

T.C.
ARTVİN ÇORUH ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ODUN KÜLÜNÜN 1+0 VE 2+0 YAŞINDAKİ SARIÇAM
(*Pinus sylvestris* L.) FİDANLARININ MORFOLOJİK ÖZELLİKLERİ
ÜZERİNE ETKİSİNİN BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mehmet KOŞAR

**Danışman
Doç. Dr. Aşkın GÖKTÜRK**

Artvin-2023

TEZ BEYANNAMESİ

Artvin Çoruh Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsüne Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Odun külünün 1+0 ve 2+0 yaşındaki sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) fidanlarının morfolojik özellikleri üzerine etkisinin belirlenmesi” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Doç. Dr. Aşkın GÖKTÜRK’ün sorumluluğunda tamamladığımı, verileri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 21/02/2023

Mehmet KOŞAR

JÜRİ TEZ KABUL TUTANAĞI
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ'NE

Doç. Dr. Aşkın GÖKTÜRK danışmanlığında Mehmet KOŞAR tarafından hazırlanan çalışma 08/03/2023 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Orman Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Sinan GÜNER İmza:.....

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Aşkın GÖKTÜRK İmza:.....

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Fatih TONGUÇ İmza:.....

Yukarıdaki imzalar adı geçen öğretim üyelerine aittir.

... / ... / 2023

Doç. Dr. Mustafa Çağatay KORKMAZ
Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

“Odun kültünün 1+0 ve 2+0 yaşındaki sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) fidanlarının morfolojik özellikleri üzerine etkisinin belirlenmesi” başlıklı bu  alı ma Artvin  oruh Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalında yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Konunun belirlenmesinde ve çalışmalarım sürecinde desteğini esirgemeyen danışman hocam Doç. Dr. A kın GÖKTÜRK’e, fidanlık alnını kullanma imkanı sunarak çalışmama destek veren Ormancılık Uygulama ve Araştırma Merkezi’ne, fidanların bakımı ve kontrolünde yardımcı olan   r. G r. Caner SATIRAL’a ve fidanlık personeli Sultan YILDIRIM’a, teşekkür ederim.

Çalışmanın bilimsel ve teknik açıdan ormancılık alanındaki uygulamaların ve tekniklerin geliştirilmesine katkı sağlamasını dilerim.

Mehmet KO AR
Artvin-2023

İÇİNDEKİLER

Sayfa No:

TEZ BEYANNAMESİ.....	I
JÜRİ TEZ KABUL TUTANAĞI.....	II
ÖNSÖZ.....	III
İÇİNDEKİLER	IV
ÖZET	VI
SUMMARY	VII
TABLolar DİZİNİ	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ	IX
KISALTMALAR DİZİNİ	X
1 GİRİŞ	1
2 LİTERATÜR ÖZETİ	3
3 MATERYAL VE YÖNTEM.....	5
3.1 Materyal	5
3.2 Yöntem.....	5
3.2.1 Odun Külü Uygulaması	5
3.2.2 Deneme Deseni	6
3.2.3 Fidanların Morfolojik Özelliklerinin Belirlenmesi	7
3.2.4 Kalite Kriterleri	8
3.2.5 Verilerin Değerlendirilmesi	9
4 BULGULAR.....	10
4.1 1+0 Yaşında Fidanlardan Elde Edilen Bulgular	10
4.1.1 Fidanların Morfolojik Özelliklere Ait Bulgular.....	10
4.1.2 Fidanların Kalite Ölçütlerine Ait Bulgular	11
4.2 2+0 Yaşındaki Sarıçam Fidanlardan Elde Edilen Bulgular	13
4.2.1 Fidanların Morfolojik Özelliklerine Ait Bulgular.....	13
4.2.2 Fidanların Kalite Ölçütlerine Ait Bulgular	14
4.3 Fidan Yaşına Göre Odun Külünün Etkisine Ait Bulgular	16
4.4 Fidanların Yaşama Yüzdelere Ait Bulgular.....	17
5 TARTIŞMA	19

6	SONUÇ VE ÖNERİLER.....	22
	KAYNAKLAR	23
	ÖZGEÇMİŞ.....	27



ÖZET

ODUN KÜLÜNÜN 1+0 VE 2+0 YAŞINDAKİ SARIÇAM (*Pinus sylvestris* L.) FİDANLARININ MORFOLOJİK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

Bu çalışmada kül yoğunluğuna göre 1+0 ve 2+0 yaşında sarıçam fidanlarının gelişimlerinde nasıl bir değişim olacağının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, odun külü (OK) uygulamasında 3/1, 5/1 ve 7/1 oranlarında, kömür külü uygulamasında ise 5/1 oranında karışım hazırlanmıştır. Külün etkisini ortaya koyabilmek için kontrol amacıyla kül karıştırılmamış fidanlık toprağı da kullanılmıştır. Polietilen tüplere alınan fidanlar 3 tekrarlı rastlantı blokları deneme desenine göre fidanlık koşullarında ekim yastıklarına yerleştirilmiştir. Odun külünün fidanların kalitesi üzerine etkisinin belirlenmesinde fidan boyu, kök boğaz çapı, gövde kuru ağırlığı ve gövde taze ağırlığı, kök taze ve kuru ağırlığı değerleri ve bu değerler yardımı ile hesaplanan katlılık, kuru gürbüzlük indisi, kök yüzdesi ve Dickson kalite indeksi ölçütleri kullanılmıştır.

Çalışma sonucunda odun külü yoğunluğunun sarıçam fidanlarının morfolojik özellikleri ve kalite ölçütleri üzerine etkisinin bulunduğu belirlenmiştir. Fidanların gelişimi üzerine genel olarak 1+0 yaşında 7/1 OK uygulamasının, 2+0 yaşındaki fidanlara 5/1 OK uygulamasının etkinin olduğu ($p<0.05$) belirlenmiştir. Morfolojik özellikleri ve kalite ölçütlerini etkileyen odun külü oranları farklılık gösterse de istatistiksel olarak benzerlikler dikkate alındığında 5/1 OK uygulamasının bu çalışmanın sonucunda belirlenen en etkili uygulama olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sarıçam, fidan gelişimi, morfolojik özellikler, odun külü

SUMMARY

DETERMINATION OF THE EFFECT OF WOOD ASH ON THE MORPHOLOGICAL PROPERTIES OF 1+0 AND 2+0 YEARS OLD SCOTS PINE (*Pinus sylvestris* L.) SEEDLINGS

In this study, it is aimed to determine how there will be a change in the development of 1+0 and 2+0 years old scotch pine seedlings according to the ash density. For this purpose, a mixture of 3/1, 5/1 and 7/1 ratios in wood ash (WA) application and 5/1 ratio in coal ash application was prepared. In order to demonstrate the effect of ash, nursery soil that was not mixed with ash was also used for control. The seedlings taken into polyethylene tubes were placed on planting pads in nursery conditions according to a randomized block design with 3 replicates. In order to determine the effect of wood ash on the quality of seedlings, the measured values of seedling height, root neck diameter, stem dry weight and stem fresh weight, root fresh and dry weight values and the hardness, dry strength index, root percentage and Dickson quality index measures calculated with the help of these values were used.

As a result of the study, it was determined that the wood ash density had an effect on the morphological characteristics and quality criteria of Scotch pine seedlings. It was determined that 7/1 WA application on 1+0 years old seedlings and 5/1 WA application on 2+0 years old seedlings had an effect on the development of seedlings ($p < 0.05$). Although the wood ash ratios affecting the morphological characteristics and quality criteria may differ, considering the statistical similarities, it can be said that the 5/1 WA application is the most effective application determined as a result of this study.

Keywords: Scots pine, seedling growth, morphological characteristics, wood ash

TABLÖLAR DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1. Odun külü uygulamasında kullanılan kül oranları.....	6
Tablo 2. 1+0 yaşındaki sarıçam fidanların morfolojik özelliklerine ait değerler...	10
Tablo 3. 1+0 yaşında ki sarıçam fidanların morfolojik özelliklerinin kül oranlarına göre varyans analizi sonuçları.....	11
Tablo 4. 1+0 yaşındaki sarıçam fidanların morfolojik özelliklerinin kül oranına göre Duncan Testi sonuçları	11
Tablo 5. 1+0 yaşındaki sarıçam fidanların kalite ölçütlerine ait değerler.....	11
Tablo 6. 1+0 yaşında fidanların kalite ölçütlerinin kül oranına göre gösteren varyans analizi sonuçları.....	12
Tablo 7. 1+0 yaşında fidanların kalite ölçütlerinin kül oranına göre Duncan Testi sonuçları.....	12
Tablo 8. 2+0 yaşında fidanların morfolojik özelliklerine ait değerler.	13
Tablo 9. 2+0 yaşında fidanların morfolojik özelliklerinin kül oranına göre değişip değişmediğini gösteren varyans analizi sonuçları.....	13
Tablo 10. 2+0 yaşında fidanların morfolojik özelliklerinin kül oranına göre Duncan Testi sonuçları	14
Tablo 11. 2+0 yaşında fidanların kalite ölçütlerine ait değerler.	14
Tablo 12. 2+0 yaşında fidanların kalite ölçütlerinin kül oranına göre varyans analizi sonuçları.....	15
Tablo 13. 2+0 yaşında fidanların kalite ölçütlerinin kül oranına göre farklılıklarını gösteren Duncan Testi sonuçları	15
Tablo 14. Fidan yaşına göre kül etkisinin değişip değişmediğini gösteren T testi sonuçları	16
Tablo 15. Fidan yaşı ve kül oranına göre fidan kalite ölçütlerinin değerleri	17
Tablo 16. Fidan yaşı ve kül oranına göre fidanların yaşama yüzdeleri	18
Tablo 17. En yüksek morfolojik özellik değerlerinin elde edildiği kül oranları....	20
Tablo 18. En yüksek kalite ölçütü değerlerinin elde edildiği kül oranları	20

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1. Fidanların yetiştirme ortamlarında kullanılan karışım ve fidanların polietilen tüplere yerleştirilmesi.....	6
Şekil 2. Yastıklara yerleştirilen fidanlar.....	7
Şekil 3. Kurutma fırını ve kurutma işlemine ait görsel.....	8



KISALTMALAR DİZİNİ

DKİ	: Dickson Kalite İndeksi
FB	: Fidan boyu
G/K	: Gövde/Kök
Gİ	: Gürbüzlük İndisi
GKA	: Gövde kuru ağırlığı
K	: Katlılık
KBÇ	: Kök boğazı çapı
KK	: Kömür külü
KKA	: Kök kuru ağırlığı
KKY	: Kuru Kök Yüzdesi
KTA	: Kök taze ağırlığı
OK	: Odun külü

1 GİRİŞ

Yangın, ekosistemlerin yapısını etkileyen önemli ekolojik faktörlerden biridir (Mack ve D'Antonio, 1998; Keeley, 2006; Baeza ve ark., 2007) ve yangından sonra ortaya çıkan en önemli materyal küldür (Reyes ve Casal 2006). Alanda bulunan bitki örtüsünün yoğunluğuna, dağılımlarına, yangın şiddetine ve türüne bağlı olarak toprak yüzeyi az ya da çok yoğun bir kül tabakasıyla kaplanır. Yanan bitkide bulunan besin içerikleri, kül içerisinde bulunmakta ve tekrar toprağa karışmaktadır. Bu nedenle odun külü organik toprak düzenleyiciler arasında yer almaktadır (Şimşek Erşahin ve Kavdır, 2015).

Odun külü, toprak ve bitki sistemine kalsiyum, potasyum, sodyum ve magnezyum gibi mineral besinleri sağlar. Ancak, organik kökenli maddeler azot, karbon, oksijen ve hidrojen, yanma sırasında yandığından kül içeriğinde bulunmazlar. Odun külü toprak asitliğini nötralize eden alkali bileşikler de içerir ve topraktaki pH seviyesini yükselterek toprağı alkali yapar. Toprakta çok iyi çözündüğünden, asidik topraklarda asitliğin giderilmesini sağlar. Potasyumca zengin olduğu için de bitkilerin potasyum ihtiyaçlarının karşılanmasında potasyumlu gübreler yerine kullanılabilir (Rasnake ve ark. 2002).

Yangından sonra oluşan kül tabakası alanda bulunan türlerin hem tohumlarının çimlenmesine hem de fidanlarının gelişim süreçlerine etki edebilir. Özellikle büyük ağaçların bulunduğu yerlerde oluşabilecek yoğun kül tabakası, külün çimlenme üzerindeki engelleyici etkisi nedeniyle (Reyes ve ark., 2015) fidan oluşum oranını azaltabilir (Kutiel ve Kutiel 1989; Izhaki ve ark. 1992, Ne'eman ve ark. 1992). Bununla birlikte, yanan bitki içeriğindeki besin elementleri toprağa karıştığından (Demeyer ve ark, 2001; Vance, 1996) alanda oluşacak yeni fidanlara besin kaynağı olacak ve daha iyi gelişim göstermelerine olanak sağlayacaktır (Reyes ve Casal 1998; Reyes ve ark., 2015).

Sarıçam yangına hassas ekosistemlerin önemli bir türüdür. Ülkemizde ve dünyada çok geniş alanlarda yayılış göstermektedir. Bu nedenle de özellikle son yıllarda meydana gelen yangınlardan en çok etkilenen türler arasında yer almaktadır. Turna ve Bilgili

(2006), sarıçam ormanlarında yangınların ta örtüsünü kaldırarak çimlenme üzerinde olumlu bir etkiye sahip olabileceğini ve böylece toprağa bırakılan tohumlar için daha fazla ışık sağlayabileceğini bildirmişlerdir. Yangın sonrasında azalan tepe tacı etkisi ve artan ışık oranıyla bağlantılı olarak fidanlarda gelişimin artması beklense de, oluşacak kl tabakasının toprak bünyesindeki etkisinin fidanların gelişimi üzerine nasıl bir etkide bulunacağı belirsizdir. Kl yoğunluğuna bağlı olarak artan toprak pH'ı bazik etki oluşturacağından özellikle gelişim için asidik topraklar isteyen türlere olumsuz etkide bulunabilir.

Bu çalışmada yangın sahalarında oluşabilecek kl yoğunluğuna göre sarıçam fidanlarının gelişimlerinde nasıl bir değişim olacağının belirlenmesi amaçlanmaktadır. Çalışmada elde edilen sonuçlar, odun külünün sarıçam fidanlarındaki etkisine göre, yangın sonrasında türün devamlılığı bakımından gerekli önlemlerin alınmasına ışık tutacaktır.

2 LİTERATÜR ÖZETİ

Odun külü, yenilenebilir enerji kaynaklarının gündeme gelmesiyle birlikte, odun ve orman artıklarının yakılmasıyla oluşan bir yan ürün olarak değerlendirilmeye başlanmıştır (Omil ve ark., 2007). Özellikle, termik ve elektrik santrallerinde, sunta ve kağıt fabrikalarında odun artıklarının yakılması sonucunda ve biyokütle yakıtının teşvik edilmesi ve yaygınlaşması ile ortaya çıkacak kül miktarının çok fazla olacağı düşünülmektedir (Ots ve ark., 2017). Bu nedenle de yan ürün olarak külün değerlendirilme olanakları araştırılmaktadır. Ormancılık alanında odun külü ile ilgili araştırmalar çoğunlukla, tohumların çimlenmesi ve çimlenme engellerinin giderilmesine (Göktürk ve Yılmaz, 2015) ve fidanlarda biyokütle artışına etkisinin belirlenmesine (Reyes ve Casal 1998; Reyes ve ark., 2015, Ots ve ark., 2017) yönelik olarak gerçekleştirilmektedir.

Tohumların çimlenmesi üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmalarda çoğunlukla Alıç (*Crataegus* sp.) (Göktürk ve Yılmaz, 2015; Baba, 2017; Göktürk ve Yıldırım, 2020; Göktürk ve ark. 2021) ve Ardıç (*Juniperus* sp.) (Gültekin ve ark., 2003; Gültekin ve ark., 2006a-b) türleri ele alınmıştır. Doğu alıcı (*Crataegus orientalis*) tohumlarında 6 gün küllü suda bekletme ön işlemi uygulanan tohumlardan yüksek çimlenmeler elde edilmiştir (Göktürk ve Yılmaz 2015). Diken ardıç (*Juniperus oxycedrus*) tohumlarıyla yapılan çalışmada da küllü su uygulamasının tohumların çimlenmesi üzerine olumlu etkide bulunduğu sonucuna varılmıştır (Gültekin ve ark., 2003).

Fidan gelişimi üzerine külün etkisinin belirlenmesine yönelik yapılan çalışmalar, kül yataklarının fidanların gelişimi desteklediğini göstermektedir (Reyes ve Casal 1998; Reyes ve ark., 2015). Odun külünün fidanların gelişimi üzerindeki bu olumlu etkisi odun külünün bitki büyümesi için gerekli tüm elementleri içermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Demeyer ve ark, 2001; Vance, 1996). Ancak, bitki büyümesi için önemli olan N, yanma sırasında buharlaştığından kül içeriğinde oldukça düşük oranda bulunur. Bitki büyümesini sınırlayan elementlerin P ve K olduğu kuru turbalıklarda ağaç büyümesi için yararlı etkisinin olduğu kanıtlanmıştır (Ernfors ve ark., 2010; Moilanen ve ark, 2005; Vaatainen ve ark., 2011).

Odun külü, toprağın alkalitesini ve besin durumunu artırır (Brais ve ark., 2015; Huotari ve ark., 2015; Kikamagi ve ark., 2014; Ozolinčius ve ark., 2007). Toprağın alkalitesini artırması nedeniyle de bitkilerin canlılıkları üzerinde etki etmektedir (Augusto, ve ark., 2008). Düşük veya yüksek toprak pH değerlerinde bazı bitki mikro besinleri kullanılamaz hale gelir (Baskin ve Baskin 1998; Ghorbani ve ark., 1999). Özellikle iğne yapraklı türler için yüksek pH değeri bazı sorunlara neden olur. Yapraklı türlerin yetişebilmesi için de uygun pH değerinin 7-8 olması gerektiği belirtilmektedir. pH değerinin 4.0-4.5 olması fidanların K, P, Ca ve Mg dan yeteri kadar yararlanamamalarına neden olur. pH değerinin 7.7-8.5 olması durumunda ise Fe, Mn, B, Zn ve Cu gibi maddeler yeteri kadar alınmadığı için bitkilerde kloroz hastalığı görülür. İğne yapraklarda sararma ve kök çürüklüğü hastalığı meydana gelebilir. Yüksek pH değeri fidanlıklarda görülen kök çürüklüğü hastalığının en önemli nedenleri arasında yer almaktadır (Yahyaoglu ve Ölmez, 2003).

Farklı odun küllerinin kimyasal bileşimi çoğunlukla ağaç türlerine göre farklılık gösterebilir. Odun külü, odunu sert olan türlerde, yumuşak odunlu türlere göre daha fazla K ve P içerir, ancak daha az Ca ve Si içermektedir. Bununla birlikte odun külünün kimyasal bileşimi, yandığı ortama (açık alan, kazan, fırın vs.), yanma sıcaklığına, yakma teknolojisine ve olası kaynaklara bağlı olarak ta değişebilir (Parn ve ark, 2010; Pitman, 2006).

Kikamagi ve ark. (2014) tarafından yapılan çalışmada karışık küllerin (odun külü + yağlı şist külü) ağaçların büyümesi üzerinde önemli bir etkisi olduğu belirlenmiştir. Yetiştirme ortamına besin açısından zengin küllerin eklenmesi, ağaçların tüm toprak üstü biokütlesinin artışını önemli ölçüde artırmaktadır (Ots ve ark, 2017).

Karışık küllerin ağaçların ve tüm orman ekosisteminin işleyişi üzerindeki etkisine yönelik yapılan çalışmalarda, ağır hasar görmüş orman ekosistemlerinde toz şist külü ile kireçleme, Sarıçam meşceresinin sağlık durumunu iyileştirdiği belirlenmiştir (Terasmaa ve Sepp, 1994; Terasmaa ve Pikk, 1995). Turbanın odun külü ve yağlı şist külüyle işlenmesinin, ağaç külüyle işlemeye göre Sarıçamın biyokütle oluşumunu daha fazla uyardığını göstermiştir (Kikamagi ve Ots, 2010; Kikamagi ve ark. 2013, 2014; Aguraijuja ve ark., 2015).

3 MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

Bu çalışmada, 1+0 ve 2+0 yaşında sarıçam fidanları, odun külü, kömür külü, torf ve orman toprağı kullanılmıştır. Odun külü, meşe – gürgen odunlarının ekmek fırınında yakılması ile elde edilmiştir. Kömür külü ise kalorifer kazanlarında yakılan ısı kömürlerinden elde edilmiştir. Odun külü ve kömür külü kullanılmadan önce 2 mm’lik elekte elenmiştir. Torf malzemesi olarak satın alınan ithal sterilize torf kullanılmıştır. Orman toprağı ise Artvin Saçinka İşletme şefliği Kayın meşçelerinden üst toprağın alınması ve elenmesi suretiyle elde edilmiştir. Çalışmada ayrıca fidanların yetiştirilmesinde 14 cm x 35 cm ebatlarındaki polietilen tüpler (fidan poşetleri) kullanılmıştır.

Fidan yetiştirme ortamlarının hazırlanması, fidanların tüplere alınması ve bir vejetasyon süresi boyunca gelişimlerinin takip edilmesi Artvin Çoruh Üniversitesi Ormancılık Uygulama ve Araştırma Merkezi Fidanlığında gerçekleştirilmiştir. Fidanların morfolojik özelliklerinin belirlenmesi için gerekli ölçüm ve tespitler ise Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Tohum ve ağaçlandırma Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Fidanlar tüplere 28 Ekim 2020 tarihinde alınmış ve morfolojik ölçümler için fidanların söküldüğü 22 Eylül 2021 tarihine kadar yastıklarda gerekli sulama ve ot alma gibi bakım uygulamalarına tutulmuştur.

3.2 Yöntem

3.2.1 Odun Külü Uygulaması

Odun külü uygulamasında oranlar fidanlıklarda pratik ölçü olarak kullanılan kürek atım sayısına göre hazırlanmıştır. Tablo 1’de verilen oranlarda, ilk değer karışıma kaç kürek fidanlık toprağı atıldığını, ikinci değer de kaç kürek kül atıldığını göstermektedir.

Tablo 1. Odun külü uygulamasında kullanılan kül oranları

Sıra	Oran	Kül Kaynağı	Ortamdaki Külün Oranı	Uygulama Kısaltması
1	3/1	Odun	%25	3/1 OK
2	5/1	Odun	%17	5/1 OK
3	7/1	Odun	%13	7/1 OK
4	5/1	Kömür	%17	5/1 KK
5	Kontrol	-	% 0	K

Kömür külü, fidanların gelişimine olumsuz etkisinin olabileceği düşüncesiyle sadece odun külünün etkisini değerlendirebilmek için tek oran olarak uygulanmıştır. Fidanların yetiştirilmesinde külün etkisini ortaya koyabilmek için kontrol amacıyla kül karıştırılmamış fidanlık toprağı da kullanılmıştır. Fidanlık toprağı ise 5:1:1:1 oranında orman toprağı, torf, perlit ve yanmış koyun gübresi karıştırılarak hazırlanmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Fidanların yetiştirme ortamlarında kullanılan karışım ve fidanların polietilen tüplere yerleştirilmesi

3.2.2 Deneme Deseni

Polietilen tüplere alınan fidanlar 3 tekrarlı rastlantı blokları deneme desenine göre fidanlık koşullarında ekim yastıklarına yerleştirilmiştir. Karışım oranlarına göre

fidanlar yastıklara tesadüfi olarak yerleştirilmiştir (Şekil 2). Kontrol ve her karışım oranı için tekrarda 30 adet olmak üzere 90 fidan kullanılmıştır. İki yaş grubu (1+0, 2+0), dört karışım oranı (Odu külü; 3/1, 5/1, 7/1, kömür külü: 5/1) ve kontrol grubu için toplamda kullanılan fidan sayısı 900 adettir.



Şekil 2. Yastıklara yerleştirilen fidanlar

3.2.3 Fidanların Morfolojik Özelliklerinin Belirlenmesi

Morfolojik özelliklerin belirlenmesi için gerekli ölçümler fidanlar tüplere alınmadan önce ve tüplere alınmalarını takiben yaklaşık bir yıl sonra ilk vejetasyon mevsimi sonunda gerçekleştirilmiştir. Ölçümler yapılmadan önce laboratuvar ortamında getirilen fidanların köklerine zarar vermeden toprakları bol su ile durulanarak temizlenmiştir.

Odun külünün fidanların gelişimi üzerindeki etkisini ortaya koymak amacıyla fidanların morfolojik özellikleri dikkate alınmıştır. Fidanların gelişiminde dikkate alınan morfolojik özellikler aşağıda verilmiştir.

Fidanların morfolojik özellikleri;

- Kök boğaz çapı (mm)
- Fidan boyu (cm)
- Gövde taze ağırlığı (g)

- Gövde kuru ağırlığı (g)
- Kök kuru ağırlığı (g)
- Kök taze ağırlığı (g)
- Fidan kuru ağırlığı (g)

Fidan boyunun ölçülmesinde cetvel kullanılmış olup, fidan gövdesinin toprak yüzeyindeki kısmı ile tepe tomurcuğu arasındaki mesafe fidan boyu olarak değerlendirilmiştir. Fidan gövdesinin toprak yüzeyine en yakın kısmı kök boğaz çapı olarak dikkate alınmış ve mm hassasiyetinde dijital çap ölçer kullanılarak ölçülmüştür. Ölçümlerde her yaş grubundan ve karışımdan 30'ar fidan olmak üzere toplamda 300 adet fidan kullanılmıştır.

Fidan boyu ve kök boğaz çapı ölçümü tamamlanan fidanlar, kök boğaz çaplarından kesilmiş ve kök ve gövdelerin ağırlıkları 0.0001 gr hassasiyetindeki terazide ayrı ayrı tartılmıştır. Yaş ağırlıkları belirlenen fidanlar yaş ve gövde-kök olarak zarflara ayrı ayrı yerleştirilmiş ve zarfların üzerine ağırlığı tartılan materyalle ilgili bilgiler yazıldıktan sonra kurutma fırınına yerleştirilmiştir (şekil 3). Kurutma fırınında 105°C'de bir gün bekletildikten kök ve gövde örneklerinin kuru ağırlıkları tartılarak belirlenmiştir.



şekil 3. Kurutma fırını ve kurutma işlemine ait görsel

3.2.4 Kalite Kriterleri

Fidan kalitesinin belirlenmesinde ve odun külünün fidanların kalitesi üzerine etkisinin belirlenmesinde ölçümü yapılan fidan boyu, kök boğaz çapı, gövde kuru ağırlığı ve

gövde taze ağırlığı değerleri yardımı ile hesaplanan katlılık, kuru gürbüzlük indisi, kök yüzdesi ve Dickson kalite indeksi ölçütleri kullanılmıştır.

- Katlılık (K) = Gövde Kuru Ağırlığı / Kök Kuru Ağırlığı
- Gürbüzlük İndisi (Gİ) = Fidan boyu (mm) / Kök boğaz çapı (mm) (Aphalo ve Rikala, 2003)
- Kuru Kök Yüzdesi (KKY) = Kuru Kök Ağırlığı (gr) / Fidan Kuru Ağırlığı (gr) x 100
- Dickson Kalite İndeksi (DKİ) = Fidan Kuru Ağırlığı (gr) / (Gürbüzlük İndisi + Katlılık)

Gürbüzlük indisine göre fidanlar, değer 50 den küçük ise ($50 > Gİ$) kaliteli fidan, 50 ile 60 arasında ise ($60 > Gİ > 50$) ikinci sınıf fidan ve 60 tan büyük ($Gİ > 60$) ise üçüncü sınıf fidan olarak sınıflandırılmıştır (Yahyaoğlu ve Genç, 2007). Katlılık değerlerine göre fidanlar, değer üçten küçük ($3 > K$) ise birinci sınıf fidan; dört ile 3 arasında ($4 > K > 3$) ise ikinci sınıf fidan ve dörtten büyük ($K > 4$) ise üçüncü sınıf fidan olarak sınıflandırılmıştır. Dikson kalite indeksine göre değer 1'e yakın ve 1'den büyük ise fidanlar kaliteli olarak değerlendirilmiştir (Dickson ve ark., 1960).

3.2.5 Verilerin Değerlendirilmesi

Fidanların morfolojik özellikleri ve fidan kalite ölçütleri üzerine odun ve kömür külünün etkisinin olup olmadığını belirlemek için tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve fidan yaşına göre kül uygulamalarının etkisini belirlemek için bağımsız iki örneklem T-Testi kullanılmıştır. Varyans analizi sonucunda fidanların morfolojik özellikleri ve kalite ölçütlerinin odun külü oranına göre değişimlerinin anlamlı ($p > 0.05$) olduğunun belirlenmesi halinde, karışım oranlarına göre fidan gelişimlerinin kıyaslanabilmesi için Duncan testi kullanılmıştır. Varyans analizi ve Duncan testinin gerçekleştirilmesinde SPSS 19 istatistik paket programı kullanılmıştır.

4 BULGULAR

4.1 1+0 Yaşında Fidanlardan Elde Edilen Bulgular

4.1.1 Fidanların Morfolojik Özelliklere Ait Bulgular

Kül uygulaması için materyal olarak kullanılan 1+0 yaşında fidanların kök boğaz çaplarının 2.07 mm ile 5.39 mm, fidan boylarının 52.0 mm ile 165.0 mm arasında değiştiği belirlenmiştir. Fidanların ortalama boyları 92.8 mm, kök boğaz çapları 3.61 mm dir. Fidanların diğer morfolojik özelliklerine ait bulgular Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. 1+0 yaşındaki sarıçam fidanların morfolojik özelliklerine ait değerler.

Morfolojik Özellikler	Ortalama	En Çok	En Az
Kök Boğaz Çapı (mm)	3.61	5.39	2.07
Fidan Boyu (mm)	92.8	165.0	52.0
Yaş Kök Ağırlığı (g)	1.88	4.15	0.44
Yaş gövde Ağırlığı (g)	4.36	12.05	0.62
Kuru Kök Ağırlığı (g)	0.59	1.23	0.21
Kuru Gövde Ağırlığı (g)	1.26	6.67	0.23
Fidan Kuru Ağırlığı (g)	1.85	7.06	0.48

1+0 yaşında sarıçam fidanlarının gelişimlerinin kül oranına göre değişip değişmediğini belirlemek için yapılan varyans analizi sonucunda, fidan boyu, yaş kök ağırlığı ve kuru kök ağırlığı haricinde diğer morfolojik özellikler bakımından uygulanan kül oranları anlamlı farklılıklar ($p<0.5$) bulunmuştur (Tablo 3). Diğer bir ifadeyle, ortama eklenen kül oranının sarıçam fidanlarının kök boğaz çapını, yaş gövde ağırlığını, kuru gövde ağırlığını ve fidan kuru ağırlığını etkilediği ($p<0.05$) belirlenmiştir.

7/1 OK oranı sarıçam fidanlarının kök boğaz çapı, yaş gövde ağırlığı ve kuru gövde ağırlığı bakımından en yüksek değerlerin elde edildiği oran olmuştur. Diğer morfolojik özelliklerde de 7/1 OK oranı sayısal olarak en yüksek değerlere sahip olmasına karşın istatistiksel olarak diğer oranlardan farklılık göstermemektedir. Kök boğaz çapı bakımından 7/1 OK oranı haricinde diğer kül oranlarından kontrol uygulamasına göre

istatistiksel olarak daha düşük değerler elde edilmiştir. Kuru gövde ağırlığı bakımından kül oranının en fazla olduğu 3/1 OK oranından en düşük değer elde edilmiştir (Tablo 4).

Tablo 3. 1+0 yaşında ki sarıçam fidanların morfolojik özelliklerinin kül oranlarına göre varyans analizi sonuçları

Değişken	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F-Oranı	nem Düzeyi
Fidan Boyu (mm)	19088.09	4	4772.02	2.00	0.10
Kök Boğaz apı (mm)	762.90	4	190.72	46.48	0.00
Yaş Kök Ağırlığı (g)	59.55	4	14.89	2.83	0.05
Yaş gövde Ağırlığı (g)	295.26	4	73.82	5.81	0.00
Kuru Kök Ağırlığı (g)	4.95	4	1.24	1.24	0.30
Kuru Gövde Ağırlığı (g)	43.92	4	10.98	4.98	0.00
Fidan Kuru Ağırlığı (g)	63.34	4	15.84	2.87	0.03

Tablo 4. 1+0 yaşındaki sarıçam fidanların morfolojik özelliklerinin kl oranına göre Duncan Testi sonuçları

Kül Oranı	FB	KB	YKA	YGA	KKA	KGA	FKA
3/1 OK	154.67 a	5.46 c	3.96 a	5.52 b	1.56 a	2.12 c	3.69 b
5/1 KK	160.87 a	5.44 c	4.25 a	7.22 b	2.45 a	3.47 abc	5.91 a
5/1 OK	178.50 a	5.83 c	4.59 a	8.48 ab	2.04 a	3.85 ab	5.89 a
7/1 OK	191.03 a	11.56 a	5.65 a	10.83 a	2.46 a	4.44 a	6.90 a
Kontrol	161.40 a	9.58 b	3.73 a	6.96 b	2.19 a	2.91 bc	5.11 ab

4.1.2 Fidanların Kalite ltlerine Ait Bulgular

Çalışmada kullanılan 1+0 yaşında sarıçam fidanlarının gürbüzlük indisi 26.29, kuru kök yüzdesi %35.64, katlılık değeri 2.28 ve Dickson kalite indeksi değerleri 0.07 olarak belirlenmiştir (Tablo 5).

Tablo 5. 1+0 yaşındaki sarıçam fidanların kalite ltlerine ait değerler.

Kalite ltleri	Ortalama	En ok	En Az
Gürbüzlük İndisi	26.29	43.22	14.19
Kuru Kök Yüzdesi	35.64	56.90	5.52
Katlılık	2.28	17.10	0.76
Dickson Kalite İndeksi	0.07	0.19	0.01

1+0 yaşında sarıçam fidanlarının kalite ölçütlerinin kül oranından etkilenip etkilenmediğini belirlemek için yapılan varyans analizi sonucunda, dikkate alınan kalite ölçütlerinin tamamında farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı olduğu ($p<0.05$) bulunmuştur (Tablo 6). Diğer bir ifadeyle, kül oranının fidanların kalite ölçütleri üzerine etkisinin olduğu belirlenmiştir.

Tablo 6. 1+0 yaşında fidanların kalite ölçütlerinin kül oranına göre gösteren varyans analizi sonuçları

Değişken	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F-Oranı	Önem Düzeyi
Gürebüzlük İndisi	5981.18	4	1495.29	16.45	0.00
Kuru Kök Yüzdesi	1552.95	4	388.24	8.96	0.00
Katlılık	10.01	4	2.50	7.66	0.00
Dickson Kalite İndeksi	0.69	4	0.17	6.15	0.00

Gürebüzlük indisine göre bütün kül oranındaki fidanlar kaliteli sınıfta yer almaktadır. Ancak, kontrol grubundaki fidanlar ile 7/1 OK oranında yetiştirilen fidanlar gürebüzlük indisleri bakımından daha kaliteli olduğu tespit edilmiştir. Diğer kül oranındaki fidanlar gürebüzlük indisine göre kaliteli sınıfta yer alsalar da, Tablo 4 te verilen başlangıçtaki değerlerine göre daha yüksek değerlere sahiptirler. Kuru kök yüzdesi bakımından ise 3/1 OK oranına sahip olan fidanların en yüksek değere sahip olduğu, 7/1 OK oranının ise kontrol grubu fidanlara göre daha az kuru kök yüzdesinin olduğu belirlenmiştir (Tablo 7).

Tablo 7. 1+0 yaşında fidanların kalite ölçütlerinin kül oranına göre Duncan Testi sonuçları

Kül Oranı	Gürebüzlük İndisi	Kuru Kök Yüzdesi	Katlılık	Dickson Kalite İndeksi
3/1 OK	30.72 a	44.27 a	1.29 c	0.13 c
5/1 KK	32.26 a	41.60 ab	1.46 bc	0.19 bc
5/1 OK	31.65 a	33.93 c	2.11 a	0.21 bc
7/1 OK	16.61 b	35.97 bc	1.86 ab	0.38 a
Kontrol	18.49 b	42.22 a	1.42 bc	0.30 ab

4.2 2+0 Yaşındaki Sarıçam Fidanlardan Elde Edilen Bulgular

4.2.1 Fidanların Morfolojik Özelliklerine Ait Bulgular

2+0 yaşında fidanlarda kok boğaz çaplarının 3.88 cm ile 9.46 cm, fidan boylarının 16.50 cm ile 39.30 cm arasında değiştiği belirlenmiştir. Fidanların ortalama boyları 28.61 cm, kök boğaz çapları 9.46 cm'dir (Tablo 8).

2+0 yaşında sarıçam fidanlarının gelişimlerinin kül oranına göre değişip değişmediğini belirlemek için yapılan varyans analizi sonucunda, fidanların morfolojik özelliklerinin kül oranına göre değişimleri anlamlı bulunmuştur (Tablo 9). Diğer bir ifadeyle, ortama eklenen kül oranının 2+0 yaşında sarıçam fidanlarının fidan boyunu, kök boğaz çapını, yaş gövde ağırlığını, yaş gövde ağırlığını, kuru kök ağırlığını, kuru gövde ağırlığını ve fidan kuru ağırlığını etkilediği ($p<0.05$) belirlenmiştir.

Tablo 8. 2+0 yaşında fidanların morfolojik özelliklerine ait değerler.

Morfolojik Özellikler	Ortalama	En Çok	En Az
Kök Boğaz Çapı (mm)	7.11	9.46	3.88
Fidan Boyu (mm)	286.1	393.0	165.0
Yaş Kök Ağırlığı (g)	7.18	19.31	1.42
Yaş gövde Ağırlığı (g)	16.89	77.30	3.91
Kuru Kök Ağırlığı (g)	2.70	7.47	0.65
Kuru Gövde Ağırlığı (g)	5.81	11.24	1.54
Fidan Kuru Ağırlığı (g)	8.52	16.18	2.36

Tablo 9. 2+0 yaşında fidanların morfolojik özelliklerinin kül oranına göre değişip değişmediğini gösteren varyans analizi sonuçları

Değişken	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F-Oranı	Önem Düzeyi
Fidan Boyu	77417.38	4	19354.35	4.573	0.00
Kök Boğaz Çapı	24.44	4	6.11	3.503	0.01
Yaş Kök Ağırlığı	234.05	4	58.51	5.982	0.00
Yaş gövde Ağırlığı	1124.67	4	281.17	4.720	0.00
Kuru Kök Ağırlığı	149.64	4	37.41	10.521	0.00
Kuru Gövde Ağırlığı	447.76	4	111.94	8.265	0.00
Fidan Kuru Ağırlığı	888.51	4	222.13	9.330	0.00

2+0 yaşında sarıçam fidanlarında en yüksek fidan boyu 404.50 mm kontrol uygulamasından ve en yüksek kök boğaz çapı sırasıyla 5/1 OK (8.75 mm), Kontrol (8.49 mm), 7/1 OK (8.44 mm), 5/1 KK (8.21 mm) uygulamalarından elde edilmiştir (Tablo 3). En yüksek yaş kök (10.87 g) ve kuru kök (6.09 g) ağırlıkları 5/1 OK uygulamasından, yaş gövde (28.97 g) ve kuru gövde (13.85 g) ağırlıkları kontrol uygulamasından ve en yüksek fidan kuru ağırlığı da yine kontrol uygulamasından (18.70 g) elde edilmiştir (Tablo 10).

Tablo 10. 2+0 yaşında fidanların morfolojik özelliklerinin kül oranına göre Duncan Testi sonuçları

Kül Oranı	FB	KBÇ	YKA	YGA	KKA	KGA	FKA
3/1 OK	347.89 b	7.53 b	6.89 c	21.57 b	2.90 c	8.55 c	11.44 d
5/1 KK	350.07 b	8.21 ab	9.02 b	21.44 b	4.72 b	9.93 bc	14.64 c
5/1 OK	370.64 b	8.75 a	10.87 a	24.86 b	6.09 a	11.21 b	17.30 ab
7/1 OK	342.50 b	8.44 a	9.07 b	23.77 b	4.72 b	11.13 b	15.86 bc
Kontrol	404.50 a	8.49 a	8.62 b	28.97 a	4.86 b	13.85 a	18.70 a

4.2.2 Fidanların Kalite Ölçütlerine Ait Bulgular

Çalışmada kullanılan 2+0 yaşındaki sarıçam fidanlarının Gürbüzlük indisi 40.75, kuru kök yüzdesi %32.15, katlılık değeri 2.24 ve Dickson kalite indeksi değerleri 0.21 olarak belirlenmiştir (Tablo 11).

Tablo 11. 2+0 yaşında fidanların kalite ölçütlerine ait değerler.

Kalite Ölçütleri	Ortalama	En Çok	En Az
Gürbüzlük İndisi	40.75	53.20	21.21
Kuru Kök Yüzdesi	32.15	56.51	22.45
Katlılık	2.24	3.45	0.77
Dickson Kalite İndeksi	0.21	0.44	0.04

2+0 yaşında sarıçam fidanlarının kalite ölçütlerinin bakımından kül oranları arasındaki farklılıkların önemli ($p < 0.05$) olduğu belirlenmiştir. Diğer bir ifadeyle, kül oranının 2+0 yaşında sarıçam fidanlarının kalite ölçütleri üzerine etkisinin olduğu ve kül oranına göre fidanların kalite ölçütleri değişkenlik gösterdiği tespit edilmiştir (Tablo 12).

Tablo 12. 2+0 yaşında fidanların kalite ölçütlerinin kül oranına göre varyans analizi sonuçları

Değişken	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F-Oranı	Önem Düzeyi
Gürbüzlük İndisi	971.84	4	242.96	3.139	0.02
Kuru Kök %	1831.77	4	457.94	8.866	0.00
Katlılık	37.84	4	9.46	11.477	0.00
Dickson Kalite İndeksi	0.47	4	0.12	6.340	0.00

Gürbüzlük indisi değerleri en yüksek kontrol uygulamasında (48.28) ve en düşük 7/1 OK uygulamasında (41.81) elde edilmiştir (Tablo 13). Varyans analizi sonucunda uygulamalar arasında gürbüzlük indisi bakımından anlamlı farklılık olduğundan, bu değerler arasındaki sayısal farklılık istatistiksel olarak önemlidir. Değerlerin tamamı Gürbüzlük indisinde kalite sınır değeri olan 50 den küçük olduğundan, kontrol uygulaması ve diğer kül uygulamalarında fidanların birinci kalitede olduğu belirlenmiştir. Duncan testi sonucunda elde edilen grup farklılığı dikkate alındığında Gürbüzlük indisi bakımından en kaliteli fidan sağlayan oranın 7/1 OK olduğu görülmektedir.

Tablo 13. 2+0 yaşında fidanların kalite ölçütlerinin kül oranına göre farklılıklarını gösteren Duncan Testi sonuçları

Kül Oranı	Gürbüzlük İndisi	Kuru Kök Yüzdesi	Katlılık	Dickson Kalite İndeksi
3/1 OK	46.93 ab	25.89 c	3.27 a	0.24 b
5/1 KK	42.90 bc	31.95 ab	2.23 bc	0.33 a
5/1 OK	42.84 bc	35.26 a	1.92 c	0.40 a
7/1 OK	41.81 c	29.60 bc	2.48 b	0.39 a
Kontrol	48.28 a	26.29 c	3.08 a	0.38 a

Kuru kök yüzdesi bakımından en yüksek değer %35.26 oranında 5/1 OK uygulamasından elde edilmiştir. Kontrol uygulaması ile en yüksek kül oranına sahip 3/1 OK uygulamasının kuru kök yüzdeleri sırasıyla %26.29 ve %25.89 oranında elde edilmiş olup, istatistiksel anlamlılık bakımından aynı grupta yer almaktadırlar.

Katlılık kalite ölçütü bakımından en yüksek değerler kontrol ve 3/1 OK uygulamasından, en düşük değerler 5/1 OK ve 5/1 KK uygulamasından elde edilmiştir (Tablo 13). Elde edilen sonuçlara dayanarak, katlılık değeri 3 ten büyük değere sahip

Kontrol ve 3/1 Ok uygulamasında ki fidanların ikinci sınıf, diğer uygulamalardaki fidanların birinci sınıf olduğu belirlenmiştir. Katlılık ölçütü bakımından 2+0 yaşında en kaliteli fidan 5/1 OK uygulamasından elde edilmiştir.

Dickson kalite indeksi değerlerinin 2+0 yaşında sarıçam fidanlarında 1+0 sarıçam fidanlarına benzer şekilde 1 den küçük değerde oldukları tespit edilmiştir. Bu değerlere göre 2+0 yaşında sarıçam fidanları da kaliteli olarak değerlendirilememektedir. Grup farklılıklarına bakıldığında 3/1 OK uygulamasına ait fidanların en küçük değere sahip olduğu ve kalitesinin diğer uygulamalara göre daha düşük olduğu görülmektedir. 5/1 Ok, 5/1 KK ve 7/1 OK uygulamalarında fidanların kalite değerleri kontrol uygulamasından farklılık göstermemektedir.

4.3 Fidan Yaşına Göre Odun Külünün Etkisine Ait Bulgular

Sarıçam fidanlarının fidan yaşına kalite ölçütlerinin değişip değişmediğine dair yapılan t Testi sonucunda, kontrol ve kül uygulamalarında fidanların yaşa göre gürbüzlük indisi, kuru kök yüzdesi ve katlılık ölçütlerinin farklılık gösterdiği belirlenmiştir (Tablo 14). Dickson kalite indeksi bakımından ise 5/1 KK ve 7/1 OK uygulamaları haricinde yaşa göre fidanlar arasında farklılık bulunmamaktadır.

Tablo 14. Fidan yaşına göre kül etkisinin değişip değişmediğini gösteren T testi sonuçları

Kül Oranı		Kalite Ölçütü			
		Gürbüzlük İndisi	Kuru Kök Yüzdesi	Katlılık	Kalite İndeksi
3/1 OK	t	-2.89	3.93	-2.12	-1.45
	Önem Düzeyi	0.01	0.00	0.04	0.16
5/1 KK	t	-3.79	5.62	-5.64	-4.71
	Önem Düzeyi	0.00	0.00	0.00	0.00
5/1 OK	t	-4.54	-0.75	1.10	-4.14
	Önem Düzeyi	0.00	0.45	0.28	0.00
7/1 OK	t	-12.75	4.37	-4.16	-0.12
	Önem Düzeyi	0.00	0.00	0.00	0.91
Kontrol	t	-12.73	7.46	-9.49	-1.61
	Önem Düzeyi	0.00	0.00	0.00	0.11

Gümbüzlük indisi bakımından kontrol ve kül uygulamalarının tümünde 1+0 yaşındaki fidanların daha kaliteli olduğu belirlenmiştir. Kuru kök yüzdesi bakımından da gümbüzlük indisine benzer sonuçlar elde edilmiş olup, 1+0 yaşında fidanların kuru kök yüzdelерinin daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Tablo 15).

Katlılık ölçütüne göre 3/1 OK ve kontrol uygulamasında ki 2+0 yaşında sarıçam fidanlarının ikinci kalite sınıfında kaldığı, diğer uygulamalarda ise her iki yaş grubunda da fidanların birinci kalite sınıfında yer aldığı belirlenmiştir. Kalite indisi bakımından ise her iki yaş grubunda da tüm uygulamalarda fidanların kaliteli olarak değerlendirilemeyeceği tespit edilmiştir. Değerlerin 1'e yakınlık durumu ve yaş grupları arasında tespit edilen farklılık dikkate alındığında, 5/1 Ok ve 5/1 KK uygulamalarında 2+0 yaşındaki fidanların diğer fidanlara göre kaliteli olduğu görülmektedir (Tablo 15).

Tablo 15. Fidan yaşı ve kül oranına göre fidan kalite ölçütlerinin değerleri

Kalite Ölçütü	Yaş	3/1 OK	5/1 KK	5/1 OK	7/1 OK	Kontrol
Gümbüzlük İndisi	1	30.72	32.26	31.65	16.61	18.49
	2	46.93	42.90	42.84	41.81	48.28
Kuru Kök	1	44.27	41.60	33.93	35.97	42.22
	2	25.89	31.95	35.26	29.60	26.29
Katlılık	1	1.29	1.46	2.11	1.86	1.42
	2	3.27	2.23	1.92	2.48	3.08
Dickson Kalite İndeksi	1	0.13	0.19	0.21	0.38	0.30
	2	0.24	0.33	0.40	0.39	0.38

4.4 Fidanların Yaşama Yüzdelерine Ait Bulgular

Kül oranlarına göre fidanların yaşama yüzdeleri 1+0 yaşında sarıçam fidanlarında %3.3 ve %90 arasında, 2+0 sarıçam fidanlarında %31.11 ve %77.78 arasında değişmektedir. Her iki yaş grubunda da en düşük yaşama yüzdeleri 3/1 OK uygulamasında olduğu belirlenmiştir (Tablo 16).

Tablo 16. Fidan yaşı ve kül oranına göre fidanların yaşama yüzdeleri

Fidan Yaşı	Kül Oranı	Toplam Fidan Sayısı	Kuruyan Fidan Sayısı	Yaşama Yüzdesi (%)
1+0	3/1 OK	90	87	3.33
1+0	5/1 KK	90	67	25.56
1+0	5/1 OK	90	9	90.00
1+0	7/1 OK	90	49	45.56
1+0	K	90	36	60.00
2+0	3/1 OK	90	62	31.11
2+0	5/1 KK	90	31	65.56
2+0	5/1 OK	90	33	63.33
2+0	7/1 OK	90	20	77.78
2+0	K	90	27	70.00

5 TARTIŞMA

Fidanların kalıtsal özellikleri ve yetiştirilmeleri sürecinde uygulanan bakım ve koruma teknikleri morfolojik özellikleri üzerinde etkili olan faktörlerdir. Bu faktörler aynı zamanda fidanların kalitesini de etkilemektedir (Genç ve Yahyaoğlu, 2007). Bu nedenle, yetiştirme ortamına eklenecek uygun malzemelerle fidan kalitesini artırmak mümkündür. Bu malzemelerden biri de odun materyalinin yanması sonucunda ortaya çıkan odun külüdür. Odun külünün, orman yangınları sonrasında alanın iyileşmesinde bitkilere besin kaynağı olarak etkili rol aldığı düşünülmektedir.

Reyes ve Casal (1998) ve Reyes ve ark. (2015) odun külünün fidanların gelişimini desteklediğini belirtmektedirler. Benzer şekilde bu çalışmada da sarıçam fidanlarının hem morfolojik özelliklerinin hem de kalite ölçütlerinin ortama eklenen kül oranına göre değiştiği ve kontrol uygulamasına göre olumlu etkide bulunduğu tespit edilmiştir. Tablo 17’de yaşa göre morfolojik özellikler için en yüksek değerlerin elde edildiği ve istatistiksel olarak aralarında fark bulunmayan kül uygulamaları verilmiştir. İncelenen her bir morfolojik özelliği iyileştiren uygulamalar arasında yer alan bir uygulamanın, sayısal olarak en yüksek değeri vermese de, istatistiksel olarak en yüksek değeri veren grupta yer alması nedeniyle en etkili uygulama olarak değerlendirilebileceği düşünülmektedir. Bu kapsamda Tablo 17 incelendiğinde, 1+0 yaş sarıçam fidanlarında, kök boğaz çapı, yaş gövde ağırlığı, kuru gövde ve fidan kuru ağırlığı özelliklerini etkileyen ve yüksek değerler sağlayan oranın 7/1 OK olduğu görülmektedir. 2+0 yaşında sarıçam fidanlarında ise fidan boyu, yaş gövde ağırlığı ve kuru gövde ağırlığı değerlerinde kontrol uygulamasının, kök boğaz çapı, yaş kök ağırlığı, kuru kök ağırlığı ve fidan kuru ağırlığında ise 5/1 OK uygulamasının etkisi söz konusudur. 1+0 yaşındaki fidanların yaş gövde, kuru gövde ve fidan kuru ağırlığı bakımından 5/1 OK uygulaması 7/1 OK uygulamasından farklılık göstermemekte ve aynı grupta kalmaktadır. Bu sonucun 5/1 OK uygulamasının hem 1+0 hem de 2+0 yaşında sarıçam fidanlarının morfolojik özelliklerinin iyileştirilmesi için kullanılabileceğini gösterdiği söylenebilir.

Tablo 17. En yüksek morfolojik özellik değerlerinin elde edildiği kül oranları

Morfolojik Özellik	Fidan Yaşı	
	1+0	2+0
Fidan Boyu	–	K
Kök Boğaz Çapı	7/1 OK	7/1 OK - 5/1 OK 5/1 KK - K
Yaş Kök Ağırlığı	–	5/1 OK
Yaş gövde Ağırlığı	7/1 OK - 5/1 OK	K
Kuru Kök Ağırlığı	–	5/1 OK
Kuru Gövde Ağırlığı	7/1 OK - 5/1 OK - 5/1 KK	K
Fidan Kuru Ağırlığı	7/1 OK - 5/1 OK 5/1 KK - K	K - 5/1 OK

Tablo 18’de yaşıya göre her bir kalite ölçütü için en yüksek değerlerin elde edildiği istatistiksel olarak aralarında fark bulunmayan kül uygulamaları verilmiştir. 7/1 OK uygulaması hem 1+0 hem de 2+0 yaşında fidanların gürbüzlük indisi üzerine etki etmektedir. 1+0 yaşında fidanlarda kontrol uygulamasına göre anlamlı farklılık olmamasına rağmen 2+0 yaşında fidanlarda kontrol uygulamasından farklılık göstermektedir.

Tablo 13’te 2+0 yaşında sarıçam fidanlarında elde edilen gürbüzlük indisi değerlerinin 1+0 yaşındaki fidanların değerlerine göre daha yüksek olduğu ve 50 ye yaklaştığı görülmektedir. Değer bakımından en küçük değere sahip uygulamanın en yüksek fidan kalitesine sahip olacağı düşüncesiyle Gürbüzlük indisi sonuçları değerlendirildiğinde 7/1 OK uygulamasının gürbüzlük indisi bakımından en kaliteli fidan oluşumunu sağladığı söylenebilir.

Tablo 18. En yüksek kalite ölçütü değerlerinin elde edildiği kül oranları

Kalite Ölçütü	Fidan Yaşı	
	1+0	2+0
Gürbüzlük İndisi	7/1 OK - K	7/1 OK - 5/1 OK - 5/1 KK
Kuru Kök Yüzdesi	3/1 OK - K - 5/1 KK	5/1 OK - 5/1 KK
Katlılık	3/1 OK - K - 5/1 KK	5/1 OK - 5/1 KK
Dickson Kalite İndeksi	7/1 OK - K	7/1 OK - 5/1 OK - 5/1 KK - K

Fidanlarda kuru kök yüzdesinin özellikle kurak alanlarda kuraklığı kaşı direncin artması nedeniyle yüksek olması tercih edilmektedir. Bu çalışmada sarıçam fidanlarının kuru kök yüzdesi 1+0 yaşında %42.22, 2+0 yaşında %26.29 olarak

belirlenmiştir. Kül uygulamasının 1+0 yaşında fidanların kuru kök yüzdesini etkilemediği, 2+0 yaşında fidanların kuru kök yüzdesini ise artırdığı belirlenmiştir. Artmasında etkili olan uygulamalar ise 5/1 OK ve 5/1 KK uygulamaları olmuştur.

Katlılık ölçütüne göre de bütün fidanlar kaliteli sınıfta yer almasına karşın, Dickson Kalite İndeksine göre tam tersi bir durum söz konusudur. Tablo 7 incelendiğinde katlılık ölçütüne göre değer büyüdükçe kalitenin azalması dikkate alındığında 3/1 oranında yetiştirilen fidanların kontrol grubu ile aynı grupta kalmasına rağmen sayısal olarak daha kaliteli oldukları görülmektedir.

Tablo 18 genel olarak değerlendirildiğinde 1+0 yaşında fidanların kalite ölçütlerini etkileyen kül uygulamaları olsa da, bu uygulamaların etkisinin kontrol grubuna göre farklılık göstermediği, 2+0 yaşında fidanlarda da bütün kalite ölçütlerini etkileyen uygulamanın 5/1 OK olduğu görülmektedir. Bu sonuçlara dayanarak, kalite ölçütlerinin iyileştirilmesi bakımından 1+0 yaşında ki fidanlarda kül uygulamasının etkili olmayacağı, 2+0 yaşındaki fidanlar için ise 5/1 OK uygulamamasının kullanılabileceği söylenebilir.

Uygulama ve yaşlara göre yaşama oranları yinelemeli olarak tespit edilemediğinden, yaşama yüzdeleri bakımından uygulamalar arası farklılıklar analizlere tabi tutulamamıştır. Kül uygulamalarının gerçekleştirilmesinden sonra fidanlarda meydana gelen kuruma sayıları ve tespit edilen yaşama yüzdelere bakıldığında kül oranının artmasının fidanların yaşama oranlarını azalttığı kanısını uyandırmaktadır. En düşük yaşama yüzdesi her iki yaş grubunda da kül oranının en fazla olduğu 3/1 OK uygulamasında meydana gelmesi de bu kanıyı güçlendirmektedir. Çalışmada kül oranına göre ortamların pH değeri belirlenmemiştir. Ancak odun külünün, toprağın alkalitesini artırması, diğer bir ifadeyle pH değerini yükselmesi (Brais ve ark., 2015; Huotari ve ark., 2015; Kikamagi ve ark., 2014; Ozolincius ve ark., 2007) iğne yapraklı türler için sorun oluşturabilir (Yahyaoğlu ve Ölmez, 2003). Yahyaoğlu ve Ölmez (2003)'in ifadelerine dayanarak, odun külü oranının en fazla olduğu 3/1 uygulamasında yaşama yüzdesinin az olması, ortamın pH değerinin diğer ortamlara göre fazla olmasına ve önemli iğne yapraklı türlerimizden olan sarıçam fidanlarının bu yüksek pH değerinden olumsuz etkilenmiş olabileceğine dayandırılabilir.

6 SONUÇ VE ÖNERİLER

Odun külü, orman yangınlarından sonra ormanın iyileşmesi sürecinde bitkilere besin kaynağı olduğu bilgisinden yola çıkarak fidanların gelişiminde de yetiştirme ortamlarına eklenerek yararlanılabileceği düşüncesiyle bu çalışmada ele alınmıştır. Bu kapsamda yangın ekosistemlerinin önemli türü olan sarıçam türünün fidanlarının yetiştirilmesinde odun külünün kullanımının, fidanların gelişmesini ve kalitesini etkileyip etkilemeyeceği incelenmiştir.

Çalışma sonucunda hem fidanların morfolojik özelliklerinin hem de kalite ölçütlerinin uygulanan odun külü yoğunluğuna göre değiştiği sonucuna varılmıştır. Kül yoğunluğunun artması kısmen olumsuz etkisi olsa da hem 1+0 hem de 2+0 yaşındaki fidanların gelişimi üzerine olumlu etkilerinin olduğu belirlenmiştir. Morfolojik özellikleri ve kalite ölçütlerini etkileyen odun külü oranları farklılık gösterebilse de istatistiksel olarak benzerlikler dikkate alındığında 5/1 OK uygulamasının öne çıktığı görülmektedir.

Bu çalışmanın sonucuna dayanarak 5/1 OK uygulaması sarıçam fidanlarının yetiştirilmesinde yetiştirme ortamı olarak kullanılması önerilebilir. Hem sarıçam türünde hem de diğer türlerde odun külünün etkisini tam olarak ortaya koyabilmek için çalışmanın farklı oranlarla tekrarlanması yararlı olacaktır.

KAYNAKLAR

- Aguraijuja, K., Klõšeiko, J., Ots, K., Lukjanova, A., 2015. Effect of wood ash on leaf and shoot anatomy, photosynthesis and carbohydrate concentrations in birch on a cutaway peatland. *Environ. Monit. Assess.* 187, 444–454.
- Aphalo, P., Rikala, R., 2003. Field performance of silver-birch planting-stock grown at different spacing and in containers of different volume, *New Forests* 25: 93–108, Kluwer Academic Publishers. Printed in The Netherlands.
- Augusto, L., Bakker M. R., Meredieu, C., 2008. Wood ash applications to temperate forest ecosystems potential benefits and drawbacks. *Plant and Soil.* pp. 306: 181-198.
- Baba, A., 2017. Investigations on effects of cold stratification, floating in ash solution and sulfuric acid pretreatments on overcoming seed dormancy of *Crataegus orientalis* (Paal. ex. m. Bieb) (oriental hawthorn) and *Crataegus pontica* (Pojark.) seeds, Master thesis, Artvin Coruh University, Institute of Science and Technology, Artvin.
- Baeza, M., Valdecantos, A., Alloza, J., Vallejo, V., 2007. Human disturbance and environmental factors as drivers of long-term post-fire regeneration patterns in Mediterranean forests. *Journal of Vegetation Science.* 18(2), 243- 252.
- Baskin, J. M., Baskin, C. C.. 1988. Role of temperature in regulating the timing of germination in *Portulaca oleracea*. *Canadian Journal of Botany* 66: 563-567.
- Brais, S., Bélanger, N., Guillemette, T., 2015. Wood ash and N fertilization in the Canadian boreal forest: Soil properties and response of jack pine and black spruce. *For. Ecol. Manage.* 348, 1–14.
- Demeyer, A., Voundi Nkana, J.C., Verloo, M.G., 2001. Characteristics of wood ash and influence on soil properties and nutrient uptake: an overview. *Bioresour. Technol.* 77 (3), 287–295.
- Dickson, A., Leaf, A.L., Hosner, J.F. 1960. Quality appraisal of white spruce and white pine seedlings stock in nurseries. *Forestry Chronicle*, 36(1), 10-13.

- Ernfors, M., Sikström, U., Nilsson, M., Klemetsson, L., 2010. Effects of wood ash fertilization on forest floor greenhouse gas emissions and tree growth in nutrient poor drained peatland forests. *Sci. Total Environ.* 408, 4580–4590.
- Genç, M. ve Yahyaoğlu, Z., 2007. Kalite Sınıflamasında Kullanılan Özellikler ve Tespiti. Fidan Standardizasyonu (Ed: Yahyaoğlu, Z., Genç, M.) SDÜ Orman Fakültesi Yayın No:75 Isparta.
- Ghorbani, R., Seel, W. and Leifert, C., 1999. Effects of environmental factors on germination and emergence of *Amaranthus retroflexus*. *Weed Science* 47: 505-510.
- Gokturk, A., Kara, E., Sadıklar, M. S., 2021. The Effects of Storage Temperatures and Pretreatments on the Germination of Azarole (*Crataegus azarolus* var. *pontica*) Seeds, *Sumarski List*, 7-8, 355-361
- Göktürk, A., Yıldırım, F. 2020. Determination of Seed Morphologies and Effect of Pretreatments on Germination of *Crataegus monogyna* (Jac.) and *Crataegus azarolus* var. *pontica* (K. Koch) K. I. Chr Seeds. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 20 (2), 181-189.
- Göktürk, A., Yılmaz, S., 2015. Doğu alıcı (*Crataegus orientalis* Paal. Ex. M. Bieb) tohumlarının çimlenmesi üzerine ekim alanı, ekim zamanı ve bazı önlemlerin etkilerinin araştırılması, *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 16 (2), 190-202.
- Göktürk, A., Yılmaz, S., 2015. Doğu alıcı (*Crataegus orientalis* Paal. Ex. M. Bieb) tohumlarının çimlenmesi üzerine ekim alanı, ekim zamanı ve bazı önlemlerin etkilerinin araştırılması *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 16 (2), 203-215
- Gültekin, H. C., Öztürk, H., Gülcü, S., Divrik, A., 2003. Küçük Kozalaklı Katran ardıcı (*Juniperus oxycedrus* L. Subsp. *oxycedrus*) Tohumlarının Çimlenme Engellerinin Giderilmesi Üzerine Araştırmalar, *S.D.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(3), 56-52
- Gültekin, H. C., Yıldız, D., Deligöz A., Divrik A., Gültekin, Ü. G., Genç, M., 2006a. Bazı Yemişen Taksonlarında (*Crataegus monogyna* Jacq., *Crataegus sinaica* Boiss.) Ekim Zamanının Çimlenme Oranına Etkisi, *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10 (3)374-377

- Gültekin, H. C., Yıldız, D., Divrik, A., Ü., Gültekin, Ü. G., Genç, M., 2006b. *Crataegus orientalis* Pallas. ex. Bieb., *Crataegus tanacetifolia* (Lam.) Pers. , *Crataegus aronia* (L.) Bosc. ex. dc. Türlerinde Tohum Çimlenme Engelinin Giderilmesi Üzerine Araştırmalar, *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7(1), 111-117
- Huotari, N., Tillman-Sutela, E., Moilanen, M., Laiho, R., 2015. Recycling of ash –For the good of the environment? *For. Ecol. Manage.* 348, 226–240.
- Izhaki, I., Lahav, H. and Ne'eman, G., 1992. Spatial distribution patterns of *Rhus coriaria* seedlings after fire in a Mediterranean pine forest. *Acta Oecol.* 13: 279-289.
- Keeley, J., 2006. Fire management impacts on invasive plant species in the Western United States. *Conservation Biology* 20(2), 375-384.
- Kikamagi, K., Ots, K., 2010. Stimulating the growth of trees with ashes of various biofuels (wood, peat) on a cutaway peatland. *For. Stud. (Metsanduslikud Uurimused)* 52, 60–71.
- Kikamagi, K., Ots, K., Kuznetsova, T., Pototski, A., 2014. The growth and nutrient status of conifers on ash-treated cutaway peatland. *Trees* 28, 53–64.
- Kutiel, P. and Kutiel, H., 1989. Effects of a wildfire on soil nutrients and vegetation in an Aleppo pine forest on Mount Carmel Israel. *Pirineos* 134: 59–74.
- Mack, M., D'Antonio, C., 1998. Impacts of biological invasions on disturbance regimes. *Trends in Ecology Evolution* 13(5), 195-198.
- Moilanen, M., Silfverberg, K., Hökka, H., Issakainen, J., 2005. Wood ash as a fertilizer on drained mires –growth and foliar nutrients of Scots pine. *Can. J. For. Res.* 35 (11), 2734–2742.
- Ne'eman, G., Lahav, H. and Izhaki, I., 1992. Spatial pattern of seedlings one year after fire in a Mediterranean pine forest. *Oecologia* 91(3), 365–370.
- Ots, K., Tilk, M., Aguraijuja, K., 2017. The effect of oil shale ash and mixtures of wood ash and oil shale ash on the above- and belowground biomass formation of Silver birch and Scots pine seedlings on a cutaway peatland. *Ecological Engineering* 108 (2017) 296–306
- Ozolinčius, R., Varnagirytė-Kabašinskienė, I., Stakėnas, V., Mikšys, V., 2007. Short term effects of compensatory wood ash fertilization on soil, ground vegetation and tree foliage in Scots pine stands. *Baltic For.* 13 (2), 158–168.

- Parn, H., Mandre, M., Ots, K., Klõšeiko, J., Lukjanova, A., Kuznetsova, T., 2010. Use of biofuel ashes in forestry. *For. Stud. (Metsanduslikud Uurimused)* 52, 40–50.
- Pitman, R.M., 2006. Wood ash use in forestry –a review of the environmental impacts. *Forestry* 79, 563–588.
- Rasnake, M., L. Murdock, G. Schwab and B. Thom. 2002. Determining the Quality of Aglime: Using Relative Neutralizing Values. AGR-106, Cooperative Extension Service, University of Kentucky, Lexington, Ky.
- Reyes, O. and Casal M., 2006. Seed germination of *Quercus robur*, *Q. pyrenaica* and *Q. ilex* and the effects of smoke, heat, ash and charcoal. *Annals of Forest Science* 63:205–212.
- Reyes, O. and M. Casal. 1998. Germination of *Pinus pinaster*, *P. radiata* and *Eucalyptus globulus* in relation to the amount of ash produced in forest fires. *Annals of Forest Science* 55: 837–845.
- Reyes, O., Kaal, J., Arán, D., Gago, R., Bernal, J., García-Duro, J. and Basanta, M., 2015. The Effects Of Ash And Black Carbon (Biochar) On Germination of Different Tree Species. *Fire Ecology* 11(1), 119-133
- Şimşek Erşahin, Y., Kavdır, Y., 2015. Alternatif Bitki Besin Elementi Kaynakları ve Toprak Düzenleyiciler, Toprak Amenajmanı, (Ed:Sabit Erşahin, Taşkın Öztaş, Ayten Namlı, Gülay karahan) Gazi Kitabevi, 449-506.
- Terasmaa, T., Pikk, J., 1995. Liming with powdered oil-shale ash in a heavily damaged forest ecosystems: the effect on forest condition in a pine stand. *Proc. Estonian Acad. Sci.* 5, 77–84.
- Terasmaa, T., Sepp, R., 1994. Liming with powdered oil-shale ash in a heavily damaged forest ecosystem. 1. The effect on forest soils in a pine stand. *Proc. Estonian Acad. Sci. Ecol.* 4, 101–108.
- Vaatainen, K., Sirparanta, E., Raisanen, M., Tahvanainen, T., 2011. The costs and profitability of using granulated wood ash as a forest fertilizer in drained peatland forests. *Biomass Bioenergy* 35, 3335–3341.
- Vance, E.D., 1996. Land application of wood-fired and combination boiler ashes: an overview. *J. Environ. Qual.* 25 (5), 937–944
- Yahyaoğlu, Z., Ölmez, Z., 2003. Tohum Teknolojisi ve Fidanlık Tekniği Ders Notu, Kafkas Üniversitesi Artvin Orman Fakültesi Yayın No: 2, Artvin, 114 s.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, Adı :KOŞAR MEHMET
Uyruğu :
Doğum tarihi ve yeri :
Medeni hali :
Telefon :
e-mail :

Eğitim

Derece

Eğitim Birimi

Mezuniyet Tarihi

Lisans

AÇÜ Orman Fak. Orman Müh. Böl.

12.06.2017