

TOPRAK ASİTLİLİĞİ ÜZERİNDE AĞAÇ TÜRLERİ, TEPE YAPILARI VE MEVSİMLERİN ETKİSİ

Temel SARIYILDIZ

Mehmet Küçük

Kafkas Üniversitesi, Artvin Orman Fakültesi, 08000 ARTVİN

Geliş Tarihi: 30.12.2004

Özet: Bu çalışmada, toprak pH değerleri üzerinde ağaç türlerinin, ağaç gövdesinden uzaklığın ve mevsimlerin etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla, Kasım 2002, Mart ve Haziran 2003 tarihlerinde sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), ladin (*Picea orientalis* L.) ve kızılğaç (*Alnus glutinosa* L.) türlerinin ağaç gövdelerinden 30, 90, 180 ve 270 cm uzaklıkta 0-15 ve >15 cm derinlik kademelerinden toprak örnekleri alınmıştır. Toprak pH değerleri ile humus pH değerleri arasında bir ilişki olup olmadığını belirlemek için aynı mevsimde ve aynı mesafelerden humus örnekleme yapılmıştır. En yüksek pH değerleri kızılğaç altındaki topraklarda, en düşük pH ise sarıçam altında belirlenmiştir. Sonbahar mevsiminden yaz mevsimine doğru pH değerlerinde bir azalma olduğu bulunmuştur. Ağaç gövdesinden uzaklaştıkça toprak pH'sında meydana gelen değişiklikler türlere ve mevsimlere bağlı olarak önemli farklılık göstermiştir. Sonbahar ve ilkbaharda, sarıçam ve ladin toprak pH değerlerinde 180 cm mesafe aralığına kadar bir artış, daha sonra ise bir azalma gösterirken, yaz mevsiminde önemli bir değişiklik göstermemiştir. Kızılğaç toprakları ise mevsimlere bağlı olarak ağaç gövdesinden uzaklaştıkça toprak pH'sında önemli bir değişiklik göstermemiştir. Toprak pH değerlerinin bu farklı değişimleri üzerinde humus pH değerlerinin önemli bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak, toprak pH değerleri üzerinde, türlerin ve mevsimlerin yanında, ağaç gövdesinden uzaklığında önemli bir etkiye sahip olduğu, bu nedenle toprak örnekleme yapılırken bu faktörlerin birlikte değerlendirilmesi gerektiğini sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Toprak pH, doğu ladini, sarıçam, kızılğaç, ağaç tepe yapısı, mevsimler

EFFECTS OF TREE SPECIES, TREE CROWN TYPE AND SEASONS ON SOIL ACIDITY

Abstract: The aim of the present study was to determine the effects of tree species, crown type, seasons and distance from the stem on soil pH. The soil samples (depth of 0-15 and >15 cm) were collected from under pine (*Pinus sylvestris* L.), spruce (*Picea orientalis* L.) and alder (*Alnus glutinosa* L.) trees in November 2002, March and June 2003 at distance of 30, 90, 180 and 270 cm from the stem. Highest pH was found under alder trees, whereas lowest pH was found under pine trees. There was a decrease in soil pH from Autumn to Summer for all species. In Autumn and Spring, pine and spruce showed an increase in soil pH from the stem to the distance of 180 cm. After that they showed a decrease, whereas in Summer, they didn't show any changes with the distances. Alder, however, didn't show any significant changes between the distances in any season. It was found that the differences in soil pH between species, seasons and the distances from the stem were significantly affected by the changes in pH of organic layer. In conclusion, the results in the present study indicate that tree species, seasons and the distance from the stem are all important factors influencing soil pH, and should be considered together in future studies.

Key words: Soil pH, spruce, Scots pine, alder, tree crown type, seasons

1. GİRİŞ

Toprak asitliliği yada alkaliliği, yani toprak reaksiyonu, bir yandan toprakların genetik gelişimini, bir yandan toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini etkileyen önemli bir değişkendir. Toprak pH'sı olarak ifade edilen bu değişken, topraklarda bitki besin elementlerinin alınmasını, toprakların verimliliğini, ölü örtünün ayrışmasını, bitkilerin yayılışlarını, bitki toplumlarının tür bileşimini ve topraklardaki mikrobiyal aktiviteleri büyük oranda kontrol etmektedir (1, 2, 3).

Toprak reaksiyonu, toprağın oluşum ve gelişiminde etkili olan bütün faktörler tarafından etkilenmektedir. Bu faktörler arasında, iklim, mevsim değişiklikleri ve bitki örtüsü orman topraklarının reaksiyonunu etkileyen en önemli faktörler arasında yer almaktadır (4, 5, 6). Bu

konuda yapılan çalışmalara baktığımızda, nemli bölgelerdeki toprakların oldukça asidik topraklara sahip olduklarını bunun nedeninin ise yeterli yağışın toprakta bulunan temel kationları yıkaması (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ ve Na^+) ve geriye değişim komplekslerinde baskın olan Al^{3+} ve H^+ iyonlarını bırakması olarak açıklanmaktadır (3, 7). Yağışın düşük olduğu yerlerde ise bu söylenenin tersi durum meydana gelmektedir. Sonbaharda, yaprak dökümü ile ayrışan örtünün kationlarının toprağa ulaşmasının ve vejetasyon faaliyetlerinin yavaşlamasının toprak pH değerlerini yükselttiği, ilkbaharda ise vejetatif faaliyetin başlamasıyla kationların topraktan alınmasının, kök ve diğer canlıların solunumu sonucu ortaya çıkan CO_2 'in toprakta zayıf asit olan H_2CO_3 üretiminin toprak pH değerlerini düşürdüğü bildirilmektedir (1, 2, 8).

Farklı bitki türleri altındaki toprakların pH değerlerinin farklı olması, bitkilerin topraktan kation alma ve kullanma istekleriyle yakın bir ilişki içindedir (1, 3, 8, 9, 10). Kation kullanma istekleri fazla olan türlerin ölü örtülerinin ayrışmasıyla toprağa kazandırdığı kation miktarlarının fazla olması, bu toprakların pH değerini arttırmaktadır. Bitki artıklarının ayrışması ile meydana gelen organik asitler yine toprağın reaksiyonunu kuvvetle etkilemektedir. İğne yapraklı türlerin ölü örtülerinin ayrışmasında (özellikle sarıçam, ladin, karaçam gibi türlerde) asit ürünlerinin meydana geldiği ve toprağı asitleştirdiği bilinmektedir (1, 3, 10). Buna karşılık, yapraklı türlerden meşelerin pek çoğu ve yaprakları sıkı istiflendiği taktirde kayın dışında, diğer yapraklı türler asit humus oluşturmamaktadırlar (1). İğne yapraklı türlerden gelen reçineli ve asitli iğne yaprakların da toprak asitliliğini önemli derecede arttırdığı bilinmektedir (3, 10). Ormanların toprağı gölgelemesinin mikrobiyolojik ayrışma (humuslaşma) ve ayrışma ürünlerinin türünü etkilediği ve giderek toprak reaksiyonunu dolaylı etkilediği bildirilmekle birlikte bu konuda fazla bir çalışma bulunmamaktadır.

Bu çalışmamızda ise, bu son konu dikkate alınarak, farklı tepe yapısına ve dolayısıyla farklı gölgelemeye sahip olan ağaçların toprak pH'sı üzerinde etkisinin olup olmadığı, bu etkinin mevsimler, ağaç türleri ve ağaç gövdesinden olan uzaklıkla değişiminin araştırılması amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma, Artvin İli, Kafkasör mevkiinde, 1230 m yükseklikte ve kuzey doğu bakıda ($41^{\circ}50'$ N, $41^{\circ}06'$ E) gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanında, sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve Doğu ladin (*Picea orientalis* L.) baskın ağaç türleri, kızılğaç (*Alnus glutinosa* L.) ise ortamda bir kaç ağacın bir araya gelerek oluşturduğu küçük topluluklar şeklinde bulunmaktadır. Alandaki ağaçlardan sarıçam ve ladin yaklaşık 90-100 yaşları arasında, kızılğaç ise yaklaşık 20-25 yaşlarında, kapalılıkları ise normal derecededir. Sarıçam, ladin ve kızılğaçlar altında çalı türleri olarak (özellikle orman gülü) gövdeden uzak boşluk kısımlarda rastlanmıştır. Artvin'de iklim genelde kışları soğuk yazları ise yarı kurak olarak tanımlanmaktadır. Artvin Meteoroloji İstasyonunun (597 m yükseklikte) 1945-1997 verilerine göre yıllık ortalama yağış 689.4 mm, yağışın en yüksek olduğu ay Ocak (99.7 mm), en düşük olduğu ay Ağustos (27.1 mm) tur (11). Yıllık ortalama sıcaklık 12.3°C , yıllık ortalama yüksek sıcaklık 32.0°C , yıllık ortalama düşük sıcaklık -2.48°C 'dir. Mevsimler itibariyle yağış rejimi ilkbahardan yazı doğru hızla azalmaktadır. En yağışlı mevsim kış (337.7 mm), en kurak mevsim ise yazdır (131.9 mm). Bununla beraber, yüksek kesimlerde ortalama yıllık yağış 1000 mm ye çıkabilmekte, ortalama sıcaklık ise -16.1°C ye kadar düşebilmektedir (12). Alandaki toprak türü genelde granit anakayası üzerinde oluşmuş sığ bir kumlu balçık toprak türüdür. Bu alandaki toprak profil

örneklerinde Ah ve C horizonu açık bir şekilde belirgin iken B horizonu oluşumu genelde belirgin değildir (13, 14).

Araştırma materyali olan toprak örnekleri, üç farklı dönemde (Kasım 2002, Mart ve Haziran 2003), sarıçam, ladin ve kızılğaç türlerinin bulunduğu üç farklı deneme alanından alınmıştır. Her bir deneme alanında, her bir ağaç türü için seçilen üç farklı ağacın gövdesinden açık alana doğru, derinliği 35 cm, yatay mesafedeki uzunluğu 3 m olan toprak profili açılmıştır. Açılan bu toprak profilinin, yatay uzunluğunun dört farklı mesafesinden (30, 90, 180 ve 270 cm) ve iki farklı derinlik kademesinden (0-15 cm ve >15cm) toprak örnekleri alınmıştır. Toprak örnekleri yanında, her bir mesafeden humus örnekleme de yapılmıştır. Humus tabakası ladin altında 8-10 cm, sarıçam altında 5-6 cm iken kızılğaç altında ise çok düşüktür (1-2 cm). Alınan örnekler plastik poşetlere konularak etiketlenmiş ve pH değerlerini belirlemek amacıyla laboratuara getirilmiştir.

Laboratuarda hava kuru haline getirilen toprak örnekleri, havanda dövüldükten sonra 2 mm'lik elekten geçirilmiştir. Yaklaşık 10 gram toprak örneği 50 ml'lik beher içine konulmuş, üzerine 25 ml saf su eklenmiş ve 24 saat bekletilmiştir. Daha sonra buffer çözelti kullanılarak (pH 4 ve pH 7) kalibrasyonu yapılan pH metre örnek içine daldırılarak toprak örneğinin pH'sı belirlenmiştir. Her 5 örnekten sonra pH kalibrasyonunun doğru olup olmadığı buffer çözeltiler kullanılarak doğrulanmıştır. Humus örneklerinin pH değerleri ise araziden örnekler laboratuara getirildikten hemen sonra ölçülmüştür.

Toprak pH değerleri üzerinde mevsimlerin, ağaç türlerinin ve ağaç gövdesinden uzaklığın istatistiksel olarak önemli olup olmadığını belirlemek için elde edilen veriler üzerinde SPSS paket programı (Version 9.0 for Windows) kullanılarak üç yönlü ANOVA (varyans analizi) uygulanmıştır. Toprak pH değerleri ile humus pH değerleri arasındaki doğrusal regresyon ilişkisi MS EXCEL 2000 programı kullanılarak belirlenmiştir.

3. BULGULAR

Mevsimlere bağlı olarak ağaç gövdesinden uzaklaştıkça ladin, sarıçam ve kızılğaç türleri altındaki 0-15 cm ve >15 cm topraktaki pH değişimleri anılan sıralamaya göre Şekil 1 ve Şekil 2 de verilmiştir. Bu üç tür altındaki 0-15 cm derinlikteki toprak pH değerleri, 15 cm'den daha derinden alınan toprak pH değerlerinden yüksek olmasına rağmen istatistiki olarak önemli bir farklılık göstermemiştir. Fakat, toprak derinlik kademelerindeki pH değerleri türlere, mevsimlere ve ağaç gövdesinden olan uzaklığa göre aynı yönde değişim göstermiştir. İki derinlik kademesi arasında, pH bakımından en önemli farklılık olarak üst toprakların pH değerlerinin türler arasında daha fazla farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Bu nedenle bundan sonra yapılacak olan açıklamalarda derinlik kademeleri fazla dikkate alınmayacaktır.

Üç yönlü varyans analiz sonuçları Tablo 1 de sunulmuştur. İstatistiksel olarak sonuçlar bize, farklı ağaç türlerinin toprak pH değerlerini etkileyen en önemli faktör olduğunu ($P < 0.001$, $R^2 = 0.98$), bunu mevsimlerin ($P < 0.001$, $R^2 = 0.96$) ve daha sonra ise ağaç gövdesinden olan uzaklığın ($P < 0.001$, $R^2 = 0.94$) izlediğini göstermiştir. Bununla beraber, toprak pH değerlerinin değişiminde rol oynayan bu üç faktör birlikte değerlendirildiğinde ve elde edilen sonuçlara bakıldığında, istatistiksel olarak bu üç faktörün toprak pH değerleri üzerinde önemli bir etkisinin olduğu görülmüştür ($P < 0.001$, $R^2 = 0.92$). Ağaç türlerinin, mevsimlerin ve ağaç gövdesinden uzaklığın pH değerleri üzerine olan etkileri arasındaki diğer anlamlı ilişkiler yine Tablo 1 de verilmiş ve sonuçlar aşağıda açıklanmıştır.

Kızılağaç topraklarının pH değerleri üç mevsimde de sarıçam ve ladinde daha yüksek değerde bulunmuştur (Şekil 1 ve 2). Sarıçam topraklarının pH değerleri, ladin topraklarının pH değerlerinden daha düşük olmakla birlikte, sarıçam ve ladin toprakları arasındaki pH değerlerindeki farklılık, ağaç gövdesinden olan uzaklıkla ve mevsimlerle önemli bir değişim göstermiştir. Örneğin, sonbahar ve ilkbaharda, sarıçam ve ladin altındaki toprak pH değerleri her bir mesafede önemli derecede farklılık gösterirken, yaz mevsiminde iki türün toprakları arasında pH değerleri önemli bir farklılık göstermemiştir (Şekil 1 ve 2).

Bu üç türün topraklarının pH değerleri sonbahar mevsiminden yaz mevsimine doğru bir azalma göstermiştir (Şekil 1 ve 2). Bu azalma ladin ve sarıçam topraklarında oldukça fazla bir değer gösterirken, kızılbaş topraklarının pH değerleri çok düşük bir azalma göstermiştir (Şekil 1 ve 2). Ağaç türü*mevsimler ilişkisine bakıldığında da, bu söylenen ilişkinin kızılbaş ile sarıçam, ladin türleri arasında istatistiki olarak önemli ($P < 0.001$, $R^2 = 0.94$) bir değişim gösterdiği bulunmuştur.

Ağaç gövdesinden uzaklaştıkça toprak pH değerlerinde önemli bir değişiklik olduğu bulunmuştur. Fakat, bu farklılıklar mevsimlere bağlı olarak önemli değişimler göstermiştir. Ağaçtan uzaklık*mevsim ilişkisi de ($P < 0.001$, $R^2 = 0.84$) bu değişimin istatistiksel olarak önemli olduğunu göstermiştir. Sonbahar ve ilkbaharda, sarıçam ve ladin türlerinin ağaç gövdesinden uzaklaştıkça toprak pH değerlerinde 180 cm ye kadar bir artış, daha sonra ise (270 cm) bir düşüş olduğu bulunmuştur. Yalnız, sonbaharda ladin ağacından 270 cm uzaklıkta pH değerinde hızlı bir azalma görülmüştür (Şekil 1 ve 2). Yaz mevsiminde ise, ağaç gövdesinden uzaklığa bağlı olarak üst toprak pH değerlerinde önemli bir değişiklik görülmezken, alt toprak pH değerlerinde önce bir artma daha sonra ise bir azalma görülmüştür (Şekil 2). Kızılağaç toprakları ise ağaç gövdesinden uzaklığa bağlı olarak bir artış göstermesine rağmen bu artış istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Ağaç türü*ağaç gövdesinden uzaklık ilişkisi de kızılbaş ile ladin ve sarıçam arasındaki bu farklılığın istatistiksel olarak önemli olduğunu ($P < 0.001$, $R^2 = 0.95$) göstermiştir.

Mevsimlere, ağaç türlerine ve ağaç gövdesinden uzaklığa bağlı olarak değişim gösteren toprak pH değerleriyle, humus pH değerleri arasındaki doğrusal regresyon ilişkisi Şekil 3'te verilmiştir. Humus pH değerlerinin mevsimlere, ağaç türlerine ve ağaç gövdesinden uzaklığa bağlı olarak artma ve azalmasının toprak pH değerlerini önemli derecede ($R^2 = 0.91$) etkilediği bulunmuştur.

4. TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Orman topraklarının çoğunluğunun pH değerleri hafif asit (pH 6.5) ile şiddetli asit (pH 4.0) arasında değişim göstermektedir (3, 10). Bu değerler arasında değişim gösteren bir orman toprağı, üzerinde yetişen farklı ağaç türlerinden toprağı eklenen farklı kimyasal bileşikteki organik maddelerden ve bu organik maddelerin ayrıştırılması sonucu ortaya çıkan organik asitlerden önemli derecede etkilenmektedir. Genel olarak, iğne yapraklı türler, örneğin çamlar, ladin, duglas türleri, üst toprağın asitliliğini geniş yapraklı türlerden daha fazla arttırmaktadırlar. Bununla beraber, bazı çalışmalarda, örneğin Howard ve Howard tarafından 1974 yılında (15) yapılan ve bir çok türleri içine alan (buna iğne yapraklılar ve geniş yapraklı türlerde dahil) çalışmasında, toprak asitliliğinde en belirgin yükselme gösteren örneklerden bazılarının geniş yapraklı türler, örneğin *Quercus robur* ve *Alnus incana* altındaki topraklarda olduğunu belirlemiştir.

Bu konuda ulaşabildiğimiz çalışmalar değerlendirildiğinde ortaya çıkan genel sonucun “farklı ağaç türlerinin topraklar üzerinde farklı etkiye sahip olduğu, iğne yapraklıların toprak asitliliğini geniş yapraklılardan daha fazla arttırdıkları, fakat bu etkilerin yerel şartlarla sıkı bir ilişki içinde olduğudur”.

Burada sunulan çalışmamızda bulduğumuz sonuçlar da bu çalışmalarını destekler yöndedir. Bunlara ek olarak, türlerin toprak pH değerleri arasındaki farklılıkların, ağaç gövdesinden olan uzaklıkla önemli derecede artma yada azalma gösterdiği ve bunda da mevsimlerin önemli bir etkisinin olduğu da bulunmuştur. İğne yapraklı sarıçam ve ladin türleri aynı şartlar altında, toprak asitliliğini geniş yapraklı kızılbaş türünden daha fazla asitleştirmektedir. Avrupa’da yapılan bir çok çalışmada da (16), örneğin kayın (*Fagus sp.*) yada meşe (*Quercus sp.*) yerine *Picea abies* yada *Pinus sylvestris* dikilmesinden sonra toprak pH’sının önemli ölçüde azaldığı bildirilmiştir. Topraktaki pH azalmasının 0,1 ile yaklaşık 1,0 birim arasında olduğu ve çoğu durumda asitleşmenin yüzey horizonlarda ve üst 10-20 cm arasında sınırlandığı vurgulanmıştır. İğne yapraklı türler toprak asitleşmesini arttırmakla birlikte, bu türlerin asitleştirme hızları da kendi aralarında farklılıklar göstermektedir. Örneğin, 40 yaşındaki *Picea glauca*, *Pinus resinosa* ve *Pinus banksiana* bükleri altındaki mineral toprak ve orman ölü örtüsünün pH değerlerindeki değişimler üzerine yapılan bir çalışmada (17), çam türleri altındaki orman ölü örtüsünün pH sınırı daha düşük olduğu, buna karşılık, mineral toprak pH’sının ladin altında en düşük değeri gösterdiği bulunmuştur. Bizim bulduğumuz sonuçlar ise, sarıçamın, altında bulunan hem humusu hem de toprağı ladinden daha fazla asitleştirdiğidir.

Bu üç tür birlikte değerlendirildiğinde ortaya çıkan sonuç, kızılbaş, ladin ve sarıçam türlerinin toprak pH değerleri arasındaki farklılıkların, mevsimlerle önemli değişiklikler göstermesidir. Sonbahar ve ilkbaharda toprak pH değerlerinde bu üç tür arasında en fazla farklılık bulunurken, yaz mevsiminde sarıçam ve ladin topraklarının pH değerlerindeki hızlı bir düşüş nedeniyle türler arasındaki farklılık, sadece kızılbaş ile ladin, sarıçam arasında olduğu görülmektedir (Şekil 1 ve 2). Yaz mevsiminde sarıçam ve ladin altındaki toprak pH değerlerinin hızlı bir şekilde düşmesine, sıcaklıkların artmasıyla mikroorganizmaların ayrıştırma hızlarının hızlanmasına ve dolayısıyla ortaya çıkan organik asitlerin toprak pH sını önemli ölçüde düşürmesine neden olduğu sanılmaktadır. Yaz mevsiminde ölçülen ladin ve sarıçam altındaki humus örneklerinin düşük pH değerleri ve bu değerler ile toprak pH değerleri arasındaki pozitif regresyon ilişkisi (Şekil 3) bu düşüncüyü destekler yöndedir. Ladin (*Picea abies*) altındaki humus tabakalarındaki ve mineral topraktaki ortalama yıllık H^+ iyonları üretiminin yapraklı tür olan kayının (*Fagus sylvatica*) altındakilerden daha yüksek olduğu daha önceki çalışmalarda bildirilmektedir (18). Bu oranlar ladin için $4,04 (\pm 0,04)$ keq ha^{-1} , kayın için ise $2,09 (\pm 0,09)$ keq ha^{-1} olarak saptanmıştır. Bitkilerin vejetasyon döneminde topraktan katyonları almaları sonucu topraktaki katyonların azaldığı ve aldıkları katyonlara karşılık toprağı H^+ iyonları kazandırdığı, kök ve mikroorganizma solunumu sonucu üretilen CO_2 ’in karbonik asit üretilmesini arttırdığı (1), katyonların topraktan yıkanması ki ladin (*Picea abies*) altındaki A horizonundan kalsiyum ve magnezyum yıkanması sonucu meşe ormanı toprağının hemen hemen iki katı olduğu bildirilmektedir (18). Bu gibi faktörler de toprakta bu dönemdeki asitliliğin artmasında rol oynamaktadır.

Ağaç gövdesine yakın yerlerden alınan toprak örneklerinin, ağacın çevresinden alınan topraklardan daha düşük pH değerlerine sahip olduğu bir kaç çalışmada bildirilmektedir (19, 20). Bu farklı değişikliklerin genelde gövde üzerinden gelen yağış suyu ile ortama direk olarak havadan ulaşan yağış suyu arasındaki kimyasal farklılıktan kaynaklandığı söylenmektedir (21, 22, 23). Gövde üzerinden ulaşan yağış suyu önemli derecede asidiktir. Bazı araştırmacılar aynı

zamanda gövdeye yakın yerde biriken ve oldukça asidik olan kabukların da buna neden olabileceğini belirtmektedirler. Gövde üzerinden ulaşan suyun asitliliği yağış-ağaç tepe yapısı ilişkisi üzerine yapılan çalışmalarda da vurgulanmaktadır. Örneğin, Sarıçamda (*Pinus sylvestris*) yapılan bir çalışmada (24) sarıçamın gövdesinden gelen suyun ortalama pH değeri 3.3 olarak belirlenirken, en düşük pH değeri ise 3.0 olarak bulunmuştur. Aynı etkinin yapraklı türlerde de olduğu, örneğin kayının (*Fagus grandifolia*) altında gövdeye yakın A1 horizonunun pH değeri 4.5 iken gövdeden 200 cm ileride pH değerinin 6.0 olduğu bildirilmiştir (19, 20). Burada sunduğumuz çalışmada, kızılâğaç altında gövdeden uzaklaştıkça toprak pH değerleri arasında önemli bir farklılık bulunmazken, ladin ve sarıçamın gövdesinden uzaklaştıkça humus ve toprak pH değerlerinde önemli bir artışın olduğu görülmektedir. Yalnız, gövdeden en uzak noktada her iki türün altındaki toprakların pH değerlerinde hızlı bir düşüşün olması beklenen bir sonuç olmamakla birlikte, bu mesafede bulunan yoğun orman güllerinin asidik etkilerinin buna neden olduğu düşünülmektedir. Ağaç gövdesinden uzaklaştıkça toprak pH sında meydana gelen bu değişiklikler, yukarıda açıkladığımız gibi yağış-ağaç tepe yapısı ilişkisinden, ağaç tepe yapısının toprağı gölgelemesinin meydana getirebileceği sıcaklık ve nem farklılıklarının mikrobiyolojik ayrışmayı etkilemesinden veya başka faktörlerden kaynaklandığı sanılmaktadır. Bizim burada sunduğumuz çalışmamız bir ön çalışma olduğundan bu faktörler burada dikkate alınmamıştır, fakat bu konudaki çalışmalarımız bu faktörleri de dikkate alacak şekilde devam etmektedir. Sonuç olarak, farklı türler altındaki toprak pH değerleri veya etkileri karşılaştırılırken, bu değerlerin ağaç gövdesinden uzaklığa bağlı olarak değişiklik gösterebileceği ve bu nedenle de toprak örnekleme yapılırken bu faktöründe düşünülmesi gerektiği unutulmamalıdır.

KAYNAKLAR

1. Kantarcı, D., Toprak İlimi, İÜ Orman Fakültesi Yayını, Fakülte Yayın No: 462, İstanbul, 2000.
2. Ergene, A., Toprak Biliminin Esasları, Genişletilmiş Yedinci Baskı, Yayın No: 0027, Öz Eğitim Basım Yayın Dağıtım LTD. ŞTİ, Konya, 1997.
3. Brady, N.C., Weil, R.R., The Nature and Properties of Soils, Twelfth Edition, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 1999.
4. Fitzpatric, E.A., An Introduction to Soil Science, Second Edition, Longman Scientific and Technical, John Wiley and Sons, New York, 1986.
5. Foth, H.D., Fundamentals of Soil Science, Eighth Edition, John Wiley and Sons, 1990.
6. Miller, R.W., Donahue, R.L., Soils, Sixth Edition, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1990.
7. Eriksson, E., Karlun, E., Lundmark, J.-E., Acidification of Forest Soils in Sweden, *Ambiology*, 21 (1992) 150–154.
8. Bergkvist, B., Folkesson, L., The Influence of Tree Species on Acid Deposition Proton Budgets and Element Fluxes in South Swedish Forest Ecosystems, *Ecological Bulletin*, 44 (1995) 90–99.

9. Beier, C., Blanck, K., Bredemeier, M., Lamersdorf, N., Rasmussen, L., Responses of Soil and Vegetation to Reduced Input of S, N and Acidity to Two Norway Spruce Stands of the EXMAN Project, *Forest Ecology and Management*, 101 (1998) 111–123.
10. Barnes, B.V., Zak, D.R., Denton, S.R., Spurr, S.H., *Forest Ecology*, Fourth Edition, John Wiley and Sons, New York, 1998.
11. Yüksek, T., Ölmez, Z., Artvin Yöresinin İklim, Toprak Yapısı, Orman Alanları, Ağaç Serveti ve Ormancılık Çalışmalarıyla İlgili Genel Bir Deđerlendirme, *Artvin Orman Fakóltesi Dergisi*, 4 (2002) 50-62.
12. Kantarcı, D., Artvin-Cerattepe’de Tasarlanan Maden İşletmesinin Çevredeki Orman Toprakları ile Ağaçlarına Olabilecek Etkileri ve Alınması Gereken Tedbirler, II. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 2002, 296-308.
13. Yüksek, T., Güner, S., Artvin Kafkasör Havzasında *Quercus petraea* ve *Carpinus orientalis* Büklerinin Eko-Silvikültürel Özellikleri Üzerine Bir Çalışma, II. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 2002, 770-779.
14. Yüksek, T. Kalay, H.Z., Artvin-Kafkasör Yöresinde Orman ve Orman İçi Otlak Alanındaki Toprakların Bazı Fiziksel ve Hidrofiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Çalışma, III Ulusal Hidroloji Kongresi, 2001, 535-544.
15. Howard, P.J.A., Howard, D., Soil Changes Through Afforestation, *Annual Report of the Institute of Terrestrial Ecology*, 1984, 86-89.
16. Hornung, M., Acidification of Soils by Trees and Forests, *Soil Use and Management*, 1 (1985) 24-28.
17. Alban, D.H., Effects of Nutrient Accumulation By Aspen, Spruce and Pine on Soil Properties, *Soil Science Society of America Journal*, 46 (1982) 853-861.
18. Gunda, M., Falkengren-Grerup, U., Recovery of Soil pH, Cation-Exchange Capacity and the Saturation of Exchange Sites in Three Swedish Beech (*Fagus sylvatica* L.) Forest, *Scandinavian Journal of Forest Research*, 15 (2000) 39-48.
19. Matschonat, G., Vogt, R., Effects of Changes in pH, İonic Strength and Sulphate Concentration on the CEC of Temperate Acid Forest Soils, *European Journal of Soil Science*, 48 (1997) 163–171.
20. Gillman, G. P., Effects of pH and İonic Strength on the Cation Exchange Capacity of Soils With Variable Charge, *Austrian Journal of Soil Research*, 19 (1981) 93–96.
21. Chang, S. C., Matzner, E., Effects of Stemflow on Element Cycling in a Beech Forest, *Bayreuther Forum, Oecologia*, 41 (1997) 112–115. ISSN 0944-4122.
22. Falkengren-Grerup, U., Bjork, L., Reversibility of Stemflow-İnduced Soil Acidification in Swedish Beech Forests, *Environmental Pollution*, 74 (1991) 31–37.
23. Matzner, E., Meiwes, K.J., Long-term Development in Element Fluxes With Bulk Precipitation and Throughfall in Two German Forests, *Journal of Environmental Quality*, 23 (1994) 162–166.

24. Nicholson, I.A., Cape, N., Fowler, D., Kinnaird, J.W., Paterson, L.S., Effects of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Canopy on the Chemical Composition and Decomposition Patterns of Precipitation, In Ecological Impact of Acid Precipitation (eds D. Drablos & A. Tollen), Proceedings of an International Conference, Sandefjord, Norway, SNSF, Oslove-As, (1980) 148-149.