

## **Erzincan'da erozyona duyarlı sahalardaki sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ağaçlandırma çalışmalarının başarı/büyüme oranları ile BUROR teraslama işlemlerinin bazı toprak parametreleri üzerindeki etkilerinin araştırılması**

### **Investigating survival/growth ratio of scots pine (*Pinus sylvestris* L.) afforestation efforts and effects of BUROR terracing operations on some soil properties in the lands susceptible to soil erosion in Erzincan**

Yalçın SEYİS<sup>1</sup> , Mehmet ÖZALP<sup>2</sup> ,

<sup>1</sup>Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü, Akçaabat İşletme Şefliği, Akçaabat, Trabzon

<sup>2</sup>Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Merkez, Artvin

#### **Eser Bilgisi / Article Info**

Araştırma makalesi / Research article

DOI: [10.17474/artvinofd.1134683](https://doi.org/10.17474/artvinofd.1134683)

Sorumlu yazar / Corresponding author

Mehmet ÖZALP

e-mail: [mozalp@artvin.edu.tr](mailto:mozalp@artvin.edu.tr)

Geliş tarihi / Received

23.06.2022

Düzeltilme tarihi / Received in revised form

24.10.2022

Kabul Tarihi / Accepted

24.10.2022

Elektronik erişim / Online available

28.10.2022

#### **Anahtar kelimeler:**

Sarıçam fidanı

Buror teraslama

Ağaçlandırma

Erozyon kontrol

Yaşama yüzdesi

#### **Keywords:**

Scots pine seedlings

Buror terracing

Afforestation

Erosion control

Survival percentage

#### **Özet**

Erzincan-Keklik kayası mevkiinde yürütülen bu çalışmada, 2012 yılında, BUROR mini-ekskavatörle teraslama sonrası uygulanan ağaçlandırma ve erozyon kontrol faaliyetlerinde dikilen sarıçam fidanlarının 2018 yılı vejetasyon dönemi sonundaki (6 yıllık) gelişim durumlarının değerlendirilmesi yapılmıştır. Bu amaçla, dikimlerin yapıldığı alandan 20 m x 20 m büyüklüğünde (yaklaşık 400 m<sup>2</sup>) toplam 7 deneme parseli seçilmiş ve her bir parselde rasgele tespit edilen 30 (toplamda 210 adet) fidanın boyu, kök boğazı çapları ve dikimden bu yana geçen her bir vejetasyon dönemine ait yıllık boy artımları ölçülmüştür. Ayrıca, söz konusu bu ağaçlandırma ve erozyon kontrol faaliyetlerinin toprakta neden olduğu olası bazı fiziksel ve kimyasal değişimleri tespit etmek üzere de 42 tanesi dikim yapılan terasların içinden (fidan dibinden), 29 tanesi ise terasların aralarından (doğal/kontrol alan) olmak üzere toplamda 71 bozulmuş toprak örneği alınarak pH, organik madde (OM), elektriksel iletkenlik (Ei), agregat stabilitesi ve tekstür değerleri için analize tabi tutulmuşlardır. Araştırma sonucunda, altı yıllık büyüme dönemi sonunda, dikilen sarıçam fidanlarında %88'lik bir başarı oranı yakalandığı, ortalama kök boğaz çaplarının ise 47.3 mm'ye ulaştığı belirlenmiştir. Bununla beraber, güney bakıdaki yamaçlarda dikilen sarıçam fidanlarının ulaştıkları ortalama 130.3 cm'lik boy ile kuzey bakıdakilerden (120.9 cm) istatistiksel olarak daha uzun oldukları tespit edilmiştir. Toprak analiz verileri üzerindeki değerlendirmelerde ise mini ekskavatörle yapılan BUROR terasların bazı toprak özellikleri üzerinde negatif etkiler yarattığı ve kısmen bozulan bu özelliklerin doğal değerlerine ulaşmasının zaman alacağı sonucuna varılmıştır. Son olarak, bu araştırmanın önemli sonuçlarından birinin de 2013 ile 2018 büyüme dönemlerindeki sarıçam boy artımlarıyla hem bir önceki yıl yağın toplam yağış miktarları ( $R^2 = 0.77$ ) hem de vejetasyon dönemindeki yağış miktarları arasında ( $R^2 = 0.85$ ) yüksek bir ilişki olduğunun tespit edilmesi olmuştur.

#### **Abstract**

In this study, taken place in Erzincan-Keklik Kayası region, following the terracing with mini-excavator called BUROR, the development stage of scots pine seedlings used in the applications of the afforestation and erosion control efforts started in 2012 until the end of 2018 vegetation period (6 years) were evaluated. In order to realize this purpose, a total of seven experimental sites with 20 m x 20 m in size (approximately 400 m<sup>2</sup>) were determined within the research area and for every vegetation period from the first planting, the heights, diameters at root collar and annual length increments were measured on randomly selected 30 seedlings for each experimental site (210 seedlings in total). Moreover, for determining the effect of the afforestation and erosion control efforts on some physical and chemical soil parameters, a total of 71 disturbed soil samples were taken (42 from the terraces around the bottom of planted seedlings, 29 from the area between terraces to represent the undisturbed natural area) and subjected for pH, organic matter (OM), electrical conductivity (EC), aggregate stability and texture analyses. The results revealed that the survival ratio of planted seedlings was about 88% whereas their average diameters at root collar was approximately 47.3 mm after the six vegetation periods. In addition, it was determined that with mean height of 130.3 cm, the seedlings on south-facing aspects were significantly taller than the ones planted on north-facing aspects with mean height of 120.9 cm. Furthermore, evaluations of the soil sample analyses revealed that building BUROR terraces with mini-excavator caused negative impacts on some soil properties and thus, it was concluded that more time is needed for these disturbed soil parameters to recover. Finally, one of the most important outcomes of this study was to obtain high correlations between the annual height increments (for 2013 to 2018 vegetation periods) and both the previous year's total precipitation amounts ( $R^2 = 0.77$ ) and precipitation received during the growing-season ( $R^2 = 0.85$ ).

## GİRİŞ

Toprak, özellikle bitkisel üretimin vazgeçilmez unsurlarından biri olduğu için insan yaşamında olmazsa olmaz doğal kaynaklardan (Kantarci 2000, Mutlu ve Soykan 2018) ve küresel boyutta öneme sahip materyallerden biridir (Yalçinkaya ve ark. 2022). Toprak oluşumunda, genel anlamda, kaya parçalarının aşınması/ufalanması ile organik maddelerin çürümesi/ayırışması gibi iki önemli ve doğal olayın etkili olduğu bilinmektedir. Ayrıca, bu kadar değerli bir kaynak olan toprağın sadece birkaç cm kalınlığında verimli bir katman oluşturmasının yüzlerce yıllık bir sürece ve elbette ki iklim, topoğrafya, bitki örtüsü vb. çok sayıda faktörün de ideal koşullarda olmasına bağlı olduğunu da vurgulamak gerekmektedir (Kasap ve Irmak 1998, Kantarcı 2000, Erpul ve ark. 2020). Ancak, oluşumunda yer alan bu uzun ve karmaşık süreçlere karşılık, toprağın özellikle hızlandırılmış erozyonla kaybolması ise tam tersine oldukça kolay ve kısa sürede gerçekleşebilmektedir. Bilindiği üzere, suyun eroziv gücü ile meydana gelen toprak erozyonu dünya genelinde olduğu gibi ülkemizde de hem etki alanı hem de neden olduğu tahribatın şiddeti bakımından ilk sırada gelmektedir. Ülkemizdeki toprakların karşı karşıya kaldığı su erozyonu neticesinde oluşan yıllık ortalama toprak kayıplarının hesaplanması ve modellenmesi amacıyla ÇEM Genel Müdürlüğü tarafından geliştirilen ve kısaca DEMİS olarak bilinen "Dinamik Erozyon Modeli ve İzleme Sistemi" verilerine göre ülkemizde toplamda yılda en fazla 642 milyon ton toprağın su erozyonu nedeniyle yerinden edildiğini ve bunun da ortalama 8.24 ton/ha/yıl değerine denk geldiğini göstermektedir (Erpul ve ark. 2018, ÇEM 2022). Buna ek olarak, yine DEMİS uygulamalarıyla, ülkemizde taşınan toprakların %53.66 ile ilk sırada mera alanlarından meydana geldiği, bunu %38.71'i tarım ve son olarak da %4.17 ile orman alanlarının takip ettiği tespit edilmiştir. Buradan yola çıkarak yapılan tahminlerde, su erozyonunun ülkemiz yüzölçümünün %60.28'sinde çok hafif, %19.13'ünde hafif, %7.93'ünde orta, %5.97'sinde şiddetli ve %6.7'sinde ise çok şiddetli şekilde meydana geldiği belirtilmektedir (ÇEM 2022, Erpul ve ark. 2020, Yalçinkaya ve ark. 2022). Yukarıda rakamlarla ifade edilen ve geniş alanları etkileyen toprak erozyonunun ülkemiz özelindeki ana tetikleyicileri arasında genelde coğrafik

konumu, iklim özellikleri, topografik ve edafik koşulları en başta gelmektedir. Örneğin, 300 mm'den daha az yıllık toplam yağışa sahip bölgeler kurak olarak, 300-600 mm arasında yağış alanlar ise yarı kurak olarak sınıflandırılmaktadır (Turna ve ark. 2006) ve bu sınıflama baz alındığında yurdumuzun yaklaşık %40'ının (ağırlıklı olarak Doğu Anadolu, İç Anadolu ve Güney Doğu Anadolu Bölgeleri) yarı kurak ve/veya kurak iklim etkisi altında olduğu vurgulanmaktadır. Ayrıca, topoğrafya açısından engebelilik ve yamacın eğimi ile uzunluğu da erozyon üzerinde etkilidir ve ülkemizin yaklaşık 1/3'ü (yaklaşık %29) orta yükseklikteki dağlık coğrafyadan oluşurken, tahmini olarak %27'si ise yüksek dağlık coğrafyadan oluşmaktadır. Bununla beraber, ülkemizde eğimi %20'den daha fazla olan toplam alan %47.98 civarındayken, %62.15'inde ise eğim %12'nin üzerindedir. Son olarak, topraklarımızın organik madde (OM) içeriği de oldukça düşüktür (yalnızca %14'ünde OM %2'den fazlayken %64'lük bölümünde ise %1'den düşüktür) ki bu da toprakların agregatlaşmasını azaltarak erozyonun artmasına neden olan olumsuz edafik faktörlerden bir tanesidir (Erpul ve ark. 2020). Yapılan çalışmalarda, toprak erozyonu, ülkemizde bulunan ormanlık alanların %95.36'sında çok hafif, %4.34'ünde ise hafif derecede seyretmektedir. Ormanların toprağı yerinde tutan etkili arazi kullanımı olduğundan yola çıkarak yapılan ağaçlandırma ve rehabilitasyon çalışmaları sonucunda 1973 yılında 20.2 milyon hektar olarak hesaplanan orman varlığımızın 2020 yılında 22.9 milyon hektara ulaştığı bildirilmektedir (OGM 2020). Buna ek olarak, 2016-2030 dönemlerini kapsayan Türkiye Arazi Tahribatının Dengelenmesi Ulusal Raporu'nda ulaşılmak istenen hedefler arasında 1 milyon ha ağaçlandırma ve 2030 yılına kadar orman varlığının %30 oranına çıkarılması da yer almaktadır (ÇEM 2021). Toprak erozyonu; (a) öncelikle verimli üst kısmın kaybedilerek tarım alanlarında çoraklaşmaya yol açması, (b) taşınan bu toprağın bazı arazilerde ve/veya karayollarında bozulmalara ve/veya oyuntulara neden olması, (c) akarsu havzalarında ve yataklarında heyelan, sel ve taşkınlara yol açması, (d) göletleri, su depolama ve taşıma kanallarını doldurması, (e) durağan su sistemlerinde (göl, sazlık vb.) ötrofikasyonu tetiklemesi ile (f) baraj rezervuarlarında yarattığı siltasyon ile barajların enerji üretim ömürlerinin azalmasına neden olması gibi çok sayıda olumsuzluğu beraberinde getiren

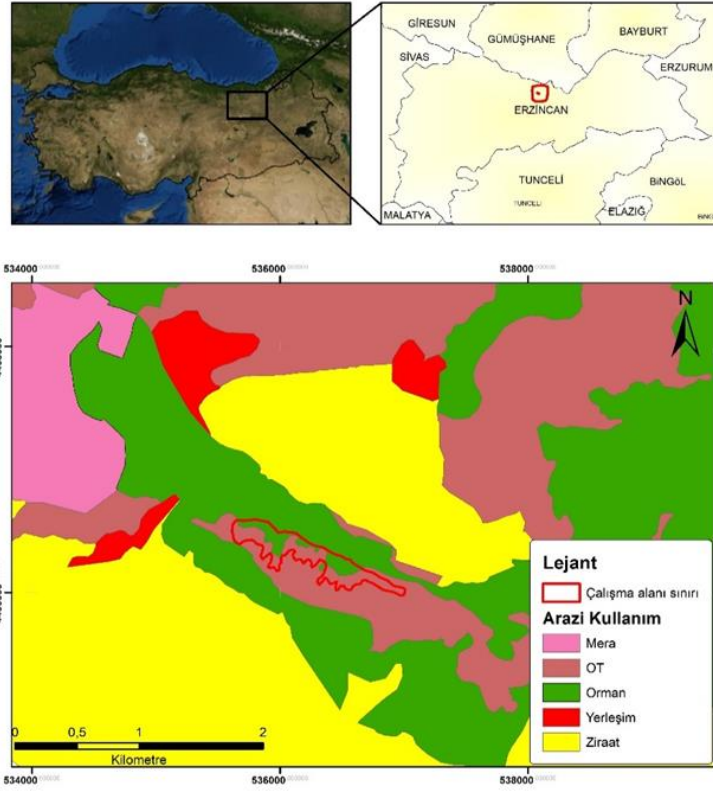
ciddi bir çevresel sorundur (Parlak ve Çanga 2007). Bu nedendir ki sürekli olarak denizlere, baraj göletlerine ve komşu ülkelere taşınan yüzlerce milyon tonluk verimli üst toprak miktarının bilimsel ve teknik anlamda uygulanması gereken tedbirlerle tolere edilebilir seviyelere düşürülmesi elzemdir (Doğan 2011). Toprak erozyonuna maruz kalarak bozulmuş ve kendiliğinden yeterli bitki örtüsü oluşturamayacak alanlarda ve özellikle yukarı havza yamaçlarında arazi hazırlığı niteliğindeki teraslama ve/veya çevirme hendeği gibi önlemlerle kuru duvar eşik, örme çit ve ıslah sekisi türündeki yapısal tesislerle beraber uygulanan ağaçlandırma ve erozyon kontrol çalışmaları erozyonun olumsuz etkisini ve şiddetini azaltmada ilk akla gelen tedbirlerin başında gelmektedir (Erpul ve ark. 2020, Yalçınkaya ve ark. 2022). Ancak, bu uygulamalarının başarılı olması için özellikle yetiştirme ortamının iyi analizi, o bölgeye adapte olmuş bitki türlerinin seçimi, toprak işleme ve bitkilendirme tekniklerinin uygun şekilde belirlenmesi ve uygulamaya aktarılması oldukça önemlidir (Turna ve ark. 2006). Özellikle de eğimi yüksek yamaçlarda, eğim uzunluğunu kısaltan ve dolayısıyla yüzeysel akışları erozyon yaratmayacak seviyeye indiren teras yapılarının inşa edilmesi en iyi sonuç veren fiziksel toprak koruma uygulamalarının başında gelmektedir (Doğan ve ark. 1982, ASAE 1986, Görçelioğlu 1996). Bu uygulamalarda, mer'a ıslahı ve çığ kontrolü çalışmalarında, ağırlıklı olarak enkesitleri yamuk (trapez) şeklinde olan tekne tipi teraslar kullanılırken ağaçlandırma ve erozyon kontrol sahalarında ise daha çok üçgen şeklinde olan gradoni tipi teraslar (ülkemizde geliştirilen ve uluslararası literatüre girmiş olan özel bir tipi de "kanallı gradoni" olarak tanınır) tercih edilmektedir (Görçelioğlu 1996). Bu bağlamda, araştırma sahamızın da yer aldığı Erzincan ilinde su erozyonunun %2.32'sinin orman, %10.95'inin tarım ve %84.15'inin ise mera alanlarından oluştuğu rapor edilmiştir (Erpul ve ark. 2020). Burada, havzaların genelde yukarı kısımlarını oluşturan mera alanlarındaki çok yüksek erozyon oranının, bu alanların kapasitelerinin neredeyse 2-3 katı yoğunlukta ve kontrolsüz biçimde otlatılarak verimliliklerinin ciddi seviyede düşmesine bağlı olduğu söylenebilir (Altın ve ark. 2011, Gökkuş 2018, Seydoşoğlu 2018). Toprak erozyonunun önemli bir sorun olarak

yaşandığı Erzincan ili genelinde 2003 ile 2018 yıllarını kapsayan dönemde toplamda yaklaşık 42.385 ha alanda ağaçlandırma, erozyon kontrol, iyileştirme ve mera ıslahı faaliyetleri gerçekleştirilmiştir (Anonim 2008). Bu çalışmalarda, %60'a varan eğimli arazilerde kolaylıkla çalışabilmesi, çalışma veriminin yüksekliği, proje sahasının tümü yerine sadece belirli şeritler boyunca diri örtü temizliğinin yapılması ve çalışılan alanda toprak sıkışıklığının en az düzeyde tutulması gibi avantajlar sağlayan ve BUROR tipi teraslama olarak bilinen (mini ekskavator kullanılarak uygulanan) toprak işleme yapılmıştır (Melemez 2011, Anonim 2022). Ülkemizde yapılan uygulamalarda, BUROR tipi teras toprak işleme tekniğinin uygulandığı sahalardaki fidanların hem daha yüksek boy gelişimi hem de çap/boy ölçümlerinde en yüksek başarıyı gösterdikleri bildirilmiştir (Öz ve Göl 2021).

Bu çalışmanın ana amacı, Erzincan'da yer alan ve Keklik Kayası olarak bilinen yöresinde 2012 yılında uygulanmaya başlanan ağaçlandırma ve erozyon kontrol çalışmaları bünyesinde dikilen sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) fidanlarının 2018 yılı vejetasyon dönemi sonundaki başarı/büyüme durumları ile bu çalışmalarda uygulanan BUROR teras ile makinalı toprak işlemenin araştırma sahasındaki bazı toprak özelliklerinde neden olduğu olası değişimlerin irdelenmesi olarak belirlenmiştir. Buna ilaveten, yıllık bazda ölçümleri yapılan fidanların boy artımları ile uygulamanın yapıldığı alanda kaydedilen yıllık sıcaklık ve yağış miktarı değişimleri arasında herhangi bir bağlantı (ilişki) olup olmadığının ortaya konulması da yine bu çalışmada ulaşılmak istenen hedeflerden bir diğeri olarak kurgulanmıştır.

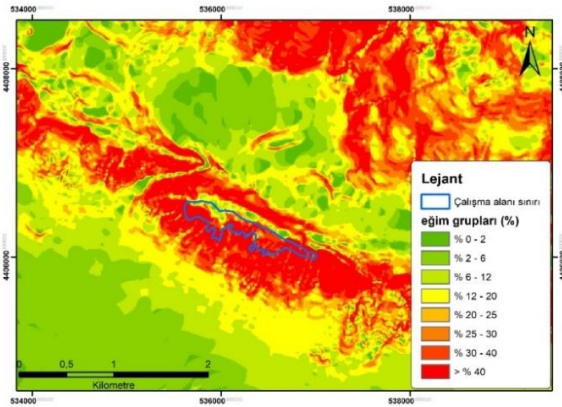
## MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırmaya konu olan saha, Erzincan şehir merkezinin kuzey batısında yer alan Keklik Kayası Köyü mevkiinde 39 02'- 40 05' K ile 38 16'- 40 45' D ve 1514-1633 m arasında değişen yükseltidedir (Şekil 1). Ortalama eğimi %30-35 arasındayken, çalışma sahasının mevcut bakışının ağırlıklı olarak güney olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 1. Çalışma alanının genel görünümü ile sahip olduğu arazi kullanım durumu

Genel itibarı ile araştırma sahasının bulunduğu bölge dağlık ve yüksek engebeli olarak değerlendirildiğinden toprak erozyonuna eğilimli arazilerden oluşmaktadır. Şekil 2'den de görüleceği üzere araştırma sınırında yer alan sırtlardaki düzlükleri oluşturan küçük bir alan dışında- önemli bir kısmının %30 eğim derecesinin üzerinde olduğu görülmektedir.



Şekil 2. Çalışma alanına ait eğim derecesi gruplarının dağılımı

Söz konusu saha, Erzurum OBM, Erzincan Orman İşletme Müdürlüğü sınırlarında yer alan ve 2012 yılında ağaçlandırma ve erozyon kontrol çalışmalarının yapıldığı uygulama alanıdır. Bu çalışmalar çerçevesinde, ildeki

orman fidanlığında yetiştirilmiş Refahiye orijinli, 1+2 yaşında tüplü sarıçam fidanlarının dikimi gerçekleştirilmiştir. Projenin gerçekleştirildiği alanlarda tutma başarısı genelde düşük olan 1+0 fidanlara nazaran 2+0 tüplü fidanlar tercih edilmektedir. Ancak, bunların da fidanlıklarda üretimleri zor olduğundan repikaja alınırlar. 1+1 fidanlar ise kökleri henüz tütü tam olarak sarmadığından tercih edilmezler. Bu nedenle, bu çalışmada hem kökleri tütü yeterince kavramış olan hem de projenin uygulandığı dönemde Erzincan İşletme Müdürlüğü Fidanlığında yeterli sayıda bulunduğu için 1+2 fidanlar kullanılmıştır.

### Toprak ve İklim Özellikleri

Kapatılan Toprak Muhafaza ve Mera Islahı Tatbikat Grup Müdürlüğü'nün çalışma sahaslarında yapmış oldukları analizlere göre toprakların ağırlıklı olarak balçık, killi balçık tipinde olduğu ve yer yer kumlu balçık ve kum tipinde toprakların alanda bulunduğu rapor edilmiştir. Aynı analizlerde pH değerinin ise genelde 7.3 ile 7.6 arasında değiştiği bildirilmiştir. Uygulama sahasının önemli bir kısmında ana kaya olarak serpantin ile bazı bölümlerde ise

çok küçük parçalar şeklinde masif kalker ve kara fasiyesleri bulunmaktadır. Türkiye toprak sınıflandırmasına göre; "Erzincan sarı renkli, dağlık ve volkanik araziler üzerindeki kumlu ve taşlı topraklar" grubuna girmektedir (Atalay 1994). Araştırma sahasına yakınlığından dolayı 1185 m yükseltide, Erzincan/Merkez istasyonundan (Enlem: 39°02'-40°05'N, Boylam: 38°16'-40°45'E) alınan 1954–2018 yıllarını kapsayan 65 yıllık

ölçüm verileri (Anonim 2019) ışığında yıllık ortalama yağış miktarının 375.9 mm olduğu (yarı-kurak iklim zonu), yıllık ortalama hava sıcaklığının ise 10.9°C olduğu tespit edilmiştir. Yıllık ortalama yağışın aylara göre dağılımı incelendiğinde, en fazla yağışın 56.1 mm ile Mayıs ayında, en az yağışın ise 6.6 mm ile Ağustos ayında düştüğü ortaya çıkmıştır (Çizelge 1).

**Çizelge 1 .** Erzincan Meteoroloji İstasyonunda ölçülen bazı iklim özelliklerine ait 65 yıllık (1954-2018) değerler

| İklim Özellikleri | Aylar |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Yıllık |
|-------------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
|                   | Ocak  | Şub  | Mart | Nis  | May  | Haz  | Tem  | Ağu  | Eyl  | Eki  | Kas  | Ara  |        |
| Ort. Sıcaklık °C  | -2.8  | -1.0 | 4.5  | 10.8 | 15.4 | 19.8 | 23.7 | 23.7 | 19.0 | 12.4 | 5.5  | 0.1  | 10.9   |
| Ort.Max.Sic.°C    | 14.0  | 17.2 | 25.2 | 30.0 | 33.8 | 37.0 | 40.6 | 40.5 | 36.6 | 30.8 | 22.5 | 19.0 | 28.9   |
| Ort. Min. Sic°C   | 26.7  | 25.2 | 22.4 | -9.1 | -0.4 | 2    | 5    | 6.4  | 0.4  | -6.2 | 13.7 | -25  | -9.6   |
| Top.Yağış mm      | 28.0  | 30.3 | 41.2 | 52.4 | 56.1 | 29.5 | 11.8 | 6.6  | 15.3 | 40.1 | 35.8 | 28.8 | 375.9  |
| Ort.Bağ.Nem%      | 72.8  | 70.0 | 63.5 | 57.8 | 56.8 | 51.0 | 46.0 | 45.2 | 49.6 | 62.6 | 70.1 | 73.7 | 59.9   |

Araştırmaya konu edilen alanın yakın civarındaki orman sahaları, genellikle oldukça bozuk ve orman köylülerince uygun olmayan ve aşırı yararlanmalarından dolayı doğal yapısını kaybetmiş ve bu nedenle de farklı derecelerde erozyona maruz kalmış arazilerdir. Yapılan incelemelerde, 1973-1992 planlarında 22 no'lu "Ağaçlandırılması Lüzumlu Alanlar" olarak belirlenmişken, 2012'de Erzincan ATM Şefliği tarafından yapılan ağaçlandırma faaliyetleri neticesinde 2015'te güncellenen mevcut Amenajman Planlarında da söz konusu bu alan Çsa (sarıçam ile ağaçlandırılmış) sahası olarak belirlenmiştir.

### Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrol Sahasında Yapılanlar

Saha, Erzincan Orman İşletme Müdürlüğü, Erzincan Orman Fidanlık Şefliğinden sağlanan yaklaşık 15000 sarıçam fidanının, Erzincan ili Merkez İlçe sınırlarında yer

alan Keklik Kayası mevkiinde dikilmesiyle oluşturulmuştur. Dikim işlemlerinden önce ise mini ekskavatör yardımıyla genişliği yaklaşık 100-120 cm olan, yatayda ise yaklaşık 6 m aralıklara sahip BUROR teraslar açılmıştır. Sonrasında ise açılan bu teraslara, 2012 senesinin sonbaharında (ağırlıklı olarak Kasım ayında) aralarında yaklaşık 1.5 m mesafe bırakılacak şekilde tüplü sarıçam fidanlarının dikimi gerçekleştirilmiştir (Şekil 3). Yapılan ilk dikimlerden sonra 2013 ve 2014 yıllarında ölen sarıçam fidanlarının bulunduğu noktalarda hem tamamlama dikimleri hem de ot alma ve çapalama vb. bakım faaliyetleri yapılmıştır.

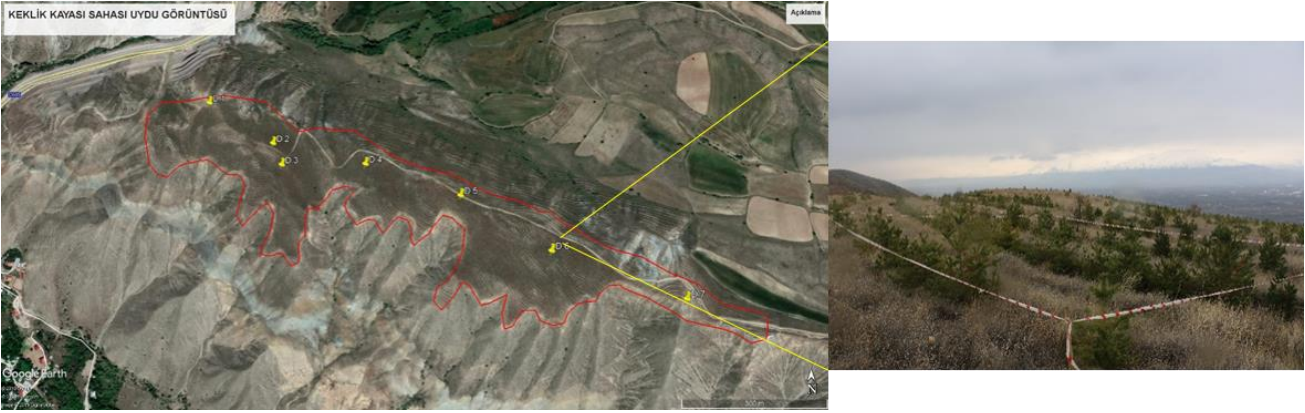


**Şekil 3.** Keklik Kayası'nda dikilen sarıçam fidanlarının 2012 ve 2019 yılları görünümü

## Deneme Parsellerinin Belirlenmesi

Araştırmada belirlenen yedi adet deneme parseli, "tesadüf tam blok deneme deseni" temelinde kurgulanmış ve her parselden 30 tane fidanın ölçümleri yapılarak gerekli veriler elde edilmiştir (Şekil 4). Belirlenen yedi farklı deneme alanından ikisi kuzey diğerleri güney bakıdayken, yükselti kademeleri ise yaklaşık 1514 m ile 1633 m arasında değişiklik göstermiştir. Belirlenen

deneme alanlarında 2012 yılında dikimleri yapılan fidanların 2018 yılı vejetasyon dönemi sonundaki fidan boyları (FB: tepe tomurcuğundan toprak seviyesine kadar olan kısmı) ve fidan boy artımları (FBA: yıllık sürgünler arası olan kısmı) cm birimiyle, kök boğaz çapı (KBÇ) ölçümleri ise dijital kompas kullanılarak mm cinsinden yapılmıştır. Söz konusu bu sayımlar ile ölçümlerin tamamı 2019 vejetasyon dönemi başlamadan tamamlanmıştır.



Şekil 4. Ağaçlandırma ve erozyon kontrol sahasında seçilen deneme parsellerinin genel konumları (solda) ile örnek bir deneme alanı (sağda)

## Toprak Örnekleme ve Analizi

Bunlara ek olarak, ağaçlandırma ve erozyon kontrol uygulamasının sahadaki bazı fiziksel ve kimyasal toprak parametreleri üzerindeki olası etkisini incelemek amacıyla yedi deneme parselinin her birinde 0–10 cm derinlik kademesinden hem teras üzerinde fidan dikimi yapılan noktadan (fidan dibinden) hem de teraslar arasında işlem görmeyerek nispeten doğal kalan (bozulmamış) alandan toplamda 71 adet toprak örneği alınmıştır (Şekil 5). Hava kurusu haline getirilen ve sonrasında 2 mm'lik elekten geçirilen toprak örnekleri OM, pH, elektriksel iletkenlik,

agregat stabilitesi ve tekstür (kum-kil-toz oranı) değerlerinin tayini için AÇÜ Orman Fakültesi Havza Yönetimi Laboratuvarında analize tabi tutulmuştur. Söz konusu toprak analizlerinde; tekstür analizi için Bouyoucos'un hidrometre yöntemi (Gülçür 1974), OM değeri için WalkleyBlack'ın yaş yakma metodu (Kacar 1996), elektrik iletkenliğinin ölçümü için kondüktometrik yöntem (Gülçür 1974, Eruz 1979) ve agregat stabilitesi için ise "ıslak eleme metodu" (Savaş 2011) kullanılmıştır. Toprak pH değeri de "1:2.5 toprak-saf su karışımını içeren çözeltiden" (Gülçür 1974) dijital pH metre kullanılarak ölçülmüştür.



Şekil 5. Deneme alanının hem işlenmiş hem de müdahale görmemiş kısımlarında yapılan toprak örnekleme

## İstatistiksel Değerlendirme

Bu çalışmada elde edilen “fidan boyu, kök boğazı çapı ve fidan boy artımı” verileri, 2012’de dikilen sarıçam fidanlarının 2018 yılı vejetasyon periyodu sonundaki başarı oranlarına ait değerler ile teraslama ve fidan dikimi yapılan alandan alınan toprak örneklerine ait analiz sonuçları istatistik paket programlarından biri olan JMP 5.1 kullanılarak %95 önem derecesinde ( $\alpha=0.05$ ) Varyans (ANOVA) ve Korelasyon Analizine tabi tutulmuştur. Ayrıca, ölçümü yapılan tüm fidanların yıllık boy artımlarının (6 vejetasyon periyodunu içeren) uygulama alanında gerçekleşen yıllık toplam yağış ve sıcaklık değişimleri ile istatistiksel anlamda önemli bir ilişkisi olup olmadığını belirlemek üzere ise regresyon analizleri uygulanmıştır. ANOVA analizleri sonucunda parametreler arasında istatistiksel anlamda ortaya çıkan farklılıkların dağılımını tespit etmek amacıyla “Tukey Testi” kullanılmıştır.

## BULGULAR ve TARTIŞMA

### Ağaçlandırma Başarı Oranları ile Fidanların Boy ve KBÇ Ortalamaları

Araştırma sonuçları, üzerinde ölçüm yapılan sarıçam fidanlarının 2012 ile 2018 vejetasyon dönemlerini kapsayan sürede ortalama %88 civarında bir başarı oranına sahip olduklarını göstermiştir (Çizelge 2). Hesaplanan bu başarı oranının, ülkemizde gerçekleştirilen diğer ağaçlandırma ve erozyon kontrol çalışmalarında elde edilen genel başarı oranlarıyla uyumlu olduğu anlaşılmaktadır. Örneğin, Bayburt-Aydıntepe mevkiinde yürütülen benzer bir çalışmada kullanılan sarıçam fidanlarının beş vejetasyon periyodu sonrasında ortalama %71.44'lük bir başarı yüzdesi yakaladıkları rapor edilmiştir (Taşdemir 2016). Ayrıca, Denizli’de yürütülen diğer bir erozyon kontrol çalışmasında kullanılan kızılçam ve karaçam fidanları için sırasıyla %77.5 ve %76.86’lik ortalama başarı oranları belirlenmiştir (Gülbaş 2016). Bu literatür çalışmaları ışığında, bu araştırma sahasındaki sarıçam fidanlarının altı vejetasyon dönemi sonunda yakaladıkları %88’lik başarı yüzdesinin oldukça umut verici olduğu söylenebilir.

**Çizelge 2.** Farklı bakı ve yükseltide belirlenen deneme alanlarındaki sarıçam fidanlarının 2013 ile 2018 arasındaki büyüme dönemlerine ait başarı yüzdeleri

| Deneme Alanı | Bakı  | Yükselti (m) | Başarı Oranı (%) |
|--------------|-------|--------------|------------------|
| 1            | Kuzey | 1545         | 90.0             |
| 2            | Güney | 1514         | 80.0             |
| 3            | Güney | 1535         | 83.0             |
| 4            | Güney | 1575         | 86.0             |
| 5            | Güney | 1597         | 90.0             |
| 6            | Güney | 1612         | 96.0             |
| 7            | Kuzey | 1633         | 93.0             |

Bununla beraber, kuzey bakıdaki fidanların ortalama başarı yüzdeleri %91.5 iken, güney bakıda bu yüzdenin %87 olarak gerçekleştiği görülmüştür. Güneş radyasyonunun ve nem oranının etkisini özellikle bazı bölgelerdeki dağ yamaçları arasında önemli oranda değiştirmesiyle, bakının, önemli farklılıklar yaratabildiği bilinmektedir ve kuzey yarım kürede kuzeye bakan yamaçlar nispeten daha serin, güney bakılar ise daha sıcak olmaktadır (Atalay ve Efe 2015). Bunun da, bu çalışmada, kuzey bakılarda sarıçam fidanlarının başarı ve gelişme oranını güney bakılara nazaran arttırdığı söylenebilir.

Benzer şekilde, bakının fidan tutma başarısı üzerine etkisi Artvin-Ardanuç ilçesinde yapılan sarıçam ağaçlandırma alanlarında da rapor edilmiştir (Ölmez 1997). Fidanların dikildiği yükselti kademeleri bakımından yapılan karşılaştırmada, 1612 m ile 1633 m aralığındaki yükselti seviyelerinde ortalama başarı oranının %93 ile %96 arasında olduğu, 1514-1535 m yükseklik kademesinde ise %80-83 aralığında olduğu ortaya çıkmıştır. Bu sonuç, yükseltinin ağaçlandırmanın yapıldığı mevkide dikilen sarıçam fidanlarının ortalama başarı yüzdesinde olumlu bir etki yaptığı şeklinde yorumlanabilir.

**Çizelge 3.** Farklı bakı (K: kuzey, G: güney) ve yükseltide belirlenen deneme alanlarındaki fidanların 2018 vejetasyon döneminden sonraki kök boğaz çapları (KBÇ) ile fidan boyu ortalamaları

| Deneme Parseli | Bakı | Yükselti (m) | KBÇ (mm) | Boy (cm) |
|----------------|------|--------------|----------|----------|
| 1              | K    | 1545         | 47.5     | 116      |
| 2              | G    | 1514         | 44.4     | 110      |
| 3              | G    | 1535         | 57.7     | 151      |
| 4              | G    | 1575         | 45.5     | 127      |
| 5              | G    | 1597         | 44.0     | 134      |
| 6              | G    | 1612         | 45.0     | 130      |
| 7              | K    | 1633         | 47.0     | 126      |

Bilindiği üzere, yükseltinin her 200 m'lik artışı ile hava sıcaklığının yaklaşık olarak 1.20 °C azaldığı (Çepel 1978), buna ek olarak, yükseltinin artmasıyla birlikte yağışın, nem miktarının, rüzgâr etkisinin, güneş radyasyonunun ve basınç miktarının da değişim gösterdiği belirtilmektedir (İnandık 1961, Erinç 1977). Yükseltiye bağlı fidan tutma başarısındaki olumlu etkinin Artvin'in Ardanuç ilçesinde yürütülen sarıçam ağaçlandırma alanlarında da meydana geldiği bildirilmiştir (Ölmez 1997). Kullanılan fidanların boyları açısından yapılan değerlendirmede, ANOVA analizleri neticesinde fidan boylarının buldukları deneme alanlarıyla istatistiksel anlamda önemli seviyede farklılıklar gösterdiği anlaşılmıştır. Bu çalışmada, ortalama fidan boyu 127.65 cm olarak tespit edilmişken, en yüksek ortalama fidan boyunun üçüncü deneme sahasında (150.6 cm), en düşük ortalama fidan boyunun ise ikinci deneme alanında 110.3 cm ile belirlenmiştir (Çizelge 3).

Fidan boyu değerleri ile bakı arasında da istatistiksel anlamda önemli derecede farklılıklar olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4). Buna göre, güney yamaçta dikilen sarıçam fidanlarının 130.3 cm ile kuzey bakılı yamaçlarda dikilenlere (120.9 cm) göre daha boylu oldukları sonucuna varılmıştır. Araştırmada ölçümü yapılan bir diğer veri ise fidanların kök boğaz çaplarındaki (KBÇ) artışların tespitidir. Buna göre, yapılan ANOVA testleri neticesinde, sarıçam fidanlarının ortalama KBÇ değerlerinin 2018 yılı sonunda 47.3 mm olduğu ortaya çıkmıştır. Bununla beraber, ortalama KBÇ değerlerinin deneme parselleri bakımından da istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık gösterdiği anlaşılmıştır (Çizelge 4). Burada, 3. deneme parselindeki sarıçam fidanlarının en yüksek kök boğaz çapına (57.7 mm) ulaştığı belirlenmişken, beşinci deneme alanındaki fidanların ise ortalama 44 mm ile en düşük KBÇ değerine sahip oldukları bulunmuştur (Çizelge 3).

**Çizelge 4.** Fidan boyu ve KBÇ değerlerinin deneme parselleri ve bakı arasındaki ilişkiyi gösteren varyans sonuçları

|            | Deneme Parselleri |          |          | Bakı     |          |          |
|------------|-------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
|            | F Değeri          | P Değeri | Ortalama | F Değeri | P Değeri | Ortalama |
| Fidan boyu | 9.46              | <0.001   | 127.65   | 5.740    | <0.017   | 125.6    |
| KBÇ        | 8.57              | <0.001   | 47.33    | 0.005    | <0.941   | 47.36    |

Bu sonuçların ortaya çıkmasında toprak derinliğinin ve dolayısıyla yetiştirme ortamı şartlarının daha iyi olmasının etkili olabileceği bildirilmektedir (Ölmez 1997). Bu çalışmada bulunan KBÇ değerleri, Yavuz (2011) tarafından Yusufeli'nde karaçam ağaçlandırma sahaslarında yapılan benzer çalışmada elde edilen ortalama kök boğaz çapları ile de paralellik göstermektedir. Ayrıca, KBÇ'nin kuzey bakıdaki sarıçam fidanlarında 47.25 mm, güney bakıdaki fidanlarda ise

47.32 mm oldukları bulunmuş fakat bu farklılığın istatistiksel olarak önemli düzeyde olmadığı tespit edilmiştir.

#### Fidanlardaki Boy Artımı

Yapılan çalışmada, sarıçam fidanlarının en fazla boy artımını 2017 yılı vejetasyon döneminin sonunda gerçekleştirdiği belirlenmiştir. 2012 yılındaki dikimlerden sonra sarıçam fidanlarının 2017 yılında yaptıkları 30.7 cm'lik artım ortalamasıyla en yüksek, buna karşılık 2013



yılı vejetasyon dönemi sonunda ise 10.6 cm ile en az boy artım ortalamasının yakalandığı dönem olarak belirlenmiştir (Çizelge 5). Bu neticenin oluşması, 2017 yılı öncesinde ve/veya sırasında yağışların diğer yıllara göre

nispeten daha fazla olmasıyla topraktaki nemi olumlu yönde etkilemesi ile kurak zamanları daha rahat atlatacak fidanların yeterli boy artımı yapabilmesine olanak sağlaması şeklinde yorumlanabilir.

**Çizelge 5.** Sarıçam fidanlarının bakı (K: kuzey, G: güney), yükselti ve yıllara göre yaptıkları ortalama boy artımları (cm)

| Den. Parseli | Bakı | Yükselti (m) | Artım |      |      |      |      |      |      |      |
|--------------|------|--------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|
|              |      |              | 2011  | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |
| 1            | K    | 1545         | 6.9   | 7.3  | 7.9  | 12.1 | 17.7 | 18.8 | 29.4 | 22.1 |
| 2            | G    | 1514         | 7.8   | 9.7  | 11.3 | 10.9 | 13.9 | 15.0 | 26.2 | 18.7 |
| 3            | G    | 1535         | 9.7   | 13.3 | 13.8 | 13.4 | 18.6 | 23.4 | 36.4 | 23.5 |
| 4            | G    | 1575         | 9.2   | 12.6 | 11.8 | 12.4 | 14.4 | 16.2 | 32.5 | 17.9 |
| 5            | G    | 1597         | 9.6   | 10.7 | 11.2 | 15.3 | 17.4 | 19.7 | 35.8 | 23.1 |
| 6            | G    | 1612         | 9.5   | 12.8 | 12.7 | 12.3 | 15.4 | 19.3 | 30.7 | 19.4 |
| 7            | K    | 1633         | 7.4   | 10.8 | 12.6 | 12.4 | 18.6 | 19.2 | 23.8 | 21.0 |

Meteorolojiden alınan veriler kontrol edildiğinde, gerçekten de 2016 yılında düşen toplam 472.2 mm'lik yağışın uzun dönem toplam ortalama yağış miktarı olan 375.9 mm'den önemli miktarda daha fazla olduğu anlaşılmaktadır (Anonim 2019). Ayrıca, fidanların çap ve boy artımında, toprak işleme tiplerinin de etkili olduğunu ortaya koyan çalışmalar da mevcuttur. Göl ve Yel (2016) ile Öz ve Göl (2021), BUROR teraslama alanlarında dikilen karaçam fidanlarının hem boy hem de çap artımları bakımından ikili riper ile alt toprak işleme + çift soklu pulluk ile açılan teraslarda dikilen fidanlara göre daha iyi sonuçlar verdiğini rapor etmişlerdir.

Genel bir değerlendirme yapılacak olursa; toplam 375.9 mm yıllık ortalama yağış miktarı ile yarı kurak iklim özelliğine sahip (Turna ve ark. 2006) bu ve benzeri bölgelerde yapılacak ağaçlandırma çalışmalarında başarı, uygulama yapılacak alana has biyolojik, ekolojik ve sosyo-ekonomik çok sayıda kıstasa bağlıdır. Örneğin, kullanılacak türler bakımından o sahanın doğal bitki örtüsünün ve sahaya özgü çok sayıda ekolojik özelliğin bilinmesi önem taşımaktadır (Booth ve Wickens 1988, FAO 1989, Gonella ve Neel 1993, Evans ve Turnbull 2004). Özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde havadaki serbest azotu bağlayabilen, odun dışı tali ürünler veren ve kırsal yöre halkının ekonomisine destek sağlayan türlerin kullanılması da dikkate alınmalıdır (Evans ve Turnbull 2004). Ayrıca çalılar, ağaç ve ağaççıklar ile çok yıllık bazı

mera türlerinin kullanımı da ağaçlandırma uygulamalarında göz önünde bulundurulmalıdır (Dirik 1994, Çalikoğlu 2002, Semerci 2002). Sonuç olarak, Doğu Anadolu Bölgesi'nin kurak/yarı kurak ve karasal iklime sahip soğuk bölgelerinde, uygun ekolojik şartlarda karaçam, Toros sediri, sarıçam, meşe, ardıc, türlerinin kullanılmasının uygun olacağı çeşitli araştırmalarda önerilmektedir (Yaltırık 1971, Odabaşı ve Boydak 1984, Ürgenç 1998).

#### **Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrol Çalışmalarının Toprak Özelliklerine Etkisi**

Daha önce belirtildiği üzere, yapılan ağaçlandırma ve erozyon kontrol çalışmalarında BUROR teras ile makinalı toprak işleme (teraslama) yapıldıktan sonra bu teraslara sarıçam fidanları dikildiğinden, bu işlemlerin araştırma sahasındaki bazı toprak parametrelerinde meydana getirebileceği olası değişiklikler de bu çalışmanın irdelenmesi istediği hedeflerden biridir. Bu amaçla, karşılaştırma için hem teraslardaki hendeklere dikilen fidan dibinden hem de terasların arasında kalan ve müdahale görmemiş (kontrol olarak kabul edilen) alandan alınan toprak örnekleri üzerinde OM, pH, iletkenlik, agregat stabilitesi ve tekstür analizleri yapılmış ve sonuçlar ANOVA ile test edilmiştir.

*OM (%)*: Yapılan ANOVA analizi neticesinde, OM değerlerinin teraslar arasında kalan doğal arazide

(kontrol) %2.38 ile fidan dikiminin yapıldığı terastaki topraklardaki %1.46'lık miktardan istatistiksel anlamda daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 6). Bu sonucun ortaya çıkmasında, bazı avantajlarına rağmen, mini ekskavatör kullanılarak yapılan BUROR teraslamanın hem daha geniş (yaklaşık 100-120 cm) hem de daha derin (yaklaşık 80-100 cm) toprak işlemlerinden dolayı bazı durumlarda, ağaçlandırılacak araziye doğal yapısından çıkarabiliyor olması önemli etmenlerden biri olarak görülebilir. Örneğin, Artvin'in Yusufeli ilçesinde elle (işçi gücü) yapılan yaklaşık 60-90 cm genişliğindeki teraslara dikilen yalancı akasya fidan sahasındaki OM miktarının

müdahale görmemiş (kontrol) çıplak alana nazaran artış gösterdiği, bunun da elle yapılan teraslama işleminin toprak özelliklerini daha koruyucu bir yöntem olduğu söylenebilir (Yüksek ve ark. 2010).

*Toprak Reaksiyonu (pH):* Ölçümü yapılan pH değeri, teras yapılmamış sahadan (doğal arazi) alınan toprak örneklerinde ortalama 7.62, buna karşılık teraslarda fidanların dikildiği hendek etrafından alınan toprak örneklerinde ise 7.67 olarak bulunmuş ve bu farklılığın istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 6).

**Çizelge 6.** Deneme sahasında teras ve teras arası (kontrol) alanlardaki bazı toprak özelliklerinin ortalama değerleri ile bunların ANOVA test sonuçları

|                                | Teras    |          |          | Teras Arası |          |          |
|--------------------------------|----------|----------|----------|-------------|----------|----------|
|                                | F Değeri | P Değeri | Ortalama | F Değeri    | P Değeri | Ortalama |
| OM (%)                         | 37.11    | <0.001   | 1.46     | 37.11       | <0.001   | 2.38     |
| pH                             | 8.90     | >0.004   | 7.67     | 8.90        | <0.004   | 7.62     |
| Eİ ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) | 4.78     | >0.032   | 180.92   | 4.78        | <0.032   | 164.38   |
| Agre. Stab. (%)                | 7.79     | >0.007   | 52.77    | 7.79        | <0.007   | 61.04    |
| Kum (%)                        | 2.09     | >0.153   | 44.18    | 2.09        | <0.153   | 47.24    |
| Kil (%)                        | 2.20     | >0.142   | 34.72    | 2.20        | >0.142   | 32.42    |
| Toz (%)                        | 0.30     | >0.585   | 21.25    | 0.30        | <0.585   | 20.34    |

*Elektrik İletkenliği (Eİ):* Yapılan varyans analizi sonucunda BUROR teraslarda fidanların dikildiği hendeklerin etrafında Eİ değeri  $180.92 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  olarak belirlenmişken teras arasındaki doğal (kontrol) alanda  $164.38 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  ile istatistiksel olarak önemli seviyede daha yüksek olarak bulunmuştur (Çizelge 6). Ancak, bu araştırmada elde edilen ortalama Eİ değerlerinin, genel olarak ülkemizdeki orman ve mera topraklarında yapılan diğer bazı çalışmalarda (Demir ve ark. 2012, Kravkaz-Kuşcu 2014) tespit edilen 200 ile  $450 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  arasında değişen Eİ miktarlarının altında kaldığı anlaşılmaktadır. Özellikle mera topraklarında tespit edilen ve bu çalışmadaki Eİ değerlerine yakın olan miktarlar çalışma alanımızın da aslında hem kuraklık hem de insan kaynaklı faktörlerle artık orman toprağı özelliğini kaybederek (ciddi erozyondan dolayı) daha çok bir mera alanı özelliği taşıdığı çıkarımına varılabilir. Bununla birlikte, topraklarda Eİ oranlarının yüksek olmasının, o alanda bulunan vejetasyonun hem suyu hem de bazı bitki besin maddelerini yeterli seviyede kullanamamasına neden olduğu ve bu nedenle de bitkiler için dengeli beslenme

açısından uygun olmayan koşullar yarattığı bildirilmektedir (Vardar 1972).

*Agregat Stabilitesi (%):* Uygulanan ANOVA testi neticesinde, teras yapılmamış alanda %61.04 olarak bulunan ortalama agregat stabilitesi değerlerinin, fidan dikiminin yapıldığı terastaki topraklarda %52.77 çıktığı ve bu düşüşün istatistiksel anlamda da önemli seviyede olduğu ortaya çıkmıştır (Çizelge 6). Bilindiği üzere, düşük agregat stabilitesi değeri toprakların erozyona yatkınlığını belirten önemli bir etmenddir (Kemper ve Rosenau 1986). Bu çalışmada teraslama yapılmamış doğal alandaki yüksek agregat stabilitesi toprakların erozyona karşı daha dayanıklı olduğunu, buna karşılık BUROR ile teraslamanın bu açıdan toprağı olumsuz etkilediğini göstermektedir. Literatürde yapılan benzer bir çalışmada, örneklenen iki parseldeki mevcut agregat stabilitesi değeri %81.7 iken, parsellerden birinin üzerindeki doğal bitki örtüsünün kaldırılmasıyla beş yıllık bir süre içinde bu değer %56.4'e düştüğü rapor edilmiştir (Castillo ve ark. 1997).



arttırdığı/güçlendirdiği bir yandan da kütle artımına destek olduğu belirtilmiştir. Sonuç olarak, bu çalışmada fidanların boy artımıyla, o alana önceki sene düşen yağışlar arasında elde edilen bu yüksek ilişkinin, vejetasyon döneminden önce uzun yıllar ortalamasının üzerinde yağın yağışların, topraktaki nemi olumlu yönde etkilediği ve bunun da -o vejetasyon dönemi kurak geçse dahi- fidanların yeterli boy artımı yapmasına katkı sağladığı şeklinde yorumlanabilir.

## SONUÇ

Ülkemizin özellikle Doğu Anadolu, İç Anadolu ve Güney Doğu Anadolu Bölgeleri'nde etkili olan yetersiz yağış ve özellikle yaz mevsiminde yaşanan kuraklık, zayıf bitki örtüsü vb. faktörlerin yüksek oranda ve şiddette toprak erozyonuna neden olduğu bir gerçektir. Günümüzde yaşanan en ciddi çevresel sorunlardan biri olan toprak erozyonunun büyük alanlarda etkisini gösterdiği illerden biri olan Erzincan'da çözüm amaçlı olarak birçok ağaçlandırma ve erozyon kontrol faaliyetleri gerçekleştirilmektedir. Ancak, bu faaliyetlerin başarılı olması terasların yapımında, fidanların seçiminde, ekim/dikim faaliyetlerinde ve bakımların yapılmasında yapılan tercihlere ve uygulanacak yöntemlere bağlıdır. Buradan yola çıkarak, bu çalışmada, Erzincan-Keklik kayası yöresinde mini ekskavatör ile yapılan BUROR teraslara 2012 yılında dikilen 1+2 yaşta tüplü sarıçam fidanlarının 2018 yılı vejetasyon dönemi sonundaki (6 yıllık) gelişim durumlarının ve başarı oranlarının belirlenmesi ve değerlendirmesi amaçlanmıştır. Çalışma sonucunda ortaya çıkan sonuçlar incelendiğinde, 2012 ile 2018 yılları arasındaki dönem için alanda dikilen sarıçam fidanlarının ortalama %88 civarında bir başarı oranı yakaladıkları, bu oranın kuzey bakıda %91.5 ile güney bakıda elde edilen %87'lik başarı oranından daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, fidanların ortalama kök boğaz çaplarının 47.3 mm olduğu, boylarının ise güney yamaçlarda 130.3 cm, kuzey bakıda ise 120.9 cm ortalama yakaladığı ortaya çıkmıştır. Bu sonuçlara ek olarak, mini ekskavatörle gerçekleştirilen BUROR tipi teras yapımının, arazideki bazı toprak parametrelerini olumsuz yönde etkilediği ve bu toprakların iyileşme belirtileri göstermesi için daha uzun süreler gereksinim duyulduğu ortaya çıkmıştır. Son olarak, üzerinde ölçüm yapılan fidanların

2013 ve 2018 yıllarını kapsayan büyüme periyotları sonunda yaptıkları boy artımlarıyla hem bir önceki sene hem de büyüme döneminde yağın toplam yağış değerleri arasında, sırasıyla,  $R^2 = 0.77$  ve  $R^2 = 0.85$  seviyelerinde anlamlı ilişki olduğu belirlenmiştir.

## BİLGİLENDİRME

Bu çalışma Artvin Çoruh Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim dalında yürütülen "Erzincan Keklik kayası mevkiindeki erozyon sahalarında yapılan sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ağaçlandırmalarının uzun dönem başarı/büyüme durumları ile bazı toprak özellikleri üzerine etkisinin irdelenmesi" başlıklı yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

## KAYNAKLAR

- Altın M, Gökkuş A, Koç A (2011) Çayır ve mera yönetimi (Genel ilkeler). T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, Ankara, Cilt (1): 64-65
- Anonim (2008) Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrol Çalışmaları. URL: <http://www.agm.gov.tr/faaliyetler8.asp>
- Anonim (2019) İllere Ait Resmi İstatistik Verileri. Tarım ve Orman Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2019. URL: <http://www.mgm.gov.tr>
- Anonim (2022) Türk Ormancısının Geliştirdiği Yöntem: Buror Teras. Bursa Orman Bölge Müdürlüğü URL: <https://bursaobm.ogm.gov.tr/Sayfalar/burorteras.aspx>
- ASAE (1986) Design, Layout, Construction and Maintenance of Terrace Systems, ASAE Standard: ASAE S.268.3, ASAE St. Joseph, MI., 449-453
- Atalay İ (1994) Türkiye Coğrafyası. Ege Üniversitesi Basımevi
- Atalay İ, Efe R (2015). Türkiye Biyocoğrafyası. Meta Basım Matbaacılık, İzmir
- Booth FE, Wickens GE (1988) Non-timber uses of selected arid zone trees and shrubs in Africa (No. 19). Food & Agriculture Org
- Bozyurt O (2002) Küresel iklim değişiklikleri. Klimatoloji Çalıştay Bildiriler Kitabı, 11-13 Nisan 2002, 247-256, İzmir
- Castillo V.tv LM, Martinez M, Albaladejo J (1997) Runoff and soil loss response to vegetation removal in a semiarid environment. U.S. Soils. Soil Science Society of America Journal, 61(4): 1116-1121
- Çalikoğlu M (2002) Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* Arnold ssp. *pallasiana* Lamb. Holmboe) orijinlerinin kuraklığa karşı reaksiyonlarının ekofizyolojik analizi. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İstanbul
- ÇEM (2021) Çölleşme ve erozyonla mücadele faaliyetleri. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, <https://www.tarimorman.gov.tr/CEM/Menu/48/Kutuphane>
- ÇEM (2022) Dinamik erozyon modeli ve izleme sistemi (DEMİS). T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, <https://www.tarimorman.gov.tr/CEM/Link/9/Izleme-Sistemleri>
- Çepel N (1978) Orman ekolojisi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, s 44

- Demir S, Kılıç K, Aydın M (2012) Farklı kullanım altındaki toprakların kıvam limitleriyle bazı toprak özellikleri arasındaki ilişki. GOÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 29 (2): 63-71
- Dirik H (1994) Üç yerli çam türünün (*Pinus brutia* Ten., *Pinus nigra* Arn. ssp. *pallasiana* Lamb. Holmboe, *Pinus pinea* L.) kurak periyottaki transpirasyon tutumlarının ekofizyolojik analizi. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, 44(1): 111- 121
- Doğan O, Çelebi D, Aybaş MC (1982) Orta anadolu iklim koşullarında uygulanan yarım seki terasların toprak ve su muhafazasının etkilerinin saptanması ve teras standartlarının bulunması (ara rapor). Merkez Toprak Araş. Enst., Genel Yay.No.81, Ankara
- Doğan O (2011) Türkiye' de erozyon sorunu nedenleri ve çözüm önerileri. Bilim ve Aklın Aydınlığında Eğitim s.62, Ankara
- Evans J, Turnbull J (2004) Plantation forestry in the tropics. 3rd. Edition, Oxford University Press, Oxford, 467 s.
- Dudney J, LM Hallett, L Larios, EC Farrer, EN Spotswood, C Stein, KN Suding (2017) Lagging behind: have we overlooked previous-year rainfall effects in annual grasslands? Journal of Ecology 105:484–495
- Eriñç S (1977) Vegetasyon Coğrafyası. Fen Edebiyat Fakültesi Basımevi, İstanbul
- Erpul G, Şahin S, İnce K, Küçümen A, Akdağ MA, Demirtaş İ, Çetin E (2018) Türkiye su erozyonu atlası. Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara
- Erpul G, İnce K, Demirhan A, Küçümen A, Akdağ MA, Demirtaş İ, Sarıhan B, Çetin E, Şahin S (2020) Su erozyonu il istatistikleri-toprak erozyonu kontrol stratejileri (sürdürülebilir arazi/toprak yönetimi uygulama ve yaklaşımları). Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara
- Eruz E (1979) Toprak tuzluluğu ve bitkiler üzerindeki genel etkileri. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, B Serisi 29(2): 112-120
- FAO (1989) Arid zone forestry: a guide for field technicians. FAO Conservation Guide 20, <http://www.fao.org/docrep/T0122E/T0122E00.htm>
- Gonella MP, Neel MC (1993) Characterizing rare plant habitat for restoration in the San Bernardino National Forest. Proceedings: Wildland Shrub and Arid Land Restoration Symposium. Gen. Tech. Rep. INT-GTR-315. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Research Station; October 19-21; Las Vegas, NV
- Gökkuş A (2018) Meralarımız ile ilgili bir değerlendirme. TÜRKTOB Dergisi, 25: 6-8
- Göl C, Yel S (2016) Ağaçlandırma çalışmalarında farklı toprak hazırlığı uygulamalarının fidan gelişimi üzerine etkilerinin değerlendirilmesi. Turkish Journal of Forestry 17(2): 125-131
- Görcelioğlu E (1996) Ağaçlandırma alanlarında su ve toprak koruma amacıyla kullanılan teraslar ve orman yollarında erozyon kontrolü. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 46 (2):23-36
- Gülbaş M (2016) Denizli'de son on yılda yapılan ağaçlandırma çalışmalarının değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta
- Gülçür F (1974) Toprağın fiziksel ve kimyasal analiz metodları. İ.Ü. Orman Fak. Yay. No:201, İstanbul
- İnandık H (1961) Bitkiler Coğrafyası. İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Basımevi, İstanbul
- Kacar B (1996) Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: III. Toprak Analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fak. Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları, No:3, Ankara
- Kantarci MD (2000) Toprak İlimi (2. Baskı). İ.Ü. Yayın No: 4261, Orman Fakültesi Yayın No: 462, Çantay Basımevi, İstanbul
- Kasap Y, İrmak S (1998) Türkiye'de ve Kahramanmaraş ili'nde tarım arazileri ve erozyon sorunları. Ekoloji, 8(29): 6-10
- Kemper WD, Rosenau RC (1986) Aggregate stability and size distribution, in Klute, A. (ed.): Methods of Soil Analysis: Part I. 2nd edn., ASA, Madison, WI, USA, pp. 425-442
- Kravkaz-Kuşcu İS (2014) Kastamonu yöresindeki tarım-mera-orman topraklarındaki enzim (katalaz-üreez) aktivitelerinin karşılaştırılması. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- Melemez K (2011) Teras ağaçlandırmalarında kullanılan mini ekskavatörlerin çalışma verimliliğinin incelenmesi. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 13(20): 90-100
- Mutlu YE, Soykan A (2018) RUSLE (3D) modeli kullanılarak toprak erozyonu tahmini: Havran Çayı Örneği. Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi, (1): 50-66
- OGM (2020) Ormanlık İstatistikleri 2018. Orman Genel Müdürlüğü Resmi İstatistik Bilgileri, <https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Sayfalar/Istatistikler.aspx>
- Odabaşı T, Boydak M (1984) Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) ve GAP'ta ormancılığın yeri ve katkıları. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, 34(3): 33-48
- Ölmez Z (1997) Ardanuç orman işletmesindeki sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ağaçlandırmalarının değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon
- Öz Y, Göl C (2021) Yarı kurak ve tuzlu/jipsli alanlarda farklı arazi hazırlığı yöntemlerinin fidan gelişimine etkileri. Ormanlık Araştırma Dergisi, 8(2):146-156
- Özalp M, Dehşet F, Turgut T, Yıldırım S, İnanlı E (2015) Tahrip edilmiş eğimli arazilerde teraslama ve ağaçlandırma çalışmalarının toprak özelliklerini iyileştirmedeki rolü. 1 (1-2): 74-88
- Parlak M, Çanga MR (2007) Farklı debi ve eğim koşullarının parmak erozyonu ve sediment konsantrasyonu üzerine etkileri. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 20(1):59-65
- Robertson TR, Zak JC, Tissue DT (2010) Precipitation magnitude and timing differentially affect species richness and plant density in the sotol grassland of the Chihuahuan Desert. Oecologia, 162:185–197
- Sala OE, Gherardi LA, Reichmann L, Jobbagy E, Peters D (2012) Legacies of precipitation fluctuations on primary production: theory and data synthesis. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences, 367:3135–3144
- Sandel B, Goldstein LJ, Kraft NJB, Okie JG, Shuldman MI, Ackerly DD, Cleland EE, Suding KN (2010) Contrasting trait responses in plant communities to experimental and geographic variation in precipitation. New Phytologist 188:565–575
- Savaş Y (2011) Harran ovası topraklarında agregat stabiliteilerinin sulama öncesi ve sonrasındaki durumunun değerlendirilmesi. ss:30-33
- Semerci A (2002) Sedir (*Cedrus libani* A. Rich.) fidanların ait bazı morfolojik ve fizyolojik karakteristikler ile iç anadolu'daki dikim başarısı arasındaki ilişkiler. İç Anadolu Ormanlık Araştırma Enstitüsü Dergisi, Teknik Bülten No: 279, 142 s
- Seydoğulu S (2018) Bazı doğal mera alanlarının bitki örtüsü özellikleri, mera durumu ve sağlığının belirlenmesi. Turkish Journal of Forestry 19(4):368-373
- Taşdemir Ü (2016) Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) fidanlarındaki su stresi uygulamasının yarı kurak alan ağaçlandırmaları üzerine etkisi (5 yıllık sonuçlar). Yüksek Lisans Tezi Düzce Üniversitesi Düzce
- Turna İ, Altun L, Üçler AÖ, Tazegün T (2006) Kurak ve yarıkurak bölge ağaçlandırmalarının genel değerlendirilmesi. Türkiye'de Yarı Kurak Bölgelerde Yapılan Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Uygulamalarının Değerlendirilme si Çalıştayı, 1:33-41, Ürgüp
- Ürgenç Sİ (1998) Ağaç ve süs bitkileri fidanlık ve yetiştirme tekniği. İÜOF Yayın No: 442, 716 s, İstanbul
- Vardar Y (1972) Bitki Fizyolojisi Dersleri I (Bitkilerin metabolik olayları). Ege Üniversitesi Matbaası, Bornova, İzmir

- Weltzin JF, Loik ME, Schwinning S, Williams DG, Fay PA, Haddad BM, Harte J, Huxman TE, Knapp AK, Lin G (2003) Assessing the response of terrestrial ecosystems to potential changes in precipitation. *BioScience* 53:941–952
- Yalçinkaya NM, Çakar MM, Say N (2022) Erozyon ile mücadele kapsamında ağaçlandırma projelerinin etkinliği: Atatürk Barajı Örneği. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 5(1):282-300
- Yaltrık F (1971) Memleketimizde az tanınan bir odunsu bitki: Dağ Çiğlası (*Amygdalus arabica* Oliv.). *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B*, 21(2)
- Yavuz S (2011) Artvin-Yusufeli yöresinde Karaçamın (*Pinus nigra* subsp. *Pallasiana*) dikim başarısının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Artvin
- Yüksek T, Özalp M, Yüksek F, Yüksel E, Dehşet F, İnanlı E (2010) Erozyon kontrol sahalalarında kullanılan Yalancı Akasyanın (*Robinia Pseudoacacia* L.) toprak özelliklerine etkisi (Artvin-Pamukçular Havzası Örneği). *II:708-715*