



T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KAYIN (*Fagus orientalis*, Lipsky) EKOSİSTEMLERİNDE
FARKLI SAHA HAZIRLAMA İŞLEMLERİNİN BESİN
KAYBINA ETKİSİ

Yusuf SOYSAL

HAZİRAN 200



T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KAYIN (*Fagus orientalis*, Lipsky) EKOSİSTEMLERİNDE FARKLI
SAHA HAZIRLAMA İŞLEMLERİNİN BESİN KAYBINA ETKİSİ

Yusuf SOYSAL

DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALINDA
YÜKSEK LİSANS DERECESESİ İÇİN GEREKLİ ÇALIŞMALARI
YERİNE GETİREREK
ONAYA SUNULAN TEZ

HAZİRAN 2008

ABSTRACT

EFFECTS OF SITE PREPARATION METHODS ON SOIL PRODUCTIVITY IN EASTERN BEECH (*Fagus orientalis* Lipsky) ECOSYSTEMS

Yusuf SOYSAL

Master of Science: Department of Forest Engineering

Advisor: Associate Professor Dr. Oktay YILDIZ

June 2008, 56 pages

Forestry operations have an impact on soil physical, biological and chemical properties. Extend of impact may vary with soil and forest types. However, extend and durations of these changes have not clearly documented. Data are available for short-term studies. But, results from short-term experiments may not be adequate to speculate for the long-term predictions.

Eastern beech (*Fagus orientalis* Lipsky) is one of the most important tree species of Turkey in terms of wood production. The understories of beech forest in the Black Sea region are occupied with very dense purple –flowered rhododendron (*Rhododendron ponticum* L.). Since these woody weed prevent seed germination and seedling growth it must be cleared from the site during the regeneration of beech stands.

Different site preparation and weed control techniques have been used for many years. However, machine (bulldozer equipped with a rake) becomes the sole technique lately. But, using machine for site preparation may remove some of the top

soil during the operation. Thus these methods may result in significant nutrient losses from the ecosystem and eventually reduce seedling growth.

The objectives of this study, to investigate the effects of different site preparation methods on some of the soil physical and chemical properties and long-term site productivity in beech natural regeneration sites in the western Black Sea region.

Two of the experimental sites were chosen from beech stands located in the Deredibi Forest Management Cheifship of the Akçakoca Management Directorate ($31^{\circ} 07' 53''$ N, $40^{\circ} 59' 46''$ E and $31^{\circ} 07' 37''$ N, $40^{\circ} 59' 46''$ E). These two experimental sites are 750 m above the sea level and one is on the north aspect with an average 35 % slope and the other One is facing northwest aspect with 10- 20 % slope. The third block is located in an inland site compared to the other two blocks ($40^{\circ} 41' 04''$ N, $31^{\circ} 19' 17''$ E). The elevation of the third block is about 1050 m and it is facing North aspect with an average of 30 % slope.

Randomized block design were used for the experiment. Weeds were cleared from the sites using labor force (grubbing), prescribed fire and bulldozer during a mast year of the beech in 2006. Understory were sampled on 6 randomly chosen 1 m² sampling quadrates before the treatment on each block. Biomass of above and below-ground part of understory and their macro-nutrient contents were calculated as kg on a hectare base. Forest floor organic matter (OM) was sampled on 5 randomly chosen spot on each experimental unit. Then OM biomass and nutrient contents were calculated. Intact soil core samples were taken from 0-10 and 10-20 cm depth on 5 randomly chosen locations on each experimental unit. And 5 soil profiles on randomly chosen spots on each block were dug. Then soil depth, nutrient content, pH, texture of soil were determined.

Data revealed that there are 45 ton understory biomass containing at least 22 ton carbon (C), 300 kg nitrogen (N), and 15 kg phosphorus (P) per hectare forests. There are 64 % less forest-floor organic matter (OM) biomass on burned and machine cleared sites than those of the grubbing sites. Organic matter C on the machine site is 3.5 times less than those of the control and grubbing sites. Nitrogen, P, calcium (Ca) and magnesium (Mg) content of the OM on machine site were 4.4, 4.2, 7.3 and 4.1 times less than those of control and grubbing sites, respectively. Potassium content of OM on machine site is 3.4 times less than that of grubbing site.

Soil bulk densities in the first 10 and 20 cm soil depth are 34 % and 26 % higher on machine sites than those of the other treatments, respectively. Soil cation exchange capacities (CEC) are 31 % lower in control and machine sites than those of the grubbing and burning sites. Grubbing and burning sites have half a degree higher soil pH than those of machine and control sites.

The first 20 cm soil depth have 32 and 20 % lower C and N content in machine site than those of the burned and control sites. Soil K content on machine site is 45 % lower than those of grubbing and control sites. Soil Ca content on machine site is 4.2 times less than that of grubbing site.

Key words: Ecosystem, sustainability, productivity, beech, rhododendron, site-preparation, Düzce

ÖZET

KAYIN (*Fagus orientalis* Lipsky) EKOSİSTEMLERİNDE FARKLI SAHA HAZIRLAMA İŞLEMLERİNİN BESİN KAYBINA ETKİSİ

Yusuf SOYSAL

Yüksek Lisans: Orman Mühendisliği Bölümü

Tez Danışmanı: Doç.Dr. Oktay YILDIZ

Haziran 2008, 56 sayfa

Ormancılık faaliyetleri toprak ve orman tipine göre etkileri değişmekle birlikte toprağın fiziksel, biyolojik, kimyasal özelliklerini değiştirmektedir. Fakat bu değişimlerin süresi ve verimliliğe etkileri belirgin olarak ortaya konmamıştır. Kısa vadeli bazı çalışma sonuçları bulunmasına rağmen kısa vadeli veriler uzun vadeli etkileri tahmin etmede yetersiz kalabilmektedir.

Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) Karadeniz Bölgesi ormanlarının odun üretimi açısından en önemli ağacıdır. Kayın ormanlarının alt tabakasında çok sık olarak bulunan orman gülü (*Rhododendron ponticum* L.) tüm sahalarda tohum çimlenmesini ve fidan büyümesini olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle ormanda yapılan gençleştirme çalışmaları sırasında orman gülünün temizlenmesi gerekmektedir.

Yıllardır bu ormanlarda çok farklı diri-örtü temizliği ve saha hazırlama yöntemleri kullanılmış olmasına rağmen son yıllarda taraklı-dozerle diri örtü temizliği en çok hatta tek başına kullanılan yöntem haline gelmiştir. Fakat dozerle

diri örtü temizliği sırasında organik madde (OM) ve bir miktar üst toprağın taşınmasının ekosistemde önemli besin kayıplarına yol açabileceği ve hatta gençlikte beslenme sorunları yaratabileceğine dair kuşku doğmuştur.

Bu nedenle bu çalışmanın amacı, Karadeniz kayın ekosistemlerinde doğal gençleştirme sırasında uygulanan farklı saha hazırlama işlemlerinin toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine ve uzun vadede toprak verimliliğine etkileri araştırılmıştır.

Araştırma sahaları, Batı Karadeniz kayın ekosistemlerini temsilen Bolu Orman Bölge Müdürlüğüne Bağlı kayın meşcerelerinden belirlenmiştir. Deneme alanlarından ilki Akçakoca Orman İşletme Müdürlüğü, Deredibi Orman İşletme Şefliği'nde ve kuzey bakıda (AK: Akçakoca Kuzey) $31^{\circ} 07' 53''$ kuzey enlemi ile $40^{\circ} 59' 46''$ doğu boylamında, ikincisi ise aynı yerde fakat kuzey batıda (AKB: Akçakoca kuzeybatı) $31^{\circ} 07' 37''$ kuzey enlemi ile $40^{\circ} 59' 46''$ doğu boylamında yaklaşık 750 m yüksekliklerde bulunmakta olup AK bloğunun eğimi yaklaşık % 35 AKB bloğunun eğimi ise % 10-20 arasındadır. Kıyıda daha iç bölgede bulunan diğer araştırma sahası Düzce Orman İşletme Müdürlüğü Asar Orman İşletme Şefliği sınırlarında $40^{\circ} 41' 04'' - 41^{\circ} 41' 02''$ kuzey enlemleri ile $31^{\circ} 19' 17'' - 31^{\circ} 19' 20''$ doğu boylamları arasında yer almaktadır. Denizden yüksekliği 1050 m olup kuzey bakıda yer almakta ve % 30 eğime sahiptir. Çalışmada arazi koşullarındaki değişkenlik dikkate alınarak en uygun deneme deseni olduğu kararlaştırılan Tamamen Rast gele Blok Deseni kullanılmıştır. Kayında bol tohumun olduğu 2006 yılı sonbaharında diri-örtü sahadan insan gücü, kontrollü yangın ve makine kullanılarak uzaklaştırılmıştır.

Her blokta işlemlerden önce rast gele yöntemle 6 adet 1 m^2 lik diri-örtü örnekleme üniteleri oluşturulmuştur. Diri-örtünün toprak-üstü, toprak-altı kısmı ve

kuru madde oranı belirlenmiştir. Daha sonra hektardaki toplam diri-örtü biyokütlesi hesaplanmıştır. Ayrıca örneklerden makro besin analizleri yapılmış ve toplam besin miktarları hesaplanmıştır. Her bir deneme ünitesinde rast gele belirlenen 5 noktadan ölü-örtü tamamen toplandıktan sonra OM biokütlesi ve içerdiği besin elementleri miktarları hesaplanmıştır. OM örnekleri alındıktan sonra aynı yerden 0–10 ve 10–20 cm derinliklerden toprak örnekleri alınmıştır. Ayrıca her deneme ünitesinden rast gele belirlenen 5 noktada toprak profilleri açılmıştır. Toprak örnekleri ve profillerden hacim ağırlığı, toprak derinliği, besin içeriği, pH, fiziksel analiz, iskelet oranı vb. bilgiler elde edilmiştir.

Yapılan analizler sonucu ormanın alt tabakasında hektarda yaklaşık 45 ton ormangülü bulunduğu belirlenmiştir. Ayrıca ormangülünün en az 22 ton karbon (C) depoladığı ve en az 300 kg azot (N), 15 kg fosfor (P) içerdiği belirlenmiştir.

Yakma ve dozer kullanılan sahalarda işçi ile diri-örtünün söküldüğü sahalardan yaklaşık % 64 daha az ölü-örtü organik maddesi bulunmaktadır. Makineli işlem gören sahalarda bulunan organik madde C'sinin kontrol ve işçi ile işlem gören sahalara oranla yaklaşık 3.5 kat azaldığı belirlenmiştir. Yine makineli işlem görmüş sahalarda işçi ile diri- örtü sökümü yapılan ve hiç işlem yapılmayan sahalara oranla yaklaşık 4.4 kat daha az N, 4.2 kat daha az P, 7.3 kat daha az kalsiyum (Ca) ve 4.1 kat daha az magnezyum (Mg) olduğu hesaplanmıştır. Ayrıca makineli işlem görmüş sahalarda ölü-örtünün potasyum K içeriğinin işçi ile diri-örtü sökümü yapılan sahalardakinden yaklaşık 3.4 kat daha az olduğu bulunmuştur. Dozerle çalışma yapılan sahalarda toprağın diğer sahalara oranla ilk 10 cm'sinin % 34, ilk 20 cm'sinin ise % 26 daha fazla sıkıştırıldığı hesaplanmıştır. Hiç işlem görmemiş sahalarda en fazla tahrip gören dozerle işlenen sahalarda toprağın katyon değişim kapasitesi (KDK)'sı işçi ile söküm yapılan ve yakılan sahalardan yaklaşık % 31 daha

düşük çıkmıştır. İşçi ile sökülme yapılan ve yakılan sahalarda toprak tepkimesinin hiç işlem görmemiş ve dozerle üst toprağın sıyrıldığı sahalara oranla yaklaşık yarım pH birimi arttığı ortaya çıkmıştır. Toprağın ilk 20 derinliğinde dozerle işlem görmüş sahalardaki C ve N miktarları yakma ve kontrol sahalara olduğundan yaklaşık % 32 ve % 20 daha düşük çıkmıştır. Dozerle işlem görmüş sahalardaki K miktarı ise işçi ile diri-örtü sökülme yapılan ve hiç işlem yapılmayan sahalara ortalamasından yaklaşık % 45 daha azdır. Dozerle işlem görmüş sahalardaki Ca miktarı ise işçi ile diri-örtü sökülme yapılan sahalardan yaklaşık 4.2 kat daha düşük çıkmıştır.

Anahtar kelimeler: Ekosistem, sürdürülebilirlik, verimlilik, kayın, orman gülü, saha hazırlama, Düzce

TEŞEKKÜR

Birçok kişinin ne işe yarayacağını hala bilemediği bu yüksek lisans çalışmasını yapmam için beni ikna eden ve çalışmalar sırasında gece gündüz rahatsız ettiğim arkadaşım ve tez danışmanım Oktay YILDIZ'a, ayrıca alınmasınlar diye Derya EŞEN'e, Murat SARGINCI'ya, Bülent TOPRAK'a, Yaşar Selman GÜLTEKİN'e ve arazide iz sürmemize yardım eden beyaz adam Seyfettin UZ'a, teşekkür ederim.

Yüksek lisans yapmam yönünde beni teşvik eden ve hala aklıma geldikçe andığım eski müdürüm Enver KARA'ya, çalışma alanı ve ekipmanı konusunda yardımlarını esirgemeyen eski Silvikültür Şube Müdürüm Hüseyin VARDAR'a teşekkür ederim.

Her seferinde tez için fakülteye gidiyorum diyerek yalan söylediğim İşletme Müdürüm Kerim GENÇOĞLU'na verdiği izinler adına teşekkür ederim.

Arazi çalışmalarım sırasında bana mecburen yardım eden Deredibi Orman İşletme Şefliği personeli olan Hüseyin COŞAR'a, Remzi ÇALIŞKAN'a, Cenati CAP'a, Murat ÖZKAL'a, H.Ali BİLEN'e, Arif COŞAR'a ve Yılmaz DEMİRTAŞ'a, ayrıca benden iş alabilmek için yağ çekip işgücü temininde yardımlarını gördüğüm İsmail AKIN'a, Mustafa MUCUK'a, Gürbüz KURT, Muhammet ASAL ve ekiplerine şükranlarımı sunarım.

Düzce İşletme Müdürlüğü'ne, Asar Orman İşletme Şefliği personeline ve Asarda aynı nedenden işgücü desteği sağlayan Seyfullah AKIN've ekibine teşekkür ederim.

Nedenini hala anlayamadığım fakat her ihtiyaç duyduğumda ivedilikle yardıma koşan ve her işten anlayan Engin ÇITLAK'a ayrıca çok teşekkür ederim

Tez çalışmalarımda bana hiçbir desteği olmayan ama nedense onlara da teŖekkür etmemi isteyen Faik KOZOK'a, Tuğrul BADUROğLU'na, Ergin KALMUKOğLU'na ve Vecihe TURNA'ya teŖekkür ederim.

Toplanan örneklerin tahlil ve analizlerinde olağanüstü destek ve yardımlarından ötürü EskiŖehir Orman Toprak ve Ekolojik AraŖtırmaları Enstitüsü Müdürlüğü personeline de teŖekkür ederim.

T.C. BaŖbakanlık Devlet Planlama TeŖkilatı'na bu projeye verdikleri destekten ötürü teŖekkür ederim.

Tüm çalışmalarım boyunca bana sırf eŖi olduğum için sonsuz ilgi ve anlayıŖ gösteren, özveri ile beni desteklediğini söyleyen eŖim Günseli ERDOğAN'a çok teŖekkür ederim.

Bu güne gelmemde emeği olan ve haklarını asla ödeyemeyeceğim beni kilometrelerce uzaktan sırf oğulları olduğum için destekleyen ve moral veren annem İncilay SOYSAL'a , babam Söner SOYSAL'a ve tüm aileme çok teŖekkür ederim.

ÖNSÖZ

“Kayın (*Fagus orientalis* Lipsky) Ekosistemlerinde Farklı Saha Hazırlama İşlemlerinin Besin Kaybına Etkisi” adlı bu çalışma Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı’nda yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Türkiye ormanları yeni amenajman planları hariç günümüze kadar odun üretimi esas alınarak planlanmıştır. Bu planlamalarda orman verimliliği odun üretimine ait verilere dayanılarak yapılmıştır. Orman işletmeciliğinde odun üretimi yönünden istenen kuruluşa ulaşmak için bakım ve özellikle de gençleştirme çalışmaları ön plana çıkmıştır. Kayın ormanlarındaki gençleştirme çalışmalarında ilk tesiste diri-örtünün sahadan uzaklaştırılması ve sonraki yıllarda ise diri-örtü mücadelesi öngörülmektedir. Gençleştirme çalışmalarında maliyetlerin yüksek olması ve yapılan işlemlerin ekonomik geri döngüsünün uzun yıllar alması, ormancılardan uzun yıllar aynı işletmede kalmaması işlemlerin uzun vadeli etkilerinin araştırılmasını ikinci plana itmiştir. Bu çalışmada kayın gençleştirme sahalarında diri-örtü kontrol yöntemlerinin toprak verimliliğini nasıl etkilediği araştırılmıştır. Ayrıca bu çalışmada oluşturulan deneme sahaları korunarak uzun vadede ekosistem verimliliğine ait veriler belirli aralıklarla toplanacaktır. Bu bakımdan bu çalışmanın Türkiye ormancılığında bir eksiklik olan uzun vadeli veri elde edilmesinin katkıları sağlayacağını ve deneme alanlarının bir altlık olarak benzer çalışmalara örnek oluşturacağını düşünüyorum.

Bu çalışmanın bilim dünyasına, Türkiye ormancılığına, araştırmacılara ve uygulamacılara yararlı olmasını dilerim.

Yusuf SOYSAL

İÇİNDEKİLER

ABSTRACT.....	III
ÖZET.....	VI
TEŞEKKÜR.....	X
ÖNSÖZ.....	XII
İÇİNDEKİLER.....	XIII
ÇİZELGE LİSTESİ.....	XV
ŞEKİL LİSTESİ.....	XVI
BÖLÜM	
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Sürdürülebilirlik.....	1
1.2. Doğu Kayını (<i>Fagus orientalis</i> Lypsky).....	6
1.3. Orman Gülü.....	7
1.4. Diri-Örtü Kontrolü ve Saha Hazırlama.....	9
1.5. Organik Madde Taşınımı.....	16
1.6. Besin Kaybı.....	17
2. MATERYAL VE YÖNTEM.....	20
2.1. Çalışma Alanı.....	20
2.2. İklim.....	21
2.3. Anakaya, Arazi Yapısı ve Toprak Özellikleri.....	22
2.4. Bitki Örtüsü.....	23
2.5. Yöntem.....	23
2.5.1. Çalışmanın Kuruluş Aşaması.....	23

2.6. Örneklerin Toplanması ve Analizleri	25
2.6.1. Diri-Örtü	25
2.6.2. Organik Madde	26
2.6.3. Toprak	27
2.7. İstatistiki Analizler	29
3. BULGULAR	30
4. TARTIŞMA	37
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	46
KAYNAKLAR	51

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 1. Batı Karadeniz Kayın Ormanlarının Alt Tabakasında Bulunan Ormangülü Yapraklarının Makro-Besin Elementi İçerikleri Ortalaması \pm Std. Hata).....	30
Çizelge 2. Batı Karadeniz Kayın Ormanlarında Farklı İşlem Görmüş Sahalardaki Bulunan Ölü-Örtüdeki Makro-Besin Elementleri Yoğunlukları Ortalaması \pm Std. Hata.....	31
Çizelge 3. Batı Karadeniz Kayın Ormanlarında Farklı İşlem Görmüş Sahalardaki Bulunan Ölü-Örtüdeki Makro-Besin Elementleri Miktarı Ortalaması \pm Std. Hata	32
Çizelge 4. Batı Karadeniz Kayın Ormanlarında Farklı İşlem Görmüş Sahalardaki Toprağın Hacim Ağırlıkları ($G\text{ Cm}^{-3}$), Katyon Değişim Kapasiteleri (KDK, $\text{Cmol}_c\text{ Kg}^{-1}$ Ve Toprak Tepkimeleri (Ph) Ortalaması \pm Std. Hata	33
Çizelge 5. Batı Karadeniz Kayın Ormanlarında Farklı İşlem Görmüş Sahalardaki Toprağın Makro-Besin Elementi Yoğunlukları Ortalaması \pm Std. Hata.....	34
Çizelge 6. Batı Karadeniz Kayın Ormanlarında Farklı İşlem Görmüş Sahalardaki Toprağın Makro-Besin Elementi İçeriği Ortalaması \pm Std. Hata	36
Çizelge 7. Batı Karadeniz Kayın Ormanlarında Farklı İşlem Görmüş Sahalardaki Toplam (0-20 Cm Toprak, OM Ve Diri-Örtü) Miktarı Ortalaması \pm Std. Hata.....	36

ŞEKİL LİSTESİ

- Şekil 1.** Batı Karadeniz Kayın Ormanlarında Alt Tabakada Bulunan Ormangülünün Toprak Altı ve Üstü Biyokütlesi Ortalaması \pm Std. Hata 188
- Şekil 2.** Batı Karadeniz Kayın Ekosistemlerinde Ormanın Alt Tabakasını Çok Sık Olarak Kaplayan Ormangülü Başka Bitkilerin Sahaya Gelmesini Engellemektedir.9
- Şekil 3.** Batı Karadeniz Kayın Ekosistemlerinde Farklı Saha Hazırlama İşlemlerinin Yapıldığı Alanlara Ait Deneme Deseni.....24
- Şekil 4.** Batı Karadeniz Kayın Ekosistemlerinde Diri-Örtünün Dozer Yardımıyla Temizlenmesi.....24
- Şekil 5.** Batı Karadeniz Kayın Ekosistemlerinde Diri-Örtünün Kontrollü Yangın Kullanılarak Yok Edilmesi.....25
- Şekil 6.** Batı Karadeniz Kayın Ekosistemlerinde Farklı Saha Hazırlama Yöntemi Kullanılan Deneme Alanlarından Ölü-Örtü Örneklerinin Alınması27
- Şekil 7.** Batı Karadeniz Kayın Ekosistemlerinde Farklı Saha Hazırlama Yöntemi Kullanılan Deneme Alanlarından Toprak Örneklerinin Alınması.....28
- Şekil 8.** Batı Karadeniz Kayın Ekosistemlerinde Farklı Saha Hazırlama Yöntemi Kullanılan Deneme Alanlarında Açılan Toprak Profilleri29
- Şekil 9.** Batı Karadeniz Kayın Ormanlarında Farklı İşlem Görmüş Sahalarda Bulunan Ölü-Örtü Biokütle Ortalaması \pm Std. Hata31

1.GİRİŞ

1.1. Sürdürülebilirlik

Ormancılıkta yeni yeşeren paradigma sürdürülebilir orman işletmeciliği veya ekosistem yönetimi olarak adlandırılmaktadır. Nüfus ve yaşam standartlarının yükselmesiyle birlikte orman ürünlerinin üretimini artan talebe yetecek kadar arttırma ormancılığın üstesinden gelmesi gereken en önemli sorunlarından biri haline almıştır (Waring ve Running, 1998). Fox (2000) ormancılık biliminin 18'inci yy'da Avrupa'da ormanların sürdürülebilir üretimi üzerine kaygıların başlamasıyla ortaya çıktığını vurgulamaktadır. 1970-1980'lerde tropikal ormanların çok hızlı bir şekilde yok edilmeye başlanmasıyla birlikte 20'inci yy'ın sonunda sürdürülebilir ormancılık tekrar gündeme oturmuştur. Montreal sürecinde kabul edilen kriterlerde, Helsinki ve Lizbon önermelerinde ve ITTO sürecinde saha verimliliğinin korunması ve orman ekosistemlerinin sürdürülebilir bir şekilde işletilmesine vurgu yapılmıştır. Sürdürülebilir ormancılık yönetimi için gösterge ve kriterlerin katkısı konulu uluslararası konferansta da (The Way Forward; CICI, 2003) uzmanlar sürdürülebilir gelişme için sürdürülebilir orman yönetiminin etkilerini vurgulamışlardır. Konferans sonucunda sürdürülebilir orman yönetiminin yedi genel konudan oluştuğu belirtilmiştir: 1- orman kaynaklarının genişletilmesi, 2-biyolojik çeşitlilik, 3-orman sağlığı ve canlılığı, 4-orman kaynaklarının üretimsel işlevleri, 5- orman kaynaklarının koruma işlevleri, 6- sosyo-ekonomik işlevler, 7- yasal, politik ve kurumsal yapı.

Altı milyarın üzerindeki dünya nüfusu her on yılda yaklaşık dokuz yüz milyon artıyor. Bu nedenle diğer kaynaklara olduğu gibi orman alanlarına olan baskı ve ürünlerine olan talepte her gün artmaktadır. Örneğin 1970- 1994 yılları arası odun tüketimi % 36 artarak 3.5 milyar m³'e çıkmıştır. Orman ürünlerine olan talep artarken orman alanları da giderek daralıyor. Her yıl yaklaşık 12 milyon ha orman alanı yok edilmektedir. Ayrıca uluslararası çevre düzenlemeleri de doğal orman alanlarından odun üretimini sınırlandırmaktadır. Örneğin, sertifikalı veya eko-etiketli ürünlerin dışındaki orman ürünlerinin alım ve satımı giderek sınırlandırılmaktadır. Sertifikalı odun üretimi de, genetik oynama olmayan ağaçlardan doğal olarak yetişmiş ve genelde az artım yapan orman alanlarından üretildiğinden odun piyasasına arz daha da daralmaktadır.

Dünyadaki toplam orman alanları 3.9 milyar hektar olup karasal alanların yaklaşık % 30'unu oluşturmaktadır. 1990–2000 yılları arası verilere göre dünyada her yıl 9.4 milyon hektar orman alanı yok olmaktadır. Yılda 1.5 milyon ha doğal orman alanları da ağaçlandırma sahalarına dönüştürülmektedir. Dünyada kişi başına odun tüketimi 0.7 m³ olup şu anki nüfus artış hızına göre odun talebi saniyede 2 m³, saatte 120 m³ ve yılda 70 milyon m³ artmaktadır. Çoğu toplumlar şimdiden odun açığıyla karşı karşıya gelmiştir. Odun açığını kapatmak için dünyada yılda 4.5 milyon ha gibi bir alanda hızlı bir ağaçlandırma çalışması yapılmakla birlikte artan talep ve azalan odun üretimiyle her gün büyüyen odun açığını bu ağaçlandırma oranlarıyla kapatmak mümkün değildir (FAO, 2001). Ağaçlandırma sahaları odun açığını tamamlamada önemli role sahip olmaktadır. Fakat dünya nüfusunun hızla artması orman ürünlerine olan talep açığının ağaçlandırma sahalarıyla kapatılması

olasılığını azaltmaktadır. Bu nedenle doğal orman alanlarının verimini arttırmak ve bu ekosistemleri sürdürülebilir bir şekilde yönetmek gerekmektedir.

Daha önce kullanılmayan ağaç kısımlarının (dal, kabuk vb.) kullanılmaya başlanması daha önce kullanılmayan kimyasallar ve ağır iş makinelerinin kullanılmaya başlanması, zaten tarih boyunca verimsiz ortamlara doğru daraltılan orman alanlarındaki potansiyel verimliliği de giderek azaltmaktadır. Bugün dikilen veya gençleştirilen ormanların beklide nüfusun şimdikinın 2–3 katı olduğu bir gelecekte yetişecek olması ve orman alanlarında kısa vadeli değişimleri tarım alanlarındaki gibi yapmak zor olduğundan orman kaynaklarının çok daha dikkatli planlanması ve kullanılması gerekmektedir. Ayrıca orman alanlarının her gün başka kullanım amaçlı daraltılması da durumu gelecek için daha da kritik bir hale sokmaktadır. Yani giderek daralan orman alanlarından giderek artan ürün elde ederek giderek artan talebi karşılamak zorundayız. Bu da ancak ekosistemlerin işleyişinin iyi anlaşılmasıyla yapılacak bilinçli ormancılık uygulamalarıyla mümkündür (Kimmins, 1997). Canlı toplumların büyümesi hastalık, yiyecek kıtlığı, su kıtlığı, barınak gibi etkenlerle sınırlandırılır. İnsan toplumlarının büyümesi bu engellerin çoğuyla karşılaşmasa da nüfus artışı aynı hızla devam ederse doğal kaynakların giderek daha fazla insanlar tarafından paylaşılmak istenmesi kaynak kıtlığını daha fazla hissettirecek ve açlık, salgın hastalıklar ve savaşlar artacaktır.

Türkiye'nin yasal olarak 21 milyon hektar orman alanı bulunsa da bu alanların ancak yarısı % 10 kapalılığın üzerinde ve odun üretimi açısından verimli orman olarak nitelendirilmektedir. Türkiye'deki koru ormanlarında yaklaşık 1.2 milyar m³ odun ve baltalık ormanlarında yaklaşık 125 milyon ster odun serveti bulunmakta olup koru ormanlarında yıllık 31 milyon m³, baltalık ormanlarda yaklaşık 6 milyon ster büyüme sağlanmaktadır. Türkiye'deki tüm ağaçların toplam

etası da 11.3 milyon m³ koru ve 6.7 milyon ster baltalık odunudur. Toplam odun üretimini orman alanına kıyasladığımızda Türkiye ormanlarında hektar başına yıllık odun üretimi 1 m³ ün altındadır. Artan talebi üretimin karşılayamaması nedeniyle de Türkiye her yıl 800 bin m³ endüstriyel odun, 242 bin m³ yakacak odun, 196 bin m³ kereste, 333 bin m³ odun paneli ithal etmektedir (FAO, 2005).

Dokuzuncu kalkınma planı (2007–2013) sürdürülebilir orman yönetiminin önemini vurgulayarak, orman bakımlarında eksiklik olduğunu, ekosistem ağırlıklı çalışmaların eksikliğini orman kaynaklarının sürdürülebilir bir şekilde yönetiminin gerçekleştirilmesinde dar boğazlar oluşturduğunu vurgulamaktadır (Anonim, 2007). Orman Bakanlığı Türkiye Ulusal Ormancılık Programı (2004–2023)'nda odun üretimi yapılan alanlardan iç ve dış piyasada rekabet edebilecek özelliklerde ve sürdürülebilir olarak odun üretilmesi gerektiğine vurgu yapılmıştır. Ayrıca sürdürülebilirlik ilkesinin ulusal ormancılık politikasının temel bileşenlerinden olduğu, sürdürülebilir kalkınma için orman kaynaklarının da sürdürülebilir bir şekilde işletilmesi gerektiği belirtilmiştir (Anonim, 2004).

Ormancılık faaliyetleri toprak ve orman tipine göre etkileri değişmekle birlikte toprağın fiziksel, biyolojik, kimyasal özelliklerini değiştirmektedir. Fakat bu değişimlerin süresi ve verimliliğe etkileri belirgin olarak ortaya konmamıştır (Grigal, 2000). Kısa vadeli bazı çalışma sonuçları bulunmasına rağmen orman ekosistemlerinin dinamik yapısı ve tekrar toparlanma (resilient) özelliğinden dolayı kısa vadeli veriler uzun vadeli etkileri tahmin etmede yetersiz kalmaktadır. Orman ürünlerine olan ve hızla artan talepleri karşılamak için ormanların doğal olarak büyümesine güvenemeyiz. Doğal ormanların verim güçlerinin yoğun ormancılık faaliyetleri ile artırılması ve bunun sürdürülebilir bir şekilde yapılması gerekmektedir (Kozlowski, 2002). Yoğun işletilen (intensive) ağaçlandırma sahalarında üstün

genetik yapısı olan bireylerin seçilmesi, diri-örtünün kontrolü ve beslenme ortamının ve tür kompozisyonunun değiştirilebilmesi ormancılara sahanın kalitesindeki değişimlere karşı uyum esnekliği sağlamaktadır. Fakat doğal yollarla gençleştirilmiş geniş alanlarda (extensive) işletilen ormanlarda işletmecinin esnekliği fazla olmadığından doğal gençleştirme alanlarında uzun vadede saha verimliliği ile ilgili kaygılar bulunmaktadır (Adam ve ark., 2000).

Grigal (2000) meşçereleri emek-az (extensive) ve emek-yoğun (intensive) işletilenler diye ikiye ayırmıştır. Rotasyon süresince bir kez girilen meşçereler emek-az olarak işletilen meşçere olarak adlandırılmıştır. Eğer meşçerede saha hazırlama yapılmışsa, genetik olarak geliştirilmiş fidanlar kullanılmışsa, aralama ve gübreleme yapılmışsa meşçereler emek-yoğun (intensive) olarak işletiliyor diye adlandırılmıştır. Orman verimliliğini etkileyen değişkenler emek-az işletilen ormanlarda sınırlı olarak belirlenebilmekte ve kontrol edilebilmektedir. Emek-yoğun işletilen ormanlarda da potansiyel verimlilik aynı şekilde sınırlı olarak tanımlanabilmektedir. İklim ve biyolojik sınırlar içerisinde, saha verimliliği toprağın üretim kapasitesine bağlıdır. Orman alanlarının verimliliği ekosistem dışı ve ekosistem içi değişkenlerle belirlenir. Dış etkenler ekosistemin üzerine de olduğu uzun-vadede bölgesel verimlilik potansiyelini etkileyen jeoloji, topografya, iklim vb. değişkenlerdir. Ekosistem içi değişkenler ise ekosistem işlevleriyle etkilenmekte ve orman işletmecilik faaliyetleriyle değiştirilebilmektedir. Örneğin toprağın bazı fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleriyle mikro iklim ve benzeri ekosistem içi faktörler genelde jeolojik zamanlar süreci düşünüldüğünde ekosistem verimliliğine etki etmemekte fakat orman işletmeciliği tarafından algılanacak zaman sürecinde saha verimliliğini önemli oranda azaltıp arttırabilmektedir. Doğal sistemlerin karmaşık yapılarından dolayı bazı bileşenler örneğin bazı toprak özellikleri hem ekosistem içi hem de

ekosistem dışı bileşenler gibi davranarak ekosistem verimliliğini etkileyebilmektedir. Verimliliğin bileşenlerini ve verimliliği tehdit eden değişkenleri iyi anlamalıyız ki orman alanları üzerindeki bugünkü ve gelecekte daha da artacak olan farklı talepleri daha iyi karşılayabilecek bir işletmecilik yapabilelim (Adams ve ark., 2000).

1.2. Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lypsky)

Balkanlar'dan başlayarak Türkiye, Kafkasya ve kuzey İran üzerinden Kırım'a kadar yayılış gösteren doğu kayını, Türkiye'de yoğun olarak Karadeniz, Marmara ve az miktarda Karadeniz ardı, Ege ve Doğu Akdeniz'de bulunur (Atay, 1990; Yaltrık, 1998). Doğu Kayını 30-40 m ye kadar boylanan, 1 m'nin üstünde çap yapabilen düzgün gövdeli I. sınıf odun üretebilen bir türdür (Anonim, 1985). Gölgeye dayanıklı bir ağaç türü olan kayın, gölgeli bakılarda yayılış gösterir (Anonim, 1985; Atay, 1987; Atay, 1990). İyi yetişme ortamlarında yaklaşık 25-30 yıl gölgeye dayanabilen (Atay, 1987) kayın genelde % 60'a kadar eğime sahip yamaçlarda verimli, süzekliği ve havalanma şartları iyi, orta- ve derin topraklarda (30-100 cm) iyi gelişme gösteren bir ağaç türüdür (Atay, 1987; Atalay, 1992).

Kayın ormanları yaklaşık 1.7 milyon hektar alanda yayılış göstermekte olup Türkiye orman alanlarının % 8 ini oluşturmakta ve ağaç türleri arasında da 4. yayılış genişliğine sahip bir türdür. Türkiye'de her yıl yaklaşık 70 bin ha kayın ormanı gençleştirilmekte ve bu gençleştirme çalışmaları sırasında 2.2 milyon m³ eta alınmaktadır. Bu bakımdan kayın ormanlarından üretilen odun miktarı Türkiye'deki tüm ağaç türlerinden alınan odun miktarının beşte biri gibi çok önemli bir kısmını oluşturmaktadır (Anonim, 2006).

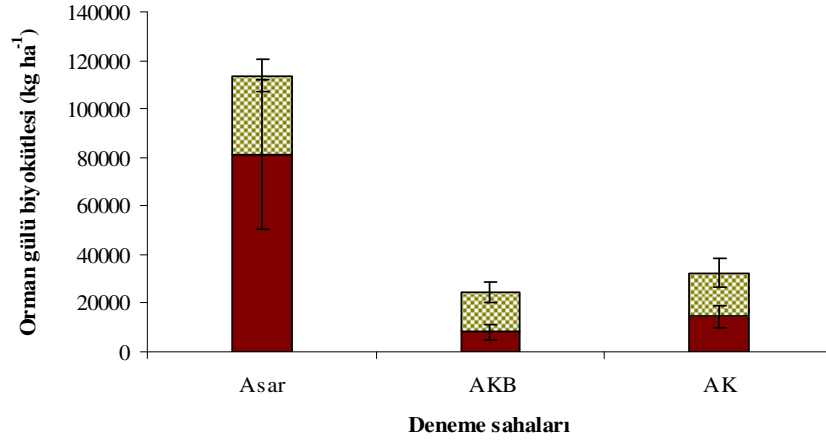
Yarı doğal olarak nitelendirilen kayın ormanlarının üst tabakasında genelde ekonomik idare müddeti dolmuş yaşlı kayın ağaçları, alt tabakada ise tamamen orman gülü bulunmaktadır. Türkiye'deki kayın ormanlarında gençliğin sahaya gelmesini ve büyüme şansını arttırmak için doğal gençleştirme sırasında saha hazırlama olarak diri-örtü temizliği yapılmakta ve ileriki yıllarda ise sınırlı olarak sıklık bakımı yapılmaktadır. Bu bakımdan Grigal'ın tanımına göre Türkiye'deki kayın ormanlarında emek-yoğun ve emek-az arası bir işletmecilik uygulanmaktadır.

1.3. Orman Gülü

Karadeniz bölgesinde ormanın alt tabakasının en önemli türü olan orman gülü (*Rhododendron ponticum* L.) hemen hemen tüm sahalarda bulunmaktadır.

Botanikçiler tarafından iki alt türe ayrılan mor çiçekli orman gülünün Türkiye'deki alt türü olan *ponticum*, kuzey Anadolu sıra dağlarının daha çok kuzeye bakan yamaçlarında ve Trakya'da Istranca dağlarında yayılış gösterir. Ancak en bol olduğu kesim kuzeydoğu Anadolu dağlarıdır (Anşin ve Özkan, 1993; Anşin ve Terzioğlu, 2001). Genelde 3-4 m boylarında bir çalı türü olan mor çiçekli orman gülü, sert, kalın, koyu yeşil renkte yapraklara sahip olup yaprakları 4-5 beş yıla kadar yaşayabilmektedir (Anşin ve Özkan, 1993). Mor çiçekli orman gülü yapraklarındaki ve köklerindeki yüksek fenol bileşikleri veya onların türevleri dolayısıyla alelopatik özelliği olan bir türdür (Eşen ve ark., 2006). Işık dengeleme noktasının çok düşük olmasından dolayı çok az ışıpta dahi yeteri kadar fotosentez yapabilen bir türdür (Atay, 1987; Atay, 1990). Orman gülünün siperi altında orman sarmaşığı (*Hedera helix*) ve ender olarak çoban püskülü (*Ilex colchica*) dışında hemen hemen hiçbir türe rastlanılmaz. Düzce civarındaki gençleştirme çalışmaları sırasında orman gülünün

kaldırıldığı sahalarda sahaya çok sayıda farklı otsu türlerin geldiği gözlenmiştir (Sargıncı, 2005). Orman gülü kök yayılışını üst toprakta yapmakta olup, toprak altı ve toprak üstü kısımlarıyla güçlü sürgün verme yeteneğindedir (Şekil 1).



Şekil 1. Batı Karadeniz Kayın Ormanlarında Alt Tabakada Bulunan Orman gülünün Toprak Altı ve Üstü Biyokütlesi Ortalaması \pm Std. Hata

Karadeniz Bölgesinin nemli ormanlarının alt tabakasında baskın tür olarak bulunan orman gülü, tohum çimlenmesi ve fidan büyümesini olumsuz etkilemektedir (Eşen ve ark., 2006). Eşen ve ark (2004) orman gülünün kayın gençleşmesini ve büyümesini engellediğini eğer müdahale edilmezse orman gülünün yakın zamanda tüm sahayı tamamen kaplayacağını iddia etmektedirler. Alt tabakayı yoğun bir şekilde kaplayan orman gülü başka türlerin sahaya gelmesini engellediğinden bitkiyle birlikte hayvan çeşitliliğini de azaltmaktadır. Ayrıca toprakta asitleşmeye neden olduğu ve azot bağlayan öncü türlerin de sahaya yerleşmesini engellediğinden, besin döngüsünü de olumsuz olarak etkilemektedir (Esen ve ark., 2006; Yıldız ve Esen, 2006; Yıldız ve ark., 2007). Karadeniz bölgesindeki kayın ve alt tabakada orman gülünün bulunduğu meşcerelerde toprak pH'sı genelde 4.5–6 arasında değişmektedir (Atalay, 1992).

Radosevich ve ark (1997) tarafından diri-örtü, insanlar tarafından istenmeyen yerde büyüyen bitkiler olarak tanımlanmaktadır. Diri-örtü ziraatçılar için genelde bir ikilem oluşturur. Çünkü diri-örtü hedef türün performansını düşürerek ürün miktarı ve kalitesinde azalmalara yol açmaktadır. Fakat diri-örtüyü kontrol etmek ise çoğu zaman zor ve pahalı bir iştir. Orman gülü hemen hemen tüm kayın sahalarında önemli bir diri-örtüdür (Şekil 2). Toprağa değdiği yerde kolayca kök salarak hızlı bir şekilde yayılan orman gülünün kayında gençleştirme çalışmalarının başarısı için sahadan mutlaka temizlenmesi gerekmektedir.



Şekil 2. Batı Karadeniz Kayın Ekosistemlerinde Ormanın Alt Tabakasını Çok Sık Olarak Kaplayan Ormangülü Diri-örtüsü

1.4. Diri-örtü Kontrolü ve Saha Hazırlama

Doğal gençleştirme ve ağaçlandırma için, kesim artığı, alt tabakadaki diri-örtü, ölü-örtü organik maddesi (OM) ve toprağa uygulanan işlemlerin tümüne saha hazırlama denir. Saha hazırlama işlemlerinin çoğu gençlik sahaya getirilirken

uygulanır. Fakat kesimden öncesindeki aşamalarda veya rotasyon boyunca da saha hazırlama işlemlerinin uygulandığı durumlar vardır.

Yoğun ormancılık çalışmaları sırasında yapılan saha hazırlama yöntemleri genelde OM'yi mineral toprakla karıştırmakta ve OM'yi geçicide olsa tahrip etmektedir (Yıldız, 1997; Yıldız, 2004a; Yıldız, 2004b). Saha hazırlama yöntemlerinin çoğu OM'yi belirli alanlarda yoğunlaştırarak havalanmayı arttırmakta ve OM'nin oksitlenmesini hızlandırmaktadır. İşletme faaliyetleri besin elementlerini sahadan direk olarak veya dolaylı olarak uzaklaştırmaktadır. Bu besin taşınımının sürdürülebilir verimlilik açısından zararlı olup olmadığı ise sistemin tahrip öncesi besin kapitali ve ayrıca sisteme doğal veya insan kaynaklı besin girdi ve kayıpları arasındaki dengeye bağlıdır (Grigal, 2000). Newton ve Roberts (1977) diri-örtü kontrolü ve saha hazırlama işlemleri yapılırken 5 çeşit riskin olduğunu vurgulamaktadırlar; 1-diri-örtünün kontrolündeki başarısızlık, 2-sahaya yapılacak olumsuz etkiler, 3- ürüne verilebilecek zararlar, 4-hedef türün dışında veya etraftaki bitki ve ekosistemlere verilebilecek zararlar. Örneğin, yangının diğer orman alanlarına sıçraması ve dozer kullanımının akarsulara önemli miktarda silt ve besin akmasını tetikleyebilme riski ve 5- insan sağlığına verilebilecek zararlar.

Toprağın verimlilik potansiyeli toprak sisteminin bitki büyütme kapasitesi olarak tanımlanmaktadır. Doğal verimlilik düzeyi, tahrip görmüş toprakların belirli bir bölgede belirli bir zaman sürecinde bitki büyümesini sağlayacak doğal kapasitesidir. Toprağın verimlilik potansiyeli bazı koşullarda bazı bileşenlerini değiştirerek doğal potansiyelinin üzerine çıkabilir. Örneğin, gübrelemeyle, drenaj sistemleri kurarak, toprağı işleyerek üretim kapasitesi artırılabilir. Buna karşılık toprağın verimlilik kapasitesi doğal düzeyinin altına da indirilebilir. Örneğin saha hazırlama sırasında ağır iş makinelerinin kullanılması sahadan besin ve üst toprağın

taşınması, toprak sıkışmasıyla kök büyümesi ve havalanmanın azalmasına neden olabilir.

Yıllardır bu ormanlarda çok farklı diri-örtü temizliği ve saha hazırlama yöntemleri kullanılmış olmasına rağmen son yıllarda köylerdeki genç nüfusun azalmasıyla saha temizliğinin yapıldığı sonbahar aylarında yeterli ve kalifiye işçi bulunamamaktadır. Ayrıca maliyetlerin çok yüksek olması ve işin yavaş ilerlemesinden dolayı işgücü ile ormangülü sökümü hemen hemen hiç kullanılmaz hale gelmiştir. Orman gülünün yüksek oranda sürgün verebilme yeteneğine sahip olmasından dolayı, elle yapılan kesimler toprakta kalan kök ve gövdelerden çok sayıda sürgün gelmesini teşvik etmektedir (Eşen, 2000). Toprak altındaki gövdenin sürgün vermesini önlemek için yıl içinde ve takip eden yıllarda sürgünlerin birkaç kez kesilip orman gülünün depolanmış enerjisini tüketmek gerekir bu nedenden dolayı orman gülünün kesim yoluyla uzaklaştırılmasının maliyeti de yüksektir. Türkiye’de ormancılık kamuoyu diri-örtü kontrolünde kimyasal ve kontrollü yangın kullanımına karşı tepkilidir. Bu nedenle bu iki aracın kullanımı Türkiye ormanlarında yaygınlaşmamıştır.

Fakat yangın binlerce yıldır insanoğlu tarafından yaban hayata otlak oluşturmak, avlanma, iz sürme, kesim artığını yok etme, ürün yetiştirme, meraları ıslah etme amaçlı kullanılmıştır (Thirgood, 1981). Yangın karasal ekosistemlerde bitki örtüsünü ve kompozisyonunu belirleyen en önemli etkenlerdendir (Agee, 1993; Deban ve ark., 1998). İnsanoğlu yangına dolaylı veya direk müdahale ederek yangının ekosisteme olan etkilerinin şiddetini azaltabilir veya arttırabilir. Yeryüzünde yangına uyum sağlamış ekosistemler bulunmaktadır ve yangın bilinçli kullanıldığında ekosistem yönetiminde çok faydalı bir araç olabilir (Odum, 2008). İnsanlar bitkileri kontrol etmek için yıllardır ateşi kullanmaktadırlar. Hala da diri-

örtüyü kontrol etmek, kesim artıklarını yok etmek ve sahanın gençleştirmeye hazırlanması için yangın gelişmiş ülkelerdeki ormancılık faaliyetlerinde sıkça kullanılan bir araçtır (Yıldız ve ark., 2004).

Yanma doğada organik maddenin sürekli olarak geçirdiği oksitlenme işleminin hızlanmış bir halidir. Doğal olarak çıkan yangınlar doğadaki en dramatik tahrip unsurlarından birisidir (Debano ve ark., 1998). Yangın sadece ölü-örtünün izolasyon maddesi özelliğini kaldırmakla kalmayıp yangın sonrası sahadaki besin durumunu da değiştirmektedir. Şiddetli yangın sonrası toprak tanecikleri mumsu bileşiklerle sıvanarak toprağın su alıp ıslanmasını engelleyen su itici (hidrofobik) özellik oluşabilir (Agee, 1993 ; Debano ve ark., 1998). Bu durum daha çok Akdeniz maki tipi (xerophic) bitki örtüsünün bulunduğu yamaçlarda rastlanan bir durumdur.

Yangın enerji ve besin içeren OM'yi bir anda yok ederek toprak canlılarını olumsuz etkileyebilir. Kaybedilen enerjinin toprağa kazandırılması kolay olabilir. Fakat besinlerin sahaya tekrar kazandırılması çok zordur. Yangın sırasında besin kaybına neden olan işlemler; 1- bileşiklerin gaz formuna oksitlenmesi (gazifikasyon), 2- normal sıcaklıkta katı olan bileşiklerin buharlaşması, 3- rüzgarın yarattığı kül parçacıklarının yayılımı, 4- yangın sonrası çözültideki iyonların topraktan sızması, 5- yangın sonrası erozyonun artması şeklindedir (Agee, 1993; Debano ve ark., 1998) .

Kesimler gibi yangın da ormanda yıkıcı veya yapıcı yönde kullanılabilir. Mineral toprağa karışmamış ölü-örtüyü azaltmak veya yok etmek, istenmeyen bitkileri sahadan uzaklaştırmak için belirli koşullarda kontrol altında çıkarılan yangınlara kontrollü yangın denir. Kontrollü yangın çıkarmadaki amaçlar; 1- yangın riski olan yörelerde yanıcı maddeyi azaltmak. Böylece çıkabilecek bir yangının yatay ve dikey olarak ilerleyeceği yönlerde yanıcı madde bütünlüğünü kırmak, 2- tohum yatağı hazırlamak. Örneğin, kontrollü yangın çimlenen bireylerin tutunacağı mineral

toprağı açığı çıkararak iyi bir tohum yatağı hazırlar, 3-diri örtüyü yok etmek, 4-meraları iyileştirmek, 5-yaban hayatını teşvik etmek, 6-park görünümlü manzaralar oluşturmak, 7-hastalık ve zararlıları kontrol altına almak, 8-toprak tepkimesini düzenlemektir (Smith ve ark., 1997). Yangın dramatik bir tahrip olmasına rağmen kontrollü yapıldığında uzun vadede çok az olumsuz etkisi olmakta ve diri-örtü rekabetini azaltma, simbiyotik ve simbiyotik olmayan azot bağlanmasını arttırma gibi çeşitli faydaları bulunmaktadır (Yıldız ve ark., 2004).

Saha hazırlama sırasında ölü-örtünün yakılmasıyla salınan besinlerin tamamı buharlaşıp kaybolmamakta bazı besinlerin bitkiler tarafından yararlanılabilirliği artabilmektedir. Yangın kuzey ormanlarında yığılmış ölü-örtüyü azaltma ve OM'den besin mineralizasyonu sağlamak amacıyla ormancılar tarafından kullanılan önemli bir araçtır. İnorganik hale dönüşen örneğin azot ve potasyumun toprak profilinden sızan miktarında ve yüzeysel akışla kaybolan miktarında yangından hemen sonra önemli artış olabilmektedir. Fakat yangınların çoğu mineral toprakla karışmış olan OM'nin hepsini yakacak kadar toprağı ısıtmamaktadır. Bir kısım OM mineral toprak içinde yangın sonrasında halen kaldığından OM'nin sağlamış olduğu yararlar yangın sonrası tamamen ortadan kalkmamakta ve yangının toprağın fiziksel özelliklerine olumsuz etkisi çoğu zaman sınırlı kalabilmektedir. Fakat yığın halde organik maddenin bulunduğu ve devrilmiş ağaç kütüklerinin saatlerce yanarak toprağı pişirdiği durumlarda yangın toprakta önemli tahripler yapabilir.

Yangın ormanın toplam azotunun büyük bir kısmını buharlaştırmasına rağmen bitkiler tarafından yararlanılabilir azotu arttırmaktadır. Ayrıca yangın sonrası açılan sahalara gelen ışık miktarının artmasıyla sahaya bol miktarda simbiyotik N bağlayan bitkiler gelmektedir. Bu nedenle yangın sonrası simbiyotik N bağlanması genelde artmaktadır (Fisher ve Binkley, 2000). Yangın baz-oluşturucu katyonların

yoğunluğunun artmasını sağladığından toprağın asitliğini düşürmektedir (Agee, 1993 ; Debano ve ark., 1998; Yıldız ve ark., 2004). Yangın sonrası bir diğer önemli besin maddesi olan P'nin yararlanılabilirliğinde de asidik topraklarda genelde bir artış olmaktadır. Bu artışın nedenleri asidik toprakta pH'nın artması ve inorganik P'nin çözünebilirliğinin ve mikrobiyal P dönüşümünün arttırmasıdır.

Sıkı çevre politikaları sonucu ot-ilaçlarında (herbisit) çok uzun denemeler yapılarak çevreye olumsuz etkileri ve topraktaki yarılanma süreleri konusunda çok sayı da ve uzun süreli araştırmalar yapılmaktadır. Artık bitki köklerindeki allelopatik kimyasallardan yararlanılarak organik kökenli ot ilaçları geliştirilmiş ve toprakta birkaç gün gibi kısa bir sürede kendiliğinden yok olabilen kimyasallar bulunmaktadır. Bu yüzden çevre-dostu olarak adlandırılan yeni nesil ot-ilaçları bulunmaktadır. Eşen (2000), çevre dostu herbisitlerin etkili ve dikkatli kullanıldıkları zaman, istenmeyen bitkilerin ormandan uzaklaştırılmasında, en etkili ve en az maliyeti olan yöntemlerden biri olduğunu belirtmektedir. Fakat Türkiye ormancıları ot-ilaçlarına kuşkulu bakmakta ve ilaçla diri-örtü kontrolü ormancılıkta sadece fidanlıklarda ve bazen hızlı gelişen tür sahalarında sınırlı sayıda kullanılmaktadır.

Son zamanlarda kayın gençleştirme sahalarında taraklı dozer kullanılarak yapılan diri-örtü temizliği ve saha hazırlama işlemi yöntemin ucuz ve hızlı olmasından dolayı en çok hatta tek başına kullanılan işlem haline gelmiştir. Her türlü saha hazırlama ve diri örtü temizliği işlemleri ekosisteme yapılan bir tahrip olmasına rağmen Karadeniz kayın ekosistemlerinde dozerle saha hazırlama ve diri-örtü kontrolünün diğer yöntemlere göre toprak sistemini daha fazla tahrip ettiği ve daha fazla besin kayıplarına yol açtığı konusunda veriler bulunmaktadır (Yıldız ve ark., 2007). Makineli yapılan ormancılık faaliyetlerinin topraklar üzerine iki çeşit etkisi vardır; 1-ağır makineli çalışma yapılması sonucu toprağın sıkıştırılması gibi

doğrudan etki, 2- toprağın bazı özelliklerinin değiştirilmesiyle verimliliğın etkilenmesi. Örneğın, OM'yi kaldırarak mineral toprağı açığa çıkaran işletme faaliyetleri toprağın infiltrasyon kapasitesini azaltıp yüzeysel akışı arttırabilir. Bu nedenle yüzey horizonunun yok edilmesi toprağın besin kapitali ve su tutma kapasitesini azaltarak daha düşük kalitedeki alt horizonların yüzeye çıkması ve kök büyüme ortamı haline gelmesine neden olabilir. Saha hazırlama yöntemlerinin içinde besin rezervine en fazla etki eden işlem OM'nin toprak yüzeyinden kazınarak sahada belirli noktalara yığılmasıdır (Tew ve ark., 1986). Örneğın diri-örtü kontrolü için dozer kullanımı diri-örtünün kökünden kolayca sökülerek sahada belirli noktalara yığılmasını sağlarken bu çeşit ağır iş makinelerinin kullanımı hem nemli topraklarda toprak sıkışmasına neden olabilir hem de diri-örtü kazınırken OM ve bir kısım üst toprağın taşınmasına neden olabilir. Dozerle diri-örtü temizliğı sırasında ölü-örtü organik maddesi ve bir miktar üst toprağın taşınmasının ekosistemde önemli besin kayıplarına neden olup gençlikte beslenme sorunları yaratabileceğı ve bu şekilde besin kayıplarının uzun vadede ekosistem verimliliğini de olumsuz etkileyeceğine dair kuşklar doğmuştur. Ayrıca orman toprağı üzerinde, kullanılan ağır araçlar özellikle ağır ve nemli topraklarda sıkıştırılmaya, iri gözenek oranının azalmasına neden olarak su geçirgenliğini azaltıp yüzeysel akışı arttırarak erozyonu tetikleyebilir (Zengin, 1987; Ayık ve Yılmaz, 1992). Bunun yanında makineli çalışmada ağır araçlarla sadece arazi eğimi % 40-45'e kadar olan ve stabil topraklarda işlem yapılabilmektedir (Yıldız ve ark., 2007). Ancak makineli çalışma ile diri-örtü temizliğı insan gücü kullanılarak yapılan diri örtü temizliğinden 5 ile 10 kat daha ucuzdur (Sargıncı, 2005). Dolayısıyla son yıllarda kayın gençleştirme sahalarında orman gülü temizliğinde diri-örtü temizliğinde dozer kullanımı neredeyse uygulanan tek yöntem haline gelmiştir.

1.5. Organik Madde Taşınımı

Farklı derecelerde çürümüş olan bitki, hayvan ve mikrobiyal canlı kalıntılarından oluşan ve toprağın en önemli bileşeni olan organik madde (OM) topraktaki enerji ve besin deposudur (Kilham, 1995). Topraktaki OM karbonatlar hariç diğer karbon içeren bileşiklerin hepsinin yapısında bulunmaktadır. OM ekosistemdeki azot (N), fosfor (P) ve kükürt (S)'in ana deposudur, toprağın fiziksel yapısı, hava ve su içeriği OM ile birlikte artar. OM ayrıca çözünebilen kalsiyum (Ca), potasyum (K) ve magnezyum (Mg) gibi elementleri tutarak yıkanmasını engellediği gibi çözünmeye son derece dirençli demir (Fe) gibi elementleri de organik moleküllere bağlayarak (chelating) bitkilere yararlanılabilirliğini arttırmaktadır. Tıraşlama kesimlerinden sonra organik maddenin hızla ayrışması sonucu kısa zamanda bol miktarda bir besin salınımı olmaktadır. OM'nin ayrışmasının hızlandırılması, organik bağlardan aşırı inorganik formda azot salınımını tetiklemektedir (Perry ve ark., 1991). OM'nin mineral toprakla karışmasını sağlayan ormancılık faaliyetleri toprak içerisindeki mikrobiyal faaliyetleri azaltarak N mineralizasyonunu ve kaybını arttırabilir.

Ayrıca OM aşırı sıcaklık ve nem dalgalanmalarına karşı toprağı örterek tamponlama etkisi yapmaktadır. Yağmur damlaları mineral topraktaki gözeneklerin kenarlarına çarparak gözenek ağzlarının sıvanmasına neden olduğu ve yüzeysel akış ve buna bağlı olarak erozyon yarattığından OM yağmur damlalarının hızını keserek toprağın infiltrasyon kapasitesini arttırıp erozyonu azaltmaktadır. Ayrıca OM çok düşük hacim ağırlığına sahip olduğundan hidrolik iletkenliğinin fazla olması da infiltrasyon kapasitesini arttırmaktadır. OM kendi ağırlığının 4-5 katı kadar su tutabilme özelliğine sahiptir (Brady ve Weil, 1999). OM'nin ısı iletkenliği düşük

olduğundan toprağı izole ederek mineral toprak ile atmosfer arasında ısı değişimini azaltmaktadır. OM bazı inorganik maddelerle birlikte mineral tanecikler arasında çimento görevi görerek taneciklerin birbirine yapışması ve kesek oluşmasını sağlar ve keseklerinin direncini de artırır. Toprak yapısı (toprak strüktür), toprağın suyu alma, depolama ve boşaltmasında, kök büyümesinin teşvik edilmesinde, gaz giriş çıkışında ve besin döngüsünde etkili olduğundan topraktaki OM saha verimliliğini etkileyen önemli bir etkidir.

Fisher ve Binkley (2000) OM'yi toprak motorunu çalıştıran yakıtta benzetmektedir. Topraktaki yaşamın çok büyük bir kısmı topraktaki OM'yi enerji kaynağı olarak kullanmaktadır. OM sayesinde gerçekleşen topraktaki bitki ve hayvanların faaliyetleri, besin döngüsü, toprak gözenekliliğinin sağlanması, su iletkenliği, hacim ağırlığı ve topraktaki detoksifikasyon işlemini düzenlemektedir. OM'nin sahadan uzaklaştırılması toprak içindeki çoğu hayvanların popülasyonlarının azalmasına neden olmaktadır (Bengtsson ve ark., 1998). Bu nedenle OM taşınması toprak canlılarının popülasyonu ve onların işlevlerine zarar vererek toprak verimliliğinin uzun vadede azalmasına neden olabilir (Eaton ve ark., 2004).

1.6. Besin Kaybı

Makro besin elementlerinden P, S, K, Ca ve Mg OM ve minerallerin ayrışmasıyla salındıktan sonra genel olarak topraktaki değişim bölgelerinde tutulup birikirler. Azot ise atmosferden bağlanır ve topraktaki değişim bölgelerinde fazla birikmeyip toprağı salınınca değişim bölgelerinde fazla birikmeden bitkiler tarafından alınır (Johnson, 1992). Orman kesimleri ve saha hazırlama işlemleri sırasında ekosisteme yapılan tahripler sonucu OM'nin ayrışmasının hızlanmasıyla

mineralizasyon ve besin akışı da artmaktadır (Hornback ve Kropelin, 1982). OM'nin ayrışmasıyla salınan inorganik N orman topraklarındaki yararlanılabilir N'in en önemli kaynağıdır. Tahrip görmemiş ormanlarda OM'den yavaş yavaş salınan yararlanılabilir N'in canlılar tarafından alınımı hızlı olduğundan amonyum (NH_4^+) ve nitrat (NO_3^-) havuzu küçük ve N dönüşümü de hızlı olmaktadır. Kesim gibi tahripler orman topraklarında N mineralizasyonunu arttırmaktadır. Aynı zamanda bitkiler yok edildiği için N'in bitkiler tarafından alınımı da ortadan kalkmakta ve kesimi takiben N alınımı bitkiler sahayı yeniden kaplayıncaya kadar geçecek olan bir kaç yıl azalmaktadır. Ayrıca saha hazırlama sırasında OM'nin uzaklaştırılması mikrobiyal büyüme ve solunum için gerekli karbonca zengin hammaddeyi de ortadan kaldıracığından kesim sonrası yararlanılabilir azotun mikroplar tarafından immobilizasyonu da azalmaktadır. Böylece inorganik azot yıkanması daha da artmaktadır.

1960'lı yıllara kadar orman ekosistemlerinde besin döngüsüyle ilgili çalışmaların çoğu besin havuzlarının miktarını belirlemeye ve besin havuzları arası taşınımıyla ilgili olup genelde hep toprak üstü kısım çalışılmıştır. 1979'da New York Syracuse'da yapılan yoğun orman kesimlerinin besin döngüsüne etkileri konulu ünlü konferansa kadar çok farklı ekosistemlere ait sayısız veri toplanmıştır. Fakat çalışmalar;1-kök dinamikleri konusunda, 2-besin döngüsünün sürdürülebilir besin yararlanılabilirliği ile bağlantısı konusunda ve 3- ormanların gençleştirilmesi sırasında tahrip görmüş ekosistemlerde uzun vadeli saha verimliliği ve besin döngüsü konusunda veri eksikliği bulunduğunu ifade etmektedir. Dolayısıyla ormancılık faaliyetlerinin toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini nasıl etkilediğini belirleyerek, tahriplerin etkilerini azaltacak, toprağın doğal üretim kapasitesini

koruyacak ve arttıracak ormancılık faaliyetlerinin belirlenmesi gerekmektedir (Heninger ve ark., 1997).

Bu nedenle bu çalışmanın amacı: 1- Karadeniz kayın ekosistemlerinde doğal gençleştirme sırasında uygulanan farklı saha hazırlama işlemlerinin toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine etkilerini incelemek, 2-uzun vadede toprak verimliliğini koruyacak etkili ve ekonomik saha hazırlama yöntemini belirleyerek uygulayıcılara önerilerde bulunmaktır.

Test edilecek hipotezler (null hipotezleri);

1-Farklı saha hazırlama işlemlerinin yapıldığı alanlarda toprak sıkışması açısından bir fark yoktur,

2- Farklı saha hazırlama işlemlerinin yapıldığı alanlarda toprak tepkimesi ve toprağın katyon değişim kapasiteleri bakımından bir fark yoktur,

3-Ormandaki ölü-örtü taşınımı bakımından işlemler arasında önemli bir fark yoktur.

4- Saha hazırlama sırasında topraktan besin taşınımı bakımından işlemler arası bir fark yoktur.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1.Çalışma Alanı

Araştırma sahaları, Batı Karadeniz kayın ekosistemlerini temsilen Bolu Orman Bölge Müdürlüğüne Bağlı Düzce Orman İşletme Müdürlüğü, Asar ve Akçakoca İşletme Müdürlüğüne bağlı Deredibi Orman İşletme Şefliği'ndeki kayın meşcerelerinden belirlenmiştir. Kayında bol tohumun olduğu 2006 yılı sonbaharında diri-örtü sahadan insan gücü, kontrollü yangın ve dozer kullanılarak uzaklaştırılmıştır. İnsan gücü ile saha hazırlamada diri-örtü tamamen köklenerek sahada belirli noktalara yığılmış, kontrollü yangında, ormangülü işgücü ile belirli noktalara yığılarak tamamen yakılmış, makineli çalışmada ise diri-örtü taraklı dozerle toprak yüzeyinden kazınarak sahada belirli noktalara yığılmış ve mineral toprak açığa çıkarılmıştır. Ayrıca her blokta işlem görmeyen kontrol sahaları ayrılmıştır.

Deredibi Orman İşletme Şefliği Batı Karadeniz Bölgesi'nin kıyı kesiminde coğrafi olarak, $40^{\circ} 07' 05''$ – $41^{\circ} 05' 25''$ kuzey enlemleri ile $31^{\circ} 03' 26''$ – $31^{\circ} 12' 46''$ doğu boylamları arasında yer almaktadır. İşletme Şefliği Ormanları Akçakoca-Düzce yolunun batısında Akçakoca İlçesi'nin güney kısmında yer almaktadır. İşletme ormanlarının kuzey sınırını Karadeniz kıyı çizgisi oluşturmaktadır. Ormanlar yaklaşık 150 metre yükseltiden başlayıp 1100 metreye kadar çıkmakta ve hakim bakı kuzeydir. Şeflik sınırları içerisinde kalan 12 bin ha sahanın yaklaşık % 40'ı ormanlarla kaplı olup bu ormanların tamamı saf kayın veya karışık yapraklı

ormanlardan oluşmaktadır. Bu işletme şefliğinde iki tane deneme alanı oluşturulmuştur. Bu deneme alanlarından ilki kuzey bakıda (AK: Akçakoca Kuzey) $31^{\circ} 07' 53''$ kuzey enlemi ile $40^{\circ} 59' 46''$ doğu boylamında yer almakta olup ortalama eğimi % 35 tir. Aynı yerdeki deneme alanının ikincisi ise kuzey batıda (AKB: Akçakoca kuzeybatı) $31^{\circ} 07' 37''$ kuzey enlemi ile $40^{\circ} 59' 46''$ doğu boylamında yaklaşık 750 m yükseklikte bulunmakta olup AK bloğunun eğimi % 10 – 20 arasındadır.

Asar İşletme Şefliğinde oluşturulan 1 adet araştırma sahası (Asar) Batı Karadeniz bölgesinin iç kesimini temsil etmektedir. Bu deneme alanı coğrafi olarak $40^{\circ} 41' 04''$ – $41^{\circ} 41' 02''$ kuzey enlemleri ile $31^{\circ} 19' 17''$ – $31^{\circ} 19' 20''$ doğu boylamları arasında yer almaktadır. Denizden yüksekliği yaklaşık 1050 m olup kuzey bakıda yer almakta ve % 30 eğime sahiptir. Şeflik sınırları içerisinde kalan yaklaşık 8200 ha sahanın 2/3'ü ormanlarla kaplı olup onunda yarısı kayın ormanlarından oluşmaktadır.

2.2. İklim

Araştırma sahaları Batı Karadeniz iklim tipi içerisinde yer almakta olup Karadeniz'in diğer bölgelerine göre daha az yağış almaktadır (Özyuvacı, 1999). Kışları ılık ve yağışlı Kuzey Anadolu sahil kesiminin aksine iç kesimde kalan araştırma sahasında karasal ikliminin etkisi ile kışlar daha sert ve rutubetli geçmektedir.

Araştırma sahalarına en yakın olan Akçakoca ve Düzce meteoroloji istasyonlarından alınan verilere göre Akçakoca'nın ortalama sıcaklığı 13°C , ortalama yıllık yağış 1072 mm olmasına rağmen yaz aylarında ortalama yağış diğer aylara göre düşüktür. Vejetasyon dönemi Nisan ayında başlamakta ve Ekim

sonlarına kadar sürmektedir. Fakat AK ve AKB sahaları ile Akçakoca İlçesi arasında yaklaşık 750 m yükseklik farkı olduğundan araştırma sahalarındaki toplam yağış meteoroloji tarafından kaydedilenden daha fazla, ortalama sıcaklık daha düşük ve kışlar daha sert geçmektedir. Dolayısıyla vejetasyon dönemi daha kısa sürmektedir. Düzce'deki meteoroloji istasyonun verilerine göre Düzce'nin ortalama sıcaklığı yine 13 °C, ortalama yıllık yağış ise 840 mm olmasına rağmen yaz aylarında ortalama yağış diğer aylara göre düşüktür. Fakat bu çalışma sahasına da yakın ölçüm değerleri bulunmamakta ve Düzce İli ile Asar deneme alanı arasında yaklaşık 800 – 1000 m yükseklik farkı olduğundan yine yağış meteoroloji tarafından kaydedilenden daha fazla, ortalama sıcaklık daha düşük ve kışlar daha sert geçmektedir.

2.3. Anakaya, Arazi Yapısı ve Toprak Özellikleri

Bölgenin büyük bir bölümü volkanik kayalardan oluşmuştur. Kuzey kesimlerde denize yakın olan yerler ile güneyde bazı yerler gevşek alüviyal yataklardan oluşmuştur (Anonim, 2005). Yaltırık ve ark (1953) güney yamaçlarda Pleistosen Alüvyonu, kuzeye doğru Eosen-kalker kumlu şist ve andezit alanları bulunduğunu belirtmiştir. Bölgenin kuzeyinde bulunan ana kayalarda kretase oluşumu en geniş yayılışa sahiptir. Çalışma sahalarındaki toprak derinliği genelde 80–90 cm'den fazladır. Tanecik bileşimi killi balçıktan kumlu balçığa kadar değişmekte olup yöredeki topraklar USDA toprak sınıflandırma sistemine göre Typic Haplumbrepts olarak adlandırmaktadır (Kantarıcı, 2000). Bu topraklar eski Avrupa ve Amerika sınıflandırmasına göre acid kahverengi orman toprakları olarak adlandırılmaktadır (Tavernier ve Smith, 1957).

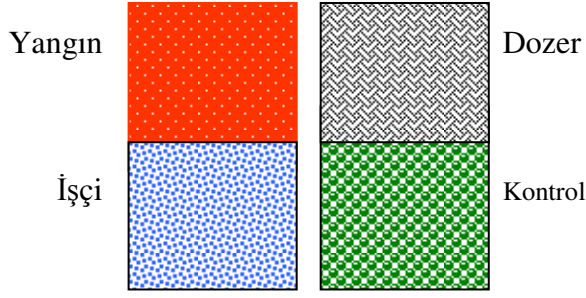
2.4. Bitki Örtüsü

Araştırma sahaları Euro-Siberian flora bölgesinin Euxin kesiminde yer almaktadır (Anşin, 1983, Atalay, 1994). Araştırma sahalarında ormanın üst tabakasının büyük bir kısmı 100+ yaşında kayın ağaçlarıyla kaplı olup asar bölgesinde sadece kapalılığı kırılmış yaşlı kayın ağaçları bulunmaktadır. Akçakoca bölgesinde bulunan araştırma sahalarında ise karışıma % 10-20 arası kestane (*Castanea sativa*) ve az miktarda akçaağaç (*Acer compestre*, *A. platonoides*, *A. troutvetteri*), katılmaktadır. Çoğunluğunu mor çiçekli orman gülünün oluşturduğu çalı tabakasında az miktarda orman sarmaşığı (*Hedera helix*) ve çoban-püskülü (*Ilex aquifolium*) bulunmaktadır. Otsu tabakada orman gülünün olmadığı kısımlarda mürver (*Sambucus ebulus*), İngiliz çimi (*Lolium perene*), sarmaşık (*Tamus communis*), Noel gülü (*Helleborus orientalis*), sütleğen (*Fleuphorbia anygdaleides*) ve eğrelti (*Pteridium aquilinum*) gibi türler bulunmaktadır.

2.5. Yöntem

2.5.1. Çalışmanın Kuruluş Aşaması

Çalışmada arazi koşullarındaki değişkenlikler dikkate alınarak en uygun deneme deseni olduğu kararlaştırılan Tamamen Rastgele Blok Deseni kullanılmıştır. Asar İşletme Şefliği'nde bir ve Deredibi İşletme Şefliği'nde iki olmak üzere her biri 3 hektar büyüklüğünde toplam üç blok, her blokta 60 x 70 m büyüklüğünde dört adet deneme üniteleri oluşturulmuştur (Şekil 3). Deneme üniteleri arasında da 5-10 m tampon bölgeleri oluşturulmuştur.



Şekil 3. Batı Karadeniz Kayın Ekosistemlerinde Farklı Saha Hazırlama İşlemlerinin Yapıldığı Alanlara Ait Deneme Deseni.

Bu deneme ünitelerinde uygulanan diri-örtü kontrol yöntemleri sırasıyla;

1- *Kökleme*: İnsan gücü kullanılarak diri-örtü sahadan tamamen sökülüp ve belirli noktalara yığılmıştır.

2- *Makineli çalışma*: Orman işletmesinin arazi çalışmalarında kullandığı 21 ton ağırlığında taraklı (Caterpillar DZG) dozerle diri-örtü, tam alanda toprak yüzeyinden yaklaşık 5-10 cm derinliğe kadar, mineral toprak tamamen açığa çıkacak şekilde, sıyrılıp saha içerisinde belirli noktalara yığınlar halinde bırakılmıştır (Şekil 4).



Şekil 4. Batı Karadeniz Kayın Ekosistemlerinde Diri-örtünün Dozerle Temizlenmesi.

3- *Yakma*: Orman gülü önce tam sahada yakılmaya çalışılmış fakat daha önceden orman gülü kesilip kurutulmadığı için bu yolla yakmada başarısız olunmuştur. Daha sonra kesilip 3-5 m aralıklı yığınlarda toplanan orman gülü tamamen yakılmıştır (şekil 5).



şekil 5. Batı Karadeniz Kayın Ekosistemlerinde Diri-rtnn Kontrollü Yangın Kullanılarak Yok Edilmesi.

4-*Kontrol*: Her bloğa bitişik ormanlarda işlemlerin etkisini karşılaştırmak için müdahale yapılmayan kontrol sahaları oluşturulmuştur.

2.6. Örneklerin Toplanması ve Analizleri

2.6.1. Diri-rt

Her blokta işlemlerden önce rast gele yöntemle 6 adet 1 m² lik diri-örtü örnekleme üniteleri oluşturulmuştur (3*6= 18 adet). Diri-örtünün toprak üstü ve toprak altı kısmı, yaprak, dal ve kök şeklinde ayrılarak arazide tartıldıktan sonra farklı kısımları temsil edecek miktarda alt örnekleme yapılıp, nem ve besin içeriğini belirlemek için laboratuara taşınmıştır.

Laboratuara getirilen diri-örtü örnekleri hassas terazide tartıldıktan sonra kurutma fırınında 65 °C'de 48 saat kurutulmuş ve tekrar tartılarak kuru madde oranı belirlenmiştir. Bu oranlar arazide tartılan örneklerle uygulanarak hektardaki toplam diri-örtü biokütlesi toprak altı ve toprak üstü kısım olarak hesaplanmıştır. Diri-örtü yapraklarının besin yoğunlukları ve miktarlarının tespiti için fırınlarda 65 °C'de 48 saat kurutulan örnekler kahve öğütücülerinde öğütülüp un haline getirilerek analizleri yapılmıştır. C ve N yoğunlukları CN (LECO True space) analiz makinesi ile kuru yakma yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Diğer makro-besin analizleri için (P, K, Ca, Mg and S) bitki örnekleri önce nitrik ve perklorik asit karışımında digest edilip (Jones and Case, 1990). Daha sonra P ve S yoğunluğunun belirlenmesi için Spectrofotometre. Kalsiyum ve Mg yoğunluğunun belirlenmesi için Perkin-Elmer 3110 Atomic Absorption Spectrometer, Potasyum için Jenway Flame Photometer kullanılmıştır. Besin miktarlarının hesaplanması için her örneğin karşılığı olan biyokütle miktarları kullanılmıştır.

2.6.2. Organik Madde

Diri-örtü kontrol işlemleri bittikten bir yıl sonra her bir deneme ünitesinde rastgele belirlenen 5 noktadan 30*30 cm büyüklüğündeki (5*4*3=60 adet) örnek alanlardan mineral toprak üzerindeki ölü-örtü tamamen toplanmıştır (Şekil 6).



Şekil 6. Batı Karadeniz Kayın Ekosistemlerinde Farklı Saha Hazırlama Yöntemi Kullanılan Deneme Alanlarından Ölü-Örtü Örneklerinin Alınması.

Deneme ünitelerinden toplanan OM biyokütlesinin ve içerdiği besin elementlerinin belirlenmesi için örnekler laboratuara taşınmıştır. OM örnekleri kurutma fırınında 65 °C'de 48 saat kurutulduktan sonra hektardaki OM'nin kuru ağırlığı kg olarak hesaplanmıştır. OM'deki makro-besin elementleri yoğunluğu yine yukarıda belirtilen yaprak örneklerindeki yöntemler izlenerek yapılmıştır. Daha sonra besin yoğunlukları ve OM miktarı kullanılarak OM'de bulunan besin elementlerinin hektardaki miktarları kg olarak hesaplanmıştır.

2.6.3. Toprak

Farklı işlem görmüş sahalardaki toprağın hacim ağırlığı, pH, katyon değişim kapasitesi (KDK) ve besin miktarlarını belirlemek için, işlemlerden bir yıl sonra her bir deneme ünitesinde rastgele seçilen 5 noktadan OM mineral toprağa kadar toplandıktan sonra aynı yerden 0-10 ve 10-20 cm toprak derinliklerinden 100 cm³ lük toprak örnekleme silindirleri (AMS soil Core sampler) ile iki set (5*4*3*2= 120 adet) toprak örneği alınmıştır (Şekil 7). Ayrıca her deneme ünitesinden rastgele belirlenen 5 noktada toprak profilleri açılarak, toprak derinliği belirlenmiştir (Şekil

8). Profil dibinden yüzeye doğru her 30 cm'den toprak örnekleri alınarak fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır.



Şekil 7. Batı Karadeniz Kayın Ekosistemlerinde Farklı Saha Hazırlama Yöntemi Kullanılan Deneme Alanlarından Toprak Örneklerinin Alınması.

Toprak örneklerinden bir seti fırınlarda 105 C^0 'de 24 saat kurularak hacim ağırlığının belirlenmesinde kullanılmıştır. Diğer toprak seti hava kurusu hale getirildikten sonra 2 mm lik ve 0.5 mm'lik eleklerden geçirilerek fiziksel ve kimyasal analizleri yapılmıştır. Toprağın asitliğini belirlemek için hava kurusu toprak örnekleri saf su karışımı ile pH metre kullanılarak çözelti asitliği olarak belirlenmiştir (Thomas, 1996). Toplam C ve N yoğunlukları yine kuru yakma metodu ile belirlenmiştir. P ve S yoğunlukları örnekler nitrik ve perklorik asitte digest edildikten sonra spektrofotometrede, değişebilir katyonlar ise amonyum asetatla ekstrakt edilerek Ca ve Mg atomik absorpsiyon ve K'da flame-photometrede okunmuştur. KDK tayini için NH_4OAc ekstraksiyonu kullanılmıştır.

Toprak örneklerinin fiziksel analizleri Bouyoucos Hidrometre Yöntemi'ne göre yapılmıştır. Toprağın tanecik bileşimi, örneklerin kum, kil ve toz miktarlarına göre Uluslararası Tekstür Üçgeni'nden yararlanılarak belirlenmiştir.



Şekil 8. Batı Karadeniz Kayın Ekosistemlerinde Farklı Saha Hazırlama Yöntemi Kullanılan Deneme Alanlarında Açılan Toprak Profilleri

2.7. İstatistiki Analizler

İşlemlerin OM, Toprağın hacim ağırlığı, pH'ı, KDK'sı ve makro besin elementlerine etkileri tamamen rastgele blok desenine uygun varyans analizi yapılarak karşılaştırılmıştır. Sonuçların $P < 0.05$ düzeyinde istatistiki olarak önemli olduğu kabul edilmiştir. İşlemlerin istatistiki olarak önemli farklılıklar yarattığı değişkenler için ortalamaları ayırma işlemi olarak Tukey'in HSD testi $\alpha = 0.05$ düzeyinde uygulanmıştır. Bütün istatistiki analizler için SAS (Statistical Analysis Software, 1996) programından yararlanılmıştır.

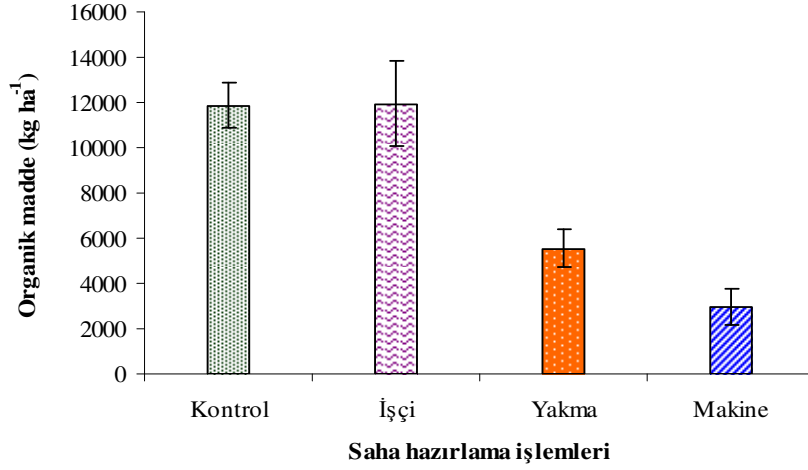
3. BULGULAR

Deneme alanlarına bitişik olarak oluşturulan kontrol sahalarından alınan örnekler sonucu ormanın alt tabakasında hektarda yaklaşık 45 ± 9.9 ton ormangülü bulunduğu belirlenmiştir. Ayrıca ormangülünün en az 22 ton C depoladığı ve yine en az 300 kg N ve 15 kg P içerdiği belirlenmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Batı Karadeniz Kayın Ormanlarının Alt Tabakasında Bulunan Ormangülü Yapraklarının Makro-Besin Elementi İçerikleri Ortalaması \pm Std. Hata

C	N	P	K	Ca	Mg
.....(%).....		mg kg ⁻¹		
50.3 \pm 0.24	0.72 \pm 0.04	0.04 \pm 0.002	8226 \pm 595	9210 \pm 324	1954 \pm 32
..... kg ha ⁻¹					
22695 \pm 5089	299 \pm 57	15.5 \pm 2.7	349 \pm 67	408 \pm 89	86 \pm 18

Faklı saha hazırlama yöntemleri kullanılan deneme ünitelerinde bulunan OM'nin biyo-kütelleri arasında önemli farklar bulunduğu belirlenmiştir (*P-değeri* = 0.0001). Yakma ve dozer işlemlerinin uygulandığı sahalarda kontrol ve işçi kullanılan sahalardan ortalamasından yaklaşık % 64 daha az OM bulunmaktadır (Şekil 9).



Şekil 9. Batı Karadeniz Kayın Ormanlarında Farklı İşlem Görmüş Sahalarda Bulunan OM Biokütle Ortalaması ± Std. Hata

Farklı işlem görmüş sahalarda bulunan OM'deki makro-besin analizleri incelendiğinde besin yoğunlukları açısından sahalarda arasında önemli bir farklılık bulunamamıştır (Çizelge 2).

Çizelge 2. Batı Karadeniz Kayın Ormanlarında Farklı İşlem Görmüş Sahalarda Bulunan Ölü-Örtüdeki Makro-Besin Elementleri Yoğunlukları Ortalaması ± Std. Hata

İşlemler	C	N	P	K	Ca	Mg
Makine	35 ± 1.6a	0.78 ± 0.07a	0.04 ± 0.004a	3819 ± 775a	6976 ± 1278a	3071 ± 487a
İşçi	36 ± 2.2a	0.95 ± 0.13a	0.048 ± 0.007a	3617 ± 495a	8703 ± 1020a	2861 ± 109a
Yakma	35 ± 3.1a	0.86 ± 0.07a	0.04 ± 0.003a	4066 ± 693a	16618 ± 8874a	4366 ± 552a
Kontrol	36 ± 3.5a	1.07 ± 0.15a	0.05 ± 0.007a	2869 ± 202a	11371 ± 461a	3461 ± 685a

Not: Aynı sütunda aynı harflerle takip edilen ortalamalar $\alpha=0.05$ düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.

Fakat sahalarda bulunan OM'nin içerdiği toplam makro-besin elementleri incelendiğinde deneme üniteleri arasında C (P -değeri = 0.0013), N (P -değeri = 0.0049), P (P -değeri = 0.0052), K (P -değeri = 0.0082), Ca (P -değeri = 0.0002) ve Mg (P -değeri = 0.0097) açısından istatistiki olarak önemli farklılıklar bulunduğu

belirlenmiştir (Çizelge 3). Makineli işlem gören sahalarda bulunan OM karbonunun kontrol ve işçi ile işlem gören sahalara oranla yaklaşık 3.5 kat azaldığı belirlenmiştir. Yine makineli işlem görmüş sahalarda işçi ile diri- örtü sökümü yapılan ve hiç işlem yapılmayan sahalara oranla yaklaşık 4.4 kat daha az N, 4.2 kat daha az P, 7.3 kat daha az Ca ve 4.1 kat daha az Mg olduğu hesaplanmıştır. Ayrıca makineli işlem görmüş sahalarda OM'nin K içeriğinin işçi ile diri-örtü sökümü yapılan sahalardakinden yaklaşık 3.4 kat daha az olduğu bulunmuştur (Çizelge 3).

Çizelge 3. Batı Karadeniz Kayın Ormanlarında Farklı İşlem Görmüş Sahalarda Bulunan OM'deki Makro-Besin Elementleri Miktarı Ortalaması \pm Std. Hata

İşlemler	C	N	P	K	Ca	Mg
Makine	1138 \pm 375c	26 \pm 10b	1.34 \pm 0.49b	13 \pm 5b	16 \pm 4c	9 \pm 2b
İşçi	4420 \pm 827a	116 \pm 29a	5.8 \pm 1.4 a	45 \pm 12a	112 \pm 26ba	34 \pm 6a
Yakma	1863 \pm 455bc	46 \pm 11ba	2.36 \pm 0.5ba	21 \pm 6b	58 \pm 17 bc	22 \pm 4ba
Kontrol	3931 \pm 695ba	113 \pm 22a	5.7 \pm 1.1a	31 \pm 4ba	122 \pm 17a	40 \pm 12a

Not: Aynı sütunda aynı harflerle takip edilen ortalamalar $\alpha=0.05$ düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.

Farklı saha hazırlama işlemi görmüş deneme üniteleri arasında ilk 10 cm derinlikte toprağın hacim ağırlıkları bakımından istatistiki olarak önemli farklar olduğu ortaya çıkmıştır (P -değeri = 0.0001). Daha sonraki 10 cm lik derinlikte işlemler arası fark görülmezken her iki derinlik birleştirilerek yüzeyden itibaren ilk 20 cm toprak derinliği değerlendirildiğinde ise yine işlemler arası istatistiki olarak önemli bir farkın olduğu belirlenmiştir (P -değeri = 0.0001). Dozerle çalışma yapılan sahalarda toprağın diğer sahalara oranla ilk 10 cm'sinin % 34, ilk 20 cm'sinin ise % 26 daha fazla sıkıştırıldığı hesaplanmıştır (Çizelge 4).

Farklı saha hazırlama yöntemi uygulanmış deneme üniteleri arasında toprağın ilk 20 cm derinliğinde KDK bakımından istatistiki olarak önemli bir farkın olduğu

ortaya çıkmıştır (P -değeri = 0.0001). Hiç işlem görmemiş sahalarla dozerle işlenen sahalarda toprağın KDK'sı işçi ile sökülüm yapılan ve yakılan sahalardan yaklaşık % 31 daha düşük çıkmıştır (Çizelge 4).

Yine farklı işlem görmüş sahalarda toprak tepkimesi açısından da önemli bir farkın olduğu belirlenmiştir (P -değeri = 0.0027). İşçi ile sökülüm yapılan ve yakılan sahalarda toprak tepkimesinin hiç işlem görmemiş ve dozerle çalışılan sahalara oranla yaklaşık yarım pH birimi arttığı ortaya çıkmıştır (Çizelge 4).

Çizelge 4. Batı Karadeniz Kayın Ormanlarında Farklı İşlem Görmüş Sahalardaki Toprağın Hacim Ağırlıkları (g cm^{-3}), Katyon Değişim Kapasiteleri (KDK, $\text{Cmol}_c \text{Kg}^{-1}$) ve Toprak Tepkimeleri (pH) Ortalaması \pm Std. Hata

İşlemler	0-10 cm	10-20 cm	0-20 cm	KDK	pH
Makine	1.51 \pm 0.05a	1.52 \pm 0.1a	1.52 \pm 0.07a	32.4 \pm 1.1b	5.1 \pm 0.16b
İşçi	1.07 \pm 0.05b	1.32 \pm 0.07a	1.19 \pm 0.05b	45.8 \pm 3.7a	5.8 \pm 0.18a
Yakma	1.1 \pm 0.05b	1.3 \pm 0.06a	1.2 \pm 0.05b	49.9 \pm 3.1a	5.5 \pm 0.1ba
Kontrol	1.2 \pm 0.03b	1.25 \pm 0.08a	1.23 \pm 0.05b	33.2 \pm 1.1b	5.1 \pm 0.13b

Not: Aynı sütunda aynı harflerle takip edilen ortalamalar $\alpha=0.05$ düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.

Farklı saha hazırlama yöntemleri uygulanan alanlardaki toprağın ilk 20 cm'sinin içerdiği makro-besin yoğunlukları incelendiğinde işlemler arasında C (P -değeri = 0.0001), N (P -değeri = 0.0002), K (P -değeri = 0.0001), Ca (P -değeri = 0.0001) ve Mg (P -değeri = 0.0003) değerleri bakımından istatistiki olarak önemli bir farkın olduğu ortaya çıkmıştır (Çizelge 5).

Çizelge 5. Batı Karadeniz Kayın Ormanlarında Farklı İşlem Görmüş Sahalardaki Toprağın Makro-Besin Elementi Yoğunlukları Ortalaması \pm Std. Hata

İşlemler	C	N	P	K	Ca	Mg
Makine	3.53 \pm 0.33b	0.28 \pm 0.05b	1.29 \pm 0.42c	61 \pm 7c	274 \pm 112c	165 \pm 51b
İşçi	5.8 \pm 0.6ba	0.39 \pm 0.05a	5.32 \pm 1.28a	141 \pm 15a	1579 \pm 435a	276 \pm 46a
Yakma	5.9 \pm 0.31a	0.38 \pm 0.02a	3.14 \pm 0.77b	108 \pm 12b	923 \pm 270 b	224 \pm 51ba
Kontrol	6.74 \pm 0.2a	0.47 \pm 0.02a	3.17 \pm 0.75b	126 \pm 3ba	691 \pm 132cb	170 \pm 25b

Not: Aynı sütunda aynı harflerle takip edilen ortalamalar $\alpha=0.05$ düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.

Makinelili çalışma yapılan sahalardaki toprağın C yoğunluğu kontrol sahalarna göre % 47 yakma ve işçi sahalarna göre % 36 azalmıştır. Yine makinelili çalışma yapılan sahalardaki toprağın N yoğunluğu işçi ve yakma sahalardan % 27 daha azdır. Makinelili çalışma yapılan sahalardaki toprağın P yoğunluğu ise yakma sahalardan % 59, işçi sahalardan % 75 daha azdır. Makinelili çalışma yapılan sahalardaki toprağın K ve Ca yoğunlukları ise yakma sahalardan sırasıyla ve işçi sahalardan % 43 ve % 70 daha azdır. Aynı elementlerin makinelili çalışma sahalardaki yoğunlukları da işçi sahalardan % 57 ve % 82 daha azdır (Çizelge 5).

Toprağın hacim ağırlığı ve besin içerikleri kullanılarak yapılan hesaplamalar sonucu farklı işlem görmüş sahalarda ilk 20 cm toprak derinliğindeki C (P -değeri = 0.0009), N (P -değeri = 0.0412), P (P -değeri = 0.0001), K (P -değeri = 0.0001), Ca (P -değeri = 0.0003) ve Mg (P -değeri = 0.0003) bakımından istatistiki olarak önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir (Çizelge 6).

Toprağın ilk 20 derinliğinde dozerle işlem görmüş sahalardaki C ve N miktarları yakma ve kontrol sahalardan % 32 ve % 20 daha düşük çıkmıştır. Makinelili işlem gören sahalardaki toprakların P içeriği işçi sahalardan % 71 daha düşük çıkmıştır. Yakma ve kontrol sahalardaki toprağın P içeriği ise

yine işçi sahalarındakinden % 42 daha düşüktür. Dozerle işlem görmüş sahalardaki K miktarı ise işçi ile diri-örtü sökümü yapılan ve hiç işlem yapılmayan sahalardan ortalamasından yaklaşık % 45 daha azdır. Dozerle işlem görmüş sahalardaki Ca miktarı ise işçi ile diri-örtü sökümü yapılan sahalardan yaklaşık 4.2 kat daha düşük çıkmıştır (Çizelge 6).

Toprağın ilk 20 cm'lik kısmındaki, OM deki ve diri-örtüdeki besin içerikleri toplanarak her bir deneme ünitesindeki toplam makro-besin miktarları karşılaştırılmış ve işlemler arasında C (*P-değeri* = 0.0001), N(*P-değeri* = 0.0175), P (*P-değeri* = 0.0001), K (*P-değeri* = 0.0001) ve Ca (*P-değeri* = 0.0002) miktarları açısından istatistiki olarak önemli farklar çıkmıştır. Saha hazırlama işlemleriyle alt tabakada önemli bir biyokütle oluşturan ormangülü temizlendiğinden sahalardaki C'nin yaklaşık 1/3'ü ve N 'in 1/4'ü sistem dışına çıkarılmaktadır (Çizelge 7). Dozerle işlem gören sahalarda ayrıca sistemdeki P'nin % 83'ünü kaybetmektedir. Fakat işçi ile orman gülünün söküldüğü sahalarda dozerle işlem gören sahalardan yaklaşık 4 kat fazla P bulunmaktadır. Dozerle saha hazırlama ekosistemdeki toplam K içeriğini yaklaşık 3.6 kat azaltmaktadır. İşçi ile saha hazırlığı yapılan sahalarda yine dozer sahalardan 2 kat fazla K bulunmaktadır (Çizelge 7).

Çizelge 6. Batı Karadeniz Kayın Ormanlarında Farklı İşlem Görmüş Sahalardaki Toprağın Makro-Besin Elementi İçeriği Ortalaması \pm Std. Hata

İşlemler	C	N	P	K	Ca	Mg
Makine	104036 \pm 7679b	8215 \pm 1371b	3.7 \pm 1.2c	178 \pm 15c	927 \pm 396b	541 \pm 180ba
İşçi	137264 \pm 13741ba	9279 \pm 1093ba	13 \pm 6a	334 \pm 36a	3917 \pm 1172a	671 \pm 124a
Yakma	141855 \pm 8362a	9069 \pm 407ba	7 \pm 2b	253 \pm 26bc	2391 \pm 762 ba	570 \pm 147ba
Kontrol	164932 \pm 7524a	11409 \pm 742a	8 \pm 2b	311 \pm 16ba	1722 \pm 355b	424 \pm 72b

Not: Aynı sütunda aynı harflerle takip edilen ortalamalar $\alpha=0.05$ düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.

Çizelge 7. Batı Karadeniz Kayın Ormanlarında Farklı İşlem Görmüş Sahalardaki Toplam (0-20 Cm Toprak, OM Ve Diri-Örtü) Miktarı Ortalaması \pm Std. Hata

İşlemler	C	N	P	K	Ca	Mg
Makine	105174 \pm 7928b	8241 \pm 1379b	5 \pm 1.6c	191 \pm 17c	944 \pm 395b	550 \pm 180a
İşçi	141684 \pm 13238b	9395 \pm 1076ba	19 \pm 6ba	380 \pm 33b	4029 \pm 1184a	705 \pm 124a
Yakma	143717 \pm 8352b	9115 \pm 403ba	10 \pm 2bc	274 \pm 27cb	2457 \pm 778ba	592 \pm 150a
Kontrol	191558 \pm 10963a	11821 \pm 725a	29 \pm 3a	690 \pm 67a	2252 \pm 426b	550 \pm 95a

Not: Aynı sütunda aynı harflerle takip edilen ortalamalar $\alpha=0.05$ düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.

4. TARTIŞMA

Fidan büyümelerinin diri-örtü rekabetinden dolayı azalmasının uzun vadede ağaçların büyümesini ve ürünü azalttığına dair veriler bulunmaktadır (Wagner ve ark., 2004; 2006). Beland ve ark (2003) Kanada'nın Quebec bölgesi kuzeybatı boreal karışık ormanlarında killi, tozlu ve kumlu topraklarda tohum yatağı hazırlama (scarification) ve diri-örtü (*Populus tremuloides* Michx.) kontrolünün *Pinus banksiana* lamb fidanlarının yaşama oranlarını arttırdığını belirlemiştir. Karabulut (2005) Eskişehir'de tarakla kökleme yapılarak diri-örtünün temizlenip karaçam ağaçlandırmasının yapıldığı sahalarda işlemlerin fidan yaşama oranlarına ve boy büyümesine olumlu etkilerinin olduğu ve bu etkinin ağaçlandırmanın 15. yılında da fark edildiğini belirtmektedir.

Kayın ormanlarında doğal gençleştirme yoğun diri-örtünün temizlendiği saha hazırlama işlemleriyle birlikte gerçekleştirilmektedir. Stolon gövde yapısıyla toprağa değdiği yerde kolayca kök salarak hızlı bir şekilde yayılan ormangülü hektarda 45 ton gibi bir biokütle üretebilmektedir. Benzer çalışmalarda Ordu-Akkuş, Bartın-Kumluca ve Düzce yörelerinde de orman gülü biokütlesine ait yakın değerler bulunmuştur (Yildiz ve Eşen, 2006; Yıldiz ve ark., 2007). Eşen ve ark (2004) orman gülünün kayın gençleşmesini ve büyümesini engellediğini eğer müdahale edilmezse orman gülünün yakın zamanda sahayı tamamen kaplayacağını iddia etmektedirler. Bu nedenle kayın gençleştirme çalışmalarında başarı için orman gülünün etkili bir şekilde sahadan temizlenmesi gerekmektedir.

Doğal ve işletilen orman alanlarında topraktaki OM bitki besin maddelerinin ana kaynağıdır. OM toprakta bulunan ve çoğu heterotrof olan canlılar için enerji kaynağıdır. Bitkiler tarafından kullanılabilen N, P ve S'nin büyük çoğunluğu OM'de bulunmaktadır. Bu nedenle OM ormanlarda bitki besin maddelerinin en dinamik havuzudur (Waring ve Running, 1998). Topraktaki N ve S'in % 95 ve yararlanılabilir P'nin % 25 'i OM'de bulunmaktadır (Fisher and Binkley, 2000). Besin içeriğinin yanında OM toprağın KDK'sını da önemli oranda arttırmaktadır (Tiessen ve ark., 1994). Organik formdaki N'in bitkiler tarafından alınabilmesi için bu azotun mineralizasyonu gerekir (Carter ve ark., 2002). Toprak yüzeyinde serbest halde bulunan OM'nin ayrışması toprak içindeki kil ve toz gibi taneciklerle bağlantılı olan organik maddeden daha hızlıdır (Tiessen ve ark., 1994). Bu nedenle kolayca ayrışabilen ölü-örtü OM'sinin sahadan uzaklaştırılması önemli besin kaybına neden olduğu gibi besin dinamiğini de etkilemektedir. Arocena (2000) Kanada'nın British Columbia bölgesindeki boreal ormanlarda yaptığı denemelerde OM taşınımı ve toprak sıkışmasının toprak profilinden sızan Ca^{++} , K^+ , Mg^{++} ve Al^{+++} katyonlarının miktarlarında azalmalara neden olduğunu belirlemiştir. Tan ve ark (2005) Kanada'nın boreal ormanlarında (Dawson Creek, B.C.) ölü-örtü taşınımının mikrobiyal biyomas, N mineralizasyonu ve nitrification oranını azalttığını belirlemişlerdir. Şimdiki çalışmada saha hazırlama uygulaması olarak yakma ve dozer kullanılmasının OM'yi yaklaşık % 64 oranında azalttığı hesaplanmıştır. Toprak yüzeyindeki OM biokütlesinin azalmasıyla birlikte dozerle çalışma yapılan sahalarda OM karbonunun kontrol ve işçi ile işlem gören sahalara oranla yaklaşık 3.5 kat azaldığı belirlenmiştir. Temperate ve boreal ekosistemlerde bitki büyümesini en çok sınırlayan besin N'dir (Schlesinger, 1991). Topraktaki N'in % 98'i OM'de bulunduğu için OM kaybından en fazla N etkilenmektedir. Bu çalışmada dozerle

işlem görmüş sahalarda işçi ile diri-örtü sökümü yapılan ve hiç işlem yapılmayan sahlara oranla yaklaşık 4.4 kat daha az N, 4.2 kat daha az P, 7.3 kat daha az Ca ve 4.1 kat daha az Mg olduğu hesaplanmıştır. Ayrıca makineli işlem görmüş sahalarda OM'nin K içeriğinin işçi ile diri-örtü sökümü yapılan sahalardakinden yaklaşık 3.4 kat daha az olduğu bulunmuştur. Bu nedenle şimdiki çalışmadan elde edilen veriler OM taşınımının artmasıyla besin taşınımının da arttığına yönelik çok sayıda çalışma sonucunu destekler niteliktedir. Powers ve ark (2005) Amerika Birleşik Devletleri çapında 26 deneme alanında yaptıkları uzun-vadeli toprak verimliliği çalışmalarının sonucunda OM'nin toprak yüzeyinden uzaklaştırılmasının toprak karbonunun ve besin yararlanılabilirliğinin şimdiki çalışmaya benzer şekilde toprağın ilk 20 cm derinliğinde azalttığını belirlemişlerdir. Taşınan OM içinde N içeriğinin fazla olması, toprakta N besininin fazla olması durumunda bile bitki beslenmesinde önemli sıkıntılara neden olabilmektedir (Dyck ve Beets, 1987). Organik maddenin besin kaybına etkisi sadece OM'nin içerdiği besinlerin OM ile birlikte sahadan uzaklaştırılmasıyla sınırlı değildir. Saha hazırlama işlemleri genelde orman kesimleriyle birlikte yapıldığından kesimle birlikte ormanın tepe çatısının açılması ve organik maddenin tahribi toprak sıcaklığı ve nemini değiştirerek yıkanma yoluyla baz oluşturan katyonların kaybını arttırmaktadır. Özellikle düşük ve orta düzeyde KDK'ya sahip topraklar baz oluşturan katyonların kaybına karşı daha hassastır (Adams ve ark., 2000). Şimdiki çalışmada topraklar asidik ve KDK orta ve düşük düzeyde olduğundan bu yolla baz oluşturan katyon kaybı da tetiklenmiş olabilir. İşçi kullanılan sahalarda pH diğer sahalara oranla yüksek olduğundan yangın sahalalarında da baz oluşturan katyon yoğunluğu arttığından KDK da bu sahalarda daha yüksek çıkmıştır. Vitousek ve Matson (1985) North Carolina'da Typic Hapludults topraklarda tıraşlama kesimi yapılmış, loblolly çamı sahalalarında kesim şiddeti, saha

hazırlama ve herbisit uygulamasının azot kaybına etkisini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda OM'nin sahadan uzaklaştırılmasının mikrobiyal büyüme ve solunum için gerekli karbonca zengin hammaddeyi ortadan kaldırdığından mikrobiyal popülasyonun azaldığını buna bağlı olarak yararlanılabilir N'in mikroplar tarafından immobilizasyonunun azaldığını ve bütün bunların sonunda da inorganik azotun toprak profilinden yıkanan miktarının arttığını iddia etmişlerdir.

OM ilkbaharda hızlı ısınmadığından ve çimlenen bireylerin mineral toprakla temasını kestiğinden mineral toprağa göre daha kötü tohum yatağı oluştururlar. Mineral topraklar ise toprak tanecikleri ile tohumlar arasında direk temas sağlandığı için iyi bir tohum yatağı oluştururlar (Kozlowski, 2002). Agestam ve ark (2003) Güney İsveç'teki *Fagus silvatica* ormanlarında mineral toprağı açığa çıkaran saha hazırlama işleminin iyi bir tohum yatağı hazırlayarak, tahrip görmemiş alanlara göre daha fazla gençliğin sahaya gelmesini sağladığını belirlemişlerdir.

Karadeniz Bölgesi kayın gençleştirme sahalarında diri-örtü temizliği ve saha hazırlama yöntemi olarak en çok taraklı dozerle ormangülünün sökülüp sahada belirli noktalara yığıldığı makineli çalışma yöntemi kullanılmaktadır. Kimyasal ve yangın kültürünün kullanılmasına şüpheci bakıldığı için bu iki yöntem kullanılmamaktadır. Ayrıca dozerle saha hazırlama maliyetinin işçi ile yapılan işlemde sahanın durumuna göre yaklaşık 5–10 kat ucuz olması, dozerle saha hazırlamayı cazip kılmaktadır. Dozerle çalışma sırasında sadece diri-örtünün sökülmesi değil organik maddeyle birlikte üst toprağın da sıyrılıp yığınlara taşınması alttaki mineral toprağı diğer yöntemlere göre daha fazla açığa çıkarmaktadır. Bu nedenle diğer yöntemlere göre daha iyi tohum yatağı oluşturduğu düşünülmektedir. Dozerle hazırlanan sahalara hektarda 300 bin ila 700 bin arası fidan gelmesi ormancılar arasında bu

yöntemin kayın gençleştirmesinde diğer yöntemlere göre daha başarılı olduğuna dair bir kanı oluşmasına neden olmuştur (Sargıncı, 2005).

Fakat kayın gençleştirme sahalarında 2-3 yaşındaki kayın fidanlarının m²'de 3-4 adet olması gerekirken 30 ila 70 arasında fidan bulunması fidanlar arasında rekabeti arttırmakta ve eğer seyreltme yapılmazsa gençlik uzun yıllar büyümeden fırça gibi kalmaktadır. Fidanlarda seyreltme yapılmak istense de ayrıca bir masraf gerekmektedir. Yıldız ve ark (2007) aynı bölgede aynı şekilde dozerle işlem görmüş sahalarda 2-3 yaşındaki fidanlarda bile beslenme sıkıntısı yaşandığını, işçi ile diri-örtü sökümü yapılan sahalarda ise yine başarılı bir şekilde gençliğin geldiğini fakat bu sahalardaki fidanlarda beslenme sıkıntısının olmadığını belirlemişlerdir. Buna rağmen her yıl binlerce hektarlık kayın ormanı dozerle saha hazırlama yöntemi kullanılarak gençleştirilmektedir.

OM taşınımının yanı sıra toprak sıkışması kesim ve saha hazırlama sırasında en çok rastlanan tahriplerdendir. Dozer gibi ağır iş makinelerinin orman topraklarında kullanımı toprak sıkışmasına neden olabilir. Kumlu topraklarda kılcal su hareketleri ile alt horizonlardaki suyun tohumlara ulaşmasını sağlayacak kadar toprak sıkışması faydalı olabilir. Fakat toprak sıkışmasının toprak verimliliğine ve bitki büyümesine uzun vadeli olumsuz etkisinin olduğuna dair çok sayıda araştırma bulunmaktadır (Rab, 2004). Tan ve ark (2005) Kanada'nın Dawson Creek (BC) bölgesindeki boreal ormanlarda yaptıkları araştırmada toprak sıkışması ve OM taşınımının topraktaki mikrobiyal biomas ve N miktarı ile N mineralizasyonu ve nitrifikasyonunu azalttığını belirlemişlerdir. Sıkışmış topraklardan dolayı kök büyümesinin engellenmesi bitkinin kuraklığa karşı direncini azalttığı gibi, özellikle hareketsiz besin elementlerinin alımını engelleyebilir (Bassett ve ark., 2005). Aşırı toprak sıkışması çimlenmeyi ve büyümeyi önler ve fidanların ölümlerine neden

olabilir (Kozlowski, 2002). Dozer kullanılan sahalarda toprağın hacim ağırlığının artması sadece ağır iş makinesinin toprak mimarisini bozarak birim hacimdeki toprağın katı kısmını arttırmasıyla sınırlı değildir. Ayrıca dozer kullanılan sahalarda diri-örtü temizliği sırasında ölü-örtü ve üst toprağın taşınması sonucu bu sahalarda artık ilk 20 cm toprak derinliğini daha fazla hacim ağırlığına sahip olan alttaki mineral toprak temsil etmektedir. Şimdiki çalışmada da dozer kullanımının toprağın ilk 10 cm lik kısmında hacim ağırlığının artmasına neden olduğu belirlenmiştir. Sargıncı (2005) aynı yörede yapılan benzer çalışmada dozerle işlem görmüş sahalarda ve işçi ile diri-örtü sökümü yapılan sahalara gelen fidanlar arasında büyüme bakımından bir farklılık bulamamıştır. Fakat Sargıncı (2005) çalışmasında dozerle işlem gören sahalardaki toprağın ilk 20 cm derinliğinin hacim ağırlığı 1.152 g cm^{-3} iken şimdiki çalışmada aynı toprak kısmının hacim ağırlığı 1.52 olarak hesaplanmıştır. Bu nedenle şimdiki çalışmadaki değer Sargıncı (2005) çalışmasındakinden yaklaşık % 30 daha fazla olup bitki büyümesi için sorun yaratabilecek bir orana çıkmıştır (Brady ve Weil, 1999).

OM yapısındaki hidroksil (OH^-) ve karboksil ($-\text{COOH}$) iyonu veya fenolik ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{-OH}$) grupları vb. ayrışmasıyla ortaya çıkan eksi (-) yüke sahiptir. Bu yük pH'ya bağlı yük olup pH arttıkça humusun KDK'sı silikat kellerini çok çok aşar (Fisher ve Binkley, 2000). OM en fazla dozerle işlenen sahalardan kaybolduğundan toprağın KDK'sı işçi ile söküm yapılan sahalardan yaklaşık % 31 daha düşük çıkmıştır. Toprağın KDK'sı verim gücüyle direkt bağlantılı olduğundan bu sahalarda ileride bitki büyümesiyle ilgili sıkıntılar yaşanabilir. Merino ve ark (2005) Kuzeybatı İspanya'da granitik kayalardan oluşmuş düşük KDK'ya ve düşük pH'ya sahip ve dolayısıyla besince fakir sayılabilen sahalardan OM'nin saha hazırlama sırasında taşınmasının toprağın fiziksel özelliklerine zarar verdiği ve bazı hızlı gelişen radiata

çamı (*P.radiata*), okaliptus (*E. globulus*) gibi türlerin büyümesini de olumsuz etkilediğini rapor etmişlerdir.

Sahanın gençleştirmeye hazırlanması için kesim artığı ve diri-örtüyü yakma etkili bir yöntemdir (Fisher and Binkley, 2000). Kontrollü yangın bu şekilde toprak üstü OM'yi azaltarak dikim kolaylığı sağladığı gibi doğal yangının vereceği zararların azaltmasını sağladığından, tohum ve fidan için uygun zemin oluşturduğundan, diri örtüyü kontrol etmede etkili olduğundan ve bitki hastalıklarını kontrol etmeye yardımcı olduğundan ormancılar tarafından kullanılmaktadır.

Fakat yangın toprağın, fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini de değiştirebilir. Şiddetli yangınlar toprak kolloidlerini değiştirerek su-itici yüzeyler oluşturmasına neden olabilir. Eğer orman topraklarında pH düşük olursa Al^{+3} iyonunun çözültideki yoğunluğunun artmasına ve zamanla baz oluşturan katyonlarda yıkanma sonucu azalmaya neden olabilir. Yangın sırasında genelde anyon oluşturan elementlerin daha fazla kaybolması ve yangın sonrası kalan külde baz- oluşturan elementlerin yoğunluklarının artması toprak pH'ını da arttırmaktadır (Marshall, 2000). Şimdiki çalışmada işçi ile sökülüp yapılan ve yakılan sahalarda toprak tepkimesinin hiç işlem görmemiş ve dozerle üst toprağın sıyrıldığı sahalara oranla yaklaşık yarım pH birimi arttığı ortaya çıkmıştır. Sargıncı (2005) çalışmasında da işçiyle diri-örtü sökümü yapılarak hazırlanan sahalarda yine aynı şekilde toprak pH'ının dozerle çalışılan sahalara oranla yaklaşık yarım pH birimi arttığını bildirmiştir. Şimdiki çalışma ve Sargıncı (2005) çalışmasının aynı yörede ve birbirlerine çok benzer ekosistemlerde ve yöntemlerle yapılmış olması ve bu iki çalışmanın sonuçlarının benzerliği elde edilen verilerin önemini arttırmaktadır. Bu ekosistemlerde toprak tepkimesi asidik olduğundan toprak tepkimesinin nötrü doğru çekilmesi özellikle makro-besin elementlerinin alınımını arttıracaktır. Ayrıca bu

yörelere sıkıntısı olduğu düşünölen P'nin yangınla birlikte toprak pH'ın artmasıyla Fe- ve Al-fosfatlardan çözünlölüğü ve dolayısıyla bitkilere yararlanılabilir oranında artış sağlanabilir (Debano ve ark., 1998; Yıldız ve ark., 2004). Böylece yangınla birlikte yoğunlukları ve yararlanılabilirlikleri arttırılan besinler sayesinde kısa vadede fidan büyümesine etki yaparak sahalar diri örtüyle istila edilmeden fidanların ışık rekabetini kazanması sağlanabilir.

Şimdiki çalışmada yangının topraktaki besin yoğunluklarını arttırdığına dair yeteri kadar veri elde edilememiştir. Bu çalışmada yakma işlemi yığınlar halinde yapılmıştır. Toprak örnekleri ise sahadan rastgele belirlenen noktalardan alınmıştır. Bu nedenle örneklemede yangının direk etkisinin olduğu yama yerlerinin temsili az olabilir. Yangının tüm sahada etkisini arttırmak için diri-örtünün önceden kesilip kurutulduktan sonra tam alanda yakılması gerekebilir. Fakat bu çalışmada en ağır tahrip olan dozerli çalışma yapılan sahalarda toprağın ilk 20 derinliğinde C ve N miktarları yakma ve kontrol sahalarındakinden yaklaşık % 32 ve % 20 daha düşük çıkmıştır. Ayrıca dozerle işlem görmüş sahalardaki K miktarı ise işçi ile diri-örtü sökümü yapılan ve hiç işlem yapılmayan sahalar ortalamasından yaklaşık % 45 daha azdır. Yıldız ve ark (2007) de aynı yöredeki kayın ekosistemlerinde dozer kullanımın sahadan önemli miktarda besin kaybına neden olduğunu belirlemişlerdir.

Türkiye'de ormancılar yangını orman alanlarında kullanmaya karşı olmalarına rağmen kayın ormanlarında saha hazırlama işlemlerinde en çok uygulanan dozer yangından çok daha fazla besin kaybına neden olmaktadır. Besin kaybının yanında dozerle çalışma sadece kayında bol tohum yılının olduğu yılın sonbaharında yapılmaktadır. OM ve üst toprak dozerle sıyrıldığı için topraktaki tohum bankası da yok edilmektedir. Bu ormanlarda akçağaç, kestane, keçi söğüdü, kiraz vb. yapraklı türler karışıma katıldığından bu türlerin tohumlarının topraktan

yok edilmesi bunun yanında tohum ağacı olarak üst tabakada genelde sadece kayın ağaçlarının bırakılıp diğer türlerin kesimle sahadan çıkarılması ormanlardaki tür karışımını yok ederek biyolojik ve genetik çeşitliliğe zarar verebilir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ormanlardan beklenen talepler ekolojik sınırlar içerisinde karşılanmalıdır (McDonald ve Lane, 2004). Verimliliğin iki ana bileşeni vardır; 1- potansiyel verimlilik, 2-bu potansiyelin ortaya çıkarılmasıdır. Potansiyel verimlilik genelde yörenin iklim ve toprak özellikleri tarafından belirlenir. İklim tarafından belirlenmiş biyolojik potansiyelin elde edilmesinde toprak koşulları en önemli etkidir. Eğer uygun toprak koşulları sürdürülmezse ormanın çeşitli yararlarının da sürdürülmesi mümkün değildir (Kimmins, 1999). Verimli alanların başka kullanım amaçlı olarak açılması ve orman alanlarının giderek verimsiz alanlara doğru sınırlandırılması, orman ürünlerine olan talebin artması, kesim yoluyla sahadan besin uzaklaştırılmasının da artması orman topraklarının verimliliğinin arttırılmasını zorunlu hale getirmiştir (Brady ve Weil, 1999).

Saha işleme yöntemlerinden en fazla tahrip özelliği olanlardan birisi OM'nin ve üst toprağın sıyrılarak sahada belirli noktalara yığılmasıdır. Üst toprak ve OM'nin bitki besin elementlerince zengin olması özellikle besin kıtlığı olan sahalarda bitki beslemesi açısından sıkıntı yaratabilir. Saha hazırlama işlemleri sırasında OM ve üst toprağın taşınması sahanın besin rezervinin önemli bir miktarını da taşımaktadır. OM ve üst toprağın taşınmasının toprak verimliliğini önemli ölçüde azalttığı birçok araştırmacılarca da belirtilmiştir (Fox, 2000).

Bir ekosistemin tahripten sonra tekrar tahrip öncesi koşul ve işlevlere veya istenilen başka bir duruma dönmesi için geçmesi gereken süre ekolojik rotasyondur. Tahribin şiddeti ekosistemin kendisini toparlama esnekliğindeki (resilience)

potansiyelini aşarsa ve/veya tahripler ekolojik rotasyondan daha sık aralıklarla olursa ekosistem sürdürülebilirliğini kaybeder. Bu nedenle esnekliği yani tahrip sonrası kendisini toparlama gücü düşük olan ekosistemlerin ekolojik rotasyonları uzun olur.

Karadeniz kayın ekosistemlerinde dozerle saha hazırlanması sırasında önemli miktarda besin kaybı olduğuna dair önemli miktarda veri toplanmıştır. Fakat bu işlemlerin sahaya gelen fidanların büyümesini ne kadar etkilediği ve diri- örtünün rekabetinin kaldırılmasından hem toprak verimliliği hem de fidan büyümesi açısından ne kadar fayda sağlandığının karşılaştırılması gerekmektedir. Ayrıca bu ekosistemlerin toplam besin girdilerinin ve çıktılarının hesaplanarak tahrip öncesi duruma dönme esnekliğinin ve ekolojik rotasyonlarının belirlenmesi gerekmektedir.

İşletme faaliyetlerinin orman ekosisteminin işlevlerini sürdürebilir bir şekilde devam ettirebilmesini sağlayan toprak kalitesini nasıl etkilediğine dair toplumların ilgileri son zamanlarda giderek artmıştır (Schoenhtz ve ark., 2000). Ekosistem yönetimi; ekosistemin bütünlüğü ve sağlığını korumayı, ekosistem ürünlerini uzun vadede ekonomik istikrarı sağlayacak şekilde sürdürülebilirlik ilkesini gözeterek hasat etmeyi gerektirmektedir. Ekosistem yönetiminin ana amacı ekolojik hizmetlerin ve biyolojik kaynakların insan faaliyetleri sonucu geri dönüşü olmayan bir şekilde erozyona uğramasını engellemektedir. Doğal ekosistemlerin kısa vadeli amaçlar için kullanılması biyolojik kaynakların azalmasına neden olmaktadır. İnsan kaynaklı tahripler ekosistemin doğal yolla tekrar toparlanma sürecini değiştirmektedir. Ekosistem yönetimindeki en önemli sorunlardan biri farklı ölçeklerde ekosistem verilerinin eksikliği ve bu verilerin birbiri ile bağlantılarının sağlanamamasıdır (Brussard ve ark.,1998). Ormanların sürdürülebilir bir şekilde işletilmesi gerektiği yaygın bir görüş haline gelmiştir. Toprak verimliliğinin korunması bu amacın gerçekleştirilmesindeki en önemli etkenlerdendir. Bir taraftan

orman alanlarının başka kullanım amaçlı açılması diğer yandan orman ürünlerine olan talebin giderek artması kalan orman alanlarından daha fazla verim alınmasını zorunlu kılmaktadır.

Saha hazırlama sırasında aşırı besin kaybı gelecekteki bitki büyümesini olumsuz etkileyecektir. Aşırının ne olduğu kesim ve saha hazırlamayla ne kadar besin uzaklaştırıldığı ve doğal veya insan yoluyla sahaya ne kadar besin girdisi sağlanacağına bağlıdır. Hasat ve buna bağlı saha hazırlama çalışmaları sırasında ne kadar besin ve organik madde kaybolacağı üç şeye bağlıdır: 1- uzaklaştırılan biyokütle miktarı ve çeşidine; örneğin ibre ve dalların da kesimle uzaklaştırılması besin kaybını önemli oranda artırır, 2- saha hazırlama yöntemi; kesim artıkları yangın riskini azaltmak veya ekim-dikim kolaylığı sağlamak için ya yakılmakta veya sahada belirli noktalara yığılmaktadır. Eğer yakma şiddeti fazla olursa özellikle S ve N kaybı olabilir. Eğer geniş alanda düşük şiddetli yakma gerçekleştirilirse kationların yoğun olduğu mineral besin fazlalığı açığa çıkıp toprak verimliliği açısından olumlu etkisi olabilir. Kesim artıkları ve diri örtünün dozerle temizlenip belirli noktalara yığılması da yeni gelen fidanların besleneceği sahalardan besinlerin uzaklaştırılarak sahada belirli noktalara yığılmasına neden olmaktadır. Böylece besince zengin OM ve üst toprak belirli noktalara yığılmaktadır, 3- bitki örtüsünün sahayı tekrar kaplama hızı ve oranı; tahripten sonra sahaya yerleşen öncü türler fidanlar tam olarak yerleşene kadar besinlerin ve önemli toprak canlılarının sistemde tutulması açısından önemli rol oynamaktadırlar.

Makineli çalışmayla gerçekleştirilen bu saha hazırlama yöntemi kolay ve işgücünden tasarruf edildiği için sık kullanılan yöntem haline gelmiştir. Fakat bu işlemle kaybolan besinlerin toprak verimliliğine ve ürün artımına olumsuz etkilerinin uzun vadeli çalışmalarla araştırılması gerekmektedir. Uzun vadeli sonuçlar alınana

kadar da kesin bilmediğimizi koruma prensibinden hareketle dozerle çalışma işlemi ya terk edilmeli ya da yöntemin olumsuz etkilerini azaltacak tedbirler alınmalıdır. Örneğin saha hazırlama sadece kayında bol tohum yılı olan yıllarda değil her yıl yapılabilir. Temizlenen ve sahada belirli noktalara yığılan diri-, ve ölü-örtü yığınları kurutulduktan sonra gelecek yıl tekrar sahaya serilerek tam alanda kontrollü hafif yangınlarla yakılabilir. Böylece saha hazırlama sırasında yığınlar halinde belirli noktalarda toplanan diri-örtü artıkları yakılarak bu yığınların kapladığı alanlarda kullanılmış olur. Ayrıca ormangülü ilkbahar ve yaz aylarında kesilip olduğu yerde bırakılarak kurutulduktan sonra yangın riskinin az olduğu sonbaharda tam alanda yakılabilir. Newton (1981) bu tür odunsu diri örtülerle mücadelede diri-örtünün kesilip olduğu yerde kurutulması yakmanın en etkin mücadele yöntemlerinden biri olduğunu belirtmektedir. Böylece hem ormangülünün toprak altındaki stolon gövdesini kurutmak için şiddetli yangın kullanılmamış olur, hem toprak pH'ı düzenlenmiş olur. Ayrıca besin elementlerinin daha az kaybı sağlanarak toprağa düşen kayın fıstıklarının mineral toprakla teması sağlanır ve fidanlar için daha verimli bir toprak sunulur. Bunun yanında dozerle saha hazırlaması yapılırken bu iş için yeniden dizayn edilen daha geniş aralıklı olan ve üst toprağı hafif silkelemeyle sahada bırakacak taraklar kullanılmalıdır. Uygulamacılara ve dozer operatörlerine de bu konuda eğitim verilmelidir.

Bunun yanında saha hazırlama kayında bol tohumun olduğu yıllarda yapıldığından saha hazırlanırken dozerle üst topraktaki farklı türlerden toprağa düşmüş olan tohum bankası yok edilerek saha temizlenmektedir. Ayrıca gençleştirme çalışmaları sırasında siper veya tohum ağaçları bırakılırken genelde sadece kayın ağaçları sahada bırakılmaktadır. Karışıma katılan ve biyolojik ve genetik çeşitlilik açısından önemli olan türler bu şekilde kayın gençleştirme çalışmaları sonucu yok

olmakta ve sahalar sadece kayından oluşan tek türün olduğu bir kuruluşa doğru götürölmektedir. Bunun hem ekosistem çeşitliliği, hem biyolojik ve hem de genetik çeşitlilik açısından sakıncaları vardır. Bu nedenle bu ormanlarda doğal karışıma katılan diğer türlerden de üst tabakada bırakılması bu ormanlardaki tür çeşitliliğini korumak açısından önemlidir.

Günümüzde kayın odunun ekonomik değeri olması şimdi sahaya gelen ve yaklaşık 100- 150 yıl sonra kesilecek olan kayın odunlarının gelecekte de aynı değere sahip olacağı anlamına gelmemelidir. Yaklaşık 30 yıl önce kayın odunun değerinin çok düşük olması ve yapraklıların yöre halkı tarafından orman olarak algılanmaması nedeniyle Batı Karadeniz sahil kesimlerinde çok büyük alanlarda çam ağaçlandırması yapılmıştır. Bakım eksikliğinin de etkisiyle bu çam fidanları yörenin doğal yapraklıları olan kayın ve gürgen tarafından kısa sürede boğulmuştur. Daha sonraları kayın odunun değerinin artmasıyla şimdi kayın bakım sahalarında seyrek bir şekilde bulunan bu çam ağaçları kesilerek sahadan uzaklaştırılmaya çalışılmaktadır. Bu olay kısa vadeli düşünmenin sonucu sadece 30 yıl gibi kısa bir sürede gerçekleşen ve tek bir kuşak ormancının kendi yaptığı hatanın Türkiye'ye nelere mal olduğunu gösteren önemli bir örnektir.

KAYNAKLAR

ADAMS, M.B., BURGER, J.A., JENKINS, A.B., ZELAZNY.L. 2000. Impact of harvesting and atmospheric pollution on nutrient depletion of eastern US hardwoods forests. *Forest Ecology and Management*. 138:301-319

AGEE, J.K. 1993. Fire ecology of Pacific northwestern forests. Island Press. Washington, D.C. USA

AGESTAM, E., EKO, P.M., NILSON, U., WELANDER, N.T. 2003. The effects of shelterwood density and site preparation on natural regeneration of *Fagus sylvatica* in southern Sweden. *Forest Ecology and Management*. 176: 61-73

ANONİM, 1985. Kayın. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, El Kitabı Dizisi: 1, Muhtelif Yayınlar Serisi: 42.

ANONİM. 2004. Türkiye Ulusal Ormancılık Programı (2004-2023). T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara.

ANONİM. 2005. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Kurumsal Web Sitesi, APK Ulusal Bilgi Merkezi, Sayısal Haritalar, Türkiye Genel Jeoloji Atlası. 15 Şubat 2005’de World Wide Web: http://www.khgm.gov.tr/menuler/ubm_link.htm.

ANONİM. 2006. Orman Varlığımız. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü. Orman İdaresi ve Planlama Daire Başkanlığı, Ankara.

ANONİM. 2007. Dokuzuncu Beş Yıllık Kalkınma Planı (2007-2013). T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı. Ankara, Türkiye

ANŞİN, R., 1983. Türkiye’nin Flora Bölgeleri ve Bu Bölgelerde Yayılan Asal Vejetasyon Tipleri, İ. Ü. Orman Fak. Derg., 6.2: 318-339, İstanbul.

ANŞİN, R. ve ÖZKAN, Z. C. 1993. Tohumlu Bitkiler (Spermatophyta), Odunsu Taksonlar. KATÜ Orman Fakültesi.

ANŞİN., R. ve TERZİOĞLU, S. 2001. Diri-örtü Ders Notları. Ders Notları Yayın No: 65, s. 25-29. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Trabzon, Türkiye.

AROCENA, J.M. 2000. Cations in solution from forest soils subjected to forest floor removal and compaction treatments . *Forest Ecology and Management* 133: 71-80.

ATALAY, I. 1992. Kayın (*Fagus orientalis* Lipsky) ormanlarının ekolojisi ve tohum transferi yönünden bölgelere ayrılması. Orman Bakanlığı Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü. 5 (1/2): 54–59.

ATALAY, İ. 1994. Vegetation Geography of Turkey. Ege University Press, Bornova, İzmir.

ATAY, İ. 1987. Doğal Gençleştirme Yöntemleri I-II. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İ.Ü. Yayın No: 3461, F.B.E. Yayın No: 1.

ATAY, İ. 1990. Silvikültür II Ders Kitabı, Silvikültürün Tekniği. İ.Ü. No: 3599, Orman Fakültesi No: 405. İstanbul, Türkiye.

AYIK, C. ve YILMAZ, H. 1992. Influence of vegetation clearing and soil preparation equipment on the soils of reforestation areas. Technical Bulletin no. 155. Poplar and Fast-Growing Forest Tree Research Institute, Izmit, Turkey.

BASSETT, I.E., SIMCOCK, R.C., AND MITCHELL, N.D. 2005. Consequences of soil compaction for seedling establishment: Implications for natural regeneration and restoration. Austral Ecology. 30: 827-833

BELAND, M., BERGERON, Y., ZARNOVICAN, R. 2003. Harvest treatment scarification and competing vegetation affect on jack pine establishment on three soil types of the boreal mixed wood of Northwestern Quebec. Forest Ecology and Management. 174: 477-493

BENGTSSON, J., LUNDKVIST, H., SAETRE, P., SOHLENIUS, B., SOLBRECK, B. 1998. Effects of organic matter removal on the soil food web: Forestry practices meet ecological theory. Applied Soil Ecology. 9: 137-143

BRADY, N.C. AND WEIL. R.R. 1999. The nature and properties of soils. Twelfth edition. Prentice-Hall, Inc. New Jersey.

BRUSSARD, D. F., REED, J. M., TRACY, C. R. 1998. Ecosystem Management : What is really? Landscape and Urban Planning. 40: 9-20

CARTER, M.C., DEAN, T. J., ZHOU, M., MESSINA, M.G., WANG, Z. 2002. Short-term changes in soil C,N, and biota following harvesting and regeneration of loblolly pine (*Pinus taeda* L.). Forest Ecology and Management. 164: 67-88

DEBANO, L. F., NEARY, D.G. AND FFLOLLIOTT, D.F. 1998. Fire's effects on ecosystems. John Wiley & Sons, Inc. New York. USA

DYCK, W.J. AND BEETS, P.N. 1987. Managing for long-term site productivity. New Zealand Forestry. 11: 23-26

EATON, R.J., BARBERCHECK, M., BUFORD, M., SMITH, W. 2004. Effects of organic matter removal, soil compaction and vegetation control on collembola populations. Pedobiologia. 48:121-128.

EŞEN, D. 2000. Ecology and Control of Rhododendron (*Rhododendron ponticum* L.) in Turkish Eastern Beech (*Fagus orientalis* Lipsky.) Forests. Ph. D. Dissertation. Blacksburg, Virginia, USA.

EŞEN, D., ZEDAKER, S. M., KIRWAN, J.L., MAU, P. 2004. Soil and site factors influencing purple-flowered rhododendron (*Rhododendron ponticum* L.) on eastern beech forests (*Fagus orientalis* Lipsky) in Turkey. Forest Ecology and Management. 203: 229-240

EŞEN, D., YILDIZ, O., KULAÇ, Ş. AND SARGINCI, M. 2006. Controlling rhododendron spp. in the Turkish Black Sea Region, Forestry.79(2): 177-184

FAO. 2001. Global forest resources assessment 2000. Main report. FAO. Forestry Paper 140. Rome, Italy

FAO. 2005. State of the world's forests, Rome, Italy

FISHER, R.F. AND BINKLEY, D. 2000. Ecology and management of forest soils. Third edition. John Wiley & Sons, Inc. New York. USA

FOX, T.R. 2000. Sustained productivity in intensively managed forest plantations. Forest ecology and Management. 138: 187-2002.

GRIGAL, D. F. 2000. Effects of extensive forest management on soil productivity. Forest Ecology and Management. 138:167-185

HENINGER, R.L, TERRY, T.A., DOBKOWSKI, A., SCOTT, W. 1997. Managing for sustainable site productivity: Weyerhaeuser's forestry perspective. Biomass and Bioenergy. 13: (4/5): 255-267

HORNBECK, J.W. AND KROPELIN. 1982. Nutrient removal and leaching from a whole-tree harvest of northern Hardwoods. Journal of Environmental Quality 11(2): 309-316

JONES, J.B. JR., CASE, V.W. 1990. Sampling, handling, and analyzing plant tissue samples. In: Westerman, R.L. et al. (Ed.), Soil Testing and Plant Analysis - 3rd Ed., Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA, pp. 389-427.

JOHNSON, D.W. 1992. Nitrogen retention in forest soils. Journal of Environmental Quality. 21 (1): 1-12.

KANTARCI, M. D. 2000. Toprak İlmi. İstanbul Üniversitesi yayın no. 4261

KARABULUT, S, 2005. Eskişehir yöresi makineli karaçam (*Pinus nigra* Arnold Subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) ağaçlandırmalarında arazi hazırlama yöntemlerinin 15 yıllık gelişim üzerindeki etkileri (Effects on Growth for 15 year of land preparation Methods with Machinery In Anatolian Black Pine (*Pinus nigra* Arnold Subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) Plantations of Eskişehir Region. T.C.

Çevre ve Orman Bakanlığı Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Müdürlüğü. Çeşitli Yayınlar serisi No:18 İzmit, Turkey.

KILHAM, K. 1995. Soil ecology. Cambridge University Press, Cambridge, U.K.

KIMMINS, J.P. 1997. Forest ecology a foundation for a sustainable management. Second edition. Prentice Hall. New Jersey. USA

KIMMINS, H. 1999. Balancing act. Environmental issue in forestry. Second edition. UBC Press. Vancouver, Canada

KOZLOWSKI, T.T. 2002. Physiological ecology of natural regeneration of harvested and disturbed forest stands: Implications for forest management. Forest Ecology and Management. 158: 195-221

MARSHALL, V.G. 2000. Impacts of forest harvesting on biological processes in northern forest soils. Forest Ecology and Management. 133: 43-60.

MCDONALD, G.T. AND LANE, M.B. 2004. Converging global indicators for sustainable forest management. Forest Policy and Economics. 6: 63-70

MERINO, A., BALBOA, M.A., SOALLARIO, R.R., GONZALEZ, J.G.A. 2005. Nutrient exports under different harvesting regimes in fast growing forest plantations in Southern Europe. Forest Ecology and Management. 207: 325-339

NEWTON, M. AND ROBERTS, C.A. 1977. Brush control alternatives for forest site preparation. Proceedings and Research Progress Report. 28th annual Oregon weed control conference. Salem, Oregon. USA. 1-10.

NEWTON, M. 1981. Chemical Weed Control in Western Forests. Proceedings of the 1981 John S. Wright Forestry Conference, Weed Control in Forest Management, Purdue University, West Lafayette, IN. 127-138.

ODUM, E.D. AND BARRETT. G.W. 2008. Ekolojinin temel ilkeleri. Beşinci baskıdan çeviri. Editor. Kani Işık. Palme Yayıncılık. Ankara

ÖZYUVACI, N. 1999. Meteoroloji ve Klimatoloji, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Fakülte Yayın No: 460, İSTANBUL.

PERRY, D.A., BORCHERS, J.G., TURNER, D.P., GREGORY, S.V., PERRY, C.R., DIXON, R.K., HUNT, S.C., KAUFFMAN, B., NEILSON, R.P. AND SOLLINS, P. 1991. Biological feedbacks to climate change: Terrestrial ecosystems as sinks and sources of carbon and nitrogen. The Northwest Environmental Journal. 7: 203-232

POWERS, R.F., SCOTT, D.A., SANCHEZ, F.G., VOLDSETH, R.A., PAGE-DUMROESE, D., ELIOFF, J.D. STONE, D. M. 2005. The North American long-term soil productivity experiment: Findings from the first decade of research . Forest Ecology and Management. 220: 31-50

RAB, M. A. 2004. Recovery of soil physical properties from compaction and soil profile disturbance caused by logging of native forest in Victorian Central Highlands, Australia. *Forest Ecology and Management*.191: 329-340

RADOSEVICH, S., HALT, J. AND GHERSA, C. 1997. Weed ecology. Implications for management. Second edition. John Wiley & Sons, Inc. New York. USA

SARGINCI, M. 2005. Batı Karadeniz kayın (*Fagus orientalis* lipsky) ekosistemlerinde diri-örtü control yöntemlerinin toprak verimliliğine etkisi. Yüksek lisans tezi. Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Düzce.

SAS SYSTEMS FOR WINDOWS™ . 1996. Release 6.12. SAS Institute Inc. Cary, North Carolina, USA

SCHOENHOTZ, S.H., MIEGROET, H.V., BURGER, J.A. 2000. A review of chemical and physical properties as indicators of forest soil quality : Challenges and opportunities. *Forest Ecology and Management*. 138: 335-356.

SCHLESINGER, W.H., 1991. Biogeochemistry: An analysis of global change. Academic Pres, London.

SMITH, D.M., LARSON, B.C., KELTY, M. J. AND ASHTON, P. M. S. 1997. The practice of silviculture. Applied Forest Ecology. Ninth edition. John Wiley & Sons, Inc. New York. USA

TAN, X., CHANG, S.X. KABZEMS, R. 2005. Effects of soil compaction and forest floor removal on soil microbial properties and N transformations in a boreal forest long-term soil productivity study. *Forest Ecology and Management*. 217: 158-170

TAVERNIER, R., SMITH, G.D. 1957. The concept of Braunerde (Brown Forest soils) in Europe and the United States. *Advan. Agron.* 9: 217-289.

TEW, D.T., MORRIS, L.A., ALLEN, H.L. AND WELLS, C.G. 1986. Estimates of nutrient removal, displacement and loss resulting from harvest and site preparation of a *Pinus taeda* plantation in the Piedmont of North Carolina. *Forest Ecology and Management*.15: 257-267

THIRGOOD, J.V. 1981. Man and the Mediterranean forest. A history of resource depletion. Academic Press. New York, USA

THOMAS G W. 1996. Soil pH and soil acidity. In *Methods of Soil Analysis – Part 3 – Chemical Methods*, pp. 475-490. Eds D L Sparks *et al.* Madison, Wisconsin: Soil Science Society of America and American Society of Agronomy.

TIESSEN, H., CUEVES, E., CHACON, P. 1994. The role of soil organic matter in sustaining soil fertility. *Nature*. 371(27): 783-785.

VITOUSEK, D.M. AND MATSON, P.A. 1985. Disturbance, nitrogen availability, and nitrogen losses in an intensively managed loblolly pine plantation. *Ecology*. 64 (4): 1360-1376

WAGNER, R.G., LITTLE, K.M., RICHARDSON, B., MCNABB, K. 2006. The role of vegetation management for enhancing productivity of the world's forests. *Forestry*, 79: 57-79.

WARING, R. H. AND RUNNING, S.W. 1998. *Forest Ecosystems. Analysis at multiple scales. Second edition. Academic Press, San Diego, USA.*

YALTIRIK, F., İŞGÜZAR, H., ve KÜÇÜKKOCA, A. H. 1953. Düzce İlçesi ve Orman İşletmesi, Ülku Basımevi, İstanbul.

YALTIRIK, F. 1998. Dendroloji Ders Kitabı II, Angiospermae (Kapalı Tohumlular). İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın no: 4104, O.F. yayın no: 420, s.109-114.

YILDIZ, O. 1997. Impact of Different Harvesting and Sites Preparation Methods on Soil Compaction and Nitrogen Mineralization in a Loblolly pine (*Pinus taeda* L.) plantation, Ms. Thesisi, Louisiana State University, forestry, Wildlife and Fisheries, USA.

YILDIZ, O. 2004a. Toprak İşlemesinin Azot Mineralizasyonuna Etkisi, Doğa ve Çevre, V. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi, Abant, BOLU, TURKEY. Sayfa: 681-688

YILDIZ, O. 2004b. Orman Alanlarından Hasat Sonrası Besin Kaybı, Doğa ve Çevre, V. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi, Abant, BOLU, TURKEY. Sayfa: 673-680

YILDIZ, O., EŞEN, D. VE SARGINCI, M. 2004. Orman yangınlarının besin elementleri ve ekosistem verimliliğine etkileri. *Tabiat ve İnsan*, 3-4: 56-63.

YILDIZ, O. And EŞEN, D. 2006. Effects of different Rhododendron control methods in eastern beech (*Fagus orientalis* Lipsky) ecosystems in the western Black Sea Region of Turkey. *Annals of Applied Biology*. 149: 235-242.

YILDIZ, O., SARGINCI, M., EŞEN, D. And JR., K. CROMACK. 2007. Effects of Vegetation Control on Nutrient Removal and *Fagus orientalis*, Lipsky Regeneration in The Western Black Sea Region of Turkey. *Forest Ecology and Management*, 240(1-3): 186-194.

ZENGİN, M. 1987. Pulluk Tabanı, Oluşumu ve Alınabilecek Önlemler. Orman Bakanlığı Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü, İzmit. Teknik Bülten No:1. s. 34-38.