

AĞAÇLI-İSTANBUL MADEN SAHALARINDA SAHİL ÇAMI (*Pinus pinaster* Aiton.) AĞAÇLANDIRMALARINDA BAZI ÖLÜ ÖRTÜ VE TOPRAK ÖZELLİKLERİ

Hakan SEVER* Ender MAKİNECİ

İÜ Orman Fakültesi, 34473, Bahçeköy-İSTANBUL
*hakasever2000@yahoo.com

ÖZET

Ağaçlı (İstanbul) kömür maden ocağı artık materyalleri üzerindeki sahil çamı (*Pinus pinaster* Aiton.) ağaçlandırmalarında ölü örtü ve toprak özelliklerinin araştırıldığı bu çalışmada toprak örnekleri 0-1 cm, 1-3 cm, 3-5 cm, 5-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm, 30-40 cm ve 40-50 cm'den olmak üzere 8 derinlik kademesinden alınmıştır. Derinlik kademelerine bağlı olarak topraklar üzerinde hacim ve ince toprak ağırlığı, pH, organik karbon, toplam azot ile kum, toz ve kil oranları belirlenmiştir. Ayrıca, her bir alan üzerindeki ölü örtü örneklerinde birim alandaki ağırlık, toplam azot ve organik madde miktarları saptanmıştır. Elde edilen veriler istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır. Sonuçta organik karbonun $p<0.05$ ve toplam azot değerlerinin $p<0.001$ önem düzeyinde istatistiksel anlamda farklılık gösterdikleri ortaya çıkmıştır. Diğer taraftan ölü örtü birikiminin ve ölü örtü ayrışmasının devam ettiği, bunlara bağlı olarak da üst toprakta organik karbon ve azot oranlarında artış olduğu tespit edilmiştir..

Anahtar Kelimeler: Maden sahası, sahil çamı, ölü örtü, toprak, azot.

SOME FOREST FLOOR AND SOIL PROPERTIES OF MARITIME PINE (*Pinus pinaster* Aiton) PLANTATIONS ON MINE LANDS IN AGACLI-ISTANBUL

ABSTRACT

This study was conducted to determine some forest floor and soil properties in maritime pine (*Pinus pinaster* Aiton.) plantations planted on open coal mine spoils. Soil samples were taken from 8 different soil layers (0-1 cm, 1-3 cm, 3-5 cm, 5-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm, 30-40 cm and 40-50 cm), and the properties of soil layers were compared statistically. On forest floor samples; unit mass, total nitrogen and organic matter properties were found. On soil samples; bulk density, fine soil fraction, pH, organic carbon, total nitrogen, sand, silt and clay rates were determined. In conclusion; accumulation and decomposition of forest floor undergo simultaneously, and depending on these changes organic carbon and total nitrogen rates increase in upper soil.

Keywords: Mine spoil, maritime pine, forest floor, soil, nitrogen.

1. GİRİŞ

Birinci Dünya Savaşı'ndan beri işletilen Ağaçlı kömür ocağı işletmeleri yakın zamana kadar İstanbul'un kışlık ısınma amaçlı kömür ihtiyacını karşılamaktadır (Kantarıcı, 1988 ve 1997). Tokgöz (2003)'e göre Kilyos-Karaburun Bölgesine ait toplam rezervin 40,8 milyon ton olduğu ve 1995 yılı itibariyle ruhsatlı olarak çalışan ocak alanları toplamını 19524 ha olarak bildirmektedir. Kural (1991) ise Ağaçlı (İstanbul) kömür rezervinin 15 milyon ton civarında olduğunu belirtmektedir.

Açık maden ocağı işletmeciliğinde genel prensip, maden üzerinde bulunan ham materyalin nitelikli madenin bulunduğu damara ulaşılanaya kadar dozer ve diğeri makineli işleme araçlarıyla kaldırılması, bu materyalin madenin yakınlarındaki doğal çukurluklar öncelikli olmak üzere en yakın alanlardan uzaklara doğru doldurulması ve daha sonra da üzeri açılan madenin çıkarılması esasına dayanmaktadır. Daha sonra yığılan materyal maden işletmecileri tarafından ağaçlandırmaya hazır hale getirilerek maden alanı ormancılık faaliyetlerine terk edilmektedir. Ocaklarda yürütölen kazı-dolgu çalışmaları sonucunda değerli toprak örtüsü faydalanılamaz hâle gelmekte, materyal üzerinden meydana gelen erozyon ile civardaki su kaynakları kirlenmekte, çıplak ve çorak alanlar geniş yer kaplayarak görüntü kirliliğine sebep olmaktadır. Arazide yürütölen madencilik faaliyetleri sonucunda kazı-dolduru alanları ile bunların çevrelerindeki arazi parçalarının ekosistemlerinde bozulmalar meydana geldiği ifade edilmektedir (Tecimen, 2005).

Kantarıcı (2005a), yüzeye yakın maden yataklarının işletilmesi için maden cevheri niteliğindeki materyali örten toprak ile jeolojik tabakaların kaldırdığını, bu açık maden işletmesinden sonra arta kalan materyalin bitki yetiştirmeye uygun hale getirilmesi gerektiğini belirtmektedir. Konu çok yönlüdür. Çünkü açık maden işletmesi veya taş ocağı artık materyalleri gelişi güzel yığılmaktadır. Özellikle açık kömür işletmelerinin artık materyallerinin yaygın olarak bulunduğu termik santrallerin çevresinde (Yatağan, Afşin-Elbistan gibi) kül ve materyal yığınları ağalandırılmaya çalışılmıştır. Geniş alana yayılmış olan Çatalca Yarımadası kuzeyindeki açık kömür işletmelerinin artıkları üzerinde de başarılı ıslah ve ağaçlandırma çalışmaları yapılmıştır (Kantarıcı, 2005a ve b).

Ağaçlı (İstanbul) kömür ocağı artık materyalleri üzerinde 1988 yılından bu yana farklı araştırmalar yürütölmüş ve sonuçları yayınlanmıştır (Öztürk, 2003; Tecimen, 2000; Tecimen, 2005; Tokgöz, 2003). Ağaçlandırma çalışmalarında genellikle kanaatkâr ve hızlı gelişen türlerin kullanılması tavsiye olunmuş ve bu itibarla *Pinus pinea* (L.), *Pinus pinaster* (Aiton.) ve *Robinia pseudoacacia* (L.) gibi türlerin ağaçlandırmalarda kullanılmasına karar verilmiştir (Kantarıcı, 1988).

2. MATERYAL VE METOD

Araştırma alanı Kemerburgaz'ın Ağaçlı Köyü yakınlarındaki kömür ocağı alanlarında yürütölmüştür. Alan Çatalca Yarımadası'nın kuzeyindeki Karadeniz yalı arazisi olan Yeniköy-Demirciköy arasındadır. Araştırma alanı Bahçeköy'e 30 km uzaklıkta olup, Kemerburgaz Orman İşletme Şefliği'ne bağlıdır. Çatalca

yarımadasının kuzeyinde arazi genel olarak hafif ve orta eğimli, silik yükseltili dalgalı ve tepelik görünümündedir (Kantarıcı, 1988).

Ağaçlı yöresi Kuzey Trakya'da Karadeniz kıyı kuşağının Kıyıköy-Bahçeköy yöresinde bulunmaktadır. Kuzey Çatalca Yarımadası orman yetişme ortamı kuzey yönlü rüzgârların etkisi altındadır. Bu yetişme muhitinde ortalama yıllık yağış 700-1049 mm ve ortalama yıllık sıcaklık 13.0 °C ve 14.0 °C arasındadır. Ortalama değerlere göre Bahçeköy'de en sıcak ay Temmuz (23.3 °C), Kumköy'de Temmuz (24.5 °C) olup, en soğuk ay Bahçeköy'de Ocak (4.3 °C), Kumköy'de Ocak (5.4 °C) olup vejetasyon dönemi 8 ay sürmektedir. C. W. Thornthwaite yöntemine göre bu muhitte nemli, orta sıcaklıkta, su noksanı orta derecede ve yaz mevsiminde, deniz etkisine yakın bir iklim hüküm sürmektedir. Bahçeköy Meteoroloji İstasyonu 1948 ile 1999 yılları arasındaki verilere göre en düşük sıcaklık Ocak ayında 4.6 °C ve en yüksek sıcaklık da Temmuz ayında 21.5 °C'dir (Tecimen, 2005).

Durusu (Terkos) Ağaçlı kumul sahası kumullarında birçok kumul bitkilerinin yanında orman ağaç ve çalı türlerinden mazı meşesi (*Quercus infectoria* Oliv.), macar meşesi (*Quercus frainetto* Ten.), az miktarda bulunmaktadır. Bunların yanı sıra alanda karaçalı (*Paliurus aculeatus* Lam.), akçakesme (*Phyllirea latifolia* L.), menengiç (*Pistacia terebinthus* L.), akdeniz defnesi (*Laurus nobilis* L.) türleri de bulunmaktadır (Tecimen, 2005).

Yörede yer yer çeşitli kireç taşları ve paleozoik şistleri (toz taşı şistleri) ile andezit tüfleri bulunmaktadır. Pliosen tortulları geniş alanda yaygındır. Ayrıca kıyı boyunca gelişmiş geniş kumullarda bulunmaktadır. Ağaçlı yöresindeki doğal kara ekosistemlerinden olan Pliosen tortullarından oluşmuş olan kumlu topraklar ile ağır balçık toprakları üstündeki orman toplumlarının tür bileşimleri farklıdır. Ayrıca durgunlaşmış (ölü) olan genç kumullar ile yaşlı kumullar arasında da toprak oluşumu ve gelişimi bakımından farklar görülmektedir (Kantarıcı, 1988).

Ağaçlı (İstanbul) terkedilmiş kömür ocağı artık materyalleri üzerinde 1988 yılında sahil çamı ile ağaçlandırılan 14 deneme alanında yürütülen bu çalışmada, 20x20 m'lik tam alandaki ağaçların boyu, göğüs çapı (1.30 m) ve dip çapları (0.30 m) ölçülmüştür. Dip ve göğüs çapı ölçümleri ağaç gövdesinin 2 yönünden yapılarak ortalaması alınmıştır. Boy ölçümleri 10 metrelik teleskopik lata kullanılarak yapılmıştır.

Ölü örtü örnekleri her örnek alandan alanı temsil edecek şekilde ağaç altından veya alanın tamamen kapalı olduğu noktalardan 20x20 cm² lik alandan alınmıştır.

Toprak örneği alımı ve örnekleme amacıyla her deneme alanında toprak çukuru açılmıştır. Toprak örnekleri 2005 yılında 0-1 cm, 1-3 cm, 3-5 cm, 5-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm, 30-40 cm ve 40-50 cm den olmak üzere 8 derinlik kademesinden alınmıştır. Hacim örneği olarak alınan toprak örneklerinin alımında 1 litrelik çelik silindirler kullanılmıştır. 14 adet örnek alandan ve 8 farklı derinlik kademesinden olmak üzere toplam 112 adet toprak örneği alınmıştır.

Tüm ölü örtü ve toprak örnekleri arazide etiketlenerek çift polietilen torbalara konmuşlardır. Araziden, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Toprak İlmi ve Ekoloji Anabilim Dalı laboratuvarlarına getirilen toprak ve ölü örtü örnekleri tel raflara serilerek hava kurusu hale gelene kadar bekletilmişlerdir. Toprak örnekleri

daha sonra porselen havanlarda öğütülerek 2 mm'lik elekten geçirilmişler, içerisindeki taş ve kökler ayrılmıştır. Toprak örnekleri tartılarak birim hacimdeki hava kurusu ince toprak miktarı bulunmuştur.

Toprak örnekleri 105 °C ta 24 saat bekletilerek fırın kurusu hacim ve ince toprak ağırlığı değerleri bulunmuştur.

Araziden 0.4 m² alanlardan alınan ölü örtü örnekleri laboratuarda yaprak, çürüntü ve humus tabakalarına ayrılmışlardır. Ölü örtü örnekleri kurutma fırınında 65 °C de 24 saat bekletildikten sonra tartılmış ve fırın kurusu birim ağırlıkları (kg/ha) hesaplanmıştır. Toprak ve ölü örtü örnekleri kurutulup öğütüldükten sonra analize hazır hale getirilmişlerdir. Ölü örtü ve toprak örnekleri üzerinde yapılan analizler aşağıda belirtilmiştir.

Ölü örtü örneklerinde; organik madde 550 °C e kadar yakılarak ateşte kayıp yöntemi ile, toplam azot (N_t) Sömi Mikro Kjeldahl yöntemi ve Markham damıtma cihazı kullanılarak belirlenmiştir (Gülçur, 1974). Toprak örneklerinde; tane çapı (kum, toz, kil oranları ve toprak türü) Bouyocus hidrometre yöntemi ile, toprak reaksiyonu (pH) 1/2.5 oranında saf su ile hazırlanan çözeltide cam elektrodlu pH metre kullanılarak, organik karbon (C_{org}) Walkley-Blak'in ıslak yakma yöntemine göre, toplam azot (N_t) oranları Sömi Mikro Kjeldahl Yöntemi ve Markham damıtma aleti kullanılarak belirlenmiştir (Gülçur, 1974).

Toprak örneklerinde derinliklere göre belirlenen özelliklerde istatistiksel farkları ortaya koyabilmek amacıyla, aritmetik ortalamalara ait bulguların 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.

3. BULGULAR

Araştırma sonucunda elde edilen bulgular meşcere, toprak ve ölü örtü özellikleri olarak 3 ana başlık altında aşağıda verilmiştir.

3.1. Meşcere özelliklerine ait bulgular

Çalışma alanında ölçülen ortalama boy, dip çap, göğüs çapı ve ağaç sayılarına ilişkin veriler Çizelge 1'de verilmiştir. Hektardaki ortalama ağaç sayısı 1931, ortalama ağaç boyu ise 7.37 m olarak belirlenmiştir. Ağaçların dip çapları (0.30 m yükseklik) ortalama olarak 16.42 cm iken, ortalama göğüs yüksekliği çapı (1.30 m) 12.07 cm olarak hesaplanmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Ortalama boy, dip çap, göğüs çapı ve ağaç sayıları

Boy (m)	7.37
Ø 0,3m (cm)	16.42
Ø 1,30m (cm)	12.07
Ağaç Sayısı (ha)	1931

3.2. Ölü örtü özelliklerine ait bulgular

Çalışma alanında toplam ölü örtü ağırlığı ortalama olarak 17973.2 kg/ha bulunmuştur. Bunun 7312.5 kg/ha'ını yaprak, 9267.86 kg/ha'ını çürüntü ve 1392.86 kg/ha'ını ise humus (6 adet örnek alanda humus ayrımı yapılamamıştır) oluşturmaktadır (Çizelge 2).

Ölü örtünün yaprak, çürüntü ve humus tabakalarında ortalama toplam azot oranları sırasıyla % 0.478, % 0.696 ve % 0.594 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 2). Hektarda ölü örtüde bulunan toplam azot miktarı ortalama olarak 113.9 kg'dır. Bunun 36.33 kg/ha'ı yaprak, 68.82 kg/ha'ı çürüntü ve 8.75 kg/ha'ı humus tabakasından kaynaklanmaktadır. Ölü örtü tabakaları içerisinde diğer tabakalara oranla daha yüksek birim ağırlığa ve yüksek toplam azot oranına sahip olması nedeni ile çürüntü tabakasındaki toplam azot miktarı diğer tabakalardakine nazaran çok daha yüksektir (Çizelge 2).

Yaprak, çürüntü ve humus tabakasındaki ortalama organik madde oranları sırasıyla ile % 92.07, % 79.40 ve % 42.77'dir (Çizelge 2). Toplam ölü örtü için ortalama organik madde miktarı ise 14640.92 kg/ha'dır. Ölü örtü tabakaları içerisinde en yüksek ortalama organik madde miktarı çürüntü tabakasında (7295.77 kg/ha) olup bunu sırasıyla yaprak tabakası (6726.79 kg/ha) ve humus tabakası (618.36 kg/ha) izlemektedir (Çizelge 2).

3.3. Toprak özelliklerine ait bulgular

Çizelge 3 incelendiğinde toprakların ortalama hacim ağırlıkları en düşük değeri bakımından en düşük değeri (1290.27 g/l) 1-3 cm toprak derinliğinde alırken, en yüksek değere (1463.75 g/l) 3-5 cm toprak derinliğinde ulaşmıştır. Toprak derinlik kademeleri dikkate alındığında toprak ağırlıklarının 1220.54 g/l ile 1411.61 g/l arasında değiştiği görülmektedir. Gerek hacim ağırlıkları ve gerekse ince toprak ağırlıklarının toprak derinliğine bağlı olarak belirli bir eğilim (artma-azalma yönünde) göstermedikleri anlaşılmıştır. Bu durum varyans analizi sonuçlarına göre toprak derinlik kademeleri arasında hacim ağırlığı ve ince toprak ağırlığı değerleri bakımından istatistiksel anlamda önemli farklılıkların ortaya çıkmamış olmasıyla da desteklenmiştir (Çizelge 3).

Kum oranları toprak derinlik kademelerinde % 53.39 ve % 59.69 arasında değişmektedir. En düşük kum oranı, 5-10 cm toprak derinlik kademesinde, en yüksek kum oranı 20-30 cm toprak derinlik kademesinde belirlenmiştir. Toprak derinlik kademelerinde derinliğin artışına bağlı olarak kum oranlarının değişiminde belirgin bir eğilim (artma-azalma) görülmemektedir.

Çizelge 2. Ölü örtü özellikleri

Ölü Örtü Tabakaları	Ağırlık (kg/ha)	Toplam Azot (%)	Toplam Azot Miktarı (kg/ha)	Organik Madde (%)	Organik Madde Miktarı (kg/ha)
Yaprak	7312.50	0.478	36.33	92.07	6726.79
Çürüntü	9267.86	0.696	68.82	79.40	7295.77
Humus	1392.86	0.594	8.75	42.77	618.36
Toplam	17973.21	-	113.90	-	14640.92

AĞAÇLI-İSTANBUL MADEN SAHALARINDA SAHİL ÇAMI (*Pinus pinaster* Aiton.)
AĞAÇLANDIRMALARINDA BAZI ÖLÜ ÖRTÜ VE TOPRAK ÖZELLİKLERİ

Toprak derinlik kademelerinde en yüksek toz oranı % 21.53 olup, 0-1 cm toprak derinlik kademesinde ölçülmüştür. En düşük toz oranı ise, en yüksek toz oranına sahip derinlik kademesi olan 0-1 cm derinlik kademesinin hemen altındaki 1-3 cm derinlik kademesinde ölçülmüştür (% 13.83). Kum oranlarına benzer olarak toz oranları da toprak derinliğine bağlı olarak belirgin bir değişim göstermemiştir. Kil oranları bakımından en yüksek kil oranına sahip toprak derinlik kademesi 5-10 cm dir. Bu derinlikte kil oranı % 31.75 olarak belirlenmiştir. En üst toprak derinlik kademesi (0-1 cm) % 22.31 kil oranı ile en düşük kil oranına sahiptir (Çizelge 3.). Varyans analizi sonuçlarında kum, toz ve kil oranları bakımından toprak derinlik kademeleri arasında önemli farklar bulunmamıştır (Çizelge 3).

Toprak derinliğine bağlı olarak organik karbon oranları % 0.69 (30-40 cm) ile % 1.77 (0-1 cm) arasında bir değişim göstermektedir. Organik karbon oranları 0-1 cm toprak derinliğinden 5-10 cm toprak derinliğine kadar azalırken bu derinliğinin altındaki katmanlarda ise değişken değerler almaktadır. Bu durumun oluşmasında; dikimden itibaren çalışmanın yapıldığı tarih arasında geçen süre (17 yıl) içerisinde gerçekleşen ölü örtü ayrışması, yıkanma-taşınma-birikme olayları toprakların ilk 10 cm lik derinlik kademesinde etkin rol oynamıştır. Bu derinliğin altındaki kısımda (10 cm den itibaren) yığma materyalin özelliklerine bağlı olarak organik madde miktarlarında düzenli bir değişim beklemek doğru değildir. Benzer durumu litredeki organik karbon değerleri için de söylemek mümkündür. Toprakların organik karbon oranları (%) ve organik karbon miktarları (g/l) nın derinlik kademelerine göre değişimini test etmek amacıyla varyans analizi uygulanmıştır. Varyans analizi sonucu elde edilen verilerden değişimin önemli ve anlamlı olduğu anlaşılmıştır. Varyans analizi sonucu yapılan Duncan testinde topraklar iki gruba ayrılmıştır. Birinci grubu sadece 0-1 cm toprak derinliği oluştururken, diğer grubu ise geri kalan toprak derinlikleri (30-40 cm, 5-10 cm, 10-20 cm, 3-5 cm, 40-50 cm, 20-30 cm ve 1-3 cm) temsil etmektedir (Çizelge 3).

Toprak derinlik kademelerinde en düşük toplam azot oranı % 0.024 değeriyle 30-40 cm toprak derinliğinde bulunmuştur. En yüksek toplam azot oranı (% 0.096) ise en üst toprak derinlik kademesinde (0-1 cm) belirlenmiştir. Küçük farklar göz ardı edilmek şartıyla, genel olarak, toplam azot oranlarının en üst toprak derinliğinden alta doğru azalan bir eğilimde olduğu görülmektedir (Çizelge 3). Toplam azot miktarları 0.32 g/l (30-40 cm toprak derinliği) ve 1.29 g/l (0-1 cm toprak derinliği) arasında değişmektedir. Toplam azot oranlarına benzer olarak toplam azot miktarları da üst toprak derinliklerinden alt toprak derinliklerine doğru azalan bir eğilim içerisindedir (Çizelge 3). Varyans analizi sonucunda toprak derinlik kademeleri arasında hem toplam azot oranı (%) hem de toplam azot miktarları (g/l) bakımından önemli farklar bulunmuştur. Varyans analizi sonuçlarına dayanılarak yapılan Duncan testinde topraklar azot oranları (%) bakımından 6 gruba ayrılmıştır. Bunlar; 0-1 cm (I), 1-3 cm (II), 3-5 cm (III), 5-10 cm-10-20 cm (IV), 20-30 cm-40-50 cm (V) ve 30-40 cm (VI) olarak sıralanmaktadır. Azot miktarları (g/l) bakımından toprak derinlik kademeleri ise 4 gruba ayrılmıştır. Bunlar; 0-1 cm (I), 1-3 cm-3-5 cm (II), 5-10 cm-10-20 cm (III) ve 20-30 cm-30-40 cm-40-50 cm (IV) şeklindedir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Toprak Özellikleri

Derinlik (cm)	Hacim Ağırlığı (g/l)	İnce Toprak Ağırlığı (g/l)	Kum (%)	Toz (%)	Kil (%)	Organik Karbon (%)	Organik Karbon (g/l)	Toplam Azot (%)	Toplam Azot (g/l)	pH
0-1	1435.18 ^a	1360.71 ^a	56.17 ^a	21.53 ^a	22.31 ^a	1.77 ^a	22.57 ^a	0.096 ^a	1.29 ^a	5.38 ^a
1-3	1290.27 ^a	1220.54 ^a	58.20 ^a	13.83 ^a	27.97 ^a	1.11 ^b	13.27 ^b	0.045 ^b	0.54 ^b	5.43 ^a
3-5	1463.75 ^a	1411.61 ^a	54.98 ^a	13.93 ^a	31.09 ^a	0.95 ^b	12.92 ^b	0.039 ^{bc}	0.55 ^b	5.54 ^a
5-10	1419.29 ^a	1344.29 ^a	53.39 ^a	14.86 ^a	31.75 ^a	0.78 ^b	10.38 ^b	0.032 ^{bcd}	0.43 ^{bc}	5.55 ^a
10-20	1397.43 ^a	1292.86 ^a	56.84 ^a	15.12 ^a	28.05 ^a	0.83 ^b	10.67 ^b	0.033 ^{bcd}	0.43 ^{bc}	6.13 ^a
20-30	1409.00 ^a	1327.50 ^a	59.69 ^a	13.89 ^a	26.42 ^a	1.01 ^b	13.33 ^b	0.026 ^{cd}	0.34 ^c	5.78 ^a
30-40	1429.07 ^a	1342.14 ^a	58.70 ^a	15.62 ^a	25.68 ^a	0.69 ^b	9.16 ^b	0.024 ^d	0.32 ^c	5.60 ^a
40-50	1382.00 ^a	1311.43 ^a	54.51 ^a	21.44 ^a	24.04 ^a	1.00 ^b	12.53 ^b	0.026 ^{cd}	0.33 ^c	5.48 ^a
F test değeri ve önem derecesi	1.652 (NS)	1.435 (NS)	0.212 (NS)	1.979 (NS)	0.890 (NS)	2.197 (*)	2.197 (*)	26.984 (***)	26.367 (***)	0.255 (NS)

(Değerler ortalamadır (n=14). Önem dereceleri NS önemli değil, *0.05-0.01, **0.01-0.001 ve ***0.001>. Sütunlarda farklı harf ile takip eden değerler 0.05 önem düzeyinde farklıdır).

Toprak reaksiyonu (pH) derinlik kademelerine bağlı olarak 5.38 ile 6.13 arasında değişim göstermekte olup, hafif asit ve orta derecede asit karakteri taşımaktadır. En yüksek toprak reaksiyonu 10-20 cm toprak derinlik kademesinde (6.13), en düşük değer ise 0-1 cm toprak derinlik kademesinde belirlenmiştir. Toprak reaksiyonu 10-20 cm derinlik kademesine kadar artış gösterirken, bu derinlik kademesinden sonra azalmaya başlamıştır (Çizelge 3).

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Sahil çamları dikimlerden 17 yıl sonra ölçülen çap ve boy değerlerine göre iyi bir boy büyümesi ve çap gelişimi yaparak sahayı kaplayan bir tepe kapallığı oluşturmuşlardır. Özcan (2002), tarafından yapılan hasılat tablosundaki değerler dikkate alınıp, tarafımızdan yapılan çalışmadan elde edilen veriler (ağaç yaşı 18 olarak alındığında) değerlendirildiğinde; Ağaçlı maden sahalarındaki sahil çamı ağaçlandırmalarında elde edilen ortalama çap 12.07 cm, ortalama boy 7.37 m, hektardaki ağaç sayısı ise 1931 adet olarak ortaya çıkmıştır. Bu çalışma alanı için belirlenmiş olan bonitetin (BE), III. bonitetten daha düşük fakat II. bonitetten daha yüksek olduğu anlaşılmıştır.

Sahil çamı ağaçlandırma alanında ölü örtü değerleri incelendiğinde 17 yılda sahada ortalama 17973.2 kg/ha ölü örtü birikimi sağlandığı görülmektedir. Ölü örtü tabakaları içerisinde en yüksek paya çürüntü tabakasının sahip olması; ölü örtü ayrışmasının yavaş seyrettiğini ve ölü örtünün parçalanarak çürüntü tabakasını oluşturduğunu, buna karşılık çürüntünün humuslaşma hızının ise çok düşük olduğunu göstermektedir.

Toplam 14 örnek alanın altısından alınan ölü örtü örneklerinde humus ayrılabilmesi ve humus tabakasının bulunmaması bu yorumu doğrular niteliktedir. Sahil çamı ibreleri kaba bir ölü örtü oluşturma özelliğine sahiptir. Kendi morfolojik yapısı itibarıyla 15-20 cm uzunluğunda, kalın, sivri ve batıcı özelliktedirler (Kantarıcı, 2000). Bu yapıya sahip ibreler havalanması fazla olan bir ölü örtü oluşturmaktadır. Ölü örtüde havalanmanın fazla olması mikroorganizmaların yaşaması ve faaliyet göstermesi için gerekli nem koşullarının oluşmasına izin vermemektedir. Dolayısıyla sahil çamının toprak üzerinde ayrışmadan öylece duran kuru ham humus oluşturma eğiliminde olduğu daha önceki çalışmalarla da bildirilmiştir (Tecimen, 2005).

Ölü örtünün toplamında tutulan ortalama toplam azot miktarı 113.9 kg/ha dır. Toplam ölü örtü için ortalama organik madde miktarı ise 14640.9 kg/ha dır. Maden sahalarının ağaçlandırılmasında en büyük sorunu materyalin kötü fiziksel koşulları yanında başta azot olmak üzere diğer besin maddelerince fakir olmaları oluşturmaktadır. Sahil çamlarının bu alanlarda 17 yılda büyüme yaparak organik madde (ölü örtü) ve organik madde içerisinde azotu bağlayarak materyal üzerinde biriktirmeleri bir doğal gübreleme olarak düşünülebilir. Diğer bir anlatımla, yapılan sahil çamı ağaçlandırması 17 yılda, doğal olarak, hektara 14640.9 kg organik madde ve 113.9 kg azot gübrelemesi yapma potansiyeli oluşturmuştur. Ayrıca gübrelemenin devamını sağlayacak birikimde oluşturulmuştur. Ölü örtüde ve ölü örtü tabakalarında yüksek organik madde oranları, ayrışmanın yavaş

gerçekleştiğini göstermektedir. Ayrıca ölü örtü ağırlıkları değerlendirilirken ifade edildiği gibi düşük humus oranı da yavaş ölü örtü ayrışmasını doğrulamaktadır. Nitekim, Tecimen (2000), sahil çamı alanında ölü örtü özelliklerinde elde ettiği bulguların değerlendirilmesinde ve doğal meşe ormanı ile yaptığı karşılaştırma sonucunda “sahil çamı örnek alanlarında ölü örtü ayrışmasının çok yavaş olarak devam ettiğini” bildirmektedir.

Çalışmanın yürütüldüğü sahil çamı ağaçlandırma alanında toprakların ortalama hacim ağırlığı değerleri incelendiğinde; en düşük değere 1290.27 g/l ile 1-3 cm derinlik kademesinde rastlanmıştır. Diğer taraftan en yüksek toplam azot oranı % 0.096 ile 0-1 cm toprak derinlik kademesinde belirlenmiştir. İncelenen en üst toprak derinlik kademesindeki bu fark diğer toprak derinlik kademelerinkinden de istatistiksel olarak önemli derecede farklılık göstermiştir. Küçük farklar göz ardı edildiğinde, genel olarak toplam azot oranlarının en üst toprak derinliğinden alta doğru azalan bir eğilim gösterdikleri görülecektir. Organik karbon oranları 0-1 cm toprak derinlik kademesinde % 1.77 ile en yüksek değeri almıştır. Toplam azot oranlarının diğer toprak derinlik kademelerine göre göstermiş olduğu istatistiksel farklılığı organik karbon oranlarında da görmek mümkündür. Organik karbon oranları en üst toprak derinlik kademesinden 5-10 cm derinlik kademesine kadar azalan bir eğilim göstermekle beraber, 10 cm toprak derinliğinin altındaki toprak derinlik kademelerinde benzer bir eğilim görülmemektedir. En yüksek toprak reaksiyon (pH) değeri 10-20 cm toprak derinlik kademesinde, en düşük ise 0-1 cm toprak derinlik kademesinde ölçülmüştür. 10 cm toprak derinliğine kadar, hatta 10-20 cm toprak derinliği de dahil olmak üzere toprak reaksiyon değerleri artan bir eğilim göstermektedir.

Bu ifadelerden de anlaşılacağı gibi, sahil çamı ağaçlandırma alanında ölü örtü birikimi ve ölü örtünün yavaşta olsa ayrışması ile beraber, ayrışma ürünlerinin taşınması (sızıntı suyu veya biyolojik karıştırma) sonucu toprak organik madde yönünden zenginleşmektedir. Organik maddenin (organik karbon) artışı ile de toprak hacim ağırlığı azalmakta ve azot oranı yükselmektedir. Organik karbon ve toplam azot oranlarının toprak derinliğindeki değişimi; ağaçlandırmaların yapıldığı yıldan bu güne kadar geçen 17 yılda, 10 cm toprak derinliğine kadar olan derinlikte bir organik madde artışı ve buna bağlı olarak toplam azotta artış şeklinde yorumlanabilir. Toprak asitliğinde görülen 10 cm derinliğe kadar hatta 20 cm derinliğe kadar olan değişim bunu doğrular niteliktedir. 10 cm derinliğe kadar kil oranlarının artması, bu değişimlerin 10 cm derinlikte sınırlı kalmasına neden olmuş olabilir.

Ağaçlı maden sahalarındaki sahil çamı ağaçlandırmalarında (bu çalışmadaki deneme alanlarından farklı alanlarda), bu çalışmadakine benzer ölü örtü ve toprak özelliklerinin incelendiği Tecimen (2000) değerleri bulgularımız ile karşılaştırıldığında; farklı sonuçlar elde edildiği görülmektedir. Bunun başlıca nedenleri arasında maden sahalarında, özellikle açık maden işletmeciliğinde alanın kazılması sırasında ve kömürün çıkarılması için derinlere inildikçe farklı atık materyaller düzensiz yığınlar halinde farklı yerlerde biriktirilmektedir. Bu materyallerin homojen olmayan durumu çok kısa mesafelerde dahi özelliklerin çok değişik olmasına neden olabilmektedir. Ayrıca Tecimen (2000), çalışmasındaki ölü

AĞAÇLI-İSTANBUL MADEN SAHALARINDA SAHİL ÇAMI (*Pinus pinaster* Aiton.)
AĞAÇLANDIRMALARINDA BAZI ÖLÜ ÖRTÜ VE TOPRAK ÖZELLİKLERİ

örtü ve toprak örneklerini 1998 yılında, ağaçlandırmanın başlangıcından 10 yıl sonra alınmıştır. Buna bağlı olarak daha düşük oran ve miktarların bulunması normal görülmektedir. Çalışmamız ile ortak olan sonuçlar ise alanlarda ölü örtü birikimi yanında ölü örtü ayrışmasının da devam ettiği ve ayrışma ürünlerinin alt toprak derinlik kademelerine doğru taşındığı yönündedir. Bu durum üst toprak derinlik kademelerinde, organik karbon ve toplam azot artışlarına neden olmakta ve materyali bitki beslenmesini olumlu etkileyecek yönde ıslah etmektedir.

Yapılan bu çalışmada genel sonuçlar aşağıdaki şekilde özetlenebilir;

1) Sahil çamı Ağaçlı-İstanbul kömür ocağı maden sahaları ağaçlandırmalarında kullanılması için uygun bir türdür.

2) Yapılan ve bu çalışmada incelenen sahil çamı ağaçlandırması başarılı bir ağaçlandırmadır.

3) Hızlı büyüyen bir ağaç türü olan sahil çamı genel ekolojik isteklerinin dışında kanaatkar bir tür olması nedeniyle, maden sahasındaki kötü materyal koşullarına uyum sağlayabilmiş ve yeterli bir gelişimi gösterebildiği belirlenmiştir.

4) Sahil çamının sahadaki başarısına ve gelişimine bağlı olarak, alanlarda ölü örtü birikimi sağlanmıştır. Ölü örtü birikimi doğal olarak ekosistemde organik madde birikimi ve organik maddeye bağlı toplam azotun da artışını sağlamıştır.

5) Sahil çamı ölü örtü özelliklerindeki bulgular ölü örtünün biriktiğini göstermekle birlikte, ölü örtü ayrışmasının da devam ettiği anlaşılmaktadır.

6) Ölü örtü ayrışması ve ayrışma ürünlerinin toprak içerisinde taşınması, toprağın organik karbon ve toplam azot zenginleşmesini sağlamıştır. Ancak toprakta hacim ağırlığı, organik karbon, toplam azot ve toprak asitliğindeki bulgular bu değişimin, genel olarak, 10 cm toprak derinliğine kadar gerçekleştiğini göstermektedir.

Sonuç olarak, bu çalışmada Ağaçlı-İstanbul maden sahalarında yapılan sahil çamı ağaçlandırma alanının bazı ölü örtü ve toprak özellikleri değerlendirilmeye çalışılmıştır. Genel değerlendirme ile sahil çamı bu alanlar için önerilebilecek bir türdür. Ancak ibreli bir tür olması nedeniyle yangına karşı hassasiyeti, ölü örtüsünün yavaş ayrışma özelliği nedeni ile yangıcı yükünün fazlalığı dikkate alınması gerekli özellikleridir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü Sekreterliğinin T-790/27122005 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- Gülçur, F., 1974. Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Analiz Metodları. İ. Ü. Yayın No: 1970, O. F. Yayın No: 201, İstanbul, 225 s.
- Kantarıcı, M.D., 1988. Çatalca Yarımadası kuzey kesiminde (Ağaçlı yöresi) linyit kömürü açık işletme alanlarında arazi kullanımı ve ağaçlandırma için temel ekolojik incelemeler, İ. Ü. Orman Fakültesi Dergisi. Seri A, Cilt 38, Sayı 1: 60-90.
- Kantarıcı, M.D., 1997. Açık maden artık materyallerinin bitki yetiştirilebilir duruma getirilmesi. I. Trakya Toprak ve Gübre Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 20-22 Ekim 1997, Tekirdağ, 48-56.

- Kantarıcı, M.D., 2000. Toprak İlimi. İ. Ü. Yayın Nu: 4261, O. F. Yayın Nu: 462, İstanbul, 420 s.
- Kantarıcı, M.D., 2005a. Orman Ekosistemleri Bilgisi. İÜ Yayın No:4594, O.F. Yayın No:488, İstanbul.
- Kantarıcı, M.D., 2005b. Ağaçlı (İstanbul) açık maden ocağı artıklarının ıslahı ve ağaçlandırılması çalışmalarında elde edilen sonuçlar. Madencilik ve Çevre Sempozyumu, 5-6 Mayıs 2005, Ankara, Bildiriler Kitabı, 173-182.
- Kural, O., 1991. Kömür. Kurtiş Matbaası, İstanbul.
- Özcan, B.G., 2002. Sahilçamı (*Pinus Pinaster* Aiton.) ağaçlandırmalarında artım ve büyüme. Doktora tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.
- Öztürk, M., 2003. Evaluation of water erosion in the Ağaçlı region İstanbul-Turkey. Master of science thesis, Boğaziçi University, Institute of Environmental Science, İstanbul.
- Tecimen, H.B., 2000. Ağaçlı (İstanbul) kömür ocakları artıkları üstündeki ağaçlandırmanın ham materyaldeki organik madde ve azot birikimine etkileri. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Tecimen, H.B., 2005. Dikimle yetiştirilmiş Sahil Çamı (*Pinus pinaster* Aiton.) ormanında ayıklama işlemlerinin meşceredeki azot dolaşımına ve ağaçların gelişimine etkileri. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.
- Tokgöz, N., 2003. Ağaçlandırılmış açık maden ocağı artık materyallerinde arazinin ıslâhı ve materyalin stabilizasyonunda ağaç köklerinin etkileri üzerine araştırmalar. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Programı, Doktora Tezi, İstanbul.