

BATI KARADENİZ KAYIN (*Fagus orientalis* Lipsky)
EKOSİSTEMLERİNDE DİRİ-ÖRTÜ KONTROL
YÖNTEMLERİNİN TOPRAK VERİMLİLİĞİNE ETKİSİ

Murat SARGINCI

EYLÜL 2005

BATI KARADENİZ KAYIN (*Fagus orientalis* Lipsky)
EKOSİSTEMLERİNDE DİRİ-ÖRTÜ KONTROL
YÖNTEMLERİNİN TOPRAK VERİMLİLİĞİNE ETKİSİ

Murat SARGINCI

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

EYLÜL 2005

ABSTRACT

EFFECTS OF WEED CONTROL METHODS ON SOIL PRODUCTIVITY OF BEECH (*Fagus orientalis* Lipsky) ECOSYSTEMS IN WESTERN BLACK SEA REGION OF TURKEY

Murat SARGINCI

Master of Science: Department of Forest Engineering

Advisor: Assistant Professor Dr. Oktay YILDIZ

September 2005, 59 pages

This study was conducted to investigate the effects of weed control methods during regeneration practices on soil productivity of eastern beech forest in Black Sea Region of Turkey. The experiment used a randomized block design with three blocks. The manual treatments were grubbing. Mechanical treatment was scarification of soil surface and topsoil with bulldozer.

One year after treatments, amount of organic matter on mechanical treated site was only 1/5 of the grubbing sites. And mechanically treated sites had only 1/7 nitrogen (N), 1/3 phosphorus (P), 1/11 calcium (Ca), 1/4 potassium (K) and 1/5 sulfur and magnesium of that the grubbing sites.

Soil pH on grubbing sites was 0.5 degree higher than that of other sites. Soil cation exchange capacity (CEC) on mechanical treatment sites was only half of the that of grubbing sites. Analysis of data between 0-20 cm soil depth revealed that soil

C pool on grubbing plots was 32 % and Mg pool 88 % more than that of mechanical treatment sites.

One year after treatments, on mechanical treated sites 2.5 times more beech seedling was count than grubbing sites. However, seedling N, P, Ca, K, Mg concentrations were significantly lower on mechanical treated sites than those of grubbing sites.

Comparing to grubbing sites about 49, 14, 219, 22, 20 and 31 times more N, P, Ca, K, S and Mg were removed from the mechanical treatment sites respectively. Thus removing top soil and the organic matter with machine during regeneration practices may lower the sites productivity and effect seedling growth on this ecosystems.

Keywords: Soil, productivity, organic matter, weed control, nutrients.

ÖZET

BATI KARADENİZ KAYIN (*Fagus orientalis* Lipsky) EKOSİSTEMLERİNDE
DIRİ-ÖRTÜ KONTROL YÖNTEMLERİNİN TOPRAK VERİMLİLİĞİNE ETKİSİ

Murat SARGINCI

Yüksek Lisans: Orman Mühendisliği Bölümü

Tez Danışmanı: Yrd.Doç.Dr. Oktay YILDIZ

Eylül 2005, 59 sayfa

Batı Karadeniz Kayın ekosistemlerinde gençleştirme çalışmaları sırasında yapılan diri-örtü kontrol yöntemlerinin toprak verimliliğine etkisinin araştırılması için tamamen rastgele blok deseninde insan gücü (kökleme) ve makineli çalışma (dozerle üst toprağın kazınması) yöntemleri kullanılarak diri-örtü temizliği yapılmıştır.

İşlemlerden bir yıl sonra makineli çalışma yapılan sahalardaki organik madde (OM) miktarının, diri-örtünün elle söküldüğü sahalardakinin ancak 1/5'i kadar olduğu hesaplanmıştır. Ayrıca makineli çalışma yapılan sahadaki OM'nin elle sökülme yapılan sahalardaki OM'nin sadece 1/7'si oranında azot (N), 1/3'ü oranında fosfor (P), 1/11'i oranında kalsiyum (Ca), 1/4'ü oranında potasyum (K) ve 1/5'i oranında da kükürt (S) ve magnezyum (Mg) içerdiği belirlenmiştir.

Kökleme yapılan sahalarda toprak pH'sı yarım derece fazla olarak ölçülmesine rağmen makineli çalışma yapılan sahalarda topraktaki katyon değişim kapasitesi (KDK) yarı yarıya azalmıştır. Kökleme sahalarda makineli çalışma

yapılan sahalara oranla ilk 20 cm derinlikteki toprağın karbon (C) miktarı % 32 ve Mg miktarı da % 88 daha fazla bulunmuştur.

İşlemlerden bir yıl sonra makineli çalışma yapılan sahalara, kökleme yapılan sahalara oranla 2.5 kat daha fazla kayın gençliğinin geldiği belirlenmiştir. Fakat makineli çalışma yapılan sahalardaki kayın fidanlarında elle söküm yapılan sahalardakine oranla N, P, Ca, K ve Mg yoğunlukları önemli derecede düşük çıkmıştır.

Ayrıca makineli çalışma yapılan sahalardan, kökleme yapılan sahalara oranla N, P, Ca, K, S ve Mg sırasıyla yaklaşık 49, 14, 219, 22, 20 ve 31 kat daha fazla saha dışına taşınmıştır. Dolayısıyla mekanik çalışmayla üst toprağın ve organik maddenin uzaklaştırılması, bu ekosistemlerde saha verimliliğini azaltabilir ve fidan büyümesini olumsuz etkileyebilir.

Anahtar Sözcükler: Toprak, verimlilik, organik madde, diri-örtü kontrol, besin elementleri.

TEŞEKKÜR

Araştırma boyunca göstermiş olduğu anlayış ve rehberliği için tez danışmanım Oktay YILDIZ'a, tavsiye ve yorumları için Derya EŞEN'e, arazide bitkilerin teşhisi için yardımcı olan Necmi AKSOY'a teşekkür ederim. Ayrıca arazi çalışmalarım sırasında yardım ve desteklerini esirgemeyen Düzce Orman İşletme MÜdürlüğü çalışanlarına da Őükranlarımı sunarım. Onların desteği olmadan bu çalışmayı gerekleştirmemizin olasılığı çok azdı.

ÖNSÖZ

“Batı Karadeniz Kayın (*Fagus orientalis* LIPSKY) Ekosistemlerinde Diri-Örtü Kontrol Yöntemlerinin Toprak Verimliliğine Etkisi” adlı bu çalışma A.İ.B.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı’nda yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Türkiye ormanları uzun yıllardan beri geleneksel orman amenajman planlarıyla yönetilmekte olup çoğu amenajman planı odun üretimini esas almış olup, toprak verimliliği göz ardı edilmiştir. Bu nedenle, yıllardır uygulanan zayıf silvikültürel işlemler ve yanlış yönetimler, odun üretimini ve biyolojik çeşitliliği azaltmış ve toprak verimliliğini olumsuz yönde etkilemiş olabilir. Türkiye ormanlarından ne kadar verimliliğin azaldığına dair net bir bilgi olmamasına rağmen, her yıl çok geniş alanlarda doğal kayın ormanları saha verimliliği dikkate alınmadan gençleştirilmektedir. Dolayısıyla bu çalışmada, kayın gençleştirilmesi sırasında uygulanmakta olan diri-örtü kontrol yöntemlerinin toprak verimliliğini nasıl etkilediği araştırılmış ve uzun vadeli verilerin elde edilmesi için bir ön çalışma oluşturulmuştur. Elde edilecek yeni bilgilerin uygulamacıların, ormanlarda yapılan uygulamaların uzun vadedeki getirileri ve götürüleri hakkında fikir edinmelerine katkıda bulunacağı umundayım.

Bu çalışmanın bilim dünyasına, ülkemiz ormancılığına, araştırmacılara ve uygulamada çalışan teknik personele yararlı olmasını dilerim.

Murat SARGINCI

İÇİNDEKİLER

ABSTRACT.....	III
ÖZET.....	V
TEŞEKKÜR.....	VII
ÖNSÖZ.....	VIII
İÇİNDEKİLER.....	IX
ÇİZELGE LİSTESİ.....	XI
ŞEKİL LİSTESİ.....	XIII
BÖLÜM	
1. GİRİŞ.....	1
2. MATERYAL VE YÖNTEM.....	9
2.1. Materyal.....	9
2.1.1. Doğu Kayını (<i>Fagus orientalis</i> Lipsky).....	9
2.1.2. Mor Çiçekli Orman Gülü (<i>Rhododendron ponticum</i> L.).....	11
2.1.2.1. İnsan Gücü ile Orman Gülü Kontrolü.....	14
2.1.2.2. Mekanik Mücadele.....	14
2.1.2.3. Yakma.....	15
2.1.2.4. Kimyasal Mücadele.....	15
2.1.3. Çalışma Alanı.....	16
2.1.4. İklim.....	17
2.1.5. Anakaya, Arazi Yapısı ve Toprak Özellikleri.....	19

2.1.6. Bitki Örtüsü.....	20
2.2. Yöntem.....	21
2.2.1. Çalışmanın Kuruluş Aşaması.....	21
2.2.2. Örneklerin Toplanması ve Analizleri.....	24
2.2.2.1. Diri-örtü.....	24
2.2.2.2. Organik Madde.....	25
2.2.2.3. Toprak.....	26
2.2.2.4. Kayın Fidanları.....	28
2.2.3. İstatistiki Analizler.....	29
3. BULGULAR.....	30
3.1. Diri-örtü.....	30
3.2. Organik Madde.....	31
3.3. Toprak.....	33
3.4. Kayın Fidanları.....	37
4. TARTIŞMA.....	42
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	51
KAYNAKLAR.....	54

ÇİZELGE LİSTESİ

- Çizelge 1.** Batı Karadeniz Kayın Ekosistemlerinde Toprak Horizonlarının İçerdiği Makro Besin Elementleri Yoğunluğu ve Katyon Değişim Kapasitesi (KDK).....20
- Çizelge 2.** Batı Karadeniz Kayın Ekosistemlerinde Diri-örtü, Organik Madde ve Kayın Fidanlarındaki Makro Besin Elementleri Analizleri İçin Kullanılan Yöntemler.....25
- Çizelge 3.** Batı Karadeniz Kayın Ekosistemlerinde Diri-örtü Mücadelesi Yapılan Sahalardan Alınan Toprak Örneklerinin Kimyasal Analizlerinde Kullanılan Yöntemler.....28
- Çizelge 4.** Batı Karadeniz Kayın Ekosisteminde Bulunan Diri-örtü Yapraklarındaki Besin Elementleri Yoğunluğunun Ortalaması (%) \pm Standard hata.....30
- Çizelge 5.** Batı Karadeniz Kayın Ekosisteminde Bulunan Diri-örtü Yapraklarının İçerdiği Besin Elementlerinin Ortalama Miktarı (kg ha^{-1}) \pm Standard hata.....31
- Çizelge 6.** Batı Karadeniz Kayın Ekosisteminde Diri-örtü Kontrol Yöntemlerinin Uygulandığı Alanlarda Bulunan OM'nin İçerdiği Besin Elementlerinin Yoğunluğunun Ortalaması (%) \pm Standard hata32
- Çizelge 7.** Batı Karadeniz Kayın Ekosisteminde Diri-örtü Kontrol Yöntemlerinin Uygulandığı Alanlarda Bulunan OM'nin İçerdiği Besin Elementlerinin Ortalama Miktarı (kg ha^{-1}) \pm Standard hata.....33
- Çizelge 8.** Batı Karadeniz Kayın Ekosisteminde Diri-örtü Kontrol Yöntemlerinin Uygulandığı Alanlardaki Toprağın Hacim Ağırlığının Ortalaması (g cm^{-3}) \pm Standard hata34
- Çizelge 9.** Batı Karadeniz Kayın Ekosisteminde Diri-örtü Kontrol Yöntemlerinin Uygulandığı Alanlardaki Toprağın ilk 20 cm Derinliğindeki Asitliği (pH) ve Katyon Değişim Kapasitesinin (KDK) Ortalaması \pm Standart hata.....34
- Çizelge 10.** Batı Karadeniz Kayın Ekosisteminde Diri-örtü Kontrol Yöntemlerinin Uygulandığı Alanlarda Toprağın ilk

20 cm Derinliğinde Bulunan Besin Elementi Yoğunluğunun Ortalaması \pm Standard hata.....	36
Çizelge 11. Batı Karadeniz Kayın Ekosisteminde Diri-örtü Kontrol Yöntemlerinin Uygulandığı Alanlarda Toprağın ilk 20 cm Derinliğinde Bulunan Besin Elementlerinin Ortalama Miktarı (kg ha^{-1}) \pm Standard hata	36
Çizelge 12. Batı Karadeniz Kayın Ekosisteminde Diri-örtü Kontrol Yöntemlerinin Uygulandığı Alanlarda Bulunan Kayın Fidanlarının Sayısı, Biyokütlesi ve Hektardaki Toplam Biyokütle Ortalaması \pm Standard hata.....	37
Çizelge 13. Batı Karadeniz Kayın Ekosisteminde Diri-örtü Kontrol Yöntemlerinin Uygulandığı Alanlarda Bulunan Kayın Fidanlarının Çapı, Kök:Gövde Oranları ve Yaprak Yüzey Alanları \pm Standard hataları.....	40
Çizelge 14. Batı Karadeniz Kayın Ekosisteminde Diri-örtü Kontrol Yöntemlerinin Uygulandığı Alanlarda Bulunan Kayın Fidanlarının İçerdiği Besin Elementleri Yoğunluğunun Ortalaması (%) \pm Standard hata	40
Çizelge 15. Batı Karadeniz Kayın Ekosisteminde Diri-örtü Kontrol Yöntemlerinin Uygulandığı Alanlarda Bulunan Kayın Fidanlarının İçerdiği Besin Elementleri Ortalama Miktarı (kg ha^{-1}) \pm Standard hata	41

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1. Doğu Kayınının Türkiye'deki Doğal Yayılış Alanları.....	9
Şekil 2. Batı Karadeniz Kayın Ekosistemlerinin Walter'a Göre İklim Diyagramı.....	18
Şekil 3. Türkiye'nin Floristik Bölgeleri [(I) Euro-Siberian Floristik Bölgesi, (II) Akdeniz Floristik Bölgesi, (III) Irano-Turanian Floristik Bölgesi] ve Araştırma Sahalarının Bulunduğu Yer.....	21
Şekil 4. Batı Karadeniz Kayın Ekosistemlerinde Farklı Diri-örtü Temizliği Yapılan Sahalarda Deneme Deseni.....	22
Şekil 5. Batı Karadeniz Kayın Ekosistemlerinde Diri-örtünün İnsan Gücüyle Sökülmesi Ve Şeritler Halinde Yığılması.....	23
Şekil 6. Batı Karadeniz Kayın Ekosistemlerinde Diri-örtünün Dozer Yardımıyla Temizlenmesi.....	23
Şekil 7. Batı Karadeniz Kayın Ekosistemlerinde Kontrol Amaçlı Bırakılan İşlem Yapılmamış Saha.....	24
Şekil 8. Batı Karadeniz Kayın Ekosistemlerinde 100 cm ³ lük Toprak Örnekleme Silindirleri İle Toprak Örneklerinin Alınması.....	27
Şekil 9. Batı Karadeniz Kayın Ekosistemlerinde Sahalardan Örneklenen Kayın Fidanları.....	29
Şekil 10. Batı Karadeniz Kayın Ekosistemlerinde Farklı Diri-örtü Kontrolü Yapılan Sahalarda Bulunan OM Miktarı (kg ha ⁻¹).....	31
Şekil 11. Batı Karadeniz Kayın Ekosistemlerinde Farklı Diri-örtü Kontrolü Yapılan Sahalarda Bulunan Ortalama Kayın Fidanı Sayısı (adet ha ⁻¹).....	38
Şekil 12. Batı Karadeniz Kayın Ekosistemlerinde Farklı Diri-örtü Kontrolü Yapılan Sahalarda Bulunan Kayın Fidanlarının Ortalama Biyokütlesi (kg ha ⁻¹).....	39
Şekil 13. Batı Karadeniz Kayın Ekosistemlerinde Farklı Diri-örtü Kontrolü Yapılan Sahalarda Bulunan Fidanların Ortalama Kök ve Gövde Uzunlukları (cm).....	39

1. GİRİŞ

Nüfus ve buna bağlı olarak orman ürünlerine olan talep arttıkça, orman alanlarının verimliliğini korumak ve arttırmak modern ormancılığın gereği haline gelmiştir. Bu nedenle, var olanlarının korunması ve onlardan en iyi şekilde faydalanmanın yanı sıra, bozulmuş orman alanlarının yeniden yapılandırılması gelecekteki en önemli amaçlardan olacaktır. Bu amaç, ormanların verimliliği ve toprakların üretimi konusunda yapılan temel ekosistem araştırmalarıyla desteklenecektir (Mao ve Ark, 1992).

Ormanların odun üretimi dışında, toprak ve su koruma, yaban hayatına yaşam yeri oluşturma, biyoçeşitliliğe katkıda bulunma vb. gibi önemli işlevlerinin de olduğu bilinmektedir. Ayrıca ormanın bitki örtüsüyle birlikte, organik madde (OM) ve toprağının, karbondioksitin en önemli karasal kaynağı ve/veya depolama yeri olmasından dolayı küresel iklim üzerinde önemli bir düzenleyici olması, Kyoto Protokolü'nün benimsenmesinden sonra dikkatleri daha da üzerine çekmiştir (Muthoo, 1997; FAO, 2002). Fakat buna rağmen dünyadaki orman varlığı giderek azalmaktadır. FAO (2005) verilerine göre 1990 ve 2000 yılları arasında dünyadaki orman alanları yıllık dokuz milyon hektarın üzerinde azalmıştır.

FAO (2005) 'nun dünya ormanlarının durumu ile ilgili hazırladığı rapora göre 20 milyon hektarın üzerinde orman alanına sahip Türkiye'de 2002 yılında yıllık yaklaşık yedi milyon m³ yakacak, 17 milyon m³ endüstri ve 1,300 ton kağıtlık odun üretimi yapılmıştır. Fakat bunlara rağmen bu üretim, artan talebi karşılamadığından yıllık yaklaşık 1.5 milyon m³'ün üzerinde odun ithal edilmektedir (Anonim, 2001d). Ayrıca odun talebi ve üretimi arasındaki bu açık giderek de artmaktadır.

Türkiye ormanları 1960'lı yıllardan beri geleneksel orman amenajman planlarıyla yönetilmekte olup çoğu amenajman planı odun üretimini esas almakta, fakat saha verimliliği göz ardı edilmektedir. Bu nedenle, yıllardır uygulanan zayıf silvikültürel işlemler ve yanlış yönetimler, odun üretimini ve biyolojik çeşitliliği azaltmış ve toprak verimliliğini olumsuz yönde etkilemiş olabilir. Türkiye ormanlarından ne kadar verimliliğin azaldığına dair net bir bilgi olmamasına rağmen, her yıl çok geniş alanlarda doğal kayın (*Fagus orientalis* Lipsky) ormanları saha verimliliği dikkate alınmadan gençleştirilmektedir.

Türkiye'nin 20 milyon hektar orman alanlarının (Muthoo, 1997) yaklaşık 10 milyon hektarında (FAO, 2005) odun üretimi yapılabilmektedir ve odun üretimi yapılabilen bu ormanların yaklaşık % 5-6'sı kayın ormanlarıdır (Anonim, 1985; Anonim, 1987; Tosun, 1992; Tosun, 1993). Kayın ormanlarındaki toplam dikili ağaç serveti 154 milyon m³ (Anonim, 1985) olup, bu miktar Türkiye'deki toplam dikili ağaç servetinin % 20'sini oluşturmaktadır (Atalay, 1992). Bu açıdan odun endüstrisinde önemli ağaç türlerinin başında kayın gelmektedir. Geniş kullanım yerleriyle kayın odunu gerek orman ürünleri sanayinde ve gerekse mobilyacılıkta aranan bir hammaddedir (Anonim, 1985). Devlet Planlama Teşkilatının (DPT) 2001 yılında hazırladığı sekizinci beş yıllık kalkınma planına göre kayın ormanlarında yıllık toplam eta yaklaşık 2.3 milyon m³ olarak belirlenmiştir (Anonim, 2001d).

Kayın meşcereleri 1965 yılına kadar seçme kesimi yapılarak işletilmiş ve meşcerelerdeki düzgün gövdeli kayın ağaçları kesilmiştir. Yaltırık ve Ark. (1953) nın belirttiğine göre Düzce'de 1930 yılında 308,000 m³ kayın ağacı dikili serveti bulunurken, çok sayıda düzgün ve iri gövdeli ağaçların kesilmesi sonucu dikili kayın ağacı serveti 1951 yılında 237,000 m³'e kadar düşmüştür. 1965 yılından itibaren yaş sınıfları metoduna geçilmiş, yaşlı kayın ormanlarının tekrar verimli hale

dönüştürülmesi ve ormanın devamlılığının sağlanması için gençleştirme alanları ayrılmıştır (Suner, 1989; Tosun, 1992). Ancak bu uygulama da kayın meşcerelerinin yapılarının ve kalitelerinin bozulmasını engelleyememiştir.

Kayın meşcerelerinin yaygın olarak bulunduğu Karadeniz orman alanlarında diri-örtüyü genel olarak; orman gülleri (*Rhododendron* spp.) oluşturmakla birlikte bazen karışıma ayı üzümü (*Vaccinium* spp.), çoban püskülü (*Ilex* spp.), karayemiş (*Prunus* spp.) vb. türler de katılmaktadır. Bu ekosistemlerde en problemlili diri-örtü olan ve her türlü toprak şartlarına uyma yeteneği olan orman gülü, toprağa paralel olarak uzanarak çok yapraklı dalları ile toprak yüzeyinde çok sık bir bitki tabakası oluşturmaktadır. Bu nedenle asli türle besin, ışık ve su rekabetinin yanında, toprak yüzeylerinin sertleşmesine, OM ayrışmasının yavaşlamasına ve asidik humus oluşumuna neden olmaktadır. Özellikle kapalılığın açıldığı alanlarda toprak yüzeyini yoğun olarak kapladıklarından kayın tohumlarının mineral toprak yüzeyine düşmesini ve dolayısıyla çimlenmesini engellemekte, ayrıca çimlenen tohumların büyümesine fırsat vermemektedir. Bundan dolayı Karadeniz bölgesinde kayın gençleştirme çalışmalarında orman gülüyle mücadele ormancılardan başlıca sorunlarından (Saatçioğlu, 1957; Atay, 1987; Atay, 1990; Atalay, 1992; Çolak, 1997; Anşin ve Terzioğlu, 2001; Eşen ve Ark., 2004).

Diri-örtü ile mücadele yöntemlerinden birisi kimyasal mücadeledir. Ancak Türkiye’de bu konuda yapılmış fazla çalışma yoktur, yapılan çalışmalarda toplanan veriler de genelleme yapmak için yetersizdir. Ormancılık faaliyetlerinin yoğun olarak yapıldığı batılı ülkelerde sıkça kullanılan diri-örtü kontrol yöntemlerinden birisi de yangın kültürüdür. Toprakta bazı olumsuz etkileri ve besin elementi kaybına neden olmasına rağmen geniş alanda hafif yakma C:N oranının düşmesine, bazı elementlerin bitkiler tarafından yararlanılabilirliğinin artmasına neden olmakta

ve ayrıca dikim kolaylığı sağlamaktadır (Yıldız ve Ark., 2004). Asitliği fazla olan topraklarda alüminyum (Al), demir (Fe) ve manganez (Mn) elementleri bitkiler tarafından bol miktarda alınmakta fakat kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), potasyum (K) ve molibdenumun (Mo) alınması kısıtlanmakta hatta fosfor (P) alınımı engellenmektedir (Brady ve Weil, 1996). Buna rağmen yangın asidik topraklarda belirli bir süre alkali elementlerin yoğunlaşmasını sağlayarak toprağın asitliğini kısmen de olsa azaltmaktadır (Yıldız ve Ark., 2004). Bu nedenle kayının yayılış gösterdiği bu ekosistemlerde toprak genel olarak asidik olduğundan bu ormanlarda kontrollü yangınlarla diri-örtü temizliği kayın gençliğinin sahaya gelme ve yerleşme başarısını arttırabilir.

Geleneksel olarak uygulanan en etkili ve emin diri-örtü mücadele yöntemlerinden birisi insan gücü ile köklemedir (Yıldız ve Eşen 200-; Eşen ve Ark., 2004). Bunun yanında kökleme keçeleşmiş yaprak ve çürüntü tabakasının ayrışmasını hızlandırır, humusun mineral toprakla karışmasını sağlar, toprağın su tutma kapasitesini ve havalanmasını arttırabilir. Bu yöntemin uygulamacı açısından en olumsuz yönü ise köklemenin ekonomik olmaması ve işçi ile saha temizliğinin uzun sürmesidir. Sıkça başvurulanan diri-örtü kontrol yöntemlerinden birisi de ağır iş makineleriyle diri-örtünün ve üst toprağın kazınarak mineral toprağın açığa çıkarılmasıdır. Yöntemin kolay ve ucuz olmasından dolayı ve ilk yıllarda mineral toprağın açığa çıkmasıyla birlikte dökülen tohumlardan sahaya çok sık gençliğin gelmesi ormancuların bu geçleştirme ve diri-örtü kontrol yönteminin başarılı olduğu kanısına kapılmalarına neden olmuştur. Fakat yeterli bilimsel verilere dayanmadan yapılan bu diri-örtü temizlik yöntemi uzun vadede toprak verimliliğine ve ekosistem işlevlerine zarar verebilir.

Yoğun ormancılık uygulamaları sırasında OM'nin sahadan uzaklaştırılması, orman alanlarının uzun dönemde veriminin korunması konusunda endişeler doğurmuştur (Bengston, 1981). Bitkilerin yüksek miktardaki N istekleri ve genelde çok az olan N girdisine ilaveten yüksek denitrifikasyon, orman ekosistemlerinin büyük çoğunluğunun N eksikliği çekmesine neden olmaktadır (Wollum ve Davey, 1975; Bormann ve Gordon, 1989). Ormanlarda tıraşlama kesimleri, toprak işleme ve sızma yoluyla genellikle N, K, Ca, ve Mg kayıpları çok fazladır (Yıldız ve Esen, 2002). Bitki tarafından yararlanılabilen makro besin-elementlerinin deposu genel olarak OM'dir (Stevenson, 1986; Waring ve Running, 1998). Toprak yüzeyindeki OM'nin besin rezervi olması yanında toprak tanecikleri arasında bağlayıcı görevi görmesi, su tutma kapasitesini arttırması ve katyon değişim kapasitesini (KDK) arttırması gibi önemli etkileri vardır (Brady ve Weil, 1996). Bu nedenle, OM'nin miktarı ve kalitesi toprak verimliliğinin korunması ve arttırılması açısından önemlidir ve OM'nin sahadan uzaklaştırılması, uzun vadede toprağın verimliliğini azaltabilir (Drinkwater ve Ark., 1998).

Dyck ve Beets (1987) OM'nin ve toprak yüzeyinin kazınmasının Yeni Zelanda'da radiata çamı (*Pinus radiata*) ağaçlandırmalarında önemli verim düşüklüklerine neden olduğunu rapor etmiş ve uzun vadede saha verimliliğinin; 1) sahanın besin rezervine, 2) kesim ve arazi hazırlama sırasında uzaklaştırılan besin miktarına ve 3) hasattan sonra toprağın biyolojik, kimyasal ve fiziksel özelliklerini değiştirecek saha hazırlığına bağlı olduğunu vurgulamıştır. Ayık ve Yılmaz (1992), Antalya ve Balıkesir'de kızılçam (*Pinus brutia*) ve meşe (*Quercus spp.*) bitki örtüsü ağırlıklı kahverengi rendzina ve kahverengi orman toprağı ağaçlandırma sahalarında yaptıkları çalışmalarda paletli traktöre monte edilen bıçak ve diri-örtü temizleme tarağı ile üst toprağın bir kısmının taşındığını, sahadan uzaklaştırılan OM, diri-örtü

ve üst toprakla birlikte topraktaki C, N ve K gibi besin elementlerinde büyük oranda kayıpların olduğunu tespit etmişlerdir. Crane ve Raisen (1981), kesim işlemleri sırasında sahadaki N, K, Ca ve Mg miktarlarının büyük oranda azaldığını belirtmektedirler. Fakat McColl ve Grigal (1979), genel olarak hasat sırasında sahadan uzaklaştırılan besin elementlerinin sahanın durumuna da bağlı olmakla birlikte takip eden üç-beş yıl içinde tekrar kazanılabileceğini iddia etmektedirler. OM'nin fazla olduğu topraklar aynı zamanda sahada yapılan faaliyetler sırasında toprak sıkışmasına karşı daha dirençlidir. Burger ve Prichett (1984) OM'nin uzaklaştırılmasının ve toprak sıkışmasının azot dönüşümünde önemli etkisinin olduğunu belirtmektedir.

Diri-örtü kontrol çalışmaları sırasında en fazla etkilenen ekosistem bileşenlerinin başında toprak gelmektedir. Toprak, ekosistemin genellikle en zor yenilenebilen kaynağıdır. Eğer toprağın yapısı ve içeriği onarılamayacak şekilde zarar görürse kaynak da önemli oranda azalır (Kimmins, 1996). Orman kesimi ve makineli arazi hazırlığı toprak sıkışmasına neden olabilir (Adams, 1983; Zengin, 1987). Sıkışma toprağın direncini artırır, iri-gözeneklerin sayısını azaltıp dar-gözeneklerin hacmini arttırabilir. Toprağın gözenekliliği de suyun hareketini, oksijen girişini, kökün toprak içerisinde ilerlemesini, dağılımını ve büyümesini etkilediği için toprağın verimliliğini kontrol etmektedir. Sıkıştırılmış topraklarda loblolly çamı (*Pinus taeda*) ağaçlandırma çalışmalarındaki başarısızlıklar birçok araştırmacı tarafından rapor edilmiştir (Foil ve Ralston, 1967). Terry (1978) Kuzey Korolayna'da 7 yaşındaki bir loblolly çamı ağaçlandırmasında toprak sıkışması sonucu üst topraktaki dar gözeneklerin oranının artmasıyla büyüme oranı arasında ters bir ilişkinin olduğunu kanıtlamıştır. Donma ve çözülme toprağın doğal olarak eski halini almasına yardımcı olabilir. Fakat şişip büzülen vertisoller hariç ince

tekstürlü topraklarda toprağın eski halini alması uzun yıllar alabilir (Hatchell ve Ark., 1970).

Odun üretimi, ticari ormancılığın temel amaçlarından biridir. Bu nedenle, gençleştirme çalışmalarında sahaya tohumların gelip çimlenmesini, fidan büyümesini güvence altına almak ve odun üretimini en üst düzeye çıkarmak orman işletmeciliğinin başlıca görevlerindedir. Diğer taraftan yoğun ormancılık çalışmaları sırasında modern ormancılığın gereklerinden olan sürdürülebilirlik ilkesine uyulması hem uluslararası hukuki bir sorumluluk hem de çağdaş anlamda bilimsel ormancılığın bir gereğidir. Fakat uzun vadeli ekolojik çalışmaların son derece kısıtlı olması yapılan ormancılık faaliyetlerinin saha verimliliğine olan etkilerini net olarak ortaya koymayı engellemektedir. Dolayısıyla bu araştırmanın amaçları:

1-Gençleştirme çalışmalarında diri-örtü kontrol yöntemlerinin toprak sıkışmasına, OM'nin taşınmasına ve besin kayıplarına etkilerini belirlemek,

2-Uzun vadede toprak verimliliğini koruyacak, arttıracak ve en fazla odun üretimini sağlayacak diri-örtü kontrol yöntemlerini belirlemek,

3- Bu araştırma sahalarının korunarak ileriki yıllarda periyodik olarak ölçümlerinin yapılmasına ve Türkiye'de daha önce yapılmamış olan uzun vadeli ekosistem çalışmalarına örnek oluşturmak,

4-Uygulamacılara yardımcı olacak kısa ve uzun vadeli veri üretmektir.

Çalışmadaki Null (sıfır) (H_0) hipotezleri;

1. Diri-örtü kontrol yöntemleri toprağın hacim ağırlığında farklılık yaratmamıştır.

2. Diri-örtü kontrol yöntemlerinin uygulandığı alanlarda işlemler sonrası toprakta kalan makro besin elementlerinin yoğunlukları arasında bir fark yoktur.

3. Diri-örtü kontrol yöntemlerinin uygulandığı alanlarda işlemler sonrası toprakta kalan makro besin elementlerinin miktarları arasında bir fark yoktur.

4. Diri-örtü kontrol yöntemlerinin uygulandığı alanlarda bulunan kayın fidanlarındaki besin elementleri arasında yoğunluk farkı yoktur.

5. Sahada bulunan OM miktarı ve içerdiği makro besin elementleri diri-örtü kontrol yöntemleri arasında farklılık göstermemektedir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

2.1.1. Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky)

Doğu Kayını, Batıda Balkanlar'dan başlayarak Türkiye, Kafkasya ve Kuzey İran üzerinden Kırım'a kadar yayılış göstermektedir. Türkiye'de de Kayın yoğun olarak Karadeniz, Marmara ve az miktarda Karadeniz ardı, Ege yöresi ve Doğu Akdeniz'de bulunur (Anonim, 1985; Atay, 1987; Atay, 1990; Yaltırık, 1998).



Şekil 1. Doğu Kayınının Türkiye'deki doğal yayılış alanları (Anonim, 1985).

Doğu Kayını 30-40 m ye kadar boylanan, 1 m'nin üstünde çap yapabilen düzgün gövdeli I. sınıf odun üretebilen bir türdür (Anonim, 1985). Kayının en belirgin özelliği açık gri renkli kabuklarının ağaçların hayatı boyunca çatlamadan düz ve pürüzsüz olarak kalmalarıdır (Yaltırık, 1998). Yan durumlu tomurcuklar 2-2.5 cm boyunda olup genç sürgünler kırmızımsı-kahverengi renktedir. Yaprakları elips veya ters yumurta biçiminde olup, kenarları tam veya hafifçe dalgalıdır. Yaklaşık 6-12 cm uzunluğunda olan yaprakların uçları sivri uzun veya kısa, kenarları

gençken kirpiklidir. Yaprakların alt yüzeylerindeki ana ve yan damarlar, ipek gibi tüylü olup, yaprağın üst ve alt yüzü çıplaktır. Yan damarlar yaprak kenarına ulaşmadan uç kısımlarından kıvrılırlar. Yaprak sapı tüylü ve 0.6-1.2 cm uzunluğundadır (Anonim, 1985; Yaltırık, 1998).

Çiçekler, yaprakların koltuklarında yer alırlar. Kupula iki çeşit pullarla kaplıdır. Kupulanın üst kısmındakiler biz şeklinde, aşağı kısımdakiler ise daha geniş şerit biçiminde pullarla örtülmüş olup, yaklaşık 5-15 x 2-4 mm boylarındadır. Meyve üç köşeli, kahverengi, yumurtamsı biçimde tek tohum taşıyan bir nustur (1-3 cm). Meyve sapı tüylerle örtülüdür ve 2.5-3.5 cm uzunluğundadır. Çiçeklenme nisan ayında olup yapraklanma ile aynı zamana rastlar (Anonim, 1985; Yaltırık, 1998).

Kayın genç yaşlardan itibaren ince yan kökler geliştirerek yürek kök sistemi oluşturur. Ancak sığ topraklarda köklerini çatlak ve oyuklara sokabildiği ölçüde gelişebilir (Atay, 1987).

Mayr'ın orman zonları ayırımına göre kayın, Castanetum'un serin zonu (250-500 m) ile sıcak Fagetum zonu (500-1000 m) arasında bulunmaktadır (Anonim, 1985). İlkbahar donlarına ve düşük kış sıcaklıklarına karşı hassastır. Özellikle gençlik çağında iklim etkilerine karşı oldukça hassastır. Bunun için kurak yaz ayları ile erken ve geç donların kayın ormanlarının yayılışını sınırlayan başlıca neden olduğu belirtilmektedir (Kalıpsız, 1962).

Gölgeye dayanıklı bir ağaç türü olan kayın, kuzey ve kuzey-batı bakılar hakim olmak üzere gölgeli bakılarda yayılış gösterir (Anonim, 1985; Atay, 1987; Atay, 1990). İyi yetişme ortamlarında yaklaşık 25-30 yıl gölgeye dayanabilen (Atay, 1987) kayın ağacı Grime (1977)'in bitkilerin yaşama ortamlarına evrimsel uyum

stratejileri ile ilgili ortaya attığı teoriye göre rekabetçi strese katlanabilen bir tür olarak sınıflandırılabilir.

Kayın genelde % 18-58 eğime sahip yamaçlarda (Anonim, 1985) besin içeriği, süzekliği ve havalanma şartları iyi, orta derinlikteki (30-60 cm) ve derin topraklarda (60-100 cm) iyi gelişme gösteren bir ağaç türüdür (Atay, 1987; Atalay, 1992). Karadeniz bölgesindeki kayın meşcerelerinde toprak pH'sı genelde 4.5-6 arasında ölçülmekte ise de (Atalay, 1992) Tayvan'da pH'sı 4'ten düşük olan topraklarda da kayın meşcerelerinin bulunduğu belirlenmiştir (Hsieh, 1989).

2.1.2. Mor Çiçekli Orman Gülü (*Rhododendron ponticum* L.)

Mor çiçekli orman gülü (MÇOG) botanikçiler tarafından iki alt türe ayrılmıştır. Alt tür *Baeticum* Güneybatı İspanya, Portekiz'in orta ve güneyinde sınırlı bir yayılış gösterir. Alt tür spp. *Ponticum*, Türkiye, Kafkaslar, Lübnan ve Bulgaristan'da yayılış gösterir. MÇOG bu doğal yayılışına ek olarak Belçika, Fransa, İngiltere ve İrlanda'da egzotik süs bitkisi türü olarak bulunmaktadır (Çolak, 1997).

MÇOG Türkiye'de doğal bir tür olarak Kuzey Anadolu sıra dağlarının daha çok kuzeye dönük yamaçlarında ve Trakya'da Istranca dağlarında yayılış gösterir. Ancak en bol olduğu kesim Kuzeydoğu Anadolu dağlarıdır (Atay, 1987; Çolak, 1997; Anşin ve Özkan, 1993; Anşin ve Terzioğlu, 2001).

MÇOG çoğunlukla 3-4 m boylarında çalı, bazen küçük bir ağaç olabilen bir türdür (Anşin ve Özkan, 1993). Sert, kalın, tam kenarlı, geniş şerit ya da eliptik, koyu yeşil renkteki yaprakları beş yıla kadar yaşayabilmektedir (Atay, 1987; Anşin ve Özkan, 1993).

MÇOG genel olarak mayıs başı ile haziran sonu arasında çiçeklenmektedir. Ancak bu türün deniz seviyesinden 2,100 m yüksekliklere kadar çıkması ve yatay olarak geniş alanlarda yayılmasından dolayı çiçeklenme bulunduğu yere göre nisandan ağustos sonuna kadar görülebilir. MÇOG'nun çiçeklenmesi için % 10-30'luk göreceli ışığın optimum ışık aralığı olduğu belirtilmekte ise de (Çolak, 1997) siper altında her durumda çiçeklenme yapabilmektedir. Tohumlar eylül ayı sonlarında olgunlaşmaya başlar, kasım-aralık ayları sonuna kadar da olgunlaşma tamamlanır (Çolak, 1997).

MÇOG özellikle yapraklarındaki ve köklerindeki yüksek fenol bileşikleri veya onların türevleri dolayısıyla alelopatik özelliği olan bir türdür. Çolak (1997), yapmış olduğu araştırmada MÇOG'nin alelopatik etkisinin test edilen türlerin tohumlarının çimlenmesi üzerinde etki yapmadığını, ancak çimlenen fidelerin köklerini tahrip ettiğini belirtmektedir.

Her türlü toprak şartlarına uyabilme yeteneğinde olan MÇOG (Atay, 1987; Atay; 1990) genel olarak havalanması iyi, kumlu balçık ve balçık toprağı üzerinde iyi bir gelişme yapar (Çolak, 1997). Toprak pH'sı 6,5'dan fazla olan ortamlarda genelde bulunmayan MÇOG, pH'sı 4,5-5,5 arasındaki topraklarda iyi gelişim göstermektedir (Atay, 1987; Atay, 1990; Çolak, 1997). Bundan dolayı bu topraklara diğer bitki türlerinin gençliklerinin gelmesi veya büyümesi sınırlıdır (Çolak, 1997).

MÇOG'nün ışık dengeleme noktasının çok düşük olmasından dolayı (yaklaşık 500 lux) çok az ışıpta dahi yeteri kadar fotosentez yapabilen türlerden biridir (Çolak, 1997). MÇOG hemen hemen her bakıda bulunmasına rağmen yayılışını belirleyen ana faktörün kurak dönemdeki toprak nemi olmasından dolayı fide evresinde çok kısa bir dönemde kuraklığa duyarlı olabileceği (Çolak, 1997), bu

nedenle genelde gölgeli bakılarda daha iyi gelişim gösterdiği belirtilmektedir (Atay, 1987; Atay, 1990; Çolak, 1997).

Orman sarmaşığı (*Hedera helix*) ve ender olarak da çoban püskülü (*Ilex colchica*) dışında hemen hemen hiçbir türün siperi altında yaşamasına olanak vermeyen MÇOG bulunduğu ekosistemde biyolojik çeşitliliği de olumsuz etkilemektedir.

MÇOG fazla derine gitmeyen sığ kök sistemi yapmakta olup genel olarak kök yayılışını en fazla 35-40 cm toprak derinliğine kadar yapmaktadır (Atay, 1990). Toprak altı ve toprak üstü kısımlarıyla güçlü sürgün verme yeteneğindedir (Atay, 1987; Atay, 1990). Çok şiddetli olmayan yangınlardan sonra da sürgün verme yeteneğini kaybetmeyip yaşamını sürdürebilmektedir (Çolak, 1997).

MÇOG tohumla (generatif) ve sürünücü (stolon) gövdelerden kök salıp sürgün vererek (vejetatif) çoğalıp sahayı istila edebilme özelliğine sahiptir. Tohum yoluyla istila sürgün yoluyla istilaya oranla çok daha hızlıdır. Çolak (1997), MÇOG'nün gölgeye dayanma yeteneğinin fazla olması, fidan ve yaşlılık evrelerinde odunsu urlara sahip kök sistemleri geliştirmesi, yüksek oranda sürgün verme yeteneğinin olması, kök mantarları ile (mikoriza) yaşam birliği oluşturması, alelopatik bir tür olması, yaban hayvanları ve evcil hayvanlar tarafından yenmemesi ve uygun iklim koşullarında kışın da fotosentez yapabilmesinden dolayı rekabette diğer türlere göre üstünlük sağladığı ve iyi yayılış gösterdiğini belirtmektedir.

MÇOG Türkiye'de farklı yetişme ortamlarında ve değişik meşcere kuruluşlarına sahip ormanlarda yayılış ve büyüme özellikleri göstermekte olup sahadan uzaklaştırmak için; (1) insan gücü, (2) makineli çalışma, (3) yakma ve (4) kimyasallar gibi mücadele yöntemleri kullanılmaktadır (Çolak, 1997; Edwards, 2005; Millar, 2005; Yıldız ve Ark., 2005).

2.1.2.1. İnsan Gücü ile Orman Gülü Kontrolü

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)'in belirttiğine göre Karadeniz bölgesinde benzer sahalarda yapılan çalışmalarda toprak yüzeyinden 10 cm yukarıdan kesilen orman güllerinin, müdahaleden 25 gün sonra tekrar sürgün vermeye başladığı gözlemlenmiştir. Ayrıca orman gülünün kesim yoluyla uzaklaştırılmasının maliyeti yüksektir. Elle kontroldeki bu yüksek maliyet vasıfsız işçi kullanılarak düşürülebilir. Fakat bu yöntem de yapılan işin kalitesini düşürmektedir.

2.1.2.2. Mekanik Mücadele

Diri-örtünün ağır iş makineleri kullanılarak sahadan uzaklaştırıldığı bu yöntemde diri-örtü temizliği ile birlikte kısmen de toprak işlemesi yapılabilmektedir. Eğimi fazla olan arazilerde erozyona neden olmamak için diri-örtü temizliği, şeritler halinde yapılır. Diri-örtünün bırakılacağı şeritlerle, temizleneceği ve toprağın işleneceği şeritlerin genişliği, diri-örtünün çeşidine, boyuna, yoğunluğuna, makineli çalışma yapılacaksa traktör ve ona bağlı çalışacak ekipmanın işleme genişliğine, arazinin eğimine ve toprak koruma şartlarına göre yöresel olarak tespit edilir. Temizlik yapılacak şeritlerin ve şeritler arasındaki müdahale yapılmayan alanların genişliğinin diri-örtü boyunun en az iki katı olması mücadelenin başarısı için önerilmektedir (Atay, 1987; Atay, 1990; Çolak, 1997). Orman gülü gibi hızlı gelişen, sık ve boylu diri-örtünün bulunduğu yörelerde, kayın gençleştirme çalışmaları sırasında diri-örtü köklemesinin geniş şeritler halinde yapılması sahanın tekrar orman gülü ile istila edilmeden kayın fidanlarının ışık rekabetinden

kurtulmalarını güvence altına alır (Atay, 1987). Ayrıca temizliği yapılan orman gülü artıkları sahanın dışına çıkarılabileceği gibi, sahada yakılabilir veya şeritler üzerine yığılıbilir.

Diri-örtü temizliğinde ağır iş makinelerinin kullanılması toprağın uzun süreli verimliliği üzerinde endişeler uyandırmaktadır. Orman toprağı üzerinde, kullanılan ağır araçlar neticesinde oluşan yoğun trafik, toprağı sıkıştırmakta, iri gözenekleri ve OM miktarını azaltmakta, toprağın su geçirgenliğini azaltıp yüzeysel akışı arttırmakta ve erozyonu tetikleyebilmektedir (Adams, 1983; Zengin, 1987; Ayık ve Yılmaz, 1992). Ayrıca mekanik mücadelede kullanılan dozer, traktör gibi ağır araçlarla sadece arazi eğimi % 30-35'e kadar olan koşullarda çalışılabilmektedir (Yıldız et al., 2005). Ancak makineli çalışma ile diri-örtü temizliği insan gücü kullanılarak yapılan diri örtü temizliğinden 5 ile 10 kat daha ucuzdur. Dolayısıyla son yıllarda diri-örtü temizliğinde mekanik mücadele yöntemleri tercih edilmektedir.

2.1.2.3. Yakma

MÇOG herhangi bir tahrip sonucu sürgün verme yeteneğinde olmasından dolayı düşük şiddetteki yangınlar sürgün vermeyi tetikleyebilir. Ancak Newton (1981) bu tür odunsu diri örtülerle mücadelede kesip ve olduğu yerde kurutarak yakmanın en etkin mücadele yöntemlerinden biri olduğunu belirtmektedir.

2.1.2.4. Kimyasal Mücadele

Kimyasal karışımların insan, yaban hayatı ve su kaynakları üzerindeki olumsuz etkileri, çevre dostu herbisitlerin geliştirilmesiyle ve herbisitle kontrolün bir parçası olan diri-örtüyle mücadele yönteminin geliştirilmesiyle, ortadan kalkmaktadır. Çolak (1997) herbisitlerin tam alanda değil, şeritler üzerinde

kullanılmasının kullanılacak herbisit miktarında çok önemli tasarruf sağlayabileceği gibi ekosistem üzerinde meydana gelebilecek zararlı etkileri de en az düzeye indireceğini belirtmektedir. Eşen (2000), çevre dostu herbisitlerin etkili ve dikkatli kullanıldıkları zaman, istenmeyen vejetasyonun ormandan uzaklaştırılmasında, en güvenli, en etkili ve en az maliyeti olan bir yöntem olduğunu belirtmektedir.

2.1.3. Çalışma Alanı

Araştırma sahaları, Batı Karadeniz Kayın ekosistemlerini temsilen Bolu Orman Bölge Müdürlüğüne Bağlı Düzce Orman İşletme Müdürlüğü Asar , Çiçekli ve Darıyeri İşletme Şefliğindeki kayın meşcerelerinden belirlenmiştir. Kayında bol tohumun olduğu 2002 yılı yazında diri-örtü sahadan insan gücü ve makine kullanılarak uzaklaştırılmıştır. İnsan gücü ile kontrolde diri örtü tamamen köklenerek sahadan uzaklaştırılmış, makineli çalışmada ise diri-örtü dozer kullanılarak toprak yüzeyinden kazınarak sahada belirli noktalara yığılmış ve mineral toprak açığa çıkarılmıştır.

Çiçekli Orman İşletme Şefliği Batı Karadeniz Bölgesi'nin iç kesiminde coğrafi olarak, $40^{\circ} 37' 14'' - 40^{\circ} 43' 34''$ kuzey enlemleri ile $31^{\circ} 10' 27'' - 31^{\circ} 15' 26''$ doğu boylamları arasında yer almaktadır. Ormanlar yaklaşık 400 metre yükseltiden başlayıp 1,600 metreye kadar çıkmakta ve hakim bakı doğudur. Şeflik sınırları içerisinde kalan 4,000 ha sahanın yaklaşık % 90'ı ormanlarla kaplı olup kayın ormanları bunun yaklaşık % 8'lik bir kısmını oluşturmaktadır. Sahanın % 14'ü ise yoğun orman gülüyle kaplıdır (Anonim, 2001a). Bu işletme şefliğinde oluşturulan deneme alanları yaklaşık 900 m yükseklikte, kuzey yamaçta ve ortalama % 35 eğime sahiptir.

Darıyeri Orman İşletme Şefliği Batı Karadeniz Bölgesi'nin iç kesiminde coğrafi olarak, $40^{\circ} 49' 11''$ – $40^{\circ} 43' 34''$ kuzey enlemleri ile $31^{\circ} 14' 32''$ – $31^{\circ} 28' 54''$ doğu boylamları arasında yer almaktadır. Ormanlar yaklaşık 200 metre yükseltiden başlayıp 1,600 metreye kadar çıkmakta ve hakim bakı kuzeydir. Şeflik sınırları içerisinde kalan 10,000 ha sahanın yaklaşık % 63'ü ormanlarla kaplı olup bunun % 16'sı kayın ormanlarıdır. Sahanın % 70'i ise yoğun olarak orman gülüyle kaplıdır (Anonim, 2001b). Bu işletme şefliğinde oluşturulan deneme alanları yaklaşık 950 m yükseklikte, kuzey-batı yamaçta ve ortalama % 25 eğime sahiptir.

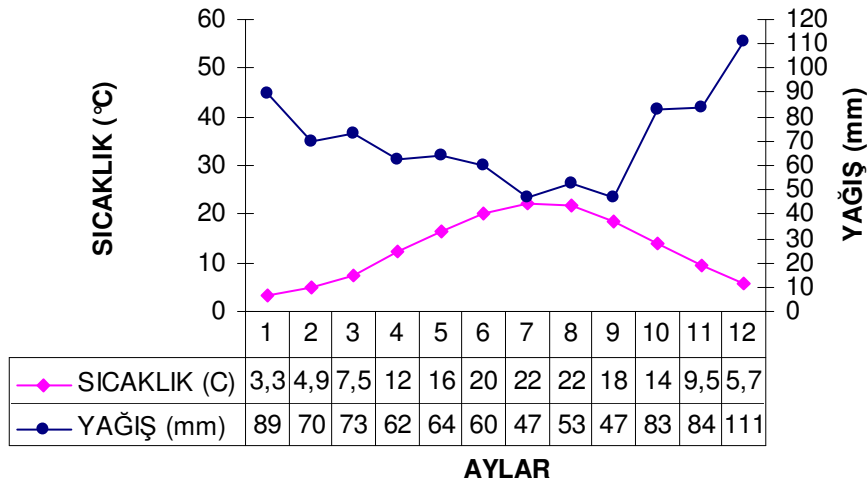
Asar Orman İşletme Şefliği Batı Karadeniz Bölgesi'nin iç kesiminde coğrafi olarak, $40^{\circ} 38' 52''$ – $40^{\circ} 45' 08''$ kuzey enlemleri ile $31^{\circ} 17' 48''$ – $31^{\circ} 27' 04''$ doğu boylamları arasında yer almaktadır. Ormanlar yaklaşık 400 metre yükseltiden başlayıp 1,600 metreye kadar çıkmakta ve hakim bakı kuzeydir. Şeflik sınırları içerisinde kalan 8,000 ha sahanın yaklaşık % 65'i ormanlarla kaplı olup bunun % 3'ü kayın ormanlarıdır. Sahanın % 32'si ise yoğun olarak orman gülüyle kaplıdır (Anonim, 2001c). Bu işletme şefliğinde oluşturulan deneme alanları yaklaşık 1,200 m yükseklikte, kuzey yamaçta ve ortalama % 30 eğime sahiptir.

2.1.4. İklim

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

Araştırma sahalarına en yakın olan Düzce meteoroloji istasyonundan alınan verilere göre Düzce'nin ortalama sıcaklığı 13 °C, ortalama yıllık yağış 840 mm olmasına rağmen yaz aylarında ortalama yağış diğer aylara göre düşüktür. Vejetasyon dönemi nisan ayında başlamakta ve ekim sonlarına kadar sürmektedir. Fakat çalışma sahaları ile Düzce ili arasında yaklaşık 800-1,000 m yükseklik farkı olduğundan toplam yağış fazla ve kışlar daha sert geçmektedir. Vejetasyon dönemi ise daha kısa sürmektedir.

Walter (1970) yöntemiyle sıcaklık ve yağışın aylara göre karşılaştırılması sonucu bölgede haziran ve ağustos ayları arasında kuraklığa yakın bir dönemin olduğu görülmektedir (Şekil 2)



Şekil 2. Batı Karadeniz Kayın Ekosistemlerinin Walter (1970)'a Göre İklim Diyagramı.

2.1.5. Anakaya, Arazi Yapısı ve Toprak Özellikleri

Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü'nün oluşturduğu jeolojik haritaya göre bölgenin büyük bir bölümü volkanik kayalardan oluşmuş, kuzey kesimlerde denize yakın yerler ve güneyde bazı yerler gevşek ve sertleşmemiş yataklardan (alüvyon, ayrışma sonucu ortaya çıkan parçalar ve yamaç yatakları) 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. Doğu kısmının jeolojik yapısı da aşağı yukarı aynı şekilde olup genellikle ikinci zamanın üst tebeşir ve üçüncü zamanın Eosen oluşumundandır.

Çiçekli İşletme Şefliği'nde arazinin yarısında eğim % 40'dan fazla toprak derinliği yaklaşık 40-60 cm arasındadır (Anonim, 2001a). Darıyeri İşletme Şefliği'nde arazinin % 70'inde toprak derinliği orta derinlikte (30-60 cm) ve arazinin yaklaşık % 60'ında eğim % 40'dan fazladır (Anonim, 2001b). Asar İşletme Şefliği'nde arazinin % 80'ninde toprak derinliği orta derinlikte (30-60 cm) olup arazinin yaklaşık % 40'ında eğim % 40'dan fazladır (Anonim, 2001c).

Yapılan analizler sonucu araştırma sahalarında A ve B horizonlarının toprak tanecik bileşiminin killi, killi balçık ve balçıklı kil arasında değiştiği belirlenmiştir. A horizonun pH değeri 5-6 arasında olup OM içeriği % 5-10 arasında değişmektedir. B horizonunun pH'sı 4.5-5.5 arasında olup %1-3 OM içermektedir. BC horizonunun pH'sı 5-6 arasındadır ve % 0.5-1 arasında OM içermektedir. Mutlak toprak derinliği 60-100 cm arasında olup bu derinlik bazı yerlerde 120 cm ye kadar inmektedir. A horizonunun derinliği ortalama 10 cm, B horizonunun derinliği ortalama 80 cm ve BC horizonunun derinliği de ortalama 10-15 cm dir. Toprak horizonlarının içerdiği makro besin elementlerinin yoğunluğu ve katyon değişim kapasiteleri çizelge 1'de

gösterilmiştir. OM kalınlığı ve humus formu ise çürüntü olup yer yer 5-10 cm kalınlığa ulaşmaktadır.

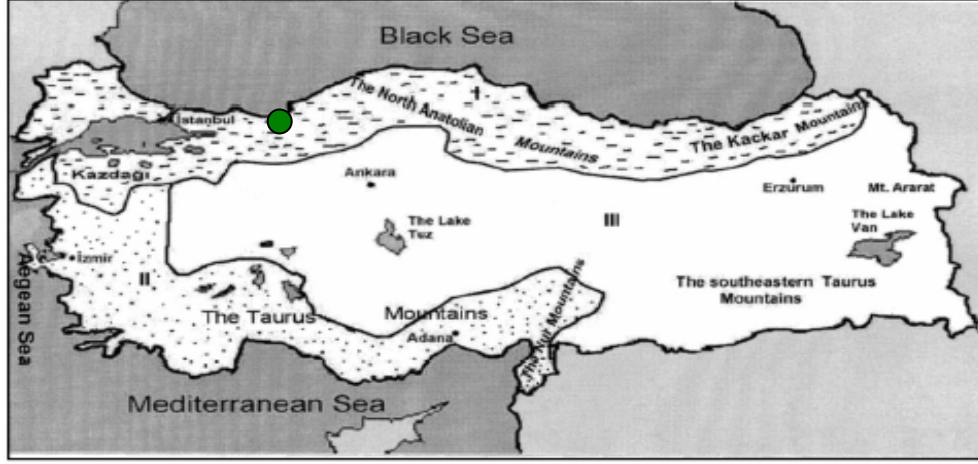
Çizelge 1. Batı Karadeniz Kayın Ekosistemlerinde Toprak Horizonlarının İçerdiği Makro Besin Elementleri Yoğunluğu ve Katyon Değişim Kapasiteleri (KDK).

Horizon	KDK (me/100 g)	C (%)	N (%)	P (ppm)	K (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	S (ppm)
A	43.14	4.78	0.45	3.05	274.15	5698.00	790.20	5.08
B	28.97	1.72	0.18	1.50	111.09	2895.40	363.84	11.57
BC	29.88	0.52	0.08	1.49	60.75	2935.50	402.30	26.44

2.1.6. Bitki Örtüsü

Araştırma sahaları Euro-Siberian flora bölgesinin Euxin kesiminde yer almaktadır (Anşin, 1983, Atalay, 1994) (Şekil 3). Araştırma sahalarında ormanın üst tabakasının büyük bir kısmı 100+ yaşında kayın ağaçlarıyla kaplı olup karışıma üst tabakada az miktarda Akçaağaç (*Acer compestre*, *A. platanoides*, *A. troutvetteri*), Kiraz (*Cerasus avium*) ve Kestane (*Castanea sativa*) katılmaktadır. Çoğunluğunu mor çiçekli orman gülününün (*Rhododendron ponticum*) oluşturduğu çalı tabakasında az miktarda orman sarmaşığı (*Hedera helix*), çoban püskülü (*Ilex aquifolium*), kıızılcık (*Cornus sargunea*), akasma (*Clematis vitalba*), sırimbağı (*Daphne pantica*), *Mespilis germanica* ve yabangülü (*Rosa canina*) bulunmaktadır. Otsu tabakada ise mürver (*Sambucus ebulus*), renkli burçak (*Caronilla varia*), İngiliz çimi (*Lolium perene*), *Plantaga lanceolata*, *Sochus asper*, *Conyza canadensis*, köpek üzümü (*Solunum nigrum*), aküçgül (*Trifolium vepens*), güzelavratotu (*Atropa bella-dona*), sarmaşık (*Tamus communis*), *Tusilage ferfora*, noel gülü (*Helleborus orientalis*), sütleğen (*Fleuphorbia anygdaleides*), eğrelti (*Pteridium aquilinum*), *Trochysteman*

orientalis, *Cliopodium vulgare*, *Viola oderata*, devetabanı (*Geranium rotandifolium*) gibi türler tespit edilmiştir.

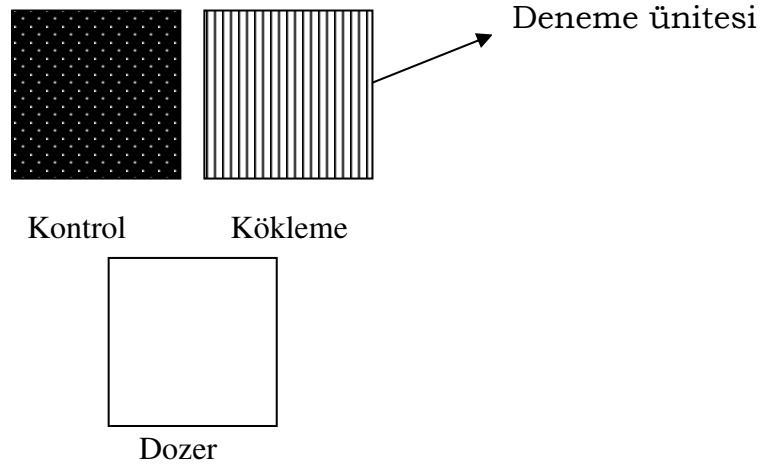


Şekil 3. Türkiye'nin Floristik Bölgeleri [(I) Euro-Siberian Floristik Bölgesi, (II) Akdeniz Floristik Bölgesi, (III) Irano-Turanian Floristik Bölgesi (Atalay, 1994)] ve Araştırma Sahalarının Bulunduğu Yer. ●

2.2. Yöntem

2.2.1. Çalışmanın Kuruluş Aşaması

Çalışmada arazi koşullarındaki değişkenlik dikkate alınarak en uygun deneme deseni olduğu kararlaştırılan Tamamen Rastgele Blok Deseni kullanılmıştır. Her bir işletme şefliğinde bir hektar büyüklüğünde toplam üç blok, her blokta 50 x 50 m büyüklüğünde üçer adet deneme üniteleri oluşturulmuştur (Şekil 4).



Şekil 4. Batı Karadeniz Kayın Ekosistemlerinde Farklı Diri-örtü Temizliği Yapılan Sahalarda Deneme Deseni.

Bu deneme ünitelerinde uygulanan diri-örtü kontrol yöntemleri sırasıyla;

1- Kökleme: İnsan gücü kullanılarak diri-örtü sahadan tamamen sökülmüş ve belirli noktalara yığılmıştır (Şekil 5).

2- Makineli çalışma: Orman işletmesinin arazi çalışmalarında kullandığı 21 ton ağırlığında taraklı (Caterpillar DZG) dozerle diri-örtü, tam alanda toprak yüzeyinden yaklaşık 20-25 cm derinliğe kadar, mineral toprak tamamen açığa çıkacak şekilde, sıyrılıp saha içerisinde belirli noktalara yığınlar halinde bırakılmıştır (Şekil 6).

3- Kontrol: Müdahale yapılmayan sahalarda (Şekil 7).



Şekil 5. Batı Karadeniz Kayın Ekosistemlerinde Diri-örtünün İnsan Gücüyle Sökülmesi ve Şeritler Halinde Yığılması.



Şekil 6. Batı Karadeniz Kayın Ekosistemlerinde Diri-örtünün Dozer Yardımıyla Temizlenmesi.



Şekil 7. Batı Karadeniz Kayın Ekosistemlerinde Kontrol Amaçlı Bırakılan İşlem Yapılmamış Saha.

2.2.2. Örneklerin Toplanması ve Analizleri

2.2.2.1. Diri-örtü

Diri-örtü temizliğinde iki farklı yöntem kullanılmıştır. Bu yöntemler;

- **Kökleme;** Diri-örtü sahada insan gücü kullanılarak sökülüştür. Sökülen diri-örtü belirli aralıklarla şeritler oluşturacak şekilde yığılmıştır. Bu işlemde sadece canlı bitkiler ve kökleri sahadan uzaklaştırılmıştır. OM sahada bırakılmıştır.

- **Makinele çalışma;** Orman İşletmesinin arazi çalışmalarında kullandığı 21 ton ağırlığında taraklı (Caterpillar DZG) dozerle diri-örtü, tam alanda toprak yüzeyinden yaklaşık 20-25 cm derinliğe kadar, mineral toprak tamamen açığa çıkacak şekilde, sıyrılıp saha içerisinde belirli noktalara yığınlar halinde bırakılmıştır.

Her blokta kontrol sahalarından rastgele yöntemle üç adet 1 m² lik diri-örtü örnekleme üniteleri oluşturulmuştur. Diri-örtünün toprak üstü ve toprak altı kısmı ayrı ayrı çıkarılıp arazide tartıldıktan sonra farklı kısımları temsil edecek miktarda alt örnekleme yapıp, 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 örneklere uygulanarak hektardaki toplam diri-örtü biyokütlesi hesaplanmıştır. Diri-örtü yapraklarının içerdiği makro besin elementleri yoğunluğu çizelge 2’de belirtilen yöntemler kullanılarak Çevre ve Orman Bakanlığı, Eskişehir Orman Toprak ve Ekoloji Araştırma Enstitüsü Laboratuvarlarında analiz edilmiştir.

Çizelge 2. Batı Karadeniz Kayın Ekosistemlerinde Diri-örtü, OM ve Kayın Fidanlarındaki Makro Besin Elementleri Analizleri İçin Kullanılan Yöntemler.

Besin Elementi	Yöntem	Alet
Toplam		
Azot	Sömi-Mikro Kjeldal	Kjeltec auto 1030 model
Fosfor	Vanada molibdo fosforik asit Sarı Renk (1/4 Perklorik asit / Nitrik Asit)	Spectronic 20D kolorimetre
Kalsiyum	Yaş Yakma (1/4 Perklorik asit / Nitrik Asit)	Perkin-elmer 3110 atomic absorption spectrophotometer
Magnezyum	Yaş Yakma (1/4 Perklorik asit / Nitrik Asit)	Perkin-elmer 3110 atomic absorption spectrophotometer
Potasyum	Yaş Yakma (1/4 Perklorik asit / Nitrik Asit)	Jenway Flame Photometer
Kükürt	Türbimetrik Baryum Klorürü (1/4 Perklorik asit / Nitrik Asit)	Spectronic 20D kolorimetre

2.2.2.2. Organik Madde

Diri-örtü kontrol işlemleri bittikten bir yıl sonra her bir deneme ünitesinde rastgele noktalarda oluşturulan 20 x 20 cm büyüklüğünde beş örnekleme ünitesinden

mineral toprak üzerindeki ölü örtü tamamen toplanmıştır. 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 çizelge 2'de belirtilen ve diri örtü analizinde kullanılan yöntemler kullanılarak Çevre ve Orman Bakanlığı, Eskişehir Orman Toprak ve Ekoloji Araştırma Enstitüsü Laboratuvarlarında analiz edilmiştir. Elde edilen besin elementi yoğunlukları ve OM miktarı kullanılarak OM'de bulunan besin elementlerinin hektardaki miktarları kg olarak hesaplanmıştır.

2.2.2.3. Toprak

Diri-örtü kontrol işlemleri bittikten bir yıl sonra her bir deneme ünitesinde rastgele seçilen beş noktadan OM mineral toprağa kadar toplandıktan sonra aynı yerden 0-10 ve 10-20 cm toprak derinliklerinden 100 cm³ lük toprak örnekleme silindirleri ile iki set toprak örneği alınmıştır (Şekil 8). Alınan bu örneklerden ilk seti toprak hacim ağırlığının hesaplanmasında ve diğer set de besin elementlerinin analizinde kullanılmıştır. Ayrıca deneme ünitelerinde rastgele noktalarda açılan ikişer adet toprak profilinde toprak horizonları ve toprak derinliği belirlenmiştir. Her horizontan besin elementlerinin tespiti için yaklaşık 1.5 kg'lık toprak örnekleri alınmıştır. Ayrıca horizontlardaki toprakların hacim ağırlıklarının belirlenmesi için toprak örnekleri alınmıştır.



Şekil 8. Batı Karadeniz kayın ekosistemlerinde Diri Örtü Mücadelesi Yapılan Sahalardan Toprak Örnekleme Silindirleri İle Toprak Örnekleri Alınırken.

Laboratuara getirilen toprak örnekleri kurutma fırınında 105 °C'de 24 saat kurutulup ve hassas terazide tartıldıktan sonra hacim ağırlıkları hesaplanmıştır. Toprak örneklerinin fiziksel analizleri Bouyoucos Hidrometre Yöntemi'ne göre yapılmış, bulunan kum, kil ve toz miktarlarına göre Tommroup Tekstür Üçgeni'nden (Uluslararası Tekstür Üçgeni) yararlanılarak toprağın tanecik bileşimi belirlenmiştir. Topraktaki besin elementleri çizelge 3'de belirtilen yöntemler kullanılarak Çevre ve Orman Bakanlığı, Eskişehir Orman Toprak ve Ekoloji Araştırma Enstitüsü Laboratuvarlarında analiz edilmiştir.

Çizelge 3. Batı Karadeniz Kayın Ekosistemlerinde Diri-örtü Mücadelesi Yapılan Sahalardan Alınan Toprak Örneklerinin Kimyasal Analizlerinde Kullanılan Yöntemler.

Analiz Edilen	Yöntem	Alet
Asitlik (pH)	1/2,5 toprak suya göre	Oyster pH meter
Organik Karbon (C)	Modifiye Walkley-Black	
Katyon Değişim Kap.	Sodyum-asetat	Jenway Flame Photometer (0,1ppm duyarlıkta)
Toplam Azot (N)	Sömi-Mikro Kjeldahl	Kjeltec auto 1030 model
Fosfor (P ₂ O ₅)	Olsen (Sodyum Bikarbonat)	Spectronic 20D kolorimetre, kırmızı filtre
Kalsiyum (Ca)	Amonyum-asetat	Perkin-elmer 3110 atomic absorption spectrophotometer (0,01ppm duyarlıkta)
Magnezyum (Mg)	Amonyum-asetat	Perkin-elmer 3110 atomic absorption spectrophotometer (0,01ppm duyarlıkta)
Potasyum (K)	Amonyum-asetat	Jenway Flame Photometer (0,1ppm duyarlıkta)
Kükürt (S)	Türbimetrik Baryum Klorürü (1/4 Perklorik asit / Nitrik Asit)	Spectronic 20D kolorimetre

2.2.2.4. Kayın Fidanları

Diri-örtü kontrol işlemleri bittikten bir yıl sonra hektardaki kayın fidanlarının tespiti için deneme ünitelerinde rastgele noktalarda oluşturulan 1 x 1 m büyüklüğündeki beşer örnekleme ünitesinde kayın fidanları sayılmıştır. Ayrıca her bloktan 40'ar tane fidan sökülerek yaprak yüzey alanı tespiti, besin elementleri analizi ve diğer fidan özelliklerinin belirlenmesi için laboratuara taşınmıştır (Şekil 9).

Laboratuara getirilen fidanların çapları kök boğazından ölçülmüş ve LI-COR 200 yaprak yüzey ölçeri ile fidanların yaprak yüzey alanları belirlendikten sonra ağırlıklarına bölünerek spesifik yaprak yüzey alanları hesaplanmıştır. Fidanlar kurutma fırınında 65 °C'de 48 saat kurutulduktan sonra kök, gövde ve yaprak

ağırlıkları hassas terazide ayrı ayrı tartılmıştır. Farklı işlem görmüş sahalarda sayılan fidanlar ile bu sahalardan örneklenen fidanların ağırlıkları kullanılarak hektara kayın fidanı biyokütlesi hesaplanmıştır. Fidanların içerdiği besin elementleri Çizelge 2’de belirtilen yöntemler kullanılarak. Çevre ve Orman Bakanlığı, Eskişehir Orman Toprak ve Ekoloji Araştırma Enstitüsü Laboratuarlarında analiz edilmiştir.



Şekil 9. Batı Karadeniz Kayın Ekosistemlerinde farklı Diri-örtü Mücadelesi Yapılan Sahalardan Örneklenen Kayın Fidanları.

2.2.3. İstatistikî Analizler

İşlemlerin araştırma sırasında ölçülen ekosistem değişkenlerine etkisi deneme desenine uygun varyans analizi yapılarak belirlenmiştir. İşlemlerin istatistikî olarak anlamlı farklılıklar yarattığı değişkenler için ortalamaları ayırma işlemi olarak Tukey’in HSD testi $\alpha = 0.05$ düzeyinde uygulanmıştır. Bütün istatistikî analizler için SAS (Statistical Analysis Software, 1996) programından yararlanılmıştır. Ayrıca bütün değişkenler için $P < 0,05$ düzeyinde sonuçların istatistikî olarak anlamlı olduğu kabul edilmiştir.

3. BULGULAR

3.1. Diri-örtü

Araştırma sahalarında, işlem görmemiş alanlarda hektarda yaklaşık 55 ton diri-örtü biyokütlesi hesaplanmıştır. Biyokütlenin yaklaşık % 40'ı toprak üstü kısmı ve % 60'ı da kök kısmından oluşmaktadır. Toprak üstü diri-örtü biyokütlesinin yaklaşık % 10'u yapraklardan oluşmaktadır. Diri-örtü kontrol işlemlerinden bir yıl sonra yapılan incelemede, kökleme ve makineli çalışma yapılan sahalarda diri-örtüye rastlanılmamıştır.

Yapılan analizler sonucu diri-örtü yapraklarında kuru madde ağırlığı üzerinden yaklaşık % 1-1.5 arasında N, % 0.06-0.07 arasında P, % 1.6-2.1 arasında Ca, % 0.5-0.9 arasında K, % 0.06-0.12 arasında S ve % 0.5-0.7 arasında Mg bulunduğu belirlenmiştir (Çizelge 4). Elde edilen bu yoğunluk ve biyokütleden ekosistemde diri-örtünün içerdiği makro besin elementlerinin miktarı kg ha⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Bu verilere göre işlem görmemiş kayın ormanlarının alt tabakalarında bulunan diri-örtü hektarda yaklaşık 27 kg N, 1,5 kg P, 39 kg Ca, 16 kg K, 2 kg S ve 14 kg Mg içermektedir (Çizelge 5).

Çizelge 4. Batı Karadeniz Kayın Ekosisteminde Bulunan Diri-örtü Yapraklarındaki Besin Elementleri Yoğunluğunun Ortalaması (%) ± Standard hata.

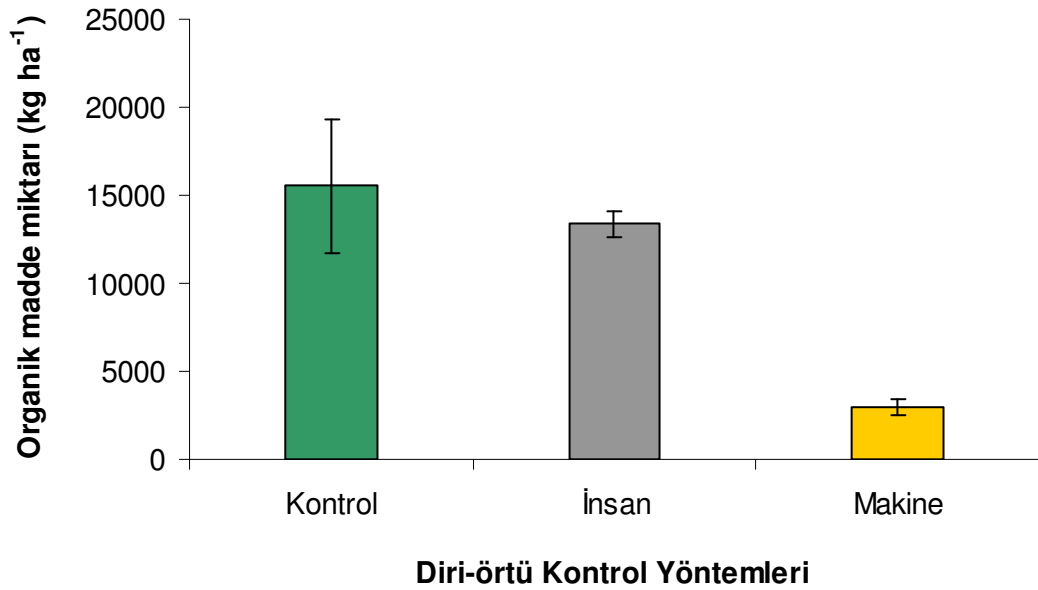
BLOK	N	P	Ca	K	Mg	S
Çiçekli	1.01 ± 0.03	0.06 ± 0.003	1.64 ± 0.33	0.86 ± 0.07	0.73 ± 0.07	0.06 ± 0.01
Darıyeri	1.46 ± 0.24	0.07 ± 0.004	2.08 ± 0.27	0.74 ± 0.02	0.74 ± 0.15	0.12 ± 0.02
Asar	1.29 ± 0.18	0.06 ± 0.006	1.71 ± 0.39	0.59 ± 0.06	0.56 ± 0.10	0.06 ± 0.01

Çizelge 5. Batı Karadeniz Kayın Ekosisteminde Bulunan Diri-örtü Yapraklarının İçerdiği Besin Elementlerinin Ortalama Miktarı (kg ha^{-1}) \pm Standard hata.

BLOK	N	P	Ca	K	Mg	S
Çiçekli	21.44 \pm 0.62	1.26 \pm 0.06	34.91 \pm 7.01	18.25 \pm 1.41	15.62 \pm 1.40	1.28 \pm 0.32
Darıyeri	31.04 \pm 5.04	1.43 \pm 0.09	44.29 \pm 5.82	15.80 \pm 0.46	15.76 \pm 3.15	2.55 \pm 0.40
Asar	27.32 \pm 3.77	1.36 \pm 0.13	36.46 \pm 8.27	12.51 \pm 1.22	11.93 \pm 2.22	1.28 \pm 0.33

3.2. Organik Madde

İşlemlerden bir yıl sonra yapılan ölçümlerde toprak yüzeyinde bulunan OM miktarları istatistiki olarak anlamlı farklılıklar göstermiştir (p-değeri=0.006). Kökleme yapılan sahalarda bulunan OM miktarı makineli çalışma yapılan sahalardaki OM miktarından yaklaşık 4-5 kat daha fazladır (Şekil 10).



Şekil 10. Batı Karadeniz Kayın Ekosistemlerinde Farklı Diri-örtü Kontrolü Yapılan Sahalarda Bulunan OM Miktarı (kg ha^{-1}) (İnsan = insan gücü ile kökleme).

Ölü-örtüdeki makro-besin elementleri analizinde N (p-değeri=0.0407) ve Mg (p-değeri=0.0256) yoğunluğunun mücadele yöntemleri arasında istatistiki olarak

farklılık gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 6). Kökleme yapılan sahalardaki N yoğunluğu, makineli çalışma yapılan sahalardakinden yaklaşık % 40 daha fazla bulunmuştur (Çizelge 6). Mg yoğunluğu ise makineli çalışma yapılan sahalarda, kökleme yapılan sahalara göre yaklaşık % 70 daha fazla bulunmuştur (Çizelge 6). OM'deki diğer makro besin elementlerinin yoğunluklarının diri-örtü mücadele yöntemlerine göre değiştiğine dair istatistiki olarak yeterli delil bulunamamıştır.

Çizelge.6. Batı Karadeniz Kayın Ekosisteminde Diri-örtü Kontrol Yöntemlerinin Uygulandığı Alanlarda Bulunan OM'nin İçerdiği Besin Elementlerinin Yoğunluğunun Ortalaması (%) \pm Standard hata.

YÖNTEM	N	P	Ca	K	S	Mg
Kökleme	1.433 \pm 0.044 a	0.113 \pm 0.003 a	2.527 \pm 0.214 a	0.333 \pm 0.017 a	0.290 \pm 0.012 a	0.100 \pm 0.006 b
Makineli çalışma	1.003 \pm 0.100 b	0.098 \pm 0.007 a	0.948 \pm 0.280 a	0.362 \pm 0.517 a	0.251 \pm 0.011 a	0.171 \pm 0.009 a
Kontrol	1.332 \pm 0.057	0.110 \pm 0.018	2.427 \pm 0.271	0.290 \pm 0.025	0.215 \pm 0.069	0.183 \pm 0.003

Not: Aynı sütunda ortak harflerle takip edilen ortalamalar $\alpha=0.05$ düzeyinde istatistiki olarak birbirlerinden farklı değillerdir.

OM'nin içerdiği besin elementlerinin miktarlarının işlemler arasında istatistiki olarak önemli derecede farklılıklar gösterdiği ortaya çıkmıştır (p-değerleri: N=0.0090; P=0.0099; Ca=0.0236; K=0.0196; S=0.0005; Mg=0.0136). Kökleme yapılan sahalarda N miktarı, makineli çalışma yapılan sahalardan yaklaşık 6-7 kat fazla bulunmuştur (Çizelge 7). Kökleme yapılan sahalarda makineli çalışma yapılan sahalara göre yaklaşık 3 kat fazla P içermektedir (Çizelge 7). Yine Kökleme yapılan sahalarda Ca miktarı, makineli çalışma yapılan sahalarda bulunandan yaklaşık 11 kat daha fazladır (Çizelge 7). K miktarı ise kökleme yapılan sahalarda, makineli çalışma yapılan sahalardan yaklaşık 4 kat ve S ve Mg miktarı da yaklaşık 5 kat daha fazladır (Çizelge 7).

Çizelge 7. Batı Karadeniz Kayın Ekosisteminde Diri-örtü Kontrol Yöntemlerinin Uygulandığı Alanlarda OM'nin İçerdiği Besin Elementlerinin Ortalama Miktarı (kg ha⁻¹) ± Standard hata.

YÖNTEM	N	P	Ca	K	S	Mg
Kökleme	192.087 ± 15.380 a	15.191 ± 1.223 a	339.112 ± 41.475 a	44.540 ± 3.217 a	38.605 ± 0.628 a	13.286 ± 0.124 a
Mak. Çal.	29.851 ± 6.305 b	2.808 ± 0.189 b	30.141 ± 13.242 b	10.499 ± 1.621 b	7.283 ± 0.755 b	5.109 ± 1.074 b
Kontrol	205.177 ± 45.709	16.445 ± 3.188	392.584 ± 125.582	46.414 ± 13.887	36.244 ± 14.813	28.417 ± 14.813

Not: Aynı sütunda ortak harflerle takip edilen ortalamalar $\alpha=0.05$ düzeyinde istatistiki olarak birbirlerinden farklı değillerdir.

3.3. Toprak

Toprağın fiziksel analizleri sonucunda kökleme yapılan sahalarda ilk 20 cm derinlikte toprağın tanecik bileşiminin kil, makineli çalışma yapılan sahalarda ise balçıklı kil ve killi balçık arasında değiştiği belirlenmiştir.

Toprağın hacim ağırlığını farklı diri örtü mücadele yöntemlerinin değiştirdiğine dair yeterli kanıt bulunamamıştır. Ancak makineli çalışma yapılan sahalarda diri örtü temizliği sırasında dozerin sık olarak kullandığı ve toprağı bu nedenle sıkıştırarak kısmen yol haline getirdiği bölgelerdeki toprağın hacim ağırlığının kökleme yapılan sahalara göre istatistiki olarak anlamlı farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 8). Dozer yolu olarak değerlendirilen bu yerlerde, ilk 10 cm derinlikteki toprağın hacim ağırlığı kökleme yapılan sahalara göre yaklaşık yarı yarıya fazla çıkmıştır. 10-20 cm toprak derinliğinde ise bu fark ¼ oranına düşmüştür. İlk 20 cm toprak derinliğindeki veriler birlikte değerlendirildiğinde ise dozer yolundaki toprağın hacim ağırlığının kökleme yapılan alanlardaki toprağın hacim ağırlığından yaklaşık ½ oranında fazla olduğu ortaya çıkmıştır.

Çizelge 8. Batı Karadeniz Kayın Ekosisteminde Diri-örtü Kontrol Yöntemlerinin Uygulandığı Alanlardaki Toprağın Hacim Ağırlığının Ortalaması (g cm^{-3}) \pm Standard hata.

İşlem	0-10 cm	10-20 cm	0-20 cm
Kökleme	0.854 \pm 0.063 b	1.088 \pm 0.019 b	0.971 \pm 0.033 b
Makinele çalışma	1.075 \pm 0.057 ab	1.242 \pm 0.051 ab	1.159 \pm 0.042 ab
Makine yolu	1.244 \pm 0.017 a	1.364 \pm 0.019 a	1.304 \pm 0.004 a
Kontrol	1.058 \pm 0.110	1.218 \pm 0.063	1.138 \pm 0.083

Not: Aynı sütunda ortak harflerle takip edilen ortalamalar $\alpha=0.05$ düzeyinde istatistiki olarak birbirlerinden farklı değillerdir.

Diri-örtü kontrol yöntemleri toprağın ilk 20 cm toprak derinliğindeki asitliğini değiştirmiştir (p-değeri=0.0054). Kökleme yapılan sahalarda ortalama toprak pH'sı, makinele çalışma yapılan ve işlem yapılmayan kontrol sahalardankinden yaklaşık yarım derece fazla çıkmıştır (Çizelge 9). Farklı işlemlerin uygulandığı sahalardaki toprağın katyon değişim kapasitesinin (KDK) istatistiki olarak anlamlı farklılık gösterdiği belirlenmiştir (p-değeri=0.0037). Kökleme yapılan sahalarda makinele çalışma yapılan sahalara göre, toprağın KDK'sının yaklaşık iki kat daha fazla olduğu hesaplanmıştır (Çizelge 9).

Çizelge 9. Batı Karadeniz Kayın Ekosisteminde Diri-örtü Kontrol Yöntemlerinin Uygulandığı Alanlardaki Toprağın ilk 20 cm Derinliğindeki Asitliği (pH) ve Katyon Değişim Kapasitesinin (KDK) Ortalaması \pm Standart hata.

YÖNTEM	pH	KDK (Cmolc kg^{-1})
Kökleme	5.8 \pm 0.02 a	47.3 \pm 1.7 a
Makinele çalışma	5.3 \pm 0.06 b	24.8 \pm 2.9 b
Kontrol	5.2 \pm 0.16	38 \pm 6

Not: Aynı sütunda ortak harflerle takip edilen ortalamalar $\alpha=0.05$ düzeyinde istatistiki olarak birbirlerinden farklı değillerdir.

Toprağın ilk 20 cm derinliğinde bulunan C (p-değeri=0.0335), N (p-değeri=0.0080), K (p-değeri=0.0293) ve Mg (p-değeri=0.0143) yoğunluklarının işlemler arasında istatistiki olarak farklılıklar gösterdiği ortaya çıkmıştır (Çizelge 10). Kökleme yapılan sahalarda makineli çalışma yapılan sahalara göre C yoğunluğunun yaklaşık % 57, N yoğunluğunun % 42, K yoğunluğunun % 102 ve Mg yoğunluğunun % 122 daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Toprağın hacim ağırlığının ve besin elementlerinin yoğunluklarının kullanılmasıyla elde edilen verilere göre toprağın ilk 20 cm derinliğinde bulunan C (p-değeri=0.0414) ve Mg (p-değeri=0.0114) miktarının işlemler arasında istatistiki olarak anlamlı farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir. Kökleme yapılan sahalarda makineli çalışma yapılan sahalara göre hektarda % 32 daha fazla C ve % 88 daha fazla Mg olduğu hesaplanmıştır (Çizelge 11). Diğer makro besin elementleri bakımından işlemler arasında istatistiki bir farkın olduğuna dair yeterli kanıt bulunamamıştır.

Çizelge 10. Batı Karadeniz Kayın Ekosisteminde Diri-örtü Kontrol Yöntemlerinin Uygulandığı Alanlarda Toprağın ilk 20 cm Derinliğinde Bulunan Besin Elementi Yoğunluğunun Ortalaması \pm Standard hata.

YÖNTEM	C (%)	N (%)	P (ppm)	Ca (ppm)	K (ppm)	S (ppm)	Mg (ppm)
Kökleme	4.42 \pm 0.10 a	0.37 \pm 0.001 a	9.67 \pm 0.67 a	5814.00 \pm 662.61 a	347.10 \pm 2.25 a	5.42 \pm 0.84 a	443.20 \pm 19.18 a
Mak.Çal.	2.82 \pm 0.34 b	0.27 \pm 0.010 b	7.67 \pm 1.50 a	1431.11 \pm 732.45 a	171.60 \pm 32.92 b	6.36 \pm 1.60 a	199.33 \pm 22.65 b
Kontrol	6.72 \pm 0.43	0.84 \pm 0.340	20.5 \pm 1.04	1622.33 \pm 500.45	248.95 \pm 88.16	4.27 \pm 0.36	536.40 \pm 175.81

Not: Aynı sütunda ortak harflerle takip edilen ortalamalar $\alpha=0.05$ düzeyinde istatistiki olarak birbirlerinden farklı değillerdir.

Çizelge 11. Batı Karadeniz Kayın Ekosisteminde Diri-örtü Kontrol Yöntemlerinin Uygulandığı Alanlarda Toprağın ilk 20 cm Derinliğinde Bulunan Besin Elementlerinin Ortalama Miktarı (kg ha^{-1}) \pm Standard hata.

YÖNTEM	C	N	P	Ca	K	S	Mg
Kökleme	85758.73 \pm 2874.81 a	7207.69 \pm 254.35 a	18.87 \pm 1.98 a	11211.44 \pm 969.004 a	674.26 \pm 22.98 a	10.54 \pm 1.62 a	861.44 \pm 50.56 a
Mak.Çal.	64921.97 \pm 6536.17 b	6149.87 \pm 290.48 a	17.51 \pm 2.71 a	3197.53 \pm 1531.68 a	398.75 \pm 82.81 a	14.73 \pm 3.86 a	458.09 \pm 33.86 b
Kontrol	152453.58 \pm 11869.47	20067.87 \pm 9610.93	46.67 \pm 4.21	3857.43 \pm 1479.60	594.80 \pm 255.05	9.63 \pm 0.55	1277.8 \pm 515.36

Not: Aynı sütunda ortak harflerle takip edilen ortalamalar $\alpha=0.05$ düzeyinde istatistiki olarak birbirlerinden farklı değillerdir.

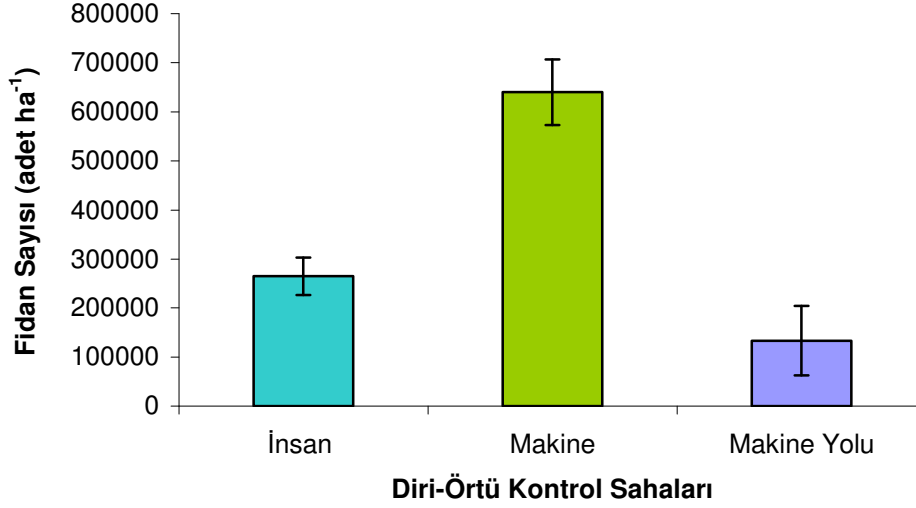
3.4. Kayın Fidanları

Farklı diri-örtü mücadele yöntemleri uygulanan alanlarda işlemlerden bir yıl sonra sahadaki kayın fidanı sayılarının istatistiki olarak anlamlı bir farklılık gösterdiği (p-değeri=0.0157) belirlenmiştir (Çizelge 12). Makineli çalışma yapılan sahalarda bulunan kayın fidanlarının, kökleme yapılan sahalardakinden yaklaşık 2.5 kat, dozer yolunda sayılan kayın fidanlarından yaklaşık 5 kat fazla olduğu belirlenmiştir (Şekil 11). Bu nedenle fidanların ağırlıkları arasında istatistiki olarak anlamlı bir fark olmamasına rağmen, hektardaki kayın fidanı biyokütlesi işlemler arasında istatistiki olarak anlamlı farklılıklar (p-değeri=0.0239) göstermiştir (Çizelge 12). Makineli çalışma yapılan sahalarda hektardaki fidan biyokütlesinin, kökleme yapılan sahalarinkinden yaklaşık 8 kat, makine yolundakinden ise 5 kattan fazla olduğu hesaplanmıştır (Şekil 12).

Çizelge 12. Batı Karadeniz Kayın Ekosisteminde Diri-örtü Kontrol Yöntemlerinin Uygulandığı Alanlarda Bulunan Kayın Fidanlarının Sayısı, Biyokütlesi ve Hektardaki Toplam Biyokütle Ortalaması \pm Standard hata.

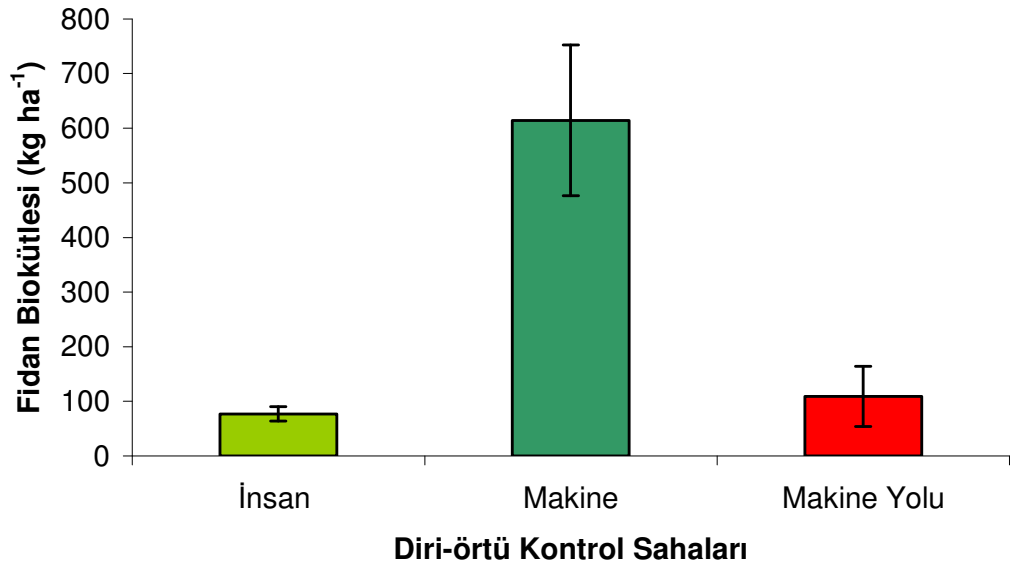
YÖNTEM	Adet	Biyokütle (g adet ⁻¹)	Hektardaki toplam Biyokütle (kg ha ⁻¹)
Kökleme	264812 \pm 38267 b	0.289 \pm 0.011 a	76.986 \pm 13.170 b
Makineli çalışma	640000 \pm 66583 a	0.932 \pm 0.132 a	613.968 \pm 138.054 a
Makine yolu	133333 \pm 70553 b	0.574 \pm 0.316 a	108.742 \pm 54.775 b

Not: Aynı sütunda ortak harflerle takip edilen ortalamalar $\alpha=0.05$ düzeyinde istatistiki olarak birbirlerinden farklı değillerdir.

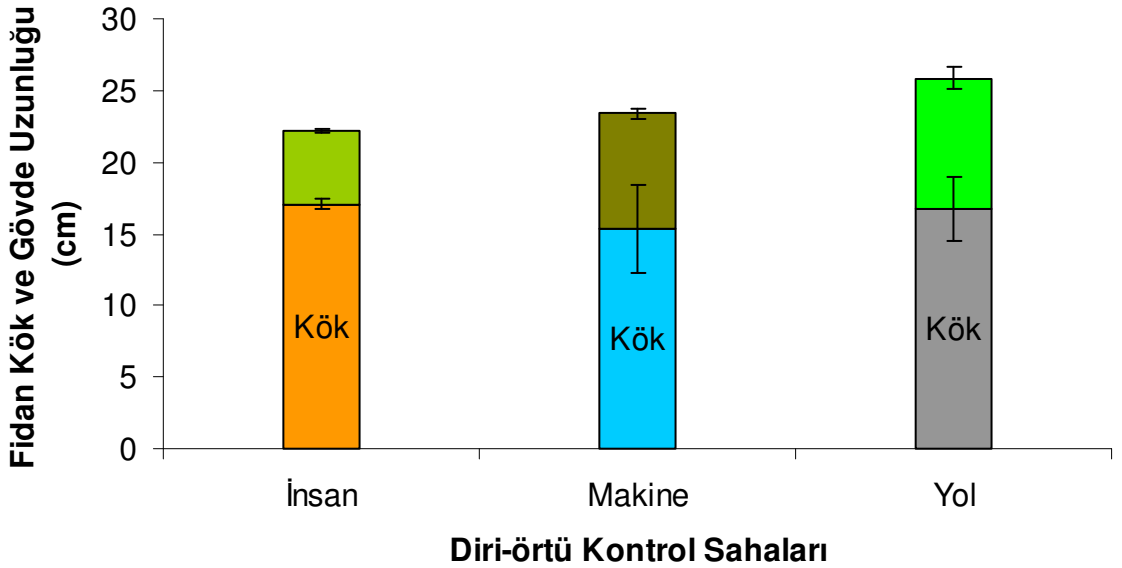


Şekil 11. Batı Karadeniz Kayın Ekosistemlerinde Farklı Diri-örtü Kontrolü Yapılan Sahalarda Bulunan Ortalama Kayın Fidanı Sayısı (adet ha⁻¹).

Makinelili çalışma yapılan sahalaların ortalama fidan çapları kökleme yapılan sahalardakilerle karşılaştırıldığında istatistiki bir fark bulunamamasına rağmen, dozer yolu ile kökleme yapılan sahalarda fidan çapları arasında istatistiki olarak anlamlı bir fark olduğu belirlenmiştir (p-değeri=0.0340). Makine yolundaki fidanların ortalama çapı, kökleme yapılan sahalardaki fidanların ortalama çapından yaklaşık 2 kat fazla olduğu belirlenmiştir (Çizelge 13). Makinelili çalışma ile kökleme yapılan sahalarda bulunan fidanların gövde uzunlukları arasında ise istatistiki olarak anlamlı bir fark olduğu ortaya çıkmıştır (p-değeri=0.0041). Makinelili çalışma yapılan sahalardaki fidanların ortalama gövde boyu, kökleme yapılan sahalardaki fidanların ortalama boyundan yaklaşık % 60 daha fazladır (Şekil 13). Fidan boyları (Şekil 13), kök uzunlukları (Şekil 13), kök-gövde uzunluk oranları (Çizelge 13), fidanların yaprak yüzey alanları (Çizelge 13) bakımından işlemler arasında istatistiki olarak anlamlı bir fark olduğuna dair yeterli kanıt bulunamamıştır.



Şekil 12. Batı Karadeniz Kayın Ekosistemlerinde Farklı Diri-örtü Kontrolü Yapılan Sahalarda Bulunan Kayın Fidanlarının Ortalama Biyokütlesi (kg ha⁻¹) (İnsan = insan gücü ile kökleme).



Şekil 13. Batı Karadeniz Kayın Ekosistemlerinde Farklı Diri-örtü Kontrolü Yapılan Sahalarda Bulunan Fidanların Ortalama Kök ve Gövde Uzunlukları (cm) (İnsan = insan gücü ile kökleme).

Çizelge 13. Batı Karadeniz Kayın Ekosisteminde Diri-örtü Kontrol Yöntemlerinin Uygulandığı Alanlarda Bulunan Kayın Fidanlarının Çapı, Kök:Gövde Oranları ve Yaprak Yüzey Alanları \pm Standard hataları.

YÖNTEM	Çap(mm)	Kök:Gövde	Yaprak Yüzey Alanı (cm ² g ⁻¹)
Köklenme	0.88 \pm 0.01 a	3.39 \pm 0.13 a	290.12 \pm 25.94 a
Mak. Çal.	1.37 \pm 0.13 ab	1.93 \pm 0.39 a	212.09 \pm 20.53 a
Mak. Yolu	1.57 \pm 0.15 b	1.84 \pm 0.09 a	207.44 \pm 43.54 a

Not: Aynı sütunda ortak harflerle takip edilen ortalamalar $\alpha=0.05$ düzeyinde istatistiki olarak birbirlerinden farklı değillerdir.

Kayın fidanlarının analizi sonucu N (p-değeri=0.0006), P (p-değeri=0.0002), Ca (p-değeri=0.0223), K (p-değeri=0.0010) ve Mg (p-değeri=0.0072) yoğunluklarının işlemler arasında istatistiki olarak anlamlı farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir. Kökleme yapılan sahalarda bulunan kayın fidanlarının, makineli çalışma yapılan sahalarda bulunan kayın fidanlarından yaklaşık olarak % 57 N, % 92 P, % 51 Ca, % 14 K ve % 31 daha fazla Mg içerdiği belirlenmiştir (Çizelge 14).

Çizelge 14. Batı Karadeniz Kayın Ekosisteminde Diri-örtü Kontrol Yöntemlerinin Uygulandığı Alanlarda Bulunan Kayın Fidanlarının İçerdiği Besin Elementleri Yoğunluğunun Ortalaması (%) \pm Standard hata.

YÖNTEM	N	P	Ca	K	S	Mg
Köklenme	1.687 \pm 0.027 a	0.167 \pm 0.003 a	1.130 \pm 0.061 a	0.560 \pm 0.010 a	0.210 \pm 0.017 a	0.197 \pm 0.003 a
Mak.Çal	1.070 \pm 0.055 b	0.087 \pm 0.009 b	0.750 \pm 0.072 b	0.493 \pm 0.007 b	0.197 \pm 0.029 a	0.150 \pm 0.010 b
Mak. Yolu	1.277 \pm 0.074 b	0.083 \pm 0.007 b	0.973 \pm 0.073 ab	0.550 \pm 0 a	0.213 \pm 0.018 a	0.160 \pm 0.006 b

Not: Aynı sütunda ortak harflerle takip edilen ortalamalar $\alpha=0.05$ düzeyinde istatistiki olarak birbirlerinden farklı değillerdir.

Belirlenen fidan sayıları ile besin yoğunlukları kullanılarak elde edilen verilere göre kayın fidanlarının içerdiği hektardaki besin miktarlarının işlemler arasında istatistiki olarak anlamlı farklılıklar gösterdiği ortaya çıkmıştır (p-değerleri: N=0.0190; P=0.0182; K=0.0083; Ca=0.0039; Mg=0.0062). Kökleme yapılan

sahalarda bulunan kayın fidanlarının içerdiği hektardaki N miktarı, makineli çalışma yapılan sahalardakinden yaklaşık % 80, P miktarı yaklaşık % 75, Ca miktarı yaklaşık % 80, K miktarı yaklaşık % 85, S miktarı yaklaşık % 87 ve Mg miktarı yaklaşık % 83 daha az çıkmıştır (Çizelge 15).

Çizelge 15. Batı Karadeniz Kayın Ekosisteminde Diri-örtü Kontrol Yöntemlerinin Uygulandığı Alanlarda Bulunan Kayın Fidanlarının İçerdiği Besin Elementleri Ortalama Miktarı (kg ha^{-1}) \pm Standard hata.

YÖNTEM	N	P	Ca	K	S	Mg
Köklenme	1.292 \pm 0.206 b	0.128 \pm 0.022 b	0.869 \pm 0.147 b	0.433 \pm 0.080 b	0.159 \pm 0.024 b	0.151 \pm 0.024 b
Mak.Çal	6.704 \pm 1.742 a	0.531 \pm 0.138 a	4.407 \pm 0.689 a	3.018 \pm 0.660 a	1.227 \pm 0.386 a	0.904 \pm 0.184 a
Mak. Yolu	1.335 \pm 0.668 b	0.0862 \pm 0.043 b	0.988 \pm 0.504 b	0.598 \pm 0.301 b	0.226 \pm 0.114 ab	0.169 \pm 0.086 b

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

4. TARTIŞMA

Diri-örtünün, asli türle ışık, su ve besin elementleri rekabeti yaparak hedef türün yaşamasını ve büyümesini etkilediği birçok araştırmacılar tarafından belgelenmiştir (Atay, 1987; Newton ve Preest 1988; Atay, 1990; Hughes et al. 1990; Harrington ve Tappeiner 1997; Anşin ve Terzioğlu, 2001; Nilsen ve Ark., 2001). Diri-örtü, gençleştirme çalışmalarında gençliğin sahaya gelmesini engellemekte veya güçleştirmektedir. Ağaçlardan dökülen tohumlar, özellikle orman gülü gibi çok yoğun şekilde sahayı istila etmiş diri-örtüden dolayı mineral toprağa ulaşmamakta, fideler ise büyümemektedir (Atay, 1987; Atay, 1990; Anşin ve Terzioğlu, 2001). Bu çalışmada işlem görmemiş sahalara gençliğin gelememesinin en önemli nedeninin, sahayı çok yoğun olarak kaplamış olan orman gülünün olduğu söylenebilir. Nilsen ve Ark. (2001) bu çalışmadaki orman gülüne çok yakın olan *Rhododendron maximum* L. ile yaptıkları araştırmada meşe (*Quercus rubra*) fidanlarının ilk yıllarda orman gülü ile şiddetli bir ışık, nem ve besin rekabetine girdiğini belirlemişlerdir. Bu olumsuz etkilerinden dolayı gençleştirme çalışmalarının başarısı için diri-örtünün sahadan uzaklaştırılması zorunludur. Diri-örtü temizliğinden bir yıl sonra yapılan gözlemlerde işlem görmüş sahalarda diri-örtünün yok denecek kadar az olduğu belirlenmiştir. Gençleştirmenin ilk yıllarında ışık rekabetinin nem ve besin elementi rekabetine oranla fidanların yaşamasında daha belirleyici olduğunu düşünürsek (Kimmins, 1996), diri-örtü mücadelesi yapılan sahalarda ilk yıllarda ışığın rekabet unsuru olmayacağını söyleyebiliriz. Diri-örtünün tekrar sahayı istila edip asli türle rekabete başlaması için geçen süreç diri-örtü mücadele yöntemleri arasında farklılık gösterebilir.

Diri-örtünün sahadan uzaklaştırılmasında elle mücadele, mekanik mücadele, yakarak uzaklaştırma ve kimyasal mücadele yöntemleri kullanılmaktadır (Atay, 1987; Atay, 1990; Çolak, 1997; Edwards, 2005; Millar, 2005; Yıldız ve Ark., 2005). Bu çalışmada diri-örtü, elle mücadele (kökleme) ve mekanik mücadele (dozer) yöntemleri kullanılarak sahadan uzaklaştırılmıştır.

Diri-örtünün dozer ile temizlenmesi sırasında OM ve üst toprak sahadan kazınarak belirli noktalara yığılmaktadır. İnsan gücü ile kökleme yapılarak diri-örtünün kontrol edildiği sahalarda ise OM ve üst toprak sahadan uzaklaştırılmamaktadır. Farklı işlemler gören sahalarda bir yıl sonra yapılan ölçümlerde, kökleme yapılan sahalardaki OM miktarı, dozer çalışması yapılan sahalardaki OM miktarından yaklaşık 5 kat fazla hesaplanmıştır. OM'nin yoğun ormancılık çalışmaları sırasında sahadan uzaklaştırılması, orman alanlarının uzun dönemde veriminin korunması konusunda endişeler doğurmuştur (Bengston, 1981). Bu çalışmada OM'nin içerdiği N ve Mg yoğunlukları işlemler arasında istatistiki olarak farklı çıkmıştır. Kökleme yapılan sahalardaki OM'nin N yoğunluğu, makineli çalışma yapılan sahalardakinden % 40 daha fazla çıkmıştır. Bitkilerin yüksek miktardaki N isteklerine karşın sınırlı miktarda N girdisi ve denitrifikasyonla kayıp, orman ekosistemlerinin büyük çoğunluğunun N eksikliği çekmesine neden olmaktadır (Wollum ve Davey, 1975; Bormann ve Gordon, 1989). Burger ve Prichett (1984) OM'nin uzaklaştırılmasının ve toprak sıkışmasının N dönüşümünde önemli etkisinin olduğunu belirtmektedir. Bu nedenle N içeriği yüksek olan OM'nin makineli çalışma sırasında toprak üstünden kazınması, bu ekosistemlerde var olan N eksikliğini daha da olumsuz hale getirebilir. Mg yoğunluğu makineli çalışma yapılan sahalarda, kökleme yapılan sahalara göre yaklaşık % 70 daha fazla çıkmıştır. Farklı sahalarda bulunan OM'nin içerdiği toplam besin elementleri arasında farklılıklar

ortaya çıkmıştır. Kökleme yapılan sahalarda bulunan OM'nin makineli çalışma yapılan sahalardan yaklaşık 6-7 kat fazla N, 3 kat P, 11 kat Ca, 4 kat K, 5 kat S ve Mg içerdiği hesaplanmıştır. Kökleme yönteminde OM sahada bırakıldığı için içerdiği besin elementlerinin miktarı da daha fazla çıkmıştır. OM'nin bitki besin elementlerinin döngüsünün en önemli havuzu ve diğer besin kaynaklarına göre hızlı olmasından dolayı (Stevenson, 1986; Sağlam ve Ark., 1993; Brady ve Weil, 1996; Waring ve Running, 1998; Kantarcı, 2000; Güneş ve Ark., 2004), makineli çalışmayla uzaklaştırılan OM çok fazla miktarda besin kaybına da neden olmuştur.

Toprak yüzeyindeki OM'nin besin rezervi olması yanında toprağın yapısında toprak tanecikleri arasında bağlayıcı görevini görür, su tutma kapasitesini artırır ve ayrıca toprağın KDK'sına önemli katkıda bulunur (Çepel, 1995; Brady ve Weil 1996). Bu nedenle, OM'nin miktarı ve kalitesi toprak verimliliğinin korunması ve artırılması açısından önemli olduğundan OM'nin sahadan uzaklaştırılması, uzun vadede toprağın verimliliğini azaltabilir (Drinkwater ve Ark., 1998). Squire (1982) ikinci rotasyonlardaki büyümelere meydana gelen azalmaların kesim artıklarının sahalarda bırakılmasıyla önlenebileceğini savunmuştur. OM'nin fazla olduğu topraklar aynı zamanda sahada yapılan çalışmalar sırasında toprak sıkışmasına karşı daha dirençlidir.

Ormanda yoğun makineli çalışma toprağın uzun süreli verimliliği üzerinde endişelere neden olmaktadır. Yoğun olarak kullanılan ağır araçlar toprağı sıkıştırmakta, makro gözenek hacmini ve OM miktarını azaltmakta, toprağın su geçirgenliğinin azalmasına ve erozyon oranının artmasına neden olmaktadır (Adams,1983; Zengin, 1987; Ayık ve Yılmaz, 1992). Toprak sıkışması toprağın içerdiği nem oranı ve ağır makinelerin aynı toprak hattından gidiş geliş sayısı ile yakından ilgilidir (Hatchell ve Ark., 1970). Bu çalışmada toprağın hacim ağırlığı

köklenme ve makineli çalışma yapılan sahalarda istatistiksel olarak farklı çıkmamasına rağmen makineli çalışma yapılan sahanın yaklaşık % 10'luk bir kısmını oluşturan ve dozerin yoğun olarak gidip geldiği yerlerde toprak sıkışmasının olduğu belirlenmiştir. Dozer yolu olarak değerlendirilen bu yerlerde, ilk 10 cm toprak derinliğindeki hacim ağırlığı, kökleme yapılan sahalara oranla yaklaşık % 50 fazla bulunmuştur. İlk 20 cm toprak derinliğinde de toprağın hacim ağırlığının kökleme yapılan alanlardakinden $\frac{1}{3}$ oranında fazla olduğu bulunmuştur. Ayrıca kökleme yapılan sahalarda ilk 20 cm derinliğindeki toprağın hacim ağırlığının kontrol sahalara oranla yaklaşık % 17 daha az olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle insan gücü ile orman güllerinin köklenmesi sırasında üst toprağında gevşetilmesi bu yöntemle kısmen toprak işleme de yapılmasına neden olmuştur. Bu nedenle ağır makinelerle yoğun olarak yapılan diri-örtü temizliği toprak sıkışmasına neden olabilir. Toprağın sıkışması iri gözeneklerin sayısını azaltacağından toprak içerisinde suyun hareketini, havalanmayı, kök büyümesini ve dolayısıyla toprak verimliliğini olumsuz etkileyebilir. Terry (1978) Kuzey Karolayna'da 7 yaşındaki bir loblolly çamı ağaçlandırmasında toprak sıkışması sonucu üst topraktaki iri gözeneklerin oranının azalmasıyla büyüme oranı arasında ters bir ilişkinin olduğunu kanıtlamıştır. Bu araştırma sahalarda hedef tür olan kayın kökleri oksijen yetersizliğine karşı duyarlı olup, iyi havalanabilen topraklar istediğinden (Atalay, 1992) toprağı sıkıştırabilecek yoğunluktaki arazi çalışmaları bu sahalarda fidan gelişimini engelleyebilir.

Diri-örtü kontrol yöntemleri ilk 20 cm derinlikteki toprak asitliğini değiştirmiştir. Toprak pH'sının kökleme yapılan sahalarda, makineli çalışma yapılan ve işlem yapılmayan kontrol sahalardan yaklaşık yarım derece fazla olduğu belirlenmiştir. OM'nin ayrışması sırasında oluşan asitler toprağın asitliğini etkilemektedirler. İğne yapraklı türlerin OM'lerinin kimyasal yapısından dolayı

toprağı asitleştirdiği bilinmektedir. Kantarcı (2000) yaprakları sıkı istiflendiği taktirde kayın OM'sinin de asit üretebileceğini belirtmektedir. Ayrıca orman gülünün toprağı asitleştirdiği yapılan araştırmalarla belgelenmiştir (Çolak, 1997; Eşen, 2000; Yıldız ve Eşen, 200-). Bu nedenlerden dolayı çalışma alanındaki topraklar genel olarak asidiktir. Diri-örtü ve OM'nin makineli çalışma ile üst toprakla birlikte kazındığı alanlarda toprağın asitliğini arttıran bu etkenler sahadan kısmen uzaklaştırılmıştır. Buna rağmen Brady ve Weil (1996), topraktaki Ca ve Mg oranının arttıkça toprak pH'sının da artacağını ifade etmektedirler. Bu nedenle KDK bölgelerinde H⁺ iyonları ile rekabete giren Ca⁺⁺ un kökleme yapılan alanlardaki topraklarda, makineli çalışma yapılan alanlardakinden 3 kattan fazla çıkması pH derecesini bu sahalarda yükseltmiştir.

Farklı işlemlerin uygulandığı sahalardaki toprağın KDK'sının değiştiği belirlenmiştir. Makineli çalışma yapılan sahalarda KDK kökleme yapılan sahalara oranla yarı yarıya azalmıştır. OM miktarı toprak KDK'sı ve dolayısıyla verimliliğinde önemli rol oynamaktadır (Wild, 1988; Tiessen ve Ark., 1994; Brady ve Weil, 1996). Bu araştırmada makineli çalışma sonucu OM'nin 4-5 kat ve topraktaki C yoğunluğunun yarı yarıya azalması KDK'daki bu düşüşü açıklayabilir.

İlk 20 cm toprak derinliğindeki C, N, K ve Mg yoğunlukları işlemler arasında istatistiki olarak anlamlı farklılıklar göstermiştir. Kökleme yapılan sahalarda makineli çalışma yapılan sahalara göre C yoğunluğunun yaklaşık % 57, N yoğunluğunun % 42, K yoğunluğunun % 102 ve Mg yoğunluğunun % 122 daha fazla olduğu belirlenmiştir. Elde edilen bu sonuçların, besin elementlerinin en önemli kaynaklarından biri olan OM'nin makineli çalışma sonucu uzaklaştırılmasından kaynaklandığı söylenebilir.

Toprağın humus içeriği kation tutma kapasitesini önemli derecede etkilemektedir (Çepel, 1995; Fisher ve Binkley, 2000). Bu nedenle toprağın humus miktarında azalmaya neden olabilecek bir tahrip bu bölgelerde tutulan iyonların da kaybolmasına neden olabilir (Brady ve Weil, 1996). Bu çalışmada, tahribin en yoğun olduğu makineli çalışma sahalarında topraktaki C yoğunluğu da azalmıştır. Toprakta N'un esas kaynağı OM'dir (Sağlam ve Ark., 1993, Brady ve Weil, 1996, Kantarcı, 2000). Dolayısıyla makineli çalışma sahalarından OM'nin uzaklaştırılması bu alanlarda N eksikliğinin en önemli nedeni olabilir. Ayrışma sonucu açığa çıkan veya toprak kolloidleri tarafından tutulan ve hareketli bir besin elementi olan K (Khanna ve Ulrich, 1984), makineli çalışma sahalarında KDK daha düşük olduğu için zamanla kaybedilmiş olabilir. Makineli çalışma sahalarında OM'nin uzaklaştırılması sonucu, ayrışmayla toprağa eklenen Mg miktarı azalmış olabilir. Kantarcı (2000), topraktaki Mg'un nemli ve serin iklim koşullarında daha çabuk yıkanabileceğini belirtmiştir. Dolayısıyla makineli çalışma yapılan sahalarda, Mg'un çalışmadan sonra yıkanmaya devam ettiği fakat diri-örtü ve OM'nin sahadan uzaklaştırılması sonucu bitki alınımı ve toprağa yeniden Mg girdisinin olmadığı görülmektedir.

Toprak içerisinde besin elementleri yıl boyunca sürekli aynı yoğunlukta olmayıp belirli salgılar halinde (pulse) değişmektedir (Marschner, 1995). Bu nedenle bitki alınımının olduğu vejetasyon döneminde yapılan bu ölçüm değerleri bitkilerin, durağan olduğu dönemlerde daha da fazla farklılıklar gösterebilir.

Toprağın hacim ağırlığının ve besin elementlerinin yoğunlukları kullanılarak yapılan hesaplamalar sonucu ilk 20 cm toprak derinliğinde kökleme yapılan sahalarda, makineli çalışma yapılan sahalara göre hektarda yaklaşık % 32 daha fazla C ve % 88 daha fazla Mg olduğu hesaplanmıştır. Toprağın besin elementleri

yoğunluğunda işlemler arasında ortaya çıkan farkın hektardaki toplam miktarlarına yansımaması, besin elementi kaybının fazla olduğu makineli çalışma sahalarında toprağın sıkışması sonucu aynı hacimde daha fazla toprak içermesiyle açıklanabilir.

Diri örtü temizliğinden sonra kayın ağaçlarından dökülen tohumların çimlenmesiyle sahaya gelen fidan sayıları işlemler arasında farklılıklar göstermiştir. Makineli çalışma yapılan sahalarda bulunan kayın fidanlarının, kökleme yapılan sahalardakinden yaklaşık 2.5 kat, dozer yolunda sayılan kayın fidanlarından yaklaşık 5 kat fazla olduğu belirlenmiştir. Birçok araştırmacı diri-örtünün, gençliğin sahaya gelmesini engellediğini yaptıkları çalışmalarda belgelemişlerdir (Atay, 1987; Atay, 1990; Anşin ve Terzioğlu, 2001). Bu çalışmada da, diri-örtünün yoğun olarak bulunduğu kontrol sahalarda kayın fidanlarına rastlanılmamıştır. Atay (1987), OM'nin de tohumların mineral toprağa ulaşip çimlenmesinde bir engel olduğunu belirtmiştir. Makineli çalışmada diri örtüyle birlikte OM de tamamen sahadan uzaklaştırıldığı için iyi bir çimlenme yatağı oluşturulmuştur. Ayrıca kökleme yapılan sahalarda OM'den dolayı erken vejetasyon döneminde toprağın nemli olmasından dolayı geç ısınması ve ani gelen kuraklıklar çimlenme ve fidan büyümesini olumsuz etkilemiş olabilir. Bir başka neden de bu ormanlarda kayın fıstıklarıyla beslenen farelerin, mineral toprağın tamamen açığa çıktığı açık alanlarda düşmanlarından dolayı ortaya çıkmaması da makineli çalışma yapılan sahalarda çimlenecek tohum sayısını arttırmış olabilir.

Makineli çalışma ile kökleme yapılan alanlarda bulunan fidanların çapları bakımından istatistiki olarak bir fark olmamasına rağmen, makine yolundaki fidanların çapları, kökleme yapılan sahalardaki fidanların çapından yaklaşık 2 kat fazla bulunmuştur. Makineli çalışma yapılan sahalardaki fidanlar, kökleme yapılan sahalardaki fidanlardan yaklaşık % 60 daha uzundur. Makineli çalışma yapılan

sahalardaki fidanlar, kökleme yapılan sahalardaki fidanlardan yaklaşık 2,5 kat daha fazla olduğu için, makineli çalışma alanlarında ışık rekabeti ilk yılda başlamış ve fidan boy büyümesine neden olmuş olabilir.

Fakat diri-örtü kontrol yöntemlerinin fidanların besin içeriklerine etkisi büyümenin tersine olmuştur. Kökleme yapılan sahalardaki kayın fidanları, makineli çalışma yapılan sahalardakine göre yaklaşık olarak % 57 daha fazla N, % 92 daha fazla P, % 51 daha fazla Ca, % 14 daha fazla K ve % 31 daha fazla Mg yoğunluğuna sahiptir. Besin elementlerindeki bu yoğunluk farkı makineli çalışma yapılan sahalardaki ortalama fidan biyokütlesinin fazla olmasından dolayı ortaya çıkan seyreltme etkisinden kaynaklanabilir. Fakat sahalarda fidanlardaki besin yoğunluğunun seyreltme etkisiyle açıklanamayacak kadar fazla olması, fidanların beslenmelerinde farklılık olduğunu göstermektedir. Fidanların beslenmesi açısından makineli çalışma yapılan sahalarda ilk yıllarda ortaya çıkan bu sıkıntı besin ihtiyacının çok daha fazla olduğu gençlik ve ağaçlık çağlarında kayınların büyümelerinin olumsuz yönde etkileyebilir.

Sahadan uzaklaştırılan diri-örtü ve OM'nin ekosistemde önemli derecede besin elementi kaybına neden olduğu birçok araştırmacı tarafından rapor edilmiştir (McColl ve Grigal, 1979; Crane ve Raisen, 1981; Stransky ve Ark., 1985; Dyck ve Beets, 1987; Ayık ve Yılmaz, 1992). Ayık ve Yılmaz (1992), Antalya ve Balıkesir'de kızılçam (*Pinus brutia*) ve meşe (*Quercus* spp.) bitki örtüsü ağırlıklı kahverengi rendzina ve kahverengi orman toprağı ağaçlandırma sahalarda yaptıkları çalışmalarda paletli traktöre monte edilen bıçak ve diri-örtü temizleme tarağı ile üst toprağın bir kısmının taşındığını, sahadan uzaklaştırılan üst toprakla birlikte yaklaşık 7,500 kg ha⁻¹ C, 631 kg ha⁻¹ N, 720 kg ha⁻¹ K ve 15 kg ha⁻¹ P kaybının olduğunu belirtmişlerdir. Şimdiki çalışmada diri-örtü, OM ve toprak

verileri kullanılarak yapılan hesaplamalar sonucu makineli çalışma yapılan sahalardan kökleme yapılan sahalara oranla yaklaşık 49 kat daha fazla N, 14 kat P, 219 kat Ca, 22 kat K, 20 kat S ve 31 kat daha fazla Mg kaybı olduğu belirlenmiştir.

Makineli çalışma yapılan sahalarda besin elementlerinin büyük bir kısmı, uzaklaştırılan diri-örtü ve OM ile birlikte kaybolduğu için, bu besin elementlerinin tekrar kazanılması uzun yıllar alabilir (Crane ve Raisen, 1981; Dyck ve Beets, 1987; Ayık ve Yılmaz, 1992). Schlesinger (1991), besin elementlerinin ekosistem içi döngüsünün, dışardan besin girdisine oranla daha fazla olduğunu belirtmektedir.

İlk yıllarda diri örtünün uzun süre sahadan uzaklaştırılması, diğer yöntemlere göre daha ekonomik olması ve mineral toprağı açığa çıkardığı için çimlenme yüzdesini arttırarak sahaya çok sayıda gençliğin gelmesi makineli çalışmanın uygulamacılar arasında tercih edilmesine neden olsa da uzun vadede toprak verimliliği olumsuz yönde etkilenebilir. Yapılan uygulamaların etkilerinin çok uzun süreler sonunda elde edilmesi ve örnek oluşturacak verilerin ülke genelinde olmaması, dünya genelinde de az olması konunun öneminin yeteri kadar anlaşılmasını zorlaştırmaktadır. Fakat var olan çalışmalar ve Türkiye'nin taraf olduğu uluslararası antlaşmalar, orman alanlarının uzun vadede verimliliklerinin korunması ve sürdürülebilir bir şekilde işletilmesini önermektedir. Bu nedenle ormancılık çalışmaları sırasında toprak verimliliğinin korunması sadece bilimsel bir gerçek değil ayrıca yasal bir zorunluluktur.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Batı Karadeniz kayın ekosistemlerinde çoğunluğunu orman gülünün oluşturduğu diri-örtü, kayın gençliğinin sahaya gelmesini engellemekte veya güçleştirmektedir (Atay, 1987; Atay, 1990; Anşin ve Terzioğlu, 2001). Ayrıca diri-örtünün, ışık, su ve besin rekabeti sonucu hedef türün yaşamasını ve büyümesini etkilediği birçok araştırmacılar tarafından belgelenmiştir (Atay, 1987; Newton ve Preest 1988; Atay, 1990; Hughes ve Ark., 1990; Harrington ve Tappeiner 1997; Anşin ve Terzioğlu, 2001; Nilsen ve Ark., 2001). Bu çalışmada da diri-örtü temizliği yapılmayan sahalara kayın gençliği gelmemiştir. Bundan dolayı, bu ekosistemlerde diri-örtünün başarılı bir gençleştirme çalışması için uzaklaştırılması gerekmektedir. Fakat yöntemin seçimi konusunda sadece gençliğin sahaya getirilmesi başarı ölçüsü olarak alınmamalı, toprak verimliliği gibi ekosistemin diğer değişkenleri de göz önünde bulundurulmalıdır.

Saha hazırlama ve diri-örtü temizliği sırasında orman alanlarından uzaklaştırılan diri-örtü ve OM ile birlikte, besin elementlerinin de kaybedildiği birçok araştırmacı tarafından rapor edilmiştir (McCull ve Grigal, 1979; Crane ve Raisen, 1981; Stransky, 1985; Dyck ve Beets, 1987; Ayık ve Yılmaz, 1992).

Bu çalışmada mekanik mücadele yöntemiyle, OM hemen hemen tamamı sahadan uzaklaştırılmıştır. Kökleme yönteminde ise OM sahada kalmıştır. İşlemlerden bir yıl sonra yapılan ölçümlerde, kökleme yapılan sahalardaki OM miktarının, makineli çalışma yapılan sahalardaki OM miktarından yaklaşık 5 kat daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla makineli çalışma yapılan sahalarda kökleme yapılan sahalara oranla OM'nin içerdiği N miktarı, yaklaşık 6-7 kat, P 3 kat, Ca 11 kat, K 4 kat, S ve Mg yaklaşık 5 kat daha fazla olarak hesaplanmıştır. Diri-

örtü, OM ve üst-toprak verileri kullanılarak yapılan hesaplamalar sonucu makineli çalışma yapılan sahalardan, kökleme yapılan alanlara oranla yaklaşık 49 kat daha fazla N, 14 kat P, 219 kat Ca, 22 kat K, 20 kat S ve yaklaşık 31 kat daha fazla Mg taşındığı belirlenmiştir.

Çalışma sonuçlarına göre dozerin yoğun olarak kullanıldığı alanlarda toprak sıkışması tespit edilmiştir. Toprak sıkışmasının olduğu kısımlar dozer sahasının % 10'undan daha az bir kısmı oluşturmasına rağmen toprağın hacim ağırlığında $\frac{1}{3}$ oranında artışa neden olmuştur. Bu nedenle bu kısımlarda diri-örtü temizliğinden sonra toprak işleme gerekebilir.

Kökleme yapılan sahalarda ilk 20 cm toprak derinliğinde ortalama toprak pH'sı, makineli çalışma yapılan sahalarındakinden yaklaşık yarım derece fazla çıkmıştır. Yine makineli çalışma yapılan sahalarda toprağın KDK'sı yarı yarıya azalmıştır. İlk 20 cm toprak derinliğinde makineli çalışma yapılan sahalarda, kökleme yapılan sahalara göre C yoğunluğunun yaklaşık % 36, N yoğunluğunun % 28, K yoğunluğunun % 50 ve Mg yoğunluğunun da yaklaşık % 55 daha az olduğu belirlenmiştir.

Makineli çalışma yapılan sahalarda, kökleme yapılan sahalara oranla yaklaşık 2.5 katı daha fazla fidan bulunmasına ve makineli çalışma yapılan sahalardaki fidanların yaklaşık % 60 daha uzun boylu olmasına rağmen, makineli çalışma yapılan sahalardaki fidanların içerdiği N yoğunluğu yaklaşık % 36, P yoğunluğu % 48, Ca yoğunluğu %33, K yoğunluğu % 12 ve Mg yoğunluğu ise yaklaşık % 24 daha az çıkmıştır. Bu nedenle ilk yıllarda fidanların beslenmesinde ortaya çıkan bu besin sıkıntısı, besin ihtiyacının çok daha fazla olduğu ileriki yıllarda kayınların büyümesini olumsuz etkileyebilir.

Bunlara ilaveten makineli çalışma sadece % 30-35 eğime kadar olan saha koşullarında yapılabilir. Bu olumsuzluklara karşı makineli çalışmanın insan gücüyle köklemeye oranla 5-10 kat daha ucuz olduğu hesaplanmıştır. Bu nedenle kayında bol tohum yılı tespit edilen yıllarda ve geniş alanda gençleştirme gerektiren durumlarda makineli çalışmanın olumsuzlukları giderilerek bu yöntem eğitilmiş makine operatörleri tercih etmek koşuluyla kullanılabilir. Bunun için dozer ile temizlenip sahada belirli noktalara yığılan diri-örtü ve OM kurutulup yakıldıktan sonra tekrar sahaya serilebilir. Bir başka yöntem de dozer ile diri-örtü temizliği sırasında daha geniş aralıklı taraklar kullanılarak ve sık sık silkelemeler yaparak üst toprağın ve OM'nin sahada kalması sağlanabilir. Bunun yanında diri-örtü temizliğinde tek bir yöntem değil, birkaç yöntemin olumlu tarafları birleştirilerek daha etkin ve toprak verimliliği açısından olumlu yöntemler geliştirilebilir. Örneğin diri-örtü kesilip kurutulduktan sonra veya dozerle temizlendikten sonra taşınmadan oldukları yerde bırakılarak, kayın ağaçlarına da zarar vermeyecek şekilde, uygun hava koşullarında tam sahada kontrollü yakılabilir. Bu şekilde diri-örtü mücadelesi yapıldığı gibi sahada besin elementi kaybı da azaltılmış olur. Yakma aynı zamanda C:N oranını düşürdüğü, katyon yoğunluğunu ve toprak pH'sını arttırdığı için ilk yıllarda saha verimliliğini olumlu yönde etkileyip fidan büyümesini teşvik edebilir.

KAYNAKLAR

ADAMS, P.W., 1983. Soil Compaction on Woodland Properties Exten. Circ. 1109 (Corvallis, OR): Oregon State University Extension Service. P. 2.

ANONİM, 1985. Kayın. Ormançılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, El Kitabı Dizisi: 1, Muhtelif Yayınlar Serisi: 42, s. 7-42.

ANONİM, 1987. Ormançılık Araştırma Enstitüsü, Muhtelif Yayınlar Serisi:48.

ANONİM, 2001a. Çiçekli Orman İşletme Şefliği 2001 – 2009 Yılları Silvikültür ve Amenajman Planları.

ANONİM, 2001b. Darıyeri Orman İşletme Şefliği 2001 – 2009 Yılları Silvikültür ve Amenajman Planları.

ANONİM, 2001c. Asar Orman İşletme Şefliği 2001 – 2009 Yılları Silvikültür ve Amenajman Planları.

ANONİM, 2001d. Devlet Planlama Teşkilatı (DPT), Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı.

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.

ANŞİN, R., 1983. Türkiye’nin Flora Bölgeleri ve Bu Bölgelerde Yayılan Asal Vejetasyon Tipleri, İ. Ü. Orman Fak. Derg., 6.2 (1983) 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.

ATALAY, İ., 1992. Kayın (*Fagus orientalis* Lipsky) Ormanlarının Ekolojisi ve Tohum Transferi Yönünden Bölgelere Ayrılması. Orman Bakanlığı Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü.

- 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, s.28-146.
- ATAY, İ., 1990.** Silvikültür II Ders Kitabı, Silvikültürün Tekniği. İ.Ü. No: 3599, Orman Fakültesi No: 405, s. 61-200. İstanbul, Türkiye.
- AYIK, C. ve YILMAZ, H., 1992.** Diri-örtü Temizliği ve Toprak İşleme Ekipmanlarının Ağaçlandırma Sahalarının Toprakları Üzerindeki Etkileri. Orman Bakanlığı Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü, İzmit. Teknik Bülten No:155, s. 1-21.
- BENGSTON, G.W., 1981.** Nutrient conservation in forestry: A Perspective. Southern Journal of Applied Forestry 5:50-59.
- BORMANN, B.T. and GORDON, J.C., 1989.** Can Intensively Managed Forest Ecosystems Be Self-Sufficient In Nitrogen? Forest Ecology and Management. 29:95-103.
- BRADY, N.C. and WEIL, R.R. 1996.** The Nature and Property of Soils. 11th ed. Prentice-Hall, Upper Saddle River, New Jersey.
- BURGER, J.A., and PRICHETT, W.L., 1984.** Effects of clear felling and site preparation on nitrogen mineralization in a southern pine stand. Soil Science Society of American Journal. 48:1432-1437.
- CRANE, W.B., and RAISEN, R.J., 1981.** Removal of Phosphorus in Logs When Harvesting *Eucalyptus delegatensis* and *Pinus radiata* Forests on Short and Long Rotations. Aust. For.
- ÇEPEL, N. 1995.** Orman Ekolojisi (Dördüncü Baskı). İ.Ü. Orman Fakültesi, Toprak İlmi ve Ekoloji Anabilim Dalı. Üniversite Yayın No:3886, Sosyal B.M.Y.O Yayın No:433.
- ÇOLAK, A.H., 1997.** *Rhododendron ponticum* L. (mor çiçekli orman gülü)'nün Silvikültür Özellikleri Üzerine Araştırmalar. Doktora Tezi. İstanbul Üniversitesi, Türkiye.
- DRINKWATER, L.E., WAGONER, P., AND SARANTONIO, M., 1998.** Legume-Based Cropping Systems Have Reduced Carbon and Nitrogen Losses. Nature, 396:262-265.
- DYCK, W.J. and BEETS, P.N., 1987.** Managing For Long Term Site Productivity. New Zealand Forestry. 11:23-24
- EDWARDS, C., 2005.** *Rhododendron ponticum* Control Using Approved Herbicides. The National Trust, Rhododendron Control Workshop, 24th May 2005, Craflwyn Centre, North Wales.

- 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., and MOU, P., 2004.** Soil and Site Factors Influencing Purple-flowered Rhododendron (*Rhododendron ponticum* L.) and Eastern Beech Forests (*Fagus orientalis* Lipsky) in Turkey. *Forest Ecology and Management* 203: 229-240.
- FAO, 2002.** FAO Year Book. Forest Products 2000. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- FAO, 2005.** State of The World's Forests. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- FISHER, R.F. and BINKLEY, D., 2000.** Ecology and Management of Forest Soils. Third Edition. John Willey & Sons, Inc. New York.
- FOIL, P.R. and RALSTON, C.W., 1967.** The establishment and growth of pine seedlings on compacted soil. *Soil Science Society of America Proceedings*. 31:561-568
- GRIME, E.R., 1977.** Evidence for the Existence of Three Primary Strategies in Plants and Its Relevance to Ecological and Evolutionary Theory. *Am. Nat.* 111:1169-1194.
- GÜNEŞ, A., ALPASLAN, M. ve İNAL, A., 2004.** Bitki Besleme ve Gübreleme. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü. Ders Kitabı:492, Yayın No:1539.
- HARRINGTON, T., and TAPPEINER J. I., 1997.** Growth responses of young Douglas-fir and tanoak 11 years after various levels of hardwood removal and understory suppression in southwestern Oregon, USA. *Forest Ecology and Management* 96:1-11.
- HATCHELL, G.E., RALSTON C.W., and FOIL, R.R., 1970.** Soil Disturbance in Logging. *Journal of Forestry*. 68:772-775.
- HSIEH, C.F., 1989.** Structure and floristic composition of the beech forest in Taiwan. *Taiwania* 34:28-44.
- HUGHES, R.M., WHITTIER, T.R., and ROHM, C.M., 1990.** A regional framework for establishing recovery criteria. *Environmental Management* 14: 673-683.
- KALIPSIZ, A., 1962.** Doğu Kayını'nda Artım ve Büyüme Araştırmaları. Tarım Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, No: 339/7.
- KANTARCI, M.D., 2000.** Toprak İlimi. İ.Ü. Toprak İlimi ve Ekoloji Anabilim Dalı. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları. İ.Ü. Yayın No:4261, O.F. Yayın No:462.
- KHANNA, P.H., and ULRİCH B., 1984.** Soil Characteristics Influencing Nutrient Supply in Forest Soils. In *Nutrition of Plantation forests*. G.D. Brown and E.K.S. Nambiar (eds.), Academic Pres Inc. London, Pp: 80-114.

- KIMMINS, J.P., 1996.** Evaluations of the Consequences for Future Tree Productivity of the Loss of Nutrients in Whole-Tree Harvesting. *Forest Ecology and Management*. 1:169-183.
- MAO, D.M., MIN, Y.W., YU, L.L., MARTENS, R., and INSAM, H., 1992.** Effects of Afforestation on Microbial Biomass and Activity in Soils of Tropical China. *Soil Biol. Biochem.* 24:865-877.
- MARSCHNER, H., 1995.** Mineral Nutrition of Higher Plants. Second Edition, Academic Press. San Diego.
- McCOLL, J.G., and GRIGAL, D.F., 1979.** Nutrient Losses in Leaching and Erosion by Intensive Forest Harvesting. In: *Impact of Intensive Harvesting on Forest Nutrient Cycling*, pp. 231-248.
- MILLAR, J., 2005.** Organic Methods of Rhododendron Control. The National Trust, Rhododendron Control Workshop, 24th May 2005, Craflwyn Centre, North Wales.
- MUTHOO, M.K., 1997.** Forests and Forestry in Turkey. Published by Güzeliş Ltd. Şti., Ankara.
- 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.
- NEWTON, M., and PREEST D.S., 1988.** Growth and water relations of Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii*) seedlings under different weed control regimes. *Weed Sci.* 36:653-662.
- NILSEN, E.T., CLINTON, B.D., LEI, T.T., MILLER, O. K., SEMONES, S.W. And WALKER, J.F., 2001.** Does *Rhododendron maximum* L. (Ericaceae) Reduce the Availability of Resources Above and Belowground for Canopy Tree Seedlings? *Am. Midl. Nat.* 145:325-343.
- ÖZYUVACI, N. 1999.** Meteoroloji ve Klimatoloji, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Fakülte Yayın No: 460, İSTANBUL.
- SAATÇIOĞLU, F., 1957.** Karadeniz Ormanları Şüceyrat Problemi: Ayancık-Çangal Bölgesinde Mekanik Metotla Yapılan Şüceyrat Mücadelesine Ait 12 Yıllık Tecrübe Denemeleri. *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*. 7 (1), s. 69-108.
- SAĞLAM, M.T., BAHTİYAR, M., CANGİR, C. ve TOK, H.H., 1993.** Toprak Bilimi. Trakya Üniversitesi, Tekirdağ Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü. Tekirdağ, Türkiye.
- SAS SYSTEMS FOR WINDOWS™ 1996.** Release 6.12. SAS Institute Inc. Cary, North Carolina.
- SCHLESINGER, W.H., 1991.** Biogeochemistry: An Analysis of Global Change. Academic Press, London.

- STEVENSON, F.J., 1986.** Cycles of Soil Carbon, Nitrogen, Phosphorus, Sulfur and Micronutrients. John Wiley and Sons, Inc, New York.
- STRANSKY, J.J., ROESE, J.H., and WATTERSTON, K.G., 1985.** Soil Properties and Pine Growth Affected by Site Preparation after Clearcutting. Southern Journal of Applied Forestry, February, 1985, p.42.
- SUNER, A., 1989.** Düzce, Cide Ve Akkuş Mıntıklarında Saf Doğu Kayını Meşcerelerinin Doğal Gençleştirme Sorunları Üzerine Araştırmalar. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi No: 107, s. 7-55.
- SQUIRE, R.O., 1982.** Review of Second Rotation Silvicultures of *Pinus radiata* Plantations in Southern Australia: Establishment Practice Expectations. Australian Forestry 46 (2):83-90.
- TERRY, T.A., 1978.** The Factors Related to the Growth of Intensively Managed Loblolly Pine (*Pinus taeda* L.) On Selected Soils in the North Carolina Lower Coastal Plain. PhD. Dissertation. North Carolina State University Raleigh, North Carolina.
- TIESSEN, H., CUEV, A., and CHACON, P., 1994.** Role of Soil Organic Matter in Soil Fertility. Nature, 371: 783-785.
- TOSUN, S., 1992.** Bolu Yöresi Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) Ormanlarında Tohum Verimi Üzerine Araştırmalar. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten No: 232, s. 9-44.
- TOSUN, S., 1993.** Batı Karadeniz Bölgesinde Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) Orijin Denemesi. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten No: 236-237, s. 11-32.
- WALTER, H., 1970.** Vegetationszonen und Klima E. Ulmer, Stutgard.
- WARING, R.H., and RUNNING, S.W., 1998.** Forest Ecosystems: Analyses at Multiple Scales. 2nd ed. Academic Pres. San Diego.
- WILD, A., 1988.** Russell's Soil Conditions and Plant Growth. 11th Edition. Longman Scientific and Technical Essex, London.
- WOLLUM, A.G., and DAVEY, C.B., 1975.** Nitrogen accumulation, transformation, and transport in forest soils. Pp. 67-108. In forest soils and land management. B. Bernier and Winget (eds.), C.H. Proc. Fourth North American Forest Soils Conf. Les Presses de l'universite Laval, Quebec, Canada.
- YALTIRIK, F., İŞGÜZAR, H., ve KÜÇÜKKOCA, A. H., 1953.** Düzce İlçesi ve Orman İşletmesi, Ülkü 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., and ESEN, D., 2002. Impact of Different Harvesting and Site Preparation Methods on Soil Compaction and Nitrogen Mineralization in a Loblolly Pine Plantation. P.139-149. In Proceedings. IUFRO Meeting. Management of Fast Growing Plantations. Edited by A. Diner et al. 11th-13th September 2002. İZMİT-TURKEY.

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 ESEN, D., 200-. Karadeniz bölgesi kayın ekosisteminde uygulanan farklı diri-örtü (*Rhododendron* spp) mücadele yöntemlerinin beşinci yılında çeşitli yetiştirme ortamı faktörlerine etkisi (toprak altı ve üstü). TÜBİTAK, projesi yayınlanmamış veriler.

YILDIZ, O., ESEN, D., SARGINCI, M., and SAHİN, M., 2005. Effects of Different Rhododendron Control Methods on Forest Floor Soil and Understory Biomass and Nutrients. The National Trust, Rhododendron Control Workshop, 24th May 2005, Craflwyn Centre, North Wales.

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.