

Çoruh Havzası, Deriner Barajı Yol Şevi ve Geçici Yerleşim Yeri Çevre Ağaçlandırılmasında Kullanılan Farklı Türlerin Altındaki Toprakların Bazı Özelliklerinin Doğal ve Açık Alanların Toprak Özellikleriyle Karşılaştırılması

Doç.Dr.Temel Sarıyıldız* Ahmet Duman

Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, Artvin
t_sariyildiz@yahoo.com*

Özet

Bu çalışmamızda, yol şevi ve geçici yerleşke etrafı ağaçlandırılmasında kullanılan yalancı akasya, sedir ve fıstık çamı türlerinin bazı toprak özellikleri üzerine olan etkileri araştırılarak, dikim yapılmamış açık alan ve doğal meşe alanlarının toprakları ile karşılaştırılmıştır. İki farklı derinlik kademesinden (0-15 cm ve 15-30 cm) alınan toprak örneklerinin pH, organik madde, tekstür (kum, toz ve kil), hacim ağırlığı ve boşluk yüzeyi yanında erozyon eğilim indeksi olarak dispersiyon oranları belirlenmiştir. Doğal meşe alanlarıyla karşılaştırıldığında, açık alanların toprak pH, kum ve hacim ağırlığı değerleri oldukça yüksek çıkmıştır. Organik madde ve kil bakımından ise açık alanlar en düşük değerlere sahip olmuştur. Ağaçlandırma çalışmalarında kullanılan yalancı akasya türünün açık alan topraklarının bu fena özelliklerini iyileştirici yönde en önemli rolü oynadığı belirlenmiştir. Yalancı akasya özellikle toprakların organik madde miktarını yükselterek, toprak pH sınırı ve hacim ağırlığını düşürmekte, yüksek miktarda kum içeren topraktan yağış suyuyla kilin yıkanarak kaybolmasını engellemektedir. Fakat yinede bu iyileştirme doğal olarak alanda bulunan meşe türünün seviyesinde değildir. Dispersiyon oranları, ister doğal meşe alanları olsun isterse ağaçlandırılmış alanlar olsun hepsinde kritik değerden oldukça fazla bulunmuştur. Bu bize bu toprakların erozyon riski altında olduğunu göstermektedir. Bu nedenle, böyle alanlarda yapılacak yol çalışmalarındaki teknikler sorgulanmalı, çünkü yapılan ağaçlandırma çalışmalarının toprak iyileştirmesi böyle alanlarda oldukça zaman almakta ve tahribat boyutuna göre de bazen mümkün olamamaktadır.

Anahtar kelimeler: Yol şevi ağaçlandırmaları, toprak özellikleri, Artvin Deriner barajı; dispersiyon oranı

Abstract

We studied the effects of afforestation of side slope and premises areas on some soil properties using acacia, cedar and pine species. Results were discussed with adjacent the soil properties of open areas and natural oak tree species. Soil samples were collected from two soil depth (0-15 cm and 15-30 cm) and analyzed for soil pH, organic matter, texture, bulk density, percent pore spaces and dispersion ratios. The open areas had higher pH, sand and bulk density compared to natural oak areas. The open areas showed lowest

organic matter and clay content. Among tree species, the best tree species which improved the soil conditions of open areas was acacia tree species. Especially it increased soil organic matter and decreased soil pH and bulk density. It also reduced the leaching of clay content through the soil with higher sand content. Dispersion rates were found to be very high for all studied sites. This indicates that all studied areas are under erosion risk. Therefore, the techniques used for making roads in the region should be carefully chosen since it takes quite long time to improve the properties of the disturbed soil after afforestation and sometimes it is impossible to achieve it according to level of the damage to soil.

Keywords: Side slope afforestation, soil properties, Artvin Deriner dam, dispersion rate

1. GİRİŞ

İnsanlığın en önemli sorunu kuşkusuz enerji sıkıntısıdır. Gelişen teknoloji ve insan hayatının modernleşmesi enerji tüketimini her geçen gün artırmakta ve bu ihtiyacı karşılamaya yönelik atılımlar yapmaya yöneltmektedir. Enerji kaynakları içerisinde insan yaşamı için en önemlisi olan elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayabilmek amacıyla yapılan yatırımların başında barajlar gelmektedir. Artvin ili sınırları içerisinde, Çoruh Nehri ana kolu üzerinde 5 adet baraj projesi olup, mansaptan membaya doğru Muratlı, Borçka, Deriner, Artvin ve Yusufeli Baraj ve H.E.S. tesisleridir (<http://www.artvin.gov.tr>). Barajların bitirildikten sonra su tutması, su seviyesinin yükselmesine neden olacağından, yörede yeni yol yapım çalışmaları kaçınılmaz olmaktadır. Yörenin topografik yapısının dağlık ve eğimli olması nedeniyle, baraj yapımı çalışmalarının doğaya vermiş olduğu tahribatın en önemli kısmını yüksek kotta yapılan bu yeni yollar oluşturmaktadır (Şekil 1). İşte bu yol yapım çalışmaları yol üstü ve yol altı meşcereye en çok zarar veren durumdur. Yol yapımı nedeniyle dolgu ve kazı çalışmaları doğal yapıyı oldukça tahrip etmektedir. Normalde 20 metre genişlikte bir alanda tahribat söz konusuysen yol genişledikçe ve dolgu hacmi arttıkça eğime bağlı olarak tahrip edilen alan giderek artmaktadır. Buna birde plansızlık ve duyarsızlık eklenince durum daha da ciddi boyutlara ulaşmaktadır. Çok dik ve sarp dağlarla çevrili Çoruh nehri üzerinde gerçekleştirilen bu proje hızlandırılmış erozyonu arttırmakta ve çok ciddi sorunları beraberinde getirmektedir.

Erozyon, canlı toprağın aşınmasını ve taşınmasını önleyen bitki örtüsünün, insanların veya tabiat koşullarının etkisi ile bozulması ve yok olması sonucu, koruyucu örtüden yoksun kalan toprak materyalinin, insan faaliyetlerinin veya tabiat koşullarının etkisi ile parçalanması ve bulunduğu yerden başka bir yere taşınması ve yığılması olayıdır. Bu olay, toprağın canlı bölümünün denizlere ve barajlara sürüklenerek, insanların istifadesinden çıkması suretiyle, kara parçalarının önce çoraklaşması ve sonuçta çölleşmesi kaçınılmaz sonucunu yaratmaktadır. Doğal bitki örtüsünden arındırılmış ormanlık yerlerde ise, yaprak ve dal faydalanması nedeniyle humus tabakası olmayan topraklar üzerinde erozyon son derece şiddetli seyretmektedir.



Şekil 1: Çoruh Nehrinde yüksek kotta yapılan yollar havzada önemli oranda erozyona neden olmaktadır

Erozyon sonucunda barajlarda biriken katı materyaller, kullanılabilir baraj rezervuar hacminde gözle görülür kayıplara neden olmaktadır. Erozyon, büyük kaynaklar harcanarak gerçekleştirilen ve ekonomik ömrü ortalama 100 yıl olarak öngörülen barajların ömrünü kısaltmaktadır. Türkiye’de yaşanan şiddetli erozyonun sonucu olarak, Altınapa Barajı 19, Bayındır Barajı 28, Demir köprü Barajı 41, İrfanlı Barajı 33, Karamanlı Barajı 13, Kartal kaya Barajı 19, Kemer Barajı 22, Selevir Barajı 27, Sürgü Barajı 35, Yalvaç Barajı 27 yılda ekonomik ömrünü tamamlamıştır.

Erozyonla kaybedilen bir başka değer ise sudur. Kaybolan toprak yüzünden her yıl yaklaşık 50 milyar m³ yağış depolanamamaktadır. Barajlar ve yeraltı suları da, erozyonun etkilerinden nasibini almaktadır. Yerinden kopup giden topraklar, baraj göllerini doldurarak su depolama hacimlerini azaltmakta ve barajların ömrünün kısalmasına neden olmaktadır. Ağaçlandırma Genel Müdürlüğü (AGM) Çoruh havzasındaki hızlandırılmış erozyonun ve bunun getirdiği sonuçların farkında ve bu konuda çalışmalarını sürdürmektedir.

Burada sunduğumuz çalışmamızın amacı ise baraj nedeniyle yüksek kotta yapılan yolların ve geçici yerleşke yer yapımı sırasında zarar gören doğal ortamın yeniden ağaçlandırılmasının toprakların bazı özellikleri üzerine olan etkisini araştırmaktır. Bu amaçla ağaçlandırma çalışması yapılan alanların toprakları ile doğal ve açık alan topraklarının bazı kimyasal ve fiziksel özellikleri ile erozyon eğilimleri belirlenmeye çalışılmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Çalışma alanının tanıtımı

Çalışma alanları olarak, Artvin ili merkezinin kuzeydoğusunda, Artvin-Erzurum karayolunun 5. km'sinde yol kenarlarında yapılan ağaçlandırma sahaları ile 6. km'sinde ERG inşaat A.Ş. tarafından geçici olarak kurulan ERG-3 yerleşke alanı seçilmiştir. Çalışmaya konu olan alanlardan yol şevi ağaçlandırmalarında 2000 yılında yalancı akasya ile yoğun bir ağaçlandırma çalışması başlatılmıştır. ERG-3 geçici yerleşke alanında ise yine aynı zamanda yapılan çevre ağlandırılmasında ise akasya türüne ek olarak alana sedir ve fıstık çamı türleri de dikilmiştir. Ağaçlandırılmış alanların hemen bitişiğinde kazı malzemesi yığılmış açık alanlar ile tahribata uğramamış doğal alan bulunmaktadır.

Yol şevi ağaçlandırma sahalarında alınan deneme alanlarının yükseltisi 440 m, hâkim bakışı kuzey-batı, ortalama eğimi ise % 65'tir. Alanda bulunan akasya fidanlarının boyları ortalama 10-15 m, çapları ise 25-40 cm arasında olup normal bir kapalılık oluşturmuş durumdadır (Şekil 2). ERG-3 geçici yerleşke sahasında alınan deneme alanlarının yükseltisi 480 m olup hâkim bakışı güney-batı, ortalama eğimi ise % 55'tir (Şekil 3). Akasya, sedir ve fıstık çamı türleri bu çalışma alanında karışık olarak bulunmakta olup, akasya fidanları yaklaşık 5-8 m boyunda, 15-25 cm çapında, fıstık çamları yaklaşık 1.5 - 2 m boyunda ve 10-20 cm çapında, sedir fidanları ise yaklaşık 2-2.5 m boyunda ve 15-20 cm çapındadır. Çalışma alanlarında yol ya da yerleşke yapım çalışmaları sırasında tahrip edilen alanlarda önce teraslar oluşturulmuş daha sonra bu terasların yüzeylerine dışarıdan getirilen topraklar eklenmiştir. Daha sonra ise bu alanlar üzerine fidan 'dikimleri yapılmıştır. Çalışma alanlarının topraklarında herhangi bir horizon oluşumu söz konusu değildir (Şekil 4).

Artvin'de iklim genelde kışları soğuk yazları ise yarı kurak olarak tanımlanmaktadır. Artvin Meteoroloji İstasyonunun (597 m yükseklikte) 1980-2001 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 itibarıyla 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 -6.1 °C ye kadar düşebilmektedir.

2.2. Arazi ve laboratuarda yapılan çalışmalar

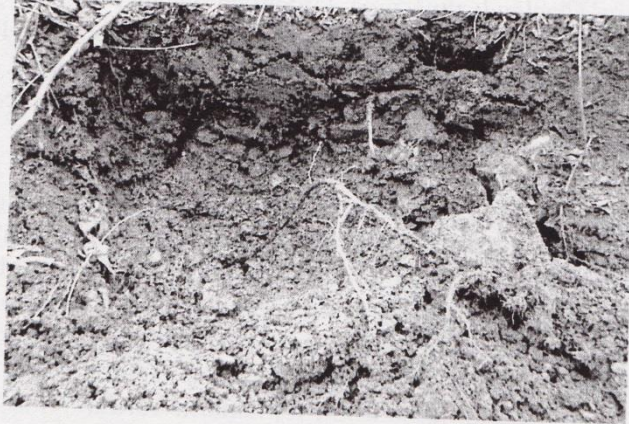
Ağaçlandırma alanlarında kullanılan türlerin, toprağın organik madde, pH, dispersiyon oranı (aşınımaya dayanıklılık) ve tekstür, hacim ağırlığı ve boşluk yüzeyi özellikleri üzerine yaptığı etkileri belirlenmek ve bu özellikleri zarar görmeyen alanlarda yetişen meşe türünün toprak özellikleriyle karşılaştırmak



Şekil 2: Akasya ağaçlandırılmasının yapıldığı yol şevinden bir görünüm.



Şekil 3: ERG-3 yerleşke alanında 3 farklı tür (akasya, sedir ve fıstık çamı) kullanılarak yapılan ağaçlandırma sahasından bir görünüm.



Şekil 4: Yol ve yerleşke yapım çalışmaları sırasında tahrip olan alanlarda oluşturulan teraslar üzerine dışarıdan getirilen toprak serilmiş ve daha sonra ağaçlandırma çalışmaları yapılmıştır.

amacıyla yalancı aksaya dikili alanlarda, üç türün karışık olarak dikildiği alanlarda, hiçbir ağaçlandırma çalışması yapılmamış açık alanlarda ve meşe dikili olan doğal alanda toprak profili açılmıştır. Açılan toprak profillerinin iki derinlik kademesinden (0–15 ve 15–30 cm) toprak örnekleri alınmıştır. Ağaçlandırma alanlarından ve doğal alanlardan toprak örnekleme yapılırken iki ağacın hem yatay hem de düşey kısımları arasından kalan alanlardan toprak örnekleme yapılmasına dikkat edilmiştir. Alınan örnekler numaralandırılıp poşetlerin içersine konulmuştur. Toprak örnekleri alımına ek olarak, aynı zamanda alanda bulunan ağaçların yaş, boy ve çap ölçümleri de gerçekleştirilmiştir.

Araziden alınan toprak örnekleri, laboratuarda hava kurusu hale gelinceye kadar kurutulduktan sonra öğütülmüş, 2mm lik elekten geçirilerek analize hazır hale getirilmiştir. Toprak pH'sı 1/2.5 toprak-su karışımında, toprak organik maddesi Kalra ve Maynard (1991) tarafından değiştirilmiş Walkley Black metoduyla, toprak tekstürü (kum, toz ve kil miktarları) Gülçür tarafından geliştirilmiş Bouyoucos'un hidrometre metoduyla (Gülçür, 1974), hacim ağırlığı ise bozulmamış toprak örneklerinde silindir yöntemiyle belirlenmiştir (Anderson ve Ingram, 1993). Yüzde boşluk yüzeyi ise hacim ağırlığı ve özgül ağırlık kullanılarak hesaplanmıştır. Dispersiyon oranı, disperstleştirme yapmadan hesaplanan toz ve kil fraksiyonlarının toplamının, aynı örneğin tekstür analizi ile elde edilmiş olan gerçek toz ve kil fraksiyonları toplamına bölünmesiyle elde edilen oran şeklinde hesaplanmıştır (Gülçür, 1974). Sonucun değerlendirilmesi ise Middleton (1930) tarafından verilen değere göre yapılmıştır.

Dispersiyon Oranı

>15
<15

Erozyon Eğilimi

erozyona dayanıksız
erozyona dayanıklı

3. Bulgular ve Tartışma

Yol şevlerinin ağaçlandırılmasında kullanılan yalancı akasya fidanlarının topraklar özellikleri ile açık ve doğal meşe alanlarının toprak özelliklerine ait bulgular ve bunların dispersiyon oranları Tablo 1 de verilmiştir. Tablo 2 de ise farklı 3 tür kullanılarak ağaçlandırılan yerleşke yeri ve açık alanların toprak özellikleri ve dispersiyon oranları gösterilmiştir.

Çalışma yapılan alanlarının toprak pH değerleri incelendiğinde, açık alanların hem üst hem de alt toprak pH değerlerinin ağaçlandırılma yapılan alanlardan daha yüksek olduğu görülmektedir (Tablo 1 ve Tablo 2). Farklı türler arasında pH bakımından farklılık bulunmamıştır. Toprak pH değerleri, toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini etkileyen önemli bir değişken olması nedeniyle önem kazanmaktadır. Toprak pH sı topraklarda bitki besin elementlerinin alınmasını, toprakların verimliliğini, ölü örtünün ayrışmasını, bitkilerin yayılışlarını, bitki toplumlarının tür bileşimini ve topraklardaki mikrobiyal aktiviteleri büyük oranda da kontrol etmektedir (Kantarci, 2000; Sariyildiz ve Ark. 2005ab). Genel olarak baktığımızda

Tablo 1: Akasya dikilen toprakların, dikim yapılmayan açık alanların ve zarar görmemiş bitişik doğal meşe alanlarından alınan toprakların (0-15 ve 15-35 cm) bazı özellikleri ile dispersiyon oranları. Derinlik kademelerine göre, yatayda aynı harfle gösterilen değerler arasında önemli bir ilişki bulunmamaktadır.

Toprak Özellikleri 0-15 cm 15-35cm	Yalancı akasya	Doğal Meşe	Açık alan
pH	7.55 ^a 7.78 ^b	7.38 ^a 7.24 ^a	7.91 ^b 8.15 ^c
Organik Madde (%)	2.04 ^b 1.71 ^b	3.53 ^c 1.87 ^b	0.75 ^a 0.54 ^a
Kum (%)	76 ^a 74 ^a	78 ^a 79 ^a	83 ^b 82 ^a
Toz (%)	12 ^b 13 ^b	3 ^a 5 ^a	14 ^b 13 ^b
Kil (%)	20 ^b 20 ^b	19 ^b 16 ^b	3 ^a 5 ^a
Hacim ağırlığı (%)	1.16 ^b 1.21 ^b	0.72 ^a 0.83 ^a	0.95 ^{ab} 1.18 ^b
Boşluk Yüzeyi (%)	72 ^a 73 ^a	73 ^a 72 ^a	73 ^a 69 ^a
Dispersiyon oranı (%)	38 ^{ab} 36 ^a	28 ^a 34 ^a	42 ^b 35 ^a

Tablo 2: Farklı türlerin dikildiği alanlar ile dikim yapılmayan açık alanlardan alınan (0-15 ve 15-35 cm) toprakların bazı özellikleri ile dispersiyon oranları. Derinlik kademelerine göre, yatayda aynı harfle gösterilen değerler arasında önemli bir ilişki bulunmamaktadır.

Toprak Özellikleri 0-15 cm 15-35cm	Yalancı Akasya	Sedir	Fıstık çamı	Açık alan
pH	7.43 ^a 7.56 ^a	7.50 ^a 7.40 ^a	7.50 ^a 7.65 ^a	7.87 ^b 8.09 ^b
Organik Madde (%)	2.49 ^c 1.54 ^c	1.52 ^b 1.24 ^c	1.41 ^b 0.92 ^b	0.19 ^a 0.09 ^a
Kum (%)	70 ^a 71 ^a	73 ^a 77 ^{bc}	67 ^a 75 ^{ab}	82 ^b 80 ^c
Toz (%)	6 ^a 8 ^b	8 ^a 3 ^a	9 ^a 4 ^a	6 ^a 9 ^b
Kil (%)	24 ^b 21 ^b	19 ^b 20 ^b	24 ^b 21 ^b	12 ^a 11 ^a
Hacim ağırlığı (%)	1.21 ^b 1.17 ^a	1.23 ^b 1.34 ^b	1.01 ^a 1.37 ^b	1.42 ^c 1.57 ^c
Boşluk Yüzeyi (%)	54 ^b 56 ^b	54 ^b 50 ^b	62 ^c 48 ^b	47 ^a 41 ^a
Dispersiyon oranı (%)	56 ^a 78 ^b	57 ^a 73 ^b	57 ^a 88 ^c	75 ^b 60 ^a

çalışmayı gerçekleştirdiğimiz alanların toprak pH değerleri oldukça yüksek çıkmıştır. Bu yüksek değerler, her şeyden önce bazı bitki besin elementlerinin alınmasını sınırlandırabilecektir. Örneğin, bu şekilde yüksek pH değerlerine sahip topraklarda, fosfor ve demir alımının yavaşladığı birçok kaynakta bildirilmiştir (Foth, 1990; Brady and Weil, 1999). Bu yüksek pH değerine sahip olan toprakların ağaçlandırma öncesi ve sonrası kontrol edilerek, gerekli ıslah çalışmaları yapıldıktan sonra ağaçlandırma çalışmalarının yapılması gerekmektedir.

Bununla beraber, ağaçlandırma yapılan alanların, toprak pH değerini düşürücü yönde rol oynadığı çalışmamızın sonuçlarında görülmektedir. Özellikle üzerinde bitki örtüsü bulunan toprakların, bitki örtüsü tarafından sağlanan organik madde ve buna bağlı olarak toprakta mikroorganizma, toprak canlıları ve kök faaliyetlerinin bu toprakların pH değerlerinin düşürülmesinde etkili olduğunu düşünmekteyiz. Vejetasyon döneminde 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 daha önceki çalışmalarda bildirilmiştir (Eriksson ve ark 1992; Beier ve ark., 1998). Açık alanlarla karşılaştırıldığında, ağaçlandırma yapılan alanların topraklarında bulunan yüksek miktardaki organik madde miktarı bu söylediğimizi destekler yöndedir (Tablo 1 ve Tablo 2).

Organik madde bir toprak kütlelerinin sadece küçük bir bölümünü oluşturmaktadır. Alt toprağın içerdiği organik madde miktarı bundan daha da azdır. Bununla beraber, toprak özellikleri ve bitki gelişmesi üzerinde organik maddenin etkisi, organik maddenin bu küçük miktarda bulunmasından daha fazla olmaktadır. Organik madde, toprak parçacıklarını taneli bir toprak yapısı içinde bağlayarak, çoğunlukla gevşek, üretken toprak şartlarının kolayca kazanılmasından sorumlu olmaktadır. Bu taneli yapının sürdürülebilirliğinde etkili olan toprak organik maddesi, özellikle değişik toprak organizmaları tarafından üretilen, buna bitki kökleri de dahil, yapışkan maddeler içermektedir.

Organik madde aynı zamanda toprak tarafından tutulan su miktarını ve bitki gelişmesi için gerekli olan kullanılabilir su yüzdesini yükseltmektedir. Ek olarak, organik madde çoğu bitkiler için bitki besin maddelerinin, özellikle fosfor, kükürt ve azotun temel kaynaklarını oluşturmaktadır. Toprak organik maddesi ayrıştığı zaman, organik madde içinde var olan bu besin elementleri çözülebilir iyonlar olarak ortama salıverilmekte ve bunlar bitki kökleri tarafından alınarak kullanılmaktadır. Son olarak, organik madde, bitki ve hayvan artıkları da dahil, toprak organizmalarına enerji ve karbon sağlayan ana yiyecek kaynaklarını oluşturmaktadır. Organik maddesiz, ekosistemin işlevi için hayati öneme sahip biyokimyasal aktivite durma noktasına gelecektir.

Genelde siyah ya da kahverengi renkte olan humus, toprak içinde karmaşık bir yapıya sahip olan organik bileşiklerin birikmesiyle meydana gelmektedir. Humusun birikmesinin nedeni, bu bileşiklerin ayrışmaya karşı oldukça dirençli olmasından kaynaklanmaktadır. Kilin, toprakların inorganik kolloidal parçasını oluşturması gibi, humusta toprak organik maddesinin kolloidal kısmıdır. Humusun elektriksel yüklü yüzeylere sahip olması nedeniyle, hem humus hem kil daha büyük boyutlu toprak parçacıkları arasında birleştirici köprü görevini üstlenmektedirler. Bu nedenle, her ikisi de toprak yapısının oluşmasında önemli rol oynamaktadırlar. Humusun elektriksel yüzeyi, kilde olduğu gibi, hem su moleküllerini hem de iyonları kendine çekmekte ve bunları tutmaktadır. Bununla beraber, humusun besin elementlerini ve suyu tutma kapasitesi kilin besin elementlerini kapasitesinden daha fazladır. Kile tezat olarak humus, bitkiler üzerinde uyarıcı hormon benzeri etkiye sahip bazı bileşikleri içermektedir. Bunların hepsinin yanında küçük miktardaki humus bile toprak kapasitesini önemli oranda yükseltmekte ve böylelikle bitki gelişmesini arttırmaktadır.

Hem doğal alanlarda hem de ağaçlandırma yapıldıktan sonra yaklaşık 10 yıl geçmesine rağmen alan topraklarındaki pH değerindeki azalma, yinede istenen düzeyde olmamaktadır. Bunun başlıca nedeni olarak, alanların oldukça eğimli olması nedeniyle organik maddenin yeterli miktarda tutulmaması ve alandan yağış suları ve yüksek eğim nedeniyle uzaklaştırılmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz. Organik madde azlığı, organik maddeye bağımlı olarak yaşayan mikroorganizmaların sayısını, çeşitliliğini ve aktifliğini de etkilemektedir. Bununla beraber, yalancı akasyanın toprakların organik madde miktarını diğer iki farklı türe göre daha fazla arttırıcı yönde rol oynadığı söylenilebilir (Tablo 2).

Kum içerikleri bakımından çalışmamız alanların toprakları oldukça yüksek miktarda kum içermektedir (Tablo 1 ve Tablo 2). Kum miktarları bakımından alanlar arasında önemli farklılıklar bulunmamakla beraber, kil miktarları bakımından, açık alanlarla karşılaştırıldığında doğal ve yalancı akasya ağaçlandırması yapılan alanların daha yüksek kil miktarına sahip olduğu görülmektedir (Tablo 1). Benzer şekilde, farklı türler kullanılarak ağaçlandırma yapılan alanlardaki topraklarda, açık alanlara göre daha fazla kil miktarına sahiptir (Tablo 2). Açık alanların daha düşük kil miktarına sahip olmasının en önemli nedenleri arasında, toprakları yüksek yağışa karşı koruyacak bitki örtüsünden yoksun olması yanında, toprakta yıkanan kili tutacak bitki kök mekanizmasının bulunmaması sayılabilir. Herhangi bir nedenle killerin topraktan yıkanarak uzaklaşması, alan topraklarının killerin toprak özellikleri üzerinde oynadığı pozitif etkisinden mahrum kalmasına neden olabilecektir. Killerin bu pozitif etkileri arasında toprakta katyonların ve suyun tutulması, mikroorganizmalar için bir yaşam ortamı olması, toprak kimyasal reaksiyonlarının gerçekleştiği esas yer olması gibi özellikler söylenebilir. Düşük kil miktarıyla yüksek pH değerleri arasında bulunan ilişki bu söylediklerimizi destekler yöndedir (Tablo 1 ve Tablo 2).

Doğal meşe ve ağaçlandırma yapılan alanların topraklarının hacim ağırlığı açık alanlara göre daha düşük bulunmuştur. Bitki örtüsünün olduğu toprakların düşük hacim ağırlığı değerleri, bu alanların sahip olduğu yüksek organik madde miktarından kaynaklanmaktadır. Özellikle, yalancı akasyanın üzerinde bulunduğu toprakların içerdiği yüksek organik madde miktarı bunda büyük rol oynamaktadır (Tablo 2). Açık alanların yüksek hacim ağırlığı değerleri, doğal toprak profilinin özelliğinden veya insanların neden olduğu toprak sıkışmasının bir göstergesi olabilir. Her bir durumda, kök gelişmesi birçok nedenden dolayı engellenebilir. Bu nedenler arasında, toprağın geçirgenliğe karşı direnci, havalanmanın fakir olması, su ve besin maddelerinin yavaş hareketi sayılabilir. Genel olarak toprak hacim ağırlığıyla toplam boşluk yüzey arasında negatif bir ilişki vardır, yani hacim ağırlığının yüksek olduğu alanların toplam boşluk yüzeyinin daha düşük olduğu birçok kaynakta bildirilmiştir. Bizim çalışmamızda bu iki faktör arasında önemli bir ilişki bulunmamakla beraber, açık alanların boşluk yüzeylerinin ağaçlandırma yapılan alanlarda daha düşük olduğunu yönünde belirtiler bulunmaktadır. Toprakların hacminin farklı olmasına etki eden faktörler, aynı zamanda toplam boşluk yüzeyini de etkilemektedir. Hacim ağırlığında olduğu gibi, herhangi bir etkenden dolayı azalan organik madde miktarı sonuçta agregatlaşmanın azalmasına ve boşluk yüzeyinin düşmesine neden olabilecektir.

Erozyon eğilimi kritik değeri olarak hesaplanan Dispersiyon oranı tüm alanlarda 15 değerinden büyük bulunmuştur. Genel olarak değerlendirildiğinde çalışılan alanların tüm toprakları erozyon riski altında bulunmaktadır. Bununla beraber, açık alanla karşılaştırıldığında ağaçlandırma yapılan alanların erozyon riskini azaltma yönünde rol oynadığı görülmektedir. Ağaçlandırılan şev alanlarının ve etrafındaki doğal meşe alanları ile açık alanların topraklarının dispersiyon oranıyla belirlenen toprak özellikleri (0-15 cm) arasındaki ilişki Tablo 3 verilmiştir. Yerleşke alanındaki topraklar üzerinde araştırılan benzer ilişki Tablo 4 de gösterilmiştir. Her iki çalışma alanında da, dispersiyon oranı ile belirlenen toprak özellikleri arasındaki en yüksek ilişkiyi toprakların organik madde miktarı göstermiştir (Tablo 3 ve Tablo 4). Dispersiyon oranı organik madde ve hacim ağırlığı ile negatif yönde, diğer toprak özellikleri ile pozitif yönde bir ilişki göstermiştir. Benzer birçok ilişki farklı çalışmalarda ortaya konulmuştur (Balci, 1973; Okatan, 1987; Karagül, 1994).

Burada sunduğumuz öncü çalışmamızın sonuçları bu alan topraklarının erozyon riski altında olduğunu göstermiştir. Orman formasyonları altındaki toprakların bile erozyon riski altındadır (Sariyildiz ve Gemci, 2003). Özellikle yörenin fazla yağış almasının, oldukça eğimli olmasının, toprakların yüksek oranda kum içermesinin ve sosyo-ekonomik baskının bu riski giderek arttırdığı bir gerçektir. Böyle bir alanda yapılan baraj ve buna bağlı olarak ortaya çıkan yol yapımı çalışmalarında tahrip edilen alanların kısa süre içinde yeniden ağaçlandırılması büyük önem taşımaktadır. Bununla

Tablo 3: Şev ağaçlandırması yapılan sahalarda yalancı akasya, açık alan ve doğal meşe alanlarında belirlenen üst toprak özellikleri ve dispersiyon oranları arasındaki ilişki.

	Dispersiyon oranı	pH	Organik madde	Kum	Toz	Kil	Hacim ağırlığı	Boşluk yüzeyi
Dispersiyon oranı	-							
pH	.841**	-						
Organik madde	-.944**	-.688*	-					
Kum	.173	.035	.321	-				
Toz	.716*	.859**	-.571	.283	-			
Kil	-.773*	.930**	.604	-.211	.956**	-		
Hacim ağırlığı	.411	.069	-.670*	-.421	.088	.050	-	
Boşluk yüzeyi	-.769*	-.610	.667*	.185	-.407	.513	-.140	-

** 0.01 güven düzeyinde anlamlı bir ilişki (2 yönlü)

* 0.05 güven düzeyinde anlamlı bir ilişki (2- yönlü)

Tablo 4: Yerleşke alanında yapılan ağaçlandırma sahasında farklı ağaç türü ve açık alanlarda belirlenen üst toprak özellikleri ve dispersiyon oranları arasındaki ilişki.

	Dispersiyon oranı	pH	Organik madde	Kum	Toz	Kil	Hacim ağırlığı	Boşluk yüzeyi
Dispersiyon oranı	-							
pH	.858**	-						
Organik madde	-.974**	.927**	-					
Kum	.920**	.906**	-.807**	-				
Toz	.401	-.380	.284	-.588*	-			
Kil	-.917**	.938**	.900**	.934**	.359	-		
Hacim ağırlığı	.799**	.738**	-.504	.832**	.454	.761**	-	
Boşluk yüzeyi	-.791**	.743**	.517	.838**	.526	.757**	.968**	-

** 0.01 güven düzeyinde anlamlı bir ilişki (2 yönlü)

* 0.05 güven düzeyinde anlamlı bir ilişki (2- yönlü)

beraber, alanda yapılan ağaçlandırma çalışmaları sırasında şevlere yapılan teraslar üzerine serilen üst toprağın kalitesinin bu alanlarda istenen düzeyde olmadığı, fidan gelişimi için sorunlar yaratabileceği, bu nedenle organik madde bakımından zengin, tektürü daha iyi, pH sı daha uygun toprak örtüsünün kullanılması gerekmektedir. Alanların çitlerle sarılarak dışardan her hangi bir müdahaleye (insanlar veya hayvanlar tarafından) karşı korunması gerekmektedir. Çünkü bu etkenler zaten eğimli alanda zar zor tutulan verimli üst toprağın kaybolmasına neden olabilmektedir. Taşınan bu

materyal de yörede yapılan barajlara dolarak barajların ömrünün kısılmasına neden olacaktır. Orman yolu yapım çalışmalarında yol boyunca yapılan tesviye nedeniyle yolların aşağısında kalan orman alanlarında büyük zararlar meydana gelmektedir. Gerek arazi kaybına gerekse yol altında kalan ağaçların, kısaca orman örtüsünün büyük zarar görmesine neden olan bu uygulama, geri kalmış ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de uygulanmaktadır. Dağlık arazide sıkça görülen topografik yapı (yüksek eğim) ve jeolojik yapı (kayalık alanlar) nedeniyle yol yapımı sırasında ortaya çıkan zararlar çok fazla olmaktadır.

Yeni yol yapımlarında dozer kullanılması diğer alternatiflere göre son derece süratli ve ucuz olmasına karşılık çevreye vermiş olduğu zarar günümüz değerlerine göre kabul edilemez düzeydedir. Ülkemiz ormanlarında ortalama yamaç eğiminin % 50-60 olması nedeniyle, yapılan yollardan çıkan kazı materyalinin yamaç aşağı atılması sonucu büyük tahribat olmakta, ayrıca dozer ile yapılan yollarda sert zemin kazıları için patlayıcı maddelerin kullanılması da ayrı bir tahrip unsuru olarak karşımıza çıkmaktadır. Ülkemizde orman yolu yapımında büyük aşamalar kaydedilmiştir. Ancak sayısal olarak elde edilen bu başarının teknik ve ekolojik açıdan tartışılması gerekir. Bugüne kadar inşa edilen 125000 km orman yolunun tamamıyla orman alanlarından geçtiği düşünüldüğünde ve dağlık arazide 4 m'lik yol genişliği için 20 m genişliğinde orman alanı açıldığı dikkate alındığında, yaklaşık 250 000 hektarlık (tüm ülke ormanlarının yaklaşık % 1.25'i) verimli orman alanı kaybı ortaya çıkmaktadır. Ağaçlandırma seferberliği çağrılarının yapıldığı günümüzde orman yolları için harcanan verimli orman alanı kaybının azaltılması bir mühendislik gereği olmaktadır. Büyük miktarda gerçekleşen ve gelecekte de yapılması gerekli olan orman yol ağı yatırımlarını hem doğru kullanmak hem de doğada kalıcı bir iz bırakan orman yollarının çevreye minimum zarar vermesini sağlamak, çağdaş bir orman işletmeciliği gereğidir.

Orman yolu inşaatı tamamlandıktan sonra, yol boyunca dolgu şevinin görünümü, taş ve benzeri materyalin yol aşağısına yuvarlanması ile oluşan yığıntı sonucu görsel bozukluk oluşturmaktadır. Ayrıca, yuvarlanan taş ve kayaların yol aşağısındaki bitki örtüsünün tahribine de yol açtığı görülmüştür. Oluşan bu tahribat sonucunda toprak kaybı artmaktadır. Yol yapımı sırasında kazı ve dolgu ile özellikle yol altı meşcere büyük zarar görmektedir. Eğimi yükseldikçe de bu zarar artmaktadır. Taş ve kayaların yuvarlanması, dolgu materyalinin eğim aşağıya kayması ile bitki örtüsü büyük zarar görmekte doğal yapı bozulmaktadır. Bu tahribatı ortadan kaldırmak için en uygun projenin seçilmesi, doğru ve zamanında uygulanmasının yanında aşağıdaki önlemler alınmalıdır. Dal ve gövdelerin yola paralel olarak yol yapım kenarlarına yerleştirilmesi, tutucu hendek ve şev ayağı tesis edilmesi, jeotekstil perde, taşınabilir koruyucu metal perde, taşınabilir koruyucu ahşap perde, patlayıcı maddelerle kayaların patlatılması sırasında tutucu ağ ve hafif malzeme serilmesi, kazı ve dolguyu kontrollü

olarak yapabilen ekskavatör kullanımı gibi önlemler kullanılmalıdır. Yol şevi ağaçlandırmalarında kullanılan sistemler teraslar ve çalı takviyeli örme çitlerdir. %80 eğime kadar teraslar yapılabilirken, % 80'den daha fazla eğimli arazilerde çalı takviyeli örme çit yapılmaktadır.

4. Kaynaklar

- Anderson, J.M. ve J.S.I. Ingram, 1993. Tropical Soil Biology and Fertility. A Handbook for Methods. CAB International, Oxon.
- Balcı, N., 1973. Physical chemical and hydrological properties of certain western Washington forest floor types. İ.Ü. Yayın No 1849, Orman Fak. Yay. No 200, 150p.
- Beier, C., K. Blanck, M. Bredemeier, N. Lamersdorf ve L. Rasmussen, 1998. 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*, 101:111-123.
- Brady, N.C. ve R.R. Weil, 1999. The Nature and Properties of Soils (12. Baskı). Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, USA.
- Eriksson, E., E. Karlton, ve J.-E. Lundmark, 1992. Acidification of forest soils in Sweden, *Ambiology*, 21:150-154.
- Foth, H.D., 1990. Fundamentals of Soil Sciences (8. Baskı). John Wiley and Sons. New York, USA.
- Gülçür F., 1974. Toprağın Fiziksel ve kimyasal Analiz Metodları (Physical and chemical analyzing methods of soil properties. IU. F Orman Fakültesi Yayın No: 201, İstanbul, Turkey.
- Kalra Y.P. ve D.G. Maynard, 1991. Methods Manual for Forest Soil and Plant Analysis. Forestry Canada, Northern Forestry Publications. Alberta, Canada.
- Kantarci, M.D., 2000. Toprak İlmî. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayın No: 4261, Orman Fakültesi Yayın No: 462.
- Karagül, R., 1994. Trabzon-Söğütödere havzasında farklı arazi kullanım şartları altındaki toprakların bazı özellikleri ile erozyon eğilimlerinin araştırılması. Doktora Tezi. Trabzon, 142s.
- Middleton, H.E., 1930. Properties of soils which influence soil erosion. U.S.D.A. Technical Bull. No 178, 1-16p.
- Okatan, A., 1987. Trabzon-Meryemana deresi yağış havzası alpin meralarının bazı fiziksel ve hidrolojik toprak özellikleri ile vejetasyon yapısı üzerine araştırmalar. Doktora Tezi. Orman Gen. Müd. Yayın No 664, Ankara, 290s.
- Sariyildiz, T., A. Tüfekcioglu ve M. Küçük, 2005a. Comparison of Decomposition Rates of Beech (*Fagus orientalis* Lipsky) and Spruce (*Picea orientalis* (L.) Link) Litter in Pure and Mixed Stands of Both Species in Artvin, Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 29: 429-438.
- Sariyildiz, T., J.M. Anderson ve M. Kucuk, 2005b. Effects of tree species and topography on soil chemistry, litter quality and decomposition in Northeast Turkey. *Soil Biology and Biochemistry*, 37:1695-1706.
- Sariyildiz, T. ve M. Gemci, 2004. Effect of different forest formation types on soil erodibility related to hydrological soil properties in Cogla Creek watershed in Artvin, Turkey", International Soil Congress (ISC) on "Natural Resource Management for Sustainable Development, Proceedings, D1-D10, 8-15, Erzurum, Turkey.