

**T.C.
BİNGÖL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ELAZIĞ BÜYÜKÇAY MİKROHAVZASININ KARBON
TUTULUMUNUN BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ENVER YILDIRIM

TOPRAK BİLİMİ ve BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

**TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Alaaddin YÜKSEL**

BİNGÖL-2019



T.C.
BİNGÖL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**ELAZIĞ BÜYÜKÇAY MİKROHAVZASININ KARBON
TUTULUMUNUN BELİRLENMESİ**

Prof. Dr. Alaattin YÜKSEL'in danışmanlığında, Enver YILDIRIM tarafından hazırlanan bu çalışma 11/09/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak **oybirliği** ile kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Alaattin YÜKSEL *İmza* :
Üye : Doç.Dr. Abdülkadir SÜRÜCÜ *İmza* :
Üye : Dr. Öğretim Üyesi Yasin DEMİR *İmza* :

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulunun/...../..... tarih ve/.....
nolu kararı ile onaylanmıştır.

Doç. Dr. Zafer ŞİAR
Enstitü Müdürü

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

ÖNSÖZ

Sadece ülkemiz için değil, aynı zamanda tüm dünya için son derece önemli olan küresel iklim değişiminin etkisinin azaltılabilmesi, insanoğlu tarafından atmosfere salınmış olan başta karbon olmak üzere sera gazlarının miktarının azaltılması son derece önemlidir. Bu kapsamda, tamamlamış olduğum bu çalışma ülkemizde yapılacak olan benzer çalışmalara örnek teşkil etmesi bakımından son derece önemlidir. Niteliğini yitirmiş ve fonksiyonlarını yerine getirmekte zorlanan arazilerde uygulanacak koruma tedbirlerinin kısa zamanda ne kadar etkili olduğunu göstermesi bakımından çalışmanın sonuçları değerlidir. Bu çalışmada dahil olmak üzere, bölgemizde uygulanan havza bazlı çalışmalara kendini adayan, doğal kaynakların korunması ve iyileştirilmesi yoluyla özellikle kırsalda yaşayan insanların refah seviyelerinin artırılması için gece gündüz demeden, evinden ve ofisinden uzakta öğrencileri ve meslektaşları ile birlikte çalışarak, bu ve benzeri projelere hayat veren sayın danışmanım Prof. Dr. Alaaddin YÜKSEL'e minnet ve şükran duygularımı ifade etmek istiyorum. Bir akademisyenin nasıl olması gerektiği sorunun yaşayan örneği olan sayın hocamın enerjisi ve isteği bu çalışmanın ortaya çıkması ve tamamlanmasının ana nedenidir. Sayın danışmanım ile birlikte Murat Nehri Havzası Rehabilitasyon Projesinde dağ-taş demeden arazi çalışmalarının tamamlanmasına katkı veren değerli hocam Doç. Dr. Abdülkadir SÜRÜCÜ'ye de sonsuz teşekkür ediyorum.

Ayrıca, Murat Nehri Havzası Rehabilitasyon Projesine maddi destek veren Orman Genel Müdürlüğü ile Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğüne desteklerinden dolayı çok teşekkür ediyorum.

Enver YILDIRIM

Eylül 2019

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	v
TABLolar LİSTESİ.....	vi
ÖZET.....	vii
ABSTRACT.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	3
2.1. Küresel Karbon Döngüsü ve Karbon Depolaması.....	4
2.2. Orman Topraklarında Karbon Birikimi.....	5
2.2.1. Orman Topraklarının Karbon Biriktirmesini Etkileyen Faktörler....	6
2.2.2. Türkiye Orman Topraklarındaki Karbon Miktarları.....	8
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	10
3.1. Materyal.....	10
3.2. Metot.....	10
3.2.1. Arazi Çalışmaları.....	10
3.2.1.1. Gövde üzerinde yapılan işlemler.....	11
3.2.1.2. Dallar üzerinde yapılan işlemler.....	11
3.2.1.3. Yapraklar/ibreler üzerinde yapılan işlemler.....	11
3.2.1.4. Toprak altı örnekleme.....	12
3.2.3. Amenajman Planı ve Güncel Arazi Kullanımı	12
3.2.4. Köy Konutları İçin İzolasyon ve Sıcak Su İçin Güneş Panelleri.....	14

3.2.5. Toprak Örneklemeesi.....	14
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	16
4.1. Büyükçay Mikro Havzasının Genel Tanıtımı.....	16
4.1.1. Mikro havzanın Fizyografik Özellikleri.....	16
4.1.2. Havzanın İklim Özellikleri.....	21
4.1.3. Çalışma Alanının Jeolojisi ve Toprak Özellikleri.....	21
4.1.4. Çalışma Alanının Hidrolojisi.....	23
4.1.5. Çalışma Alanının Bitki Örtüsü.....	24
4.2. Mikrohavza Alt Planları.....	25
4.2.1. Ormancılık Alt Planı.....	25
4.2.1.1. Orman Alanlarındaki Görülen Bozulma.....	25
4.2.1.2. Bozuk Meşe Orman Alanlarının İyileştirilmesi.....	27
4.2.1.3. Meşe Ormanlarının Rehabilitasyonu.....	27
4.3. Toprak Muhafaza ve Erozyon Kontrolü Çalışmaları.....	28
4.3.1. Orman Ağaçları Türleri ile Ağaçlandırmalar.....	28
4.3.2. Ekim ve Dikim İşlemleri.....	31
4.3.3. Toprak Muhafaza ve Erozyon Kontrolü Faaliyetlerinin Planlanması.....	31
4.3.3.1. İç Taksimat Şebekesi Yapımı.....	31
4.3.3.2. Enine Yapılar.....	32
4.3.3.3. Kuru Duvar Eşikler.....	32
4.3.3.4. Kafes Tel Eşikler.....	33
4.4. Çalışma Alanında Karbon Tutumu.....	34
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	40
KAYNAKLAR.....	44
ÖZGEÇMİŞ.....	47

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

C	: Karbon
CO ₂	: Karbondioksit
TgC	: Terragram karbon
BEF	: Biyokütle genişleme faktörü
ha	: Hektar
EC	: Elektriksel iletkenlik
°C	: Santigrat derece
mm	: milimetre
P	: Yıllık yağış miktarı
Tom	: Yıllık ortalama yüksek sıcaklık
Im	: Yağış etkinliği indeksi
hPa	: Hektopaskal (milibar)
OT	: Orman toprağı
m ³	: Metre küp
m ²	: Metre kare
DGH	: Dikili kabuklu gövde hacmi
TÜBK	: Toprak üstü biyokütle
TABK	: Toprak altı biyokütle
TÜDBK	: Toprak üstü ölü ve diri örtü

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1.	Küresel karbon döngüsü.....	5
Şekil 2.2.	Orman ekosistemlerinde karbon döngüsü.....	9
Şekil 4.1.	Çalışma alanının Türkiye’de ve bölgedeki konumu.....	16
Şekil 4.2.	Büyükçay mikro havzasına ait sayısal yükselti haritası.....	17
Şekil 4.3.	Büyükçay mikro havzasına ait bakı haritası.....	18
Şekil 4.4.	Mikro havzanın yükseklik haritası.....	19
Şekil 4.5.	Arazi kullanım yetenek sınıflarının dağılımı.....	20
Şekil 4.6.	Havzada yer alan kireç taşı ana materyallerine ait genel bir görünüm..	23
Şekil 4.7.	Mikro havzadaki koluviyal ana materyallere ait bir görünüm.....	23
Şekil 4.8.	Mikro havzada yer alan Büyükçay Deresinden bir görünüm.....	24
Şekil 4.9.	Çalışma alanı içerisindeki ağaçlandırma sahalarından bir görünüm....	24
Şekil 4.10.	Bozuk orman alanından bir görünüm.....	26
Şekil 4.11.	Bozuk meşe alanlarından bir görünüm.....	26
Şekil 4.12.	Meşe canlandırma kesimi.....	28
Şekil 4.13.	Fidan dikimi yapılan %40 eğimdeki gradoni tip bir teras görünümü...	29
Şekil 4.14.	Fidan çukuru açma tekniği.....	31
Şekil 4.15.	Kuru duvar eşik şekli ve örnek kuru duvar.....	33
Şekil 4.16.	Kafes tel eşik görünümü.....	34

TABLolar LİSTESİ

Tablo 3.1.	Karışık orman ekosistemlerinde toprakta organik karbon miktarları (t/ha).....	12
Tablo 3.2.	Ağağlandırma alanlarında topraktaki organik karbon miktarları (t/ha)..	12
Tablo 3.3.	Mikro havzadaki amenajman planı ve güncel arazi kullanımına ait hesaplamalar.....	13
Tablo 3.4.	Mikro havzada gerçekleştirilen faaliyetlerin arazi kullanım kabiliyet sınıflarına göre dağılımları (ha).....	13
Tablo 3.5.	Mikro havzada gerçekleştirilen faaliyetler.....	14
Tablo 4.1.	Eğim gruplarının kapladığı alanlar ve kaplama yüzdeleri.....	17
Tablo 4.2.	Mikro havzada yer alan arazilerde bakıların alansal ve oransal dağılımları.....	18
Tablo 4.3.	Farklı yükselti gruplarına ait kaplama miktarları ve oranları.....	19
Tablo 4.4.	Mikro havzada yer alan arazilerin arazi kullanım kabiliyet sınıflarına göre dağılımları.....	20
Tablo 4.5.	Mikro havzanın yağış etkinliği sınıfları.....	21
Tablo 4.6.	Büyükçay mikro havzası uzun yıllar meteorolojik gözlem değerleri.....	22
Tablo 4.7.	Yağış alanı özelliğine göre C katsayıları.....	29
Tablo 4.8.	Eğime göre yapılacak teras miktarı.....	30
Tablo 4.9.	Büyükçay mikro havzasında enine yapıların genel hesabı ile ilgili değerler.....	32
Tablo 4.10.	Kuru duvar eşitlikleri.....	33
Tablo 4.11.	Uygulamalar sonrası tasarruf edilen yakıt ve depolanan karbon miktarlarının karşılaştırılmaları.....	35
Tablo 4.12.	Çalışma alanında açılan toprak profillerine ait bir kısım fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları.....	36
Tablo 4.13.	Meşcere tipleri tanıtımı.....	38
Tablo 4.14.	Plan ünitesinde karbon birikim miktarının hesaplanması.....	39

ELAZIĞ BÜYÜKÇAY MİKROHAVZASININ KARBON TUTULUMUNUN BELİRLENMESİ

ÖZET

Yüksek araziler ve sulak alanlardaki bitki örtüsü ve toprağın yer aldığı karasal ekosistemler, küresel karbon (C) döngüsünü önemli ölçüde etkilemektedir. Bu iki arazi tipi, doğal koşullar altında, atmosferik karbon dioksit (CO₂) ve metan (CH₄) depolandığı önemli yerlerdir. Bununla birlikte, ormanlık alan, mera ve sulak alanların tarımsal ekosistemler ve kentsel arazilere dönüştürülmesi ekosistemin C stoklarının tüketmesine yol açarak, sera gazı emisyonlarını arttırmaktadır. Bu çalışmada, Elâzığ ilinde uygulanan Murat Nehri Havzası Rehabilitasyon Projesinde Büyükçay Mikro Havzası Planı kapsamında yapılan ormancılık, mera iyileştirmeleri, iyi tarım uygulamaları, sulama ve enerji alt planlarında yapılan faaliyetler ile bozulan doğal dengenin stabil hale getirilmesi amaçlanmıştır. Çalışma alanının önemli bir bölümünde topoğrafyanın oldukça engebeli ve yüksek eğimli olması, bölgenin en önemli sorunun erozyon olmasına yol açmıştır. Bu nedenle, havzada öncelikli olarak erozyonun önlenmesine yönelik çeşitli kültürel tedbirler hayata geçirilmiştir. Farklı koruma ve geliştirme tedbirlerinin uygulandığı alanlarda gerçekleşen veya gerçekleşmesi muhtemel karbon tutumu ile ilgili hesaplamalar yapılmıştır. Yapılan ağaçlandırma, toprak muhafaza ve erozyon kontrol çalışmaları sonucu mikro havzadaki bitki örtüsünde gözle görülür bir iyileşme tespit edilmiştir. Büyükçay mikro havzasında yapılan çalışmalar ile havzadaki organik karbon stoku üzerinde etkili olan faktörler tespit edilmiştir. Araştırma bulguları, Büyükçay Mikro Havzasında toplam 145287.787 ton karbon depolandığını göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Orman Toprakları, karbon Stoku, Havza, Erozyon Kontrolü, Karbon Tutumu, Güneş Enerjisi, Isı Yalıtımları, Mera Islahı.

DETERMINATION OF CARBON SEQUESTRATION IN ELAZIĞ BÜYÜKÇAY MICRO BASIN

ABSTRACT

Terrestrial ecosystems with vegetation and soil in highlands and wetlands have a significant impact on the global carbon (C) cycle. These two land types are important places where, under natural conditions, atmospheric carbon dioxide (CO₂) and methane (CH₄) are stored. However, the transformation of forests, pastures and wetlands into agricultural ecosystems and urban lands leads to depletion of the C stocks of the ecosystem, increasing greenhouse gas emissions. This study aimed to stabilize the deteriorated natural balance by forestry, pasture improvements, good agricultural practices, irrigation and energy sub-plans within the scope of Büyükçay Micro Basin Plan in Murat River Basin Rehabilitation Project implemented in Elazığ province. Topography in a significant part of the study area is very hilly and sloppy, therefore, the most important problem of the region was determined as the erosion. In order to conserve the soils, various cultural measures aimed at preventing erosion have been implemented in the basin. Possible and likely carbon sequestration potential of the areas where different conservation and development measures have been applied was calculated. Significant improvement was achieved in the flora of the micro-catchment due the implemented activities of afforestation, soil conservation and erosion control. The factors affecting the organic carbon stock in the Büyükçay Micro Basin were determined. The research findings showed that 145287.787 tons of organic carbon has been sequestered in Büyükçay Micro Basin.

Keywords: Forests Soil, Carbon Stock, Basin, Erosion Control, Carbon Sequestration, Solar Energy, Thermal Insulations, Pasture Reclamation.

1. GİRİŞ

Ülkemiz iklim değişikliğine karşı Kyoto Protokolüne taraf olduğundan, karbon stok değişimlerini periyodik olarak açıklamakla sorumludur. Ormanların ve ağaçların değerleri sadece odun olmayıp aynı zamanda karbon yataklarını da oluşturmasıdır. Tüm Dünya'da ülkeler karbon yataklarının karbon depolama potansiyelini hesaplamakta ve bunu açıklamaktadır. Gerçeğe yakın karbon stok tahminleri yapabilmek için de biyokütle çalışmalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Karbon emisyonu, tutulması, karbon ayak izleri, toprakta karbon çalışması gibi çeşitli konularda son yıllarda ülkemizde önemli araştırmalar yapılmıştır.

Dünya yüzeyinin üçte birini kapsayan ormanlar, karasal biyolojik çeşitliliğin büyük çoğunluğunu barındırırken karasal karbon havuzlarının yaklaşık yarısını oluşturmaktadır. Bu nedenle iklim değişimi ile ilgili endişelerin arttığı günümüzde iklimin düzenlenmesinde önemli bir rolü olduğu inaniılmaktadır. Fotosentez ile atmosferik CO₂'in bitki bünyesinde bağlanması, ormanları karbon için bir depo haline sokmaktadır. Biti bünyesinde bulunan karbonun, toprağa düşen biyokütle içinde muhafaza olması ve zamanla toprak organik karbonuna dönüşmesi de karbonun atmosfere salınmasını önlemektedir. Bu nedenle ormanlar karbon için önemli rezervuarlar olarak da adlandırılmaktadır. Bununla birlikte, ormanların tahrip edilmesi, karasal ekosistemlerin karbonun hızla atmosfere taşınmasına neden olmaktadır. Bu şekilde atmosfere salınan karbonun, toplam emisyonların %20'sinden fazlasını oluşturduğu belirtilmektedir.

Bölgenin yağış ve sıcaklığı ekosistemin farklılaşmasının ana nedenleridir. Bu nedenle, iklim değişiminde meydana gelen değişim, ekosistemlerinde değişmesine yol açacaktır. Ağaçların biyokütle miktarlarının belirlenmesi kesim, kök sisteminin sökülmesi, kurutma, tartma gibi işlemler nedeniyle zor, zaman alıcı ve pahalıdır.

Biyokütle değerlerinin tahmini literatürde genellikle allometrik eşitliklerle yapılmıştır. Bu teknikler toprak üstü biyokütle-göğüs yüksekliği çapı ve/veya boy, toprak altı biyokütle göğüs yüksekliği çapı ve/veya boy ve toprak üstü biyokütle-toprak altı biyokütle arasındaki türden ilişkileri içerir (Gower et al. 2001; Alberti et al. 2005). Son yıllarda çeşitli araştırmacılar allometrik ilişkileri kullanarak Türkiye’de yer alan yaygın ağaç türleri için biyokütle tahminlerin yapmışlardır (Durkaya et al. 2009; Durkaya et al. 2010a; Durkaya et al. 2010b). Ancak, ülkemizde yer alan orman ekosistemlerinde depolanabilecek karbonun miktarını tahmin etmeye yarayacak şekilde yapılan çalışmaların sayısı oldukça yetersizdir.

Bu çalışmada, Murat Nehri Havzası Rehabilitasyon Projesinin yürütüldüğü Elâzığ ilindeki Büyükçay mikro havzasında yapılan çalışmalar ile havzanın genelindeki karbon tutulması miktarı araştırılmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

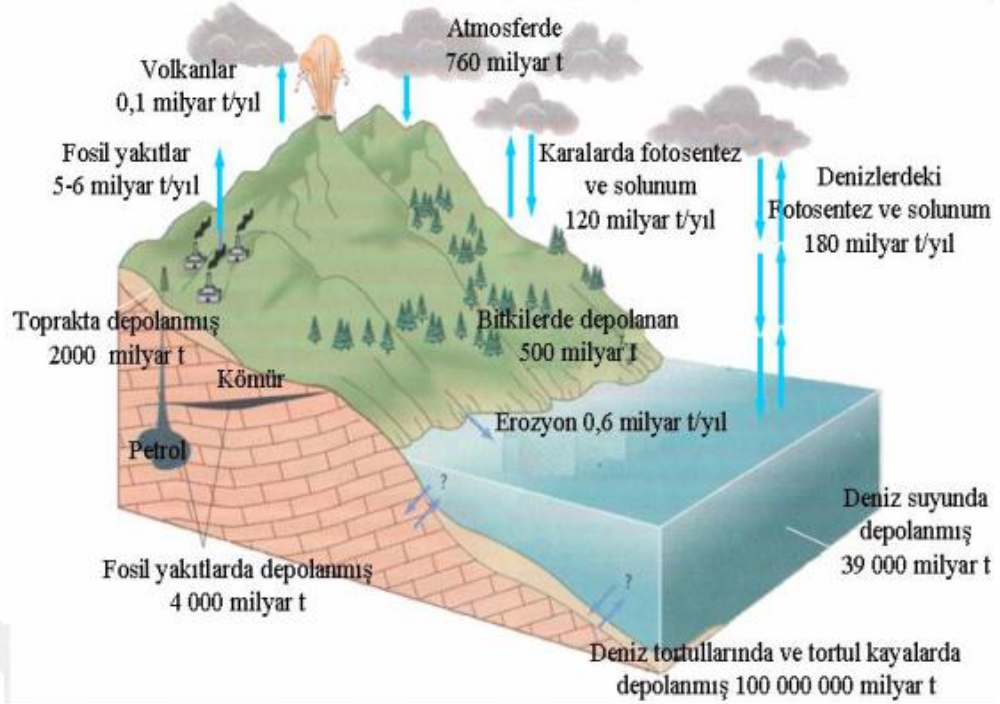
Ülkemizde ormanlık alanlarda biyokütle birikimini konu eden çalışmaların ilki, Uğurlu vd. (1976) ve Sun vd. (1980) tarafından gerçekleştirilmiştir. Ankara ili Kızılcahamam ilçesi sınırlarında yer alan Sarıçam türlerinin yer aldığı arazilerde Uğurlu vd. (1976) biyokütle tahmini ile toprak yüzeyinde biriken biyokütle miktarını hesaplamışlardır. Saraçoğlu (1988) ise kayın ağaçlarının yaygın olarak yer aldığı Doğu Karadeniz ormanlarında tesis ettikleri 55 ayrı deneme sahasında regresyon modeli ile 510 ağaçta yaptıkları ölçümlerden elde edilen verileri ağaç hacim ve biyokütle tablolarının oluşturulmasında kullanmışlardır. Daha geniş ölçekte gerçekleştirilen çalışmalardan ilkinde ise Asan (1999), 1960-1975-1995 yılları arasında Türkiye’de gelişen ormanların durumu, dikili ağaç miktarı ve tahmin ile belirlenen orman biyokütlesi ile ilgili geniş bir rapor yayınlamıştır. Asan (1999), üç genel türe ait Biyokütle Genişleme Faktörü (BGF) katsayılarını hesaplamıştır. Buna göre iğne yapraklı ağaçlar için BGF 1.20, yapraklı ağaçlar için BGF 1.25 ve baltalıklar için BGF 1.40 olarak hesaplanmıştır. Tolunay (2009) 2004 yılında tamamlanan NIR verilerini kullanarak toprak üstü ve altında depolanan biyoküttelede depolanan toplam karbon miktarının tahminini yapmıştır.

Bartın ve çevresinde ağaçlardan 82 ağacın göğüs çapı, boyu ve tür bilgileri kullanılarak literatürde yer alan regresyon denklemleri ile biyokütle tahmini yapılmıştır (Durkaya vd. 2012). Araştırma neticesinde, biyokütle depolanmasının en fazla olduğu (846.925 Mg ha⁻¹) meşcerenin KnGd3 ve en düşük olduğu (299.415 Mg ha⁻¹) meşcerenin ise GKnc3 olduğu belirlenmiştir. Kahramanmaraş ilinin Türkoğlu ilçesinde 1991-2002 yılları arasında toprak altı ve toprak üstü biyokütlenin karbon depolama kapasitesi değişimini inceleyen Sivrikaya ve Bozali (2012), 1991 ve 2002 yılları için orman biyokütlesi üzerinden hesaplanan toplam karbon depolama değerlerini sırası ile 0.134 TgC ve 0.161TgC olarak rapor etmişlerdir.

2.1. Küresel Karbon Döngüsü ve Karbon Depolaması

Element veya bileşik halindeki karbonun atmosfer, canlılar, karalar ve sular arasında çeşitli olaylar ile yer değiştirmesi karbon döngüsü olarak tanımlanmaktadır. Atmosferde karbondioksit formunda bulunan karbon, fotosentez esnasında bitki bünyesine dahil olmaktadır. Bu şekilde bitki bünyesine dahil olan karbon, bu bitkiler ile beslenen canlıların tüketimi ile hayvanların bünyesine girmektedir. Hayvan bünyesine dahil olan karbonun bir kısmı solunum esnasında CO₂'e dönüşerek atmosfere geri gitmektedir. Geri kalan karbon ise, canlıların ölüm ile birlikte çürüyen biyokütleden salınarak atmosfere karışır veya bir kısmı toprakta daha zor ayrışan bileşiklere dönüşerek depolanır.

Karbon döngüsünde genel olarak yıllık olarak bitkilerin depoladığı karbon miktarının yaklaşık 60 milyar ton olduğu tahmin edilmektedir. Ancak, bitki ve hayvanların solumaları, fosil yakıtların yakılması ve toprakta depolanan karbonun ayrışması nedeni ile benzer miktarın hatta daha fazlasının atmosfere salıverildiği düşünülmektedir. Yapılan araştırmalar, okyanuslarda bulunan canlıların fotosentez ve solunumunda kullandığı karbon miktarının da yıllık toplam 180 milyar ton olduğunu göstermektedir (Janzen 2004). İnsan etkisinin olmadığı ekosistemlerde, bitkilerin fotosentez ile bağladığı karbon miktarı, karbonun bir kısmı bitki ve hayvan dokularında bağlandığından dolayı solunum ile salınan karbondan bir miktar daha fazla olması beklenir. Bu nedenle, yeryüzünde bulunan karasal ekosistemlerde bitki bünyesinde depolanmış olan toplam karbon miktarının 500 milyar ton civarında olduğu varsayılmaktadır. Karasal ekosistemlerde bitkilerin yanında, topraklarda karbonun depolanması için uygun ortamlardır ve 1 m derinliğindeki toprakta depolanan karbonun 2000 milyar ton civarında olduğu rapor edilmektedir. Yeryüzündeki en büyük karbon depolama yeri olan okyanuslarda depolanan karbonun miktarının ise 39000 milyar ton dolayında olduğu tahmin edilmektedir (Janzen 2004) (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Küresel karbon döngüsü (Botkin and Keller 1998; Janzen 2004)

2.2. Orman Topraklarında Karbon Birikimi

Orman ekosisteminde yaygın canlı türü ağaçlar olduğundan dolayı, karbonun temel girdisi fotosentez olayıdır. Atmosferde gaz formunda bulunan karbon, CO₂ şeklinde bitkiler tarafından alınarak, karbonhidratlara dönüştürülmektedir. Canlıların temel yapı taşları olan karbon, canlı organizmaların yaklaşık olarak %50'sini oluşturmaktadır. Bununla birlikte, canlı organizmanın ölümü ile birlikte organik atıkların ayrışması karbon değerlerinin düşmesine yola açmaktadır.

Fotosentez ile bitki bünyesine dahil olan karbon, bitkinin ölümü ile birlikte toprak yüzeyine döner ve burada depolanır. Bitki atıklarının bir kısmı, mikro ve makro organizmalar tarafından tüketilir ve onların bünyesinin bir parçası haline gelir. Sonraki aşamada ise, bu karbonun bir kısmı, solunum ile atmosfere salınır. Ormanlık alanda depolanan biyokütle, çeşitli yollar ile bu ekosistemin dışına çıkarılmaktadır. Özellikle ağaç kesimleri esnasında toprak yüzeyinde kalan bitki atıkları, zamanla toprağın bir parçası haline geçerler. Toprakta biriken bu atıkların bir kısmı, canlılar tarafından ayrıştırılarak CO₂ formunda atmosfere salınır veya daha zor ayrışan ve adına humus

dediğimiz bileşiklere dönüştürülerek toprakta uzun süre depolanırlar (Kantarıcı 2000). Organik madde çoğunlukla toprağın üst katmanlarında depolanır ve miktarı derinlikle birlikte azalır. Toprakta bulunan kökler ve tüm canlılar da toprağın organik maddesinin birer bileşenidir.

Orman ekosisteminde, topraklarda biriken karbonun bir kısmı bakteriler ve mantarlar tarafından ayrıştırılmaya devam etmektedir. Biyolojik ayrışma esnasında organik bağlar parçalanır ve toprak solunumu olarak bilinen CO₂ halinde atmosfere salınım olayı gerçekleşir. Ancak, topraktan karbon kaybı sadece toprak solunumu gerçekleşmez. Solunum yanında, çözülmüş organik karbon olarak yıkanmakta ve çeşitli yeraltı ve yerüstü su kaynağında birikebilmektedir. Orman ekosistemlerinde yaygın olmasa da toprakta depolanan karbonun bir kısmı erozyon ile uzaklaşabilmektedir.

2.2.1. Orman Topraklarının Karbon Biriktirmesini Etkileyen Faktörler

Orman ekosistemlerinde yer alan topraklarının organik madde kapsamı, doğal ekolojik koşullara ve insan etkisine bağlı olarak önemli düzeyde değişkenlik gösterebilmektedir. Bu tip dış faktörler genellikle kolay ayrışabilen organik maddenin bir kısmını etkilemektedir. Organik madde üzerine etki eden en önemli faktör iklimdir. Soğuk ve nemli iklimlerde organik maddenin ayrışması yavaşlamakta, yani organik karbonun toprakta depolanması artmaktadır. Bunun aksine, ılıman ve tropikal iklimlerde ise artan mikroorganizma faaliyetine de bağlı olarak organik maddenin ayrışması hızlanmaktadır.

Bir bölgenin yükseltisi, yağış ve sıcaklık gibi iklimin bileşenlerini etkilediğinden dolayı yükselti artışı ile sıcaklığın azalması ve yağışın artması ayrışma koşullarını etkilediğinden dolayı, toprakta depolanan organik maddenin miktarı da etkilenmektedir. Eğimin yüksek olduğu arazilerde yüzey akışı ile birlikte, organik maddenin en yoğun olduğu üst kısım taşındığından dolayı karbon birikimi nispeten daha düşük olmaktadır. Yöney de güneşlenme miktarını etkilediğinden dolayı, karbon depolamasına etki etmektedir. Daha az güneş alan kuzey yamaçlarda ayrışma daha az ve bitki gelişimi daha fazla olacağından karbon depolanması daha fazla olacaktır.

Orman ekosistemlerinde yer alan ağaçların yaprak ve odunlarının ayrışma derecelerinde büyük farklılıklar bulunmaktadır. Kantarcı (2000), kayın ağaçlarının yoğun olduğu ormanlarda, ölü örtünün ayrışmasının oldukça yavaş olduğunu bildirmektedir. Kayın ağaçlarının altında orman gülü türü çalılırlar olduğu yerlerde ayrışma çok daha düşük düzeyde gerçekleşmektedir. Ağaçların kök sistemleri de toprakta biriken karbon miktarını etkilemektedir. Sığ köklü ağaçların bulunduğu ortamlarda biriken karbon miktarının derin köklü ağaçların olduğu ortamlardan daha düşük olduğu rapor edilmiştir.

Orman ekosistemlerinde ağaçların yaşı, toprak yüzeyini kapalılık durumu, ağaçların sıklık durumu, ormanda bulunan ağaç türlerinin karışım oranı özellikler de toprak organik maddesini etkilemektedir. Toprak yüzeyinin tamamen kapalı olduğu ormanlarda toprak yüzeyin ulaşan ışık miktarı az olduğundan, sıcaklıkta düşük olmaktadır. Bu durumda toprak yüzeyine katılan bitki atıklarının depolanması daha yüksek düzeyde gerçekleşmektedir. Benzer şekilde, ağaçların yaşına bağlı olarak da toprakta depolanan karbon miktarı artmaktadır. Birden çok ağaç çeşidinden meydana gelen ormanlarda, toprak organizmalarının aktiviteleri daha yüksek olduğundan, organik maddenin parçalanması daha fazla gerçekleşir.

Orman ekosistemlerinde karbonun depolanmasında ana kaya ve toprak özelliklerinin de etkisi oldukça önemli düzeydedir. Ana kayanın çeşidi toprağın tipini belirleyeceğinden, karbon depolamasına etkisi toprak özellikleri üzerine etkisi ile ilişkilidir. Çatlak oluşturan yapıdaki kayalardan oluşan bir bölgede köklerin daha iyi gelişmesi organik maddenin birikmesine yol açmaktadır. Toprağın parçacık büyüklük dağılımı, toprak profilinin derinliği, taşlılık durumu, toprak nemi, pH, baz doygunluğu ve besin maddesi içeriği, geçirgenlik ve havalanma toprakta depolanacak organik maddenin miktarı üzerine etkilidir. Killi topraklarda daha fazla miktarda organik karbon depolanabilmektedir. Taş içeriği yüksek olan topraklarda daha az karbon biriktirilmektedir. pH'nın düşük olduğu asit karakterli topraklarda mikroorganizma faaliyeti azalacağından organik maddelerin ayrışması da azalmaktadır.

Arazi kullanımında meydana değişimler, toprakta organik karbon stokunun azalmasına yol açabilmektedir. Bir bölgede yapılan ağaçlandırılma, toprakta organik madde birikimine olumlu veya olumsuz etki edebilir. Daha önce bitki örtüsü bulunmayan bir

alandaki yapılacak olan ağaçlandırma, toprağın organik maddesi içeriğinin artmasına neden olabilir. Bununla beraber, var olan bir ormandaki ağaçların kesilerek yeniden ağaç dikilmesi ile ağaçlandırma yapılması, toprakta organik maddenin azalmasına yol açabilir. Silvikültürel müdahaleler orman ekosistemlerinde mikro iklimin değişmesine ve yaprak dökülmesinin azalmasına neden olmakta ve bu nedenle de toprak organik karbonunda azalma meydana gelebilmektedir.

Yangınlar, ormanlarda var olan biyokütlenin yok olmasına neden olduğundan toprak organik karbonun azalmasına yol açmaktadır. Toprak işleme yeni fidanların daha hızlı gelişmesine ve biyokütle üretiminin artmasına neden olduğundan toprak organik karbon depolanmasını olumlu etkileyebilmektedir. Bununla beraber, organik madde içeriği yüksek toprakların işlenmesi, organik maddenin daha fazla ayrışmasına ve yüzey ve yüzey altı sularına karışmasına neden olacağından, karbonun depolanmasını azaltır.

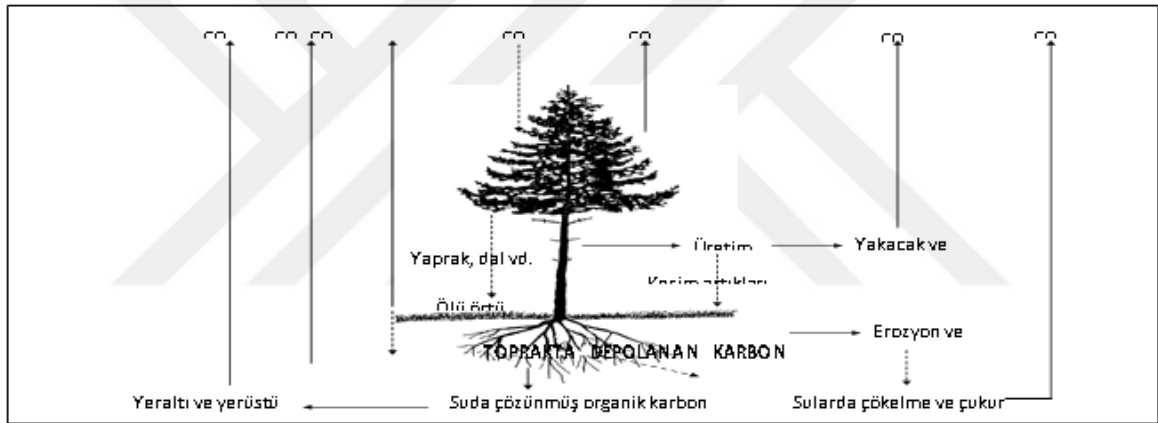
Mineral veya inorganik besin elementlerinin katılımı ve kireçlemenin toprakta depolanan karbon üzerine olumlu veya olumsuz yönde etki yaptığını bildiren araştırmalar olmuştur. Örneğin, azot uygulaması bitkilerin gelişimini teşvik ederek daha fazla biyokütle üretmelerine neden olurken, bitki atıklarındaki azot içeriğinin artması daha hızlı ayrışmalarına neden olabilmektedir. Asit karakterli olan orman topraklarında kireçleme ile pH değeri yükselirken bitki atıklarının ayrışma oranı artmaktadır (Jandl et al. 2007).

2.2.2. Türkiye Orman Topraklarındaki Karbon Miktarları

Toprakta organik karbon stoku üzerinde etkili faktörlerin incelendiği bir araştırmada, 1159 noktadan alınan örneklerde orman topraklarımızda depolanan karbon miktarı ortalama 77.8 ton ha⁻¹ olarak rapor edilmiştir. Türkiye’de özellikle yapraklı ormanlar ile ilgili yeterli veri bulunmamaktadır. Toplam 21.2 milyon ha orman varlığı bulunan ülkemizin ve 1 ha orman alanında ortalama 77.8 ton karbon depolandığı varsayımı ile tüm ülkedeki orman topraklarımızın toplam 1.65 milyar ton karbon depoladığı söylenebilir.

Yıllık olarak depolanan karbonun miktarının belirlenmesinde, aynı alanda farklı zamanlarda belirlenen toprak organik karbon stoklarının karşılaştırılması geçerli ir

yöntemdir (Lal 2005). Tolunay (2009), 1991-2001 yılları arasında Bolu Aladağ'daki Sarıçam orman topraklarında yıllık ortalama 0.65 ton ha^{-1} karbon depolandığını rapor etmiştir. Lal (2005) ise küresel ölçekte orman topraklarının yılda ortalama 0.4 ton ha^{-1} karbon depoladıklarını bildirmektedir. Bu ortalama değer dikkate alındığında, ülkemiz orman topraklarında yıllık toplam 8.48 milyon ton karbon depolanabileceği anlaşılmaktadır. 2004 yılında gerçekleştirilen bir araştırmada, ülkemiz ormanlarında bitkisel kütlede depolanan toplam karbon miktarının 14.48 milyon ton olduğu düşünüldüğünde, orman topraklarının karbon depolamada ne kadar önemli olduğu daha net anlaşılmaktadır. Bununla beraber, depolama potansiyelleri yüksek olmakla birlikte, arazi kullanımındaki bir değişiklik ile depolanan karbonun tekrardan atmosfere salınabileceği de unutulmamalıdır.



Şekil 2.2. Orman ekosistemlerinde karbon döngüsü (Lal 2004) (düz çizgiler karbon çıkışı, kesik çizgiler karbon girdisini göstermektedir)

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

Araştırma alanı, Murat Nehri Havzası Rehabilitasyon Projesi (Anonim 2019) kapsamında Elâzığ ilinde yer alan Büyükçay mikro havzasıdır. Bu mikro havzada yapılan çalışmalar ile havzanın genelindeki karbon tutulması miktarı ortaya konulmaya çalışılmıştır. Bu amaçla, havzada yapılan ağaçlandırma ve erozyon kontrolü çalışmaları ile mevcut havzadaki ağaçların karbon tutulumları hem toprak hem de ağaçlardaki biyokütle ile belirlenmiştir. Havzada güneş enerjisi, izolasyon, meyve bahçesi kurulumu ve benzeri çalışmalarında karbon tutulumundaki etkileri belirlenmiştir.

3.2. Metot

Çalışmalar, Büyükçay mikro havzasındaki hem toprak hem ağaçlar hem de yapılan faaliyetlerin karbon miktarının belirlenmesi ile ortaya çıkarılmıştır.

3.2.1. Arazi Çalışmaları

Havzadaki meşe ağaçlarından yeterli miktarda ağaç örnekleri alınmıştır. Örnek ağacın seçileceği meşcere belirlendikten sonra, amaca uygun ve yeterli büyüklükte alınacak bir örnek alan içerisindeki tüm ağaçlarda göğüs çapı ölçümü yapılarak, buradan hareketle göğüs yüzeyi orta ağacının çapı belirlenir. Örnek alanda ölçülen ağaçlardan bu çapa en yakın ağaç tespit edilerek işaretlenir. Burada gerekçe, ortalama göğüs yüzeyine sahip ağacın, ortalama biyokütle miktarına da sahip olacağı varsayımdır. Örnek ağaçlar canlı, tepesi sağlam, tek gövdeli ve sağlıklı bireyler olmalıdır. Örnek ağaç tespitinden sonra, göğüs çapı çift yönlü ölçülen ağaç toprak seviyesinden kesilir. Toprak seviyesinin üzerinde herhangi bir dip kütük kalmamasına özen gösterilmelidir. Bundan sonraki işlemler aşağıdaki ağaç kısımlarının belirlenmesine yöneliktir.

3.2.1.1. Gövde üzerinde yapılan işlemler

Kesilen ağacın öncelikle tam boyu cm hassasiyetinde ölçülür. Daha sonra dallar gövdeye bitiştiği noktadan, herhangi bir budak bırakmadan veya gövdeye nüfuz etmeden kesilir. Gövde 2.05 m uzunluğunda bölümlere ayrılır. Her bölüm üzerinde hacim tespiti için kullanılan hacim formülünün gerektirdiği çap ölçümleri çift yönlü olarak yapılır. Bu ölçümlerin gerekçesi, dikili gövde hacmi/biyokütle karbon içeriği dönüşümlerine imkân sağlayan faktörlerin (BEF) (biomass expansion factor) belirlenmesine imkân sağlamaktır. Her bölüm tartılarak yaş ağırlığı belirlenir. Kalın çaplı ağaçlarda dipten itibaren birkaç bölüm çok ağır olup insan gücü ile tartılması mümkün olmayabilmekte ve makine gücüne ihtiyaç duyulabilmektedir. Fakat ağacın en kıymetli kısmının değer kaybını minimuma indirmek için bu uzunluğun altına pratikte inmek pek mümkün olmamaktadır. Her bölümün ucundan 5 cm kalınlığında örnek kesit alınarak kabuk soyulur ve odun ile kabuk kısımlarının yaş ağırlıkları arazide belirlenerek etiketlenip ileri çalışmalar için laboratuvara getirilir. Her bölümden örnek alınmasının gerekçesi sonraki bölümde ayrıntılarıyla incelenmektedir.

3.2.1.2. Dallar üzerinde yapılan işlemler

Öncelikle yapraklar-ibreler dallardan ayrılır. Daha sonra dallar 4 cm çaptan kalın ve 4 cm çaptan ince olmak üzere iki gruba ayrılır ve tartılarak yaş ağırlıkları belirlenir. Daha sonra her iki gruptan alınacak örnek parçaların kabukları soyulur, odun ve kabuk yaş ağırlıkları arazide belirlenerek etiketlenip sonraki çalışmalar için laboratuvara getirilir. Odun örneklerinin alınmasında basınç odunları oluşumları göz ardı edilmemelidir. Dalların gövdeye bitişik olan ve dal ağırlığını taşıyan alt kısmı ile uç kısmının odun yoğunlukları birbirinden farklıdır. Bu sebeple ortalama bir dal alınır, bu dalın alt, orta ve üst 1/3'lük kısımlarından alınacak aynı boydaki üç dal parçası dal örneği olarak kullanılır.

3.2.1.3. Yapraklar/ibreler üzerinde yapılan işlemler

Yapraklar/ibreler genellikle dallardan tek tek değil, tutundukları kısa sürgünler ile ayrılmaktadır. Yaş ağırlıkları bu şekilde tartılır ve laboratuvar örnekleri de bu şekilde alınır. Aynı şekilde işlem görmeleri mümkündür ama daha doğrusu kısa sürgünlerle

alınan yaprakların sürgünlerden ayrılarak, yaprak sürgün oranlarının belirlenmesidir. Yapraklardan ayrılan kısa sürgünler ayrı olarak hesaplamalara konu edilebileceği gibi dal miktarına da eklenebilir.

3.2.1.4. Toprak altı örnekleme

Her örnek ağacın temsil ettiği alan, diğer ağaçlarla aralarındaki mesafenin ortalarından geçirilen bir çizgi yardımıyla belirlenir ve bu alan kök derinliğine kadar tamamen kazılır. Diğer yöntemler, özellikle belirli büyüklükte temsilci alanlarda örnekleme çok yanıltıcı olabilmektedir. Çünkü bir ağacın toprak altı biyokütlesinin önemli kısmı kök yumrusunda bulunur. Mutlaka bizzat örnek ağaca ait toprak altı kısımları örneklenebilir. Kökler topraktan temizlenir ve yumru, 4 cm'den kalın ve 4 cm'den ince olarak ayrılır ve tartılır. Gerek görülürse kabuk miktarı belirlenebilir.

Tablo 3.1. Karışık orman ekosistemlerinde toprakta organik karbon miktarları (t/ha) (Tolunay ve Çömez 2008)

Ağaç Türü	Profil Sayısı	En Düşük (ton ha ⁻¹)	En Yüksek (ton ha ⁻¹)	Ağırlıklı Ort. (ton ha ⁻¹)	Kaynaklar
Karaçam-Meşe	7	10,3	116,1	52,6	Özkan 2003; Çelik 2006
Ladin-Kayın	6	7,0	87,0	40,0	Altun 1995
Meşe-Ardıç	5	22,0	48,6	44,7	Özkan 2003; Çelik 2006
Kızılcık-Maki	3	86,4	110,6	100,8	Duran 1991
Sığıla-Meşe-Kızılcık	2	302,4	374,3	338,3	Duran 1991
Toplam	33	7,0	374,3	70,8	

3.2.3. Amenajman Planı ve Güncel Arazi Kullanımı

Mikro havzadaki amenajman planı ve güncel arazi kullanımına ait hesaplamalar aşağıda verilmiştir (Tablo 3.2).

Tablo 3.2. Ağaçlandırma alanlarında topraktaki organik karbon miktarları (t/ha) (Tolunay ve Çömez 2008)

Ağaç Türü	Profil Sayısı	En Düşük t ha ⁻¹	En Yüksek t ha ⁻¹	Ağırlıklı Ort t ha ⁻¹	Kaynaklar
Sarıçam	12			108,4	Karagöz 1988
Karaçam	44	9,3	174,6	65,1	Kantarcı 1979; Karaöz 1988; Akbin 1994; Kara 2002; Karatepe 2004
Fıstık Çamı	12	11,4	105,5	63,9	Karakan 1996; Kambak 1996
Kızılcık	11	74,4	316,0	149,1	Aydın 1996; Ölçücüoğlu 1997
Sahil Çamı	4	66,2	144,3	106,0	Kantarcı 1983
Toplam	85	9,3	316,0	84,9	

Tablo 3.3. Mikro havzadaki amenajman planı ve güncel arazi kullanımına ait hesaplamalar

BLM No	2401	2759	4697	2224	1444	690	Genel Toplam
Güncel Kullanım	Orman	Orman	Orman	Ziraat	Orman	Ziraat-iskan	
Ag0	0,24						0,24
BMBt		0,28					0,28
Orman Toprağı			0,35				0,35
OT-E			0,11				0,11
Sa0					0,1		0,10
SÇka0					0,05		0,05
Ziraat-İs						0,03	0,03
Ag0	116,05						116,05
BMBt		813,80					813,80
OT			5983,50				5983,50
OT-E			71,30				71,3
Sa0					29,04		29,04
SÇka0					159,38		159,38
Ziraat				867,9		1554,0	2421,9
Ziraat-İs						23,01	23,01
Toplam Alan (ha)	116,29	814,07	6055,27	867,95	188,94	1577,19	9619,70
Oran (%)	1,21	8,46	62,95	9,02	1,96	16,40	100,00

Tablo 3.4. Mikro havzada gerçekleştirilen faaliyetlerin arazi kullanım kabiliyet sınıflarına göre dağılımları (ha)

Faaliyet Adı	III	%	VI	%	VII	%	Toplam
Bozuk Meşe Rehabilitasyonu					80,8	4,62	80,8
Bozuk Orman Ağaçlandırması	23,81	86,39					23,81
Toprak Muhafaza ve Erozyon Kontrolü	3,75	13,61	51,2	100	1666,34	95,38	1721,29
Toplam	27,56		51,2		1747,14		1825,9

Tablo 3.5. Mikro havzada gerçekleştirilen faaliyetler

Faaliyetler	Toplam	
	MH Planına Göre	Gerçekleşen
	Program	Program
A-Ağaçlandırma çalışmaları		
Ağaçlandırma Tesis	23,8	23,80
Meşe rehabilitasyonu	80,8	60,00
B-Bozuk arazi, toprak ve Flora Yatırımları		
Erozyon Kontrolü	1721,3	1190,60
D-Enerji At Planında Yapılan Çalışmalar		
Güneş enerjili su ısıtma üniteleri	64,0	82,0
Ekmek Fırını	50,0	132,0
Genel Toplam		

3.2.4. Köy Konutları İçin İzolasyon ve Sıcak Su İçin Güneş Panelleri

Anket çalışmalarında izolasyon yapılan hanelerde izolasyondan önce hane başına 2 ton odun, 1 ton kömür yakıt olarak kullanılmakta idi. Yakıt olarak hane başına 1000-1500 TL masraf olmakta iken hane izolasyonundan sonra yakıt tüketimi yılda 1 ton odun ve 500 kg kömüre düşmüştür. Bu da hane başına 500-750 TL gelir artışına denk gelmektedir. Güneş enerjili su ısıtma üniteleri sayesinde faydalanıcılar sıcak su ihtiyacını daha kısa sürede ve yakacak odun kullanmadan sağlamaktadır. Büyükçay mikro havzası sınırlarında yapılan ağaçlandırma, toprak muhafaza erozyon kontrolü çalışması, meraların ıslah işlemleri ve mikro havzadaki koruma faaliyetleri sonucu bitki örtüsünde gözle görülür şekilde iyileşme olmuştur. Bitki örtüsünde iyileşme ile birlikte biyo-küttele artış meydana gelmiştir. Mikro havzada yapılan güneş enerjisi ile su ısıtma sistemleri, hane izolasyonu ve ortak kullanıma açık fırınların yapılmasıyla birlikte yakıt amaçlı kullanılan biyo küttele yüzde eli oranında tasarruf sağlanarak karbon birikmesinin gerçekleşmesi sağlanmıştır.

3.2.5. Toprak Örnekleme

Toprak organik karbonun hesaplanması sürecinde, mikro havzadaki toprak örneklerinden önce organik madde daha sonra da organik karbon değerleri hesaplanmıştır. Aynı

işlemler ağaçlandırma çalışmaları ile birlikte fidan dikimi yapılan sahalarda da uygulanır. Böylece havzadaki ağaçlandırma çalışmalarının etkileri belirlenir. Diğer yandan havzadaki yapılan diğer faaliyetlerinde karbon tutulumları belirlenerek havzanın toplam değerleri hesaplanır. Elâzığ Büyükçay mikro havzasında 23 adet toprak profili açılarak horizon esasına göre alınan toprak numuneleri toprak analiz laboratuvarında analiz edilmiştir. Toprağın kireç yüzdesi, pH, elektriksel iletkenlik (EC), organik madde miktarı, parçacık büyüklük dağılımı ve toprak sınıflandırılması yapılmıştır.



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Büyükçay Mikro Havzasının Genel Tanıtımı

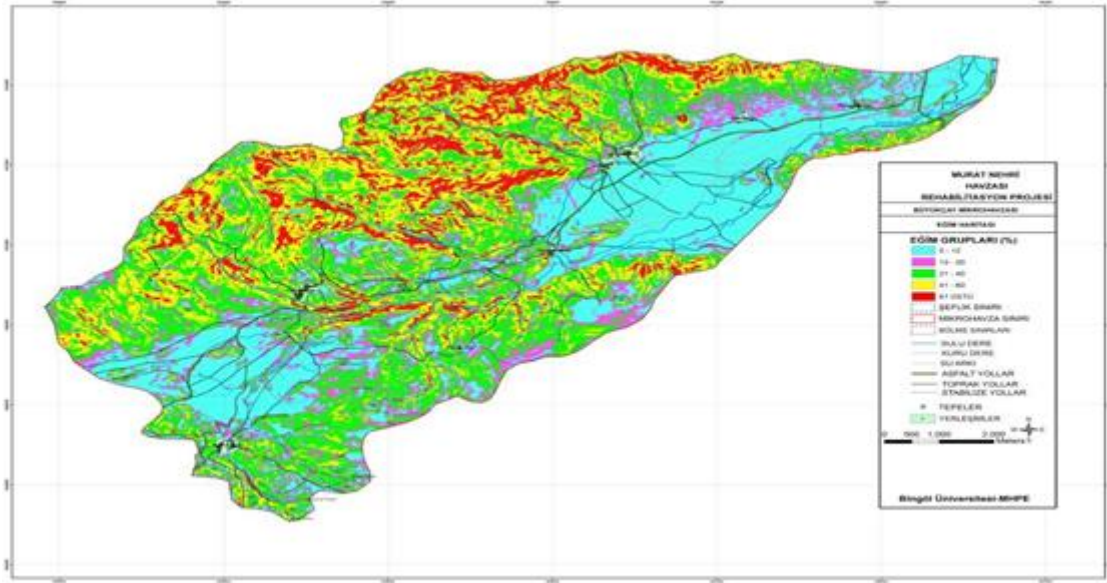
Doğu Anadolu Bölgesinin Elâzığ ilinde yer alan Büyükçay Mikro havzası; Merkez, Maden ve Palu ilçeleri sınırlarını da kapsayan; Gümüşkaynak, Sarıkamış, Kartaldere, Kumla, Kumyazı ve Tepecik Köylerini içermektedir (Şekil 4.1). Büyükçay mikro havzasının yükseltisi 850 metreden 2170 metreye kadar değişmektedir. Büyükçay havzası, iklim ve ekolojik koşulları itibari ile bitkisel ve hayvansal üretime oldukça uygundur. Alanda yer alan araziler, yetenek sınıflarına uygun bir şekilde değerlendirildiklerinde tarımsal üretimde verimliliğin daha yüksek olacağı düşünülmektedir.



Şekil 4.1. Çalışma alanının Türkiye'de ve bölgedeki konumu

4.1.1. Mikro havzanın Fizyografik Özellikleri

Büyükçay mikro havzasına ait eğim, bakı, yükseklik ve arazi kullanım kabiliyet sınıfı gibi özellikleri şekil ve tablolarda özetlenmiştir (Şekil 4.2, 4.3, 4.4 ve 4.5).

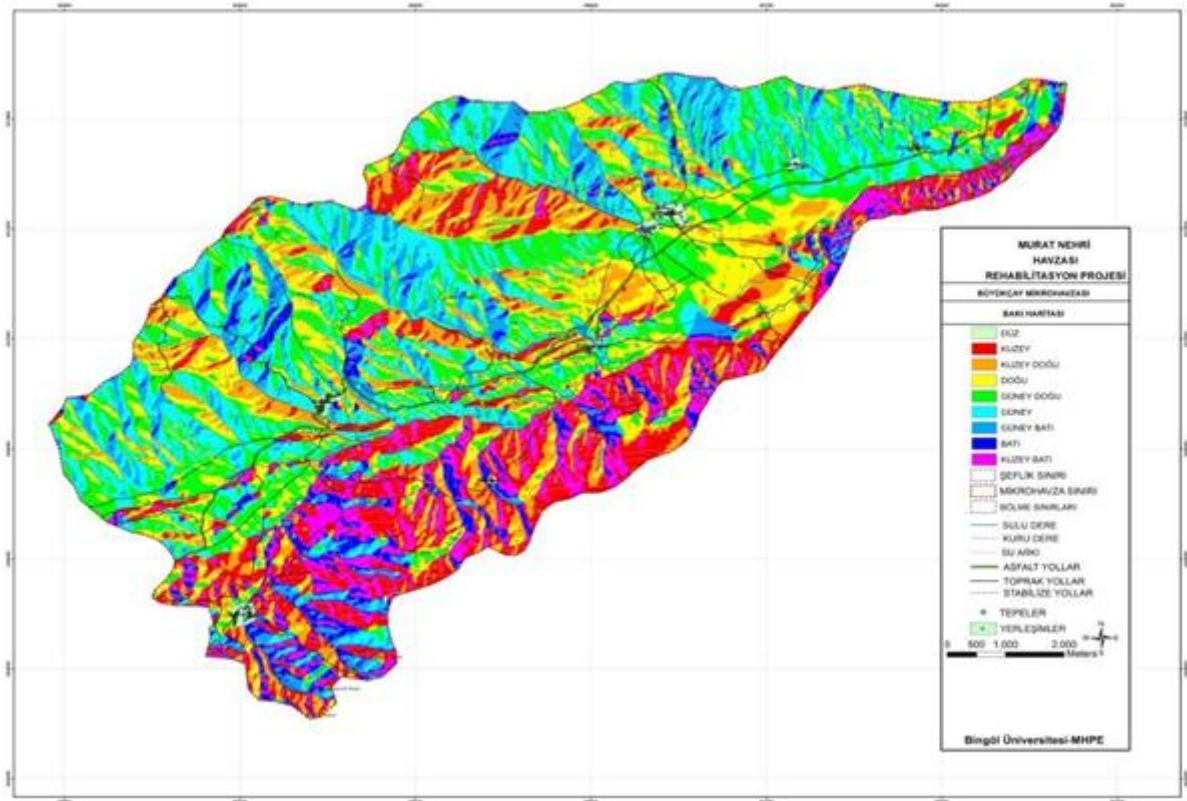


Şekil 4.2. Büyükçay mikro havzasına ait sayısal yükselti haritası

Eğim haritasının incelenmesi ile belirlenen eğim gruplarının her birine ait alansal dağılım verileri Tablo 4.1’de verilmiştir. Havzanın çoğunlukla engebeli bir topoğrafyaya sahip olduğu ve yaklaşık olarak %30’unda eğimin %21 ile %40 arasında olduğu anlaşılmaktadır. Tarımsal üretim için uygun olan araziler eğimin % 0-12 arasında olduğu arazilerde yapılmalıdır ki bu araziler alanın % 27’sini oluşturmaktadır.

Tablo 4.1. Eğim gruplarının kapladığı alanlar ve kaplama yüzdeleri

Eğim Grupları %	Alan (ha)	Oran (%)
0 – 12	2609,6	27,13
13 – 20	1157,9	12,04
21 – 40	2881,5	29,95
41 – 60	2114,8	21,98
61 ve Üstü	855,9	8,9
Toplam	9619,7	100

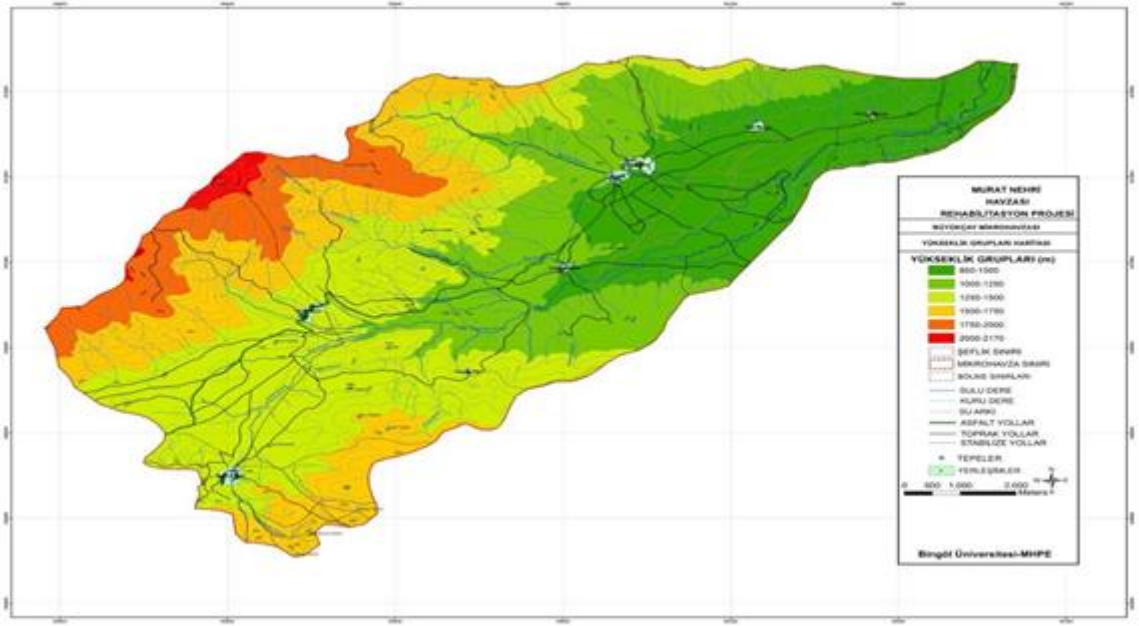


Şekil 4.3. Büyükçay mikro havzasına ait bakı haritası

Bakı haritasının incelenmesi ile elde edilen alansal dağılımı ve yüzde miktarları Tablo 4.2’de gösterilmiştir. Buna göre, mikro havzanın %45’inin güney yamaçta olduğu, %32’sinin ise kuzey bakı grubu içerisinde yer aldığı görülmektedir. Veriler havzanın genel olarak kuzey-güney yönünde geliştiğini göstermektedir

Tablo 4.2. Mikro havzada yer alan arazilerde bakıların alansal ve oransal dağılımları

Bakı	Alan (ha)	Oran (%)
Batı	455,2	4,73
Doğu	1491,6	15,51
Güney	1707,5	17,75
Güney Batı	790,3	8,22
Güney Doğu	1970,7	20,49
Kuzey	1263,1	13,13
Kuzey Batı	717,6	7,46
Kuzey Doğu	1223,7	12,72
Toplam	9619,7	100

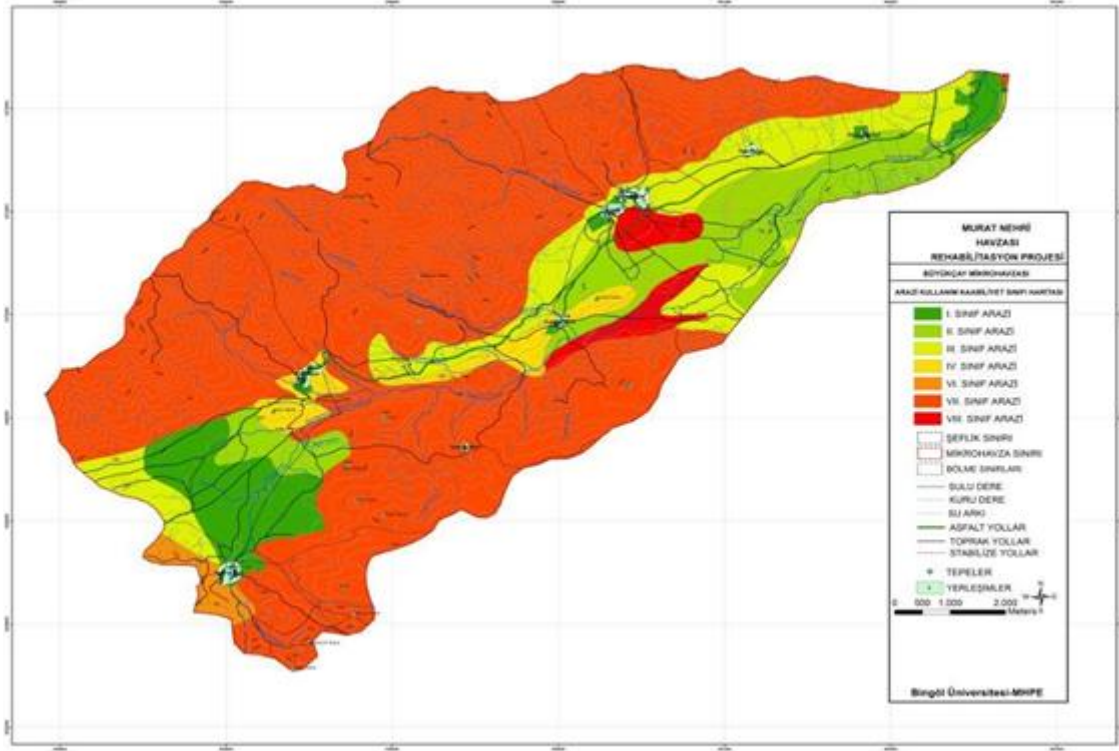


Şekil 4.4. Mikro havzanın yükseklik haritası

Mikro havzanın yükseklik haritasında yer alan sınıflara ait alansal dağılım ve yüzdelik oranlar Tablo 4.3'te verilmiştir. Arazilerin çoğunluğunun güney yamaçta yer alması, onları erozyona ve arazi bozulmasına karşı daha hassas hale getirmektedir. Zira daha uzun süre güneşlenme zamanına sahip olan bu arazilerde, organik maddenin ayrışması kuzey yamaçta yer alan arazilere kıyasla çok daha hızlı olmaktadır. Bunun bir sonucu olarak da ayrışmanın yüksek olduğu güney yamaçlarda organik karbonun depolanması veya tutumu da daha düşük olacaktır.

Tablo 4.3. Farklı yükselti gruplarına ait kaplama miktarları ve oranları

Yükseklik (m)	Alan (ha)	Oran (%)
850-1000	2016,8	20,97
1000-1250	1865,8	19,4
1250-1500	3249,0	33,77
1500-1750	1653,0	17,18
1750-2000	745,0	7,74
2000-2170	90,1	0,94
Toplam	9619,7	100



Şekil 4.5. Arazi kullanım yetenek sınıflarının dağılımı

Arazi kullanım kabiliyet sınıfı haritasının incelenmesi ile hesaplanan her bir yetenek sınıfına ait kaplama miktarları ve yüzdeler Tablo 4.4'te verilmiştir.

Tablo 4.4. Mikro havzada yer alan arazilerin arazi kullanım kabiliyet sınıflarına göre dağılımları

Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıfları	Alan	Oran (%)
I	490,2	5,10
II	1015,2	10,55
III	1149,0	11,94
IV	280,3	2,91
VI	114,0	1,19
VII	6264,4	65,12
VIII	231,4	2,41
Yerleşim Alanı	75,2	0,78
Toplam	9619,7	100,00

4.1.2. Havzanın İklim Özellikleri

Çalışma alanının iklim özelliklerinin tahmininde yağış miktarının ortalama yüksek sıcaklığa oranı ile hesaplanan Erinç “Yağış Etkinliği İndisi” kullanılmıştır. Bu kapsamda, çalışma alanının da içinde bulunduğu Elâzığ ili Merkez ilçesinde yer alan meteoroloji istasyonunda 1980 ile 2012 yılları arasında kayıt edilmiş olan yıllık yağış miktarı ve ortalama maksimum sıcaklık verileri kullanılarak mikro havzanın iklim ve bitki örtüsüne ait tahminler yapılmıştır. Toplam 33 yıla ait verilerin kullanılması ile hesaplanan indis değerine (21.8 mm/°C) göre çalışma alanında hüküm süren iklim tipi Yarı Kurak ve bitki örtüsü ise Step olarak tanımlanmıştır.

Im=P/Tom

Bu eşitlikte, Im, Yağış Etkinliği İndisi, P, Yıllık yağış miktarı (mm) ve Tom ise yıllık ortalama yüksek sıcaklık (°C)’tır. Elâzığ Havzasına ait yıllık ortalama yağış ve yüksek sıcaklık değerleri sırası ile 409.9 mm ve 18.8°C’dir. Eşitli kullanıldığında, yıllık yağış etkinliği etkinlik İndeksi değerinin $409.9/18.8=21.8$ mm/°C olduğu görülmektedir.

Tablo 4.5. Mikro havzanın yağış etkinliği sınıfları

İklim Tipi	Yağış İndisi	Bitki Örtüsü
Tam Kurak (TK)	$I < 8$	Çöl
Kurak (K)	$8 < I < 15$	Çöl - Step
Yarı Kurak (YK)	$15 < I < 23$	Step
Yarı Nemli (YN)	$23 < I < 40$	Görünümlü Kurak Mıntıka Ormanı
Nemli (N)	$40 < I < 55$	Nemli Mıntıka Ormanı
Çok Nemli (ÇN)	$55 < I$	Çok Nemli Mıntıka Ormanı

4.1.3. Çalışma Alanının Jeolojisi ve Toprak Özellikleri

Çalışma alanının genel olarak jeolojik yapısı heterojen olup, genel olarak serpantin, diyorit, bazik kayalar ile dere kenarlarında koluviyal materyallerden oluşmuştur. Ayrıca, kretase-paleosen kireç taşı formasyonları ile lüfesiye formasyonları yer almaktadır (Şekil 4.6). Çalışma alanında, yerçekimi ve bir miktarda suyun etkisi ile yüksek arazilerden taşınmış koluviyal materyaller üzerinde oluşan topraklarda yaygın olarak bulunmaktadır (Şekil 4.7).

Tablo 4.6. Büyükçay mikro havzası uzun yıllar meteorolojik gözlem değerleri

Enlem: 38 K / 39 D, Yükselti: 991 m, Süre: 1975-2005 (31 Yıllık), İstasyon: Elazığ														
Parametre	Rasat (Yıl)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Maksimum Sıcaklıkların Ortalaması (°C)	31	3,0	5,0	10,9	17,8	23,3	29,3	34,2	33,9	29,3	21,3	12,2	5,3	18,8
Minimum Sıcaklıkların Ortalaması (°C)	31	-3,6	-3,2	0,7	6,3	10,3	14,8	19,1	18,7	14,0	8,5	2,7	-1,1	7,3
Ortalama Sıcaklık (°C)	31	-0,6	0,6	5,5	12,0	16,9	22,6	27,3	26,6	21,3	14,2	6,8	1,8	12,9
Ortalama Basınç (hPa)	31	899,6	897,9	896,6	895,6	895,4	893	890,9	892,3	896,3	900	901,2	900,9	896,6
Ortalama Nem (%)	31	74	71	63	57	53	40	33	33	37	55	69	75	55
Toplam Yağış Ortalaması (mm)	31	36,7	42,5	51,4	65,9	54,8	12,9	1,8	0,5	6,6	47,0	44,3	45,5	409,9
Ortalama Rüzgâr Hızı (m sn)	31	2,0	2,2	2,4	2,5	2,2	2,5	2,5	2,3	2,1	1,9	2,0	2,0	2,2
Ortalama Bulutluluk	31	6,4	5,8	5,2	5,0	3,9	1,9	1,0	0,8	1,3	3,3	4,6	6,5	3,8
Kar Örtülü Günler Sayısı	31	13,2	10,1	3,1	0,1							1,2	6,4	34,1



Şekil 4.6. Havzada yer alan kireç taşı ana materyallerine ait genel bir görünüm

Kireçtaşı üzerinde oluşan topraklar eğimin yüksek olduğu üst kesimlerinde sıg ve orta derinlikte, aşağı ve dere kenarlarında ise orta ve derin toprak profiline sahiptir. Kumlu, tınlı ve kumlu-killi tekstüre sahip olan topraklarda drenaj sorunu tanımlanmamıştır. Kireç içeriği yok denecek kadar düşük olan toprakların pH'ları ise nötre yakındır.



Şekil 4.7. Mikro havzadaki koluvial ana materyallere ait bir görünüm

4.1.4. Çalışma Alanının Hidrolojisi

Mikro havzada drenaj ağının yeterince gelişmiş olduğu anlaşılmaktadır. Büyükçay deresi ve yan kolları geçmektedir (Şekil 4.8). Mikro havzanın büyük kısmı bu sular ile sulandığı, havzanın ormana bitişik olan köylerinde ise su kaynaklarının yeterli olması ile birlikte planlı bir şekilde kullanılmadığı belirlenmiştir. Daha önce yapılan ölçümlere

göre, Büyükçay deresinin 15-20 lt/sn'lik bir debiye sahip olduğu, yan derelerinin ise 2-5 lt/sn'lik bir debiye sahip olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.8. Mikro havzada yer alan Büyükçay Deresinden bir görünüm

4.1.5. Çalışma Alanının Bitki Örtüsü

Çalışma alanında orman, mera ve tarım arazileri yer almaktadır. Ormanlık alanlarda çoğunlukla meşe (*Quercus* sp) ve ardıç benzeri türlerin yer almaktadır. Tarım arazilerinde ise yer yer ceviz, elma, armut gibi meyve ağaçları yer alırken işlemeli tarımın yapıldığı arazilerde buğday, arpa, yonca gibi kültür bitkilerine rastlanmaktadır. Mera alanlarında ise, bölgenin iklimi ve alanın yükseltisine bağlı olarak çeşitli bitkilerin yer aldığı görülmüştür.



Şekil 4.9. Çalışma alanı içerisindeki ağaçlandırma sahalarından bir görünüm

4.2.Mikrohavza Alt Planları

Büyükçay Mikro havzasında doğal kaynakların bozulmasını ve aşınmasını önlemek için toprak, bitki örtüsü ve arazi yapısı dikkate alınarak planlamalar yapılmıştır. Büyükçay Mikro havzası için; mikro havza planı, planlanan faaliyetlerin boyutu, kapsamı, işçilik gereksinimleri, zamanlama, maliyet ve maliyet paylaşımı ile ilgili detaylar ve alt planlar; Ormancılık, mera ıslahları, iyi tarım uygulamaları, sulama ve enerji olarak belirtilmiştir.

4.2.1.Ormancılık Alt Planı

Mikro havzadaki orman alanlarının bozulmasını önlemek için toprak, bitki örtüsü ve arazi yapısı dikkate alınarak Ormancılık Alt Planı hazırlanmıştır. Mikro havzadaki Ormancılık Alt Planında; yapılması planlanan faaliyetlerin boyutu, içerikleri, işçilik gereksinimleri, iş-faaliyet ve zaman çizelgesi, planlanan işler ve işçilik için hesaplanan maliyetlere ait detay bilgileri verilmiştir.

4.2.1.1.Orman Alanlarındaki Görülen Bozulma

Çalışma alanının üst kesimlerinde tespit edilen bozuk meşe alanları ile orman toprağı (OT) aşırı tahribatlardan dolayı ormansız bir görünümde. Ancak 1990'lı yıllarda yapılan Doğu Anadolu Su Havzası Rehabilitasyon Projesi ve Elâzığ Orman Bölge Müdürlüğünün çeşitli zamanlarda yapmış olduğu projeler ile birlikte havzanın erozyona maruz kalan alanlarında toprak muhafaza ve erozyon kontrolü amaçlı çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar ile birlikte kısmen de olsa havzada erozyon kontrolünün sağlandığı gözükmektedir.



Şekil 4.10. Bozuk orman alanından bir görünüm

Çalışma alanında hayvancılık genel olarak koyun yetiştiriciliğine odaklanmıştır. Koyunların kışlık yem ihtiyacının karşılanmasında meşe ağaçlarının dal-yaprak kesiminden de faydalanılmaktadır. Köylerde her evin kışlık ihtiyacının 2-4 ton odun olduğu tespit edilmiştir. Çalışma alanı içerisinde yer alan köylerdeki vatandaşların gelir seviyesinin genelde düşük dolayı, ormanlar üzerine olan baskıyı artırmaktadır.



Şekil 4.11. Bozuk meşe alanlarından bir görünüm

4.2.1.2. Bozuk Meşe Orman Alanlarının İyileştirilmesi

Büyükçay mikro havzasında yaklaşık olarak 80.8 ha'lık alanda bozuk meşe alanı, toprak muhafaza yatırımları kapsamında rehabilite edilmiştir. BÇMH çıkışında sediment ve yüzeysel akış ölçümleri yapılacak olup, buna bağlı olarak havzada meydana gelen toprak kayıplarının belirlenmesi ve bunun önlenmesine yönelik nicel ve nitel iyileşme çalışmaları yapılacaktır.

4.2.1.3. Meşe Ormanlarının Rehabilitasyonu

Bozuk meşe orman alanlarında planlanan rehabilitasyon çalışmalarında, mevcut bitki örtüsünün yenilenmesi veya var olan bitki örtüsünün meşe ekim ve dikimi ile ağaçlandırma ile tamamlanması planlanmaktadır. Meşe rehabilitasyonu yapılacak alanlara yeni dikimi yapılan fidanlara hayvanların zarar vermemesi için belirli bir yüksekliğe ulaşmıncaya kadar tel çit ile çevrilecek ve belirli bir süre otlatma yapılmayacaktır. Havza alanındaki mevcut olan meşe çeşitleri; *Quercus infectoria* Olivier, *Q. ithaburensis* Decne. subsp. *macrolepis* (Kotschy) Hedge, *Q. brantii* Lindley, *Q. libani* A. Rich., *Q. robur* sub sp. *pedunculiflora* (K. Koch) Menitskyand ve *Q. petraea* Lieble türleridir.

Mevcut bitki örtüsü, izinsiz kesim, zamansız otlatma, hayvan beslemesi maksadıyla izinsiz yaprak ve dal kesimi gibi nedenlerle niteliğini yitirmek üzeredir. Bu nedenle, bu şekildeki bozuk ormanların verimli ormanlara dönüştürülmesi amacı ile rehabilitasyon çalışmaları planlanmaktadır. Meşelerin mevcut durumu göz önüne alınarak, i.) Ağacın düzelmesi amacı ile gövdenin boğazdan kesilmesi, ii.) Meşe palamutları ile alanda yeniden tohumlama yaparak zenginleştirme ve iii.) Fide halindeki meşelerin kullanımı ile alanın rehabilite edilmesi planlanmaktadır.



Şekil 4.12. Meşe canlandırma kesimi

4.3. Toprak Muhafaza ve Erozyon Kontrolü Çalışmaları

4.3.1.Orman Ağaçları Türleri ile Ağaçlandırmalar

Toprak muhafaza ve erozyon kontrolü yapılacak olan alanlar 1721.29 ha, bozuk orman ağaçlandırmasında yapılacak olan çalışmalar ise 23.81 hektar olarak planlanmıştır. Erozyon kontrol çalışması yapılacak alanlardaki sel dereciklerinde 4565.80 m³ kuru duvar eşik, 1141.45 m³ temel kazısı ve 1992 m kafes tel eşik yapılması uygun görülmüş olup hesaplamalar ekte yer almıştır. Çalışmada, toprak muhafaza ve erozyon kontrolü çalışması yapmak amacıyla 1721.29 ha alanın 600 ha'lık kısmında arazi hazırlığı yapılacaktır. Bozuk orman alanlarında ise 23.81 ha alanın 23.81 ha'lık kısmında arazi hazırlığı yapılmıştır. Bu alanlarda mini ekskavatör ile gradoni teras yapılarak arazi hazırlığı tamamlanmıştır.

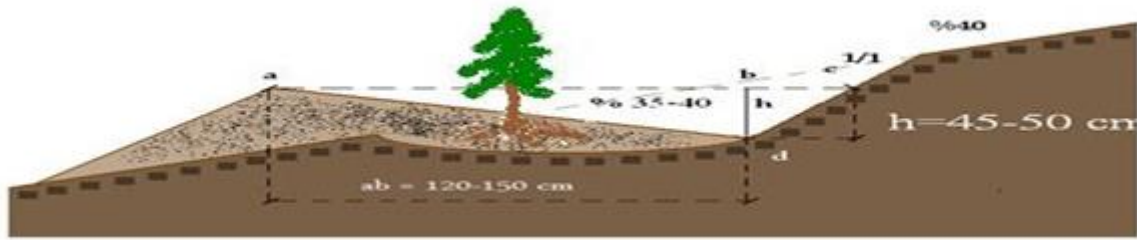
Toprak muhafaza ve erozyon kontrolü sahasında sedir, karaçam, sarıçam, huş, ardıç, ceviz, mahlep, dut, iğde, kavak, yalancı akasya, çıplak köklü kekik fidesi, meşe, çıplak köklü badem fidanı türleri ile toprak muhafaza sahasında ağaçlandırma yapılmıştır. Çalışma sahasında 128.325 adet sedir, 66.488 adet karaçam fidanı, 31.685 adet sarıçam fidanı, 7.157 adet huş, 16.321 adet ardıç, 973 adet ceviz nemli dere içlerinde, 2.540 adet mahlep, 126 adet dut, 46 adet iğde, 46 adet kavak, 1.682 adet yalancı akasya yol kenarlarında, 661 adet çıplak köklü kekik fidesi, 50.251 adet meşe, 2.625 adet çıplak

köklü badem fidanı ekim- dikimi gerçekleştirilmiştir.

Bozuk orman ağaçlandırma sahalarında ise sedir, karaçam, mahlep, yalancı akasya, meşe, çıplak köklü badem fidanı türleri ile ağaçlandırma yapılması planlanmıştır. Bozuk orman sahasında 8.120 adet sedir, 3.796 adet karaçam fidanı, 70 adet mahlep, 110 adet yalancı akasya, 766 adet meşe, 36 adet çıplak köklü badem fidanı ekim-dikimi gerçekleştirilmiştir.

Tablo 4.7. Yağış alanı özelliğine göre C katsayıları

Yağış Alanı Özelliği	C Katsayısı
Su sızdırmayan yatışlar	0,95
Dik çıplak yatışlar	0,9
Dalgalı çıplak yatışlar	0,8
Düz çıplak yatışlar	0,7
Dalgalı otlaklar	0,65
Yapraklı ormanlar	0,6
İbrelî ormanlar	0,5
Meyve bahçeleri	0,4
Vadi içi tarım arazisi	0,3



Şekil 4.13. Fidan dikimi yapılan %40 eğimdeki gradoni tip bir teras görünümü

Havzadaki terasların belirlenmesinde; Teras Aralık Hesabı şu şekilde yapılmıştır:

$$A = Q \max / CXI$$

Q max : Max. Debi, **İ**: Bölgenin 10 yıllık periyotta 2 saatlik mm olarak maksimum yağış miktarı, **A**: Teras aralıkları ve $(Q \max) = 0.255 \text{ m}^3/\text{sn}$ (Teras ebadına göre ÇEM web sitesinden alınmıştır.)

Büyükçay mikro havzasında, ağaçlandırma yapılacak alanlar 40 eğimden büyük olduğundan hesaplamalar buna göre yapılmıştır. Ayrıca teraslar 10 terasta bir akıtıcı teras bırakılmak üzere ortalama 40 m boy 10 m boşluk olmak üzere kesik teras yapılacaktır. Eşitlikte yer alan C akım katsayısını göstermektedir ve %40 eğimden büyük olan araziler için, hesaplamalar sonucunda ekskavatör ile yapılacak teraslar için %40 eğimden büyük olan arazilerde yatay aralıklar 10 m olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.8. Eğime göre yapılacak teras miktarı

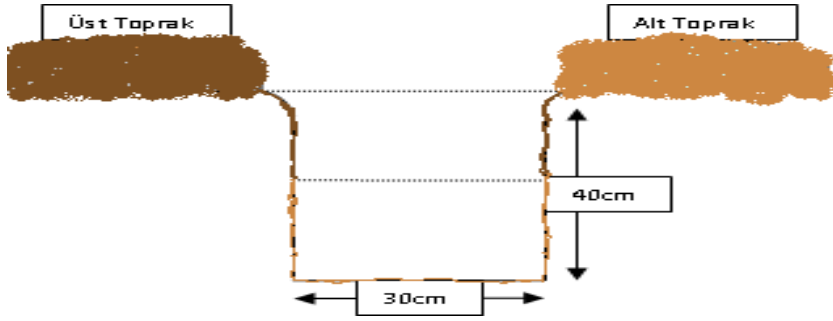
Havza	Çalışılacak Alan (ha)			Yapılacak Teras Miktarı (km)		
	Yamaç % 0-40 Eğim	Yamaç % 40-60 Eğim	Yamaç % 60 < Eğim			
Büyükçay	750,76	500,75	518,09	268,67	174,55	180,59

4.3.2. Ekim ve Dikim İşlemleri

Büyükçay mikro havzasının yer aldığı köylerde daha önce toprak muhafaza, erozyon kontrolü ve ağaçlandırma çalışmaları yapılmıştır. Arazinin toprak yapısı ve ekolojik koşulları ile iklim durumu göz önüne alındığında havzada toprak muhafaza ve ağaçlandırmanın mümkün olduğunu göstermektedir. Projede, yamaç arazilerde toprak muhafaza, erozyon kontrolü, meşe rehabilitasyonu ve ağaçlandırma çalışmaları ön görülmektedir.

Bu amaçla yapılacak olan toprak muhafaza ve bozuk ormanların ağaçlandırmaları kapsamında yaklaşık olarak 1745.10 hektar alanda çalışma yapılmıştır. Oyuntu ıslahı önlemlerinden kuru duvar eşikler ve kafes tel eşik yapılması uygulamasından 2 veya 3 yıl sonra enine yapılan yapılar yağmur sularıyla getirilen toprak ve sediment ile dolunca bu yapıların arka taraflarına yan dere genişliğine göre 2-5 adet hayvanların zarar veremeyeceği büyüklükte fidan dikilmiştir. Bölgenin ekolojik koşullarına uygun olan ve yetişen söğüt, yalancı akasya, alıç ve kuşburnu gibi türlerin dikimi yapılmıştır.

Dikim esnasında kök kıvrıklığı olmamasına, dikim yapılacak günlerin aşırı güneşli, rüzgârlı ve donlu günler olmamasına dikkat edilecektir. Tüplü ve çıplak köklü yapraklı fidanların dikimlerinde “Adi Çukur Dikimi” metodu uygulanmıştır.



Şekil 4.14. Fidan çukuru açma tekniği

Bölgenin iklim ve toprak yapısına uygun olarak sedir, sarıçam, karaçam, meşe, huş, ceviz ve badem fidanlarının yapraklı olan türler ile karışık dikilmesi uygundur. İbrelili ağaçlar sadece ağaçlandırma sahası için projeye bırakılmıştır. Enine yapıların arkasına yapraklı ve boylu ağaçlar dikilecektir. Fidan dikimlerinde, fidelerin sırtlardan aşağı doğru dikimi yapılmalıdır. Toprak örtüsünün korunması için yapılacak yatırımlar şu şekilde sıralanmıştır;

- Alanda oldukça şiddetli olan erozyonun kontrol edilebilmesi ve oluşan oyuntuların iyileştirilebilmesi şeklinde yamaç stabilizasyon tedbirlerinin uygulanması,
- Yağış sonrası alana düşen suyun yerinde muhafazasını sağlayacak şekilde teraslama faaliyetlerinin makine ile veya işçi ile yapılması,
- Bozulmuş ancak orman vasfında olan arazilerde orman ağacı ve meyveli türlerin dikimi ile rehabilite edilmeleri,
- Mevcut mera ve otlakların iyileştirilmesi için bozuk meşelikler ve yeni diki yapılan alanlarda bitki örtüsü kendini tamir edene kadar otlatmaya yapılmaması şeklindedir.

4.3.3. Toprak Muhafaza ve Erozyon Kontrolü Faaliyetlerinin Planlanması

4.3.3.1. İç Taksimat Şebekesi Yapımı

Büyükçay mikro havzasında, teraslama, ağaçlandırma ve mekanik önlemlerin yapılması düşünülen alanlarda yol ağı genellikle yeterli olup köylere ulaşım kolaylıkla yapılmaktadır. Ancak toprak muhafaza ve erozyon kontrolü çalışmalarının yapılacağı sahalarda servis yollarının yapılması gerekmektedir. Havzanın yüksek rakımlarının olduğu alanlarda sert

geçen kışlardan dolayı bazı yollar ilkbahar aylarının sonlarına kadar kapalı kalmaktadır. Toprak muhafaza sahalarında 17,11 km servis yolu yapılmıştır.

4.3.3.2. Enine Yapılar

Havzada oyuntu ıslahı için, kuru duvar eşik ve tel kafes örme çit tesis edilecektir. Havzada yer yer taş malzemesi bulunmakla birlikte büyük çoğunlukta taş bulunmamaktadır. Bu tesislerin sayısının hesabında;

$n = (h_1 - h_2) / h$ formülünden yararlanılmıştır.

Burada; n, enine tesis sayısını; h₁, derenin kot farkını, h₂, oluşturulacak denge meyli kot farkını ve h ise enine tesis yüksekliğini ifade etmektedir.

Tablo 4.9. Büyükçay mikro havzasında enine yapıların genel hesabı ile ilgili değerler

	Yandere Uzunluk	Enine Yapı Adedi	Temel Kazı	Harçlı Taş Duvar	Kuru Taş Duvar	Çuval Sedde	Kafes Tel Eşik
	m	adet	m ³	m ³	m ³	m ³	m
Büyükçay mikro havzası	18537,41	2230	1141,45		4565,80		1992

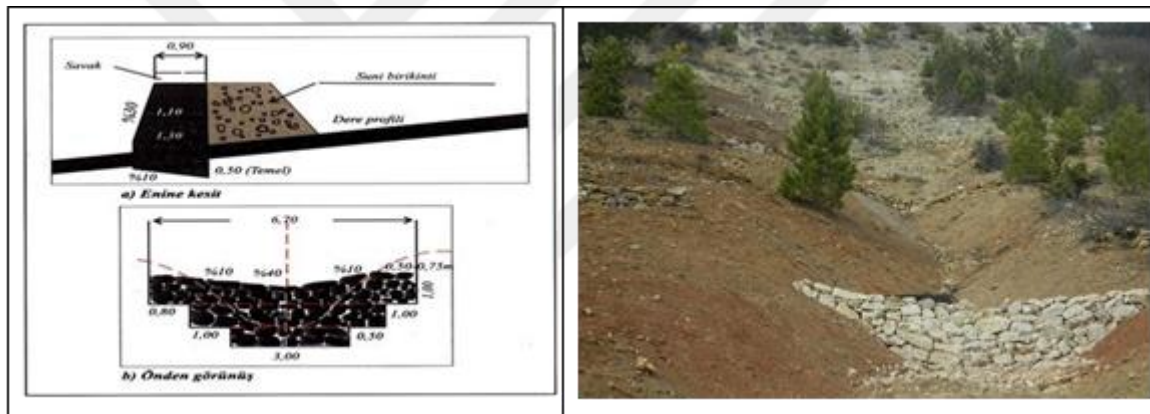
4.3.3.3. Kuru Duvar Eşikler

Kuru duvar eşik yapımlarında öncelikle en az 0,50 m derinlikte sert zemine kadar temel açılması gerekmektedir. Kuru duvar eşitliklerinde kullanılacak standart değerleri Tablo 4.14'te verilmiştir. Duvar yüksekliklerine göre, duvarın boyutları aşağıda verilmiştir. Kuru taş duvar için yaklaşık 1141,45 m³ temel kazısı hesaplanmıştır. Yapılacak olan kuru duvarlar mümkün mertebe dar yerlerde özellikle doğal çıkıntı olan yerlere istinat edilerek yapılması ömrünün uzun olması ve arzu edilen işlevi görmesi açısından önemlidir. Özellikle dereye dik olarak yapılmalı, dere kıvrımlarına dikkat edilmelidir. Sağa sola meyilli yapılarda akan suyun meyilli tarafa yüklenmesi nedeniyle kısa zamanda tahrip olacağı unutulmamalıdır.

Tablo 4.10. Kuru duvar eşitlikleri

Eşik Yüksekliği (m)	Taban Genişliği (m)	Üst Genişlik (m)	Ön Eğim (%)
0,70	0,70	0,50	30
1,00	1,00	0,70	30
1,50	1,30	0,90	30
2,00	1,60	0,90	30

Kuru duvar eşikler, harçsız olarak inşa edilen enine yapılardır. Fazla su taşımayan mecralarda, küçük oyuntular da inşa edilirler. İslah edilecek dere civarında bol miktarda ve maksada uygun, sağlam taş varsa sel yarınlarının ve dereciklerinin kuru duvar eşiklerle ıslah edilmesi uygun olur. Kullanılacak taşların mahallinde bulunması gerekir. Kuru duvar eşikler, genellikle 0,70 – 2,00 metre yüksekliğinde yapılır (Şekil 4.15).



Şekil 4.15. Kuru duvar eşik şekli ve örnek kuru duvar (ÇEM Arşiv)

4.3.3.4. Kafes Tel Eşikler

Bu tip eşikler 70 cm'den daha yüksek olmazlar. İnşası için kazık, 3 mm'lik çelik tel ve kafes tel kullanılır. Kazıklar arasında 1 m mesafe bırakılır. Bu sistem, açıklıkları 1,50-2,00 m'yi geçmeyen dar boğazlarda faydalı şekilde kullanılabilir (Şekil 4.16).



Şekil 4.16. Kafes tel eşik görünümü (ÇEM Arşiv)

4.4. Çalışma Alanında Karbon Tutumu

Büyükçay mikro havzasında planlama yapılırken güncel Amenajman Planındaki arazi kullanımında 305,13 ha ağaçlandırma sahası mevcut olup planlama sonucu ağaçlandırma ve erozyon kontrolü yapılan toplam $23,8 + 1190,60 = 1214,2$ ha alanda çalışma yapılmıştır. Ağaçlandırmanın yapıldığı toplam 1519,53 ha alanda çalışmalar yürütülmüştür. Ağaçlandırma sahalarının ortalama karbon birikim miktarı $65,1 \text{ ton ha}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Bu durumda, ağaçlandırma ve toprak muhafaza sahalarındaki karbon birikimi $1519,53 \times 65,1 = 98921,40 \text{ ton ha}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır.

Büyükçay mikro havzasında 814,08 ha bozuk meşe orman alanı mevcut olup, bozuk meşe meşçere tanıtım tablosunda ha'da $6,000 \text{ m}^3$ servet, $0,200 \text{ m}^3$ yıllık ortalama artım tespiti amenajman planında yapılmıştır. Birim hektarda $6,200 \text{ m}^3$ biyokütle mevcut olup, bu alanda toplam $6200 \times 814,08 = 5047,296 \text{ m}^3$ biyokütle olduğu hesaplanmıştır. Bu biyokütle miktarının karbona dönüştürülmesi ile $814,08 \times 52,60 = 42820,608$ ton karbon bulunduğu tespit edilmiştir.

Büyükçay mikro havzasında hane halkı ile yapılan anket çalışmalarında hane izolasyonundan önce her hane 2 ton odun/yıl, 1 ton kömür/yıl kullandığı izolasyondan sonra ise yılda 1 ton ve 0,5 kömür kullanıldığı tespit edilmiştir. Ayrıca güneş enerjili su ısıtma sistemleri için yılda 500 kg odun kullanıldığı haneler tarafından beyan edilmiştir. Mikro havzada dağıtılan tasarruflu soba ve ortak kullanıma açık fırınlarda önemli oranda

tasarruf yapıldığı beyan edilmiştir. Bununla birlikte, bu uygulamalar ile kazanılan karbon miktarı sayısal veriye dönüştürülememiştir.

Tablo 4.11. Uygulamalar sonrası tasarruf edilen yakıt ve depolanan karbon miktarlarının karşılaştırılmaları

Faaliyet Türü	Adedi	Tasarruf Edilen Biyokütle (ton)	Toplam Biyokütle (ton)	Toplam Ekosisteminde Karbon Miktarı (ton)	Orman Toplam
Hane İzolasyonu	132	1,5	198,00	158,00	
Güneş Enerjisi	82	0,5	41,00	32,80	

Büyükçay mikro havzasındaki kırsal kesimdeki nüfusun göç etmesi, şehir ve ilçelere doğal gazın gelmesi, kırsaldaki hayvan sayısındaki azalma, yakacak odun tüketiminin azalması, verilen orköy kredileri, seracılık, arıcılık, bağcılığın desteklenmesi, sertifikalı tohum desteğinin verilmesi sonucu Mikro havzadaki doğal dengenin sürdürülebilir hale gelmesiyle birlikte biokütledeki atışla birlikte karbon stokunda da önemli artış olmuştur.

Tablo 4.12. Çalışma alanında açılan toprak profillerine ait bir kısım fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Profil	Rakım (m)	Koordinatlar		Derinlik (cm)	Kireç (%)	pH	EC (µS/cm)	Organik Madde (%)	Toprak Sınıfı
		X	Y						
P1	1362	553232	4265139	0-30	1,21	7,08	66	1,170	Tınlı
				30-60	1,07	7,20	77	1,023	Kumlu Tın
				60-90	0,91	7,32	65	0,830	Kumlu Tın
				90-120	0,68	7,44	90	0,950	Kumlu Tın
P2	1443	553008	4266238	0-30	0,924	7,56	171	2,710	Tınlı
				30-60	0,958	7,68	200	1,120	Tınlı
				60-90	0,924	7,80	211	0,550	Kumlu Tın
				90-120	1,027	7,79	201	0,660	Kumlu Tın
P3	1385	551434	4266634	0-30	3,11	7,08	188	0,910	Tınlı
				30-60	2,88	7,13	198	0,880	Kumlu Tın
				60-90	2,9	7,15	189	0,300	Kumlu Tın
				90-120	2,9	7,21	158	0,120	Kumlu Tın
P4	1790	550063	4268605	0-30	2,7	7,44	75	2,550	Tınlı
				30-60	2,8	7,68	88	2,120	Kumlu Tın
				60-90	2,78	7,65	115	0,450	Kumlu Tın
				90-120	1,9	7,79	167	1,340	Kumlu Tın
P5	1526	551553	4270567	0-30	1,88	7,55	155	0,916	Kumlu Tın
				30-60	1,79	7,2	145	0,710	Kumlu Tın
				60-90	1,66	7,34	183	0,120	Kumlu Tın
				90-120	1,87	7,7	190	2,110	Kumlu Tın
P6	1224	552843	4269359	0-30	2,11	7,21	201	1,450	Kumlu Tın
				30-60	2,15	7,32	205	0,944	Kumlu Tın
				60-90	1,45	7,20	247	0,912	Kumlu Tın
				90-120	1,65	7,32	255	0,320	Kumlu Tın
P7	1323	554544	4268426	0-30	2,1	6,87	300	2,880	Kumlu Tın
				30-60	2,4	6,9	305	1,190	Kumlu Tın
				60-90	2,000	6,77	304	1,000	Kumlu Tın
				90-120	2,1	7,1	299	0,140	Kumlu Tın

Tablo 4.12. (devam) Çalışma alanında açılan toprak profillerine ait bir kısım fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Profil	Rakım (m)	Koordinatlar		Derinlik (cm)	Kireç (%)	pH	EC (μ S/cm)	Organik Madde (%)	Toprak Sınıfı
P8	1183	556341	4267561	0-30	2,44	7,2	403	0,910	Tınlı
				30-60	0,240	7,3	407	0,880	Kumlu Tın
				60-90	0,88	7,15	382	0,300	Kumlu Tın
				90-120	0,71	7,18	390	0,120	Kumlu Tın
P9	961	556440	4269608	0-30	3,11	6,68	380	2,550	Kumlu Tın
				30-60	3,12	6,60	275	2,120	Tınlı
				60-90	2,77	6,88	322	0,450	Kumlu Tın
				90-120	2,9	7,00	300	0,340	Kumlu Tın
P10	1405	554187	4271419	0-30	0,88	7,08	277	0,996	Kumlu Tın
				30-60	0,9	7,20	254	0,710	Kumlu Tın
				60-90	1,1	7,32	228	0,126	Kumlu Tın
				90-120	1,5	7,44	205	0,125	Kumlu Tın
P11	1562	556539	4271778	0-30	2,13	7,56	265	1,450	Kumlu Tın
				30-60	2,10	7,68	267	0,944	Kumlu Killi Tın
				60-90	1,8	7,80	251	0,912	Kumlu Tın

Tablo 4.13. Meşçere tipleri tanıtımı

Ağaç Türü	Hektardaki Ağaç Adeti - Serveti - Artım (Çap Sınıfları)												T O P L A M			
	I			II			III			IV			Adet	Hacim (m ³)	Artım (m ³)	%
	Adet	Hacim (m ³)	Artım (m ³)	Adet	Hacim (m ³)	Artım (m ³)	Adet	Hacim (m ³)	Artım (m ³)	Adet	Hacim (m ³)	Artım (m ³)				
M													30	6,000	0,200	100,0
Top.													30	6,000	0,200	100,0
Ağaç Türü	Teknik Özellikleri İtibariyle Hektardaki Adet ve Servet									Toplam						
	Kalite I		Kalite II		Kalite III		Kalite IV		Adet	Hacim (m ³)	Adet	Hacim (m ³)				
	Adet	Hacim (m ³)	Adet	Hacim (m ³)	Adet	Hacim (m ³)	Adet	Hacim (m ³)								
M																
Top.																
Ağaç Türü	Süvikültürel Durum İtibariyle Hektardaki Adet ve Servet															
	Kalacak (1)		Çıkacak (2)		Toplam (1+2)		Kuru 3)									
	Adet	Hacim (m ³)	Adet	Hacim (m ³)	Adet	Hacim (m ³)	Adet	Hacim (m ³)								
M																
Top.																

Açıklama: Kapalılığı %10'dan az, bozuk yapıdaki Meşe karışık kuru ormandır. Bu tür alanlarda hacim-artım tespitine yönelik bir çalışma yapılmamıştır. Bu değerler tahmini olarak verilmiştir.

Tablo 4.14. Plan ünitesinde karbon birikim miktarının hesaplanması

Ağaç Tür Grupları	Dikili Kabuklu Gövde Hacmi DGH (m ³)	Biyokütle Miktarı (Ton)				Karbon Miktarı (Ton)		
		Toprak Üstü TÜBK	Toprak Altı (Kök) TABK	Toprak Üstü Ölü ve Diri Örtü TÜÖDBK	Toplam TGBK	Toplam Biyokütlerde TGBK(h)TBKM	Orman Toprağında OTKM	Toplam Orman Ekosisteminde TKM
Yapraklı		DGH x (a) x (c)	TÜBK x (e)	(TÜBK+TABK)x(g)	TÜBK+TABK+TÜÖDBK	TGBK x (h)	TBKM x (j)	TBKM+OTKM
İğne Yapraklı		DGH x (b) x (d)	TÜBK x (f)	(TÜBK+TABK)x(g)	TÜBK+TABK+TÜÖDBK	TGBK x (h)	TBKM x (j)	TBKM+OTKM
Yapraklı	5047,296	4037,836	757,094	1917,972	6712,902	3020,805	439,114	3459,919
Ağaçlandırma ve Toprak Muhafaza Orman Toprağında								98921,400
Yapraklı Orman Toprağı								42820,608
Hane İzolasyonu	198,00	158,000			158,000	71,100		71,100
Güneş Enerjili Su ısıtma	41,00	32,800			32,800	14,760		14,760
Toplam								145287,787

a = 0.64 Yapraklılar için daha önce saptanmış Fırın Kuru Ağırlığı (Ton)

b = 0.473 İğne yapraklılar için daha önce saptanmış Fırın Kuru Ağırlığı (Ton)

c = 1.25 Dikili gövde hacmine karşılık olan biyo-kütleyi, yapraklı türlerde toprak üstü biyo-kütleye çevirme faktörü (Ton)

d = 1.20 Dikili gövde hacmine karşılık olan biyo-kütleyi, iğne yapraklı türlerde toprak üstü biyo-kütleye çevirme faktörü (Ton)

e = 0.15 Dikili gövde hacmine karşılık olan biyo-kütleyi, yapraklı türlerde toprakaltı biyo-kütleye çevirme faktörü (Ton)

f = 0.20 Dikili gövde hacmine karşılık olan biyo-kütleyi, iğne yapraklı türlerde toprakaltı biyo-kütleye çevirme faktörü (Ton)

g = 0.40 Göğüs çapı < 8 cm olan ağaçlar ile ağaçcık, çalı, süceyrat ve ölü örtüye ait biyo-kütleye çevirme katsayısı (Ton)

h = 0.45 Canlı cansız biyo-kütleyi karbon miktarına dönüştürme faktörü (1 ton fırın kuru bitkisel madde içinde 0.45 ton)

j = 0.58 Orman toprağındaki karbon miktarına dönüştürme faktörü, x=1.20 Biyokütle artımını üretilen Oksijen miktarına dönüştürme faktörü

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Murat Nehri Havzası Rehabilitasyon Projesi kapsamına dahil edilen Büyükçay mikro havzasında, uzman bir ekiple toprak, bitki ve su gibi doğal kaynakların durumları değerlendirilmiş, doğal kaynakların bozulma dereceleri belirlenmiş ve iyileştirilmeleri ve korunmaları adına gerekli olan tedbirler ortaya konulmuştur. Tamamlanan bu tez çalışmasında ise, Büyükçay mikro havzasında küresel iklim değişikliğinde önemli bir yere sahip olan en önemli sera gazı olarak tanımlanan karbonun tutum potansiyeli değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme, proje kapsamında, değerlendirmeye alınan farklı araziler için ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Buna ilaveten, güneş enerji kullanımı ve hanelerin izolasyonu gibi tedbirlerin de havzanın karbon tutumuna olan katkıları ayrıca incelenmiş ve rapor edilmiştir.

Ülkemizde yükseltelerin diğer bölgelere kıyasla çok daha fazla olduğu Doğu Anadolu bölgesinin Elâzığ ilçesi sınırlarında yer alan Büyükçay mikro havzası da oldukça engebeli bir topoğrafyaya sahiptir. Havzanın %30'unda eğimin %21 ile %40 arasında olması, erozyon nedeni ile arazi bozulmasının oldukça şiddetli olmasına neden olmaktadır. Kırsal alanlarda yaşayan halın geçim kaynağı olan tarımsal üretimin oldukça sınırlı alanlarda, geleneksel yöntemler ile yapıyor olması, bölge halkının gelirinin düşük olmasına ve refahının yetersiz olmasına neden olmaktadır. Geleneksel yöntemler ile yapılan tarımsal üretimde verimin düşü olmasının yanında, yoğun toprak işleme nedeni ile toprakta organik madde birikimi olmadığı gibi, uzun yıllar depolanmış olan organik madde de ayrışarak CO₂ olarak atmosfere karışmaktadır.

Arazilerin çoğunluğunun güney yamaçta yer alması, erozyona ve arazi bozulmasına karşı daha hassas hale getirmektedir. Zira daha uzun süre güneşlenme zamanına sahip olan bu arazilerde, organik maddenin ayrışması kuzey yamaçta yer alan arazilere kıyasla çok daha hızlı olmaktadır. Bunun bir sonucu olarak da ayrışmanın yüksek olduğu güney yamaçlarda organik karbonun depolanması veya tutumu da daha düşük olacaktır.

Kış aylarının çetin geçtiği bölgede, geliri düşük olan bölge halkı ısınma amacı ile çevrelerindeki ormanlık alanlarda kaçak kesim yapmak sureti ile odun temin ederek yakacak ihtiyacını gidermektedir. Uzun yıllar devam eden bu durum, bölgede ormanların önemli miktarda azalmasına ve ormanlık alanlardaki toprağın erozyonla taşınarak arazinin verimsiz hale gelmesine neden olmuştur.

Bölge halkının önemli bir geçim kaynağı olan hayvancılığın en önemli girdisi şüphesiz hayvan yemidir. Son yıllarda daha da artan fenni yem fiyatları, üreticilerin mera ve ormanlık alanları daha fazla sömürmesine neden olmuştur. Kapasitelerinin üzerinde hayvanın otlatıldığı meraların birçoğunun mera vasfını yitirmiş veya yitirmekte olduğu gözlemlenmiştir. Aşırı otlatmanın yanında, ilgili kurum ve kuruluşların yasal olarak uygulama zorunluluğu getirmesine rağmen uyulmayan otlatma zamanı meraların ve ormanlık alanların tahribatında önemli bir etken olmuştur. Mera bitkileri kendilerini toparlayamadan, sürekli olarak hayvan işgali ile karşı karşıya olduğundan meralarda hayvanların sevmediği için tüketmediği birkaç yabancı otun haricinde ot çeşidinin kalmadığı tespit edilmiştir. Biyoçeşitliliğin azaldığı meraları tehdit eden bir diğer husus ise, özellikle taban meralarda karşılaşılan amaç dışı kullanım olmuştur. Meraların etrafında yer alan tarım arazilerinin meralara doğru genişliyor olması, meraların sürekli olarak azalmasına ve kendilerinden beklenen ekosistem servislerini yerine getirememelerine yol açmıştır. Toprak işleme yapılmadığından dolayı çevrelerine kıyasla daha yüksek miktarda organik karbonun depolanması gereken meralarda, toprak işleme ile birlikte uzun yıllar depolanmış olan karbon dahi atmosfere salınmaktadır.

Havzanın nerede ise tamamında, yılın önemli bir kısmında güneşlenmenin yeterli olduğu anlaşılmaktadır. Güneşlenme miktarının yüksek olması, güneş enerjisinden yararlanılması adına önemli bir fırsat doğurmaktadır. Bununla birlikte, bu doğal kaynaktan yararlanma ancak Murat Nehri Havzası Rehabilitasyon Projesi neticesinde başlamıştır. Güneş enerjisinden yararlanılması, yılın nerede ise tamamında, hanelerin sıcak su ihtiyaçlarının ilave bir fosil yakıt gereksinim duyulmadan karşılanmasını mümkün kılmıştır. Bu durum, bölgede kaçak ağaç kesiminin de önemli miktarda azalmasına yol açması beklenmektedir. Ağaç kesimlerinin azalması, bozulmuş orman arazilerinin kendilerini rehabilite etmesine izin vereceğinden, bölgenin karbon depolama potansiyelinin de yükselmesi mümkün olacaktır.

Kışları oldukça sert geçiyor olmasına rağmen, Murat Nehri Havzası Rehabilitasyon Projesi kapsamında gerçekleştirilen arazi çalışmalarında Büyükçay Mikro Havzasında özellikle kırsal alanda yer alan evlerin hemen hemen tamamında ısı kaybının önlenmesini sağlayacak izolasyon sistemlerinin olmadığı tespit edilmiştir. Isı kaybının önlenmiyor olması, evlerin ısınmak adına daha fazla odun ve kömür gibi fosil yakıtları tüketmesine neden olmaktadır. Proje kapsamında sağlanan destekler ile evlerde yapılan izolasyonlar neticesinde, evlerin yakıt tüketimin önemli oranda azaldığı anlaşılmıştır. Bu durum, ormanlık alanların korunmasına pozitif katkı yapmış ve bölgede daha fazla karbon tutulmasına neden olmuştur.

Araştırma sonuçları; Murat Nehri Havzası Rehabilitasyon Projesi kapsamında Büyükçay mikro havzasında gerçekleştirilen koruma ve iyileştirme tedbirlerinin havzanın doğal kaynaklarının korunmasına önemli düzeyde pozitif katkı yaptığını göstermektedir. Gelecek nesillerin emaneti olan toprakların oluştukları yerde korunmasını mümkün kılan erozyon koruma tedbirlerinin etkinlikleri yerinde gözlemlenmiştir. Bu tedbirlerin proje kapsamında olmayan alanlarda da uygulanabilmesi adına Murat Nehri Havzası Rehabilitasyon Projesi benzeri projelerin devlet eli ile desteklenmesi gerekmektedir. Tedbirlerin etkinliği, bölgede yeşil alanın artmasına ve dolayısı ile toprağın fonksiyonlarını yerine getirebilmesine neden olmakta ve olacaktır. Bu durum hem bitkiler aracılığı ile hem de toprağa düşen bitki atıkları aracılığı ile atmosferik karbonun bölgede depolanmasına neden olacaktır.

Tedbirler bir yandan toprağın kalitesinin iyileşmesine, sürdürülebilir üretim yapma imkanının gelişmesine ve toprağın karbon tutum kapasitesinin artmasına neden olurken, diğer yandan kırsal bölgelerde yaşayan bölge halkının refahını yükselmesine de katkı sağlamaktadır. Proje kapsamında tein edilen destekler ile geliştirilmesi hedeflenen modern sulama yöntemlerinin yaygınlaştırılması, su kaynaklarının doğru kullanımını sağlarken, mevcut kaynaklar ile daha fazla alanın sulanmasını da sağlamış olacaktır. Su kaynaklarının uygun idaresi aynı zamanda, yüzey ve yüzey altı su kaynaklarının kirlenmesini de azaltacağından çevre kalitesinin iyileştirilmesini mümkün kılacaktır.

Murat Nehri Havzası Rehabilitasyon Projesi kapsamında belirlenen ve hayata geçirilen tedbirlerin etkilerinin mutlaka zaman içerisinde izlenmesi ve etkinlerinin belirlenmesi

gerekmektedir. Kısa sürede etkili oldukları gözlenmiş olsa da uzun süreli etkilerinin değerlendirilmesi, uygulamaların güvenilirliğinin tescil edilmesi adına son derece önemlidir.



KAYNAKLAR

Akbin (Albayrak) N (1994) İzmit Yöresindeki Bazı Karaçam Ormanlarında Toprakların Kimyasal Özellikleri, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Toprak İlimi ve Ekoloji Programında Hazırlanmış Yüksek Lisans Tezi s. 62

Alberti G, Candido P, Peressotti A, Turco S, Piussi P, Zerbi G (2005) Aboveground Biomass Relationships for Mixed Ash (*Fraxinus excelsior* L. and *Ulmus glabra* Hudson) Stands in Eastern Prealps of Friuli Venezia Giulia (Italy). *Ann. Forestry Science* 62: 831-836

Anonim (2019) Murat Nehri Havzası Rehabilitasyon Projesi. Erişim tarihi. 01.01. 2019. <https://muratnehrihavzasi.ogm.gov.tr/>

Asan Ü (1999) Climate change, carbon sinks and the forests of Turkey. In: *Proceedings of the International Conference on Tropical Forests and Climate Change: Status, Issues and Challenges (TFCC '98)*, Philippines p. 157-170

Aydın V (1996) Elmalı Baraj Havzasında Kızılcıçam (*Pinus brutia* Ten) ormanının toprak özellikleri, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Toprak İlimi ve Ekoloji Programında Hazırlanmış Yüksek Lisans Tezi s. 90

Botkin DB, Keller EA (1998) *Environmental Science, Earth as a Living Planet*, 2nd ed., John Wiley and Sons, Canada

Çelik N (2006) Sündiken Dağları Kütlesinin Yetiştirme Ortamı Özellikleri ve Sınıflandırılması, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Toprak İlimi ve Ekoloji Programında Hazırlanmış Doktora Tezi s. 310

Duran A (1991) Reşadiye (Datça) Yarımadası'nda Ofiolit Anakayasından Oluşmuş Toprakların Özelliklerinin Yeryüzü Şekli ve Bitki Örtüsüne Göre Değişimi Üzerine İncelemeler, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Toprak İlimi ve Ekoloji Programında Hazırlanmış Yüksek Lisans Tezi

Durkaya A, Durkaya B, Ünsal A (2009) Predicting The Above-Ground Biomass of Calabrian Pine (*Pinus brutia* Ten.) stands in Turkey. *African Journal of Biotechnology* 8 (11): 2483-2488

Durkaya A, Durkaya B, Çakıl E (2010b) Predicting The Above-Ground Biomass of Crimean Pine (*Pinus nigra*) Stands in Turkey. *J. Environ. Biology* 31: 115-118

Durkaya B, Durkaya A, Macaroğlu K (2012) Bartın Yöresi Karışık Meşcerelerinin Biyokütle Stok Değişimlerinin İrdelenmesi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi* 21: 28-36

Durkay A, Durkaya B, Atmaca S (2010a) Predicting The Above-ground Biomass of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Stands in Turkey. *Energ Source- Part A*, 32: 485-49

Gowe ST, Krankina O, Olson RJ, Apps M, Linder S, Wang C (2001) Net Primary Production and Carbon Allocation Patterns of Boreal Forest Ecosystems. *Ecol. Appl.* 11: 1395-1411

Jandl R, Lindner M, Vesterdal L, Bauwens B, Baritz R, Hagedorn F, Johnson DW, Minkinen K, Byrne KA (2007) How strongly can forest management influence soil carbon sequestration? *Geoderma* 137: 253–268

Janzen H (2004) Carbon cycling in earth systems—a soil science perspective *Agric. Ecosyst. Environ.*, 104: 399-417

Kambak A (1996) Elmalı Baraj Havzasında Fıstık Çamı (*Pinus pinea* L.) Ormanlarının Toprak Özellikleri, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Toprak İlimi ve Ekoloji Programında Hazırlanmış Yüksek Lisans Tezi s. 64

Kantarıcı MD (2000) *Toprak Bilimi*. ISBN 975-404-588-7 İstanbul s. 420

Kantarıcı MD (1979) Kuzey Trakya dağlık orman yetiştirme bölgesinin yöresel sınıflandırması. *İstanbul Üniversitesi, Orman Fak Der*, 42-71

Kantarıcı MD (1983) Kerpe Tur-71/521 Ağaçlandırma Alanında Uygulanan Arazi Hazırlığı ve Toprak İşlemesi Yöntemlerinin Toprak Özellikleri ve Sahil Çamı Fidanlarının Gelişimi Üzerine Etkileri, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi Seri A, Cilt 33 (2): 104-140

Kantarıcı MD (1997) Study on agriculture and forest products processing and using the water of Ergene River's drainage water for it; the sources of drainage water. *Proceedings of the Symposium on Industrialization and Environment in Trakya II, Chamber of Mechanical Engineers, November 6-8, 1997, Edirne, Turkey* p. 95-111

Kara Ö (2002) Kuzey Trakya Dağlık Yetiştirme Ortamı Bölgesinde Kayın, Meşe, Karaçam Ormanlarındaki Toprak Mikrofunguslarının Mevsimsel Değişimi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Toprak İlimi ve Ekoloji Programında Hazırlanmış Doktora Tezi s. 140

Karagöz MÖ (1998) Belgrad Ormanı'nda Bazı İğne Yapraklı ve Geniş Yapraklı Orman Ekosistemlerinin Önemli Edafik Özellikleri ile Bitkisel Kütle Karakteristikleri Bakımından Karşılaştırılması, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Toprak İlimi ve Ekoloji Programında Hazırlanmış Doktora Tezi s. 203

Karakan B (1996) Gelibolu Yarımadası'nda Fıstık Çamı (*Pinus pinea* L.) Ağaçlandırma Alanlarında Toprak Özellikleri ve Boylanmaya Etkisi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü,

Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Toprak İlimi ve Ekoloji Programında Hazırlanmış Yüksek Lisans Tezi s. 115

Karatepe Y (2004) Gölcük (Isparta)'te karaçam (*Pinus nigra* Arn. ssp. *pallasiana* (Lamb) Holmboe) meşcerelerinin topraklarındaki toplam azot ve organik karbon ile ölü örtülerindeki toplam azot ve organik madde miktarlarının araştırılması, SDÜ Orman Fakültesi Dergisi, Seri A 2: 1-16

Lal R (2004) Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. *Science* 304:1623–1627

Lal R (2005) Forest soils and carbon sequestration. *Forest Ecology and Management* 220(3): 242–258

Ölçücüoğlu L (1997) Gelibolu Yarımadası'nda Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Ağaçlandırma Alanlarında Toprak Özellikleri ve Boylanmaya Etkisi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Toprak İlimi ve Ekoloji Programında Hazırlanmış Yüksek Lisans Tezi s. 5

Özkan K (2003) Beyşehir Gölü Havzasının Yetiştirme Ortamı Özellikleri ve Sınıflandırılması, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak İlimi ve Ekoloji Programında Hazırlanmış Doktora Tezi s. 189

Saraçoğlu N (1988) Kızılağaç Gövde Hacim ve Biyokütle Tablolarının Düzenlenmesi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Doktora Tezi

Sivrikaya F, Bozali N (2012) Karbon Depolama Kapasitesinin Belirlenmesi: Türkoğlu Planlama Birimi Örneği. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 14(1): 69-76

Sun O, Uğurlu S, Özer, E (1980) Kızılçam (*Pinus brutia* ten.) ait biyolojik kütlede saptanması *Ormanlık Araştırma Enstitüsü Yayınları* 104: 1-36

Tolunay A, Başsüllü Ç (2015) Willingness to Pay for Carbon Sequestration and Co-Benefits of Forests in Turkey. *Sustainability* 7: 3311-3337

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: 265-27

Tolunay D, Çömez A (2008) Türkiye Ormanlarında toprak ve ölü örtüde depolanmış organik karbon miktarları. Hava Kirliliği ve Kontrolü Ulusal Sempozyumu 2008. 22-25 Ekim 2008, Hatay. p. 750-765

Uğurlu S, Araslı B, Sun O (1976) Stebe geçiş yörelerindeki sarıçam meşcerelerinde biyolojik kütlede saptanması. *Ormanlık Araştırma Enstitüsü Yayınları*, Teknik Bülten Serisi, No:0 p. 48

ÖZGEÇMİŞ

1970 Elâzığ doğumlu olan Enver YILDIRIM 1993 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Mühendisliği bölümünden mezun oldu. İzmir Orman Bölge Müdürlüğünde 1995-1998 Yevmiyeli mühendis olarak görev yapan Enver YILDIRIM daha sonra sırasıyla; 1998-2001 yılları arasında Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü Samatlar Orman İşletme Müdürlüğü Dorukyayla İşletme Şefliği, 2002-2008 yılları arasında Kütahya Orman Bölge Müdürlüğü, Simav Orman İşletme Müdürlüğü, Naşa İşletme Şefliği görevlerinde bulundu. 2009 yılında Simav İşletme Müdür Yardımcılığı görevini yaptıktan sonra 2010-2012 yıllarında Simav Orman İşletme Müdürlüğü görevini yürüttü. 2013-2014 yıllarında Elâzığ Orman Bölge Müdürlüğüne İşletme Pazarlama Şube Müdürü görev yaptı. 18.07.2014 tarihinde Elâzığ Orman İşletme Müdürlüğüne İşletme Müdürü olarak atanan Enver YILDIRIM evli ve 3 çocuk babasıdır.