında bunların yer alması ya da doğal kaynakların ve çevresel zararların gerçek değerini doğru bir şekilde yansıtabilecek fiyatlandırma mekanizmaları geliştirilebilir. Ek olarak fosil yakıt tüketimine dayalı sektörlerden; enerji, otomotoiv, vb.; faaliyetlerinden kaynaklanan karbon salımlarına bağlı olarak ek vergiler ya da yükümlülükler hukukui zemine oturtularak yürürlüğe koyulabilir. Bu vergilerden elde edilen gelir ile ormancılık sektörü gibi emisyon kaynağı olmaktansa daha çok yeni karbon yutakları oluşturma özelliğine sahip olan sektörlerin faaliyetlerinin teşvik edilmesi değerlendirilebilir.

Dünyada karbonun ekonomik değerinin belirlenebilmesi amacıyla karbon vergileri ve emisyon ticaret sistemi (ETS) olmak üzere iki ana karbon değer belirleme yöntemi bulunmaktadır (World Bank 2020). Karbon vergileri, ETS'ye göre daha iyi bir vergileme ya da fiyatlama olanağı sağlamaktadır. Bununla birlikte ETS ise karbon tahsisatının alım-satımının yapıldığı bir piyasadır. ETS'de amaç karbon salım maliyetinin yüklendiği kirleticilerin sera gazı salımlarını azaltmalarını sağlamaktır. Ayrıca, ETS'de karbon alım satımı yoluyla yapılan tahsisatlar üzerinden vergi geliri de elde edilmektedir (Ubay ve Bilgici 2021). Ek olarak karbonun ekonomik değerinin belirlenebilmesi için hangi aracın kullanılacağı, ülkelerin milli ve ekonomik durumlarına göre değişiklik göstermektedir. Bu iki aracın dışında karbonun ekonomik değerinin belirlenmesine yönelik olarak fosil yakıt sübvansiyonlarının kaldırılması ya da yakıt vergilerinin yükseltilmesi gibi daha dolaylı ve daha kesin yöntemler de mevcuttur (https://www.carbontax.org, 2022).

Karbonun ekonomik değerinin daha iyi açıklanması için kullanılan en iyi rehberlerden biri karbon piyasasında ticaretinin yapılıp yapılmamasıdır. Ayrıca karbonun ekonomik değerinin belirlenmesinde önemli bir kriter "kirleten öder" ilkesidir. Bu ilke, özellikle

Avrupa Birliğinde kullanılmakta olup, 2005 yılında Avrupa Birliği Emisyon Ticaret Sistemi (EU-ETS) olarak faaliyete geçmiştir (Kossoy and Ambrosi 2010). Ülkemizde henüz karbonun fiyatının oluşmaması ve pazarının bulunmamasından dolayı, ayrıca Dünya'nın en büyük iki karbonun ekonomik değerini belirleme sisteminden biri olmasından dolayı EU-ETS'de birim fiyatları kullanılmıştır (Şener 2015, Boyce 2018).

Sahada antropojenik faaliyetlerin neden olduğu arazi kullanım yoğunluğu ve nüfus baskısı, karbon depolamayı önemli ölçüde etkilediği görülmektedir. Sürekli araziler üzerinde yapılan işlemler, ormansızlaşma ve yanlış arazi kaynaklarının kullanılması sonucunda karbon depolama değerlerinde havzanın belirli alanlarında belirli düşüşlerin yaşandığını göstermektedir. Havza alanında yüksek rakımlı alanlar daha düşük bitki örtüsüne sahip olduğu için üretilecek karbon stokunun azalmasına sebep olmaktadır. Havza boyunca karbon depolamasında belirgin farklılıkların görüldüğü kaçınılmaz bir gerçektir. Bailis and McCarthy (2011) yılında yaptıkları bir çalışmada arazi kullanım değişikliklerinin, bitki örtüsünde karbon depolamayı etkileyen bir dinamik oluşturduklarını ortaya koymuşlardır. Ayrıca havza alanında arazi kullanım dinamikleri, havzada meydana gelen toprak erozyonuyla karbon kaybını artıran nedenler arasında sayılabilir. Bu bozulmayı aşmanın yolu ise toprak koruma önlemleri olabilmektedir. Toprak korumanın en önemli hedeflerini ise aşınmış topraklarının restorasyonu yoluyla toprakta ve bitki örtüsünde atmosferik CO_2 tutmak için karbon emisyonlarını azaltıcı koruma amaçlı önlemler teşvik edebilmektedir. Bu amaçla, toprak yönetimi uygulamaları toprak organik karbon depolamasını maksimum seviyeye çıkararak, toprak organik karbon kayıplarını minimuma indirmek düşünülebilir (Abbas *et al*. 2020). Havza alanında ağaçlandırma alanlarının az olması ancak bozulmuş toprakların ağaçlandırılması yoluyla ve erozyona meyilli sahalarda koruyucu önlemler alınarak karasal biyosferde atmosferik CO_2'nin tutulması teşvik edilebilir.

Bilinmektedir ki; orman alanlarındaki bitki örtüsü, fotosentez süreci ile oksijen üreticisi görevi görmektedir. Küresel iklim değişikliği ve CO_2 konsantrasyonundaki artışlar gibi doğal faktörlerdeki değişiklikler, orman alanlarında oksijen üretiminden kaynaklanan artışlara neden olmuştur. Bununla birlikte, nüfusun yoğun olduğu bölgelerdeki insan faaliyetleri nedeniyle orman alanlarındaki azalma, ormanların oksijen üretiminde de

önemli düşüşlere sebep olmaktadır. Zhang *et al*. (2015) yaptıkları çalışmada, orman alanlarının oksijen üretimindeki değişimler, orman alanlarındaki değişimler nedeniyle %67,95 ve doğal faktörler sonucu %32,05 olarak bulunmuştur. Çalışmalarının sonuçlarına bakıldığında doğal faktörlerin neden olduğu orman oksijen üretimindeki artışın %23,30'u küresel ısınmaya, %77,70'i CO_2 konsantrasyonundaki artışa bağlı olduğu gösterilmiştir. Bu verilerden de anlaşılacağı üzere CO_2 konsantrasyonundaki artışın orman oksijen üretimindeki artışta en etkili doğal faktör olduğunu göstermektedir. Ayrıca orman alanlarındaki toplam oksijen üretimi, sağlıklı ağaç sayısı, ağaçların büyüme miktarları, ağaçların çap dağılımlarındaki farklılıklar ve ağaç boyutlarına bağlı farklılık gösterebilmektedir.

Orman ekosistemleri 1 gr ağaç bitkisel kütlesi üretebilmek için 1,63 gr CO_2'e (yaklaşık 0,45 gr C eşdeğeri) ihtiyaç duyarlar ve bunun karşılığında 1,2 gr oksijen açığa çıkarırlar (Başkent *et al*. 2011). Murat Nehri Havzasında servet ve artım envanterine dahil edilmiş orman alanlarında meşcereleri oluşturan orman ağaçlarının meşcerelerin tesis edilmelerinden itibaren 2017 yılına dek yaptıkları büyüme sonucu ürettikleri oksijen miktarı 11.157.224,03 tO olarak hesaplanmıştır. 2021 yılına gelindiğinde ise toplam oksijen üretiminin 12.772.422,73 tO olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Meşcerelerin herhangi bir silvikültürel işleme tabi tutulmadığı ve havza sınırlarındaki orman alanlarının yangınlar, sel ve taşkınlar ya da usulsüz yararlanma gibi etkenler nedeniyle azalmadığı kabul edildiği için; orman alanlarında üretilen oksijen miktarı yıllar itibarıyla artış göstermiştir.

Doktora tezi araştırma alanında bulunan ormanların oksijen üretimi hizmetlerinin ekonomik değerinin belirlenmesinde "gölge/vekil fiyata bağlı olarak değer belirleme yöntemi" kullanılmıştır. Burada Türkiye sınırları içerisinde endüstriyel oksijen gazı üretimi yapan işletmelerin birim miktardaki oksijen gazı için belirledikleri satış bedeli, orman ekosistemlerini oluşturan ağaçların ürettikleri oksijenin de satış bedeli olacağı kabul edilmiştir. Diğer bir ifadeyle endüstriyel oksijen gazı atmosferik oksijenin ikamesi olarak kabul edilmiştir.

Türkiye ormanları yıllık 43 milyon ton oksijen üretmektedir (OGM 2020b). Doktora tezi araştırmasının yürütüldüğü Murat Nehri Havzasındaki servet ve artım envanterine konu edilmiş orman alanları ise yılda 403.799,68 ton oksijen üretmektedir. Diğer bir ifadeyle Türkiye ormanlarının bir yılda ürettiği toplam oksijen miktarının yaklaşık olarak %1 kadarı havza sınırlarında kalan 583.149,8 ha ormanlık alan tarafından üretilmektedir. Ancak Türkiye ormancılık pratiğinde a gelişim çağındaki meşcereler, ağaçlandırma yapılmış meşcereler ve bazı bozuk meşcereler için servet ve artım hesabı yapılmamaktadır. Dolayısı ile bu gibi orman alanlarının sahip oldukları bitkisel kütleyi ve bağlı olarak depoladıkları karbon miktarı ile ürettikleri oksijen miktarlarını dolaylı yöntemlerle hesaplamak mümkün değildir. Oysaki bu alanlar da hem karbon depolamakta hem de oksijen üretmektedir. Ormanlardan çok amaçlı yararlanmanın giderek daha fazla önem kazandığı günümüzde bu sorunun çözümüne yönelik adımlar atılmalıdır.

Murat Nehri Havzasındaki ormanlık alanlarda 2017 yılında üretilen 1 ton oksijenin satış bedeli 1441,42 TL'dır. 2021 yılına gelindiğinde ise 1 ton oksijenin satış bedeli %80 artış göstererek 2594,56 TL'na ulaşmıştır. Buna göre 2017 yılı ile 2021 yılı arasında çalışma alanındaki orman ekosistemlerinin ürettikleri oksijenin yıllık parasal değerleri, sırasıyla, 16.082.253.270,04 TL, 19.997.158.160,37 TL, 24.144.881.129,49 TL, 28.525.422.177,38 TL ve 33.138.781.304,04 TL olarak hesaplanmıştır.

Orman ekosistemlerinin sahip oldukları ağaçların bitkisel kütle üretimleri sırasında ürettikleri oksijenin ekonomik değerini hesaplayan çeşitli çalışmalar incelenmiştir. Buna göre Başkent *et al*. (2008) tarafından Artvin'de yine endüstriyel oksijen gazının fiyatlarına bağlı olarak oksijen üretimi hizmetinin ekonomik değerin tespit etmişler ve oksijenin birim fiyatının 24,93 USD/tO olduğunu ifade etmişlerdir. Guo *et al*. (2001) ise Çin'in Xingshan şehrinde yaptıkları çalışmada oksijenin birim fiyatını 45,5 USD/tO olarak belirlemişlerdir. Jim and Chen (2009) ise Çin'de kent ormanlarının ürettikleri oksijenin yıllık toplam ekonomik değerini 38.900.000 Yuan/yıl (5.118.421,05 USD/yıl) olarak hesaplamışlardır.

Ek olarak çalışma sahası sınırlarına giren planlama birimlerinden gerek karbon depolama hizmeti gerekse oksijen üretimi hizmeti açısından en verimli olan Ovacık orman işletme şefliğidir. Zira söz konusu orman işletme şefliğinde birim alandaki ortalama yıllık hacim artımı en yüksektir (1,682 m^3/ha/yıl). Ayrıca birim alandaki bitkisel kütle ve bu bitkisel kütlede depolanan karbon miktarı ile üretilen oksijen miktarları açısından değerlendirildiğinde en yüksek verim tüm değişkenler için MVMP'nda görülmektedir. Örneğin 2017 yılı için bir değerlendirme yapılacak olursa; MVMP'nda birim alandaki ortalama bitkisel kütle 65,31 t/ha, ortalama bitkisel kütle karbonu 32,65 tC/ha ve üretilen ortalama oksijen miktarı 78,37 tO/ha olarak hesaplanmıştır. Bu değerler söz konusu yılda diğer tüm planlama birimlerinden yüksektir. Bu durum 2018, 2019, 2020 ve 2021 yılları için de geçerlidir. Milli parkların özel statüleri gereği bu alanlardaki meşcerelerin daha düşük yoğunlukta silvikültürel işlemlere tabii tutulmaları, dolayısıyla birim alanda daha fazla ağaç serveti bulundurmaları MVMP'nda birim alanda tüm değişkenler için daha fazla stok bulunmasının nedeni olarak değerlendirilmektedir.

Doktora tezi çalışması kapsamında Murat Nehri Havzasında bir yılda toplanan ve akışa geçerek önce Fırat Nehrine ardından da Keban Barajına katılan suyun ekonomik değerinin belirlenmesine yönelik araştırmalar da yapılmıştır. DSİ kayıtlarına göre Türkiye'nin su potansiyeli 185 milyar m^3'tür. Bu suyun 31 milyar m^3'ü ise Murat Nehrinin de bir kolu olduğu Fırat Nehrine aittir (Günek 2006). Yine DSİ kayıtlarına göre Murat Nehrinden ise yılda ortalama 8,1 milyar m^3 su akışa geçmektedir ve Fırat Nehri üzerinden Keban Barajına dökülmektedir. Bu çalışmada bu suyun ekonomik değeri belirlenmiştir. Çünkü DSİ tarafından Murat Nehri Havzasının çıkış noktasındaki Palu'da bulunan akım gözlem istasyonunda ölçülen dere akımı değerlerinin uzun yıllar ortalaması 8,1 milyar m^3'tür. Bu su; havza boyunca üretilen ve bazı tahsislerle kişi, kurum ve kuruluşlara verilen suyun mahsup edilmiş miktarıdır. Ek olarak Palu'da havzayı terk ederek önce Fırat Nehrine oradan da Keban Barajına katılan bu su; barajda depolandıktan sonra da elektrik üretimi, tarımsal sulama, içme – kullanma gibi diğer amaçlarla kullanılmaya yani ekonomik değer üretmeye devam etmektedir.

Oysaki havzada toplanan ya da başka bir ifade ile üretilen suyun miktarı bundan çok daha fazladır. Ancak havzada üretilen toplam suyun miktarının bilinmemesi sadece kayıt altına alınan miktarda suyun ekonomik değerinin belirlenmesine sebep olmuştur. DSİ ile yapılan görüşmelere göre bu kayıtların uzun yıllar ortalaması biçiminde tutulduğu bilgisi edinilmiştir. Fakat herhangi bir havzada üretilen ya da akışa geçen suyun miktarı iklim olaylarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Özellikle iklim değişikliğinin etkisini giderek artırdığı yüzyılımızda bu kayıtların sistematik olarak tutulup yayınlanması çok büyük öneme sahiptir.

Genel kanı özellikle ağaçlandırmalar yoluyla orman alanlarının artmasına bağlı olarak havzalarda üretilen ya da akışa geçerek yararlanılabilir hale gelen su miktarının azaldığı yönünde olsa da (Fahey *et al*. 1998, Zaady *et al*. 2001, Huang *et al*. 2003, Farley *et al*. 2005); yapılan bazı çalışmalar ormanların çevresindeki alanlara oranla %15 – 50 daha fazla yağış aldığı ve aldıkları bu yağışın %44'ünü de kullanılabilir dere akışı yanı su ürünü haline getirdiğini göstermiştir (Çepel 1986, Suri 2004). Mızraklı vd. (2008) orman olmayan alanlarda ise yağışın ancak %14'ünün su ürününe dönüştüğünü belirtmiştir.

Bir havzanın su bilançosu üzerinde etkin olan faktörler arasında transpirasyon, infiltrasyon ve evaporasyon sayılabilir (Çepel 1986, Asan ve Şengönül 1987). Ağaç türü, meşcere yaşı ve meşcere kuruluşu gibi etkenler tüm bu değişkenler üzerinde etkili olmaktadır. Örneğin yapraklı ağaç türlerinde oluşan ormanlarda ibreli türlerden oluşan ormanlara göre intersepsiyonla daha az miktarda su tutulmaktadır (Çepel 1986). Ayrıca Scott and Prinsloo (2008) yaptıkları çalışmada çam türleri ile yapılan ağaçlandırmaların 30 yıl sonrasında, ökaliptus türleri ile yapılan ağaçlandırmaların 15 yıl sonrasında su rejiminin iyileşmeye başladığını yani su üretiminin arttığını ifade etmektedirler. Buna göre doğru ağaç türü ile doğru meşcere kuruluşları su üretimi havzalarında yapılacak ağaçlandırmalarda çok büyük önem kazanmaktadır.

Murat Nehri Havzasında üretilen suyun ekonomik değerini belirleyebilmek için ilk olarak havzadaki uygun ağaçlandırma alanları belirlenmiştir. Bu alanların seçimi ve uygulanan ağaçlandırma tekniklerine yönelik detaylı tartışma ilerideki kısımlarda

yapılmıştır. Ancak burada havzada üretilen suyun miktarını doğrudan ve en çok etkilemesi sebebiyle, ağaçlandırmada kullanılması öngörülen ağaç türleri üzerinde durulmuştur. Schwärzel *et al*. (2018) yerel su kaynakları üzerinde olumlu etki yaratabilmek uygun türlerin seçiminin (çoğunlukla doğal türler) önemini vurgulamaktadır. Bu çalışmada da, hiçbir şekilde tür değişikliği öngörülmeden, yörede en yaygın olarak yayılış gösteren meşe, karaçam ve ardıç türleri ile ağaçlandırma yapılacağı kabul edilmiştir. Bu türlerin yüzyıllardır yörede bulunmaları sebebiyle lokal koşullara tam uyum sağlamış olmaları, kurak dönemlerde kanaatkar davranabilmeleri sayesinde daha az su tüketecekleri varsayılmıştır. Ek olarak özellikle meşe türünde intersepsiyon ve transpirasyon gibi su üretimi bilançosunun gider kalemlerinin diğer türlere göre daha düşük olması da (Çepel 1986) çalışma kapsamında tercih edilmesinde etkin rol oynamıştır.

Bu araştırma kapsamında suyun ekonomik değeri sadece ağaçlandırmanın yapıldığı yıl ve bu yılları takip eden sonraki 4 yıl için (2017 ve 2021 yılları arası) belirlenmiştir. Yukarıda bahsi geçen ağaç türlerinin büyüme hızları dikkate alındığında, seçilen ağaç türlerinin araştırmanın kapsadığı beş yıllık süre zarfında su üretimini düşürecek (infiltrasyon, transpirasyon, vb.) nitelikte meşcere kuruluşlarına ulaşamayacakları görülmektedir. Örneğin meşe ağaç türü ülkemizde iyi bonitette dahi 5 yaşında sadece 1,8 cm meşcere orta çapına ulaşabilmektedir (Eler ve Carus 2006). Ek olarak hem havzanın topografik özellikleri hem de su üretimi amacıyla yapılacak ağaçlandırmalarda dikkate alınacak hususlar gereği (Ürgenç 1998, Boydak ve Çalışkan 2014) dikim aralık ve mesafeleri yüksek tutulduğu için meşcere sıklıkları da görece düşük kalacaktır. Meşcere sıklığı ile su bilançosunun kayıp kalemleri arasında negatif yönlü bir ilişki olduğu bilinmektedir (Çepel 1986, Asan ve Şengönül 1987). Bütün bu bilgilerin sonucunda Murat Nehri Havzasında bir yılda toplanarak akışa geçen ve Keban Barajına ulaşan suyun miktarının (8,1 milyar m^3/yıl) 2017 – 2021 yılları arasında ağaçlandırma yoluyla orman alanlarının artmasına bağlı olarak önemli bir değişikliğe uğramayacağı kabul edilebilir. Ayrıca daha önce de değinildiği gibi bu veri DSİ tarafından uzun yıllar ortalaması biçiminde tutulduğu için yıllara bağlı olarak çok fazla değişikliğe uğramadığı yetkili otorite tarafından kabul edilmektedir.

Çepel (1986) su üretimi amacıyla ayrılan havzalarda mutlak surette ağaçlandırma yapılmasını hatta bunun yasal düzenlemelerle zorunlu hale getirilmesi gerektiğini ifade etmiştir. Zira Rakhmanov (1970) ve Bochkov (1970) tarafından yapılan çalışmalar da su üretim havzalarında ormanlık alanların artmasına bağlı olarak dere akışında da (dolayısıyla su veriminde) artış gerçekleştiğini sayısal olarak ortaya koymuşlardır. Ernst (2004)'e göre yaklaşık %60'ı orman örtüsü olan bir alanda orman örtüsündeki her %10 oranındaki artış, bakım ve kimyasal giderlerini yaklaşık %20 oranında azaltmaktadır. Dolayısıyla havzada etkin orman yönetimi, aslında etkin su yönetimi demektir. Böylece hem yüzey ve yeraltı suyunun miktarı ve kalitesi, hem de toprak korunur. Lefèvre *et al*. (2013) göre orman yönetimi ve planlaması, ağaçların su stresini azaltmakta ve meşcerenin hayatta kalma olasılığını artırmaktadır.

Ormanlarda ağaçlar tarafından kullanılan suyun hacmi, meşcere yaşı ve meşcere sıklığına (yaprak yüzey indeksi ve tepe pürüzlülüğü gibi birçok değişkene) bağlıdır. Dolayısıyla havzalarda ağaçlandırma yoluyla orman alanlarını artırmak üretilecek suyun düşeceği anlamına geliyor gibi algılansa da su üretiminin düşmesi orman alanlarının artışına değil, orman alanlarına yapılacak silvikültürel müdahalelere bağlıdır. Hidrolojik fonksiyon üstlenen orman alanlarında teknik müdahaleler göğüs yüzeyini ve meşcere sıklığını su üretimi amacına uygun seviyelere getirecek biçimde gerçekleştirilmelidir (Eraslan 1982, Asan ve Şengönül 1987, Mızraklı vd. 2008).

Ormanlardaki su yönetimi öncelikleri, büyük ölçüde ormanların fiziki coğrafyasına bağlıdır. Su yönetiminin, aşağı havzalarda ve yukarı havzalarda farklı olması gerekir. Çünkü aşağı havzalarda yağış miktarı daha az, eğim daha düşüktür; bu sebeple infiltrasyon daha yüksektir. Yukarı havzalarda ise yağış daha sık ve fazladır; sığ toprakların bulunduğu dik yamaçlarda yüzeysel akış miktarı fazladır (FAO 2018). Dolayısıyla ormanlarda su odaklı yapılacak olan silvikültürel uygulamalar, idari sınırlara göre değil, doğal sınırlara yani havza sınırlarına göre yapılmalıdır.

Albers vd. (2020)'e göre, ormanlarda su üretimini belirlemek için kullanılacak temel göstergeler; yağış, transpirasyon, evaporasyon, infiltrasyon, gövdeden akış, intersepsiyon, yüzeysel akış, eğim, dere sıklığı, sayısı ve yoğunluğu, toprak derinliği ve

geçirgenliği, bitki örtüsü ve ölü örtü durumudur. Su üretimi değerini etkileyen ve bitki örtüsü sınıfı içerisinde yer alan orman ekosistemlerine ilişkin temel göstergeler ise; meşcere yaşı, meşcere sıklığı (kapalılık, hacim, göğüs yüzeyi, ağaç sayısı), orman formu, ağaç türü, meşcere gelişim çağı, orman parçası/meşcere alanı, köklenme derinliği, kök yoğunluğu, yaprak yüzey alanı/miktarı ve ağaçların su kullanım miktarları oluşturmaktadır.

Ormanlık bir havzanın su verimi, havza üzerine düşen yağış, infiltrasyon, intersepsiyon, gövdeden akış, transpirasyon, yüzeysel akış ve evaporasyon gibi bir takım faktörlerin karşılıklı ilişkileriyle şekillenmektedir (Uslu 1969, Çepel 1978). Bu kavramlar aynı zamanda havzanın su bilançosunu da oluşturmaktadır (Çepel 1986). Orman örtüsü bir taraftan evaporasyonu azaltıp, infiltrasyon koşullarını geliştirerek düzenli ve devamlı su verimini olumlu yönde etkilemektedir. Ormanların bir havzadaki su verimi üzerindeki bu etkisi meşcere sıklığına, tepe boyutlarına, ağaç türüne ve yaprak miktarına göre değişiklik göstermektedir (Asan ve Şengönül 1987).

Havzalarda su verimini artırmak için ormanlar; ağaç türü, işletme şekli, intersepsiyon, evaporasyon ve transpirasyon miktarları ve meşcere sıklığı değişkenleri ve kombinasyonlarını düzenleyerek yönetilmelidir (Albers vd. 2020). Orman ağaçlarının yapraklı ve iğne yapraklı oluşuna göre intersepsiyon miktarında değişmeler görülmektedir. Ülkemizde yapılan araştırmalarda karaçamın, meşe, kayın ve gürgene göre çok daha fazla intersepsiyona neden olduğu ortaya konmuştur (Çepel 1993).

Bitki örtüsü toprak yüzeyine ulaşan suyun hareketini etkilemektedir. Bu etki yüzeysel akışın azaltılması ve infiltrasyonun artırılması şeklinde olmaktadır. Ancak bitki formasyonlarının bu yöndeki rolleri birbirinden farklılık göstermektedir. Örneğin Balcı tarafından Elmalı barajı yağış havzasında yapılan karşılaştırılmalı bir çalışmada toplam yağışın %82'sinin baltalık ormanda toprağa sızdığı, geri kalan %18'inin ise yüzeysel akışa geçtiği, buna karşın bu oranların çayırla kaplı arazilerde %64 ve %36 olduğu belirlenmiştir (Balcı 1958). Ancak havzada su üretimi demek yüzeysel akış demek değildir. Zira yüzeysel akış erozyona sebep olması nedeniyle hem kaliteli su üretimini hem de su verimini olumsuz etkilemektedir (Özhan 1986). Ancak havzalarda yapılacak

ağaçlandırmalar ile orman örtüsünün artması suyun zamanla akışa geçmesini sağlayacağı için dere akışını iyileştirecek ve düzenleyecektir. Bu da hem kaliteli su üretimi hem de daha yüksek su verimi anlamına gelmektedir. İşte bu nedenlerle su üretimi havzalarında mutlak suretle ağaçlandırma yapılmalıdır.

Öte yandan ormanlar tepe örtüsü, ölü örtü, toprak florası denilen humus tabakası ile toprağa kazandırdığı iyi hidrolojik özellikler nedeniyle ormansız havzalara kıyasla derelerdeki sel akımlarını azaltmakta, bunları ve yarı kurak bölgelerde devamlı akımları yaz ortalarına kadar uzanmaktadır (Balcı 1975, Özhan 1986). Böylece hem sel akımlarına engel olmakta ve yüksek akımları önemli ölçüde azaltmakta hem de erozyon ve sedimentasyonu önlemektedir. Ek olarak orman alanlarının sahip oldukları ölü örtü tabakasında tutulan yüksek miktarda su infiltrasyon yoluyla yavaş bir şekilde toprağa karışmakta ve yer altı sularını beslemektedir. Bu sularda daha sonra pınar olarak adlandırılan noktalardan tekrar yer üstüne çıkarak dere akışına katılmaktadır. Böylece özellikle kurak mevsim boyunca dere akışı rejiminin düzenli bir biçimde sürmesini sağlamaktadır. Bu da havzalarda su üretimi verimini olumlu yönde etkilemektedir (Özhan 1986).

Ayrıca havzada su üretimine yardımcı olmak amacıyla yapılacak uygulamada su kaybı daha az olan yapraklı orman tesisi söz konusu iken erozyon ve taşkını önlemek ön plana geçince sık büyüyen ve daimi yeşil kalan vejetasyon örtüsünün getirilmesi gerekmektedir (Balcı 1976). O nedenle havza amenajman uygulamalarında havzadaki karmaşık ilişkilerin iyi saptanması, havzanın idaresindeki asıl amaç veya amaçların çok iyi bilinmesi ve planlanması, ondan sonra da havzadaki vejetatif ekosistemin yaşayan ve dinamik bir bütün olduğu asla dikkatten uzak tutulmayarak olumlu ve en hassas müdahalenin yapılması gerekmektedir (Balcı 1975).

Murat Nehri Havzasında potansiyel olarak ağaçlandırılabilecek alanların tespit edilmesindeki temel amaç havzada uygun yerlerde su üretimi amacıyla yapılacak ağaçlandırmalar için ormancılık sektörü tarafından katlanılacak yatırım maliyetlerine bağlı olarak suyun ekonomik değerini belirlemektir. Çalışma alanında potansiyel olarak ağaçlandırılacak alanların seçimi AHS tekniği ile gerçekleştirilmiştir. Buna göre Murat

Nehri Havzasında su üretimi amacıyla potansiyel olarak ağaçlandırılabilecek 1.085.828,1 ha büyüklüğünde bir alan tespit edilmiştir. Bu alanların yaklaşık olarak %47'si (515.350,3 ha) %21 – 40 eğim grubundadır. Potansiyel ağaçlandırma alanlarının en fazla olduğu planlama birimi Tatvan OİŞ (142.364,7 ha)'dir. En az potansiyel ağaçlandırma alanı 104,3 ha ile Bitlis OİŞ'nde tespit edilmiştir. MVMP, Van ve Kemah planlama birimlerinde ise, Murat Nehri Havzası sınırlarında olmalarına rağmen, potansiyel olarak ağaçlandırılması uygun olan alan tespit edilememiştir.

AHS tekniği ile potansiyel ağaçlandırma sahalarının seçimi 5 ana kritere bağlı olarak gerçekleştirilmiştir. Bu kriterler etki ağırlıklarına göre, büyükten küçüğe, yükselti (%34,75), yıllık toplam yağış (%25,84), toprak tipi (%25,20), eğim (%9,74) ve bakı (%4,84) faktörleridir. Yağcı and İşcan (2021) ise yine kurak ve yarı kurak bir iklime sahip olan Konya ilinde yaptıkları çalışmada potansiyel ağaçlandırma alanlarını, etki ağırlığına göre büyükten küçüğe, arazi kullanım sınıfları (%36), büyük toprak grupları (toprak tipi) (%36), yıllık toplam yağış (%14), erozyon tipi (%8), bakı (%5) ve eğim (%3) kriterlerine bağlı olarak belirlemişlerdir. Bu kriterlerin büyük bir çoğunluğu Murat Nehri Havzası için yapılan çalışma ile benzerdir. Ancak ağaçlandırma amacı değiştikçe ağaçlandırılacak alanların seçiminde dikkat edilecek özellikler de değişmektedir (Ürgenç 1998, Boydak ve Çalışkan 2014).

Murat Nehri Hvazasında su üretimi ekosistem hizmetinin ekonomik değerlendirmesi için "gider (maliyet) metodu"ndan yararlanılmıştır. Bu metodla Eker (2005) Darlık Havzasında su üretiminin ekonomik değerini, Yalçınkaya (2020) ise Yamula Baraj Havzasında su üretiminin ekonomik değerini belirlemişlerdir. Ancak söz konusu iki çalışmada araştırmacılar suyun ekonomik değerini belirlerken sadece ağaçlandırma maliyetlerinden değil genel idare giderleri, araştırma geliştirme giderleri gibi ormancılık sektörü tarafından yapılacak diğer yatırım maliyetlerinden de yararlanmışlardır. Ek olarak yine söz konusu iki araştırmada havzada üretilen suyun depo edildiği barajların inşaasını gerçekleştiren İSKİ ve DSİ gibi kamu kurumlarının katlanmak durumunda oldukları maliyetler de suyun ekonomik değerinin belirlenmesi amacıyla kullanılmıştır. Ancak bu araştırmada ormancılık sektörünce yapılacak ağaçlandırma ve bakım yatırımları dışında herhangi bir maliyet kalemi dikkate alınmamıştır. Ayrıca Murat

Nehri Havzasında suyun depo edileceği herhangi bir baraj ya da bent de bulunmamaktadır. Havzada bir yılda üretilen su doğrudan Fırat Nehrine katılmaktadır. Dolayısıyla suyun maliyetini sadece ormancılık sektörü tarafından yapılacak yatırımların bedelleri etkilemektedir.

Potansiyel ağaçlandırma alanlarında OGM'nin yıllık olarak yayınladığı birim fiyat cetvellerinden yararlanılarak ağaçlandırma yapılması durumunda ortaya çıkacak yatırım maliyetleri de hesaplanmıştır. Buna göre ormancılık sektörünün, 2017 yılı fiyatları ile, çalışma alanının tamamında toplam 6.989.646.343,67 TL ağaçlandırma yatırımı yapması öngörülmektedir. Toplam ağaçlandırma maliyetlerinin eğim gruplarına dağılımı, sırasıyla, 2.324.951.724,75 TL, 3.219.742.514,46 TL, 1.227.727.558,70 TL ve 217.224.545,77 TL olarak tespit edilmiştir. Buna göre Murat Nehri Havzasında su üretimi amacıyla ağaçlandırma yoluyla kurulacak 1 ha büyüklüğündeki orman alanının maliyeti 6437,16 TL olarak hesaplanmıştır. En fazla ağaçlandırma yatırımının Kiğı planlama birimine (818.908.608,90 TL), en düşük ağaçlandırma yatırımı ise Bitlis planlama birimine (661.768,81 TL) ait olduğu görülmüştür.

Bilindiği gibi bir ağaçlandırma faaliyeti diri örtü temizliği, toprak işleme, fidan dikimi / tohum ekimi, bakım vb. birçok faaliyet kalemini içermektedir. Doktora tezi araştırma alanında toplam ağaçlandırma yatırımının faaliyet kalemlerine dağılımı da incelenmiştir. Tüm faaliyet kalemleri arasında %55 gibi bir oranla en yüksek payın fidan dikim işlerine (3.824.145.955,53 TL) ait olduğu, en düşük payın ise %3 ile dikim sonrası bakım faaliyetlerine (200.888.265,76 TL) ait olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu dağılım ağaçlandırma yatırımı yapması öngörülen tüm OİŞ'leri için benzerdir. Ancak Tatvan OİŞ'nde fidan dikim işlerinden doğan maliyetin diğer planlama birimlerine göre en yüksek değerde (487.153.029,36 TL) olmasına rağmen toplam yatırım maliyetinin Kiğı OİŞ'nde en yüksek değerde olması dikkat çekicidir. Bu durumun sebebi olarak; Tatvan planlama biriminde ağaçlandırma yapılacak alanların Kiğı planlama birimine göre daha düşük eğim gruplarında yoğunlaşması ve bunun sonucunda da nispeten daha düşük maliyetli olan tam alanda makineli çalışma (ÇEM 2017) imkanının daha fazla olması değerlendirilmektedir.

Ek olarak fidan dikim işlerine ait maliyetlerin hem planlama birimleri için hem de çalışma sahasının geneli için en yüksek toplam yatırım maliyeti içerisinde en yüksek paya sahip olmasının nedeninin fidan maliyetleri içerisinde fidanların ağaçlandırma sahalarına ulaştırılmasından doğan nakliye maliyetlerinin de bulunması olduğu değerlendirilmektedir. Ayrıca fidan fiyatının oluşumunda tohum toplama, çıkarma, çimlendirme, yastık ya da kap içine alma gibi birçok iş kolundan doğan maliyetlerin (ÇEM 2017, OGM 2017b) bulunduğu da unutulmamalıdır. Bu durumda genel olarak ağaçlandırma yatırımları içerindeki en yüksek payın fidan dikimi kalemine ait olması sonucunu doğurmuştur.

Suyun ekonomik değerini belirleyebilmek için sadece 2017 yılında yapılması öngörülen ağaçlandırma yatırımlarının maliyetlerinden yararlanılmamıştır. Ağaçlandırmayı takip eden 4 yıl (2018, 2019, 2020 ve 2021 yılları) boyunca ağaçlandırılan alanlarda yapılması planlanan bakım faaliyetlerine ait maliyetler de hesaplanarak suyun ekonomik değeri tespit edilmiştir. Hem ağaçlandırma maliyetleri hem de bakım maliyetleri ormancılık cüzi faizi olan %3 faiz oranı ile (Türker 2013) her yıl için iblağ edilerek bir sonraki yılın toplam yatırım bedeli hesaplanmıştır. Buna göre 2017 yılında yapılan ağaçlandırma maliyetinin 2018 yılına gelindiğinde, bakım maliyetleri de dahil olmak üzere, toplam bedeli 7.346.966.942,81 TL'na ulaşmıştır (2018 yılında 147.631.208,83 TL bedelinde bakım faaliyeti yapılmıştır.). 2021 yılı için ise 8.714.650.154,21 TL gibi bir toplam yatırım bedeli hesaplanmıştır.

Doktora tezi çalışması kapsamında son olarak Murat Nehrinden 1 yılda akışa geçerek Keban Barajına ulaşan birim miktarda suyun ormancılık sektörüne olan maliyeti hesaplanmıştır. Buna göre 2017 yılında havza geneli için 1 m^3 suyun maliyeti 0,86 TL/m^3/yıl olarak hesaplanmıştır. Bir yıllık periyotlarla 2018 yılından 2021 yılına doğru gidildiğinde ise suyun maliyeti, sırasıyla, 0,91 TL/m^3/yıl, 0,96 TL/m^3/yıl, 1,02 TL/m^3/yıl ve 1,08 TL/m^3/yıl olarak tespit edilmiştir. Yalçınkaya (2020) Yamula Barajında tutulan suyun fiyatını ormancılık sektörünce yapılan ağaçlandırma yatırımları bedeline bağlı olarak 1,40 kr/m^3 (0,014 TL/m^3) biçiminde hesaplamıştır. Murat Nehri Havzasında oluşan fiyat ile arasında böylesi bir fark olmasının nedenleri arasında hem çalışma alanının küçük olmasından dolayı daha az alanda ağaçlandırma yapılmasından

hem de yatırımların yapıldığı yıllar ile (2008 ve 2014 yılları arası) 2017 yılı arasındaki kur ve birim fiyat cetvellerindeki fiyatlamalardan kaynaklandığı değerlendirilmektedir.

Eker (2005) ise İstanbul'da Darlık Havzası için yaptığı çalışmada 1 m^3 suyun maliyetini, 2003 yılı fiyatlarına göre, 382011 TL olarak hesaplamıştır. Bu maliyette ormancılık sektörüne düşen pay toplam maliyetin ise %9'u (yaklaşık olarak 34419 TL) kadardır. Mashayekhi *et al*. (2010) ise İran'da yaptıkları çalışmada birim ormanlık alanda 0,05 USD/m^3 değerinde 84,8 m^3/ha su tutulduğunu tespit etmişler ve buna bağlı olarak birim orman alanının değerini yaklaşık 43 USD/ha olarak hesaplamışlardır. Bu doktora tez çalışmasında amaç Murat Nehri Havzasındaki ormanların ya da potansiyel olarak kurulacak ormanların değerini belirlemek olmasa da bundan sonra ormanın değerini belirlemeye yönelik olarak yapılacak olan araştırmalara altlık oluşturacak önemli bilgiler elde edilmiştir.

Son olarak doktora tezi araştırması kapsamında ağaçlandırma yatırımı yapması öngörülen planlama birimleri için de suyun ekonomik değeri belirlenmiştir. Buna göre en yüksek su birim maliyeti, 2017 yılı fiyatlarına göre, 3,29 TL TL/m^3/yıl ile Hazro OİŞ için hesaplanmıştır. En düşük su birim maliyeti ise 0,025 TL/m^3/yıl ile Ağrı OİŞ'ne aittir. Bu durum 2018 – 2021 yılları arasında da geçerlidir. Bu durumun Ağrı planlama biriminde çok daha fazla alanda ağaçlandırma yapılması öngörülmekle birlikte, potansiyel ağaçlandırma sahalarının çok büyük bir kısmının en düşük eğim grubunda toplanması sebebiyle birim alan ağaçlandırma maliyetlerinin düşük kalmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Ek olarak 3 adet planlama biriminin (MVMP, Van ve Kemah OİŞ'leri) su üretimi için ağaçlandırılabilecek uygun alanları olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu durumda söz konusu bu üç adet OİŞ için suyun birim maliyetinin ne olacağı sorusu akla gelebilir. Bu nedenle bu üç adet OİŞ için havza genelinde hesaplanan suyun birim maliyetinin (örneğin 2017 yılı 0,86 TL/m^3/yıl) kullanılabileceği önerilebilir.

Bu doktora tezi çalışmasında suyun ekonomik değerini belirleyebilmek için sadece OGM'nce yapılacak ağaçlandırma yatırımlarının maliyetlerinden yararlanılmıştır.

Oysaki suyun toplam maliyeti sadece ağaçlandırma yatırımlarından ibaret olamaz. Springer (2005) suyun ücretlendirilmesi sisteminin; su kaynakların erişmek isteyenlerin talep ücreti, su kaynaklarını yönetme ücreti ve yetkili otoritenin izleme ve diğer idari maliyetlerini karşılama ücreti gibi bileşenleri de içermesi gerektiğini ifade etmektedir. Bu bağlamda bu doktora çalışması bir adım olarak değerlendirilebilir.

Murat Nehri Havzasında üretilen suyun ekonomik değerinin belirlenebilmesi için yapılan çalışmalar sırasında en çok karşılaşılan açmaz gerek ülkemizde gerekse dünyada orman ekosistemlerinin su üretimi hizmetinin ekonomik değerinin belirlenmesine yönelik literatür eksikliğidir. Sürekli ve kaliteli su üretiminde oldukça etkin bir role sahip olan ormanların bu hizmetlerinin ekonomik değerlendirilmesi mutlaka yapılmalıdır.

Sonuç olarak orman ekosistemlerince üretilen karbon depolama hizmetinin ekonomik değerinin belirlenebilmesi için Dünya Bankası tarafından yayımlanan karbon fiyatlarının kullanılması hızlı ve etkin bir şekilde karar vermeyi sağlamaktadır. Ancak bu fiyatların Türkiye'deki pazar koşullarında oluşmadığı da unutulmamalıdır. Bu nedenle mutlaka Türkiye koşullarına uygun bir karbon fiyatlaması yapılmalıdır. Oksijen üretimi hizmetinin ekonomik değerinin belirlenebilmesi için Türkiye pazar koşullarında oluşmuş oksijen fiyatlarından yararlanıldığı, dolayısıyla tez kapsamında hesaplanan oksijen fiyatlarının Türkiye koşullarını daha gerçekçi bir şekilde yansıttığı ifade edilebilir. Orman ekosistemlerinin su üretimi hizmetinin ekonomik değerinin belirlenebilmesi için de Türkiye ekonomik koşullarına göre hazırlanmış birim fiyat cetvellerinden yararlanıldığından ormanların su üretimi hizmetinin ekonomik değerinin de gerçekçi bir yaklaşımla tespit edildiğini ifade etmek mümkündür. Ek olarak havzada bir yılda toplanan ve akışa geçerek bölgenin en önemli yatırımlarından biri olan Keban Barajına katılan suyun ekonomik değerinin belirlenmesi sonucunda hem ormancılık sektörü tarafından hem de diğer sektörler tarafından yöreye yapılacak yatırımların planlanması açısından önemli bilgilerin elde edilmiş olması bu çalışmanın gelecekte yapılacak çalışmalara sağlayacağı bir diğer katkı olarak değerlendirilmektedir.

Orman ekosistemlerince üretilen bir hizmetin ekonomik değerinin belirlenmesinde örneğin biyoçeşitlilik değerlemesinde belli başlı sorunlarda meydana gelebilmektedir. Biyoçeşitliliğin ekonomik değerlendirmesi, yalnızca genetik değişkenliğin, tür zenginliğinin ve ekolojik çeşitliliğin değil, aynı zamanda ve her şeyden önce etkileşimlerinin eşzamanlı ve entegre bir şekilde analiz edilmesini içermektedir. Ekosistemlerin evriminde genlerin ve türlerin biyoçeşitliliğinin oynadığı rol ve bunların ekosistemlerin istikrarı ve sürdürülebilirliği (daha kesin olarak tanımlanması gereken iki terim) üzerindeki etkileri hakkında bilgi eksikliğinin var olması, bu ekonomik değer belirleme görevini daha da zorlaştırmaktadır. Ayrıca bu değer oldukça görecelidir, yani biyolojik çeşitlilik farklı insanlar, farklı toplumlar veya zamanın farklı noktalarında aynı değeri (özellikle sosyal değeri) tutmamaktadır. Dahası biyoçeşitliliğin bir bileşeninin tek başına değerlendirilmesi ve aynı bileşenin biyoçeşitliliğin diğer unsurları arasında değerlendirilmesi genellikle farklı sonuçlara yol açmaktadır (Brahic and Terreaux 2011). Ekonomik değerleme yaklaşımları anlamında belli başlı bazı sınırlamalar da mevcuttur. Bunlar; mekansal sorunlar, zamansal sorunlar, çevresel sınırlar, veri aktarımı ve bilgi boşluğu, kültürel engeller, siyasi engeller sıralanabilmektedir (Ludwig 2000).

Ormancılık sektörünün gayri safi milli hasıladaki (GSMH) payı TÜİK tarafından 2002 yılında hazırlanan raporlara göre %0,2'dir. Bu özelliği ile ormancılık sektörünün ülke ekonomisine katkıda bulunan diğer sektörlere göre en son sıralarda bulunduğu söylenebilir (Türker 2013). Ek olarak yapılan başka bir çalışmada ormancılık sektörünün bilançolara yansımayan gizli yakacak odun tüketimi, özel sektör odun üretimi ve ormancılık sektörünün yaptığı sübvansiyonalar da dikkate alındığında bu payın %1,76'ya kadar yükselebileceği ifade edilmektedir (Çakır 1984). TÜİK tarafından yayınlanan 2021 yılı GSMH bültenine göre tarım, ormancılık ve balıkçılık sektörleri için ortak olarak yapılan hesaplamalar sonucunda bu üç sektörün GSMH'deki toplam payı %6,7'den (2020 yılı) %5,5'e (2021 yılı) gerilemiştir (https://data.tuik.gov.tr/, 2022).

Ormancılık sektörünün GSMH'daki payının bu denli düşük olmasının nedeni sadece orman alanlarından üretilen ve parayla ölçülebilen asli ve tali ürünlere ait kayıtların bilançoda yer almasıdır. Oysaki yine orman ekosistemlerinin ürettiği ancak parayla

ölçülemeyen; erozyonu önleme, su rejimini düzenleme, karbon depolama, iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini hafifletme gibi hizmetler de bilançoya dahil edilse sektörün GMSH'daki payının çok daha artacağı söylenebilir. Örneğin Yatağan termik santralinin çevre ormanlara yaptığı zararların ekonomik boyutunu araştıran Geray (1987) toprak koruma önlemlerinden doğan zararın 1,6 milyar TL/ha olduğunu, arazi gelirinden doğan zararın ise 177 milyon TL/ha olduğunu ileri sürmüştür. Buna göre ormanların toprak koruma işlevinin odun hammaddesi üretimi işlevinden yaklaşık 10 kat daha fazla ekonomik değer taşıdığını ifade etmek mümkündür (Geray 1987).

Küresel iklim değişikliğinin etkisini hızla ve şiddetle artırdığı günümüzde orman ekosistemlerini sadece mamul ya da yarı mamul üreten alanlar olarak değerlendirmek çok yanıltıcıdır. Bu bağlamda insanın hayatı boyunca kaliteli, temiz ve sağlıklı bir çevrede yaşama ihtiyacının bir anlamda teminatı olan ormanlar hem nicelik olarak hem de nitelik olarak geliştirilmelidir. Bu durumda da orman ekosistemlerinin sunduğu ekolojik hizmetlerin ekonomik değerlendirmesinin nasıl yapılacağı sorusu gündeme gelecektir. Bu çalışma ile bu soruya verilebilecek cevapların ilk adımı atılmıştır. Yeşil ekonomi kavramının gün geçtikçe daha popüler hale geldiği günümüzde orman ekosistemlerini bu bakış açısıyla değerlendirme zorunluluğunun daha da kaçınılmaz bir hal alacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Abbas, F., Hammad, H. M., Ishaq, W., Farooque, A. A., Bakhat, H. F., Zia, Z., Fahad, S., Farhad, W., & Cerdà, A. 2020. A review of soil carbon dynamics resulting from agricultural practices. Journal of Environmental Manage, 268: 110319.

Abila, R., Diafas, I., Guthiga, P., Hatfield, R., Kiragu, S., & Ritho, C. 2005. Economic valuation and environmental assessment. Center for Development Research (ZEF) and IUCN-The World Conservation Union-Eastern Africa Regional Office, 21(4): 125.

Abila, R., Diafas, I., Guthiga, P., Hatfield, R., Kiragu, S., and Ritho, C., 2005. Economic valuation and environmental assessment. Paper Presented to Subproject BIOTA-East Africa Project, 125 pages, Eastern Africa.

Abildtrup, J., Garcia, S., & Stenger, A. 2013. The effect of forest land use on the cost of drinking water supply: A spatial econometric analysis. Ecological Economics, 92: 126-136.

AFAD. 2021. İRAP hazırlama kılavuzu, T.C. Şanlıurfa Valiliği İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü, 169 sayfa, Şanlıurfa.

AGM. 1999. Erozyon kontrolü uygulamalarında dikkate alıncak hususlar, Tamim No: 14, AGM Yayın No: 14, 252 sayfa, Ankara.

Ahmed, M. T. and Osibanjo, O. 2005. Waste processing and detoxification, In: Ecosystems and Human Well-being: Current State and Trends. Hassan, R., Scholes, R. and Ash, N. (eds), Volume 1, pp. 419-438, London.

Akgüngör, S. 1997. Doğal kaynakların parasal değerinin ölçülmesinde kullanılan yaklaşım ve yöntemler. Doğal Kaynak Kullanımında Alternatif Yöntemler, Yeni Yaklaşımlar Sempozyumu, s. 161-170, Ankara.

Akkurt, Y. ve Akten, M. 2021. Kent parklarında ekosistem hizmetlerinin rolü. Journal of Architectural Sciences and Applications, 6(1): 348-357.

Albers, P. P., Çağlayan, S. D., Çalışkan, B. K., Kılıç, M., Lise, Y., Zeydanlı, U. & Oliver, C. D. 2020. Hidrolojik fonksiyonların orman amenajman planlarına entegrasyonu kılavuzu, Emsal Matbaa Tanıtım Hiz. San. ve Tic. Ltd. Şti., 135 sayfa, Ankara.

Ananda, J. and Herath, G. 2003. The use of analytic hierarchy process to incorporate stakeholder preferences into regional forest planning. Forest Policy and Economics, 5(1): 13-26.

Anonim. 2006. Dokuzuncu beş yıllık kalkınma planı, T. C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 100 sayfa, Ankara.

Anonim. 2011. Murat Nehri Havzası rehabilitasyon projesi nihai tasarım raporu, IFAD Yayını, 109 s., Ankara.

Anonymous. 2009. Ozone in the United Kingdom. AQEG, 239 pages, London.

Anonymous. 2012. Review of transboundary air pollution: Acidification, eutrophication, ground level ozone and heavy metals in the UK. ROTAP, 292 pages, Wallingford.

Asan, Ü. ve Şengönül K. 1987. Orman formlarının fonksiyonel açıdan karşılaştırılması. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 37(4): 52-67.

ASF, 2022. Web sitesi. http://www.search.asf.alaska.edu. Erişim Tarihi: 19.06.2022.

Atalay, İ. 2014. Türkiye'nin ekolojik bölgeleri, Genişletilmiş 2. Baskı, Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, 496 sayfa, İzmir.

Aylward, B. and Barbier, E. 1992. What is biodiversity worth to a developing country? Capturing the pharmaceutical value of species ınformation, London Environmental Economics Centre, LEEC Discussion Paper No: 92-05, 33 pages, London.

Aylward, B., Echeverría, J., Allen, K., Mejías, R., & Porras, I. T. 1999. Market and policy ıncentives for livestock production and watershed protection in Arenal. CREED Working Paper No: 25, 88 pages, Costa Rica.

Bailis, R. and Mccarthy, H. 2011. Carbon impacts of direct land use change in semiarid woodlands converted to biofuel plantations in India and Brazil. GCB Bioenergy, 3(6): 449-460.

Balcı, A. N. 1958. Elmalı barajının siltasyondan korunması imkanları ve vejetasyon - su düzeni münasebetleri üzerine araştırmalar. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, 125 sayfa, İstanbul.

Balcı, A. N. 1975. Su üretim alanları ve havza amenajmanı. Haliç Sempozyumu, s. 11-18, İstanbul.

Balcı, A. N. 1976. Türkiye'de yenilenebilen doğal kaynakların korunması. Dünya Doğayı Koruma Günü Toplantısında Sunulan Davetli Bildiri, s.15-17, Ankara.

Balcı, N. 1996. Toprak koruması, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ. Ü. Yayın No: 3947, O. F. Yayın No: 439, İ. Ü. Basımevi ve Film Merkezi, 490 sayfa İstanbul.

Bamwesigye, D. 2019. Expressed preference methods of environmental valuation: Non-market resource valuation tools. Journal of Landscape Management, 9(1): 24-33.

Bamwesigye, D. 2020. Total economic valuation approach of nature: Forests, Public Recreation and Landscape Protection, p. 524-527, Brno.

Bann, B. C. 2002. An overview of valuation techniques: Advantages and limitations, Special Report, ASEAN Centre for Biodiversity, 9 pages, Los Baños, Laguna.

Bann, C. and Clemens, M. 2001. Turkey forest sector review-global environmental overlays program final report, Isir Publisher, 81 pages, Ankara.

Barbier, E. B., Baumgärtner, S., Chopra, K., Costello, C., Duraiappah, A., Hassan, R., Kinzig, A. P., Lehman, M., Pascual, U., Polasky, S., & Perrings, C. 2009. The valuation of ecosystem services, In: Biodiversity, Ecosystem Functioning and Human Wellbeing: An Ecological and Economic Perspective. Naeem S., Bunker, D. E., Hector, A., Loreau, M. and Perrings, C. (eds.), Oxford University Press, pp. 248-262, Oxford.

Barthlott, W., Elisabetsky, E., Farrel, R., Kheng, C. T. and Prance, I. 2005. New products and ındustries from biodiversity, Ecosystems and Human Well-being: Current State and Trends. Volume 1, Hassan, R., Scholes, R. and Ash, N. (eds), Island Press, pp. 273-293, Washington DC.

Başak, E. 2009. Kaçkar Dağları sürdürülebilir orman kullanımı ve koruma projesi ekosistem değerleri araştırması, TEMA Vakfı Yayınları, 24 sayfa, Ankara.

Başkent, E. Z., Keleş, S. and Yolasığmaz, H. A. 2008. Comparing multipurpose forest management with timber management, incorporating timber, carbon and oxygen values: A case study, Scandinavian Journal of Forest Research, 23(2): 105-120.

Başkent, E. Z., Keleş, S., Kadıoğulları, A. İ. & Bingöl, Ö. 2011. Quantifying the effects of forest management strategieson the production of forest values: Timber, carbon, oxygen, water, and soil. Environ. Model Assess., 16: 145-152.

Başsüllü, Ç. 2014. Ormancılıkta karbon ekonomisi ve borsası. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, 356 sayfa, Isparta.

Bateman, I. J., Carson, R. T., Day, B., Hanemann, W. M., Hanley, N., Hett, T., Lee, M. J., Loomes, G., Mourato, S., Özdemiroğlu, E., & Pearce, D. W. 2002. Economic valuation with stated preference techniques: A manual, Edward Elgar, 480 pages, Cheltenham.

Bayram, B. Ç. 2021. A sustainable forest management criteria and indicators assessment using fuzzy analytic hierarchy process. Environmental Monitoring and Assessment. 193: 425.

Becker, N., Inbar, M., Bahat, O., Choresh, Y., Ben-Noon, G., & Yaffe, O. 2005. Estimating the economic value of viewing griffon vultures Gyps fulvus: A travel cost model study at Gamla nature reserve, Israel. Oryx, 39(4): 429-434.

Bekiroğlu, S. 1998. Arazi ve orman değerinin saptanması konusunda araştırmalar (Ayvalık Örneği). Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, 331 sayfa, İstanbul.

Bekiroğlu, S. 2002. Arazi ve orman değerinin saptanması konusunda araştırmalar (Ayvalık örneği). Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University, 52(2): 95-124.

Bekiroğlu, S., Atıcı, E., Özer, G. Ö., Yadigar, S., & Uslu, B. 2013. Baltalıkların oluşumu ve baltalıkların koruya dönüştürülmesinin sosyoekonomik boyutu (İstanbul örneği). İstanbul Üniveristesi Orman Fakültesi Dergisi, 63(2): 61-70.

Birch, J. C., Thapa, I., Balmford, A., Bradbury, R. B., Brown, C., Butchart, S. H. & Thomas, D. H. 2014. What benefits do community forests provide, and to whom? A rapid assessment of ecosystem services from a Himalayan forest, Nepal. Ecosystem Services, 8: 118-127.

Birol, E., Karousakis, K., & Koundouri, P., 2006. Using a choice experiment to account for preference heterogeneity ın wetland attributes: The case of Cheimaditida Wetland in Greece. Ecological Economics, 60(1): 145-156.

Bishop, J. T. 1999. Valuing forests: A review of methods and applications in developing countries, International Institute for Environment and Development, 48 pages, London.

Blew, R. D. 1996. On the definition of ecosystem. Bulletin of the Ecological Society of America, 77(3): 171-173.

Bochkov, A. P. 1970. Influence of forests and agrosilvicultural-ameliorative activities on the water level of streams and streamlets. International Symposium on Forest Influences and Watershed Management, p. 93-100, Moscow.

Bocutoğlu, E. 2012. İktisadi düşünceler tarihi, Murathan Yayınevi, 390 sayfa, Trabzon.

Bolund, P. and Hunhammar, S. 1999. Ecosystem services in urban areas. Ecological Economics, 29(2): 293-301.

Bouma, J. A. and Beukering, P. J. 2015. Ecosystem services: from concept to practice, In: Ecosystem Services: from Concept to Practice, Bouma, J. and Beukering, P. J. (eds), Cambridge University Press, pp. 3-21, Cornwall.

Boyce, J. 2018. Carbon pricing: Effectiveness and equity. Political Economy Research Institute and Department of Economics, University of Massachusetts Amherst, 152 pages, United States.

Boydak, M. ve Çalışkan, S. 2014. Ağaçlandırma, OGEM-VAK, 712 sayfa, İstanbul.

Brahic, E. and Terreaux, J. P. 2011. Problems and methods of forest biodiversity economic valuation, Sciences Eaux & Territoires (3bis), 16-19.

Brauman, K. A., Daily, G. C., Duarte, T. K., & Mooney, H. A. 2007. The nature and value of ecosystem services: an overview highlighting hydrologic services. The Annual Review of Environment and Resources, 32(2): 67-98.

Bravo-Bello, J.C., Martínez-Trinidad, T., Romero-Sanchez, M.E., Valdez-Lazalde, J.R. & Benavides-Meza, H. 2020. The analytic hierarchy process for selection of suitable trees for Mexico City. iForest, 13: 541-547.

Briones, N. D. 1991. Estimating erosion costs: A Philippine case study in the lower Agno River watershed, In: Watershed Resources Management. Easter, K.W., Dixon, J. A., & Hufschmidt, M. M. (eds), ISEAS Publishing, pp. 191-204, Honolulu.

Browder, J. O., Matricardi, E. A. T., & Abdala, W. S. 1996. Is sustainable tropical timber production financially viable? A comparative analysis of mahogany silviculture among small farmers in the brazilian amazon. Ecological Economics, 16(2): 147-159.

Brown, K. and Pearce, D. W. 1994. The causes of tropical deforestation: The economic and statistical analysis of factors giving rise to the loss of the tropical forests, UBC Press, 338 pages, London.

BTG, 2022. Web sitesi. https://www.tarimziraat.com. Erişim Tarihi: 03.04.2022.

Burkett, P. 2004. Marx ve doğa: Al-yeşil bir perspektif, Epos Yayınları, Çev.: Özkaya, E., 328 sayfa, Ankara.

CANGAZSAN. 2022. Web sitesi. https://www.cangazsan.com/gazlarin-m3-kg-donusum-tablosu.html. Erişim Tarihi: 20.04.2022.

Choi, A. S., Ritchie, B. W., Papandrea, F., & Bennett, J. 2010. Economic valuation of cultural heritage sites: A choice modeling approach. Tourism Management, 31(2): 213-220.

Ciriacy-Wantrup, S. V. 1947. Capital returns from soil-conservation practices. Journal of Farm Economics, 29(4): 1181-1196.

Clawson, M. and Knetsch, J. L. 1963. Outdoor recreation research: Some concepts and suggested areas of study. Nat. Resources J., 3: 250.

Connelly, J. and Smith, G. 1999. Politics and the environment: From theory to practice, Routledge, 440 pages, London.

Cooper, H. D., Hodgkin, T. and Spillane, C. 2000. Broadening the genetic base of crop production, CABI Publishing, 452 pages, Rome.

Costanza, R. 2003. Social goals and the valuation of natural capital. Environmental Monitoring and Assessment, 86: 19–28.

Costanza, R. and Daly, H. E. 1992. Natural capital and sustainable development. Conservation Biology, 6(1): 37-46.

Costanza, R., D'Arge, R., De Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R. V., Paruelo, J., Raskin, R. G., Sutton, P., & Van den Belt, M. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. Nature, 387: 253–260.

Costanza, R., Groot, R., Sutton, P., Ploeg, S., Anderson, S., Kubiszewski, I., Farber, S. & Turner, R. K. 2014. Changes in the global value of ecosystem services. Global Environmental Change, 26: 152-158.

CTC, 2022. Web sitesi. https://www.carbontax.org/whats-a-carbon-tax/. Erişim Tarihi: 21.06.2022

Cummings, R. G., Brookshire, D. S. & Schulze, W. D. 1986. Valuing environmental goods: an assessment of the contingent valuation method, Roman & Allanheld Press, pages 270, Totowa.

Çakır, M. 1984. Ormancılık sektörünün milli gelir içindeki yeri, Orman Mühendisleri Odası Yayın No: 9, Gelişim Matbaacılık, 36 sayfa, Ankara.

Çay, R. D., Aşılıoğlu, F. ve Dereli, C. K. 2020. Edirne kent ormanının rekreasyon değerinin seyahat maliyeti yöntemi ile belirlenmesi. Akademia Doğa ve İnsan Bilimleri Dergisi, 6(1): 93-106.

ÇEM. 2013. Kurak ve yarı kurak alanlarda ağaçlandırma ve rehabilitasyon rehberi, Orman ve Su İşleri Başkanlığı Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Erozyon Kontrolü Daire Başkanlığı, Taslak Metin, 190 sayfa, Ankara.

ÇEM. 2016. Ağrı Doğubeyazıt sel kontrol çalışmaları, 20 sayfa, Ankara.

ÇEM. 2017. Ağaçlandırma – rehabilitasyon – toprak muhafaza – mera ıslahı – fidanlık – silvikültür – etüt proje birim fiyat cetveli, 30 sayfa, Ankara.

ÇEM. 2018a. Toprak Organik Karbonu Projesi, Teknik Özet, ÇEM Yayınları, 32 sayfa, Ankara.

ÇEM. 2018b. Ağaçlandırma – rehabilitasyon – toprak muhafaza – mera ıslahı – fidanlık – silvikültür – etüt proje birim fiyat cetveli, 30 sayfa, Ankara.

ÇEM. 2019. Ağaçlandırma – rehabilitasyon – toprak muhafaza – mera ıslahı – fidanlık – silvikültür – etüt proje birim fiyat cetveli, 30 sayfa, Ankara.

ÇEM. 2020. Ağaçlandırma – rehabilitasyon – toprak muhafaza – mera ıslahı – fidanlık – silvikültür – etüt proje birim fiyat cetveli, 30 sayfa, Ankara.

ÇEM. 2021. Ağaçlandırma – rehabilitasyon – toprak muhafaza – mera ıslahı – fidanlık – silvikültür – etüt proje birim fiyat cetveli, 30 sayfa, Ankara.

Çepel, N. 1978. Orman ekolojisi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ. Ü. Yayın No: 2479, O. F. Yayın No: 257, 534 sayfa, İstanbul.

Çepel, N. 1986. Barajların yukarı yağış havzaları için arazi kullanım planlamasının ekolojik esasları. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 36(2): 17-27.

Çepel, N. 1993. Toprak-su-bitki ilişkileri, İ. Ü. Yayın No: 3974, 236 sayfa, İstanbul.

Çiçek, U. 2014. Isparta ilinde konut fiyatlarını etkileyen faktörlerin hedonik fiyat modeli ile analizi. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, 171 sayfa, Isparta.

ÇOB. 2011. Karbon piyasalarında ulusal deneyim ve geleceğe bakış, Çevre ve Orman Bakanlığı, 106 sayfa, Ankara.

Çokçalışkan, B. 2016. Korunan alan planlamasında ekosistem hizmetleri. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, 177 sayfa, Ankara.

ÇŞB. 2020a. Ağrı ili 2019 yılı çevre durum raporu, Ağrı Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, 78 sayfa, Ağrı.

ÇŞB. 2020b. Bingöl ili 2019 yılı çevre durum raporu, ÇED ve Çevre Hizmetleri Şube Müdürlüğü, 126 sayfa, Bingöl.

ÇŞB. 2020c. Elazığ ili 2019 yılı çevre durum raporu, ÇED ve Çevre İzinlerinden Sorumlu Şube Müdürlüğü, 261 sayfa, Elazığ.

ÇŞB. 2020d. Erzurum ili 2019 yılı çevre durum raporu, ÇED ve Çevre İzinleri Şube Müdürlüğü, 103 sayfa, Erzurum.

ÇŞB. 2020e. Muş ili 2019 yılı çevre durum raporu, ÇED ve Çevre İzinleri Şube Müdürlüğü, 57 sayfa, Muş.

ÇŞB. 2022. Web sitesi. https://elazig.csb.gov.tr/ilimiz-hakkinda-i-681. Erişim Tarihi: 05.05.2022.

Daily, G. C., Alexander, S., & Ehrlich, P. R. 1997. Ecosystem services: Benefits supplied to human societies by natural ecosystems. Issues in Ecology, 2: 1-16.

Davis, K. P. 1966. Forest management: Regulation and valuation, McGraw-Hill Book Company, 2. Edition, 519 pages, New York.

Demir, A. D. and Demir, Y. 2016. Effect of flow and sediment contcentration on some water quality parameters in Murat River, International Engineering, Science and Education Conference (INESEC), pp. 118-121, Diyarbakır.

Demirci, U. 2017. Orman kaynaklarının toplam ekonomik değerinin tahmini: Camili biyosfer rezerv alanı örneği. Doktora Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi, 303 sayfa, Artvin.

Demireli, E. ve Hepkorucu, A. 2010. Çevre finansmanı: Kavramsal bir yaklaşımla karbon finans borsası. Ekonomi Bilimleri Dergisi, 2(2): 37-48.

Deniz, T. 2012. Erozyon kontrolü çalışmalarında değer analizi. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, 218 sayfa, İstanbul.

Desvousges, W. H., Johnson, F. R., Dunford, R. W., Hudson, S. P., Wilson, K. N., & Boyle, K. J. 1993. Measuring natural resource damages with contingent valuation: tests of validity and reliability. In: Contributions to Economic Analysis. Hausman, J. A. (eds), Elsevier Science Publishers, pp. 91-164, North Holland.

Dey, P. K. and Ramcharan, E. K. 2008. Analytic hierarchy process helps select site for limestone quarry expansion in Barbados. Journal of Environmental Management, 88(4): 1384-1395.

Dıamond, P. A. and Hausman, J. A. 1994. Contingent valuation: Is some number better than no number? Journal of Economic Perspectives, 4: 45-65.

Dixon, J. A., Scura, L. F., Carpenter, R. A., & Sherman, P. B. 1994. Economic analysis of environmental impacts. Routledge, 224 pages, London.

Dixon, R. K., Brown, S., Houghton, R. A., Solomon, A. M., Trexler, M. C. & Wisniewski, J. 1994. Carbon pools and fluxes of global forest ecosystems, Science, 263(5144): 185-190.

DSİ. 2020. Web sitesi. https://www.dsi.gov.tr/Sayfa/Detay/784. Erişim Tarihi: 14.04.2020.

Du, L., Zhou, T., Zou, Z., Zhao, X., Huang, K., & Wu, H. 2014. Mapping forest biomass using remote sensing and national forest ınventory in China. Forests, 5(6): 1267-1283.

Durkaya, B., Bekci, B., & Varol, T. 2016. Bartın kent ormanının karbon tutma, oksijen üretimi ve rekreasyonel açıdan değerlendirilmesi. Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 16(1): 111-119.

Eker, Ö. 2005. Ormanların su üretim işlevinin ekonomik analizi. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, 98 sayfa, İstanbul.

Eker, R. ve Aydın, A. 2014. Ormanların heyelan oluşumu üzerindeki etkileri. SDÜ Orman Fakültesi Dergisi, 15: 84-93.

Ekşioğlu, G. 2010. Çevre estetiğinin konut fiyatları üzerindeki etkisinin hedonik fiyat yöntemi ile modellenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, 175 sayfa, İzmir.

El Jazouli, A., Barakat, A. & Khellouk, R. 2019. GIS-multicriteria evaluation using AHP for landslide susceptibility mapping in Oum Er Rbia high basin (Morocco). Geoenvironmental Disasters, 6(1): 1-12.

Eler, Ü. ve Carus, S. 2006. Orman hasılat bilgisi, Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Yayın No: 66, SDÜ Basımevi, 201 sayfa, Isparta.

Emerton, L., Lyango, L., Luwun, P., & Malinga, A. 1998. The present economic value of Nakivubo urban wetland, National Wetlands Conservation and Management Programme, 24 pages, Uganda.

Englin, J. and Shonwkiler, J. S. 1995. Modeling recreation demand in the presence of unobservable travel costs: Toward a travel price model. Journal of Environmental Economics and Management, 29: 368-377.

Eraslan, İ. 1982. Orman amenajmanı, İstanbul Üniversitesi Basımevi, Orman Fakültesi Yayın No: 318, 539 sayfa, İstanbul.

Ergen, Z. 2008. Kamu kesimi yatırım projelerinin değerlendirilmesinde fayda maliyet analizi tekniği ve Türkiye'de uygulanabilirliği. Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 17(2): 115-132.

Erkkila, D. L. 1991. Valuation of forest-based nonmarket outputs: A cost-price approach. PhD Thesis, The Graduate School of the University of Minnesota, 180 pages, Minnesota.

Ernst, C. 2004. Protecting the Source. Land conservation and the future of america's drinking water. Natural Resources Forum, p. 98-108, San Francisco, CA.

Ersoy, A. 2012. İktisadi düşünceler tarihi, Nobel Akademik Yayıncılık, 560 sayfa, Ankara.

Ertuğrul, M. 2008. Değer-fiyat ayrımı ve işletme değeri: Kuramsal bir bakış. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İ. İ. B. F. Dergisi, 3(2): 143-154.

Fahey, B., Jackson, R. and Rowe, L. 1998. Hydrological effects of afforestation and pasture improvement in montane grasslands, South Island, New Zealand, In: Environmental Forest Science. Sassa, K. (eds), Forestry Sciences, Vol: 54, Springer, pp. 395-404, Dordrecht.

FAO, 2018. Web sitesi. http://www.fao.org/sustainable-forest-management/toolbox/modules/forest-and-water/basic-knowledge/en/?type=111. Erişim Tarihi: 07.06.2022.

FAO. 2021. Web sitesi. https://www.fao.org/forestry/. Erişim Tarihi: 22.01.2021.

Farley, K. A., Jobbágy, E. G., & Jackson, R. B. 2005. Effects of afforestation on water yield: a global synthesis with implications for policy. Global Change Biology, 11: 1565-1576.

Fırat, F. 1971. Ormancılık işletme iktisadı, İstanbul Üniversitesi Yayın No: 1541, 336 sayfa, İstanbul.

Fisher, B., Turner, R. K., & Morling, P. 2009. Defining and classifying ecosystem services for decision making. Ecological Economics, 68(3): 643-653.

Fleming, C. M. and Cook, A. 2008. The recreational value of Lake Mckenzie, Fraser Island: An application of the travel cost method. Tourism Management, 29(6): 1197-1205.

Freeman, A. M. 1993. The measurement of environmental and resource values, Theory and Methods, Resources for the Future, 478 pages, Washington DC.

Geray, U. 1987. Yatağan termik santralinin çevredeki ormanlarda yaptığı zararların hesaplanması, Çevre ve Ormancılık Dergisi Yayınları No: 3, 20 sayfa, Ankara.

Gheshlaghi, H.A., Feizizadeh, B. & Blaschke, B. 2020. GIS-based forest fire risk mapping using the analytical network process and fuzzy logic. Journal of Environmental Planning and Management, 63(3): 481-499.

Gholizadeh, A., Bagherzadeh, A. & Keshavarzib, A. 2019. Model application in evaluating land suitability for Oak and Pine forest plantations in Northeast of Iran. Gology, Ecology and Landscapes, 4(3): 236-250.

Gómez-Baggethun, E., and De Groot, R. 2010. Natural capital and ecosystem services: The ecological foundation of human society, In: Ecosystem services, Hester, R. E. and Harrison, R. M. (eds), Royal Society of Chemistry, Issues in Environmental Science and Technology, pp. 118–145, Cambridge.

Gorte, R. W. and Ramseur, J. L. 2008. Forest carbon markets: Potential and drawbacks, Congressional Research Service, 17 pages, Washington D.C.

Göçmen, D. 2009. Marx'ın emek kavramını bugün yürütülen tartışmalar için önemi üzerine, Sosyal Araştırmalar Vakfı Yayınları, 583 sayfa, İstanbul.

Görcelioğlu, E. 1984. Havzaların su verimleri üzerine ormanların etkileri. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 34(2): 69-79.

Görcelioğlu, E. 1986. İçme ve kullanma suları kaynaklarının korunmasında ormancılığın yeri ve önemi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 34(4): 55-67.

Görücü, Ö. 2017. Ecosystem services supporting water supply systems, Springer International Publishing, 260 pages, New Delhi.

Görücü, Ö. ve Eker, Ö. 2009. Kahramanmaraş Ayvalı Baraj Havzasında karbon emisyonu ve ekonomisi üzerine araştırmalar. II. Ormancılıkta Sosyo-Ekonomik Sorunlar Kongresi, Cilt I, s. 3-12, Isparta.

Gret-Regamey, A., Walz, A. & Bebi, P. 2008. Valuating ecosystem service for sustainable landscape planning in alpine regions. Mountain Research and Development, (28): 156-165.

Guo, Z., Xiao, X., Gan, Y. & Zheng, Y. 2001. Ecosystem functions, services and their values: A case study in Xingshan County of China. Ecological Economics, 38(1): 141-154.

Günek, H. 2006. Murat Nehri Havzasının (Fırat) su potansiyeli ve değerlendirilmesi. Doğu Coğrafya Dergisi, 11(16): 141-163.

Gürlük, S. 2006. Manyas Gölü ve Kuş Cenneti'nin çevresel değerlemesi üzerine bir araştırma. Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi, 143 sayfa, Bursa.

Hackett, S. C. 2006. Environmental and natural resource economics: Theory, policy and the sustainable society, M. E. Sharpe Inc., 3. Edition, 496 pages, New York.

Hanemann, W. M. 1994. Valuing the environment through contingent valuation. Journal of Economic Perspectives, 8(4): 19-43.

Hanley, N. and Ruffell, R. 1993. The contingent valuation of forest characteristics: Two approaches. Journal of Agricultural Economics, 44(2): 218–229.

Hao, C. L., Yan, D. H., Qin, T. L., Zhang, C., & Yin, J. 2013. Water ecosystem services and their value: A case study in luan river basin, North China. In Applied Mechanics and Materials, 448: 225-234.

Häyhä, T. and Franzese, P. P. 2014. Ecosystem services assessment: A review under an ecological-economic and systems perspective. Ecological Modelling, 289: 124-132.

Hein, L., Van Koppen, K., De Groot, R. S. & Van Ierland, E. C. 2006. Spatial scales, stakeholders and valuation of ecosystem services. Ecological Economics, (57): 209-228.

Hodgson, G. and J. A. Dixon. 1988. Logging versus fisheries and tourism in Palawan. East West Environment and Policy Institute, 112 pages, Hawaii.

Horton, B., Colarullo, G., Bateman, I. J., & Peres, C. A. 2003. Evaluating non-user willingness to pay for a large-scale conservation programme in Amazonia: a

UK/Italian contingent valuation study, Environmental Conservation, 30(2): 139-146.

Huang, M., Zhang, L., & Gallichand, J. 2003. Runoff responses to afforestation in a watershed of the Loess Plateau, China. Hydrological Processes, 17: 2599-2609.

IISD. 2022. Web sitesi. https://sdg.iisd.org/commentary/guest-articles. Erişim Tarihi: 05.05.2022.

ILEC. 2005. Web sitesi. https://www.ilec.or.jp/wp-content/uploads/pub/. Erişim Tarihi: 08.01.2021.

Illueca, J. I. and Rast, W. 1996. Precious, finite and ırreplaceable. Our Planet., 8: 19-21.

IPCC. 2003. Good practice guidance for land use, land-use change and forestry. Penman, J., Gytarsky, M., Hiraishi, T., Krug, T., Kruger, D., Pipatti, R., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., Tanabe, K., & Wagner, F. (eds), Institute for Global Environmental Strategies (IGES) for the IPCC, pp. 1-590, Hayama, Japan.

Irmak, A. 1970. Orman ekolojisi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ. Ü. Yayın No: 1650, O. F. Yayın No: 149, 367 sayfa, İstanbul.

Jaber, J. O. and Mohsen, M. S. 2001. Evaluation of non-conventional water resources supply in Jordan. Desalination, 136(1-3): 83-92.

Jim, C. Y. and Chen, W. Y. 2009. Ecosystem services and valuation of urban forests in China. Cities, 26(4): 187-194.

Kangas, J. 1999. The analytic hierachy process: Standard version, forestry application and advances, In: Multiple Use of Forests and Other Natural Resources. Helles, F., Holten-Andersen, P. & Wichmann, L. (eds), Springer Forestry Sciences Book Series, pp. 96-105, Dordrecht.

Kantarcı, D. 2000. Toprak ilmi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ. Ü. Yayın No: 4261, O. F. Yayın No: 462, 384 sayfa, İstanbul.

Kaplan, Z. 2014. Yatırım projelerinde sosyal fayda-maliyet analizi ve örnek uygulama. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, 180 sayfa, Ankara.

Karabıyık, S. B. 2014. Türkiye ormanlarında bitkisel kütledeki karbon stoku: Farklı hesaplama yöntemlerinin karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, 144 sayfa, İstanbul.

Karabulut, A., Elbaşı, F., Ustaoğlu, S. ve Yatman, D. 2011. Türkiye büyük toprak grubu haritası, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Toprak Gübre ve

Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Mekanizasyon ve Bilişim Teknolojileri Bölümü, 220 sayfa, Ankara.

Kaya, G. 1998. Orman kaynaklarının değerlerinin belirlenmesi, In: Çevre Ekonomisi ve Politikası. Kafaoğlu, T. B. (eds), S. O. S. Yayınları, s. 143-158, İstanbul.

Kaya, G. 2002. Pazarı olmayan ürünler çerçevesinde orman kaynaklarının değerinin belirlenmesi. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, 279 sayfa, İstanbul.

Kaya, G. 2011. Koşullu değer belirleme araştırmalarında yanılgı kaynakları. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 13(19): 25-40.

Kaya, G. ve Özyürek, E. 2015. Kent ormanı anlayışıyla ODTÜ ormanı manzarası için ekonomik değerin tahmin edilmesi, Ormancılık Araştırma Dergisi, 1(2): 15-28.

Kaya, T. and Kahraman, C. 2011. Fuzzy multiple criteria forestry decision making based on an integrated VIKOR and AHP approach. Expert Systems with Applications, 38: 7326-7333.

Kayhan, M. 2006. Küresel iklim değişikliği ve Türkiye'ye olası etkileri, İSU Genel Müdürlüğü Kültür Yayınları, 262 sayfa, İzmit.

Keleş, S., Derelli, Y., & Erciyez, T. N. 2018. Farklı konumsal özelliklerin orman amenajman planlama modeline dahil edilmesi: örnek bir uygulama. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 4(2): 114-121.

Keleş, S., Yolasığmaz, H. A. & Başkent, E. Z. 2007. Long-term modelling and analyzing of some important forest ecosystem values with linear programming. Fresenius Environmental Bulletin, 16(8): 963-972.

King, D. M. and Mazzotta, M. 2000. The contingent choice method, ecosystem valuation. Ecological Economics, 14(2): 73-90.

King, J. E. and McLure, M. 2014. History of the concept of the value, The University of Western Australia, Discussion Paper Volume: 14, No: 6, 20 pages, Perth.

Kollmuss, A., Zink, H. and Polycarp, C. 2008. Making sense of the voluntary carbon market: A comparison of carbon offset standards, WWF, 105 pages, Stockholm.

Kossoy, A. and Ambrosi, P. 2010. State and trends of the carbon market, Carbon Finance at the World Bank, 89 pages, Washington.

Kumar, P. 2010. The Economics of ecosystems and biodiversity ecological and economic foundations, Routledge, 456 pages, London.

Lee, C. K. 1997. Valuation of nature-based tourism resources using dichotomous choice contingent valuation method. Tourism Management, 18(8): 587-591.

Lee, C. K. and Mjelde, J. W. 2007. Valuation of ecotourism resources using a contingent valuation method: The case of the Korean DMZ. Ecological Economics, 63(2-3): 511-520.

Lefèvre, F., Palahi, M., Dupuy, J. L., Fady, B., Gonzalez Martinez, S., Huc, R., Muys, B., & Rigolot, E., 2013. Adaptive management and restoration practices in mediterranean forests, FAO - Food and Agriculture Organisation, 177 pages, Rome.

Lele, S., Springate-Baginski, O., Lakerveld, R., Deb, D. & Dash, P. 2013. Ecosystem services: origins, contributions, pitfalls, and alternatives. Conservation and Society, 11(4): 343-358.

Lette, H. and Boo, H. 2002. Economic valuation of forests and nature, National Reference Centre for Agriculture, Nature Management and Fisheries, 69 pages, Netherland.

Liverani, M. 1995. Neo-Assyrian geography, Roma, Università di Roma Dipartimento di scienze storiche archeologiche e antropologiche dell'Antichità, 57 pages, Roma.

Lorenz, K. 2013. Ecosystem services and carbon sequestration in the biosphere, Springer Dordrecht, 464 pages, Germany.

Ludwig, D. 2000. Limitations of economic valuation of ecosystems. Ecosystems, (3): 31-35.

Makineci, E., Yılmaz, E., Kumbaşlı, M., Sevgi, O., Yılmaz, H., Çalışkan, S., Özdemir, E., Beşkardeş, V., Keten, A. ve Zengin, H. 2011. Kuzey Trakya koruya tahvil meşe ekosistemlerinde sağlık durumu, biyokütle, karbon depolama ve faunistik özelliklerin belirlenmesi. TÜBİTAK-TOVAG Proje No: 107O750, 259 sayfa, İstanbul.

Mashayekhi, Z., Panahi, M., Karami, M., Khalighi, S. & Malekian, A. 2010. Economic valuation of water storage function of forest ecosystems (case study: Zagros Forests, Iran). Journal of Forestry Research, 21(3): 293-300.

McDaniels, T. L. 1996. A multiattribute index for environmen-tal impacts of electric utilities. Journal of Environmental Management., 46: 57–66.

MEA. 2005. Ecosystems and human well-being-biodiversity synthesis, Island Press, 100 pages, Washington.

Meneses, B. M., Reis, R., Vale, M. J., & Saraiva, R. 2015. Land use and land cover changes in Zêzere watershed (Portugal): Water quality implications. Science of the Total Environment, 527: 439-447.

Merlo M. and Briales E. R. 2000. Public goods and externalities linked to Mediterenean Forests. Economic Nature and Policy, Land Use Policy, 17: 197-208.

Merlo, M. and Croitoru, L. 2005. Valuing mediterranean forests: Towards total economic value, CABI International, 406 pages, Cambridge.

Merrett, S. 2002. Deconstructing households' willingness-to-pay for water in low-income countries. Water Policy, 4(2): 157-172.

MGM. 2022. Web sitesi. https://mgm.gov.tr. Erişim Tarihi: 20.05.2022.

Mızraklı, A., Güzenge, E. ve Yalçın, Ş. A. 2008. Ormanların su kaynakları potansiyeli üzerine etkileri, bu alanların belirlenmesi, korunması ve Dim planlama örneği. TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi, s. 49-59, Ankara.

Miettinen, J., Ollikainen, M., Nieminen, M. & Valsta, L. 2020. Cost function approach to water protection in forestry. Water Resources and Economics, 31: 100150.

MNHRP. 2015. Web sitesi. https://cem.csb.gov.tr/uluslararasi-projeler-i-103697. Erişim Tarihi: 15.05.2022.

Montgomery, D. R. 2007. Soil erosion and agricultural sustainability. Proceedings of the National Academy of Sciences, 104(33): 13268-13272.

Mooney, H. A., Ehrlich, P. R., & Daily, G. E. 1997. Ecosystem services: A fragmentary history. Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems, 34: 11-19.

Munda, G. 2000. Conceptualising and responding to complexity. In: Environmental Valuation in Europe. Spash, C. and Carter, C. (eds), Cambridge Research for the Environment, pp. 1-20, Cambridge.

MUŞ VAKFI. 2022. Web sitesi. https://www.musvak.org.tr/ilimiz. Erişim Tarihi: 05.05.2022.

Mäler, K. G. 1992. Production function approach in developing countries, In: Valuing Environmental Benefits in Developing Countries. Vincent, J. R., Crawford, E. W., & Hoehn, J. P. (eds), Michigan State University, pp. 199-248, Michigan.

Niknejad, M., Fallah, A. & Mohammadi Limaei, S. 2018. Sustainable development of reforestation using goal programing and fuzzy- AHP. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 26(2): 252-263.

Nowak, D., Hoehn, R., & Crane, D. 2007. Oxygen production by urban trees in the United States. Arboriculture & Urban Forestry, 33(3): 220–226.

O'Neill, J. and Spash, C. L. 2000. Conceptions of value in envi-ronmental decision-making. In: Environmental Valuation in Europe. Spash, C. and Carter, C. (eds), Cambridge Research for the Environment, pp. 521-536, Cambridge.

OECD. 2022. Web sitesi. https://www.oecd.org/economy/growth/economicstudies.html. Erişim Tarihi: 16.04.2022.

OGM. 1973a. Munzur Vadisi Milli Parkı orman amenajman planı 1973-1992, 248 sayfa, Ankara.

OGM. 1973b. Ağrı OİŞ orman amenajman planı 1973-1992, 294 sayfa, Ankara.

OGM. 1973c. Horasan OİŞ orman amenajman planı 1973-1992, 347 sayfa, Ankara.

OGM. 2002. Erzurum OİŞ orman amenajman planı 2002-2021, 201 sayfa, Ankara.

OGM. 2004a. Karakoçan OİŞ orman amenajman planı 2004-2033, 231 sayfa, Ankara.

OGM. 2004b. Palu OİŞ orman amenajman planı 2004-2033, 283 sayfa, Ankara.

OGM. 2005a. Bingöl OİŞ orman amenajman planı 2005-2034, 244 sayfa, Ankara.

OGM. 2005b. Genç OİŞ orman amenajman planı 2005-2034, 309 sayfa, Ankara.

OGM. 2005c. Ilıca OİŞ orman amenajman planı 2005-2034, 276 sayfa, Ankara.

OGM. 2005d. Kiğı OİŞ orman amenajman planı 2005-2034, 226 sayfa, Ankara.

OGM. 2005e. Solhan OİŞ orman amenajman planı 2005-2034, 191 sayfa, Ankara.

OGM. 2013. Keban OİŞ ekosistem tabanlı fonksiyonel orman amenajman planı 2013-2032, 449 sayfa, Ankara.

OGM. 2014a. Mutki OİŞ ekosistem tabanlı fonksiyonel orman amenajman planı 2014-2033, 292 sayfa, Ankara.

OGM. 2014b. Tatvan OİŞ ekosistem tabanlı fonksiyonel orman amenajman planı 2014-2033, 266 sayfa, Ankara.

OGM. 2014c. Elazığ OİŞ ekosistem tabanlı fonksiyonel orman amenajman planı 2014-2033, 395 sayfa, Ankara.

OGM. 2014d. Kızılağaç OİŞ ekosistem tabanlı fonksiyonel orman amenajman planı 2014-2033, 512 sayfa, Ankara.

OGM. 2014e. Muş OİŞ ekosistem tabanlı fonksiyonel orman amenajman planı 2014-2033, 358 sayfa, Ankara.

OGM. 2014f. Hozat OİŞ ekosistem tabanlı fonksiyonel orman amenajman planı 2014-2033, 801 sayfa, Ankara.

OGM. 2014g. Tercan OİŞ ekosistem tabanlı fonksiyonel orman amenajman planı 2014-2033, 402 sayfa, Ankara.

OGM. 2015a. Bitlis OİŞ ekosistem tabanlı fonksiyonel orman amenajman planı 2015-2034, 208 sayfa, Ankara.

OGM. 2015b. Nazımiye OİŞ ekosistem tabanlı fonksiyonel orman amenajman planı 2015-2034, 193 sayfa, Ankara.

OGM. 2015c. Ovacık OİŞ ekosistem tabanlı fonksiyonel orman amenajman planı 2015-2034, 185 sayfa, Ankara.

OGM. 2015d. Pülümür OİŞ ekosistem tabanlı fonksiyonel orman amenajman planı 2015-2034, 291 sayfa, Ankara.

OGM. 2015e. Tunceli OİŞ ekosistem tabanlı fonksiyonel orman amenajman planı 2015-2034, 672 sayfa, Ankara.

OGM. 2017a. Ekosistem tabanlı fonksiyonel orman amenajman planlarının düzenlenmesine ait usul ve esaslar, OGM Tebliğ No: 299, 214 sayfa, Ankara.

OGM. 2017b. Orman fidanlıklarında yetiştirilen fidanların 2017 yılı satış fiyatları, Ankara.

OGM. 2020a. Orman Genel Müdürlüğü 2019 yılı idare faaliyet raporu, OGM Yayınları, 85 sayfa, Ankara.

OGM. 2020b. Türkiye orman varlığı. OGM Yayınları, 55 sayfa, Ankara.

OGM. 2020c. Sürdürülebilir orman yönetimi kriter ve göstergeleri türkiye raporu 2019. OGM Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı Yayınları, 215 sayfa, Ankara.

OSİB. 2013. Web sitesi. https://erzurumportali.com/. Erişim Tarihi: 01.10.2021.

Özhan, S. 1986. Havza amenajmanı ve orman-su ilişkileri, In: Ağaçlandırma. Özkahraman, İ. (eds), Gelişim Matbaası, pp. 371-384, Ankara.

Öztürk, M., Copty, N. K., & Saysel A. K. 2013. Modeling the impact of land use change on the hydrology of a rural watershed. Journal of Hydrology, 497: 97–109.

Pak, M. ve Türker, M. F. 2004. Orman kaynağından rekreasyonel amaçlı yararlanmanın ekonomik değerinin koşullu değerlendirme yöntemi yardımıyla tahmin edilmesi

(Kapıçam orman içi dinlenme yeri örneği). KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi, 7(1): 59-65.

Pamukçu, P. 2015. Ekosistem hizmetlerinin peyzaj planlama sürecine entegrasyonu. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, 255 sayfa, İstanbul.

Pascual U., Muradian R., Brander L., Gómez-Baggethun E., Martín-López B., Verma M., Armsworth P., Christie M., Cornelissen H., Eppink F., Farley J., Loomis J., Pearson L., Perrings C., Polasky S., McNeely J. A., Norgaard R., Siddiqui R., Simpson R.D., Turner R.K. & Simpson R. D. 2010. The economics of valuing ecosystem services and biodiversity, In: The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Ecological and Economic Foundations. Kumar, P. (eds), Taylor and Francis, pp. 183-256 London.

Pearce, D., Markandya, A. and Barbier, E. B. 1994. Blueprint for a green economy, Earthscan Publications, 192 pages, London.

Pehlivanoğlu, N. 2010. Bartın Irmağında su kalitesinin iyileştirilmesinin ekonomik değerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi, 118 sayfa, Bartın.

Perman R. and McGlivary J. 1995. National resource and environmental economics, Pearson Education, 726 pages, London.

Pistorius, T., Schaich, H., Winkel, G., Plieninger, T., Bieling, C., Konold, W., & Volz, K. R. 2012. Lessons for REDDplus: A comparative analysis of the German discourse on forest functions and the global ecosystem services debate. Forest Policy and Economics, 18(1): 4–12.

Powers, M., Kolka, R., Palik, B., McDonald, R., & Jurgensen, M. 2011. Long-term management impacts on carbon storage in Lake States forests. Forest Ecology and Management, 262(3): 424-431.

Rakhmanov, V. V. 1970. Dependence of streamflow upon the percentage of forest cover of cachments. International Symposium on Forest Influences and Watershed Management, p. 55-69, Moscow.

Randall, A. 1994. A difficulty with the travel cost method. Land Economics, 70(1): 88-96.

Riera, P. and Signorello, G. 2012. Good practice guidelines for the non-market valuation of forest goods and services, University of Catania Department of Agri-food and Environmental Systems Management, 80 pages, Catania.

Saaty, T. 1980. The analytic hierarchy process: Planning, priority settingand resource allocation, 69 pages, McGraw-Hill, New York.

Saaty, T. L. 1977. A scaling method for priorities in hierarchical structures. Journal of Mathematical Psychology., 15: 234–281.

Saaty, T. L. 2000. Fundamentals of decision making and priority theory, PRWS Publications, 477 pages, Pittsburgh.

Saaty, T. L. 2001. Decision making with dependence and feedback: The analytic network process, 2nd edition, PRWS Publications, 370 pages, Pittsburgh PA.

SBB. 2019. On birinci kalkınma planı (2019 – 2023). Strateji ve Bütçe Başkanlığı Yayınları, 191 sayfa, Ankara.

Schwärzel, K., Zhang, L., Strecker, A., & Podlasly, C. 2018. Improved water consumption estimates of black locust plantations in China's Loess Plateau. Forests, 9(4): 1-21.

Scott, D. F. and Prinsloo, F. W. 2008. Longer-term effects of pine and eucalypt plantations on streamflow. Water Resources Research, 44(7): 1-8.

Sivrikaya, F. and Küçük, Ö. 2022. Modeling forest fire risk based on GIS-based analytical hierarchy process and statistical analysis in Mediterranean region. Ecological Informatics, 68: 101537.

Skelhorn C., Lindley S., & Levermore G. 2014. The impact of vegetation types on air and surface temperatures in a temperate city: a fine scale assessment in Manchester, UK. Landscape Urban Planning, 121: 129–140.

Smith, P., Ashmore, M., Black, H., Burgess, P., Evans, C., Hails, R., Potts, S., Quine, T., Thomson, A., Biesmeijer, K., Breeze, T., Broadmeadow, M., Ferrier, R., Freer, J., Hansom, J., Haygarth, P., Hesketh, H., Hicks, K., Johnson, A., Kay, D., Kunin, W., Lilly, A., May, L., Memmott, J., Orr, H., Pickup, R., Purse, B. and Squire, G. 2011. UK national ecosystem assessment, Technical Report, UK NEA Publications, 1470 pages, London.

Spieksma, F. T. M., Corden, J. M., Detandt, M., Millington, W. M., Nikkels, H., Nolard, N., Schoenmakers, C. H. H., Wachter, R., De Weger, L. A., Willems, R.

& Emberlin, J. 2003. Quantitative trends in annual totals of five common airborne pollen types (Betula, Quercus, Poacae, Urtica, and Artemisia), at five pollenmonitoring sites in western Europe. Aerobiologia, 19: 171–184.

Springer, C. 2005. Cost pricing for water production and water protection services in Jamaica: A situational analysis, Impact Consultancy Services Incorporated on behalf of The Caribbean Natural Resources Institute (CANARI), 22 pages, London.

Sun, L. 2006. Four essays on non-market valuation. Phd Thesis of Philosophy Dissertation, University of Victoria, 175 pages, Victoria.

Suri, L. 2004. İçme suyu havzalarında planlama talepleri ve uygulamaları. İstanbul ve Su Sempozyumu, s. 187-192, İstanbul.

Şahin, C. 2005. Türkiye fiziki coğrafyası. Gündüz Eğitim ve Yayıncılık, 375 sayfa, Ankara.

Şataf, C. 2014. Fayda-maliyet analizinde uygulamada karşılaşılan güçlükler: Fayda ve maliyetin belirlenebilme sorunu. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 19(1): 107-123.

Şeker, S. 2017. Türkiye'nin insani gelişme endeksi ve endeks sıralamasını analizi. Sosyal Sektörler ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü Yayınları, 52 sayfa, Ankara.

Şen, G. and Güngör, E. 2018. The use of analytic hierarchy process method in choosing the best tree type for industrial plantations: The case of Kastamonu Province. Turkish Journal of Forestry. 19(1): 63-75.

Şener, A. 2015. Kahramanmaraş orman bölge müdürlüğü farklı meşcere kuruluşlarında karbon ekonomisi üzerine araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, 89 sayfa, Kahramanmaraş.

TCMB. 2022. Web sitesi. https://www.tcmb.gov.tr/kurlar/kurlar_tr.html. Erişim Tarihi: 07.04.2022.

The Royal Society, 2002. Economic instruments for the reduction of carbon dioxide emissions, Policy Document 26/2, 44 pages, London.

TODAİE. 2022. Web sitesi. https://www.yerelnet.com.tr/. Erişim Tarihi: 03.05.2022.

Tolunay, D. 2009. Total carbon stock and carbon accumulation in living tree biomass in forest ecosystems of Turkey. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 35: 265-279.

Tolunay, D. 2012. Bolu-Aladağ'daki genç sarıçam meşcereleri için oluşturulan bitkisel kütle denklemleri ve katsayıları. Journal of the Faculty of Forestry, 62(2): 97-111.

Tolunay, D. 2013. Türkiye'de ağaç servetinden bitkisel kütle ve karbon miktarlarının hesaplamasında kullanılabilecek katsayılar. Ormancılıkta Sektörel Planlamanın 50. Yılı Uluslararası Sempozyumu, s. 240-251, Antalya.

Tolunay, D. ve Çömez, A. 2007. Orman topraklarında karbon depolanması ve Türkiye'deki durum. Küresel İklim Değişimi ve Su Sorunlarının Çözümünde Ormanlar Sempozyumu, s. 97-108, İstanbul.

Tolunay, D., Makineci, E., Şahin, A., Özturna, A.G., Pehlivan, S. ve Abdelkaim, M.M.A. 2017. İstanbul-Durusu kumul alanlarındaki sahil çamı (*Pinus pinaster* ait.) ve fıstık çamı (*Pinus pinea* L.) ağaçlandırmalarında karbon birikimi. TÜBİTAK-TOVAG Proje No: 114O797, 148 sayfa, İstanbul.

Torres, D. H. A., Neto, D. C. V., Santos, D. V. M. & Soares, C. A. P. 2021. Improving water sustainability through modeling optimum sites for riparian forest reforestation. Water, 13(1): 1-31.

Tuncer, M. M. ve Kaya, Ö. N. 2010. Orman ve su kaynakları orman ve su ekosistem ilişkisi. III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, s. 625-640, Artvin.

Tuncer, M. M., ve Kaya, Ö. N. 2010. Orman ve su kaynakları orman ve su ekosistem ilişkisi. III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, s. 625-640. Artvin.

Turan, M. 2007. Fayda-maliyet analizi kapsamında Kızılcahamam Soğuksu Milli Parkı incelemesi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, 134 sayfa, Ankara.

TÜİK, 2016. Web sitesi. https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Nufus-ve-Demografi-109. Erişim Tarihi: 20.05.2022.

TÜİK, 2022. Web sitesi. https://data.tuik.gov.tr/Bulten/. Erişim Tarihi: 03.06.2022.

Tülek, B. 2017. Çankırı, Ilgaz bölgesi peyzajlarının sağladığı faydaların peyzaj yapıları, karakterleri ve fonksiyonları açısından çok yönlü analizi. Doktora Tezi, Akdeniz Üniversitesi, 196 sayfa, Antalya.

Türker, M. F. 1992. Maçka Devlet Orman İşletme Müdürlüğü ormanlarından odun hammaddesinin yakacak odun amacıyla tüketilmesinin sosyo-ekonomik analizi. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, 131 sayfa, Trabzon.

Türker, M. F. 2008. Ormancılık işletme ekonomisi, I. Baskı, Derya Kitabevi, 255 sayfa, Trabzon.

Türker, M. F. 2013. Ormancılık işletme ekonomisi, Güncellenmiş ve Genişletilmiş 2. Baskı, Ormancılık ve Tabiatı Koruma Vakfı Yayın No: 5, 287 sayfa, Trabzon.

Türker, M. F., Pak, M., & Öztürk, A. 2005. Valuing mediterranean forests: Towards total economic value, M. Merlo ve L. Croitoru (eds), CABI Publishing, pp. 195-211, Oxfordshire.

Tyrvainen, L. 1997. The amenity value of the urban forest: An application of the hedonic pricing method. Landscape and Urban Planning, 37(3-4): 211-222.

Ubay, B. ve Bilgici, Y. 2021. Karbon fiyatlandırmasında emisyon ticaret sistemi ve önemi. Kırklareli Üniversitesi İ. İ. B. F. Dergisi, 10(1): 47-72.

UN, 2010. The forest sector in the green economy, Geneva Timber and Forest Discussion Paper 54, United Nations Economic Commission for Europe (UNECE) and Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 54 pages, Geneva.

UN. 2021. Web sitesi. https://www.un.org/esa/forests/. Erişim Tarihi: 22.01.2021.

UNFF. 2007. Web sitesi. https://www.un.org/esa/forests/. Erişim Tarihi: 19.09.2021.

Uslu, S. 1969. Toprak koruması bakımından orman yangınlarının doğurduğu problemler. İ. Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 19(2): 37-74.

Uzunyayla, F. 2017. Ekosistem hizmetlerinin parasal değerini belirleme yöntem ve tartışmalarına ilişkin bir inceleme. Ekonomik Yaklaşım, 28(105): 19-61.

Ürgenç, İ. S. 1998. Ağaçlandırma tekniği, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ. Ü. Yayın No: 3994, O. F. Yayın No: 441, Emek Matbaacılık, 600 sayfa, İstanbul.

VALUES, 2021. Web sitesi. https://citieswithnature.org/wp-content/uploads/2019/02/ValuES%20Methods%20for%20integrating%20ecosystem%20services_Cost-base.pdf. Erişim Tarihi: 18.11.2021.

Vasilyev, P. V. 1971. Facing new problems of forestry intensification. Lesnoe Khoziaistvo, 1: 18-24.

Vatandaşlar, C., Yavuz, M., & Leuchner, M. 2020. Erosion control service of forest ecosystems: A case study from Northeastern Turkey. Smart Geography, 978: 443-455.

Venkatachalam, L. 2004. The contingent valuation method: A review. Environmental Impact Assessment Review, 24(1): 89-124.

Walsh, R. G. 1986. Recreation economic decisions: Comparing benefits and costs, Venture Publishing, 635 pages, Pennsylvania.

Wang, Y. M., Liu, J., & Elhag, T. M. 2008. An integrated AHP–DEA methodology for bridge risk assessment. Computers & Industrial Engineering, 54(3): 513-525.

Ward, F. A. and Beal, D. 2000. Valuing nature with travel cost models, Edward Elgar Publishing, 258 pages, London.

Westman, W. E. 1977. How much are nature's services worth? Measuring the social benefits of ecosystem functioning is both controversial and illuminating. Science, 197(4307): 960-964.

Willett, K. and Sharda, R. 1991. Using the analytic hierarchy process in water resources planning: Selection of flood control projects. Socio-Economic Planning Sciences, 25(2): 103-112.

Woelfel, C. J. 1994. Encyclopedia of banking and finance, The Bankers Publishing Co., 1219 pages, Boston.

World Bank, 2021. State and trends of carbon pricing 2021 (May), World Bank, 87 pages, Washington.

World Bank. 2017. State and trends of carbon pricing 2017 (November), World Bank, 104 pages, Washington.

World Bank. 2018. State and trends of carbon pricing 2018 (May), World Bank, 62 pages, Washington.

World Bank. 2019. State and trends of carbon pricing 2019, World Bank, 97 pages, Washington.

World Bank. 2020. State and trends of carbon pricing 2020 (May), World Bank, 109 pages, Washington.

WORLDCLIM, 2022. Web sitesi. https://www.worldclim.org/data/worldclim21.html. Erişim Tarihi: 20.06.2022.

Xu, W., Khoshroo, N., Bjornlund, H. & Yin, Y. 2014. Effects of ‘‘Grain for Green’’ reforestation program on rural sustainability in China: An AHP approach to peasant consensus of public land use policies. Stoch Environ. Res. Risk Assess., 28: 867-880.

Yağcı, C. and İşcan F. 2021. GIS-based site suitability analysis of afforestation in Konya province, Turkey. Turkish Journal of Geographic Information Systems, 3(2); 89-95.

Yalçınkaya, S. C. 2020. Yamula Baraj Havzasında su üretiminin ormancılık açısından ekonomik analizi. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, 228 sayfa, Kahramanmaraş.

Yang, L., Zhang, L., Li, Y., & Wu, S. 2015. Water-related ecosystem services provided by urban green space: A case study in Yixing City (China). Landscape and Urban Plan., 136: 40-51.

Yener, İ. ve Demirarslan, K. O. 2016. Ormanların su kalitesi (niteliği) üzerindeki etkisi. International Symposium of Water and Wastewater Management, s. 209-217, Malatya.

Yıldırım, Z. R. 1985. Kamu harcamalarında planlama tekniği olarak fayda-maliyet analizi. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, 193 sayfa, Adana.

Yılmaz, E., Ok., K. ve Okan, T. 2004. Ekoturizm planlamasında katılımcı yaklaşımla etkinlik seçimi: Cehennemdere Vadisi örneği., Teknik Bülten No: 21, Çevre ve Orman Bakanlığı Yayın No: 237, DOA Yayın No: 30, 56 sayfa, Mersin.

Zaady, E., Shachak, M. and Moshe, Y. 2001. Ecological approach for afforestation in arid regions of the northern Negev Desert, Israel, In: Deforestation, Environment and Sustainable Development, A Comparative Analysis. Vajpeyi, D. (eds), Praeger Publishers, pp. 219-238, Westport.

Zawacki, W. T. 2000. Methodological advancements in travel cost models. PhD Thesis, The Graduate School of Clemson University, 127 pages, Clemson.

Zhang, J., Ge, Y., Chang, J., Jiang, B., Jiang, H., Peng, C., Zhu, J., Yuan, W., Qi, L., & Yu, S. 2007. Carbon storage by ecological service forests in Zhejiang Province, subtropical China, Forest Ecology and Management, 245(1-3): 64-75.

Zhang, L. J., Li, W. L., Jiang, C. Y., & Zang, S. Y. 2015. Examining the century dynamic change of forest oxygen production in Heilongjiang Province, China. International Journal of Environmental Science and Technology, 12(12): 4005-4016.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı ve Soyadı : Şeyma YETİŞ PEHLİVAN

Eğitim

Doktora	Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı	2017-Halen
Yüksek Lisans	Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı	2013-2017
Lisans	Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü	2009-2013

İş Deneyimi

Yıl	**Kurum**	**Görev**
2018-Halen	KSÜ, Andırın MYO	Öğr. Görevlisi

Akademik Aktiviteler

1. Yetiş, Ş. ve Özden, S. 2017. Sosyal devlet ilkesi ışığında Türkiye´de orman köylüsünün durumu. The Journal of Social Science, 4(10): 33-53.

2. Yetiş, Ş. ve Özden, S. 2018. Yapısal eşitlik modellemesinin ormancılığın sosyal alanında kullanılma olanakları. VII. International Balkan and Near Eastern Social Sciences Congress Series, s. 1-17, Tekirdağ.

3. Yetiş, Ş. 2018. Kırsal kalkınmada sosyal ormancılığın rolü. XI. International Balkan and Near Eastern Social Sciences Congress Series, s. 782-789, Edirne.

4. Yetiş, S. ve Özden, S. 2019. Türkiye'de karbon piyasalarının gelişimi ve ormancılığa etkisi. The Journal of Social Science, 6(34): 457-477.