

**SAPSIZ MEŞE (*Quercus petrea* (Matlusch) Lieb.) BALTALIK
ORMANINDA ARALAMALARIN ÇAP ARTIMI ve BAZI
TOPRAK ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ***

Ender MAKİNECİ

İ.Ü. Orman Fak., Toprak İlimi ve Ekoloji ABD
34473 Bahçeköy-Istanbul
emak@istanbul.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada; Demirköy'deki bir saf sapsız meşe (*Quercus petrea* (Matlusch) Lieb.) baltalık ormanında, 1992 yılında farklı şiddette (hafif ve şiddetli) yapılan aralama kesimlerinden sekiz yıl sonra yapılan ölçümler sonucu ortalama ağaç çapı ve 60 cm toprak derinliğine kadar olan bazı toprak özelliklerindeki (organik karbon, azot ve pH) işlem alanları arasındaki farklar incelenmiştir. Kontrol alanında bir hektarda 2180 olan ağaç sayısı, hafif aralama alanında 1100'e ve şiddetli aralama alanında 800'e indirilmiştir. En yüksek çap ve çap artımı şiddetli aralama alanında ölçülmüş olup, işlem alanlarının bazı toprak özellikleri de kontrol alanına nazaran önemli derecede farklı bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Aralama, Sapsız meşe, Çap, Toprak

**THINNING EFFECTS ON DIAMETER INCREMENT AND SOME
SOIL PROPERTIES IN SESSILE OAK
(*Quercus petrea* (Matlusch) Lieb.) COPPICE FOREST**

ABSTRACT

In this study, the effects of various levels of thinning (control, moderate and heavy) on diameter increment and on some soil properties (organic carbon, total nitrogen and pH) up to 60 cm soil depth in a Sessile oak (*Quercus petrea* (Matlusch) Lieb.) coppice forest 8 years after treatment in Demirköy were investigated. Tree numbers of treatment plots were; 2180 trees/ha uncut-control plot, 1100 trees/ha in moderate thinning and 800 trees/ha in heavy thinning. Heavily thinned plot showed the highest diameter increment and some soil properties of thinned plots were found significantly different from control treatment plot.

Keywords: Thinning, Sessile oak, Diameter, Soil

* Bu çalışma, İstanbul Üniversitesi Araştırma Fonunca desteklenmiştir.
Proje No:1399/05052000

1. GİRİŞ

Ormanlarda yapılan bakım kesimi ve aralamalar, orman ekosistemi içerisinde, ışık-sıcaklık-nem ilişkilerinin değişmesine sebep olmakta, bunun sonucunda da toprak ve ölü örtü özellikleri ile toprak canlılarının yaşama şartları değişebilmektedir. Bakım kesimleri ile orman ekosisteminde meydana gelen değişimler besin maddesi dolaşımını ve ağaçların beslenme-büyüme ilişkilerini de etkileyebilmektedir.

Ağaç sayısının azaltılması sonucunda birim alandaki ağaç serveti azalmakta, ancak kalan ağaçların sık meşcerelere nazaran daha gevşek-seyrek bir kuruluşa sahip olmaları ve beslenme-büyüme ilişkilerinin yüksek olması sebebiyle, bakım görmüş meşcerelerin çap artımları ve hacimleri artmaktadır (Özdemir vd., 1987; Ceylan, 1988; Eler, 1988; Tolunay, 2003).

Aralamaların toprak besin maddesi üzerindeki etkileri konusunda halâ az bilgiye sahibiz (Son vd., 1999). Genel olarak, kesimlerden sonra artan toprak sıcaklığı ve/veya toprak nemi ve mineralize olan organik maddenin artmasıyla mineralizasyon, buna bağlı olarak da topraktaki azot varlığı artmaktadır (Smethurst ve Nambiar, 1990; Prescott, 1997). Bu olay daha hızlı ölü örtü ayrışmasına dayandırılmaktadır (Kimmins, 1997; Fisher ve Binkley, 2000). Ayrıca aralamalar sonrası alanda daha az sayıda ağacın kalmasına bağlı olarak, azalan kök rekabeti (su ve besin maddesi) ve besin maddesi varlığındaki artış, ölü örtü ve yaprak kalitesinde değişim ile ayrışma ve mineralizasyon oranlarındaki artış toprak özelliklerinde kalıcı değişimlere neden olmaktadır (Boerner ve Sutherland, 1997). Buna karşılık, kesimler sonrasında değişen biyotik ve abiyotik faktörlerin bir sonucu olarak bazı ekosistemlerde organik madde ayrışmasında bir gerileme beklenebilir (Cortina ve Vallejo, 1994). Kesimler sonrasında en düşük sıcaklıklar daha da düşerek en soğuk aylar boyunca biyolojik faaliyet ve ayrışma daha da azalabilir, ve biyolojik faaliyetin azaldığı bu süre uzayabilir (Cortina ve Vallejo, 1994). Bazı durumlarda ise iklimin etkisi farklı şiddetteki kesimlerin etkisinden daha etkili olabilmektedir (Tolunay, 2003). Ayrıca, kesimler sonrasında toprakta karbon oranı artar veya azalır (Fisher ve Binkley, 2000; Makineci, 2005).

Yapılan bu araştırma ile Demirköy Orman İşletmesi Şarapnel Orman İşletme Şefliği'nde direklik çağında, tam kapalı baltalık saf sapsız meşe (*Quercus petraea* Matlusch Lieb) ormanından seçilen işlem alanlarında 1992 yılında Şubat ayında yapılan farklı derecedeki (hafif ve şiddetli) aralamalardan 8 yıl sonra (2000 yılında) ortalama çap ve bazı toprak özellikleri (organik karbon, azot ve pH) üzerindeki etkileri incelenmiştir.

2. MATERYAL ve METOT

Demirköy (41° 50' N-27° 46' E) ve çevresi Karadeniz iklim etkisi altında bulunmaktadır (Kantarıcı, 1979). Vejetasyon süresi 8 aydır (Nisan-Kasım). Ortalama aylık sıcaklık 12 °C, en sıcak ve en soğuk aylık ortalamalar farkı 19,1 °C'dır. Ortalama yıllık yağış 818 mm, en az yağışlı aylar Temmuz ve Ağustos aylarıdır. Yağışın en fazla düştüğü ay Aralık ayıdır (128,6 mm). Sıcaklık ve yağış değerleri C. W. Thornthwaite metoduna göre değerlendirildiğinde, Demirköy'ün iklim tipi, nemli (B₁), yağış rejimine göre yaz mevsiminde orta derecede su açığı olan (s) ve deniz iklimi altında (b4) bulunan bir iklimdir. (Kantarıcı, 1979).

Demirköy çevresi ile araştırma alanının tamamında anakaya granittir. Granit anakayasından oluşan topraklar, genellikle balçık türünde, orta derin veya derin, az taşlı ve süzektirler (Kantarıcı, 1979; Kantarıcı, 1981; Sevgi, 1993). Demirköy ve civarındaki granit anakayaları aslında kuvarsdiorit olup, normal granitlerden oluşan topraklardan daha fazla toplam kalsiyum (Ca_t) ve değiştirilebilir kalsiyum (Ca⁺⁺) ile toplam potasyum (K_t) ve değiştirilebilir (K⁺) içermektedirler (Kantarıcı, 1979; Kantarıcı, 1981).

Çalışma alanı saf Sapsız Meşe (*Quercus petrea* (Matlusch) Lieb.) ormanıdır. Sapsız Meşeye Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky), Adi Gürgen (*Carpinus betulus* L.) ve Macar Meşesi (*Quercus frainetto* Ten.) serpili olarak katılmaktadır. Çalı tabakasında Akçaağaç Yapraklı Üvez (*Sorbus torminalis* L.), Geyik Dikeni (*Crataegus monogyna* Jacq.) ve Böğürtlen (*Rubus fruticosus*) serpilidirler.

Araştırma alanı Demirköy Orman İşletmesinin Şarapnel Bölgesi'ndeki 19 numaralı bölme sınırları içindedir. İşlem alanlarının alındığı meşcere, 1992 yılında 58 yaşında, altında 2 yaşında doğal gençliğe sahip, amenajman planlarına göre Mb₃ (direklik çağında, tam kapalı meşe meşceresi) tipindedir. Denizden yüksekliği 800 m olup, Karayokuş-Çingene Bayırı-Manastır Tepe (Hamdibey) sırtı üzerinde yer alır. İşlem alanları hafifçe güneye eğimlidir (eğim % 0 ile % 5 arasında değişmektedir). İşlem alanı büyüklükleri 2500 m² (50x50 m) dir. Her işlem alanı içinde sabit beş örnek alan yeri tespit edilip numaralandırılmıştır. İşlem alanlarının seçimi yapıldıktan sonra sahaya olabilecek olumsuz etkileri önlemek amacıyla dikenli telle çevrilmişlerdir.

Çalışmanın kesim aşaması 1992 Şubat ayında, şiddeti örnek alanlara göre değişmek üzere, yapılmıştır. Bir örnek alanda ise hiç kesim yapılmamış ve kontrol alanı olarak bırakılmıştır. Kesimden önce alanlarda hektardaki ağaç sayısı 2000 civarında olup, kesimlerden sonra hafif aralama alanında 1100'e şiddetli aralama alanında ise ağaç sayısı 800'e indirilmiştir. Hiç müdahale görmeyen kontrol alanında hektardaki ağaç sayısı değişmemiş 2180 olarak kalmıştır. Daha sonra işlem alanlarında kesimlerden sonraki iki

vejetasyon devresi boyunca ışık, üst toprak sıcaklığı ile toprak derinliklerinde nem ve pH ölçmeleri yapılmış sonuçlar Makineci (1993)'te sunulmuştur.

İşlem alanlarında 2000 yılı Temmuz ayında farklı 5 yerden olmak üzere bir metre boyundaki toprak sondası ile üst topraktan başlayarak her 20 cm'den toprak örnekleri (60 cm derinliğe kadar) alınmış ve örnekler etiketlenerek polietilen torbalara konmuştur. Toprak örneklerinin alımı sırasında, kesimlerden sonra alanlarda kalan ağaçların 1,30 m'deki göğüs çapları ölçülmüştür. Çap ölçmeleri her işlem alanında 20x20m (400m²) alanda yapılmıştır.

Laboratuarda hava kuru hale gelene kadar kurutulan toprak örnekleri taş ve köklerinden ayrılarak, porselen havanlarda öğütüldükten sonra 2 mm'lik eleklerden geçirilmişlerdir. Toprak örneklerinin reaksiyonu cam elektrodlu pH-metre ile ölçülmüştür. Aktüel asitlik için 1/2.5 oranında saf su, kation değişim asitliği için 1/2.5 oranında 0.1 N KCl ile ıslatılan örneklerde ölçme yapılmıştır. Toprak örneklerinin organik karbon miktarı Wackley-Black Islak Yakma Yöntemi ile, toplam azot oranları Mikro Kjeldahl metodu ile belirlenmiştir (Gülçur, 1974).

İşlem alanlarında farklı beş yerden alınan toprak örneklerinde yapılan analiz sonuçlarının aritmetik ortalamaları alınarak ilgili tablolarda kullanılmıştır. Farklı şiddetteki aralamaların incelenen toprak özelliklerine etkilerini ortaya koymak için 2000 yılında yapılan ölçümler kontrol alanı değerleri ile karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

Aritmetik ortalamalara ait bulguların istatistik değerlendirilmesinde varyans analizi kullanılmıştır. Varyans analizi sonuçlarına göre, aritmetik ortalamalara ait farkların istatistiksel açıdan önemli görülmesi halinde, hangi veri grubunun etkili olduğunun belirlenmesi için 0.05 güven düzeyinde Duncan Testi uygulanmıştır (Kalıpsız, 1988).

3. BULGULAR

3.1. Ortalama Çap ve Çap Artımı

1992 ve 2000 yılı Temmuz ayında örnek alanlarda yapılan çap ölçmelerine ait sonuçlar Çizelge 1'de verilmiştir. Buna göre, kesimlerden sonra geçen sekiz yılın sonunda en yüksek ortalama çap artımı şiddetli aralama alanında (3,58 cm) olup, hafif aralama alanında 2,39 cm ve kontrol alanında 1,02 cm'dir. 1992 yılında kesimlerden sonra ve kesimlerden sekiz yıl sonra ortalama çap değerleri bakımından işlem alanları arasında önemli fark vardır (Çizelge 1).

3.2. Toprak Özellikleri

Topraktaki organik karbon derinliğe bağlı olarak azalmaktadır. Aynı derinlik kademeleri için işlem alanlarına göre toprağın organik karbon

Çizelge 1. 1992 ve 2000 yılında ortalama ağaç çapı ve çap artımı (cm).

	Kontrol	Hafif Aralama	Şiddetli Aralama
Ortalama Çap (1992)	13,11 ^a	15,84 ^b	15,72 ^b
F Değeri		10,642 ***	
Ortalama Çap (2000)	14,13 ^a	18,23 ^b	19,30 ^b
F Değeri		7,923 ***	
Çap Artımı (1992-2000)	1,02	2,39	3,58

^{a, b, c} aynı satırda aynı harfli ortalama değeri taşıyan işlem alanları arasında önemli bir fark yoktur. İşlem alanlarına ait çap ortalamaları *** <0,001 düzeyinde önemli bir fark göstermektedir.

içeriğinde önemli farklar oluşmuştur. Hafif aralama ve şiddetli aralama alanlarında her toprak derinlik kademesindeki organik karbon oranları kontrol alanındakinden yüksek bulunmuştur (Çizelge 2). Varyans analizinde anlamlı bulunan bu sonuçlara uygulanan Duncan testine göre, 0-20 cm derinlik kademesinde organik karbon oranları bakımından, hafif aralama ve şiddetli aralama alanı kontrol alanından farklı bir grup olarak ayrılırken, diğer toprak derinliklerinde (20-40 cm ve 40-60 cm) her bir işlem alanı farklı birer grup olarak ayrılmaktadır.

Tüm azot oranları hafif aralama ve şiddetli aralama yapılan işlem alanlarında kontrol alanına nazaran her derinlik kademesinde önemli derecede yüksek bulunmuştur (Çizelge 2). Duncan test sonuçlarına göre 0-20 cm derinlik kademesinde hafif aralama ve şiddetli aralama alanı kontrol alanından önemli derecede farklı bir grup olarak ayrılırken, diğer toprak derinliklerinde (20-40 cm ve 40-60 cm) her bir işlem alanı üç farklı grup olarak ayrılmaktadır.

Çizelge 2. İşlem Alanlarındaki Bazı Toprak Özellikleri.

Toprak Özellikleri	Derinlik (cm)	Kontrol	Hafif Aralama	Şiddetli Aralama	F-Değerleri
Org. Karbon (%)	0-20	4,23 ^a	7,06 ^b	7,01 ^b	264,179 ***
	20-40	1,98 ^a	3,92 ^b	4,91 ^c	256,616 ***
	40-60	0,28 ^a	0,72 ^b	0,42 ^c	29,266 ***
Toplam Azot (%)	0-20	0,15 ^a	0,55 ^b	0,61 ^b	186,969 ***
	20-40	0,13 ^a	0,40 ^b	0,32 ^c	197,156 ***
	40-60	0,11 ^a	0,15 ^b	0,19 ^c	36,026 ***
pH (H ₂ O)	0-20	4,23 ^a	4,92 ^b	5,38 ^c	24,774 ***
	20-40	4,48 ^a	4,79 ^{ab}	5,11 ^b	7,853 **
	40-60	4,26 ^a	4,58 ^{ab}	4,91 ^b	7,031 *
pH (0.1NKCl)	0-20	4,13 ^a	4,51 ^b	5,22 ^c	33,911 ***
	20-40	3,92 ^a	4,22 ^b	4,83 ^c	27,580 ***
	40-60	3,71 ^a	4,01 ^{ab}	4,31 ^b	7,465 **

^{a, b, c} aynı satırda aynı harfli ortalama değeri taşıyan işlem alanları arasında önemli bir fark yoktur. Ortalamalar işlem alanları arasında *** <0,001, ** 0,01-0,001 ve * 0,05-0,01 önem düzeyinde farklıdır.

Hem aktüel asitlik değerleri (pH H₂O) ve hem de kation değişim asitliği değerleri (pH 0,1NKCl), hafif aralama ve şiddetli aralama alanında her üç toprak derinliği kademesi için de kontrol alanından önemli derecede yüksek bulunmuştur (Çizelge 2). Her derinlik kademesinde, hem aktüel hem de kation değişim asitliği değerleri bakımından en yüksek pH değerleri şiddetli aralama alanında ölçülmüştür (Çizelge 2).

4. TARTIŞMA ve SONUÇ

Kesimlerden sonra işlem alanlarında kalan ağaçların çapları kontrol alanına nazaran daha fazla gelişmiştir. Bunun sebeplerinden biri kesimler sırasında öncelikle zayıf veya kötü nitelikli ağaçların alanlardan uzaklaştırılmasıdır. Genellikle diğer ağaçlara oranla daha düşük çaplı ve daha kısa boylu ağaçların alandan uzaklaştırılmasıyla kalan meşcerenin çap ve boy ortalaması yükselmektedir. Ancak kesimlerden sonra işlem alanlarında daha az sayıda ağaç kaldığından, daha az sayıdaki fert daha geniş bir toprak hacminden yararlanma imkânı bulmakta, kök rekabeti azalmakta ve çap gelişimi de artmaktadır. Bir çok araştırma, aralanmış ve bakım kesimi uygulanan alanlarda çap artımının arttığını bildirmektedir (Özdemir vd., 1987; Ceylan, 1988; Eler, 1988; Makineci, 1999; Tolunay, 2003). Ayrıca kesimlerin yapıldığı 1992 yılından 1993 yılı sonuna kadar yapılan aylık toprak nemi ölçmelerinde hafif ve şiddetli aralama işlem alanlarında derinlerdeki toprak neminin kesimlerden sonra kontrol alanına göre arttığı belirlenmiştir (Makineci, 1993). Artan toprak nemi ile beraber yukarıda belirttiğimiz sebeplerden dolayı da ağaçların çap gelişimleri artmış olabilir.

Hafif Aralama ve Şiddetli Aralama işlem alanlarının topraklarında toplam azot (Nt) oranları da kontrol alanındakinden önemli derecede yüksek bulunmuştur. İşlem alanlarındaki kontrol alanına nazaran yüksek azot oranları, artan ölü örtü ayrışması, biyolojik faaliyet ve karıştırılma sebebiyle toprakta artan organik madde oranına bağlıdır. Aynı şekilde her toprak derinliğinde işlem alanlarındaki aktüel ve kation değişim asitliği değerleri kontrol alanındakinden daha yüksektir. Bu değişimin sebebi yine artan ölü örtü ayrışmasına bağlı olarak organik maddenin ve ayrışma ürünlerinin toprakta artması (baz doygunluğu artışı) ile ilgili olmalıdır. İşlem alanlarında yapılan ölü örtü ölçmelerine ait bulgular ölü örtü ayrışmasının arttığı yönündedir (Çizelge 3) (Makineci, 2005). İşlem alanları arasında toplam ölü, yaprak+çürüntü tabakası ve humus tabakası ağırlığı önemli derecede farklı bulunmuştur. En yüksek toplam ölü örtü ve yaprak+çürüntü tabakası ağırlığı kontrol alanındadır. Buna karşılık, humus tabakası ağırlığı hafif aralama ve şiddetli aralama işlem alanlarında kontrol alanına nazaran daha yüksektir (Çizelge 3). Hafif ve şiddetli aralama işlem alanlarında kontrol alanına nazaran daha az

Çizelge 3. İşlem Alanlarındaki Ölü örtü tabakalarının miktarı (Makineci, 2005).

Ölü Örtü Özellikleri	Tabaka	Kontol	Hafif Aralama	Şiddetli Aralama	F-Değerleri
Ağırlık (kg/ha)	Yaprak+çürüntü	8177,20 ^a	6446,00 ^b	4437,20 ^c	55,563 ***
	Humus	453,60 ^a	1014,00 ^b	1550,40 ^c	60,978 ***
	Toplam	8631,36 ^a	7460,40 ^b	5988,16 ^c	24,679 ***

^a, ^b, ^c aynı satırda aynı harfli ortalama değeri taşıyan işlem alanları arasında önemli bir fark yoktur. Ortalamalar işlem alanları arasında *** <0,001 önem düzeyinde farklıdır.

miktarda toplam ölü örtü ve daha fazla humus oluşumu bu alanlarda kesimler sonrası ölü örtü ayrışmasının arttığını göstermektedir (Makineci, 2005).

Topraktaki organik karbon oranlarında artışın diğer önemli bir sebebi de alanlarda yapılan farklı şiddetteki kesimlerden sonra artan ışık miktarına bağlı olarak otsu diri örtü miktarının önce artması ve kapalılık geliştikçe otsu diri örtünün ölerek (kökleri dahil) toprağa karışmasıdır. Artan diri örtü kökleri ve diri örtünün kök dönüşümü (ölen kök miktarındaki artış) toprak derinliklerinde organik madde oranında artışa sebep olabilir.

Yapılan bu araştırmadaki bulgulara benzer olarak, Baeumler ve Zech (1998) Bavyera Alplerinde yaptıkları araştırmada aralamanın (%40 kesim) toprak kimyasında önemli değişimlere sebep olduğunu belirtmektedirler. Artan mineralizasyon ve aralama sonrası azalan ağaç sayısına bağlı olarak ağaç kökleri tarafından toplam besin maddesi alınımında azalma sonucunda toprakta silikat ve sülfat dışındaki tüm kation ve anyonların konsantrasyonları önemli ölçüde artmıştır. Olsson vd. (1996) kuzey ve güney İsveç'te sarıçam ve ladin ormanlarında yaptıkları tıraşlama kesimi ve üç farklı şiddette kesim uygulamasının 15-16 yıllık sonuçlarına göre, tüm alanlarda humus tabakasında C ve N içeriği önemli ölçüde azalmış olmasına karşılık, mineral toprakta arttığını bildirmektedirler. Kesim şiddeti ile C ve N içeriğinin değişimi arasında tüm alanlarda belirgin bir etki bulunamamıştır. Camping vd. (2002) meşe (*Q. douglasii*) orman alanında meşenin tıraşlama ile alandan uzaklaştırılmasından 5-15 yıl içerisinde incelenen bir çok toprak özelliğinde (karbon, azot, fosfor ve pH) azalmaya sebep olduğunu belirtmektedir. Kesimden 5 yıl sonra 0-15 cm toprak derinliğinde toplam N ve C %10-20 ve 21 yıl sonra %20-40 oranında azalmıştır. Ölçülen bir çok toprak özelliğinin toprak organik madde miktarı ve/veya besin madde dolaşım süreci ile ilişkili olması, meşe ağaçlarının kesilmesi ile organik maddenin önemli miktarda azalması, toprak kalitesinde hızlıca bir bozunma ile sonuçlanmıştır. Johnson vd. (2002), karışık yapraklı ve *Pinus taeda* ormanlarında yürüttükleri çalışmada farklı şiddetteki kesimler sonrasında *Pinus taeda* işlem alanlarında kesimlerden sonraki 5 yıl boyunca toprak karbonunda kısa dönemli değişimler meydana

gelmesine karşılık, karışık yapraklı türdeki işlem alanlarında tüm kesim şiddetlerinde önemli ve uzun süreli (16 yıl) toprak karbonu değişimleri belirlenmiştir. Boerner ve Sutherland (1997), meşe ormanlarında aralanan işlem alanlarının daha yüksek pH ve inorganik azota sahip olduklarını, kontrol ve aralama işlem alanları arasındaki bir çok toprak özelliğinin farklı olduğunu belirtmektedirler. Toprak özelliklerinde meydana gelen bu değişimler üzerinde aralamaların etkileri; topraktan besin maddesi alımını azaltma, nispi besin maddesi varlığını artırma, ölü örtü ve yaprak kalitesini değiştirme ve ayrışma ile mineralizasyon oranlarını artırma olarak yorumlanmıştır. Vesterdal vd. (1995), ladin ormanında dört farklı aralama şiddeti sonrasında en yüksek toprak pH sını en şiddetli aralama alanında ölçmüştür. Buna karşılık, pH aralama şiddetine bağlı olarak bir değişim göstermemiş ve aralama sonrası ortam şartlarında meydana gelen değişimlerin aralamanın olası beslenme etkilerinden daha fazla etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Kim vd. (1995), kapalılığın farklı derecelerde azaltıldığı meşe ormanında 15 cm mineral toprak derinliğinde ilk iki vejetasyon devresi boyunca işlem alanlarının kontrol alanına nazaran yaklaşık olarak 0,5 pH derecesi kadar daha yüksek bir pH'ya sahip olduğunu belirtmektedir (Makineci, 2005).

Bu çalışmada, işlem alanlarında toprak derinliklerinde organik karbon oranlarında önemli derecedeki artış, organik maddenin orman ölü örtüsünden toprak derinliklerine taşındığını göstermektedir. Aralamalar sonrası artan ölü örtü ayrışması (Makineci, 2005) ile artan organik maddenin taşınmasını muhtemelen üst toprak horizonlarının süzek ve kumlu balçık toprak türüne sahip olmaları kolaylaştırmış olmalıdır. Bununla birlikte aralamalar sonrası artan toprak nemine (Makineci, 1993) bağlı olarak artan sızıntı suyu da organik madde taşınmasını arttırabilir. Ayrıca kesimlerden sonra alanda daha kuvvetli ve fazla gelişen otsu diri örtünün toprak üstü kısmının ölürek ölü örtüye dönüşmesi, kök gelişimi ve bu organik artıkların ayrışması önemli bir karbon girdisi sağlamıştır (Makineci, 2004). Hafif aralama ve şiddetli aralama işlem alanlarının toprak derinliklerinde kontrol alanına nazaran önemli azot ve pH farklarının ana sebebi de organik madde oranının artmış olmasıdır.

Tüm bu etkilerin yanında toprak özelliklerinde bu uzun süreli etkilerin gözlenmesinde en önemli sebeplerden birisi, kesimlerden sonra sekiz yıl geçmiş olmasına rağmen işlem alanlarında tepe kapalılığının tam oluşmamasıdır. Kontrol işlem alanı tam kapalı iken, hafif ve şiddetli aralama alanlarında aralamalardan sekiz yıl sonra alandaki boşluklar kolaylıkla görülebilmektedir. Bu büyük olasılıkla meşelerde tepe gelişiminin uzun bir zaman almasından kaynaklanmaktadır (Bréda vd.,1995). Bu konuda Bréda vd. (1995), bir çok araştırmacıya atfen, iğne yapraklı türlerde aralamalar sonrasında ağaç yaprak kütlelerinde artış, tepe kapalılığında hızlı değişimler ve yaprak alanında artış sebebiyle 3 yıl gibi

bir süre içinde aralama öncesi duruma geri dönülebildiğini ve kesimler sonrası yaprak alanındaki hızlı artışın genellikle iğne yapraklı türlerde gözlemlendiğini belirtmektedir. Bréda vd. (1995)'in Sapsız meşe meşceresinde yaptığı araştırmada ise aralamalardan sonraki iki vejetasyon devresi boyunca yeterli bir tepe gelişimi tespit edilememiştir. Tepe gelişiminin meşe ormanlarında iğne yapraklı tür ormanlarına nazaran daha uzun bir zaman aldığı bildirilmektedir. Meşelerin bu özel davranışı muhtemelen yavaş gelişimleri ile ilgilidir ve büyük olasılıkla önceki iklim koşullarına bağlıdır (Bréda vd., 1995; Makineci, 2005).

KAYNAKLAR

- Baeumler, R., Zech, W., 1998. Soil solution chemistry and impact of forest thinning in mountain forests in the Bavarian Alps. *Forest Ecology and Management*, 108, 231-238.
- Boerner, R. E. J., Sutherland, E. K. 1997. The chemical characteristics of soil in control and experimentally thinned plots in mesic oak forests along a historical deposition gradient. *Applied Soil Ecology*, 7, 59-71.
- Bréda, N., Granier, A., Aussenac, G., 1995. Effects of Thinning on Soil and Tree Water Relations, Transpiration and Growth in an Oak Forest [*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.]. *Tree Physiology*. 15:295-306.
- Camping, J. T., Dahlgren, R. A., Tate, K. W., Horwath, W. R., 2002. Changes in soil quality due to grazing and oak tree removal in California Blue Oak woodlands. USDA Forest Serv. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-184.
- Ceylan, B., 1988. Muğla Yöresindeki Genç Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.) Meşcerelerinde İlk Aralama Müdahaleleri Üzerine Silvikültürel Araştırmalar. *Ormanlık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi, No:196, Gelişim Matbaası, Ankara.*
- Cortina, J., Vallejo, V. R., 1994. Effects of clearfelling on forest floor accumulation and litter decomposition in a radiata pine plantation. *Forest Ecology and Management*, 70, 299-310.
- Eler, Ü., 1988. Antalya Bölgesi Doğal Kızılcım Meşcerelerinde (*Pinus brutia* Ten.) Aralama ve Hazırlama Kesimlerinin Artım ve Büyüme Yönünden Etkileri. *Ormanlık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi, No:203, Ankara.*
- Fisher, R., Binkley, D., 2000. *Ecology and Management of Forest Soils*. John Wiley and Sons Publication, New York.
- Gülçur, F., 1974. Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Analiz Metodları. İ.Ü. Yayın No:1970, Orman Fakültesi Yayın No:201, Kutulmuş Matbaası, İstanbul.
- Johnson, D. W., Knoepp, J. D., Swank, W. T., Shan, J., Morris, L. A., Van Lear D. H., Kapeluck, P. R., 2002. Effects of forest management on soil carbon: results of some long-term resampling studies. *Environmental Pollution*, 116, 201-208.
- Kalıpsız, A., 1988. İstatistik Yöntemler. İ.Ü. Yayın No:3522, Orman Fakültesi Yayın No:394.
- Kantarıcı, M.D. 1979. Kuzey Trakya Dağlık Orman Yetiştirme Bölgesinin Yöresel Sınıflandırılması. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri: A, Cilt: 29, Sayı:2, 42-71.
- Kantarıcı, M.D., 1981. Kuzey Trakya Orman Yetiştirme Bölgesinde Granit Anataşı Üzerindeki Toprak Katenasının Analitik Olarak İncelenmesi. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri: A, Cilt: 31, Sayı:1, 167-191.

- Kim, C., Sharik, T.L., Jurgensen, M.F., 1995. Canopy Cover Effects on Soil Nitrogen Mineralization in Northern red oak (*Quercus rubra*) stands in Northern Lower Michigan. *Forest Ecology and Management*, 76, 21-28.
- Kimmins, J. P., 1997. *Forest Ecology*. 2nd ed. Macmillan, New York, 534s.
- Makineci, E., 1993. Demirköy Meşe Ormanlarındaki Gençleştirme Yöntemlerinin Ekolojik Açıdan İncelenmesi. İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (Yayınlanmamış).
- Makineci, E., 1999. İ.Ü. Orman Fakültesi Araştırma Ormanındaki Baltalıkların Koruya Dönüştürülmesi İşlemlerinin Ölü Örtü ve Topraktaki Azot Değişimine Etkileri, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi (Yayınlanmamış).
- Makineci, E., 2004. Long term effects of Sessile Oak (*Quercus Petrea* (Matlusch) Lieb.) thinning on herbaceous understory and oak seedlings. *Journal of Balkan Ecology*, Volume 7, No 2, 198-204.
- Makineci, E., 2005. Long Term Effects Of Thinning On Soil And Forest Floor In a Sessile Oak (*Quercus petrea* (Matlusch) Lieb.) Forest, *International Journal of Environmental Biology*, Vol. 26, No.2, April 2005, 257-263.
- Olsson, A. B., Staaf, H., Lundkvist, H., Bengtsson, J., Rosén, K., 1996. Carbon and nitrogen in coniferous forest soils after clear-felling and harvests of different intensity. *Forest Ecology and Management*, 82, 19-32.
- Özdemir, T., Eler, Ü., Şırlak, V., 1987. Antalya Bölgesi Doğal Kızılçam Ormanlarında (*Pinus brutia* Ten.) Ayıklama Kesimleri (Sıklık Bakımı) ve Etkileri Üzerine Araştırmalar. Ormançılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi, No:184, Ankara.
- Prescott, C.E., 1997. Effects of Clearcutting and Alternative Silvicultural Systems on Rates of Decomposition and Nitrogen Mineralization in a Coastal Montane Coniferous Forest. *Forest Ecology and Management*. 95:253-260.
- Sevgi, O., 1993. Demirköy Granit Arazisinde Orman Altında ve Ormandan Açılmış Alanlarda Toprak Özellikleri. İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi (Yayınlanmamış).
- Smethurst, P.J., Nambiar, E.S.K., 1990. Distribution of Carbon and Nutrients and Fluxes of Mineral Nitrogen After Clearfelling in a *Pinus Radiata* Plantation. *Canadian Journal of Forest Research*, 20:1490-1497.
- Son, Y., Lee, W. K., Lee, S. E., Ryu, S. R., 1999. Effects of Thinning on Soil Nitrogen Mineralization in Japanese Larch Plantation. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 30(17&18), 2539-2550.
- Tolunay, D., 2003. Aladağ'da (BOLU) Sıklık Çağındaki Sarıçam (*Pinus Sylvestris* L.) Meşcerelerinde Bakımların Madde Dolaşımına Etkileri. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Cilt 53, Sayı 1, sayfa: 47-73.
- Vesterdal, L., Dalsgaard, M., Felby, C., Raulund-Rasmussen, K., Jorgensen, B. B., 1995. Effects of thinning and soil properties on accumulation of carbon, nitrogen and phosphorus in the forest floor of Norway spruce stands. *Forest Ecology and Management*, 77, 1-10.