ÇANKIRI KARATEKİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BUROR TERAS YÖNTEMİYLE YAPILAN AĞAÇLANDIRMALARIN EKONOMİK ANALİZİ

Recai ŞENEL

ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ÇANKIRI
2021

Her hakkı saklıdır

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Çankırı Karatekin Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğine göre hazırlamış olduğum BUROR Teras Yöntemiyle Yapılan Ağaçlandırmaların Ekonomik Analizi 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. 23/06/2021.

Recai ŞENEL

(imza)

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BUROR TERAS YÖNTEMİYLE YAPILAN AĞAÇLANDIRMALARIN EKONOMİK ANALİZİ

Recai ŞENEL

Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Sezgin ÖZDEN

Bu tezin amacı; son 11 yıldır Türkiye'de ağaçlandırma, erozyon kontrol ve sel kontrol çalışmalarında yoğun olarak kullanılan Buror Teras yönteminin, ekonomik açıdan değerlendirilmesinin yapılmasıdır. Öncelikle, Buror Teras ile İnsan gücüyle yapılan gradoni terasın tesis maliyetleri, Orman Genel Müdürlüğünün 2020 yılı birim fiyatları ile hesaplanarak karşılaştırılmıştır. Ayrıca Türkiye'de sadece Buror Teras yöntemi kullanılarak ağaçlandırılabilecek arazilerin, odun ürünü ve karbon emisyon hasılaları hesaplandıktan sonra **Faustmann Formülü** kullanılarak arazi hasıla değerleri hesaplanmıştır.

Buror Terasın tesis maliyeti, işçi ile yapılan terasa göre 488 TL/km (%11) daha ucuz bulunmuştur. Dozer ve işçi ile çalışılamayacak ama sadece Buror Teras yöntemi ile ağaçlandırılabilecek olan tahmini 1 milyon ha eğimli arazide, 35 yıllık idare süresi ile kızılçam ağaçlandırması yapıldığında, odun ürünü hasılası baz alındığında **Arazi Hasıla Değeri;** %2 faiz oranına göre 10.716.549.005 TL, %3 faiz oranına göre ise -54.691.297 TL olarak bulunmuştur. Odun ürünü gelirine karbon emisyon hasıla değeri de eklendiğinde, **Toplam Arazi Hasıla Değeri;** %2 faiz oranında karbonun tonu 20 $ olarak alındığında 42.897.881.651 TL, 35 $ olarak alındığında 67.033.881.136 TL olmakta, %3 faiz oranında ise karbonun tonu 20 $ olarak alındığında 17.685.262.559 TL, 35 $ olarak alındığında 30.990.227.950 TL olmaktadır. Dolayısıyla Buror Teras ile yapılan ağaçlandırmalar hem maliyet etkin, hem hızlı, hem de ekonomik olmaktadır.

Anahtar kelimeler: Buror Teras, ağaçlandırma, teras maliyeti, odun ürün değeri, karbon emisyon değeri, arazi hasıla değeri

2021, 67 sayfa

Abstract

Master's Thesis

THE ECONOMIC ANALYSIS OF AFFORESTATION MADE WITH THE BUROR TERRACING METHOD

Recai ŞENEL

Çankırı Karatekin University The Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Forest Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Sezgin ÖZDEN

The aim of this thesis is to make an economic evaluation of the Buror Terracing, which has been used extensively as an afforestation method, on erosion and flood control studies in Turkey for the last 11 years. Firstly, the construction costs of Buror Terracing and the man-made gradoni terracing were calculated and compared with the General Directorate of Forestry's 2020 unit prices. In addition, after calculating the wood product value and carbon emissions of the lands that could be afforested using only the Buror Terracing method in Turkey, the land revenue values were calculated by using the **Faustmann Formula**. The construction cost of Buror Terracing was found to be 488 TL/km (11%) cheaper than the man-made terracing. On an estimated 1 million hectares of sloping land, which will not be able to work by dozers and workers but can only be afforested by the Buror Terracing method, in the case of afforestation with Pinus brutia for 35 years of rotation period, based on wood product; **Land Revenue Value;** is found; to be 10.716.549.005 TL based on 2% interest rate, -54.691.297 TL (negative) based on 3% interest rate. If the monetary value of carbon emission is added to wood product income, the **Total Land Revenue Value** is found; based on 2% interest rate, to be 42.897.881.651 TL if the nominal value of a ton of carbon is taken as $20, 67.033.881.136 TL if the nominal value of a ton of carbon is taken as $35; based on 3% interest rate, to be 17.685.262.559 TL if the nominal value of a ton of carbon is taken as $20, to be 30.990.227.950 TL if the nominal value of a ton of carbon is taken as $35. Therefore, afforestation made with the Buror Terracing method is economic, fast and cost-effective.

Keywords: The Buror Terracing, afforestation, water erosion, terracing cost, wood product value, the value of carbon emission, land revenue value

2021, 67 pages

ÖNSÖZ

2009 yılı Ekim ayında Bursa Orman Bölge Müdürlüğü'nde ilk deneme uygulamaları yapılarak bir makineli teras yöntemi olarak geliştirilen ve tüm Türkiye'de uygulanmaya başlanan Buror Teras (Bursa Orman Teras) yöntemi bu çalışmada çeşitli yönleriyle ele alınmış ve bu yöntemin ekonomik faydalarının ortaya konmasına yönelik bir çalışma yapılmıştır.

Başında olduğum teknik ekip tarafından 2009 yılı Ekim ayında Yalova Armutlu'da ilk deneme ve uygulamaları yapılarak geliştirilen Buror Teras yöntemini bu defa ekonomik yönden inceleme ve değerlendirme fırsatı veren Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nün çok değerli yetkililerine, tez yazımında yardımını esirgemeyen Doktorant Hüseyin ÇALIŞKAN'a ve bana tüm bu olanakları tanıyarak her an yardımcı olan, yol gösteren danışman hocam Prof. Dr. Sezgin ÖZDEN'e içtenlikle teşekkürlerimi sunuyorum. Ayrıca savunma sınavında yaptıkları olumlu eleştiriler ve yönlendirmeleri nedeniyle jüri üyeleri Prof. Dr. İsmet DAŞDEMİR ve Doç. Dr. Üstüner BİRBEN'e de saygılarımı sunarım.

Recai ŞENEL

Çankırı, Haziran 2021

İÇİNDEKİLER

ÖZET ii

Abstract iii

ÖNSÖZ iv

İÇİNDEKİLER v

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ vi

ŞEKİLLER DİZİNİ vii

ÇİZELGELER DİZİNİ viii

1.GİRİŞ 1

1.1 Arazi Yetenek Sınıflarına Göre Arazi Kullanımının Önemi 1

1.2 Eğimli Arazilerde Teras Yapmanın Önemi 10

1.3 Terasın Kullanım Alanları ve Ormancılık 16

1.4 Silvikültür 16

1.4.1 Seçme işletmesi 16

1.4.2 Aynı yaşlı tek katlı maktalı işletme 18

1.5 Buror Teras (Bursa Orman Teras) Yöntemi 28

1.6 Çalışmanın Amacı, Kapsam ve Gerekçesi 35

1.7 Literatür Özeti 35

2. MATERYAL VE YÖNTEM 39

2.1 Materyal 39

2.2 Yöntem 40

3. BULGULAR 44

3.1 Buror Teras Yönteminin Ekonomik Faydalarının İrdelenmesi 44

3.2 Buror Teras ile İşçi Gücüyle Yapılan Gradoni Terasın Maliyet Karşılaştırması 45

3.3 Buror Teras Yönteminin Diğer Ekonomik Faydalarının İrdelenmesi 47

3.4 Buror Teras ile Yapılacak Fazladan Ağaçlandırmanın Ekonomik Faydaları 48

3.4.1 Odun Üretimine Fazladan Katkının Arazi Hasıla Değeri 49

3.4.2 Karbon Emisyonuna Fazladan Katkının Net Hasılası 53

3.4.3 Buror Teras Yöntemi ile Fazladan Yapılacak Ağaçlandırmanın Toplam Arazi Hasıla Değeri 57

4. TARTIŞMA VE SONUÇ 59

KAYNAKLAR 64

ÖZGEÇMİŞ 67

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

TL	Türk lirası
%	Yüzde
Ha	Hektar
Km	Kilometre
Kg	Kilogram
$	Amerika Birleşik Devletleri doları
M^3	Metreküp
CO_2	Karbondioksit
OT	Orman toprağı
Z	Ziraat arazisi
OGM	Orman Genel Müdürlüğü
AGM	Mülga Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrol Genel Müdürlüğü
ÇEM	Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü
OMO	Orman Mühendisleri Odası
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
GES	İngiltere Hükümeti Ekonomi Servisi
M.Ö.	Milattan Önce
BUROR TERAS	Bursa Orman Teras

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1 Yüksek eğimli incir dikilmiş tarım arazisindeki gözle görünür erozyon ____ *11*
Şekil 2 Uygun riper ve üçlü riperle alt toprak işleme (Anonim 2018) ____ *13*
Şekil 3 İşçi gücüyle teras yapımı (Anonim 2018) ____ *15*
Şekil 4 Karaçam tohumlama kesimi yapılmış saha ____ *23*
Şekil 5 Karaçam boşaltma kesimi aşamasında gençleştirme sahası ____ *23*
Şekil 6 Tohumlama kesimi ve arazi hazırlığı yapılmış kayın doğal gençleştirme saha ____ *24*
Şekil 7 Yeni çimlenme alınmış kayın doğal gençleştirme sahası ____ *24*
Şekil 8 Yapay gençleştirmede diri örtü temizliği ve ikili riper ile üst toprak işlemesi ____ *26*
Şekil 9 Ağaçlandırma için Buror Teras yapılmış dikime hazır alan ____ *28*
Şekil 10 Buror Teras (solda) ve işçi ile yapılan gradoni teras (sağda) ____ *28*
Şekil 11 Mini Ekskavatör ve Kepçelerin Genel Özellikleri (Karaçorlu 2017) ____ *29*
Şekil 12 Buror Teras ilk denemesinin yapıldığı gün. (Armutlu 5 Ekim 2009), Foto: Hüseyin VARDAR ____ *30*
Şekil 13 İlk defa Buror Teras yapacak olan mini ekskavatörün kamyondan indirilmesi (Armutlu 5 Ekim 2009) ____ *31*
Şekil 14 Buror Çukurlu Seki Teras yapımı, Foto: Selahattin SÖNMEZ ____ *32*
Şekil 15 Buror Hendekli Teras yapım aşamaları (Şenel 2011) ____ *33*
Şekil 16 Buror Hendekli Teras yapımı, Foto: Adnan ACAR ____ *34*
Şekil 17 Karaçorlu (2017)'nin (ÇEM 2016)'den aktardığına göre Buror tipi teras ____ *34*

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1 Arazi yetenek sınıf ve eğimleri ile bu sınıfların kullanım biçimleri _____ *2*
Çizelge 2 Türkiye arazi varlığının arazi yetenek sınıflarına göre dağılımı _____ *3*
Çizelge 3 Türkiye'deki halihazır tarımdaki arazi kullanım şekilleri _____ *4*
Çizelge 4 Arazi yetenek sınıflarında su ve rüzgar erozyonu miktarları _____ *5*
Çizelge 5 Türkiye'de boşluklu kapalı olmakla birlikte fonksiyonel açıdan verimli olan orman varlığının eğim grupları itibariyle dağılımı _____ *8*
Çizelge 6 Türkiye'de boşluklu kapalı orman varlığının eğim grupları itibariyle dağılımı _____ *9*
Çizelge 7 Mini Ekskavatörler ve Kepçelerin Genel Özellikleri (Karaçorlu 2017) _____ *29*
Çizelge 8 Toprak işlemenin ekonomik kıyaslaması (2013 yılı fiyatlarıyla) _____ *45*
Çizelge 9 Buror Teras ile Gradoni Teras (insan gücü ile) Tesis Maliyet Karşılaştırması _____ *46*
Çizelge 10 Ağaçlandırma Gideri Hesabı _____ *50*
Çizelge 11 Ağaçlandırma Kültür Bakım ve Koruma Giderleri Hesabı _____ *51*
Çizelge 12 Tutulan toplam karbon ve karbondioksit miktarı _____ *55*
Çizelge 13 Bazı Ekosistemlerin Karbon Depolama Kapasiteleri _____ *56*
Çizelge 14 Fazladan ağaçlandırılacak 1 milyon ha alanın farklı faiz oranı ve karbon fiyatlarına göre hesaplanan toplam arazi hasıla değerleri (TL) _____ *58*

1.GİRİŞ

Gelecek kuşaklara bırakabileceğimiz en değerli maddi varlık hiç kuşkusuz ki '**toprak'**tır. Toprak, en önemli yaşam kaynaklarından biri olduğu halde, kaybı durumunda yeniden geri kazanılabilmesi için binlerce yıla ihtiyaç duyulmaktadır. Bu da gösteriyor ki canlı kara ekosisteminin toprak kaybına hiç tahammülü yoktur. Toprak, maddi (ekonomik) değeri kolay ölçülemeyecek kadar çeşitli fonksiyonlar içermektedir. Ama toprağın gerçek ekonomik değeri ölçülebilmiş olsaydı, kuşkusuz dünyanın değeri her geçen gün artan maddi varlığı olurdu.

Toprağı korumak çok önemli ve yaşamsal bir husustur. Ekonomik açıdan düşünüldüğünde de bu böyledir. Bunun için toprak kaybına yol açan bütün tehditleri ortadan kaldırmak gerekmektedir. En önemli tehdit ise **erozyon**dur. Bunun en büyüğü de **su erozyon**udur. Yani toprağın suyla aşınıp taşınmasıdır. Erozyonun önlenmesi için en başta arazilerin yanlış kullanımlarının engellenmesi gerekir. Arazileri, topografik ve fizyografik yapıları dikkate alınarak toprak erozyonuna yol açmayacak şekilde en verimli şekilde kullanmak ve yönetmek gerekir.

1.1 Arazi Yetenek Sınıflarına Göre Arazi Kullanımının Önemi

Su nedeni ile toprak erozyonu riskine sahip araziler eğimli arazilerdir. Arazileri ve dolayısıyla da toprağı en iyi şekilde ve en verimli yönetebilmek için öncelikle arazi yetenek sınıflandırmasını yapmak ve toprakları yetenek sınıflarına göre kullanmak gerekmektedir. Bilim otoritelerince kabul edilmiş olan sekiz adet arazi yetenek sınıfı ve bu sınıfların eğim durumlarını gösterir çizelgede görüldüğü üzere tarıma uygun araziler ile tarıma uygun olmayan araziler tespit edilmiş durumdadır (Çizelge 1). Çizelge 1'de belirtilmiş olan V. sınıf araziler, yapılabilecek kapsamlı araştırmalar sonucu, gereken ıslah çalışmaları yapıldığında ancak tarım arazileri haline dönüştürülebilecek olan, aksi durumda ise meraya, ormana ya da doğayı korumaya ayrılması gereken arazileri içermektedir.

Türkiye'nin arazi varlığının arazi yetenek sınıflarına göre dağılımı, hem 1965-1971 ve hem de 1982-1984 yılları için yapılan tespitler doğrultusunda Çizelge 2'de gösterilmiştir (Topçu 2012).

Çizelge 1 Arazi yetenek sınıf ve eğimleri ile bu sınıfların kullanım biçimleri

Kullanım Biçimi	Arazi Yetenek Sınıfı	Arazi Eğimi	Açıklama
İşlemeli Tarıma Uygun Araziler	I	%2 den düşük	Düz veya düze yakın, derin, verimli, kolayca işlenebilen toprakları içeren arazilerdir.
	II	%3-6	Hafif eğimli, verimli, kolayca işlenebilen toprakları içeren arazilerdir.
	III	%7-12	Orta derece eğimli, verimli, orta derece işlenebilen toprakları içeren arazilerdir.
Kısıtlı Tarıma Uygun Olan Araziler	IV	%13-20	Fazla derecede eğimli, kısıtlı olarak işlenebilen toprakları içeren arazilerdir.
Tarıma Uygun Olmayan Araziler	V	%2 den düşük	Çayır ve orman gibi uzun ömürlü bitki yetiştirilmesine uygun arazilerdir.
	VI	%21-30	Fazla eğimli ve şiddetli erozyona maruz kalabilen arazilerdir.
	VII	%21-30 %31-45 %45 ten fazla	Fazla eğimli, taşlı yapıya sahip, bataklık ve diğer elverişsiz toprakları da içerebilen arazilerdir.
–	VIII	%45 ten fazla	Bataklık, çöl, çok derin oyuntuları içeren arazilerle, dağlık ve taşlık arazileri de kapsamaktadır.

Topçu (2012) ve Sarı (2006)'dan yararlanılarak düzenlenmiştir.

Çizelge 1 ve Çizelge 2'deki veriler değerlendirildiğinde; 1982-1984 yılları tespitlerine göre Türkiye'nin topraklarının %65,7'si tarıma uygun gözükmemektedir. %27,6'sında ise tarım yapılabilmesi için özel tedbirlere (erozyonun önlenmesi gibi) ihtiyaç vardır. Sadece arazilerin %6,5'luk bir kısımda sorunsuz tarım yapılabildiği gözükmektedir.

Çizelge 2 Türkiye arazi varlığının arazi yetenek sınıflarına göre dağılımı

Arazi Yetenek Sınıfları ve Özellikleri			1965–1971		1982–1984	
Özellik	Verim (Yüzde)	Sınıf	Toplam Arazi (Hektar)	Genel Toplama Oranı (Yüzde)	Toplam Arazi (Hektar)	Genel Toplama Oranı (Yüzde)
Her Türlü Tarıma Elverişli	100	I	5.012.537	6,4	5.086.084	6,5
İşlemeli Tarıma Orta Düzeyde Elverişli	83	II	6.758.702	8,7	6.712.873	8,7
İşlemeli Tarıma Sınırlı Düzeyde Elverişli	66	III	7.574.330	9,7	7.282.763	9,3
Özel Önlemle Özel Ürün	50	IV	7.201.016	9,3	7.425.045	9,5
Toplam			26.546.585	34,1	26.506.765	34,0
İşlenmeyen Islak veya Kaya Çıkışlı Düz Arazi	33	V	165.547	0,2	127.934	0,1
Mera ve Orman	20	VI	10.238.533	13,2	10.825.762	13,9
Bozuk Mera, Bozuk Orman	10	VII	36.288.553	46,6	35.836.350	46,0
Toplam			46.692.633	60,0	46.790.046	60,0
Tarıma Elverişsiz Arazi	0	VIII	3.455.513	5,9	4.542.896	5,8
Toplam (Su Yüzeyi Hariç)			**76.694.731**	**100,0**	**77.839.707**	**100,0**

(Topçu 2012)

Çizelge 3 Türkiye'deki halihazır tarımdaki arazi kullanım şekilleri

ARAZİ SINIFI	ARAZİ KULLANIM ŞEKLİ				
	KURU TARIM	SULU TARIM	BAĞ, BAHÇE	FINDIK, ZEYTİN, KESTANE, ÇAY	TOPLAM
I	3.155.446	1.413.256	176.264	33.333	4.778.299
II	4.876.280	835.791	187.972	86.823	5.986.866
III	5.438.715	476.222	204.989	109.507	6.229.433
IV	4.062.580	233.081	172.414	135.054	4.603.129
V	13.340	3.980	143	0	17.463
VI	3.377.458	34.290	201.714	235.037	3.848.499
VII	1.683.515	4.260	115.041	442.398	2.245.214
VIII	0	0	0	0	0
TOPLAM	**22.607.334**	**3.000.880**	**1.058.537**	**1.042.152**	**27.708.903**

(Sarı,2006)

Çizelge 3'te de görüldüğü gibi Türkiye'de çayır, mera ve orman gibi kullanımlar altında olması ve toprak işlemeli tarımda kesinlikle kullanılmaması gereken V., VI. ve VII. sınıf araziler gerek kuru ve gerekse sulu koşullarda tarımsal üretim amacıyla kullanılmaktadır.Toplam 3.848.499 ha VI. sınıf ve 2.245.214 ha VII. sınıf arazi, kesinlikle tarımsal üretimde kullanılmaması gerekirken, bilim çevrelerinin söylediğinin aksine olarak tarımsal üretim amacıyla halen gerek sulu ve gerekse de kuru tarım arazileri olarak kullanılmaktadır. Oysa toplamda 6.111.176 ha olan bu araziler, orman veya mera olarak değerlendirilmelidir (Çizelge 3).Türkiye yüzölçümünün %83'ü, %8 ve daha dik eğimli arazilerden oluşmaktadır. Ülke arazilerinin yarısına yakın bir kısmında ise eğimler %45'ten daha fazladır. Yapılan bilimsel araştırma sonuçları, toprak yüzeyinin bitki örtüsü ile kaplı olmadığı ve arazi eğiminin %2'yi geçtiği arazilerde su ile toprak taşınmasının yani erozyon olayının başladığını işaret etmektedir. Yine bu araştırma sonuçlarına göre eğimin %8'i geçmesi durumunda ise erozyon şiddetli düzeye ulaşmaktadır (Sarı 2006).

Görüleceği üzere Türkiye arazilerinin tamamına yakını eğimli arazilerden oluşmaktadır. Bu topografik yapıya bağlı olarak, eğer bitki örtüsü de tahrip edilirse, ülke arazilerinin erozyona uğramaması ve binlerce yılda oluşabilecek toprakların kaybolmaması olası gözükmemektedir. Diğer bir anlatımla, Türkiye'nin topografik yapısı da erozyonun

oluşması için son derece uygun bir durum ortaya koymaktadır. Türkiye'de 5.086.084 hektarlık I. sınıf tarım arazileri ile 127.934 hektarlık V. sınıf araziler dışında kalan bütün arazilerde, hafif dereceden çok şiddetli dereceye kadar değişen seviyelerde erozyon sorunu mevcuttur. Ülkedeki I.sınıf toprakların oranı sadece %6,5 olup, geriye kalan yaklaşık 72,75 milyon hektar arazide ise başta erozyon olmak üzere pek çok problem bulunmaktadır. Sadece orta ve daha fazla seviyelerde erozyon sorunu bulunan arazilerin miktarı, ülke arazilerinin yaklaşık %74'ünü oluşturmaktadır. Söz konusu bu arazilere hafif şiddetli erozyon sorunu bulunan araziler de eklendiğinde ülke topraklarının %92,5'unda, yani yaklaşık 77,8 milyon hektar arazi varlığı olan Türkiye'nin yaklaşık 72 milyon hektarında çeşitli düzeylerde erozyon sorununun bulunduğu gerçeği ortaya çıkmaktadır (Sarı 2006).

Çizelge 4 incelendiğinde ise ülke topraklarının %74'ü su erozyonuna, %0,6'sı ise rüzgar erozyonuna maruz durumda olduğu gözükmektedir (Çizelge 4).

Çizelge 4 Arazi yetenek sınıflarında su ve rüzgar erozyonu miktarları

EROZYON ŞİDDETİ	**ARAZİ YETENEK SINIFLARI**			
	II, III ve IV	**V, VI ve VII**	**TOPLAM**	
	Ha	Ha	Ha	
	SU EROZYONU			
ORTA	13.780.260	1.812.450	15.593.753	
ŞİDDETLİ	2.077.265	26.527.668	28.334.935	
ÇOK ŞİDDETLİ	1.930	13.219.273	13.321.206	
TOPLAM	**15.859.455**	**41.559.391**	**57.249.894**	**74%**
	RÜZGAR EROZYONU			
HAFİF	159.259	8.405	165.667	
ORTA	168.660	62.581	231.044	
ŞİDDETLİ	2.439	61.940	64.388	
ÇOK ŞİDDETLİ	0	4.823	4.826	
TOPLAM	**330.358**	**137.749**	**465.925**	**6%**

(Sarı 2006)

Sarı (2006)'nın aktardığına göre; akarsularımız tarafından her yıl taşınarak yok edilen toprak miktarı 500 milyon ton olduğu bilimsel tespitlerle ortaya konmuştur. Ancak

diğer küçük dereler, çaylar, oyuntularla taşınıp ana akarsulara ulaşmayan toprak kayıpları ile birlikte tahminen Türkiye'de her yıl erozyonla kaybedilen toprak miktarı 1,5 milyar ton kadardır. Dünya'da erozyonla her yıl kaybedilen 200.000 hektar toprak, Ocak 1996'da nerede ise savaşa sebep olabilecek Kardak Kayalıklarının yaklaşık 500.000 katı kadardır. Kardak Kayalıkları gibi araziler savaşılarak geri alınabilir ancak, erozyonla kaybedilen toprakları geri almak ne yazık ki mümkün değildir. Aynı zamanda kaybedilen bu miktar alan, Türkiye'de yaklaşık 1000 hektar arazisi olan 200 köyün yok olması demektir. Erozyon nedeniyle her yıl kaybedilen bu miktar toprak, her yıl 20 ton yük taşıyabilen 20 milyon kamyonun yük taşıması demektir. Başka bir ifade ile erozyonla her yıl kaybedilen bu miktar toprak, her gün 55.000 adet kamyonun ülke toprağını alıp göllere ve denizlere dökmesi demektir (Sarı 2006).

Şenel (2012), dünyada her yıl, başta Asya kıtası olmak üzere 20 milyar 160 milyon ton toprağın akarsularla deniz ve göllere taşındığını aktarmaktadır.

Kantarcı (1983, 2005)'ya göre ise; Türkiye arazisinin %91'inde topraklar yüzeysel akışa geçen su ile erozyona maruz kalmaktadır. Şiddetli ve çok şiddetli toprak erozyonuna maruz kalan arazi miktarı 46,6 milyon ha olup, bu da ülkenin %60,9'una denk gelmektedir. Türkiye'nin orman alanları çoğunlukla VI. ve VII. sınıf arazilerde (eğimli ve sarp araziler) yoğunlaşmıştır. Ancak I., II. ve III. sınıf arazilerde de orman alanları mevcuttur. Arazi yetenek sınıflarına göre yapılmış orman envanterinde, mevcut orman alanlarının 23,5 milyon ha olduğu, bu miktar alanın tarım ve mera alanlarından aktarmalar ile 25,4 milyon hektara çıkartılması gerektiği bildirilmiştir. Mevcut orman envanterindeki orman alan miktarı ise yaklaşık 20,7 milyon ha kadardır. Aradaki 2,8 milyon hektarlık fark, çalılaşmış formdaki orman alanlarının orman amenajman planları kapsamına alınmamış olmasından kaynaklanmaktadır. Türkiye ormanlarında ağaçlandırılması ve toprak koruma tedbirleri alınarak erozyonunun önlenmesi gereken orman alanı potansiyeli 9,1 milyon hektar kadardır. Bu alanın 4,76 milyon hektarı çok bozuk koru, 4,32 milyon hektarı ise çok bozuk baltalıktır. Arazi sınıflaması sonuçlarına göre ise orman artığı çalılık olup, orman amenajman planları envanterine alınmamış olan alan miktarı 2,76 milyon hektardır. Mera alanlarından ve meyilli arazideki tarım alanlarından ormana aktarılması öngörülen çıplak arazi ise 2,25 milyon hektardır. Bu iki alanın toplamı yaklaşık 5 milyon ha olup, bu alanlarda, sağlıklı arazi etütleri yapılarak uygunluk ölçüsünde ağaçlandırma yapılması veya toprak koruma tedbirlerinin alınarak

erozyonun önlenmesi gerekmektedir. Türkiye ormancılığının gelecekteki öncelikli görevi, 1,9 milyon ha idare yaşını doldurmuş yaşlı ormanın gençleştirilmesi ve 14,1 milyon hektar orman ve orman artığı kapsamındaki bozuk orman alanında ise mümkün olduğunca ağaçlandırma ve toprak koruma çalışmalarının yapılmasıdır. Böylelikle toplam 16 milyon hektarlık bozuk orman alanı koru ormanına dönüştürülerek odun ve su üretimine katkısının arttırılması sağlanmış olacaktır. Ayrıca tarım alanlarından VI. ve VII. sınıfta bulunan eğimli 6,1 milyon ha arazi ile çok ciddi sorunlara sahip IV. sınıfta bulunan 4,7 milyon ha arazide toprak koruma tedbirleri alınmalı veya mümkünse bu araziler ağaçlandırılmalıdır (Kantarcı 1983, 2005).

Şenel'e göre (2012); bütün bu verilerden hareket edilerek, Türkiye'de toplam 24,9 milyon hektar arazinin ağaçlandırılması veya erozyona karşı gereken toprak koruma tedbirlerinin alınması gerekmektedir.

Türkiye'deki ormanlık alanların miktarı ve değişimleri, bugüne kadar yıllar itibari ile yapılan envanter değerlendirme sonuçlarına göre; 1973 yılında 20.199.296 ha (%26,1), 1999 yılında 20.763.248 ha (%26,7), 2004 yılında 21.188.747 ha (%27,2), 2012 yılında 21.678.134 ha (%27,7) ve 2015 yılında 22.342.935 ha (%28,6) olarak tespit edilmiştir. Bu envanter sonuçları değerlendirildiğinde; ormanlık alan son 42 yılda yaklaşık 2,1 milyon hektar artış göstermiş gözükmektedir (Anonim 2015).

Tahminen M.Ö. 2000 yıllarında 8 milyar ha olan dünya ormanları, günümüze kadar geçen süreç içerisinde artan nüfusla beraber orman alanlarının tarıma dönüştürülmesi ile tahrip olmuş ve 3,6 milyar hektara gerilemiştir. 1995 yılı itibariyle dünyadaki doğal ve ağaçlandırma yoluyla oluşan ormanların, Grönland ve Antarktika hariç, toplam 3.454 milyar ha (kara yüzölçümünün %26'sı) olduğu hesaplanmıştır. Dünya ormanlarının yaklaşık 1 milyar 961 milyon hektarı (%57'si) gelişmekte olan ülkelerde bulunmaktadır. Dünya ormanlarının yaklaşık üçte ikisi sırasıyla Rusya Federasyonu, Brezilya, Kanada, ABD, Çin, Endonezya ve Zaire'de bulunmaktadır. 21 adedi tropik bölge ülkesi olmak üzere toplam 29 ülkede yüzölçümlerin yarısından fazlası ormanlarla kaplı durumdadır. Küçük ada devletleri ve diğer bölgelerde bulunan 49 ülkenin ormanlık alanları ise %10'un altındadır (Anonim 2013).

Bazı bilimsel tahminlere göre, geçmiş dönemlerde50 milyon hektar civarlarında olan Türkiye ormanları, günümüzde yaklaşık 21 milyon hektara düşmüştür. Amenajman

planlarına göre orman rejimi içerisindeki 21,2 milyon hektar orman alanının %49,9'una tekabül eden 10,57 milyon hektar orman bozuk ve çok bozuk niteliktedir. AGM'nin 1999 yılı tespitlerine göre bu alanların 2,2 milyon hektarı ağaçlandırmaya uygundur. Bu rakama hazine arazilerinden alınacak tahmini 1 milyon hektar potansiyel alan ile düşük kapalılıkta (%11-40) olup, amenajman planlarına göre verimli kabul edildiği halde doğal gençleştirme koşullarını yitirdiği için teknik yönden ağaçlandırılması gereken alanların da katılmasıyla ülkedeki ağaçlandırılması gereken alan miktarı çok daha büyük boyutlara ulaşmaktadır. Ağaçlandırma çalışmaları ile hem ülkenin odun hammaddesi açığını kapatmak, hem de bozulan ekosistemi yeniden iyileştirmek suretiyle sel, taşkın ve heyelan gibi tehlikelere karşı önlem almak ve istihdam açığını kapatmaya yönelik olarak toplumun refahını yükseltmek mümkün olabilecektir (Anonim 2013).

Eğim grupları itibari ile Türkiye'deki boşluklu kapalı ormanların fonksiyonel açıdan verimli kabul edilenlerin durumuna bakıldığında (Çizelge 5) toplam 141.776 ha %40 ve üzeri eğimli alan bulunmaktadır. Yine boşluklu kapalı ormanların fonksiyonel açıdan verimli kabul edilmeyenlerle birlikte tümüne bakıldığında (Çizelge 6) toplam 3.506.861 ha %40'ın üzerinde eğimli alan bulunmaktadır. Bu da sadece boşluklu kapalı alanlarımızdaki teras ile ağaçlandırma potansiyelini göstermektedir.

Çizelge 5 Türkiye'de boşluklu kapalı olmakla birlikte fonksiyonel açıdan verimli olan orman varlığının eğim grupları itibariyle dağılımı

FONKSİYONUN ADI	MİKTARI	EĞİM GRUPLARI İTİBARİYLE DAĞILIMI			
		0-40	41-60	61-80	80 ve üzeri
	Ha	Ha	Ha	Ha	Ha
BİLİMSEL	1.977	994	791	130	62
EKOSİSTEM KORUMA	2.781	1.386	817	518	60
İKLİM KORUMA	1.667	1.278	317	67	5
ODÜH	31.407	23.607	6.636	980	184
TOPLUM SAĞLĞI	19.210	8.082	3.972	6.002	1.154
ULUSAL SAVUNMA	23.173	17.403	4.829	923	18
ESTETİK GÖRÜNÜM	44.286	25.667	14.153	3.932	534
EKOSİSTEM KORUMA STATÜLÜ	68.908	48.997	16.153	3.167	591
DOĞA KORUMA STATÜLÜ	78.639	55.707	18.223	4.112	597
DOĞA KORUMA STATÜSÜZ	159.677	106.828	48.411	4.298	140
TOPLAM	**431.725**	**289.949**	**114.302**	**24.129**	**3.345**

(Anonim 2019)

Çizelge 6 Türkiye'de boşluklu kapalı orman varlığının eğim grupları itibariyle dağılımı

FONKSİYONUN ADI	MİKTARI	EĞİM GRUPLARI İTİBARİYLE DAĞILIMI			
		0-40	41-60	61-80	80 ve üzeri
	Ha	Ha	Ha	Ha	Ha
BİLİMSEL	1.977	994	791	130	62
EKOSİSTEM KORUMA	2.781	1.386	817	518	60
İKLİM KORUMA	1.667	1.278	317	67	5
ODÜH	31.407	23.607	6.636	980	184
TOPLUM SAĞLĞI	19.210	8.082	3.972	6.002	1.154
ESTETİK PERDELEME	23.173	17.403	4.829	923	18
ULUSAL SAVUNMA	44.286	25.667	14.153	3.932	534
ESTETİK GÖRÜNÜM	68.908	48.997	16.153	3.167	591
HİDROLOJİK İÇME SUYU	78.639	55.707	18.223	4.112	597
EKOSİSTEM KORUMA STATÜLÜ	159.677	106.828	48.411	4.298	140
HİDROLOJİK SU KORUMA	223.962	134.679	70.780	16.833	1.670
HİDROLOJİK KULLANMA SUYU	310.596	180.048	85.689	36.689	8.170
DOĞAYI KORUMA STATÜLÜ	559.790	250.986	180.175	93.431	35.198
ODUN ÜRETİMİ	2.498.692	1.923.990	504.999	67.948	1.755
DOĞAYI KORUMA STATÜSÜZ	2.783.330	1.599.922	790.685	319.443	73.280
EROZYONLU ALANLAR	2.848.692	1.770.352	800.155	267.206	10.979
TOPLAM	**9.656.787**	**6.149.926**	**2.546.785**	**825.679**	**134.397**

(Anonim 2019)

Ülkemizde toplam 24,9 milyon ha alanda ağaçlandırma ve erozyon kontrol çalışması yapılması gerektiği daha önceki satırlarda anlatılmıştı. Türkiye arazileri engebeli ve dağlık bir yapıya sahip olup, %40 eğimin üzerinde olan alanlar ülke yüzeyinin yaklaşık %45'ini oluşturmaktadır (Boydak ve Çalışkan 2014). Bu da ülkede yaklaşık 34,5 milyon hektar %40 eğimin üzerinde arazi olduğunu göstermektedir.

Bütün bu veriler eğimli arazilerdeki teraslama potansiyelini ortaya koymaktadır. Buradan hareketle diğer orman dışındaki ağaçlandırmaya müsait olabilecek %40'tan daha fazla eğimli orman dışı arazileri de hesaba katarsak, en az 5 milyon hektar teraslama yöntemi ile yapılabilecek ağaçlandırma potansiyeli olduğu söylenebilir. Söz konusu olan 5 milyon hektar eğimli arazinin en az 1 milyon hektarının ise sadece Buror Teras yöntemi kullanılarak ağaçlandırılabileceği söylenebilir.

1.2 Eğimli Arazilerde Teras Yapmanın Önemi

Türkiye'de ağaçlandırma çalışmalarındaki düz ve düze yakın arazilerde tam alanda toprak işlemesi yapılırken, eğimin %15'i aştığı çoğu arazilerde teras yöntemi ile toprak işlemesi yapılmaktadır. Teraslar, eğimli arazilerde yüzeysel akışı kontrol ederek toprakların aşınıp erozyonla taşınmasını önleyen ve kanalı bulunan toprak yapılarıdır (Tandoğan vd. 2019; Melemez 2011).

Eğimli arazilerde teras yapmak, dünyanın çeşitli bölgelerinde yamaçların bitkisel üretim amacıyla kullanılması için binlerce yıldır başvurulan bir yöntemdir. Günümüzde ise teraslar; tarım, mera ve ağaçlandırma sahalarında toprağın ve suyun korunması amacıyla kullanılan en önemli teknik önlemlerdendir. Yağışlı bölgelerdeki teraslar % 0,5-1,0 arasında eğimli yapılmakta, böylelikle fazla olan yüzeysel akışın teraslar yardımıyla yamaç dışına aktarılması sağlanarak erozyon önlenmektedir. Türkiye'de yıllık yağışın 600 mm'nin üzerinde olduğu bölgelerde genellikle ağaçlandırma terasları eğimli teras (akıtıcı) olarak yapılmaktadır. Daha kurak bölgelerde ise ağaçlandırma terasları eğimsiz (emdirici) teras şeklinde yapılır. Bu teraslar, yüzeysel akışı önleme ve toprak koruma etkileri yanında, suyu tutup depo ederek toprağa sızdırma görevini de üstlenir. Eğimli terasların kesintisiz uzunluğunun 400 metreyi aşmamasına dikkat edilmektedir. Eğimsiz terasların kesintisiz uzunlukları hususunda ise herhangi bir kısıtlama yoktur. Ancak teras uzunluğu arttıkça eğim ölçüm hataları artabileceğinden dolayı, eğimsiz teraslar; terasın bir noktadan yarılması halinde bütün teras sisteminin tehlikeye girmesini önlemek için teras içinde 15-20 metrede bir yapılan ve yüksekliği teras derinliğinin yaklaşık yarısı kadar olan toprak setler ile bölmelere ayrılmaktadır. Ayrıca eğimsiz teraslardan oluşan bir teraslama sisteminde 15-20 terasta bir terasın eğimli teras olarak yapılması, bol yağışlı dönemlerde sistemi güvence altına alma açısından yararlı olmaktadır (Görcelioğlu 1996).

Şenel'e göre (2009-2) ''Ülkemiz gibi arazilerinin çok büyük bir bölümü eğimli arazilerden oluşan bir ülkede, erozyonun önlenmesinin en başta gelen çözümü bu alanlarda teraslama yapmaktır. Ülkemizde eğimli alanlarda yapılan tarımsal faaliyetlerde teraslama faaliyeti yok denecek kadar azdır.'' Eğimli tarım alanları genellikle su erozyonuna maruz durumdadır (Şekil 1'de olduğu gibi).



Şekil 1 Yüksek eğimli incir dikilmiş tarım arazisindeki gözle görünür erozyon

Erozyona maruz olan meyilli alanlarda, gerek tarımsal gerekse ormancılık faaliyetlerinde, yüzeysel akışı önlemek, suyu toprakta tutmak ve de erozyonu önlemek için teras yapmak zorunludur. Türkiye'de meyilli alanlarda yapılan tarımsal faaliyetlerde teraslama yapmak yok denecek kadar azdır. Ormancılık çalışmalarında ise eğimin %40'ın üzerinde olduğu sahalarda insan gücü ile teras yapılmakta, %40'ın altındaki alanlar da ise makineli toprak işlemesi yapılmaktadır. İnsan gücü ile yapılan teraslar çok güç ve pahalı olduğu gibi başarı oranları da düşük olmaktadır. Makine ile tam alanda toprak işlemesi şeklinde yapılan arazilerde bitki örtüsünün tümü kaldırılarak toprak işlenmektedir. Bu şekilde hem eğimli arazilerde erozyona neden olunmakta hem de bitki örtüsü tamamen kaldırıldığından dolayı biyolojik denge bozulmaktadır (Şenel 2009-2).

İnsan gücü ile meyilli alanlarda teras yaparak ağaçlandırma yapmak, ormancılarda hep çekince yaratmıştır. Bu alanlar; işin zorluğu, başarı şansının zayıf olması ve de pahalıya mal olması nedenleriyle çoğu zaman görmezlikten gelinmiştir (Şenel 2011).

Türkiye'nin odun hammaddesine olan ihtiyacını, yıllık ortalama artımı 1,9 m^3/ha olan doğal ormanlarımız ile karşılamak yeterli olmamaktadır. Ama uygun verimli arazilerde yıllık ortalama artımı 12-15 m^3/ha olan hızlı gelişen ağaç türleri ile yapılacak olan ağaçlandırmalar ile bu açık önemli ölçüde kapanabilecektir. Ayrıca bu sahalarda yapılacak teraslı ağaçlandırmalar ile eğimli alanlarda yanlış yapılan tarımdan dolayı meydana gelen erozyon ve sel gibi zararlar önemli ölçüde önlenecek, aynı zamanda su veriminin artmasına ve su rejiminin düzenlenmesine de katkı sağlanacaktır. Ülkemizde genellikle erozyonun şiddetli olduğu alanlar, yanlış tarım kullanımları ve yetersiz bitki örtüsü olan alanlardır (Boydak ve Çalışkan 2014).

Ağaçlandırma sahalarının hazırlanmasında iki aşama vardır. Bunlar, örtü temizliği (diri ve ölü örtü) ile toprak işlemedir. İnsan gücüyle yapılan arazi hazırlığı makine ile yapılan arazi hazırlığı kadar verimli ve ekonomik olmamaktadır. İnsan gücü ile yapılan diri örtü temizliği ve toprak işleme genellikle, insan gücünün pahalı olması ve başarı etkinliğinin makineli çalışmaya göre daha az olması nedenleriyle ancak gerekli koşullarda başvurulan bir yöntemdir. Arazi eğiminin fazla olduğu (%40 üzeri), ağaçlandırılacak alanın küçük olduğu, makine gücünün bulunamadığı durumlarda insan gücü ile arazi hazırlığına başvurulması uygundur (Tandoğan vd. 2019).

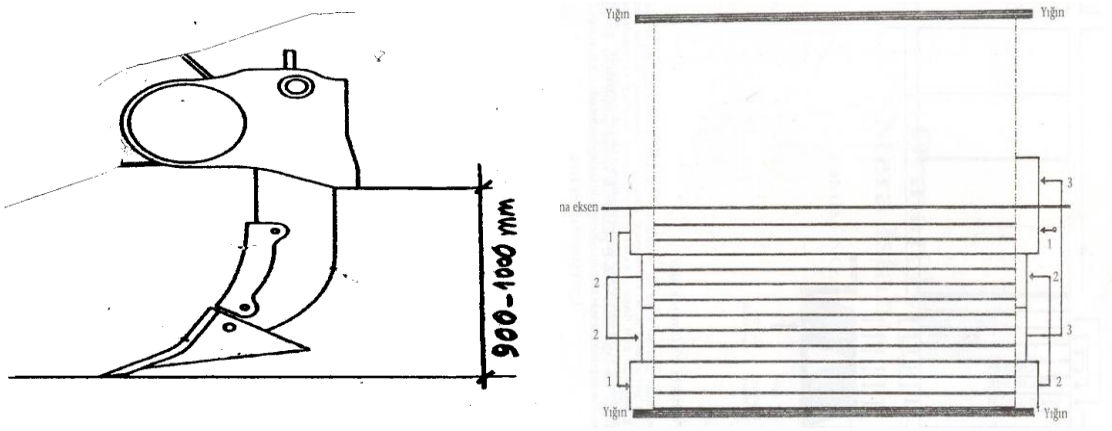
Ağaçlandırma arazi hazırlığının yapılmasında, ekolojik koşulların özellikle de toprak koşullarının elverişli olduğu zamanlarda, uygun makine ve ekipman kullanılarak yapılan derin (60-70 cm) toprak işlemesi, ağaçlandırma başarısında büyük rol üstlenmektedir. Özellikle kurak ve yarı kurak alanlar ile sıkışmış sert toprakların olduğu alanlarda, dikimden önce derin toprak işlemek bir zorunluluktur (Boydak ve Çalışkan 2014). Türkiye'de derin toprak işlemede genellikle ikili veya üçlü riper monte edilmiş paletli traktör (dozer) ile uygun kova monte edilmiş olan mini ekskavatör kullanılmaktadır.

Toprak işleme, toprağın birçok fiziksel ve kimyasal özelliklerini etkilemektedir. Yapılan araştırmalara göre uygun teknikler kullanılarak makine ile yapılan toprak işlemenin ağaçlandırma çalışması açısından birçok olumlu etkisi olmaktadır. Sıkı, derin topraklarda yapılan toprak işlemesi, toprağın havalanma koşullarını iyileştirmekte, topraktaki fiziksel engeller azaltılarak daha iyi bir kök gelişimine imkân sağlanmakta ve topraktaki hava-su dengesi sağlanmış olmaktadır (Kantarcı 1982; Çepel 1985).

İşlenmiş olan topraklarda, suyun toprağa sızması artarak yüzeysel akış ve erozyon azalmaktadır. Özellikle eğimli alanlarda teras yapımları ile yüzeysel akış ve erozyon daha da azalmış olmaktadır. Uygun arazilerde uygun bir toprak işlemesi yapmak toprağın fiziksel özelliklerini iyileştirmektedir (Çepel 1985).

Makine ile tam alanda derin toprak işlemek, fidan tutma başarısı ve ilk yıllardaki gelişmesine olumlu etkisi açısından çok önemlidir. İlk yıllardaki hızlı büyüme, fidanların diri örtü ile mücadelesi ve kültür bakım masraflarının azalmasında büyük fayda sağlar (Tandoğan vd. 2019).

Toprak işleme; üst toprak işleme ve alt toprak işleme (derin toprak işleme) olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Genellikle organik madde bakımından zengin olan, mikroorganizma faaliyetinin yoğun olduğu, 0-30 cm derinliğe kadar olan toprak işlemesine "**üst toprak işlemesi**" denmektedir. Bu derinlik, pulluk ve insan gücüyle yapılan toprak işlemeye karşılık gelmektedir. Özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde, toprak işlemesinin yeterli derinlikte yapılamaması, insan gücü ile yapılan terasların ancak 25-30 cm derinlikte işlenebilmesi, fidanların yaşama oranını büyük çapta azaltmaktadır. Toprağın 60-70 cm kadar işlenmesi **"alt toprak işlemesi"** (derin toprak işlemesi) olarak isimlendirilmektedir. Tam alan toprak işlemesi, makine gücü ile (dozer) yapılan bir toprak işleme şeklidir. Derin toprak işlemesi sayesinde, eğer varsa toprak içindeki pas tabakası veya diğer sert geçirimsiz tabakalar kırılmış olmaktadır (Tandoğan vd. 2019). Derin toprak işlemede kullanılan ekipman genellikle paletli traktöre (dozer) monte ikili ya da üçlü riperdir (Şekil 2).



Şekil 2 Uygun riper ve üçlü riperle alt toprak işleme (Anonim 2018)

Toprak işleme, alanın tümünde ya da bazı bölümlerinde yapılmasına göre "tam alan toprak işleme" ve "kısmi toprak işleme" diye iki şekilde olmaktadır. Tam alan toprak işlemede, özellikle düşük eğimlerde alanın tamamı işlenmek suretiyle yapılır. Yapılan araştırma sonuçlarına göre tam alanda toprak işleme, fidan tutma başarısı ve ilk yıllardaki gelişmesini önemli düzeyde artırmaktadır (Ayık ve Yılmaz 1991; Boydak ve Zoralioğlu 1992). Kısmı toprak işleme ise parçalı arazilerde, teraslarda, ocaklarda ve daha çok eğimli alanlarda yapılmaktadır.

Türkiye engebeli ve dağlık bir arazi yapısına sahip olup, eğimin %40 ve üzerinde olan araziler ülke yüzeyinin %45'ini oluşturmaktadır (Boydak ve Çalışkan 2014). Eğimli alanlarda toprak işleme genellikle teraslama şeklinde yapılmaktadır. Ağaçlandırmalarda teras ve gradoni çalışmaları genel itibari ile %20, bazı özel koşullarda ise %15 eğimden sonra yapılmaktadır (Boydak ve Çalışkan 2014). Teraslama; eğimli arazilerde toprak ve suyun korunması için yapılan tesisler olup, eş yükselti eğrilerine paralel olarak genellikle sıfır eğimde yapılır (Tandoğan vd. 2019). Sadece çok yağış alan bölgelerde akıtmalı olarak yapılan teraslarda %0,5-1 civarında teras eğimi uygulanmaktadır. Ağaçlandırma terasları, toprak ve su korumaya katkıları yanında dikilen fidanların sudan daha uzun süre faydalanmalarını sağlamaktadır. Teras yapımı sayesinde sağlanan uygun ortamda fidan yaşama yüzdesi ile fidan gelişmesi, teras yapılmayan alanlara oranla belirgin olarak daha fazla olmaktadır (Aşk ve Aydemir 1967). Terasların arazi elverdiği ölçüde uzun yapılması daha ekonomik olmaktadır. Ancak emici teraslarda teras uzunluğunun 400 metreyi aşması, muhtemel eğim hataları nedeni ile teras bozulmalarına neden olabilmektedir (Tandoğan vd. 2019).

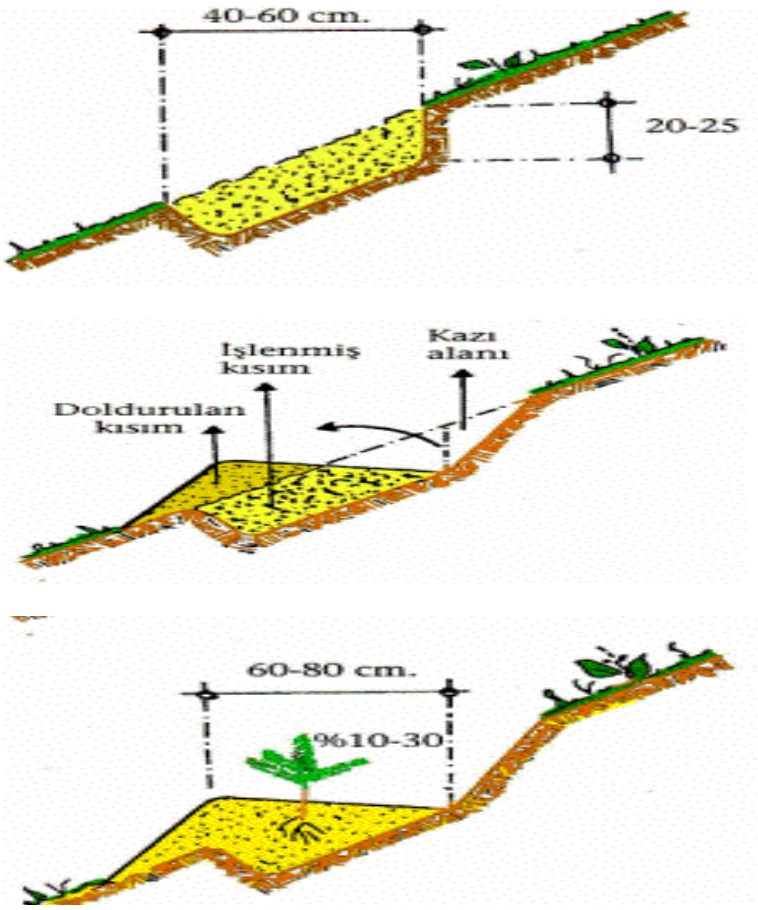
Kısmı toprak işlemenin, makineli çalışmanın uygun olmadığı eğimli alanlarda yapılması daha doğrudur. Tandoğan vd.'nin (2019), Ürgenç ve Boydak'tan (1982) bildirdiğine göre, insan gücü ile toprak işleme yapılması %30-35 eğimden sonra zorunludur. Bu gibi eğimli arazilerde, toprak koşulları da dikkate alınarak işçi gücü ile devamlı veya kesik teras yapılmasının daha uygun olacağı belirtilmiştir (Tandoğan vd. 2019).

İnsan gücüyle terasta eğimölçer veya tesviye pergeli ile öncelikle tesviye eğrilerine paralel aplikasyon yapılır. Daha sonra, dikim aralıkları dikkate alınarak arazide belirlenen hat üzerinde 35-40 cm derinlikte, 60-80 cm. genişlikte toprak işlenerek, teras yüzeyi içe yani yamaca doğru %10-30 eğimli olacak şekilde teras formu verilir. İşçi

gücü ile toprak işleme genellikle makineli toprak işlemesi yapılamayan %40'tan daha fazla eğimli araziler ile mikro topografyanın makineli toprak işlemeye uygun olmadığı alanlarda yapılır. Böylelikle yüzeysel akış en aza indirilerek dikilen fidanın ihtiyacı olan su toprakta tutulmakta, toprağın taşınması önlenmekte ve fidan köklerinin gelişimi için ilk yıllarda arzu edilen işlenmiş bir ortam oluşturulmaktadır (Şekil 3). İşçi ile toprak işleme için sivri kazma ya da baltalı kazma kullanılmaktadır (Tandoğan vd. 2019).

Uzun yıllardır yapılan arazi uygulamaları, teraslama yapılan ağaçlandırma sahalarındaki fidan tutma yüzdeleri ile büyüme hızlarının, teras yapılmamış alanlardakilere oranla büyük ölçüde farklılık gösterdiğini ortaya koymuştur (Aşk ve Aydemir 1967).

Son zamanlarda ortaya çıkan Buror Teras tipi, ağaçlandırma alanlarının hazırlanmasında geniş alanlarda kullanılmaktadır.



Şekil 3 İşçi gücüyle teras yapımı (Anonim 2018)

1.3 Terasın Kullanım Alanları ve Ormancılık

Teraslar eğimli alanlarda tesis edilen yapılardır. Terasların yapım amacı; yağmur sularını kontrol etmek, tutmak, yüzeysel akışı ve toprak erozyonunu önlemek, sel kontrolü açısından aşırı yağışların kontrollü olarak (eğimli teraslarda) dere ve ırmaklara akışını sağlamak, eğimli arazilerde tarım ve ormancılık çalışmaları kapsamındaki ağaçlandırma ve gençleştirme çalışmalarında toprak işleme yöntemi ve dikim platformu olarak görev yapmaktır.

Teras bu kullanım alanları açısından ele alınırsa birçok ekolojik ve ekonomik faydalarından söz edilebilir. Ekonomik faydalarının yukarıda sayılan her kullanım alanı açısından tespit edilmesi birçok alanda bilimsel çalışmalar gerektirmektedir. Bu çalışmada yalnızca ormancılık alanındaki ekonomik faydaları ele alınmaya çalışılmıştır.

Ormancılık çalışma disiplinleri içerisinde terasları ilgilendiren ana disiplin silvikültürdür. Ağaçlandırma çalışmaları da silvikültür ana disiplini içerisinde ele alınmıştır. Ağaçlandırma çalışmalarının tekniğine geçmeden önce Türkiye'de uygulanan silvikültür tekniklerine kısaca değinmekte yarar görülmektedir.

1.4 Silvikültür

Silvikültür; mevcut ormanların bakımını yapmak, yaşlanmış ormanları gençleştirmek, verimi düşük olan ormanları iyileştirmek ve uygun arazilerde yeni ormanlar kurarak miktarını arttırmak suretiyle ormanların devamlılığını sağlayan bilimsel disiplindir.

Silvikültürün 4 ana çalışma alanından söz edebiliriz. Bunlar; orman bakımı, gençleştirme, iyileştirme (rehabilitasyon) ve ağaçlandırmadır.

Türkiye'de ormanlar büyük çoğunlukla **seçme işletmesi** ve **aynı yaşlı tek tabakalı** (maktalı**)** işletme adı altında iki ana işletme şekli ile işletilmektedir. Silvikültür çalışmaların bu iki işletme şeklinde nasıl yürütüldüğü hakkında aşağıda kısa bilgiler verilmiştir.

1.4.1 Seçme işletmesi

Seçme işletmesi doğaya en uygun ideal bir işletme şeklidir. Türkiye'de seçme işletmesine uygun tek ağaç türü göknar ve göknarın hakim olduğu karışık meşcerelerdir. Bir ağaç türünün seçme işletmesine uygun olabilmesi için; rüzgara dayanıklı kazık kök yapması, serbest kaldığında azmanlaşmaması, gölgeye dayanıklı olması ve gençleştirme

kabiliyetinin yüksek olması gerekmektedir. Bu özelliklere sahip tek tür göknar olduğundan seçme işletmesi sadece göknar ormanlarında uygulanabilmektedir. Seçme işletmesinde gençleştirme ve bakım birlikte yürür. Bu nedenle seçme işletmesinde her yerde korunması geren gençlikler olduğundan tüm seçme işletmesi ormanlarının otlatmaya karşı korumaya alınması gerekmektedir. Ayrıca seçme işletmesinde entansif bir yol ağına ihtiyaç vardır.

Türkiye'de belirlenmiş beş tip seçme ormanı kuruluşu mevcuttur. Bunlar;

– Üst tabakaca zengin seçme ormanı (A)
– Alt tabakaca zengin seçme ormanı (B)
– Orta Tabakaca zengin seçme ormanı (C)
– Optimal kuruluşa sahip seçme ormanı (D)
– Bozuk seçme ormanı

(Yücesan 2016).

Türkiye'de, optimal kuruluşa sahip seçme ormanı yok denecek kadar azdır. Negatif seleksiyona dayalı seçme işletmesi nedeniyle, Türkiye'de karşımıza ağırlıklı olarak A, B ve C tipi seçme kuruluşları çıkar.

Optimal seçme kuruluşundaki bir ormanda mevcut kuruluşu devam ettirecek şekilde silvikültürel müdahaleler yapılır. Seçme ormanında yapılan müdahalelerde bakım ve gençleştirme müdahaleleri aynı anda ve bir arada yapılır. Optimal kuruluşa sahip olmayan seçme ormanlarını optimal kuruluşa ulaştırmak için öncelikle bir düzenleme süresi belirlenir. Belirlenen düzenleme süresi içerisinde orman optimal kuruluşa ulaştırılmaya çalışılır. Yapılacak her müdahalede meşcereyi istenen optimal kuruluşa götürebilmek için hangi çap sınıflarından ne kadar çıkarılacağı planlamada belirlenmiştir. Plana azami olarak riayet edilmelidir. Aksi halde optimal kuruluşa yaklaşmak mümkün olamaz. Örneğin; optimal olmayan seçme ormanının düzenleme süresi 50 yıl olarak belirlenirse; 50 yıllık düzenleme süresi 10'ar yıllık periyotlara bölünerek her 10 yılda bir ormana müdahale edilir. Her 10 yılda bir toplam 5 defa müdahale edilen optimal olmayan seçme ormanı, 50 yılın sonunda optimal kuruluşa kavuşturulmaya çalışılır.

Optimal olmayan üst tabakaca zengin seçme ormanlarında eta yıllık artımdan daha fazla alınırken, optimal olmayan alt tabakaca zengin seçme ormanında ise eta daha az alınarak, servet birikimine gidilir. Bozuk seçme ormanında ise, öncelikle otlatmaya

karşı mutlak koruma sağlandıktan sonra sahalarda ekim ve dikimle takviye yapılarak iyileştirme çalışmaları yapılır.

Seçme ormanı meşcereleri, değişik yaşlı meşcerelerdir. Ağaç adedi bakımından en fazla olan bireyler genç bireylerdir. Servet yaşlı bireylerde, sayı adedi ise gençlerde toplanmıştır. Bütün yapılan müdahalelerde; varsa meşcerenin optimal seçme kuruluş yapısının devam ettirilmesi, yoksa meşcerenin optimal kuruluşa ulaştırılması esas alınmaktadır (Yücesan 2016).

1.4.2 Aynı yaşlı tek katlı maktalı işletme

İdeal orman kuruluşu olan değişik yaşlı seçme ormanı kurmaya, yani seçme işletmesine uygun olmayan ağaç türlerin hakim olduğu meşcerelerin işletme şeklidir. Türkiye'deki ağaç türlerinin göknar hariç hemen hemen hepsi maktalı işletme tarzına uygundur. Dolayısı ile 2012 yılı verilerine göre 21.678.134,5 hektar olan ormanlarımızın 525.308,2 hektarı (%2,4) değişik yaşlı, geri kalan 21.152.826,3 hektarı (%97,6) aynı yaşlı ormanlardan oluşmaktadır (Keleş, Bulut 2014).

Aynı yaşlı maktalı işletme tarzında işletilen ormanlardaki silvikültürel faaliyetleri; orman bakımı, gençleştirme, iyileştirme ve ağaçlandırma şeklinde 4 ana grupta değerlendirebiliriz. Seçme işletme şeklinde ise bakım, gençleştirme ve iyileştirme çalışmaları aynı anda tek müdahale ile birlikte yürütülmektedir.

Maktalı işletilen ormanlarda öncelikle kesime olgunluk yaş yani idare müddeti belirlenir. Belirlenen idare müddetine göre yaş sınıfları (ülkemizde genellikle 20'şer yıllık) oluşturulmaktadır. Yaş sınıfları aynı zamanda gençleştirme periyodunu (20 yıl) oluşturur. Belirlenen gençleştirme periyodu içerisinde son yaş sınıfını oluşturan ormanlar gençleştirmeye ayrılır ve 20 yıllık gençleştirme periyodu dahilinde gençleştirmeye ayrılan bu ormanların doğal ya da yapay yöntemlerle gençleştirilmeleri sağlanır. Örneğin karaçamın hakim olduğu orman kuruluşlarında plan ünitesindeki aynı işletme sınıfında idare müddeti 100 yıl olarak belirlenmişse, bu işletme sınıfındaki karaçam ormanlarında yaşlar dikkate alınarak 20 şer yıllık 5 adet yaş sınıfı oluşturulur. En yaşlı ormanlardan oluşacak olan 5. yaş sınıfı (81-100 yaş) gençleştirmeye ayrılır. 20 yıl içerisinde bu ormanların gençleştirilmesi sağlanır. Gençleştirmeye ayrılan bu sahalarda direk gençleştirme kesimlerine girilebileceği gibi gençleştirmeye hazırlık

amacıyla da kesimler yapılabilir. Diğer 4 adet yaş sınıfına ayrılan ormanlarda ise bakım çalışmaları planlanarak, belirlenen periyot ve zamanlarda, meşcerelerin ihtiyaçları doğrultusunda, belirlenen silvikültürel bakım teknikleri kullanılarak bakım çalışmaları yapılır. 1. yaş sınıfında (0-20 yaş) gençlik veya kültür, sıklık ve nadir olarak ta (hızlı büyüyen türlerde) ilk aralama bakımları yapılır. Genellikle ilk 10 yılda (10. yaşa kadar) gençlik veya kültür bakımları, daha sonra meşcerede sıklık oluştuktan sonra sıklık bakımları yapılır. Doğal dal budanması ve gövde ayrılması başlamasından itibaren de ilk aralama bakımları yapılır. 2. yaş periyodunda (21-40 yaş) meşcerenin gelişimine göre sıklık, ilk aralama ve meşcere bakımları (aralama) yapılır. 3. (41-60) ve 4. (61-80) yaş sınıflarında ise meşcere bakımları (aralama) yapılır. Gençlik çağından gençleştirme çağına kadar yapılan bakımlar ormanların daha verimli, daha sağlıklı ve daha kaliteli olmasını sağlamaya yönelik olduğu gibi aynı zamanda ormanları gençleştirmeye de hazırlamak amacını gütmektedir. Meşcereyi oluşturan ağaçların ortalama 1,30 metredeki (göğüs hizası çapı) ortalama çapları baz alındığında ise sıklık oluşuncaya kadar gençlik veya kültür bakımı, sıklık oluştuktan sonra 7,9 cm çapa kadar olan meşcerelerde sıklık bakımı, 8-19,9 cm çaplardaki meşcerelerde ilk aralama bakımı, 20 cm'nin üzerindeki meşcerelerde ise gençleştirme çağına kadar meşcere bakımları (aralama) yapılacağı varsayılmaktadır. Orman bakım faaliyetleri içerisinde en önemli bakım, gençlik veya kültür bakımıdır. Çünkü bin bir emek ve çaba ile getirilen gençlikler, gençlik bakımlarının bir yıl bile ihmal edilmesi durumunda yok olabilmektedir. Daha sonra ise önem sırasına göre sıklık bakımı, ilk aralama bakımı, genç meşcere bakımı ve meşcere bakımı gelmektedir.

Orman bakımı

Gençlik ve Kültür Bakımı: Gençliğin doğal ya da yapay gençleştirme kapsamında ekim yolu ile getirildiği sahalarda, gençlik biyolojik bağımsızlığını kazanıncaya kadar yapılan bakımlara **gençlik bakımı** denmektedir. Dikim yapılan sahalarda fidanların biyolojik bağımsızlığını kazanıncaya kadar yapılan bakımlara ise **kültür bakımı** denmektedir. Gençlik ve kültür bakım sahalarını otlatma zararlarından koruma faaliyetleri de yine gençlik ve kültür bakım faaliyetleri içerisinde değerlendirilmektedir.

Gençlik bakımı; çeşitli ot ve sürgün boğmasına karşı mücadele, istenen karışımın sağlanması yönünde müdahale, çeşitli nedenlerle zarar görmüş, kalitesiz ve istenmeyen fertlerin alınması, dik kenarların giderilmesi, sık gelen gençliklerin baskın ve kaliteli

fertler lehine seyreltilmesi, tamamlama ve otlatma başta olmak üzere her türlü zararlılardan gençliğin korunması faaliyetleri şeklinde yapılmaktadır. Genellikle gençlik bakım faaliyetleri 5-10 yıl sürmektedir (Şekil 4).



Şekil 4 Kayında gençlik bakımından önce ve gençlik bakımından sonraki durum

Kültür bakımı; dikimin yapıldığı yıldan itibaren çapa, ot alma, sürgün kontrolü, tamamlama dikimleri ve otlatma başta olmak üzere her türlü zararlılardan fidanların korunması faaliyetleri şeklinde yapılmaktadır. Genellikle kültür bakım faaliyetleri de 5-10 yıl civarında sürmektedir. İlk 2-3 yıl; ot alma, çapa, sürgün kontrolü, koruma ve tamamlama dikimleri yapılır. Daha sonraki yıllarda ihtiyaca göre sürgün kontrol çalışmaları 2-5 yıl daha devam ettirilir. Otlatma zararlılarına karşı koruma çalışmaları ise genellikle 10. Yıla kadar devam ettirilir.

Sıklık bakımı: Meşcerenin sıklık çağına geçişiyle başlayan, gerektiğinde 3-5 yıl ara ile yenilenerek sırıklık çağına kadar devam eden silvikültürel işlemlerdir.

Sıklık bakımında; ölmüş veya ölmek üzere olan fertler ile hasta, yaralı, cılız gövdeler, fena şekildeki gövdeler, istenmeyen türler ve zararlı olan azmanlar sahadan çıkarılır.

Sıklık bakımının amacı, meşceredeki iyi nitelikli gövdeleri (gelecek ağaçlarını) kolayca görülebilir ve tanınabilir hale getirerek bunlara daha çok yer, ışık ve hava temin etmek, tabakalı bir kuruluş oluşturmak (değişik yaşlı seçme ormanlarında) ve karışık ormanlarda istenen meşcere karışıklığını düzenlemektir.

Meşçere bakımı (aralama): Meşcerenin sırıklık çağına geçişinden, gençleştirme çağına kadar süren, ağaçların aralarında yaptıkları mücadeleye olumlu aktif müdahaleler yapan kesimlere aralama kesimleri denir.

Aralama kesimlerinin amacı; gelecekteki arzulanan meşcereyi oluşturacak gövdelerin bakımını sağlamak, pozitif seleksiyon ile iyileri kayırmak, meşcereleri çeşitli doğal afetlere karşı dayanıklı hale getirmek, doğal gençleştirmeye hazırlamak ve ara hasılat almaktır.

Rehabilitasyon (iyileştirme)

Orman Genel Müdürlüğü (OGM) tarafından son 25 yıldır, orman amenajman planlarının 22 nolu bozuk alanlar tablosunda yer alan ve herhangi bir zaman mekan düzenlemesi yapılmaksızın potansiyel olarak imar, ıslah, erozyon kontrolü, ağaçlandırma ve mera ıslah çalışmaları için ayrılan alanlar, OT ve Z rumuzları ile gösterilen alanlar ve ayrıca hiçbir silvikültürel işlem önerilmemiş bir (1) kapalı (%11-40) koru orman alanları rehabilitasyon (iyileştirme) çalışmalarına konu edilmektedir.

Rehabilitasyon çalışmaları her türlü bakım (gençlik, kültür, sıklık, aralama), gençleştirme (doğal ve suni gençleştirme, canlandırma kesimi) ve koruma faaliyetlerini içermektedir.

OGM rehabilitasyon çalışmaları ile; var olan bozuk ormanların gelişme potansiyelinden yararlanarak mümkün olan en iyi verimi almak, orman ekosistemini korumak, lokal ırkları yerinde korumak ve geliştirmek, sosyal problemleri azaltmak, odun üretimi ile diğer orman yan ürünlerini artırmak, yöre halkına iş vermek, en az emek ve masraf ile ormanları verimli hale getirmeyi amaçlamaktadır.

Gençleştirme

Ormanların işletme amacı ve fonksiyonuna göre belirlenmiş olan ekonomik olgunluk yaşına ulaşması (idare süresi) ile gençleştirme çalışmaları başlar. Gençleştirme, ormanların devamlılığını sağlamak için gereklidir. Yaşlı, ekonomik ömrünü doldurmuş olan ormanların daha kaliteli ve daha sağlıklı genç ormanlara dönüştürülmesi için gençleştirme çalışmaları yapılmaktadır.

Gençleştirme doğal ve yapay olarak iki yöntemle yapılmaktadır. Gençleştirmede ilk seçenek doğal gençleştirmedir. Doğal gençleştirme hem düşük maliyetli hem de ormanların doğal yapısını en iyi şekilde devam etmesini sağlayan bir yöntemdir. Bundan dolayı ormancıların genellikle ilk tercih ettiği yöntem doğal gençleştirme yöntemidir. Ancak tohum ağacı yetersizliği ve toprağın yoğun diri örtü ile kaplı olması gibi nedenlerle doğal gençleştirme koşullarını kaybetmiş ormanlar ile tür değişikliği istenen ormanlarda zorunlu olarak yapay gençleştirme yöntemi kullanılmaktadır. Ayrıca bazı uygun doğal ormanları hızlı gelişen endüstriyel plantasyonlara dönüştürmek amaçlandığında da yapay gençleştirme yöntemi kullanılmaktadır.

Doğal Gençleştirme: Doğal gençleştirme çalışması siper vaziyeti ve tıraşlama vaziyeti şeklinde iki ana yöntemle yapılmaktadır.

Siper vaziyeti; ağaç türünün biyolojisi ve işletme koşulları dikkate alınarak küçük alan **siper, büyük alan siper, grup siper, kenar siper** durumu şeklinde değişik yöntemlere ayrılır. Her ağaç türünün kendi biyolojisi ve silvikültürel istekleri doğrultusunda siper oranı belirlenmektedir. Örneğin karaçam için %50-55, kayın ve sarıçam için %60-70, kızılçam için %20-30 siper durumu uygulanır. Bugün artık kızılçamda siper durumu çok nadir uygulanmaktadır. Kızılçam ve göknar haricinde ülkemizin asli orman ağaçlarının tümünde çoğunlukla **büyük alan siper vaziyeti** başta olmak üzere çeşitli şekillerde siper vaziyeti uygulanmaktadır. Göknarda seçme işletmesi, kızılçamda ise büyük alan tıraşlama vaziyeti uygulanmaktadır.

Gençleştirmeye ayrılmış olan meşcerelerde ihtiyaç varsa öncelikle hazırlık kesimleri yapılır. **Hazırlık kesimleri** ile meşcerenin tohum veriminin yükseltilmesi, toprağın tav durumuna getirilmesi ve tohumlama kesiminden önce iş yükünün hafifletilmesi amaçlanmaktadır. Bol tohum döküm yılı belirlendikten sonra istenen dozda siper durumunun yaratılması için tohumlama kesimi yapılır. Tohumlama kesimi bittikten sonra tohum dökümünden önce gerekirse toprakta yapılacak işlemlerle uygun çimlenme ortamı yaratılmış olur. Daha sonra otlatmaya karşı koruma önlemleri (dikenli tel çit tesisi gibi) alınarak sahadan çıkılır. Gençlik elde edildikten sonra gençliğin ışık ihtiyacı takip edilerek 2-4 yıl sonra ışık kesimleri yapılır. Ağaç türü ve gençliğin gelişim durumuna göre 1 ya da 2 defa **ışık kesimi** yapılır. Daha sonra **boşaltma kesimi** yapılarak saha boşaltılır. Gençlik elde edildikten sonra, ilk yıldan başlayarak biyolojik

bağımsızlık elde edilinceye kadar gereken gençlik bakım tedbirleri 5-10 yıl boyunca uygulanır (Şekil 4, 5, 6, 7,).



Şekil 4 Karaçam tohumlama kesimi yapılmış saha



Şekil 5 Karaçam boşaltma kesimi aşamasında gençleştirme sahası



Şekil 6 Tohumlama kesimi ve arazi hazırlığı yapılmış kayın doğal gençleştirme saha



Şekil 7 Yeni çimlenme alınmış kayın doğal gençleştirme sahası

Tıraşlama vaziyeti; büyük alan, küçük alan, küçük grup, etek şeridi tıraşlama vaziyeti şeklinde yöntemlere ayrılmaktadır. Ülkemizde en fazla kullanılan yöntem kızılçam ağaç türünde uygulanan büyük alan tıraşlama vaziyeti yöntemidir. Belirlenen büyük alan miktarının sınırı önceden 15 hektar iken 298 sayılı yeni silvikültür tebliğinde 25 hektara

çıkartılmıştır. Tıraşlama yönteminde yine bol tohum dikkate alınır. Ancak tohum durumuna göre tohum takviyesi de yapılır. Saha tohumların büyük kısmı döküldükten sonra tıraşlanarak boşaltılır. Daha sonra çimlenme ortamını güçlendirecek ve çimlenmeye engel olabilecek etmenleri ortadan kaldıracak şekilde arazi hazırlığı yapılır. Arazi hazırlığı yapılırken tohumun sürüklenmemesi, derinlere gömülmemesi, tohumun madeni toprakla temasını kesecek ölü örtünün kalın bırakılmamasına özen gösterilmelidir. Saha boşaltılıp arazi hazırlığı bitirildikten sonra sahadan çıkılır. Gençlik elde edildikten sonra diğer yöntemde olduğu gibi 5-10 yıl boyunca koruma ve gençlik bakım tedbirleri uygulanmaktadır.

Yapay gençleştirme: Bilimsel ve teknik olarak istenen doğal gençleştirme olmasına rağmen, tohum ağacı yetersizliği ve aşırı diri örtü baskısı gibi nedenlerle doğal gençleştirme koşullarını kaybetmiş meşcereler ile tür değişikliği yapılacak olan meşcerelerde yapay gençleştirme yöntemi uygulanmaktadır. Ayrıca hızlı gelişen endüstriyel plantasyon kurulması istenen uygun doğal ormanlarda da yine yapay gençleştirme yöntemi uygulanmaktadır.

Yapay gençleştirme çalışmaları, **arazi hazırlığı ve dikim** şeklinde iki ana faaliyet olarak yürütülmektedir. Arazi hazırlığının ilk aşamasında meşcerede bulunan ağaçlar kesilerek sahadan çıkartılır. Daha sonra sahadaki çalışmalar duruma göre işçi veya makine ile yapılmaktadır.

İşçi ile arazi hazırlığı; 2009 yılına kadar paletli traktör (dozer) ile arazi hazırlığının yapılamadığı %40 tan daha fazla eğimli sahalarda çok büyük çoğunlukla arazi hazırlığı işçi ile yapılmaktaydı. Sadece %40'ın üzerinde eğimli ve toprak derinliğinin fazla olduğu bazı taban arazilerde dozer ile seki teras yapılabilmekteydi. Ancak bu gibi alanlar çok kısıtlı olduğundan, dozerle seki teras yöntemi kayda alınamayacak ölçüde çok az uygulanma olanağı bulabilmiştir.

İşçi ile öncelikle diri ve ölü örtü temizlendikten sonra teras yapılarak arazi hazırlığı çalışması bitirilmektedir. İşçi ile yapılan gradoni teraslar, dikim yapılacak bölgenin yağış durumuna göre eğimli ya da eğimsiz, nem açığı durumuna göre ise kesik ya da devamlı teras şeklinde yapılabilmektedir.

Makine ile arazi hazırlığı; 2009 yılına kadar sadece makine ile arazi hazırlığı paletli traktörler (dozer) ile yapılabilmekteydi. Ancak işçi ile çalışılabilen %40 tan daha fazla

meyilli alanlarda, 2009 yılında Türk Ormancılarının ilk defa Bursa'da uygulamaya soktuğu mini ekskavatör kullanılarak yapılan Buror Teras yöntemi artık tüm Türkiye'de yaygın olarak kullanılmaktadır.

Dozer ile arazi hazırlığı; 40-50 tonluk paletli dozerlerle önce diri örtü ve kesim artıkları temizlenerek şeritler halinde yığılır. Daha sonra ikili ya da üçlü riperle toprak tam alanda sürülür. Ağır ve işlenmesi zor olan topraklarda ikili riper kullanılır. Hafif ve kolay işlenebilir topraklarda ise üçlü riper kullanılmaktadır. Dikimden sonra düşük meyilli (%20), makineli bakım yapılması uygun olan sahalarda lastik tekerlekli traktöre monte ağır diskaro ile üst toprak işlemesi de yapılabilmektedir (Şekil 9).



Şekil 8 Yapay gençleştirmede diri örtü temizliği ve ikili riper ile üst toprak işlemesi

Buror Teras; mini ekskavatör kullanılarak her türlü eğimli arazide yapılabilen teras yöntemidir. Yapılan terasların işlenmiş toprak derinliği ortalama 70 cm, genişliği 120-200 cm olmaktadır. İşçi ile yapılan gradoni teraslara kıyasla Buror Teraslarda yaklaşık 4 kat daha fazla hacimde toprak işlemesi yapılması söz konusu olmaktadır.

Dikim yapmak için, arazi hazırlığı yukarıda belirtilen yöntemlerin birisi ile yapıldıktan sonra toprağın bir müddet oturması beklenir. Dikimler, uygun zaman ve uygun dikim koşullarında yapılır.

Yapılan bütün arazi hazırlığı ve dikim çalışmaları toprağın işlenebilir **tavda** olduğu zamanlarda yapılmalıdır.

Ağaçlandırma

Ağaçlandırma; orman olmayan uygun tarım, mera ve hazine arazilerinde ya da çok bozuk yapıdaki orman alanlarında yeni orman kurma faaliyetidir. Orman sayılan alan dışında yani tarım, mera ve diğer hazine arazilerinde yapılan ağaçlandırma faaliyetlerine **orman dışı ağaçlandırma**, orman rejimi içindeki çok bozuk yapıdaki orman alanları ve orman içi açıklıklarda yapılan ağaçlandırma faaliyetlerine ise **orman içi ağaçlandırma** denmektedir (Boydak ve Çalışkan 2014).

Ağaçlandırma ve suni gençleştirme faaliyetinin, ormancılık camiasında çoğu zaman birbirine karıştırılarak aynı şey olduğu iddia edilmektedir. Çalışma yöntemi olarak, arazi hazırlığı ve dikim çalışmaları ikisinde de çok benzer olmasına rağmen, iki disiplin kesinlikle birbiriyle aynı şey değildir. Yapay gençleştirmede mevcut verimli bir ormanın olgunlaşmış ekonomik yaşını doldurduğu için kesilerek gençleştirilmesi söz konusudur. Yani yapay gençleştirme çalışması ile yeni bir orman kurulmuyor, mevcut orman gençleştirilmiş oluyor. Bunun adı gençleştirmedir. Ama gençleştirme doğal yollardan yapılmadığı için yapay gençleştirme adını almaktadır. Asla ağaçlandırma değildir. Ağaçlandırma ise orman örtüsü ile kaplı olmayan arazilerde yeni orman kurulması faaliyetidir.

Türkiye'de bugün %40 eğimin üzerinde yapılan suni gençleştirme ve ağaçlandırma çalışmalarındaki arazi hazırlığının çok büyük bir kısmı Buror Teras yöntemi ile, %40 eğimin altındaki sahaların çok büyük kısmı ise paletli traktör (dozer) ile yapılmaktadır. Bazı durumlarda %40 eğimin altında arazi hazırlığı yine Buror Teras yöntemi ile yapılmaktadır. Yine bazı durumlarda az da olsa %40 eğimin üstündeki sahalarda işçi ile teras yapılmaktadır.

Ağaçlandırma çalışmasında da öncelikle yukarıda (yapay gençleştirme kısmında) anlatılan yöntemlerden sahaya en uygunu kullanılarak arazi hazırlığı yapılır (Şekil 9, 10). Daha sonra uygun zaman ve koşullarda dikim yapılır. Saha her türlü otlatma zararlarına karşı korumaya alınır. Kültür bakımları 5-10 yıl devam ettirilir. Ancak endüstriyel plantasyon kurulması amaçlanan sahalarda; bakım, sulama ve gerekirse gübreleme çalışmaları idare müddeti (kesim yaşı) sonuna kadar devam ettirilir



Şekil 9 Ağaçlandırma için Buror Teras yapılmış dikime hazır alan

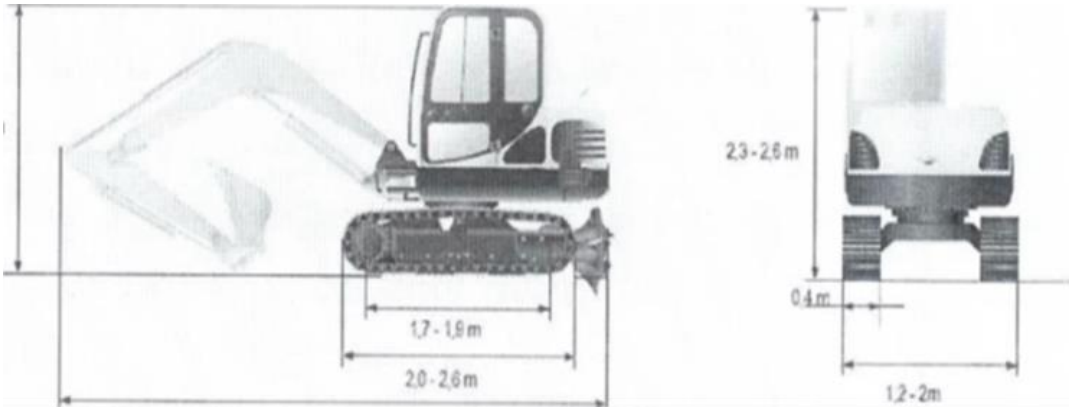


Şekil 10 Buror Teras (solda) ve işçi ile yapılan gradoni teras (sağda)

1.5 Buror Teras (Bursa Orman Teras) Yöntemi

Buror Teras, paletli traktörün (dozer) çalışamadığı eğimli arazilerde işçi ile teras yapmanın zorlukları nedeniyle bir arayış sonucunda makineli teras yapma yöntemi olarak geliştirilmiştir. Buror Teras Yöntemi, %40'tan daha eğimli alanlarda

ağaçlandırma çalışmasının yapılmasını korku olmaktan çıkarmak, ekosistemi tahribata uğratmadan mevcut bitki örtüsünü ve biyolojik çeşitliliği büyük çoğunlukla korumak suretiyle pratik ve başarılı bir ağaçlandırma çalışması yapmak amacıyla, mini ekskavatörler kullanılarak geliştirilmiş bir yöntemdir (Şenel 2009). Buror Teras yapımında kullanılan mini ekskavatörlerin toplam ağırlığı 2-6 ton, palet genişliği 1,2-2 m, yan dişlerle beraber kepçe genişliği 62-75 cm, palet genişliği 40 cm kadar olmaktadır (Şekil 11; Çizelge 7).



Şekil 11 Mini Ekskavatör ve Kepçelerin Genel Özellikleri (Karaçorlu 2017)

Çizelge 7 Mini Ekskavatörler ve Kepçelerin Genel Özellikleri (Karaçorlu 2017)

Makine Ağırlığı (kg)	2000 – 5600
Toplam Uzunluğu (m)	5.0 - 6.0
Toplam Yüksekliği (m)	2.3 - 2.6
Palet Genişliği (m)	0.4
Paletler Arası Mesafe (m)	1.2 – 2
Tambur Mesafesi (m)	1.7 - 1.9
Dozer Bıçağı Boyutu (Genişlik x Yükseklik) (m)	(1.2 - 2) x (0.3 - 0.4)
Yakıt Deposu Kapasitesi (L)	55 – 70
Maksimum Sürüş Hızı (km/h)	2.6 – 5
Palet Tipi	Çelik – Kauçuk
Kepçe Diş sayısı	3, 4, 5
Kepçe kapasitesi (m3)	0.7 - 0.18
Kepçe ağırlığı (kg)	80 – 140
Kepçe genişliği (Yan dişlerle) (m)	0.62 - 0.75

İlk defa 2009 yılı ekim ayında, Yalova İli Armutlu Yarımadası'nda, Bursa Orman Bölge Müdürlüğü tarafından uygulamaya konulan Buror Teras, mini ekskavatörün kendine yol yaparak tutunabildiği her çeşit meyilli arazide teras yapılabilmesini sağlamaktadır (Şekil 12). Mini ekskavatör kullanılarak yapılan bu yöntem, Türkiye çapında mülga AGM

(Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğü) ve OGM tarafından kabul edilmiş; geliştirilen bu yeni tekniğe Buror Teras adı verilmiştir. Buror Teras için öncelikle 2010 yılında 3 ana poz altında (307, 308 ve 309 ana pozlar) toplam 36 adet poz üretilerek birim fiyatlar tespit edilmiştir. Daha sonra OGM'nin 2012 yılı Birim Fiyatları Cetvellerinde 307, 308, 309 ve 310 ana birim fiyat poz numaraları ile "Buror Teras" olarak isimlendirilerek bu isimle kayıtlara geçirilmiştir. Ayrıca Buror Teras tipi Orman Genel Müdürlüğü'nün valiliklere gönderdiği 07.02.2011 tarih ve 10245 sayılı yazılarında bu isimle ifade edilmiştir (Tandoğan vd. 2019).



Şekil 12 Buror Teras ilk denemesinin yapıldığı gün. (Armutlu 5 Ekim 2009), Foto: Hüseyin VARDAR

Mini ekskavatörlerin taşınmasının kolay olması (Şekil 13) ve arazide öncekilere göre çok daha meyilli alanlarda kullanılabilmesi, söz konusu bu makinelerin giderek yaygınlaşmasına neden olmuştur (Şenel 2011).



Şekil 13 İlk defa Buror Teras yapacak olan mini ekskavatörün kamyondan indirilmesi (Armutlu 5 Ekim 2009)

Geleneksel olarak yapılan makineli çalışmalar (paletli traktör ve lastik tekerlekli traktör ile yapılan çalışmalar gibi) %40 eğime kadar yapılabildiğinden, bu eğimden sonra işçi ile teras yapımı söz konusu olmaktaydı. Ancak son yıllarda 2-6 ton ağırlığa sahip mini kazıcılar, %60 ve bazen daha fazla eğime sahip arazilerde kolaylıkla kullanılmaya başlanmıştır (Şenel 2011). Mini ekskavatör ile toprak işleme, günümüzde OGM tarafından ağaçlandırma, suni gençleştirme, erozyon kontrol, sel kontrol ve rehabilitasyon çalışmaları için Türkiye'nin her yerinde kullanılmaktadır.

Buror Teras Yöntemi, ağaçlandırma alanlarının arazi hazırlığı amacıyla geniş alanlarda kullanılmaktadır. Bu teras yöntemi toprak koşullarına göre iki şekilde yapılmaktadır. Mutlak toprak derinliğinin 40 cm'den düşük, ancak fizyolojik derinliğin yeterli olduğu ve de devamlı toprak işlemenin çok zor olduğu alanlarda "Buror Çukurlu Seki Teras" yapılmaktadır. Mutlak toprak derinliğinin 40 cm'den fazla ve devamlı toprak işlemenin kolay olduğu alanlarda ise "Buror Hendekli Teras" yapılmaktadır. Ağaçlandırmalarda, toprak derinliği önemli olduğundan, mutlak toprak derinliğinin 40 cm'den fazla ve devamlı toprak işlemenin çok zor olmadığı alanlarda genellikle Buror Hendekli Teras kullanılmaktadır (Şenel 2011).

Buror Çukurlu Seki Teras yönteminde; palet genişliği 120-170 cm, ağırlığı 2-6 ton, 20-50 HP (beygir gücü) gücünde olan mini ekskavatörler ile, palet genişliğinde, eş

yükseklik eğrilerine paralel, yamaca doğru %25-30 eğimli seki teras şeklinde yol yapılmakta; daha sonra yapılan yol üzerinde dikim aralıkları dikkate alınarak, ortalama 100 cm uzunluğunda, 80 cm genişlikte,80 cm derinlikte dikim çukurları açılmaktadır. Açılan çukurlar çukurdan çıkan ve yamacın üst tarafından alınan üst toprakla doldurulmaktadır. Böylelikle içeriye doğru %25-30 eğimli seki teras üzerindeki dikim noktalarında; ortalama 80 cm derinlikte, 80 cm genişlikte, 100 cm uzunlukta çukurlu olan **Buror Çukurlu Seki Teras** tesis edilmiş olmaktadır (Şekil 14).



Şekil 14 Buror Çukurlu Seki Teras yapımı, Foto: Selahattin SÖNMEZ

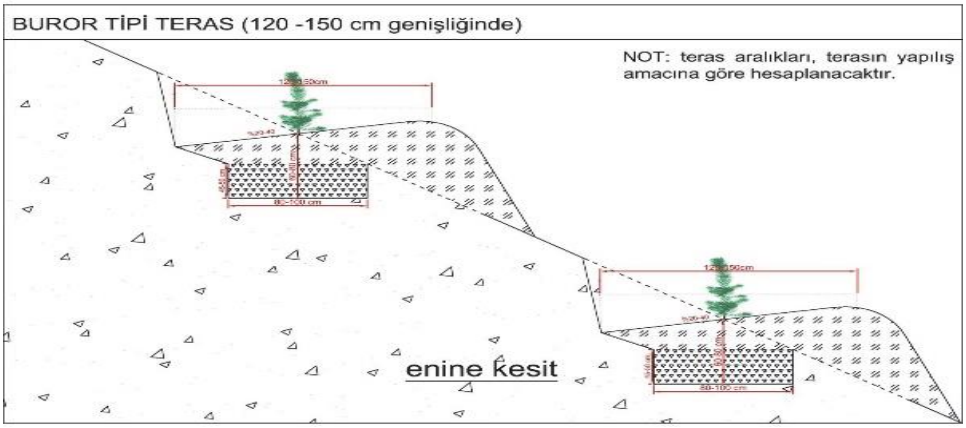
Buror Hendekli Teras yönteminde; palet genişliği 120-170 cm, ağırlığı 2-6 ton, gücü 20-50 HP (beygir gücü) olan mini ekskavatör, önce palet izi genişliğinde, kendi tutunabileceği şekilde, eş yükseklik eğrilerine paralel, sıfır meyilde yol yapmaktadır. Mini ekskavatör yolu gidebileceği kadar yaptıktan sonra geri dönerken yaptığı yolda toprağı kepçe ağzı ile iki kova genişliğinde (90-100 cm), yaklaşık 45-50 cm derinliğinde olacak şekilde olduğu yerde işlemektedir. Daha sonra yamacın üst tarafından kazdığı toprağa kırıntılı bünye vererek işlenmiş toprağın üzerine çekmekte ve içe doğru %25-30 meyilli olacak şekilde teras formu vermektedir (Şekil 15, 16, 17).



Şekil 15 Buror Hendekli Teras yapım aşamaları (Şenel 2011)



Şekil 16 Buror Hendekli Teras yapımı, Foto: Adnan ACAR



Şekil 17 Karaçorlu (2017)'nin (ÇEM 2016)'den aktardığına göre Buror tipi teras

Ayrıca yapılan terastaki eğim hatalarından kaynaklanabilecek suyun olası hareketini önlemek amacıyla 20-25 m aralıklarla banket (engel) yapılmakta ve bu şekilde çalışma sürdürülmektedir. Böylelikle arazi koşulları ve diri örtü yoğunluğu dikkate alınarak 100-200 cm genişliğinde, dikim noktalarında ortalama 70 cm işlenmiş toprak derinliğinde, eş yükseklik eğrilerine paralel sıfır eğimde, içe doğru %25-30 eğimli **Buror Hendekli Teras** yapılmış olmaktadır. Üstelik bu yöntemle yılın büyük bir bölümünde çalışma olanağı bulunabilmektedir (Şenel 2011).

1.6 Çalışmanın Amacı, Kapsam ve Gerekçesi

5 Ekim 2009 tarihinde ilk defa Yalova Armutlu Orman İşletme Şefliğinin eğimli bir yanık orman sahasında mini ekskavatör kullanılarak yapılan denemeler sonucunda geliştirilen Buror Teras Yöntemi, bugün Türkiye'de ağaçlandırma uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Dozerin çalışamadığı %40'tan eğimli sahalarda daha önce insan gücü ile teras yapılmaktaydı. Ancak son yıllarda işçi ile teras yapmak için işgücü bulmak oldukça güçleşmişti. Bulunabilen işçilerle ise istenen teknik ve verimlilikte teras yaptırılamamaktaydı. Son yıllarda işçi ile yaptırılan terasların ağaçlandırma başarısı da düşmekteydi. Bütün bu sorunlar, Buror Teras'ın 2009 yılından itibaren uygulamaya geçmesi ile aşılmaya çalışılmış ve Buror Teras tüm Türkiye'de yoğun olarak ağaçlandırma, suni tensil, rehabilitasyon, erozyon kontrol, sel kontrol ve de tarım çalışmalarında uygulama alanı bulmuştur.

Bu tezin amacı; son 11 yıldır Türkiye'de ağaçlandırma, erozyon kontrol ve sel kontrol çalışmalarında yoğun olarak kullanılan Buror Teras yönteminin, ekonomik açıdan değerlendirilmesinin yapılmasıdır. Öncelikle, Buror Teras ile insan gücüyle yapılan gradoni teras, tesis maliyetleri açısından karşılaştırılmak suretiyle, Buror Terasın işçi terasına göre tesis maliyet avantajını belirlemek amaçlanmıştır. Ayrıca Türkiye'de işçi ve dozerle çalışılamayan ancak sadece Buror Teras yöntemi kullanılarak ağaçlandırılabilecek olan yaklaşık 1 milyon ha arazinin, odun ürünü ve karbon emisyon hasılaları baz alınarak, fazladan ülke ekonomisine katkısını belirlemek de amaçlanmıştır. Bunun için **Faustmann Formülü** kullanılarak, bu sahaların arazi hasıla değerlerinin değişik parametrelerle hesaplanması hedeflenmiştir.

1.7 Literatür Özeti

Şenel'in (2009, 2011) uygulama tespitlerine göre; Buror Terasın genişliği ve işlenmiş toprak derinliği, insan gücü ile yapılan gradoni terasın yaklaşık iki katı kadar olmaktadır. Böylelikle Buror Terastaki toprağın su tutma kapasitesi, işçiyle yapılan gradoni terastakinden yaklaşık 4 kat daha fazla olabilmektedir (Şenel 2011). Buror Terasın yapıldığı özellikle dikim aralık-mesafeleri fazla tutulan ağaç türlerinin dikildiği ağaçlandırma çalışmalarındaki (fıstıkçamı, ceviz, kestane, ıhlamur gibi türler) maliyet, arazi hazırlığı işçi ile yapılan ağaçlandırma çalışmalarına oranla yaklaşık %50 daha düşük olmaktadır (Şenel 2009). Buror Teras yöntemi ile çalışılan alanların büyük bir

bölümünün mevcut doğal örtüsüne dokunulmadığından biyolojik çeşitlilik korunarak ekosistem tahrip edilmiyor (Şenel 2009). Mütevazi bir tahminle; geliştirilen Buror Teras yöntemi ile Türkiye'de gerek bozuk orman alanında ve gerekse orman dışı arazilerde olmak üzere en az 5 milyon hektar alan ağaçlandırılabilecektir. Bu da Türkiye'nin verimli ormanlarının %50 artması anlamına gelmektedir. Buror Teras yönteminin eğimli ve erozyon tehlikesi altındaki tarım alanlarında, meyveliklerde, zeytinliklerde kullanılması durumunda, tarım ve meyveliklerde büyük sorun olan toprak erozyonu önlenmiş olacaktır. Tarım üretimi de ciddi artış gösterebilecektir (Şenel 2011).

Karaçorlu'nun (2017) eğitim amaçlı bir sunumunda şu hususlar vurgulanmıştır: Orman Genel Müdürlüğünce ekskavatörler ile yapılacak toprak işleme yöntemleri belirlenmiştir. Buna göre bilinen ve tatbik edilen toprak işleme yöntemlerinin yanında; heyelan bölgeleri, eğimin çok dik ve yüzeysel taşınmanın fazla olduğu alanlar ve toprağı gevşek ve çürük olan yamaçlar hariç olmak üzere ekskavatör kullanılarak yapılan toprak işleme metodunun, belirlenen esaslar çerçevesinde yapılması uygun görülmüştür. İlk defa Bursa Orman Bölge Müdürlüğünün 2009-2010 yıllarında geliştirerek uygulamaya başladığı ve adını da Buror Teras koyduğu bu yöntem, mini ekskavatörler kullanılarak %40'tan daha fazla eğimli arazilerde yapılan teras şeklidir. Buror Teras uygulaması sayesinde, dozerle arazi hazırlığı yapılamayan (%40'tan fazla eğimli) alanlarda başarılı ağaçlandırmalar yapılabilmektedir (Karaçorlu 2017).

Marmara Ormancılık Araştırma Enstitüsünün araştırmasına göre, aynı arazi koşullarında, deneme alanlarında yapılan Buror Teras ve işçi ile yapılan teraslara dikilen fidanların tutma ve yaşama başarıları ölçülmüş olup, Buror Terasa dikilen fidanların yaşama yüzdeleri yaklaşık %12 daha fazla çıkmıştır. Ayrıca yine aynı araştırmada kültür bakımları da kıyaslanmış, işçi ile teras yapılan yerlerde ot alma, çapa ve sürgün kontrolü ile bozulan terasların onarılması için daha fazla bir işgücüne ihtiyaç duyulduğu belirlenmiştir (Tandoğan vd. 2019).

Yıldırımlı'nın (2019) yaptığı yüksek lisans tez çalışmasında farklı arazi hazırlığı yöntemleri karşılaştırılmış ve Buror Teras yöntemiyle toprak işlemede iletkenlik değerleri, organik madde miktarı, azot ve fosfor değerlerinin belirgin şekilde arttığı görülmüştür. Buror Teras uygulanan sahalarda; diri örtü temizliği yapılmaması ve etrafta mineralce zengin olan toprağın teras yapılan yere taşınması sebebiyle fidan boyu

ortalamasının en yüksek değerlere ulaştığı anlaşılmıştır. Buror Teras yönteminin hem ekonomik olması hem de doğal yapıya daha az zarar vermesi gerekçesi ile tercih edilebilir bir yöntem olarak belirlendiği aktarılmıştır. Dozerle tam alanda örtü temizliği ile üçlü riperle toprak işleme yapılan durumda, potasyum değerinin çok yüksek, fidan boyu ortalamasının en düşük, kök boğazı çapı ve yan dal sayısının en fazla olduğu belirlenmiştir. Ayrıca potasyum miktarı ile yan dal sayısı ve fidan kök boğazı çapı arasında doğru orantı bulunduğunun belirlendiği bildirilmiştir (Yıldırımlı 2019).

Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi Ağaçlandırma Sahasında yapılan araştırma sonuçlarında; Buror Teras yöntemi ile toprak hazırlığı yapılan sahaya dikilen fidanların, riperle tam alanda alt toprak işlemesi yapılan saha ile çift soklu pullukla yapılan terasta dikilen fidanlara göre en iyi çap ve boy gelişimini gösterdiği belirlenmiştir (Göl ve Yel 2016).

Melemez (2011) tarafından Bursa'da yapılan bir çalışmada; Çukurlu ve Hendekli Buror Teraslarda eğimli arazide elde edilen ortalama çalışma verimi tespit edilmiştir. Mini ekskavatörler ile yapılan çukurlu buror teraslarda iş verimi ortalama 20,25 m/sa, hendekli buror teraslarda ise 34,12 m/sa olarak bulunmuştur. Bu değerler insan gücü maliyeti ve yapılan işin verimliliği dikkate alındığında, makineli çalışmanın daha ekonomik ve verimli olduğu belirlenmiştir (Melemez 2011).

Bekiroğlu'nun (2002) çalışmasında, ormancılıkta söz konusu olabilecek değerler, değer belirleme yöntemleri ve bunlarla ilgili kavramlar ayrıntılı olarak irdelenmiş ve ormanı oluşturan öğelerden; orman arazisinin, ağaç servetinin, ormanın ve orman alanlarına yakın tarım arazilerinin değerleri belirlenmiştir. Ayrıca, değer belirleme işlemlerinde sonucu etkileyen faktörler saptanmış ve ormancılıkta uygulanabilecek faiz oranı hesaplanmıştır. Arazi, orman ve ağaç serveti değerlerinin belirlenmesinde istatistik, gelir değeri, dönüşüm değeri, maliyet değeri ve gelecek değer yöntemleri kullanılmıştır. Ormancılıkta uygulanabilecek faiz oranını saptamak için yeni bir yöntem geliştirilmiştir. Ormancılıkta kullanılabilecek faiz oranı söz konusu çalışmada oldukça düşük olarak ve %0,04 ile %1,7 arasında bulunmuştur. Faiz oranının, yatırımın uzun vadeli olması, meşcerelerdeki artımın düşük olması, elde edilen ürün çeşitleri fiyatlarının düşük olması ve tarım arazisi sahiplerinin arazilerine, onlardan elde edecekleri gelirler dışındaki değerler atfetmelerine bağlı olarak küçük çıktığı kanaatine

varılmıştır. Ormanlarla ilgili değer belirleme çalışmalarında, bugün ormanı işletmekte olanların yanlış kararlar doğrultusunda işletmecilik yapabilecekleri dikkate alınması ve değer belirlemede ormanın en iyi kullanımının esas alınması önerilmiştir.

Fırat (1971), "Net Bugünkü Değer" yöntemi konusunda, orman iktisatçılarından **Faustmann**'ın ağaçlandırma yatırımları ile orman arazisinin iktisadi anlamda orman işletmeciliğine açılması noktasında olabilirliğini denetleyen mantığı ile formül ifadesi ve uygulamasını kapsayacak şekilde 1849 yılında, genel işletme iktisatçılarından yaklaşık bir asır önce ortaya çıkardığını aktarmıştır.

Öztürk ve Türker'in (1991) çalışmasında; orman isletmelerinde arazi değerinin nasıl hesaplandığı teorik ve pratik yönüyle ortaya konmaya çalışılmıştır. Faustmann formulü kullanılarak, örnek olarak alınan iki isletmeden Artvin Devlet Orman İsletmesinin negatif, Ardanuç Devlet Orman İsletmesinin arazi değeri ise pozitif olarak bulunmuştur. Arazi değerinin negatif çıkması, başta formüllerin yapısında bulunan faiz oranı olmak üzere, gelir ve gidere ilişkin kalemlerden kaynaklandığı belirtilmiştir. Faustmann formülüne göre elde edilen sonuçlar isletmeler açısından değerlendirildiğinde; arazi değerinin hizmet yönü ağırlıkta olan Artvin Devlet Orman İsletmesinde negatif çıkmasından, bu isletmede arazinin isletmecilik faaliyetlerinde rasyonel olarak kullanılmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Ardanuç Devlet Orman İsletmesinde arazi değerinin pozitif çıkmasından ise, bu işletmede arazinin işletmecilik faaliyetlerinde rasyonel olarak kullanıldığı sonucu çıkartılmıştır.

Daşdemir (2018); değeri hesaplanacak sahanın, başlangıçta ağaçsız olarak kabul edilerek ağaçlandırılacağını, bu amaçla yapılan ve kültür masrafı denilen masrafların meşcerenin kesim yaşına kadar bileşik faizle faizlendirileceğini, buna göre kesim yaşı (u) sonunda, 1 ha sahaya yapılan kültür masrafının (c) baliğ miktarının, p faiz yüzdesiyle; $c\ (1{,}0P^u)$ olacağını bildirmiştir. Ayrıca ormanın bütünü için yapılan idare masraflarının meşcerenin bir hektarına denk gelen idare masrafı (v) her yıl yapılacağından, kesim yaşı kadar yılsonunda bu masrafların faizleriyle birlikte baliğ miktarı, yıllık sonlu iratların baliği değerini veren formül yardımıyla hesaplandığını bildirmektedir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

İşçi ile yapılan teras yerine Buror Teras tercih edildiğinde hem başarılı hem daha hızlı ve hem de daha ekonomik bir yöntemi tercih etmiş olunmakta mıdır? Çalışmanın ana amacı bu soruya cevap vermektir. Bu çalışmada iki teras yönteminin ağaçlandırma başarı durumu kıyaslamaları da dikkate alınarak, ağaçlandırma açısından öncelikle maliyet karşılaştırılması yapılmış ve ekonomik faydalar ortaya konmaya çalışılmıştır. İki teras arasındaki maliyet farkını bile ülke çapında ve hatta dünya çapında değerlendirdiğimizde çok büyük rakamların çıkabileceği öngörülmektedir.

2.1 Materyal

Bu çalışmada; Buror Teras yönteminin ekonomik açıdan değerlendirilmesi için tüm Türkiye'yi kapsayan bir çalışma alanı esas alınmıştır. Türkiye'nin yüz ölçümü yaklaşık 77,8 milyon ha olup, bu alanın amenajman plan verilerine göre yaklaşık 21,2 milyon hektarı ormandır. Orman alanının yaklaşık 10,7 milyon hektarı ise boşluklu (bozuk) yapıdadır (Anonim 2013).

Ülke arazilerinin yaklaşık %45'i %40 ve üzeri eğime sahiptir (Boydak ve Çalışkan 2014). Ülkenin yaklaşık %92,5'u erozyona maruzdur. Ülke topraklarının arazi yetenek sınıflarına göre en verimli şekilde kullanılabilmesi için yaklaşık 24,9 milyon hektar arazinin ağaçlandırılması veya toprak koruma, erozyon kontrol ve sel kontrol çalışmalarının yapılması gerekmektedir. Söz konusu veriler değerlendirildiğinde en az 5 milyon ha %40 ve üzeri eğimli arazinin Buror Teras yöntemi kullanılarak ağaçlandırılabileceği düşünülmüştür. Sözü edilen 5 milyon ha eğimli arazinin yaklaşık 1 milyon hektarının ise işçi ve dozer ile ağaçlandırılamayacağı halde sadece Buror Teras yöntemi kullanılarak ağaçlandırılabileceği kabul edilmiştir.

Buror Teras ve işçi ile yapılan terasların tesis maliyetlerinin karşılaştırılması için proje ekibi içerisinde yazarın da bulunduğu Marmara Araştırma Enstitüsünün, aynı koşullarda yapılan fıstıkçamı ağaçlandırmasında Buror Teras, dozerle toprak işleme ve işçi ile yapılan terasın başarı durumlarının çeşitli açılardan karşılaştırıldığı araştırma projesinden yararlanılmıştır (Tandoğan vd. 2019). Esas olarak da Buror Teras ile insan gücü ile yapılan gradoni teras, OGM'nin 2020 ağaçlandırma birim fiyatları kullanılarak

hesaplanan tesis maliyetleri açısından karşılaştırılmıştır. Hesaplamalarda, Türkiye'de her yıl yaklaşık 200.000 km teras yapılacağı kabul edilmiştir.

Türkiye'de sadece Buror Teras yöntemi kullanılarak ağaçlandırma yapılabilecek yaklaşık 1 milyon ha eğimli arazinin ekonomiye fazladan katkısının hesabı için, bu sahalarda ülkede en yaygın tür olan kızılçam ağaçlandırması yapılacağı düşünülmüştür. Bu ağaçlandırmanın odun ürünü ve karbon emisyon hasıla değerleri baz alınarak arazi hasıla değeri hesaplanmıştır. Ağaçlandırmanın idare süresi 35 olarak belirlenmiş, 25 yaşında bir defa ara odun ürünü alınacağı öngörülmüştür. Hasıla hesaplamalarında Usta'nın (1990) kızılçam ağaçlandırmaları için yaptığı hasılat tablosundan yararlanılmıştır. Odun ürünü ve karbon emisyonu hasıla hesapları, hektarda 1111 adet fidanın dikileceği orta kötü bonitet (II. bonitet) ağaçlandırmaya göre yapılmıştır. Ağaçlandırma (kültür) masraflarının hesaplanmasında yine OGM'nin 2020 yılı birim fiyatları kullanılmıştır.

İdare süresi sonunda elde edilecek odun ürünü gelirlerinin hesabında, Muğla Orman Bölge Müdürlüğünün 2020 yılı kızılçam dikili satış ortalama değeri, ölçme diğer giderleri, satış masrafları ve genel idare giderleri esas alınmıştır. Arazi hasıla değer hesabı, hem %2, hem de %3 faiz oranı için ayrı ayrı yapılmıştır. Karbon emisyon hesaplarında ise karbonun ton değeri hem 20 $ (ABD doları) ve hem de 35 $ için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Dolayısıyla dört adet ayrı arazi hasıla değeri elde edilmiştir.

Tezde kullanılan fotoğraf, şekil ve çizelgelerin alındığı kaynaklar alt kısımlarında belirtilmiştir. Kaynak belirtilmeyen fotoğraf çekimi, şekil ve çizelgeler tez yazarı tarafından yapılmıştır.

2.2 Yöntem

Marmara Araştırma Enstitüsünün araştırmasından (Tandoğan vd. 2019) yararlanılarak Buror Teras, dozerle toprak işleme ve işçi ile yapılan teras maliyetleri ve başarı durumları karşılaştırılmıştır. Ayrıca Buror Teras ile işçiyle yapılan terasın, Orman Genel Müdürlüğünün 2020 ağaçlandırma birim fiyatları kullanılarak tesis maliyetleri hesaplanmış ve ekonomik karşılaştırmaları yapılmıştır.

Türkiye'de sadece Buror Teras yöntemi kullanılarak ağaçlandırma yapılabilecek yaklaşık 1 milyon ha arazinin ekonomiye katkısının hesabı için, **Faustmann Arazi Hasıla Değeri Formülü** kullanılarak hesaplamalar yapılmıştır.

"Net Bugünkü Değer" yöntemi orman iktisatçılarından **Faustmann**, ağaçlandırma yatırımları ile orman arazisinin iktisadi anlamda orman işletmeciliğine açılması noktasında olabilirliğini denetleyen mantığı, formül ifadesi ve uygulamasını kapsayacak şekilde 1849 yılında, yani genel işletme iktisatçılarından yaklaşık bir asır önce ortaya çıkarmıştır (Fırat 1971; Türker 2020).

Aynı yaşlı tek bir meşcerenin arazi hasıla değeri Türker (2020) ve Daşdemir (2018)'e göre şöyle hesaplanmaktadır: Değeri hesaplanacak saha, başlangıçta ağaçsız olarak kabul edilecek ve ağaçlandırılacaktır. Bu amaçla yapılan ve kültür masrafı denilen masraflar, meşcerenin kesim yaşına kadar bileşik faizle faizlenecektir. Buna göre, kesim yaşı (u) sonunda, 1 ha sahaya yapılan kültür masrafının (c) baliğ miktarı, p faiz yüzdesiyle; $\mathbf{c\ (1{,}0P^u)}$ olacaktır.

Tesis edilen meşcere gelişirken ilk yıldan itibaren idare masrafları söz konusudur. Bu amaçla; memur, işçi kullanılacak ve de yazıhane ve arazi masrafları yapılacaktır. Bunlara, topluca idare masrafları denilmektedir. Ormanın bütünü için yapılan idare masraflarının meşcerenin bir hektarına denk gelen idare masrafı **(v)** her yıl yapılacaktır. Kesim yaşı kadar yılsonunda bu masrafların faizleriyle birlikte baliğ miktarı, yıllık sonlu iratların baliği değerini veren formül yardımıyla hesaplanmaktadır.

$$\frac{\boldsymbol{v(1,0P^u)}}{\boldsymbol{0,0P}}$$

Yukarıda gösterildiği gibi elde edilen formüldeki $\mathbf{v/0{,}0P}$ kısmı, sonsuz yıllık iratların kapital değerini veren bir ifadedir. Bu miktar, idare masraflarının kapital değeri olarak, **V** ile gösterilirse, yukarıdaki ifade $\mathbf{V(1{,}0P^u\text{-}1)}$ şeklini alır.

Hasat masrafları, doğrudan doğruya yıl içinde odun satışlarından elde edilen tahsilât miktarından düşüldüğü için formülde görünmezler. Meşcereye yapılan bu masraflara karşılık, kesim yaşında alınan son kesim hâsılasının para değeri, **Au** ile gösterilir. Aralama kesim hasılaları, çeşitli zamanlarda elde edildiklerinden, bunların **u**

senesindeki baliğ değerleri hesaplanır. Meşcere herhangi bir **a** yaşına geldiği zaman, elde edilen **Da** gibi bir ara hasılanın **u** senesindeki baliğ değeri $\mathbf{D_a 1{,}0P^{u-a}}$ olacaktır.

Aynı meşcereden çeşitli zamanlarda Na, Nb, ...vb. odun dışı ürünler de alınabilir. Bunlar da ara hasılalar gibi hesaplanırlar. Yıllık alınıyorsa hesaplamalar yıllığa göre yapılır. Böylece, aynı zamana getirilmiş gelir ve giderler karşılaştırılabilir hale gelir. Sonuçta, periyodik net hasıla şu formülle hesaplanmış olur:

$$A_u+D_a1{,}0P^{u-a}+Db1{,}0P^{u-b}+...+N_a1{,}0P^{u-a}+.... - c1{,}0P^u- V(1{,}0P^u-1)$$

Elde edilen bu net hasıla, meşcereden her kesim yaşına geldikçe tekrar alınacak ve bu durum sonsuz olarak devam edecektir. Öyleyse böyle bir sonsuz periyodik iradın kapital değerini veren formül yardımıyla, onu getiren arazinin değeri **(B_u)** hesaplanabilir. Buna göre, **Faustmann formülü;**

$$\boldsymbol{B_u = \frac{A_u + D_a 1{,}0P^{u-a} + D_b 1{,}0P^{u-b} + \cdots - cx 1{,}0P^u}{1{,}0P^u - 1} - V}$$

olarak elde edilir. Formüldeki kültür masrafı;

$\boldsymbol{\frac{c.1{,}0P^u}{1{,}0P^u-1} = c + \frac{c}{1.0P^u-1}}$ olduğundan,

Faustmann formülünün bir başka hali;

$$\boldsymbol{B_u = \frac{A_u + D_a 1{,}0P^{u-a} + D_b 1{,}0P^{u-b} + \cdots - c}{1{,}0P^u - 1} - (c + V)}$$

şeklinde olabilmektedir.

Burada;

Au: u idare müddeti sonunda elde edilen net hasıla gelirleri toplamı

u: idare süresi

Da ve **Db:** a ve b yıllarında elde edilen net ara hasıla gelirleri toplamı

c: Kültür masraflarının (ağaçlandırma tesis ve bakım giderlerinin) toplamı

P: yıllık faiz oranı (%)

V: idare giderinin kapital değeri (**v/0,0P)** olmaktadır. **v** ise yıllık yönetim gideri olup, 1 hektara düşen yıllık birim yönetim giderinin arazi hasıla değeri bulunacak olan saha miktarı ile çarpılması ile bulunur.

Belirlenen faiz oranına göre belli bir yıla göre paranın baliğ hesabını kolayca yapabilmek için daha önce hazırlanmış olan paranın zaman değeri tablolarından faydalanılmıştır (Anonim 2013-2; Anonim 2021).

Karbon tutum değeri hesaplamaları için ise Görücü ve Eker'in (2009) kullanmış olduğu formülden yararlanılmıştır.

Formül, **CO_2 miktarı =$M_d x N_c x R_c$** (CO_2/kg odun) şeklindedir.

Formülde;

Md: 1 kg kuru odun kütlesi ağırlığı,

Nc: 1 kg kuru odun kütlesindeki karbon miktarı= 0,45,

Rc: 44 atomik kütle birimine sahip CO_2'in 12 atomik kütle birimine sahip karbona oranı (44/12) = **3,66** olmaktadır.

Yukarıdaki formül gereğince 1 kilogram odun kütlesinde bağlanan CO_2 miktarı **1,65 kg** olarak çıkmaktadır (Görücü, Eker 2009).

Karbon fiyatı, değişik kaynaklarda 10 $ ile 140 $ arasında gösterilmektedir. Kaynaklarda bildirildiğine göre, en düşük değeri önerenlerden biri olan İngiltere Hükümeti Ekonomi Servisi (GES), karbon fiyatını **35 $/ton** olarak belirlemiştir (Clarkson, Deyes 2002; Ahluwalia 2017; Görücü, Eker 2009; Anonymous 2017). Türkiye'de henüz karbonun fiyatı oluşmamış ve pazarı bulunmamaktadır. Çoğu kaynakta daha yüksek fiyatlar belirtilmesine rağmen, bu çalışmada karbon fiyatı, tonu **20 $** ile **35 $** olarak iki ayrı fiyatlandırma şeklinde hesaplanmıştır.

Öztürk ve Türker'in (1991) bildirdiğine göre Türkiye'deki ormancılık tazminat hesaplarında ve yapılan araştırmalarda ağırlıklı olarak %2 ve %3'lük faiz oranı kullanılmaktadır (Öztürk ve Türker 1991). Bu çalışmada ise arazi hasıla değer hesabı hem %2, hem de %3 faiz oranı için ayrı ayrı yapılmıştır.

Ayrıca belirlenen faiz oranına göre paranın şimdiki değer hesabında, paranın zaman değeri tablolarından yararlanılmıştır (Anonim 2013-2; Anonim 2021).

3. BULGULAR

3.1 Buror Teras Yönteminin Ekonomik Faydalarının İrdelenmesi

Öncelikle şunu belirtmek gerekir ki teras yapmak; toprak erozyonunun önlenmesi, eğimli arazilerde bitkiler için gerekli olan suyun tutulması, temiz su üretimi, sel baskınlarının önlenmesi için çok gereklidir. Terasların bu fonksiyonlarının ekonomik karşılığını ölçmek, ayrı ayrı bilimsel çalışmalar gerektirir. Ancak bu hizmetlerin görünen ekolojik ve sosyal faydaları yanında çok büyük ekonomik karşılığının da olduğu bilinen bir gerçektir.

2009 yılına kadar yalnızca insan gücü ile teraslar yapılmaktaydı. İnsan gücü ile yapılan terasların en bilineni ise **gradoni teras** yöntemidir. Ancak giderek insan gücü ile teras yapmak oldukça güç olmaya başladığı gibi ağaçlandırma çalışmaların da ise işçi ile yapılan teraslarda istenen başarı oranları yakalanamamıştır. Ayrıca birçok zorlu eğimli arazilerde ise işçi ile teras yapmak mümkün olamamıştır. Mini ekskavatör kullanılarak yapılan Buror Teras yöntemi ekonomik kaygılarla değil, artık insan gücü ile teras yapmanın giderek mümkün olamaması ve ağaçlandırmalardaki başarı oranlarının düşmesi nedeniyle ortaya çıkmıştır. 2009 yılı ilk uygulamalarında işçi ile yapılan 1 km teras ortalama 1000 TL' ye mal edilirken, Buror Terasın 1 km maliyeti ortalama 2000 TL' ye mal olmaktaydı. Daha sonraki yıllarda rekabet ortamının gelişmesi ve yapılan işte pratiklik kazanılması sonucunda aradaki maliyet farkı kapandığı gibi, aşağıdaki örnek hesaplamalarda gösterildiği üzere Buror Teras yapım maliyeti işçi ile teras yapım maliyetine göre daha ekonomik pozisyona gelmiştir.

Aslında işçi ile yapılan Gradoni Teras ile Buror Teras yönteminin maliyet yönünden bire bir karşılaştırılması bizi tam doğru sonuca götürmez. Çünkü Buror Terasın genişliği ortalama 160 cm, derinliği 70 cm olduğu halde işçi ile yapılan Gradoni Terasın genişliği ortalama 80 cm, derinliği ise 35 cm kadardır. Hacim olarak değerlendirildiğinde Buror Teras ile yapılan toprak işlemesi, işçi ile yapılan Gradoni Terasa göre yaklaşık 4 kat daha fazladır. Yani yapılan iş aynı değildir. Ama yine de burada yapılan iş aynıymış gibi ekonomik maliyet karşılaştırması yapılmıştır.

3.2 Buror Teras ile İşçi Gücüyle Yapılan Gradoni Terasın Maliyet Karşılaştırması

Marmara Ormancılık Araştırma Enstitüsünün araştırmasına göre aynı deneme alanında aynı arazi koşullarında yapılan Buror Teras ve işçi ile yapılan teras maliyetleri karşılaştırılmıştır (Çizelge 8).

Çizelge 8 Toprak işlemenin ekonomik kıyaslaması (2013 yılı fiyatlarıyla)

EĞİM	İŞÇİ İLE TERAS			BUROR TERAS			PALETLİ DOZER İLE DİRİ ÖRTÜ TEMİZLİĞİ VE TOPRAK İŞLEME+MB TRAC İLE GRADONİ		
%	İş-Zaman saat/km	Saat Ücreti TL/saat	Tutarı km/TL	İş-Zaman saat/km	Saat Ücreti (Her şey dahil) TL/saat	Tutarı km/TL	İş-Zaman saat/km	Saat Ücreti (Her şey dahil) TL/saat	Tutarı km/TL
0-40				**12**	**160**	**1920**	**2,13**	**450**	**1186**
41 ve üzeri	**118**	**20**	**2360**	**14,5**	**160**	**2320**			

(Tandoğan vd. 2019)

Araştırma sonucunda belirlenen maliyetler karşılaştırıldığında 1 km Buror Teras ve işçi ile yapılan 1 km teras (Gradoni Teras) maliyetleri arasında önemli bir fark yoktur. Buror teras %2'ye yakın (40 TL/km) çok az bir miktar daha ucuz maliyetli bulunmuştur.

Ancak aynı araştırmada iki teras tipi arasındaki fidanların tutma ve yaşama başarıları da ölçülmüş olup yaklaşık %12 civarında Buror Terasa dikilen fidanların yaşama yüzdeleri daha fazla çıkmıştır. Ayrıca yine aynı araştırmada kültür bakımları da kıyaslanmış, işçi ile teras yapılan yerlerde ot alma-çapa ve sürgün kontrolü dışında bozulan terasların onarılması için fazladan bir işgücüne ihtiyaç duyulduğu belirlenmiştir. Bu da gösteriyor ki gerek %12'lik fazladan tamamlama dikimi ve teras onarılması nedeniyle, kültür bakım masrafları işçi ile teras yapılan yerlerde daha fazla olmaktadır. İşçi ile teras yapılıp 1670 adet fidan dikilen bir sahada kültür bakımları sırasında tamamlama dikimi amacıyla **1670 x 0.12=200** adet daha fazla fidan dikmek gerekmektedir. Teras tamiri

nedeniyle de kültür bakımlarında tahmini **%30** daha fazla işgücü kullanmak gerekmektedir.

OGM'nin 2020 birim fiyatları dikkate alınarak da her iki terasın ağaçlandırmaya maliyeti ayrıca belirlenmeye çalışılmıştır (Çizelge 9). Buror Teras ve işçi ile yapılan terasların maliyet karşılaştırması için OGM 2020 yılı birim fiyatlarının en yüksek olanları esas alınmıştır. Buror Teras için 308 nolu ana pozun en pahalısı olan 308.12 nolu poz, işçi ile yapılan teras için ise en pahalı olan 700.4 (diri örtü temizliği için) ve 902.1 (teras yapımı) nolu pozlar kullanılmıştır. Kültür bakımları için ise 1004.2 (tamamlama dikimi için) ve 1105.4 (ot alma-çapa, sürgün kontrolü ve teras onarımı için) nolu pozlar kullanılmıştır.

Çizelge 9 Buror Teras ile Gradoni Teras (insan gücü ile) Tesis Maliyet Karşılaştırması

İşin Tanımı	Buror Teras		İnsan Gücü ile Teras	
	Poz No	Birim Fiyatı TL	Poz No	Birim Fiyatı TL
Teras Tesisi	308.12	3.446	902.1	2.471
Diri Örtü Temizliği	-	-	700.4	1.108
Tamamlama Dikimi	-	-	1004.1	167
Kültür Bakımı	1105.4	629	1105.4	817
Toplam		**4.075**		**4.563**

İşçi ile gradoni teras yapmadan önce yine işçi ile diri örtü temizliği yapmak gerekmektedir. Fiyat birimi hektar olup bir hektarda 3 km teras yapılacağı varsayılarak birim fiyat (3322,76 TL/ha) 3'e bölünerek 1 km teras için yapılacak diri örtü maliyeti bulunmuştur (3322,76/3=1107,58 TL/km).

1004.4 pozun karşılığı birim fiyatı (1019,44 TL/1000 adet) dikilen fidan adedi hektarda 600 adetten az olduğu için 1,3 katsayısıyla çarpılmıştır.

1105.4 pozun karşılığı kültür bakımı birim fiyatı (817,47 TL/km) teras onarımı olmaması nedeniyle Buror teras için %30 eksik hesaplanmıştır.

2020 OGM birim fiyatları baz alınarak yapılan maliyet değerlendirmesinde tesis masrafları ve bir yıllık kültür bakım masrafları dikkate alınarak yapılan hesaplamalarda aynı arazi koşullarında işçi ile yapılan gradoni terasın maliyeti 4563 TL/km olurken, Buror Teras maliyeti ise 4075 TL/km olarak hesaplanmıştır. Aradaki fark 488 TL/km (%11 civarı) Buror Teras lehine çıkmaktadır.

Türkiye'de bir yılda ağaçlandırma, suni tensil, erozyon kontrol, sel kontrolü çalışmalarında 200 bin km civarında teras yapılacağı düşünülürse, Buror teras tercihi ile **97,6 milyon TL** (200.000 x 488= 97.600.000) ülke için ekonomik tasarruf edilecek demektir.

Potansiyel olarak önümüzdeki 10 yılda Türkiye'de 2 milyon hektar alanda ağaçlandırma, suni tensil, erozyon kontrolü, sel kontrolü ve de en önemlisi tarımsal teraslama çalışmaları için 4,5 milyon km teras yapılabileceği düşünülürse, yaklaşık **2,2 milyar TL** tasarruf yapılmış olacaktır.

3.3 Buror Teras Yönteminin Diğer Ekonomik Faydalarının İrdelenmesi

Teras yapmanın özellikle de Buror Teras yönteminin faydaları sadece tesis maliyet farkı ile sınırlı değildir. Ağaçlandırma yapmanın odun ürünü elde etme faydası dışında; CO2 emisyonu, erozyonu önleme, sel kontrolü, temiz su üretimi, rekreasyon, eko turizm vb. gibi sayılabilecek çok önemli faydalar sağladığı bilinen bir gerçektir. Sağlanan bu faydaların hepsinin, sosyal olduğu kadar ekonomik karşılıkları da vardır. Bu çalışmada, sadece odun ürünü ile karbon emisyonunun ekonomik getirisi hesaplanmaya çalışılmıştır. Tahminen bugün Türkiye'de, işçi ile bile teras yapılamayacak ama Buror Teras yapılarak ağaçlandırma yapılabilecek olan yaklaşık 1 milyon hektar eğimli arazi vardır. Bu arazilerin ağaçlandırılması ile ekonomik getiri elde edilebileceği gibi, toprak ve su dengesini sağlamak gibi, henüz maddi karşılığı hesaplanamayan birçok ekolojik ve sosyal fonksiyonlar da yerine getirilmiş olacaktır.

Bu çalışmada ise; söz konusu arazilerin ağaçlandırılması ile sadece odun ürünü ve karbon emisyonu hasılaları hesaplanarak, elde edilebilecek ekonomik getiriler hesaplanmaya çalışılmıştır.

3.4 Buror Teras ile Yapılacak Fazladan Ağaçlandırmanın Ekonomik Faydaları

Bugün dozer ve işçi gücü ile yapılamayacak, ancak mini ekskavatör kullanılarak Buror Teras Yöntemi ile teras yapılarak ağaçlandırma yapılabilecek en az 1 milyon hektar meyilli alan olduğu varsayımı ile, bu alanlarda yapılacak ağaçlandırmaların, belirlenen 35 yıllık idare süresine göre, odun üretimi ve karbon emisyon parasal değeri baz alınarak, değişik faiz oranı ve karbon fiyatları ile **arazi hasıla değerleri Faustmann formülü** yardımıyla hesaplanmıştır (Fırat 1971).

Ağaçlandırmanın hesaplanmasında, ülkemiz ağaçlandırmalarda kullandığımız en yaygın türümüz olan kızılçam türü dikileceği varsayımına göre hesaplamalar yapılmıştır. Ağaçlandırmalarda servet hesabı Usta'nın (1990) kızılçam ağaçlandırma alanlarında yaptığı çalışmaya göre belirlediği hasılat tablosundan faydalanılmıştır. İdare süresi sonundaki elde edilecek gelirlerin hesabında dikili satış ortalama fiyatları kullanılmıştır. Bunun için Muğla Orman Bölge Müdürlüğü 2020 yılı kızılçam dikili satış ortalama değeri esas alınmıştır. Yine hesaplamalar için Muğla Orman Bölge Müdürlüğünün 2020 yılı ölçme diğer giderleri, satış masrafları ve genel idare giderleri esas alınmıştır. Çeşitli kaynaklara bakıldığında, genel olarak ormancılık faiz oranının %1,5 ile %5 arasında seyrettiği, Türkiye'deki ormancılık tazminat hesaplarında ve yapılan araştırmalarda ağırlıklı olarak %2 ve %3'lük faiz oranının kullanıldığı görülmektedir (Öztürk ve Türker 1991). Yine Öztürk ve Türker'in (1991) bildirdiğine göre; ülkemizde orman işletmeleriyle orman ürünleri işleme sanayilerinin entegrasyonunu sağlamak için %2'lik faiz oranını kullanmak uygun bulunmaktadır. Bu çalışmada ise arazi hasıla değer hesabı hem %2, hem de %3 faiz oranı için ayrı ayrı yapılmıştır.

Usta'nın (1990) kızılçam ağaçlandırmaları için yaptığı hasılat tablosu en fazla 35 yaşa kadar yapılabildiği için bu çalışmada kızılçamdaki idare müddeti de 35 yıl olarak kabul edilmiştir. Ayrıca ağaçlandırılacak alanlar için Usta'nın (1990) belirlemiş olduğu üç çeşit bonitet verilerinden en iyisi (I. bonitet) ve en kötüsü (III. bonitet) değil, ortalama (orta kötü) kabul edebileceğimiz hektarda 1111 adet fidan dikilen II. bonitet hasılat verileri kullanılmıştır. Karbon tutum değer hesaplamaları için ise Görücü ve Eker'in (2009) kullandığı formüllerden yararlanılmıştır.

3.4.1 Odun Üretimine Fazladan Katkının Arazi Hasıla Değeri

Faustmann'a göre söz konusu arazinin net hasıla değeri; periyodik olarak alınan net hasılası, yapılan masraflar brüt hasıladan çıkarılmak suretiyle hesaplanmaktadır.

Yapılması düşünülen Buror Teras ağaçlandırmalarında, hektarda dikilecek kızılçam fidan miktarı 1111 adet olarak kabul edilmiştir. İdare müddeti olarak ise 35 yaş kabul edilmiştir. Aralama kesim miktarının bulunabilmesi için Daşdemir ve Şahin (2002) aralama yaşını 20 ve ara hasılat şiddetini %33 alarak hesaplamışlardır. Bu çalışmada, fazladan yapılacak olan 1 milyon ha ağaçlandırmanın II. bonitet (orta kötü) olduğu kabul edilmiş olması nedeniyle, bu alanlarda bir kere yapılabilecek olan aralama kesim yaşı 25 ve bakımın şiddet dozu da yine %33 olarak alınmıştır. Kültür masrafları 5 yıl süre ile yapılacağı öngörülmüş ve hesaplanmasında OGM'nin 2020 yılı kültür bakım birim fiyatları esas alınmıştır. İdare gideri olarak ise Muğla Orman Bölge Müdürlüğünün 2020 yılı genel idare gideri esas alınmıştır.

Bu veriler doğrultusunda Faustmann formülüne göre periyodik net arazi hasıla, yöntem bölümünde de anlatıldığı gibi;

Periyodik Net Hasıla = A_u+D_a1,0P^{u-a}+Db1,0P^{u-b}+...+N_a1,0P^{u-a} +...-c1,0P^{u}-V(1.0P^{u}-1) Olmaktadır.

Burada; İdare giderinin kapital değeri V= v/0,0P olarak hesaplanmıştır.

Buna göre kullanılan **Faustmann Formülü;**

$$\boldsymbol{B_u = \frac{A_u + D_a 1,0 P^{u-a} + D_b 1,0 P^{u-b} + \cdots - c 1,0 P^{u}}{1,0 P^{u} - 1} - V}$$

şeklini almaktadır.

Muğla Orman Bölge Müdürlüğü için 2020 yılının genel idare gideri 180.140.350 TL'dir. Muğla Orman Bölge Müdürlüğü'nün ormanlık alanı 1.158.925 hektardır. Genel idare gider toplamı Bölge Müdürlüğü'nün toplam ormanlık alanına bölünerek bir hektara düşen yıllık idare gideri **155,44** TL olarak bulunmuştur. Bu veri esas alınarak söz konusu 1 milyon ha alanın yıllık idare gideri, **v=155.440.000** TL olarak hesap edilmiştir.

Ağaçlandırma tesis gideri Çizelge 10'da belirtildiği üzere OGM 2020 ağaçlandırma birim fiyatları (Anonim 2020) dikkate alınarak **8.640.641.410** TL olarak hesap edilmiştir (Çizelge 10).

Burada Buror Teras pozlarından söz konusu arazileri en iyi temsil edebileceği düşünülen 308.11 nolu poz kullanılmıştır. Ayrıca bu sahalar için (1 milyon hektar) 100.000 km dikenli tel tesis edileceği ön görülmüştür.

Çizelge 10 Ağaçlandırma Gideri Hesabı

POZ NO	İŞİN ADI	BİRİMİ	MİKTARI	BİRİM FİYATI TL	TUTARI TL
801.1	Her çeşit arazi yapısında, teras istikametlerinin tesviye eğrilerine paralel olarak araziye aplike edilmesi	KM	2.500.000	74,47	186.175.000
308.11	Meyilin % 41 - 60, profil taşlılığının % 25' den fazla, diri örtü köklerinin sahayı kaplama oranının % 31-60 olduğu yerlerde	KM	2.500.000	2476,12	6.190.300.000
	1+0 çıplak köklü kızılçam fidan bedeli (2020 yılı için)	1000 ADET	1.111.000	500,00	555.500.000
1002.5	200 metreden fazla mesafede çıplak köklü ibreli fidanların dağıtımı	1000 ADET	1.111.000	10,07	11.187.770
1003.4	Orta ve hafif bünyeli, % 25 ve daha fazla taşlı topraklarda çıplak köklü ibreli fidan dikimi	1000 ADET	1.111.000	853,24	947.949.640
1200.2	Yarımamul ahşap çit direği bedeli (8-10 cm çapında,1,50-1.60 m. boyunda, 275 adet (sahaya taşınması dahil.)	KM	100.000	1749,48	174.948.000
1200.5	TSEK 1113E.N.10223-1, 1.7 mm. (ters büküm), belgeli galvanizli dikenli tel bedeli (4 sıra),(sahaya taşınması dahil.)	KM	100.000	2144,69	214.469.000
1200.6	Ahşap çit direği için tespit çivisi bedeli (10 kg/km)	KM	100.000	38,60	3.860.000
1200.8	Ahşap çit direklerin kabuklarının soyulması,hazırlanması ve tepesinin şevli kesilmesi (275 Adet)	KM	100.000	245,44	24.544.000
1200.9	Ahşap çit direklerin her iki uçlarının katranlanması (Katran bedeli dahil, 275 adet)	KM	100.000	565,18	56.518.000
1200.10	Tel çit direkleri için 30 cm çapında,40-50 cm derinliğinde çukur açılması (275 adet). Profil taşlılığının % 50' den fazla olduğu topraklarda 1.4 katsayı uygulanır.	KM	100.000	1132,17	113.217.000
1200.13	Ahşap çit direklerin sahada dağıtılması, açılan çukurlara taşla sıkıştırılarak tespiti	KM	100.000	818,12	81.812.000
1200.15	Dikenli telin dört sıra halinde tel çit direklere tespiti ve gerilmesi	KM	100.000	801,61	80.161.000
	TOPLAM				**8.640.641.410**

(Anonim 2020) OGM 2020 Ağaçlandırma birim fiyatları ile hesaplanmıştır.

Kültür bakımı 5 yıl, tamamlama dikimleri 2 yıl yapılacağı ve 84 ay bekçi ile korunacağı varsayılarak yine 2020 yılı OGM ağaçlandırma birim fiyatları (Anonim 2020) kullanılarak toplam **3.693.967.988**TL kültür bakım gideri hesap edilmiştir (Çizelge 11). Kültür bakım giderlerinin ağaçlandırma tesis giderleri ile aynı yıl (başlangıçta) yapıldığı kabul edilerek iki gider kalemi toplanmış ve toplam tesis gideri **c=12.334.609.398** TL olarak hesap edilmiştir.

Çizelge 11 Ağaçlandırma Kültür Bakım ve Koruma Giderleri Hesabı

POZ NO	İŞİN ADI	BİRİMİ	MİKTARI	BİRİM FİYATI TL	TUTARI TL	BAKIM TEKERRÜR ADEDİ	GENEL TUTAR TL
1102.2	Orta ve hafif bünyeli topraklarda, ot yoğunluğunun % 40'dan fazla olduğu sahalarda fidanlar çevresinde işçi ile ot alma-çapa-teras onarımı (60-80 cm eninde 100 cm boyundaki alanda)	1000 Adet	1.111.000	510	566.454.460	5	2.832.272.300
	1+0 çıplak köklü kızılçam fidan bedeli (2020 yılı için)	1000 Adet	111.100	500	55.550.000	2	111.100.000
1003.4	Orta ve hafif bünyeli, % 25 ve daha fazla taşlı topraklarda tamamlama dikimi	1000 Adet	111.100	853	94.794.964	2	189.589.928
2301.1	Ağaçlandırma, erozyon kontrolü, mera ıslahı, rehabilitasyon, sel kontrolü, gençleştirme ve enerji ormanı vb. sahalarda saha bekçisi ile koruma (Büyüklüğü 500 hektara kadar olan sahalarda 1 bekçi)	Ay	2.000	3.339	6.678.640	84	561.005.760
	GENEL TOPLAM						**3.693.967.988**

(Anonim 2020) OGM 2020 Ağaçlandırma birim fiyatları ile hesaplanmıştır.

Ağaçlandırılacak alanların idare müddeti olarak kabul edilen 35 yılın sonundaki net hasıla geliri hesaplamasında Muğla Orman Bölge Müdürlüğünün 2020 yılı kızılçam dikili satış ortalaması (188,89 TL/m^3) esas alınmıştır. Bu miktardan yine 2020 yılı dikili ağaç satışları için belirlenen ölçme ve diğer giderler (1,8 TL/m^3) ile pazarlama ve satış giderleri (0,8 TL/m^3) düşülerek net satış geliri **186,29** TL/m^3 olarak hesaplanmıştır. 1 milyon ha ağaçlandırma sahasının 35 yılı sonundaki son hasılat hacmi, Usta'nın (1990) II. bonitet ağaçlandırma sahaları için belirlediği hasılat tablosundan (187 m^3/ha) alınarak **187.000.000 m^3** olarak hesaplanmıştır. Ağaçlandırılacak bu sahalarda 25 yaşında sadece bir kez olarak aralama kesimi öngörülmüştür. Yine aynı tablodan 25

yaşındaki servet 111 m^3/ha alınarak, aralama bakım şiddeti %33 olacağı varsayımı ile yapılacak aralama bakım kesiminde, hektarda 36,63 m^3 alınacağı hesabı ile toplam 1 milyon ha ağaçlandırma sahasından **36.630.000 m^3** ara hasılat elde edileceği hesaplanmıştır. Böylelikle bu miktarlar ortalama net dikili satış fiyatı (186,29 TL) ile çarpılmak suretiyle net son hasıla geliri **A_u = 34.836.230.000** TL, net ara hasılat geliri ise **D_a = 6.823.802.700** TL olarak hesaplanmıştır.

Bütün bulunan bu veriler Faustmann formülünde yerlerine konulduğunda;

% 2 faiz oranına göre **Arazi Hasıla Değeri** = **$B_{u\,2}$** olursa;

$$B_{u2} = \frac{A_u + D_a 1,0P^{u-a} + D_b 1,0P^{u-b} + \cdots - c1,0P^{u}}{1,0P^{u} - 1} - V$$

İdare gideri kapital değeri, V=v/0,0P= $\frac{155.440.000}{0,02}$

V=$\frac{155.440.000}{0,02}$ = **7.772.000.000** TL olmaktadır.

Buradan;

$$B_{u2} = \frac{34.836.230.000 + 6.823.802.700 \times 1,02^{35-25} - 12.334.609.398 \times 1,02^{35}}{1,02^{35}-1} - 7.772.000.000$$

$$= \frac{34.836.230.000 + 6.823.802.700 \times 1,21899 - 12.334.609.398 \times 1,99989}{0,99989} - 7.772.000.000$$

$$= \frac{34.836.230.000 + 8.318.147.253 - 24.667.861.989}{0,99989} - 7.772.000.000$$

B_{u2} = 18.488.549.005– 7.772.000.000 = **10.716.549.005** TL olmaktadır.

Bu miktar; %2 faiz ile çalıştırıldığında, söz konusu olan 1 milyon hektar arazinin ağaçlandırıldığı takdirde, 35 yıllık idare süresi için, odun ürünü geliri baz alınarak hesaplanan bugünkü **arazi hasıla değerini** ifade etmektedir.

%3 faiz oranına göre **Arazi Hasıla Değeri** = **$B_{u\,3}$** olursa

$$B_{u3} = \frac{A_u + D_a 1,0P^{u-a} + D_b 1,0P^{u-b} + \cdots - c1,0P^{u}}{1,0P^{u} - 1} - V$$

Burada, $V = v/0,0P = \frac{155.440.000}{0,03} =$ **5.181.333.333** TL olmaktadır.

Bu3 $= \frac{34.836.230.000 + 6.823.802.700 \times 1,02^{35-25} - 12.334.609.398 \times 1,02^{35}}{1,03^{35}-1} - 5.181.333.333$

$= \frac{34.836.230.000 + 6.823.802.700 \times 1,34392 - 12.334.609.398 \times 2,81386}{1,81386} - 5.181.333.333$

$= \frac{34.836.230.000 + 9.170.644.925 - 34.707.864.001}{1,81386} - 5.181.333.333$

$\mathbf{B_{u3}} = 5.126.642.036 - 5.181.333.333 =$ **–54.691.297** TL olmaktadır.

Bu miktar; %3 faiz ile çalıştırıldığında, söz konusu olan 1 milyon hektar arazinin ağaçlandırıldığı takdirde, 35 yıllık idare süresi için, odun ürünü geliri baz alınarak hesaplanan bugünkü **arazi hasıla değerini** ifade etmektedir. Sadece odun hasılat geliri baz alınarak arazi %3 faiz ile çalıştırıldığında, Buror Teras tipiyle ağaçlandırılacak olan bu miktar alanın arazi hasıla değeri **negatif** çıkmaktadır.

3.4.2 Karbon Emisyonuna Fazladan Katkının Net Hasılası

Ormanlar odun üretimi, rekreasyon, yaban hayatı barınağı, su üretimi, sel ve erozyon kontrolü gibi birçok işlevleriyle birlikte karbon tutumu işleviyle sera gazları etkisini azaltmakta ve dolayısıyla küresel iklim değişiminin olumsuz etkilerinin azalmasında önemli rol üstlenmektedir.

Ekosistemde karbon üretimi ve karbon döngüsünü çözümleyerek anlamaya çalışmanın iki temel sebebi bulunmaktadır. Bunlardan birincisi tüm organik maddelerin karbon içermesi, ikincisi ise karbonun fizikokimyasal çevredeki çok önemli etkisinin olmasıdır. Karbon, oksidasyonun bir çıktısı olarak genellikle karbondioksit formunda bulunmaktadır. Bir başka deyişle, fosil yakıtların oksijenle yanma işlemi sonucunda veya canlıların solunumu neticesinde karbondioksit döngüsünün bir sonucu olarak açığa çıkmaktadır. Karbondioksitin, su buharı gibi bir sera gazı olması nedeniyle yerküre ve iklim üzerinde çok önemli bir etkisi bulunmaktadır (Anonymous 2004).

Karbon, karbondioksit döngüsü içerisinde iki şekilde bulunmaktadır. Bunlardan biri gaz, diğeri katı haldeki karbondur. Gaz hali, en iyi bilinen formdur. Fakat metan veya karbonmonoksit gibi bileşik halde de bulunabilmektedir. Bilindiği gibi karbondioksit (CO_2) fotosentez yoluyla bitkilerde katı haldeki karbona dönüşmekte ve bileşik halde glikoz ($C_6H_{12}O_6$) formunda depolanabilmektedir (Anonymous 2004).

Konunun bir diğer boyutu ise karbondioksitin kaynağı açısından yapılan incelemedir. Bu açıdan bakıldığında ise, enerji kaynağı olarak fosil yakıtların yanması neticesinde, yakılan katı yakıtın (kömür gibi) miktarından çok daha fazla miktarda CO_2 atmosfere gaz halinde salınmaktadır. Salınan bu gaz miktarı her geçen gün artarak büyümektedir. Atmosfere salınan CO_2 gazı, bilinen fotosentez reaksiyonunda su ile tepkimeye girmekte, ışık ve klorofil katalizörlüğünde glikoz ve odunun hammaddesi olan selüloza dönüşmektedir (Görücü ve Eker 2009).

Karbon değer hesaplamalarında kullanılan parametrelerin en önemlileri kuru odun kütlesindeki karbon miktarı, 1 kg odunun bağladığı CO_2 miktarı ve karbonun fiyatıdır. Ayrıca, fotosentez denkleminden de faydalanılarak,

$\boldsymbol{M_d x N_c x R_c}$ formülü türetilmiştir.

Formülde;

M_d: 1 kg kuru odun kütlesi ağırlığı
N_c: 1 kg kuru odun kütlesindeki karbon miktarı = 0,45
R_c: 44 atomik kütle birimine sahip CO_2'in, 12 atomik kütle birimine sahip karbona oranı (44/12) = **3,66** olmaktadır.

Yukarıdaki formül gereğince 1 kilogram odun kütlesinde bağlanan CO_2 miktarı **1,65 kg** olarak hesap edilmektedir (Görücü ve Eker 2009).

Bununla birlikte bağlanan CO_2'in bugünkü ekonomik değerini hesaplayabilmek üzere faiz oranı, idare süresi, karbon fiyatının girilerek, başlangıçtan itibaren bağlanan CO_2'in net bugünkü değeri bulunmaya çalışılmıştır. Karbonun değerinin hesaplanması ve parasal değer olarak karbon pazarına referans olabilecek baz değerin belirlenmesi açısından elbette farklı yöntem ve yaklaşımlar izlenebilmektedir. Bu çalışmada üzerinde durulan nokta, kuru madde ağırlığı ve karbonun odun dönüşüm oranları yönünden fiyatlandırılmasıdır.

Görücü ve Eker'in (2009) Kalıpsız'a (1982) atfen bildirdiğine göre; odunun kuru kütle ağırlığı çam türleri için hektarda ortalama 5 ile 8 ton arasında değişmektedir.

Usta'nın (1990) 35 yaşındaki II. bonitet (orta kötü) kızılçam ağaçlandırma sahaları için hazırladığı hasılat tablosunda hektardaki ortalama servet 187 m^3'tür.
Dolayısıyla 1 milyon hektarlık alanda 35 yaşında 2. bonitet kızılçam ağaçlandırma sahalarının toplam dikili ağaç serveti; 187 x 1.000.000 = **187.000.000 m^3**'tür.

İbrelilerde tepe tacı gövde hacminin %20'sini oluşturur ve karbon hesaplamalarında da bu %20'lik tepe tacı hacminin dikili gövde servetine eklenmesi gerekmektedir. Bunu eklemek amacıyla 1,2 çarpanı dikili gövde servetiyle çarpılır ve toplam tepe tacıyla birlikte toplam yeşil servet değeri bulunur. Bu çarpana, dallar ve tepe çarpanı da denilebilir. İbrelilerde kök odun miktarı dikili ağaç servetinin %15'ini oluşturduğundan toplam yeşil servet 1,15 ile çarpılarak toplam ağaç hacmi elde edilir. Toplam biyokütlenin kuru ton ağırlığını bulmak için de toplam ağaç hacmi ibreliler için 0,6 ile çarpılır. Bu aşamalardan sonra depo edilen karbon miktarını bulmak için ilgili formülden yararlanılarak toplam kuru biyokütle 0,45 ile çarpılır. Atmosferden tutulan CO_2 miktarı 3,66 kütle çevirim faktörü kullanılarak ton cinsinden hesaplanır ve böylelikle Çizelge 12 oluşturulur (Görücü ve Eker 2009).

Dolayısıyla, ağaçlandırma yapılacak olan 1 milyon ha II. bonitet saha için,35 yaşında, kök ve dallarıyla birlikte 258.060 milyon m^3'lük toplam ağaç hacmi hesaplanmıştır. Söz konusu ağaçlandırma sahaları, 35. Yılsonunda toplam 69.676.000 ton karbon depo edecek ve atmosferden 255.015.000 ton karbondioksit tutmuş olacaktır (Çizelge 12).

Çizelge 12 Tutulan toplam karbon ve karbondioksit miktarı

KIZILÇAM	ALAN	HACİM	TOPLAM GÖVDE HACMİ	TOPLAM YEŞİL SERVET	TOPLAM AĞAÇ HACMİ	TOPLAM KURU BİYOKÜTLE	TOPLAM KARBON MİKTARI	TOPLAM CO2 MİKTARI
YAŞ (YIL)	Ha	m3/ha	1000 m3	1000 m3	1000 m3	1000 m3	1000 m3	1000 m3
35	**1.000.000**	**187**	**187.000**	**224.400**	**258.060**	**154.836**	**69.676**	**255.015**

Arazilerin ağaçlandırılmadan önceki halinde tuttuğu karbon miktarının, Çizelge 13'den de anlaşılacağı üzere ağaçlandırılmış halinin yaklaşık %10'u kadar olabileceği dikkate alınmıştır. Ağaçlandırılması halinde arazilerin fazladan karbon tutma miktarı, hesaplanan toplam karbon miktarından %10 düşülmek suretiyle toplam miktar 0,9 ile çarpılmış ve sonuç 255.015.000 x 0,9 = **229.513.500 ton** olarak bulunmuştur.

Çizelge 13 Bazı Ekosistemlerin Karbon Depolama Kapasiteleri

Ekosistem	Karbon depolama (t C/ha)
Tropikal ormanlar	220
Ilıman ormanlar	150
Kuzey ormanları	90
Çayır ve meralar	15
Tarım alanları	5

(Görücü ve Eker 2009).

Karbon fiyatı, değişik kaynaklarda 10 $ (ABD Doları) ile 140 $ arasında gösterilmektedir. Kaynaklarda bildirildiğine göre, en düşük değeri önerenlerden biri olan İngiltere Hükümeti Ekonomi Servisi (GES), karbon fiyatını 35 $/ton olarak belirlemiştir (Clarkson ve Deyes 2002; Ahluwalia 2017; Görücü ve Eker 2009; Anonymous 2017). Birçok kaynakta daha yüksek değerler belirtilmesine rağmen, bu çalışmada karbon bedeli, tonu **20 $** ile **35 $** olarak iki ayrı fiyatlandırma şeklinde hesaplanmıştır.

Buna göre 35 yıllık idare süresi sonunda ağaçlandırma yapılacak olan bu sahalarda, oluşacak toplam kuru kütlenin atmosferden soğuracağı CO_2'in parasal değeri; ton fiyatı **20 $** için **4.590.270.000 $** (229.513.500 ton x 20 $), **35 $** için ise **8.032.972.500 $** (229.513.500 ton x 35 $) olarak hesaplanmıştır.

3.4.3 Buror Teras Yöntemi ile Fazladan Yapılacak Ağaçlandırmanın Toplam Arazi Hasıla Değeri

Karbon emisyonunun parasal net gelirini Türk Lirasına çevirip odun ürünün net gelirine ekleyerek, Faustmann formülüne göre **toplam arazi hasıla değeri** hesaplanmıştır.

Dolar değeri 2020 yılı ortalama TL alış değerine çevrildiğinde, ağaçlandırılacak olan 1 milyon hektar sahanın atmosferden soğuracağı CO_2'in parasal değeri; ton fiyatı **20 $** için, 4.590.270.000 x 7,01 = **32.177.792.700** TL ve ton fiyatı **35 $** için ise 8.032.972.500 x 7,01 = **56.311.137.225** TL olarak bulunmuştur.

Toplam Periyodik Net Arazi Hasıla Geliri = $\mathbf{A_{uT}}$ olursa;

$\mathbf{A_{uT}}$ = *İdare müddeti (35 yıl) boyunca elde edilen net odun hasıla geliri + İdare Müddeti (35 yıl) sonunda atmosferden soğrulan CO_2 net parasal değeri* olmaktadır.

Karbon fiyatı **20 $** için, *toplam periyodik net hasıla geliri* = $\mathbf{A_{uT1}}$ olursa;

$\mathbf{A_{uT1}}$ =34.836.230.000 + 32.177.792.700 = **67.014.022.700**TL,

Karbon fiyatı **35 $** için, *toplam periyodik net hasıla geliri* = $\mathbf{A_{uT2}}$ olursa;

$\mathbf{A_{uT2}}$ = 34.836.230.000 + 56.311.137.225 = **91.147.367.225** TL olmaktadır.

Toplam Arazi Hasıla Değeri:

$$\mathbf{B_u} = \frac{A_u + D_a 1{,}0P^{u-a} + D_b 1{,}0P^{u-b} + \cdots - c1{,}0P^{u}}{1{,}0P^{u} - 1} - V$$

formülü kullanılarak**,**

%2 Faiz ve **20 $** için, *toplam arazi hasıla değeri* = $\mathbf{B_{u2T1}}$ olursa;

$$\mathbf{B_{u2T1}} = \frac{67.014.022.700 + 8.318.147.253 - 24.667.861.989}{0{,}99989} - 7.772.000.000$$

= **42.897.881.651**TL olmaktadır.

%2 Faiz ve **35 $** için, *toplam arazi hasıla değeri* = $\mathbf{B_{u2T2}}$ olursa;

$$\mathbf{B_{u2T2}} = \frac{91.147.367.225 + 8.318.147.253 - 24.667.861.989}{0,99989} - 7.772.000.000$$

= **67.033.881.136**TL olmaktadır.

%3 Faiz ve **20 $** için, *toplam arazi hasıla değeri* = $\mathbf{B_{u3T1}}$ olursa;

$$\mathbf{B_{u3T1}} = \frac{67.014.022.700 + 9.170.644.924 - 34.707.864.000}{1,81386} - 5.181.333.333$$

=**17.685.262.559**TL olmaktadır.

%3 Faiz ve **35 $** için, *toplam arazi hasıla değeri* = $\mathbf{B_{u3T2}}$ olursa;

$$\mathbf{B_{u3T2}} = \frac{91.147.367.225 + 9.170.644.924 - 34.707.864.000}{1,81386} - 5.181.333.333$$

= **30.990.227.950**TL olmaktadır.

Çizelge 14 Fazladan ağaçlandırılacak 1 milyon ha alanın farklı faiz oranı ve karbon fiyatlarına göre hesaplanan toplam arazi hasıla değerleri (TL)

FAİZ ORANI %	KARBON FİYATI $	
	20	35
2	**42.897.881.651**	**67.033.881.136**
3	**17.685.262.559**	**30.990.227.950**

Not: Hesaplanan toplam arazi hasıla değerleri TL'ye dönüştürülmüştür.

Bu hesaplanan değerler **(B_{u2T1}, B_{u2T2}, B_{u3T1}, B_{u3T2});** %2 ve %3 faiz oranları ile tonu 20 $ ve 35 $ karbon fiyatları üzerinden ayrı ayrı hesaplanan, 1 milyon hektar arazinin ağaçlandırıldığı taktirde 35 yıllık idare süresi için, odun ürünü geliri ve karbon emisyon parasal değeri baz alınarak hesaplanan, **toplam bugünkü arazi hasıla değerlerini** (TL olarak) ifade etmektedir (Çizelge 14).

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Eğimli arazilerde teras yapmanın başlı başına birçok ekonomik, sosyal ve ekolojik faydaları vardır. Bugün ölçülebilen ekonomik faydaları toplam faydalar ile kıyaslandığında çok küçük kalır. Eğimli arazilerde erozyonun önlenmesi, sel kontrolü, temiz su üretimine katkıları ile ormancılık ve tarımsal üretime olan katkıları, teraslama çalışmalarının henüz ekonomik değeri ölçülemeyen faydaları olarak sayılabilir.

Bu çalışmada eğimli arazilerde insan gücü ile yapılan Gradoni Teras ile 2009 yılında geliştirilen mini kazı makineleri kullanılarak yapılan Buror Teras ekonomik tesis maliyeti açısından karşılaştırılmıştır. Yapılan çalışmada gerek Marmara Ormancılık Araştırma Müdürlüğünün çalışmasındaki tespitler ve gerekse de OGM 2020 Yılı Birim Fiyatları kullanılarak bir sonuca ulaşılmaya çalışılmıştır.

Yapılan hesaplama ve değerlendirme sonucunda 2020 yılı fiyatlarıyla 1 km Buror Teras yapmanın maliyeti insan gücü ile yapılan Gradoni Terasa göre 488 TL (%11) daha ucuz olmaktadır. Genel itibariyle teras yapmanın ekolojik, sosyal ve ekonomik faydaları bir kenara bırakılınca, sadece işçi ile yapılan Gradoni Teras yerine Buror Teras tercih edildiğinde, Türkiye'de bir yılda sırf teras tesis maliyeti açısından **97,6 milyon TL** tasarruf edilebileceği sonucuna ulaşılmıştır. 10 yıllık periyotta potansiyel teras yapılması gereken en az 2 milyon ha ağaçlandırma, yapay gençleştirme, erozyon kontrol, sel kontrolü ve de en önemlisi eğimli meyvelik ve tarımsal alanlarda yaklaşık 4,5 milyon km Buror Teras yapılması tercih edildiğinde, insan gücü ile yapılan terasa göre Türkiye için **2,2 milyar TL** tasarruf edilebileceği ortaya çıkmaktadır.

Mini ekskavatör kullanılarak Buror Teras yöntemini tercih etmek, işçi ile yapılan teraslara göre ülkemiz için önem arz eden işsizliğin azaltılması açısından bir sorun gibi algılanabilir. Buror Teras yöntemi, işçi ile yapılan teraslara alternatif olarak geliştirilmiş bir yöntem değildir. Ayrıca terasların daha ekonomik yapılması için de ortaya çıkarılmış bir yöntem değildir. İlk çıkış nedenlerinden biri, ağır bir işçilik gerektiren teras yapımı için işgücü bulunamamasıdır. Diğer nedeni de, işgücü bulunsa bile istenen teknik düzeyde teras yaptırılamamasıdır. Nitekim söz konusu yıllarda işçi ile yaptırılan terasların ağaçlandırma başarıları oldukça düşmekteydi. Buror Terasın 2009 yılında yapılan ilk uygulamalarında tesis maliyeti işçi ile yapılan terasın iki katı kadardı. Bu da

gösteriyor ki Buror Terasın ilk çıkışı ekonomik amaçlı değildi. İşçi terası yaptırmak için işgücünün bulunamaması ve işçi ile yaptırılan terasların verimliliğinin oldukça düşmesi nedenlerinden dolayı Buror Teras yöntemi geliştirilmiş ve uygulamaya sokulmuştur. İlk uygulamalarda işçi terasına kıyasla Buror Terasın tesis maliyeti daha fazla olmasına rağmen, daha sonraki yıllarda uygulama tecrübeleri ile iş veriminin artması sonucunda Buror Terasın maliyeti işçi ile yapılan gradoni terasa göre daha ucuz bir pozisyona gelmiştir. Üstelik elle teras yapmaya istekli işçi bulmak giderek zorlaşırken, Buror Teras yapan mini ekskavatör operatörü istihdamı ülke çapında oldukça artmış ve ayrı bir sektör olarak ortaya çıkmıştır.

Şenel'in (2009, 2011) uygulama tespitlerinde; Buror Terasın genişliği ve işlenmiş toprak derinliğinin insan gücü ile yapılan gradoni terasın yaklaşık iki katı kadar olduğu ve dolayısıyla Buror Terastaki toprağın su tutma kapasitesi, işçiyle yapılan gradoni terastakinden yaklaşık 4 kat daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Karaçorlu'nun (2017) yaptığı bir eğitim sunumunda; ilk defa Bursa Orman Bölge Müdürlüğü'nün 2009-2010 yıllarında geliştirerek uygulamaya başladığı ve adını da Buror Teras koyduğu, mini ekskavatörler kullanılarak %40'tan daha fazla eğimli arazilerde uygulanan yöntem sayesinde, dozerle arazi hazırlığı yapılamayan (%40'tan fazla eğimli) alanlarda başarılı ağaçlandırmalar yapılabildiği vurgulanmıştır.

Marmara Ormancılık Araştırma Enstitüsü'nün araştırmasına (Tandoğan vd. 2019) göre, aynı arazi koşullarında, deneme alanlarında yapılan Buror Teras ve işçi ile yapılan teraslara dikilen fidanların tutma ve yaşama başarıları ölçülmüş olup, Buror Terasa dikilen fidanların yaşama yüzdeleri yaklaşık %12 daha fazla çıkmıştır. Ayrıca yine aynı araştırmada kültür bakımları da kıyaslanmış, işçi ile teras yapılan yerlerde ot alma, çapa ve sürgün kontrolü ile bozulan terasların onarılması için daha fazla bir işgücüne ihtiyaç duyulduğu belirlenmiştir.

Yıldırımlı'nın (2019) yaptığı yüksek lisans tez çalışmasında; farklı arazi hazırlığı yöntemleri karşılaştırılmış ve Buror teras yöntemiyle toprak işlemede iletkenlik değerleri, organik madde miktarı, azot ve fosfor değerlerinin belirgin şekilde arttığı görülmüştür. Buror teras uygulanan sahalarda; diri örtü temizliği yapılmaması ve etrafta mineralce zengin olan toprağın teras yapılan yere taşınması sebebiyle fidan boyu ortalamasının en yüksek değerlere ulaştığı belirlenmiştir.

Göl ve Yel'in (2016) Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi Ağaçlandırma Sahasında yapmış oldukları araştırma sonuçlarında; Buror Teras yöntemi ile toprak hazırlığı yapılan sahaya dikilen fidanların, riperle tam alanda alt toprak işlemesi yapılan saha ile çift soklu pullukla yapılan terasta dikilen fidanlara göre en iyi çap ve boy gelişimini gösterdiği belirlenmiştir.

Melemez (2011) tarafından Bursa'da yapılan bir çalışmada; Çukurlu ve Hendekli Buror Teraslarda eğimli arazide elde edilen ortalama çalışma verimi tespit edilmiştir. Mini ekskavatörler ile yapılan çukurlu buror teraslarda iş verimi ortalama 20,25 m/sa, hendekli buror teraslarda ise 34,12 m/sa olarak bulunmuştur. Bu değerler insan gücü maliyeti ve yapılan işin verimliliği dikkate alındığında, makinalı çalışmanın daha ekonomik ve verimli olduğu belirlenmiştir.

Bekiroğlu'nun (2002) çalışmasında, ormancılıkta söz konusu olabilecek değerler, değer belirleme yöntemleri ve bunlarla ilgili kavramlar irdelenmiş ve ormanı oluşturan öğelerden; orman arazisinin, ağaç servetinin, ormanın ve orman alanlarına yakın tarım arazilerinin değerleri belirlenmiştir. Ayrıca söz konusu çalışmada, değer belirleme işlemlerinde sonucu etkileyen faktörler saptanmış ve ormancılıkta uygulanabilecek faiz oranı hesaplanmıştır. Ormancılıkta kullanılabilecek faiz oranı söz konusu çalışmada oldukça düşük olarak ve %0,04 ile %1,7 arasında bulunmuştur. Faiz oranlarının; yatırımın uzun vadeli olması, meşcerelerdeki artımın düşük olması, elde edilen ürün çeşidi fiyatlarının düşük olması ve tarım arazisi sahiplerinin arazilerine onlardan elde edecekleri gelirler dışında değerler atfetmelerine bağlı olarak düşük çıktığı kanaatine varılmıştır. Ormanlarla ilgili değer belirleme çalışmalarında, ormanı işletmekte olanların yanlış kararlar doğrultusunda işletmecilik yapabileceklerinin dikkate alınması ve değer belirlemede ormanın en iyi kullanımının esas alınması önerilmiştir.

Bugün Türkiye'de dozer ve işçi ile bile yapılamayacak ama sadece Buror Teras yöntemi ile teras yapılarak ağaçlandırma yapılabilecek tahminen 1 milyon ha civarında eğimli arazi vardır. Bu sahalarda, 35 yıllık idare süresi ile kızılçam ağaçlandırması yapılması durumunda, sadece odun ürün geliri baz alındığında **Arazi Hasıla Değeri;** %2 faiz oranına göre **10.716.549.005TL**, %3 faiz oranına göre ise –**54.691.297TL** olarak bulunmuştur. Buradan anlaşılacağı üzere, sadece odun ürün geliri hedeflenerek söz konusu 1 milyon hektar arazide ağaçlandırma yapıldığında, %2 faiz oranı işletildiğinde

arazi hasıla değeri pozitif sonuç vermekte, %3 faiz oranı işletildiğinde ise arazi hasıla değeri negatif sonuç vermektedir.

Görücü ve Eker (2009) tarafından Kahramanmaraş Elmalar Orman İşletme Şefliği Ayvalı Baraj Havzasında III. bonitet kızılçam sahalarında karbon ekonomisini belirlemeye yönelik yapılan araştırmada; 105,5 hektarlık alanda 17.616 m^3 toplam kızılçam ağaç hacminin depoladığı, toplam karbondioksit miktarının 17.408 ton olduğu, 1 hektarlık sahada tutulan karbondioksit miktarının da yaklaşık 167 ton olduğu hesaplanmıştır. Karbon değer hesabında ise 1 ton karbonun topluma yüklediği maliyet 35 $ olarak alınmış ve 40 yıllık idare süresi için kızılçam meşcerelerinin bulunduğu araştırma alanında bağlanan CO_2'in toplam brüt değeri 584.412 $ olarak hesaplanmıştır.

2020 ortalama dolar alış kuruna (7,01 TL) göre Türk Lirasına çevrildiğinde karbon emisyon brüt değeri 4.096.728 TL olmaktadır. 105,5 hektar sahanın karbon ekonomisine katkısının net bugünkü değeri ise 220.437 $ olarak hesaplanmıştır. Bu değer de yine Türk Lirasına çevrildiğinde, net bugünkü değer 1.545.263 TL olmaktadır.
Bu çalışmada ise karbon bedeli, tonu **20 $** ile **35 $** olarak iki ayrı fiyatlandırma şeklinde hesaplanmıştır. Ağaçlandırılacak olan 1 milyon ha II. bonitet sahada 35 yaşında atmosferden 255.015.000 ton karbondioksit tutulmuş olacaktır. Arazilerin ağaçlandırılmadan önceki halinde tuttuğu karbon miktarı, ağaçlandırılmış halinin yaklaşık %10'u kadar olabileceği dikkate alınmıştır. Ağaçlandırılması halinde arazilerin fazladan karbon tutma miktarı, hesaplanan toplam karbon miktarından %10 düşülmek suretiyle **229.513.500 ton** olarak bulunmuştur. Buna göre 35 yıllık idare süresi sonunda ağaçlandırma yapılacak olan bu sahalarda, oluşacak toplam kuru kütlenin atmosferden soğuracağı CO_2'in parasal değeri; ton fiyatı **20 $** için **4.590.270.000 $, 35 $** için ise **8.032.972.500 $** olarak hesaplanmıştır. Dolar değeri yine 2020 yılı ortalama TL alış değerine (7,01 TL) çevrildiğinde, ağaçlandırılacak olan 1 milyon hektar sahanın atmosferden soğuracağı CO_2'in parasal değeri; ton fiyatı **20 $** için **32.177.792.700** TL ve ton fiyatı **35 $** için ise **56.311.137.225** TL olarak hesaplanmıştır.

Daha önce hesaplanmış olan odun ürünü hasıla gelirine, hesaplanan karbon emisyon parasal değeri de eklendiğinde, **Toplam Arazi Hasıla Değeri;** %2 faiz oranında karbonun tonu 20 $ olarak alındığında **42.897.881.651 TL**, 35 $ olarak alındığında **67.033.881.136 TL** olmakta, %3 faiz oranında ise karbonun tonu 20 $ olarak alındığında **17.685.262.559 TL**, 35 $ olarak alındığında **30.990.227.950 TL** olmaktadır.

Ağaçlandırma yapmanın odun ürünü elde etme faydası dışında; CO_2 emisyonu, erozyonu önleme, sel kontrolü, temiz su üretimi, rekreasyon, ekoturizm vb. gibi sayılabilecek çok önemli faydalar sağladığı bilinen bir durumdur. Sağlanan bu faydaların hepsinin, sosyal olduğu kadar ekonomik karşılıkları da mutlaka vardır. Bu çalışmada, odun ürünü yanında sadece karbon emisyonunun ekonomik getirisi hesaplanmıştır. Yalnızca odun ürünü getirisi baz alınıp faiz oranı %2 uygulandığında arazi hasıla değeri pozitif çıkmakta, faiz oranı %3 uygulandığında ise arazi hasıla değeri negatif olmaktadır. Karbon emisyon parasal değeri de hesaplamaya katılınca, uygulanan hem %2, hem de %3 faiz oranlarında oldukça büyük pozitif arazi hasıla değerleri ortaya çıkmaktadır. Ağaçlandırmanın kazandıracağı diğer sayılan faydaların da ekonomik getirileri hesaplanabilirse, arazi hasıla değerlerinin kat ve kat daha yüksek pozitif değerlere çıkacağını tahmin etmek güç değildir.

Bütün bu verilerden hareketle, Buror Terasın işçi gücü ile yapılan terasa göre daha verimli olmasının yanında tesis maliyeti de ekonomiktir. Ayrıca işçi ve dozerle bile çalışılamayan ancak sadece Buror Teras yöntemi ile teras yapılarak ağaçlandırılabilecek arazilerden önemli ölçüde ekonomik getiri elde edebilmek mümkündür.

Dünya ölçeğinde Buror Teras kullanıldığında ise elde edilebilecek ekonomik getirinin yüz milyar liraları çok fazla aşabileceğini tahmin etmek zor değildir.

Sonuç olarak, Buror Teras yöntemi ağaçlandırma, erozyon kontrol ve sel kontrol amacıyla tüm dünyada kullanılabilirse, dünya ekolojisi ve ekonomisi için önemli faydalar sağlayabileceği varsayılabilir. Bunların yanında Buror teras yöntemiyle teras yapma geleneksel olarak işçi gücü ile yapılan teras miktarını düşüreceğinden kırsal istihdama olumsuz etkisi söz konusu edilebilir. Ancak son yıllarda özellikle kırdan kente göçün hızlanmasıyla orman köylerinde genç nüfusun çok azalması zaten işçi bulmanın önünde büyük bir engel olarak duruyordu. Bu nedenle ağaçlandırmanın ve teras yapımının önündeki dar boğazlardan birisi olan işçi bulamama sorunu da Buror teras yöntemiyle bertaraf edilmektedir.

KAYNAKLAR

Ahluwalia, M., B., 2017. The Business of Pricing Carbon How Companies are Pricing Carbon to Mitigate Risks and Prepare for a Low-Carbon Future, Center for Climate and Energy Solutions, 2017, Arlington, ABD.

Anonim, 2013. OMO Ağaçlandırma Yönetmeliği ve Özel Ağaçlandırma Mevzuatı, Pdf.

Anonim, 2013-2. Paranın Zaman Değeri Tabloları, https://www.academia.edu/10131562/Paran%C4%B1n_Zaman_De%C4%9Feri_Tablolar%C4%B1 Erişim Tarihi 01.05.2021 saat 17:25

Anonim, 2015. Türkiye Orman Varlığı 2015, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.

Anonim, 2018. Ağaçlandırma Teknikleri, OGM Ağaçlandırma Dairesi Başkanlığı Eğitim Sunusu.

Anonim, 2019. Ülkemizdeki Potansiyel Ağaçlandırma Alanları, OGM Ağaçlandırma Dairesi Başkanlığı Eğitim Sunusu.

Anonim, 2020. OGM 2020 yılı "Ağaçlandırma, Rehabilitasyon, Toprak Muhafaza, Erozyon ve Sel Kontrolü, Mera Islahı, Fidanlık Çalışmaları, Silvikültür ve Etüt Proje İşlerine Ait Birim Fiyat Cetveli".

Anonim, 2021. Faiz ve Paranın Zaman Değeri, https://cdn-acikogretim.istanbul.edu.tr/auzefcontent/19_20_Guz/muhasebe/10/index.html Erişim tarihi 24/04/2021 saat 14:16

Anonymous, 2004. Trees and Carbon. Environmental Science Activities for the 21st Century (ESA21), https://esa21.kennesaw.edu/activities/trees-carbon/trees-carbon.pdf Erişim Tarihi: 30.04.2021 saat 14:30

Anonymous, 2017. The social cost of carbon, Carbon Brief Clear on Climate. **https://www.carbonbrief.org/qa-social-cost-carbon** Erişim Tarihi: 30.04.2021 saat 14:50

Aşk, K., Aydemir, H.,1967. Tokat'ta Arazi Onarım Banketleri Üzerinde Bazı Denemeler, Or.Araş. Enstitüsü Teknik Bülten Serisi, No. 21,1967, Ankara.

Ayık, C., Yılmaz, H., 1991. Diri Örtü Temizliği ve Toprak işleme Ekipmanlarının, Ağaçlandırma Sahalarının Toprakları Üzerindeki Etkileri, Teknik Bülten No:155, Kavak ve Hızlı Gelişen Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü No:1991-1, İzmit.

Bekiroğlu, S., 2002. Arazi ve Orman Değerinin Saptanması Konusunda Araştırmalar (Ayvalık Örneği), İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri: A, Cilt: 52, Sayı: 2, İstanbul.

Boydak, M., Zoralioğlu, T., 1992. Eskişehir-Karasakal Yöresi Yarı Kurak Alanların Ağaçlandırılmasında Makineli Arazi Hazırlığı Yöntemleri Üzerine Araştırmalar, *İstanbul Ü. Orman Fak. Dergisi*, Seri: A, Cilt: 42/2, İstanbul.

Boydak, M., Çalışkan, S., 2014. Ağaçlandırma, Ormancılığı Geliştirme ve Orman Yangınları ile Mücadele Hizmetlerini Destekleme Vakfı (OGEM-VAK)Yayını, s.323-335, İstanbul.

Clarkson, R., Deyes, K., 2002. Estimating the Social Cost of Carbon Emission, Government Economic Service Working Paper 140, London.

Çepel, N., 1985. Ağaçlandırma Çalışmalarında Uygulanan Arazi Hazırlığına İlişkin Mekanizasyonun Ekolojik Sonuçları, *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi* Sayı:1, İstanbul.

Daşdemir, İ., Şahin, A., 2002. Bartın Yöresi Ağaçlandırma Alternatiflerinin Ekonomik Değerlendirilmesi, *ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, Sayı:4, Bartın.

Daşdemir, İ. 2018. Orman İşletme Ekonomisi (4.Baskı), Bartın Üniversitesi Yayın No:10, Orman Fakültesi Yayın No:6. ISBN:978-605-60882-8-5, 407 s., Bartın.

Fırat, F., 1971. Ormancılık İşletme İktisadı, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları,Yayın No:156, s. 195-202, İstanbul.

Göl, C., Yel, S., 2016. Ağaçlandırma çalışmalarında farklı toprak hazırlığı uygulamalarının fidan gelişimi üzerine etkilerinin değerlendirilmesi, *Türkiye Ormancılık Dergisi, 17*(2), 125-131., Çankırı.

Görücü, Ö., Eker, Ö., 2009. Kahramanmaraş Ayvalı Baraj Havzasında Karbon Emisyonu ve Ekonomisi Üzerine Araştırmalar, *II.Ormancılıkta Sosyo-Ekonomik Sorunlar Kongresi 19-21 Şubat 2009, SDÜ, Isparta.*

Görcelioğlu, E.,1996. Ağaçlandırma Alanlarında Su ve Toprak Koruma Amacıyla Kullanılan Teraslar ve Orman Yollarında Erozyon Kontrolü, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi Sayı:2, İstanbul.

Kantarcı, D., 1982. Ağaçlandırmalarda Toprak İşlemesi Usullerinin Yetişme Ortamındaki Besin Maddeleri ve Bitkisel Kütle Üretimi Üzerine Etkileri, Türkiye'de Hızlı Gelişen Türklerle Endüstriyel Ağaçlandırmalar Sempozyumu, s. 191 -206, Ankara.

Kantarcı, D., 1983. Türkiye'de Arazi Yetenek Sınıfları İle Arazi Kullanımının Bölgesel Durumu, İ.Ü.Orman Fakültesi Matbaa Teknisyenleri Basımevi, İstanbul.

Kantarcı, D., 2005. Türkiye'nin Yetişme Ortamı Bölgesel Sınıflandırması ve Bu Birimlerdeki Orman Varlığı ile Devamlılığının Önemi, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No:484, İstanbul.

Karaçorlu, N., 2017. Gelişen Teknoloji İle Yeni Toprak İşleme Metotları, Orman Mühendisleri Odası 2023'e Doğru 4.Doğa ve Ormancılık Sempozyumu, Antalya.

Keleş, S., Bulut, S., 2014. Aynıyaşlı ve Değişikyaşlı Orman Formlarının Orman Ekosistem Fonksiyonları Kapsamında Karşılaştırılması, II. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu, Isparta

Melemez, K., 2011.Teras Ağaçlandırmalarında Kullanılan Mini Ekskavatörlerin Çalışma Verimliliğinin İncelenmesi, *Bartın Üniversitesi Orman Fakülte Bartın Orman Fakültesi Dergisi* 2011, Cilt: 13,Sayı: 20, s. 90-100.

Öztürk, A., Türker, M., F., 1991. Devlet Orman İşletmelerinde Faustmann Formülü Yardımıyla Arazi Değerinin Hesaplanması, *Artvin Orman Fakültesi Dergisi,* http://ofd.artvin.edu.tr/tr/download/article-file/25574,
Erişim Tarihi: 01.02.2021 saat 14:10

Sarı, M., 2006. Arazi Kullanım ve Erozyon İlişkisi,
https://www.scribd.com/doc/15758481/03-Arazi-Kul-ve-Erozyon-İlişk-

Erişim tarihi: 7 Ocak 2021 saat 13:31

Şenel, R., 2009. Ağaçlandırmada Devrim, *Orman ve Av Dergisi*, Sayı: 6, Cilt: 85, s. 37-40.

Şenel, R., 2009-2. Buror Teras, Sunu.

Şenel, R., 2011. Türk Ormancısının Geliştirdiği Yöntem Buror Teras, *Orman ve Av Dergisi,* Mart-Nisan 2011, Sayı: 2, Cilt: 88, s.14-17.

Şenel, R., 2012. Buror Teras. Sunu, https://bursaobm.ogm.gov.tr/Documents/BurorTeras/burorteras.pdf Erişim Tarihi: 21.01.2021.

Tandoğan, M., Özdemir, M., Aslan, M., Şahin, N., Dündar, M., Çetin, B., Şenel, R.ve Ala, B.,2019. Bursa Yöresindeki Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ve Fıstıkçamı (*Pinus pinea* L.)Ağaçlandırmalarının Başarısı Açısından Terasların Değişik Teras Uygulamaları ile Karşılaştırılması, Marmara Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Araştırma Projesi No:10.1301/2013-2018-2019 (Yayınlanmamış araştırma)

Topçu, P., 2012. Tarım Alanlarının Korunması ve Etkin Kullanılmasına Yönelik Politikalar Uzmanlık Tezi, T.C. Kalkınma Bakanlığı İktisadi Sektörler ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü Yayın No: 2836

Türker, M. F., 2020. Ormancılık İşletme Ekonomisi, Güncellenmiş ve Genişletilmiş 3. Baskı Ormancılık ve Tabiatı Koruma Vakfı Yayın No:6 Trabzon, 2020

Usta, H., Z., 1990. Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Ağaçlandırmalarında Hasılat Araştırmaları, Ormancılık Araştırma Yayınları Teknik Bülten Serisi No:219, Antalya.

Yıldırımlı, G., 2019. Armutlu (Yalova) Yöresindeki Farklı Makineli Arazi Hazırlığı Yöntemlerinin Toprak Özelliklerine ve Fıstık Çamı (*Pinus pinea* L.) Fidanlarının Gelişimine Etkisi, Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Düzce.

Yücesan, Z., 2016. Silvikültür Tekniği Sunum 1, https://www.ktu.edu.tr/silvikultur-silvikulturteknigi Erişim tarihi 24.03.2021 saat 09:40

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Recai Şenel

Doğum Yeri : Ardahan

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce ve Fransızca (Temel seviyede)

Adres : Orman Bölge Müdürlüğü, Menteşe/MUĞLA

E-posta : recaysenel@hotmail.com

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Ardahan Lisesi 1980

Lisans : K.T.Ü Orman Fakültesi Orman Mühendisliği 1985

Yüksek Lisans: Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü 2021

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl

-14. Amenajman Heyeti'nde işçi mühendis 1985
-Çerkeş Orman İşletme Müdürlüğü işçi mühendis 1985-1986
-Ardahan Orman İşletme Müdürlüğü işçi mühendis 1986-1987
-Yedek Subay (İstihkam asteğmen) Askerlik (İzmir ve Adapazarı) 1987-1988
-Ardahan Orman İşletme Müdürlüğü işçi mühendis 1988-1989
-Ayancık Orman İşletme Müdürlüğü Orman Mühendisi 1989
-Türkeli (Sinop) Orman İşletme Müdürlüğü Zindan Orman İşletme Şefliği 1990-1993
-Manavgat Orman İşletme Müdürlüğü Manavgat Orman İşletme Şefliği 1993
-Ilgaz Orman İşletme Müdürlüğü Yenice Orman İşletme Şefliği 1993-1996
-Ilgaz Orman İşletme Müdürlüğü İşletme Müdür Yardımcılığı 1996-1997
-Azdavay (Kastamonu) Orman İşletme Müdürlüğü 1997-2000
-Karadere (Kastamonu) Orman İşletme Müdürlüğü 2000
-Azdavay (Kastamonu) Orman İşletme Müdürlüğü 2000-2001
-Bursa Orman Bölge Müdürlüğü Silvikültür Şube Müdürlüğü 2001-2014
-Muğla Orman Bölge Müdürlüğü Silvikültür Şube Müdürlüğü 2014-2021

Yayınları (SCI ve diğer)

1- Ağaçlandırmada Devrim. Orman ve Av Dergisi, Kasım - Aralık 2009
2- Türk Ormancısının Geliştirdiği Yöntem "Buror Teras". Orman ve Av Dergisi, Mart - Nisan 2011
3- Sahilçamı+Fıstıkçamı Endüstriyel Odun+ Fıstık Üretim Amaçlı Ağaçlandırma: Analiz ve Değerlendirme. Orman ve Av Dergisi, Kasım - Aralık 2012
4- Kızılçamın Fatihi: Mehmet YAKA (Röportaj). Orman ve Av Dergisi, Mayıs -Haziran 2016
5- Orman Mühendislerimiz Ormana Yabancılaşıyor mu? Orman ve Av Dergisi, Kasım - Aralık 2018