

Anadolu karaçamı [*Pinus nigra* ssp. *nigra* Arn. var. *caramanica* (Loudon) Rehder] meşcerelerinde uygulanan ilk aralamaların ekofizyolojik etkileri

Musa Genç^a, Kürşad Özkan^{a,*}, Ramazan Özçelik^a, Ş. Teoman Güner^b, Serkan Gülsoy^a, Ayşe Deligöz^a

^a Süleyman Demirel Fakültesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Isparta

^b Orman Genel Müdürlüğü, Orman Toprak ve Ekoloji Araştırmaları Enstitüsü Müdürlüğü, Eskişehir

* İletişim yazarı/Corresponding author: kursadozkan@sdu.edu.tr, Geliş tarihi/Received: 17.11.2011, Kabul tarihi/Accepted: 27.01.2012

Özet: Bu çalışma, Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* ssp. *nigra* Arn. var. *caramanica* (Loudon) Rehder) meşceresinde uygulanan ilk aralamaların şiddetinin yakın dönem ekofizyolojik etkilerini incelemek ve uygun aralama derecesini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Aralama işlemleri, doğal yolla gençleştirilmiş 36-40 yaşlarındaki Anadolu karaçamı meşcerelerinde dört farklı aralama yoğunluğunda (Kontrol, zayıf alçak aralama, mutedil alçak aralama ve kuvvetli alçak aralama) üç tekrarlı olarak uygulanmıştır. Anadolu karaçamı bireylerine ait ortalama boy, göğüs yüksekliği çapı ve gün ortası sürgün ksilem su potansiyeli ile toprak özellikleri değerlendirilmiştir. Sonuç olarak; aralama dereceleri ağaçların çap gelişimi üzerinde istatistiksel bakımdan önemli farklar meydana getirmiştir. Ancak boy, toprak özellikleri ve gün ortası sürgün ksilem su potansiyeli üzerindeki etkiler önemli değildir. Nitekim gün ortası sürgün ksilem su potansiyeli, kontrol işleminde - 1,53 MPa, zayıf alçak aralama işleminde - 1,51MPa, mutedil alçak aralamada işleminde - 1,49 MPa ve kuvvetli alçak aralamada işleminde - 1,50 MPa olarak tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Alçak aralama, Ortalama çap, Ortalama boy, Ksilem su potansiyeli, Dunnet testi

Effects of first thinning treatments on ecophysiological characteristics in Anatolian black pine [*Pinus nigra* ssp. *nigra* Arn. var. *caramanica* (Loudon) Rehder] stands

Abstract: The aim of this study is to determine the suitable thinning intensity and examine the ecophysiological effects in the near-term of intensity of the first thinning in natural Anatolian black pine (*Pinus nigra* ssp. *nigra* Arn. var. *caramanica* (Loudon) Rehder) stands. The thinning treatments were applied at 36-40 years old Anatolian black pine natural regeneration with four different thinning intensities (control, very light thinning, moderate thinning, and heavy thinning) and three replications. The mean height, diameter at breast height and midday shoot xylem water potential of Anatolian black pine individuals, and soil properties were evaluated. The research results reveal that thinning treatments were effective on mean diameter at breast height, but not on mean height, soil properties and midday shoot water potentials. The midday shoot xylem water potentials were -1,53 MPa in control, -1,51 MPa in very light thinning, -1,49 MPa in moderate thinning, -1,50 MPa in heavy thinning.

Keywords: Low thinning, Mean diameter, Mean height, Xylem water potential, Dunnett test

1. Giriş

Sırkılık, direklik ve ince ağaçlık çağı başlarında uygulanmaya başlanan aralama müdahaleleri, orta ağaçlık çağı başından itibaren ortaya çıkmaya başlayan meşcere kuruluşlarına (işletme amacına) ulaşmada çok önemli etkilere sahiptir. Genç bir meşcere kendi haline bırakıldığında, beklenen fonksiyonları tam olarak yerine getirmesi mümkün olmayabilir. Oysa, tekniğe uygun ve düzenli aralama kesimleri, sağlıklı ve kaliteli meşcerelerin kurulmasına paralel olarak toprak özelliklerine ve biyolojik dolaşıma da katkı sağlamaktadır (Saatçioğlu, 1971; Kalıpsız, 1988; Genç, 2011b; Odabaşı vd., 2004).

Bakımları düzenli yapılmamış meşcerelerde aralamalar, sadece bir kesimle tamamlandığında, var olan meşcere sıklığına (sıkışıklığına) şiddetli bir müdahale yapılmış olur ki, bu durumda meşcereler dış etkilere karşı dayanıksız hale gelebilir. Bu tür olumsuzluklara karşı önerilen uygulama ise aralama kesimleri kapsamında, meşcereler istenmeyen

fertlerden temizleninceye kadar, 2-3 yıllık dönüşlerle 2-3 müdahale yapmaktır (Saatçioğlu, 1971).

Doğal yayılış alanları İstanbul ve Çanakkale boğazlarının doğusunda, Kuzey – Kuzeybatı – Batı – Güney ve Orta Anadolu’da bulunan Anadolu karaçamı [(*Pinus nigra* ssp. *nigra* Arn. var. *caramanica* (Loudon) Rehder], estetik, bilimsel ve ekonomik özellikleriyle kıymetli bitkisel taksonlarımızdan biridir (Genç, 2011a). Yaklaşık 400-1400 m yükseltiler arasında geniş sahalarda saf ormanları mevcuttur. Toros Dağlarındaki yayılışı oldukça geniştir. Sırkılık-direklik çağında gerçekleştirilen aralamalarda genellikle maden direği, kâğıt, selüloz odunu ve sanayi odunu; ağaçlık çağındaki kesimlerden ise her türlü yapacak odun ve özellikle traverslik tomruk elde edilmektedir (Saatçioğlu, 1969).

Planlı ve fasıllı yapılmak şartıyla, bireyler arası mücadeleye de aktif müdahalelerde bulunan aralamalara, Anadolu karaçamı meşcerelerinde de sirkılık-direklik çağında başlanır. Artık gerçek anlamda meşcere bakımı başlamıştır ve alçak aralama müdahalelerine, boniteti

yüksek yetiştirme ortamlarında gençleştirme çağına kadar devam edilebilir.

Aralama müdahaleleri sırasındaki hatalı uygulamalar, uzun yıllar telafi edilemeyen meşcere kuruluşlarına ve o oranda ekonomik kayıplara neden olabilmektedir. Nasıl bir meşcere istendiği (işletme amacımız), tabii ki önemlidir. Ancak bu amaca ulaşmak için, geç kalınmış da olsa, meşcere gelişme çağları bağlamında aralama kesimlerinin nasıl yapılacağına ayrıntılı biçimde ortaya koyulması gerekmektedir.

Bu çalışmayla, Kurucaova yöresindeki Anadolu karaçamı meşcerelerinde uygulanan ilk aralama kesimlerinin göğüs çapı ve boy gelişimi, toprak özellikleri ve aktüel sürgün ksilem su potansiyeli üzerinde nasıl bir etkiye sahip olduğunu, yöresel olarak belirlemek amaçlanmıştır.

2. Materyal ve metod

2.1. Araştırma alanı

Çalışma, Anadolu karaçamının optimal gelişme gösterdiği alanlardan Beyşehir Orman İşletme Müdürlüğü Kurucaova yöresinde (36S354790D, 4163107K) gerçekleştirilmiştir (Şekil 1).

Doğal meşcerelerde, bu tip araştırmaların bütününe kurulabileceği genişlikte homojen yetiştirme ortamı bulmak son derece zordur. Bu nedenle denemeler, 29 Mayıs 2004 tarihinde, 10 x 10 m'lik (100 m²) alanlarda kurulmuştur. Diğer kısıtlayıcı faktör ise, yaş benzerliğidir. Çünkü aralama kesimlerinin tatbik edildiği yaş da çok önemlidir. Nitekim deneme alanı olacak meşcerelerin, büyük yaş farklılıkları göstermemesine özen gösterilmiş ve deneme alanları, 2004 yılı gelişme dönemindeki tespitlerimize göre 36-40 yaş aralığındaki bireylerden oluşmuştur.

Deneme parsellerinin yeri belirlendikten sonra, köşe kazıklarına parsel numarası yazılmış ve oluşturulan her deneme alanındaki tüm bireylerde göğüs çapı ve boy ölçümleri yapılmıştır.



Şekil 1. Deneme alanlarının alındığı Kurucaova yöresinin haritada gösterimi

Denemeler 3 yinelemeli olarak, rastlantı blokları deneme desenine göre kurulmuştur. Alçak aralama müdahaleleri 3 derecede (zayıf, mutedil ve kuvvetli alçak aralama) uygulanmış ve herhangi bir müdahalenin yapılmadığı üç alan da kontrol parselleri olarak araştırmaya dâhil edilmiştir. Aralama şiddetleri, deneme alanlarından çıkarılan meşcere göğüs yüzeyi miktarına göre belirlenmiş ve kontrol parsellerinde hiçbir işlem yapılmamıştır. Deneme alanlarındaki mevcut göğüs yüzeyinin, zayıf alçak aralama ile ortalama % 2'si, mutedil alçak aralamayla % 16'sı ve kuvvetli alçak aralamada % 30'u çıkarılmıştır.

2.2. Yöntem

2.2.1. Çap ve boy gelişiminin belirlenmesi

Zayıf alçak aralama uygulanan alanlarda, gövde sınıfları taksimatına göre 5. sınıf gövdeler (ölmüş, ölmek üzere veya yere yatmış sırıklar) ve galip tabakadaki her türlü hasta gövde ve dikili kurular (sınıf 2e) kesilmiştir. Mutedil alçak aralamayla, meşcere kapalılığını bozmayacak şekilde ölmüş, ölmek üzere veya yere yatmış sırıklarla galip-müşterek galip tabakadaki her türlü hasta gövde ve dikili kurular kesilip çıkarılmış; ara tabakada olup, tepeleri, galip-müşterek galip tabakadaki bireyler tarafından siperlenmiş ezilmiş 4. sınıf gövdelere de müdahalede bulunulmuştur. Hatta yine kapalılığı bozmadan, tepe gelişmesi normal ve gövde şekli iyi 1. sınıf galip gövdelere zarar veren müşterek galip tabakadaki fena şekilli azmanlardan (sınıf 2b), kırbaçlayıcılardan (sınıf 2d), sıkışık (sınıf 2a) ve çatal (sınıf 2c) gövdelerden de bir kısmı alınmıştır. Fakat 1. sınıf galip gövdelerle ara tabakada yer alan, tepeleri üstten açık, geri kalmış 3. sınıf fertlere neredeyse hiç müdahalede bulunulmamıştır. Kuvvetli alçak aralamada ise, 5. sınıf, 2e ve 4. sınıf gövdeler hemen ve yine meşcere kapalılığını sadece kırarak (kapalılık derecesi en az 0,7-0,8 olacak şekilde) 3. sınıf gövdelerden bir kısmı kesilmiştir. Keza, 1. sınıf ağaçlara zarar veren 2. sınıf gövdelere, hatta birbirine zarar veren 1. sınıf ağaçlara da, üstün vasıflı olanların lehine müdahalelerde bulunulmuştur (Genç, 2011b).

Aralama müdahalelerinin ardından, her deneme alanındaki ağaçlardan merkeze en yakın 30 adedine numara verilmiştir. Numara verme işlemi için, galvanizli metal etiketlerden yararlanılmıştır. Takiben numaralanan her ağacın göğüs çapı (mm), boyu (lata ile cm olarak) ölçülmüştür. Çalışmanın devamlılığını sağlamak ve dönemsel ölçümleri aynı yerden yapmak amacıyla ağaç gövdeleri, yerden 130 cm yükseklikten, halka şeklinde yağlı boya ile boyanmıştır. Çünkü aralama kesimlerinin meşcerede neden olduğu değişiklikleri ortaya koyabilmek için uzun süreli çalışmalara gerek duyulmaktadır (Johnstone, 1969).

Bu çalışmayla, 3 farklı derecedeki alçak aralama kesiminin, meşcere gelişimini ortaya koyan elemanlardan göğüs çapı ve boy artımını etkileme durumu, dört yıllık bir süre sonunda elde edilen verilere dayalı olarak saptanmaya çalışılmıştır. Değerlendirmede gerçek durumu yansıtabilmek amacıyla, dönemsel artım değerleri kullanılmamış; bunun yerine artım yüzdelerinden faydalanılmıştır. Fakat küçük çaplı ağaçlarda artım yüzdeleri çok yüksek çıkmaktadır. Bu nedenle, gerçek durumun ortaya koyulabilmesi için uzun dönem verilerine ihtiyaç duyulmaktadır.

Dört yıllık dönem sonunda, deneme alanlarındaki numaralı ağaçlarda kayıp yok denecek düzeydedir. Bazı

küçük kayıplar numarasız ağaçlarla tamamlanmıştır. Araştırmada ele alınan işlemlerin göğüs çapı ve boy gelişimine etkilerini açıklayabilmek amacıyla, elde edilen veriler varyans analizi ile değerlendirilmiş (Düzgüneş, 1963; Kalıpsız, 1981; Özdamar, 1999; Eler, 2002) ve çoklu karşılaştırmalar için de Dunnett Testi kullanılmıştır. Çünkü Dunnett (1955) ve Özdamar (1999), özellikle kontrol grubu kullanılarak yapılan çalışmalarda, ikili karşılaştırmalar için en uygun yöntemin Dunnett testi olduğunu belirtmektedir.

2.2.2. Aktüel Sürgün Ksilem Su Potansiyelinin Ölçülmesi

Aralama işlemlerinin bitki su potansiyeli üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla aktüel sürgün ksilem su potansiyeli ölçümleri yapılmıştır. Sürgün ksilem su potansiyelinin belirlenmesinde basınç odası tekniği; bu bağlamda, Scholander vd., (1965) tarafından geliştirilmiş basınç odası cihazı kullanılmıştır (Şekil 2).

Basınç odası tekniği temelde; basınç odası, içerisinde azot gazı bulunan bir adet tüp ve yardımcı ekipmanlardan (lastik conta, plastik tüpçükler, örneğin lastik conta içerisine girmesini sağlayan içi boş metal çubuk ve ışıklı el büyüteci) oluşmaktadır (Şekil 3).

Aktüel sürgün ksilem su potansiyeli ölçümleri gün ortasında saat 12.00-14.30 arasında gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, kontrol dâhil her bir işlemde (zayıf, mutedil ve kuvvetli alçak aralama) yaklaşık aynı yaş, çap ve boyda 6 ağaç seçilmiştir. Sürgün ksilem su potansiyelinin belirlenmesinde seçilen her bir ağacın canlı tepe tacının 1/3-2/3'lük diliminin güney kısımlarındaki dalların terminal (uç) sürgünleri kullanılmıştır. Yaklaşık 10 cm uzunluğunda bağ makası ile kesilen uç sürgünler daha sonra basınç odasına girecek şekilde keskin bir bıçakla, pürüzsüz ve hafif bir eğimle tekrar kesilmiştir. Bu kesim yüzeyinden geriye doğru yaklaşık 3 cm'lik kısım, iğne yapraklardan temizlenmiş ve ardından yine kesim yüzeyinden geriye doğru 1 cm'lik kısımdaki kabuk soyularak ksilem açığa çıkarılmıştır.

Hazırlanan sürgün en fazla 3 dk içinde cihaza yerleştirilerek tüpün vanası açılmış, kesim yüzeyinde su belirinceye kadar cihazın odacığına azot gazı dolması sağlanmıştır. Kesim yüzeyi ışıklı el büyüteci ile gözlenirken su çıktığı anda cihazın subabı kapatılarak monometreden oda içindeki basınç okunmuştur (Cleary ve Zaerr, 1984). Okunan bu değer, sürgün ksilem su potansiyeli olup örneklem anındaki aktüel bitki su gerilimine eşittir.



Şekil 2. Basınç odası cihazı

2.2.3. Toprak Özelliklerinin Belirlenmesi

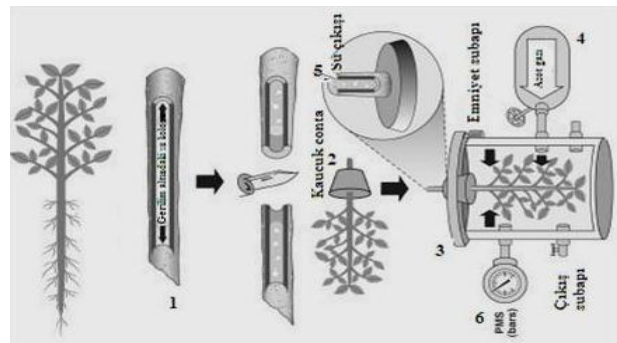
Denemenin kurulduğu 29 Mayıs 2004 tarihinden yaklaşık 1,5 yıl sonra, 09 Aralık 2006 tarihinde, 0-20, 20-40 ve 40-60 cm derinlik kademelerinden, kontrol işlemiyle birlikte 4 işlem ve 3 tekrerr olmak üzere 12 noktadan, toplam 36 toprak örneği alınmıştır. Araziden laboratuvara getirilen bozulmuş toprak örnekleri oda sıcaklığında hava kurusu hale getirilmiş, kök artıkları ve taşlar ayıklanmış, öğütülerek 2 mm'lik elekten geçirilmiştir. Toprak örneklerinin tane çapları Bouyoucos'un hidrometre yöntemine göre; toprak türlerinin belirlenmesi ise, uluslar arası tane çapları sınıfına göre (Irmak, 1954); organik madde içeriği Walkley-Black ıslak yakma yöntemi (Gülçur, 1974); toplam azot içeriği Sömi-mikro kjeldahl yöntemi (Gülçur, 1974); alınabilir fosfor içeriği Olsen ve arkadaşları yöntemi (Ülgen ve Ateşalp, 1972); değişebilir kanyonlar amonyum asetat yöntemi (Kacar, 1994); pH 1:2,5 oranında saf suda (Gülçur, 1974) ve toplam kireç içeriği Scheibler kalsimetresi (Gülçur, 1974) ile tayin edilmiştir. Toprak örneklerine ait laboratuvar ve istatistikî analiz sonuçları Ek Çizelge 1-4'de verilmiştir.

Farklı işlemlerin uygulandığı alanlardaki her bir derinlik kademesi itibarıyla toprak özelliklerindeki muhtemel farklılıkları tespit etmek için varyans analizi uygulanmıştır (Kalıpsız, 1988).

3. Bulgular ve tartışma

3.1. Göğüs Çapı Gelişimi

Aralama derecesindeki artışa paralel olarak ağaçların göğüs çapı gelişimi de artmaktadır. Çizelge 1 ve 2'de görülebileceği gibi, saptanan ortalama değerlere göre, kontrol ile zayıf alçak aralama ve mutedil alçak aralama ile kuvvetli alçak aralama işlemleri arasındaki farklar önemsiz iken, kuvvetli alçak aralama parsellerinde tespit edilen göğüs çapı değerleri ile kontrol ve zayıf alçak aralama parsellerinde belirlenen değerler arasındaki farklar istatistikî olarak anlamlıdır. Ancak, özellikle yoğun kar yağışlı yetişme ortamlarındaki meşcerelerde, zamanında gençlik ve sıklık bakımı yapılmamış ve ilk aralama kesimlerinde de gecikilmişse, ilk birkaç aralama müdahalesinin mutedil yapılması gerekebilir ki bu sayede kar kırması ve devriği zararları muhtemelen asgariye inecektir (Genç, 2011b; Odabaşı vd., 2004)



1- Sürgün 2- Kauçuk conta 3- Basınç odası 4- Tüp 5- Su çıkartıcı 6- Manometre

Şekil 3. Basınç odası cihazının şematik görünüşü ve basınç odası tekniğinin uygulanışı (Taiz ve Zeiger, 1998; Ritchie ve Landis, 2005)

Çizelge 1. Deneme öncesi ve sonrası ortalama ağaç göğüs çapı ($d_{1,3}$) değerleri

Blok	İşlem	2004 Yılı (cm)	2008 Yılı (cm)
I	Kontrol	9,44	10,38
	Zayıf Alçak Aralama	11,26	12,18
	Mutedil Alçak Aralama	10,77	11,62
	Kuvvetli Alçak Aralama	12,92	13,82
II	Kontrol	10,42	11,09
	Zayıf Alçak Aralama	13,30	14,08
	Mutedil Alçak Aralama	13,16	13,91
	Kuvvetli Alçak Aralama	12,75	18,84
III	Kontrol	10,66	11,34
	Zayıf Alçak Aralama	11,44	12,01
	Mutedil Alçak Aralama	14,45	15,40
	Kuvvetli Alçak Aralama	15,02	16,10

Çizelge 2. İşlem alanlarındaki ağaçların çap gelişimi bağlamında karşılaştırılması

İki Yönlü Varyans Analizi				
Var. Kaynağı	S.D	Kareler Ort.	F	P
Blok	2	0,0023	0,168	0,847
İşlem	3	0,0929	6,784	0,024
Hata	6	0,0137		
Toplam	11			

Dunnett Testi ile çoklu karşılaştırma				
İşlemler	Ortalamalar	Farklar	Kritik d değeri	Önemlilik
1	0,6100	-	2,971	-
2	0,7570	0,1471	2,971	Hayır
3	0,9120	0,3015	2,971	Evet
4	1,0110	0,4012	2,971	Evet

İşlemler 1: Kontrol; 2: Zayıf alçak aralama; 3: Mutedil alçak aralama; 4: Kuvvetli alçak aralama; P değeri $\alpha=0,05$ düzeyinde önemli; Evet: ortalamalar arasında $\alpha=0,05$ düzeyinde önemli ve anlamlı fark var, Hayır: ortalamalar arasında $\alpha=0,05$ düzeyinde önemli ve anlamlı fark yoktur.

3.2. Boy gelişimi

Aralama işlemleri, dört gelişme dönemi sonu itibariyle, boy gelişimi üzerinde belirgin bir etkiye sahip değildir (Çizelge 3 ve 4). Saatçioğlu (1971)'nin da belirttiği gibi aslında bu, aralama müdahalelerinde sıkça karşılaşılan bir durumdur. Nitekim, Türkiye'de kızılçam ve Toros sediri türleri için yapılan araştırmalarda da benzer bulgulara ulaşılmıştır (Eler, 1990; Özdemir vd., 1987; Eler vd., 1991; Eler, 1988; Eler vd., 2004; Özçelik ve Eler, 2009).

3.3. Aktüel sürgün ksilem su potansiyeli

Kontrol dâhil her bir işlemten örneklenen 6 ağaçtaki ölçümlere dayalı olarak göğüs çapı, boy, yaş ve aktüel sürgün ksilem su potansiyeli değerlerine ait aritmetik ortalama, standart sapma ve ortalamanın standart hatası hesaplanmıştır (Çizelge 5). İşlemlerin etkisi bağlamında, sürgün ksilem su potansiyelleri arasındaki farklar, istatistiksel bakımdan önemli çıkmamıştır (Çizelge 6).

Çizelge 3. Deneme öncesi ve sonrası ortalama ağaç boy değerleri

Blok	İşlem	2004 Yılı (m)	2008 Yılı (m)
I	Kontrol	7,97	9,12
	Zayıf Alçak Aralama	9,01	10,11
	Mutedil Alçak Aralama	9,07	10,22
	Kuvvetli Alçak Aralama	9,93	11,12
II	Kontrol	8,98	9,80
	Zayıf Alçak Aralama	9,85	10,87
	Mutedil Alçak Aralama	10,26	11,42
	Kuvvetli Alçak Aralama	10,13	11,05
III	Kontrol	9,26	10,17
	Zayıf Alçak Aralama	9,79	10,62
	Mutedil Alçak Aralama	11,16	11,89
	Kuvvetli Alçak Aralama	11,05	11,84

Çizelge 4. İşlemlerin boy gelişimi bağlamında karşılaştırılması

İki Yönlü Varyans Analizi				
Var. Kaynağı	S.D	Kareler Ort.	F	P
Blok	2	0,0065	0,675	0,776
İşlem	3	0,0053	0,544	0,670
Hata	6	0,0097	-	-
Toplam	11	-	-	-

Dunnett Testi ile çoklu karşılaştırma				
İşlemler	Ortalamalar	Farklar	Kritik d değeri	Önemlilik
1	0,954	-	2,971	-
2	0,980	0,0256	2,971	Hayır
3	1,053	0,0988	2,971	Hayır
4	0,990	0,0361	2,971	Hayır

İşlemler 1: Kontrol; 2: Zayıf Alçak Aralama; 3: Mutedil Alçak Aralama; 4: Kuvvetli Alçak Aralama; P değeri $\alpha=0,05$ düzeyinde önemli; Hayır: ortalamalar arasında $\alpha=0,05$ düzeyinde önemli ve anlamlı fark yoktur.

3.4. Toprak özellikleri

Toprak özelliklerine ait laboratuvar analiz sonuçları Ek Çizelge 1'de ve her bir derinlik kademesi için belirlenen toprak özellikleri itibariyle işlemleri karşılaştırmada kullanılan varyans analizlerinin sonuçları Ek Çizelge 2, 3 ve 4'te verilmiştir. Bu çizelgelerde de görülebileceği gibi, derinlik kademelerine göre belirlenen toprak özellikleri bağlamında işlemler arasında saptanan farklar, istatistikî bakımdan önemsizdir.

Araştırma alanından alınan 12 adet toprak çukurunun 3 derinlik kademesine ait özellikler Çizelge 7'de verilmiştir. Çizelge 7 incelendiğinde araştırma alanındaki toprakların toz, pH, organik madde, toplam azot, potasyum, sodyum, kalsiyum ve magnezyum içeriklerinin derinliğe bağlı olarak azaldığı görülmektedir. Topraklar kumlu balçık, balçık, kumlu killi balçık, killi balçık ve balçıklı kil türünde; orta derecede asit ve besin elementleri bakımından zengindir.

Çizelge 5. İşlemler bazında ölçüm yapılan ağaçlara ait göğüs çapı, boy, yaş ve gün ortası sürgün ksilem su potansiyeli istatistikî değerleri

İşlem	İstatistikî Değerler	SP (MPa)	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Yaş (Yıl)
Kontrol	\bar{X}	1,53	20	17	42
	S	0,180	2,150	3,373	3,189
	OSH	0,074	0,878	1,377	1,302
Z.A.A	\bar{X}	1,51	20	16	44
	S	0,197	1,736	2,030	2,927
	OSH	0,080	0,709	0,829	1,195
M.A.A	\bar{X}	1,49	19	17	39
	S	0,050	1,924	3,787	0,817
	OSH	0,020	0,786	1,546	0,333
K.A.A	\bar{X}	1,50	21	16	40
	S	0,171	3,960	1,105	2,714
	OSH	0,070	1,617	0,451	1,108

SP: Gün ortası sürgün su potansiyeli, Z.A.A.: Zayıf alçak aralama, M.A.A.: Mutedil alçak aralama, K.A.A.: Kuvvetli alçak aralama, \bar{X} : Aritmetik ortalama, S: Standart sapma, OSH: Aritmetik ortalamının standart hatası

Çizelge 6. Gün ortası sürgün ksilem su potansiyeline ilişkin varyans analizi sonuçları

Özellikler	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F oranı
Gruplar arası	3	0,0048	0,00159	0,062 ^{ns}
Gruplar içi	20	0,5134	0,02567	
Toplam	23	0,5181		

ns: Gruplar arası farklılık istatistiksel bakımdan önemsiz

4. Sonuç ve öneriler

4.1. Göğüs çapı ve boy gelişimi

Bulgularımız, kızılçam ve Toros sediri için yapılan çalışmaların sonuçları ile paralellik göstermektedir (Eler, 1990; Özdemir vd., 1987; Eler vd., 1991; Eler, 1988; Eler vd., 2004). Kontrol ve zayıf alçak aralama işlemlerine kıyasla kuvvetli alçak aralama, bu çalışmada da çap gelişimi üzerinde istatistiksel bakımdan anlamlı bir etkiye sahipken, boy gelişimi üzerine etkisi önemsiz çıkmıştır.

Aralama kesimleri, meşcere kuruluşunu belirleyen önemli silvikültürel müdahalelerden olup, zamanında ve

gerekli entansitede yapılması şarttır. Örneğin, aralamalarla birim alandaki fert sayısı mutlaka azalmakta, fakat kalan ağaçlar daha kalın çaplı olmaktadır. Başka bir ifadeyle, evet meşcere hacmi azalmaktadır; ancak ağaç hacminin (gövde değerinin) arttığı da bir gerçektir. Hemen vurgulamak gerekir ki, aralamalar doğal dal budanmasını doğrudan ve olumsuz etkileyebilir; bu nedenle, uygulama yoğunluğu iyi ayarlanmalıdır. Zira yapacak odun üretimine yönelik ormancılıkta hedef, boylarının asgari 2/3'ü düzgün, dolgun, dalsız (3D'li) ve düşen budak içermeyen gövdelere sahip bireylerin ekseriyeti teşkil ettiği meşcere kuruluşlarına ulaşmaktır. Bu bağlamda, aralama kesimleri gerektiği kadar şiddetli ve yine gerektiği kadar sık yapılmalıdır (Genç, 2011b).

Bununla birlikte ülkemizdeki doğal karaçam meşcerelerinin pek çoğu, mevcut durumlarına, ya hiç bakım yapılmadan ya da en fazla 10 yıl aralıklarla yapılan aralama kesimleri ile ulaşmıştır. Araştırmamızda, en iyi çap gelişimi, kuvvetli alçak aralama müdahalesi yapılan alanlarda elde edilmiştir. Fakat özellikle sıklık bakımı yapılmamış, hatta sıklık-direklik çağında başlanması gereken aralama kesimlerine tabi tutulmadan ince ağaçlık çağlarının sonlarına veya orta hatta kalın ağaçlık çağlarına erişmiş meşcerelerde gerçekleştirilecek ilk bir-iki aralamanın mutedil olması, takiben yapılacak aralamalarla sahaların doğal gençleştirmeye hazırlanması; böylece, geç kalınmış bakım kesimleri yahut hazırlık kesimleri yapılmadan, yakalanan uygun ilk bol tohum yılında doğal gençleştirmeye başlanması, kuşkusuz daha isabetli bir çalışma olacaktır. Bu müdahale şekli, bilhassa yoğun kar yağışlarının görüldüğü yetişme ortamlarında, aralama kesimlerinin ardından görülen kar kırması veya devriği zararlarının daha düşük seviyelerde kalmasını sağlayacağından, oldukça önemlidir. Keza Türkiye'de, plan üniteleri için ayrı bir amaç ürünü ve buna uygun idare süreleri belirlenmemektedir. Fakat amaç ürünü belirlenmiş, yetişme ortamı özelliklerinin izin verdiği ve tür biyolojisinin şart koştuğu seyreltme ve ayıklama kesimleri zamanında ve uygun entansitede yapılmış doğal Anadolu karaçam meşcerelerinde, sıklık (göğüs çapı = 8,0-10,9 cm) ve direklik (göğüs çapı = 11,0-19,9 cm) çağlarında, mevcut meşcere göğüs yüzeyinin % 30'luk kısmının çıkarılmasını sağlayan kuvvetli alçak aralama müdahalesi ile aralamalara başlamak uygun olabilir.

Çizelge 7. Derinlik kademelerine göre toprak özelliklerine ait istatistikî değerler

Derinlik Kademesi	İstatistikî Değerler	Kum (%)	Toz (%)	Kil (%)	pH	OM (%)	Nt (%)	P (ppm)	K (ppm)	Na (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)
0-20 cm	\bar{X}	54,0	25,0	21,0	5,80	12,5	0,35	33	211	32,0	1460	134
	S	3,6	2,9	2,3	0,10	1,8	0,05	14	30	8,0	622	40
	OSH	1,0	0,8	0,6	0,04	0,5	0,01	4	8	2,0	179	11
20-40 cm	\bar{X}	45,0	20,0	35,0	5,70	4,3	0,17	23	139	22,0	234	68
	S	5,9	3,7	3,4	0,10	0,8	0,02	12	38	4,6	177	25
	OSH	1,7	1,0	0,9	0,03	0,2	0,01	3	11	1,0	51	7
40-60 cm	\bar{X}	52,0	16,0	32,0	5,60	2,0	0,10	42	76	22,0	67	40
	S	10,5	5,7	5,9	0,10	0,7	0,02	36	28	7,0	75	24
	OSH	3,0	1,6	1,7	0,03	0,2	0,01	10	8	2,0	21	6

\bar{X} : Aritmetik ortalama, S: Standart sapma, OSH: Aritmetik ortalamının standart hatası, OM: Organik madde, Nt: Toplam azot

4.2. Aktüel sürgün ksilem su potansiyeli

Gün ortasında (11:30-13:00 saatleri arasında) ölçülen bitki su gerilimi oldukça yüksektir. Nitekim bu durum, bitkilerde birçok fizyolojik faaliyetin sınırlandırılmasına sebep olmaktadır. Zira bitki su potansiyeli çap ve boy artımı, su iletimi, çiçeklenme ve meyve gelişimi, uyku haline giriş ve aşamaları, donlardan, entomolojik ve fungal zararlılardan etkilenme durumu ile doğrudan ilişkilidir. Örneğin Cleary ve Greaves (1979)'e göre, bitki su gerilimi -1,0 MPa'ın altında bitki, özümleme için gerekli asgari su içeriğine sahip, terleme yapabilir ve metabolizma faaliyetlerini yerine getirebilir iken; -2,0 MPa'dan yüksek ise, metabolizma faaliyetlerini yerine getirmede güçlük çekiyor demektir.

Örneklenen ağaçların bitki su gerilimi, diri örtü durumu, toprak su depolama kabiliyeti, sıcaklık, bağıl nem ve rüzgâr hızı vb. hava koşullarına bağlı olarak da değişim göstermektedir. Belirtilen faktörlerin etki düzeylerini doğrudan tesir eden aralama derecelerinden zayıf alçak aralamada -1.51 MPa olan sürgün ksilem su potansiyeli, mutedil alçak aralamada -1.49 MPa, kuvvetli alçak aralamada -1.50 MPa olarak ölçülmüştür. Fakat yapılan varyans analizi sonucunda aralama işlemleri arasında istatistiksel bakımdan önemli bir farklılık çıkmamıştır. Normal koşullarda aralama şiddeti arttıkça meşcere içine giren ışık miktarı artacak, ot-çalı katı yoğunlaşacak ve dolayısıyla evapotranspirasyonla kaybedilen su miktarı fazlalaşacağından ağaçların aktüel sürgün ksilem su potansiyeli değerleri düşecektir. Araştırmaya konu dört işlemden rastgele örneklediğimiz ağaçlardaki tespitlerimize baktığımızda, aktüel sürgün ksilem su potansiyeli değerleri bağlamında beklenen sonuç çıkmamıştır. Ölçümlerin yağışlı bir dönemin ardından yapılmış olması, kanımızca bunun en önemli sebebidir. Çünkü toprak suyla doygun durumda olduğundan, su stresi koşulları mevcut değildir. Aralama işlemlerin olumlu ve olumsuz etkileri, toprak su stresi yüksek iken, ot ve çalı katını oluşturan bitki toplununun örtme derecelerini de kapsayan uzun dönem tespitlerine göre değerlendirilmeli ve küresel ısınmanın giderek etkisini artırdığı bu süreçte, kuraklığa dayanıklılığı ardıç türlerine, Toros sedirine (Genç vd., 2005) ve kızılçama (Dirik, 1994) kıyasla daha düşük seviyelerde kalan Anadolu karaçamı için uygun aralama dereceleri hakkında duyarlı bilgilere ulaşılmalıdır.

4.3. Toprak özellikleri

Aralamaların toprak özelliklerine etkisi üzerine yapılan birçok çalışmada, uygulanan farklı işlemler itibariyle değişimden bahsedilmektedir. Örneğin, Olsson vd. (1996) kuzey ve güney İsveç'te sarıçam ve ladin ormanlarında uyguladıkları tıraşlama ve üç farklı şiddetteki kesimlerden 15-16 yıl sonra, tüm alanlarda, toprakta C ve N içeriğinin arttığını bildirmişlerdir. Yine, Camping vd. (2002) meşe (*Quercus douglasii* Hook.&Arn.) orman alanında tatbik edilen tıraşlama kesiminin, 5-15 yıl içerisinde, birçok toprak özelliğinde (karbon, azot, fosfor ve pH) azalmaya sebep olduğunu belirtmektedir. Johnson vd. (2002) ise, geniş yapraklı karışık ve saf *Pinus taeda* L. meşcerelerinde yürüttükleri çalışmada, farklı şiddette uygulanan kesimler sonrasında, saf meşcerelerde, kesimlerin ardından beş yıl boyunca toprak karbonunda kısa dönemli; geniş yapraklı karışık meşcerelerden örneklenen alanlarda ise, kesim şiddetine bakılmaksızın bütün işlemlerde önemli ve uzun

sürelili (16 yıl) değişimler tespit edildiğini ifade etmektedir. Sapsız meşe (*Quercus petraea* (Matlusch) Lieb.) ormanında, farklı şiddetteki (kontrol, hafif, şiddetli) aralama kesimlerinden sekiz yıl sonra yapılan tespitlere göre, ölü örtü miktarı, organik madde ve toplam azot miktarı ile üst toprak (Ah, Ael) özelliklerinden hacim ağırlığı, ince toprak miktarı, organik karbon, toplam azot ve toprak reaksiyonunun işlem alanlarına göre önemli farklar gösterdiği belirlenmiştir (Makineci, 2005). Genç Doğu kayını meşcerelerinde aralamalardan 3 yıl sonra, kılcal kök kütlesi aralamaya maruz kalan parsellerde, kontrol parsellerine oranla istatistik anlamda azalma göstermiş, toprak pH'sı ve organik madde aralama ve kontrol parselleri arasında anlamlı bir farklılık göstermemiştir (Tüfekçioğlu vd., 2005). Sıklık çağındaki sarıçam meşcerelerinde, farklı şiddetteki (kontrol, zayıf ayıklama, şiddetli ayıklama, silvikültürel ayıklama) bakım kesimlerinden 5 yıl sonra yapılan değerlendirmede, ölü örtü ve toprak özelliklerinin istatistiksel bakımdan anlamlı bir farklılık göstermediği belirlenmiştir (Tolunay, 1997).

Yukarıda sıralanan araştırmalarda görüldüğü üzere aralamaların toprak ve ölü örtü özelliklerine etkisi 8-10 yıl gibi bir sürede ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla, araştırmamızda, aralamaların toprak özellikleri üzerinde önemli bir etkisinin belirlenememesi, örnekleme sürenin kısa olmasından kaynaklanmaktadır. 2004 yılında kurulan bu denemenin üzerinden yaklaşık 7 yıl geçmiş olup, uygulamaların toprak özellikleri üzerine etkisine yönelik yeni değerlendirmelerin 2012 yılı sonrası yapılması düşünülmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma, Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimince desteklenmiş bir projedir (Proje No: 946-M04). Maddi destekleri için Süleyman Demirel Üniversitesi Rektörlüğüne, idari desteklerinden dolayı Beyşehir Orman İşletme Müdürlüğü personeline teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Camping, J.T., Dahlgren, R.A., Tate, K.W., Horwath, W.R., 2002. Changes in soil quality due to grazing and oak tree removal in California Blue Oak woodlands. USDA Forest Serv. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-184.
- Cleary, B.D., Greaves, R.R., 1979 (Çeviri: Eyüboğlu, A.K.). Fidan. Orm. Araşt. Enst. Dergisi, 25(2): 31-67.
- Cleary, B.D., Zaerr, J.B., 1984. Guidelines For Measuring Plant Moisture Stresse With A Pressure Chamber. PMS Instrument Co., 2750 N. W. Royal Oaks Drive, Corvallis, Oregon 97330, USA, 15 p.
- Dirik, H., 1994. Üç yerli çam türünün (*Pinus brutia* Ten., *Pinus nigra* Arn. ssp. *pallasiana* Lamb., *Pinus pinea* L.) kurak periyoddaki transpirasyon tutumlarının ekofizyolojik analizi. İÜ Orman Fakültesi Dergisi 44 (1A) 111-121.
- Dunnett, C.W., 1955. A multiple comparison procedure for comparing several treatments with a control. J Am. Stat. Assoc., 50: 1096-1121.
- Düzgüneş, O., 1963. Bilimsel Araştırmalarda İstatistik Prensipleri ve Metotları, Ege Üniversitesi Matbaası, İzmir, 364 s.
- Eler, Ü., 1988. Antalya Bölgesi Doğal Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Meşcerelerinde Aralama ve Hazırlama Kesimlerinin Artım ve Büyüme Yönünden Etkileri. Ormanlık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No: 203, 54 s.
- Eler, Ü., 1990. Antalya Bölgesi Doğal Sedir (*Cedrus libani* A. Rich.) Meşcerelerinde Gecikmiş Aralama Kesimlerinin Gelişme Üzerine Etkileri. Ormanlık Araştırma Enstitüsü, Teknik Rapor No: 44, 24 s.

- Eler, Ü., Solak, M., Ayhan, M., 1991. Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Doğal Gençliklerinde Seyreltmenin Gelişme Üzerine Etkileri. Ormanlık Araştırma Enstitüsü, Teknik Rapor No: 45, s. 9-32.
- Eler, Ü., 2002. Ormanlık Biyometrisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Yayınları, Yayın No: 21, Isparta, 181 s.
- Eler, Ü., Özçelik, R., Özdemir, İ., Çatal, Y., 2004. Göller yöresinde iki genç doğal Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) meşceresinde gecikilmiş sıklık bakımının gelişme üzerine etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 8(1): 1-6.
- Genç., M., 2011a. Silvikültürün Temel Esasları. II. Baskı, Süleyman Demirel Üniversitesi Yayınları, Yayın No: 44, 351 s.
- Genç., M., 2011b. Orman Bakımı (Asli Orman Ağacı Türlerimizin Saf ve Karışık Meşcerelerinin Bakımı). III. Baskı, Süleyman Demirel Üniversitesi Yayınları, Yayın No: 14, 216 s.
- Genç., M., Deligöz, A., Gültekin, H.C., 2005. Doğu Ladini, Toros Sediri, Anadolu Karaçamı, Boylu Ardıç, Kokulu Ardıç ve Diken Ardıç Fidanlarının Stres Etmenlerine Dayanma Yetenekleri. Ladin Sempozyumu, 20-22 Ekim 2005, Trabzon, Bildiriler Kitabı, I. Cilt, 474-482.
- Gülçur, F., 1974. Toprakların Fiziksel ve Kimyasal Analiz Metotları. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 207, İstanbul, 225 s.
- İrmak, A. 1954. Arazide ve Laboratuvarında Toprağın Araştırılması Metotları, İ.Ü. Yayınları, İ. Ü. Yayın No: 599, O. F. Yayın No: 27, İstanbul, 150 s.
- Johnson, D. W., Knoepf, J. D., Swank, W. T., Shan, J., Morris, L. A., Van Lear D. H., Kapeluck, P. R., 2002. Effects of forest management on soil carbon: results of some long-term resampling studies. *Environmental Pollution*, 116: 201-208.
- Johnstone, W.D. 1969. Thinning Young and Old Lodgepole Pine Stands in The Supalpine Region of Alberta, Forest Research Laboratory, Alberta, Kanada.
- Kacar, B. 1994. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: III, Toprak Analizleri, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No: 3, Ankara, 705 s.
- Kalpısz, A., 1981. İstatistik Yöntemler, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 2837/294, İstanbul, 558 s.
- Kalpısz, A., 1988. Orman Hasılat Bilgisi. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 3516/397, İstanbul, 349 s.
- Kalpısz, A., 1993. Dendrometri. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 3793/426, İstanbul, 91 s.
- Makineci, E., 2005. Long term effects of thinning on soil and forest floor in a sessile oak (*Quercus petraea* (Matlusch) Lieb.) forest. *Journal of Environmental Biology*, 26 (2), 257-263.
- Odabaşı, T., Çalışkan, A., Bozkuş, F., 2004. Orman Bakımı. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, No:4458/474, İstanbul, 314 s.
- Olsson, A. B., Staaf, H., Lundkvist, H., Bengtsson, J., Rosén, K., 1996. Carbon and nitrogen in coniferous forest soils after clear-felling and harvests of different intensity. *Forest Ecology and Management*, 82: 19-32.
- Özçelik, R., Eler, Ü., 2009. Effects of release cutting on the development of young natural lebanon cedar (*Cedrus libani* A. Rich.) stands of western Mediterranean region of Turkey. *Journal of Environmental Biology*, 30:179-182.
- Özdamar, K. 1999. Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi. Kaan Kitabevi, Eskişehir, 533s.
- Özdemir, T., Eler, Ü., Şırlak, U., 1987. Antalya Bölgesi Doğal Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Ormanlarında Ayıklama Kesimleri (Sıklık Bakımı) ve Etkileri Üzerine Araştırmalar. Ormanlık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No:184, 31 s.
- Ritchie, G.A., Landis, T.D., 2005. Seedling Quality Tests: Plant Moisture Strese. *Forest Nursery Notes*, Summer 2005, pp. 6-12.
- Saatçioğlu, F., 1969. Silvikültürün Biyolojik Esasları ve Prensipleri. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 1429/138, İstanbul, 323 s.
- Saatçioğlu, F., 1971. Orman Bakımı. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 1636/160, İstanbul, 303 s.
- Scholander, P.F., Hammel, H.T., Bradstreet, E.D., Hemmingsen, E.A., 1965. Sap Pressure in Vascular Plants. *Science*, 148: 339-346.
- Taiz, L., Zeiger, E., 1998. *Plant Physiology*. Sinauer Associates, Inc., Publishers, Sunderland, Massachusetts, 792 p.
- Tolunay, D. 1997. Aladağ'da (Bolu) Sıklık Çağındaki Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Meşcerelerinde Bakımların Madde Dolaşımına Etkileri. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul, 213 s.
- Tufekcioglu, A., Guner, S., Tilki, F. 2005. Thinnig effects on production, root biomass and some soil properties in a young oriental beech stand in Artvin, Turkey. *J. Environ. Biol.* 26 (1), 91-95.
- Ülgen, N., Ateşalp, M. 1972. Toprakta Bitki Tarafından Alınabilir Fosfor Tayini, Topraksu Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü, Teknik Yayınlar Serisi, Sayı 21, Ankara, 17 s.

Ek Çizelge 1. Toprak örneklerine ait laboratuvar analiz sonuçları

İşlem	Açıklama	Derinlik kademesi	Kum (%)	Toz (%)	Kil (%)	Toprak Türü	pH (1/2,5 su)	Toplam Kireç (%)	OM (%)	Nt (%)	P (ppm)	K ⁺ (ppm)	Na ⁺ (ppm)	Ca ⁺⁺ (ppm)	Mg ⁺⁺ (ppm)
K1	Kontrol	0-20	50	26	24	BKi	5,90	0	9,73	0,30	20	240	38	568	83
	Kontrol	21-40	53	17	30	KiB	5,70	0	4,57	0,19	19	115	20	61	39
	Kontrol	41-60	66	15	19	KuB	5,70	0	2,62	0,11	43	36	20	47	26
K2	Zayıf	0-20	51	22	27	KiB	5,95	0	8,64	0,25	25	161	19	529	59
	Zayıf	21-40	50	18	32	KiB	5,85	0	3,26	0,16	42	105	19	158	34
	Zayıf	41-60	55	13	32	B	5,75	0	2,12	0,11	77	58	18	64	23
K3	Mutedil	0-20	54	25	21	BKi	5,85	0	12,50	0,36	67	207	34	849	133
	Mutedil	21-40	43	19	38	KiB	5,70	0	3,53	0,15	8	102	19	100	44
	Mutedil	41-60	58	13	29	B	5,60	0	1,88	0,09	41	53	31	60	36
K4	Kuvvetli	0-20	53	27	20	BKi	5,90	0	13,92	0,35	26	213	30	1556	124
	Kuvvetli	21-40	45	17	38	KiB	5,80	0	5,34	0,20	9	180	19	236	80
	Kuvvetli	41-60	58	9	33	B	5,70	0	1,76	0,10	47	58	28	38	32
K5	Zayıf	0-20	58	24	18	KuKiB	5,75	0	11,90	0,34	15	185	30	1610	138
	Zayıf	21-40	41	21	38	KiB	5,95	0	3,53	0,14	13	114	26	284	72
	Zayıf	41-60	47	19	34	KiB	5,75	0	1,74	0,11	6	107	18	36	65
K6	Mutedil	0-20	60	20	20	KiB	5,85	0	13,71	0,39	33	256	36	2137	172

İşlem	Açıklama	Derinlik kademesi	Kum (%)	Toz (%)	Kil (%)	Toprak Türü	pH (1/2,5 su)	Toplam Kireç (%)	OM (%)	Nt (%)	P (ppm)	K ⁺ (ppm)	Na ⁺ (ppm)	Ca ⁺⁺ (ppm)	Mg ⁺⁺ (ppm)
	Mutedil	21-40	42	24	34	KiB	5,95	0	4,54	0,20	30	223	29	494	115
	Mutedil	41-60	51	17	32	KiB	5,80	0	1,45	0,11	9	73	18	17	29
K7	Kuvvetli	0-20	58	20	22	KiB	6,00	0	11,89	0,28	17	167	30	1657	134
	Kuvvetli	21-40	57	13	30	B	5,80	0	3,53	0,16	46	120	26	92	54
	Kuvvetli	41-60	72	5	23	KuB	5,80	0	0,92	0,06	129	40	17	4	8
K8	Kontrol	0-20	55	25	20	KiB	5,90	0	12,05	0,36	40	220	21	1110	107
	Kontrol	21-40	43	21	36	KiB	5,75	0	4,30	0,18	18	179	18	152	73
	Kontrol	41-60	39	25	36	BKi	5,50	0	2,31	0,13	9	89	17	22	30
K9	Mutedil	0-20	53	27	20	BKi	5,90	0	14,30	0,38	43	246	39	1979	193
	Mutedil	21-40	49	21	30	KiB	5,75	0	4,46	0,18	32	169	18	183	69
	Mutedil	41-60	50	19	31	KiB	5,60	0	1,66	0,08	78	85	19	35	36
K10	Kuvvetli	0-20	49	28	23	BKi	5,90	0	14,46	0,36	38	234	30	2258	166
	Kuvvetli	21-40	36	25	39	KiB	5,90	0	4,06	0,16	23	114	22	669	111
	Kuvvetli	41-60	47	17	36	KiB	5,65	0	1,67	0,10	30	78	43	290	99
K11	Kontrol	0-20	50	29	21	BKi	5,55	0	12,95	0,40	39	188	36	1088	120
	Kontrol	21-40	40	25	35	KiB	5,80	0	4,74	0,16	14	120	31	182	68
	Kontrol	41-60	36	23	41	KiB	5,80	0	3,32	0,14	13	120	20	92	62
K12	Zayıf	0-20	57	23	20	KuB	5,50	0	14,50	0,46	37	220	52	2186	187
	Zayıf	21-40	43	24	33	KiB	5,50	0	6,38	0,24	31	136	19	198	62
	Zayıf	41-60	44	21	35	KiB	5,45	0	3,46	0,13	22	120	20	104	37

BKi: Balçıklı kil, KiB: Killi balçık, KuB: Kumlu balçık, B: Balçık, KuKiB: Kumlu killi balçık, OM: Organik madde, Nt: Toplam azot

Ek Çizelge 2. 0-20 cm derinlik kademesinde belirlenen toprak özellikleri itibarıyla işlemlerin varyans analiziyle karşılaştırılması

Değişken	Özellikler	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F oranı	Önem seviyesi
Kum (%)	Gruplar arası	32,481	3	10,827	0,785	0,535
	Gruplar içi	110,318	8	13,790		
	Toplam	142,799	11	6,108		
Toz (%)	Gruplar arası	18,325	3	9,154	0,667	0,595
	Gruplar içi	73,234	8	-		
	Toplam	91,559	11	-		
Kil (%)	Gruplar arası	4,403	3	1,468	0,224	0,877
	Gruplar içi	52,299	8	6,537		
	Toplam	56,702	11	-		
pH	Gruplar arası	0,071	3	0,024	0,983	0,448
	Gruplar içi	0,192	8	0,024		
	Toplam	0,262	11	-		
Organik madde (%)	Gruplar arası	10,127	3	3,376	0,962	0,456
	Gruplar içi	28,078	8	3,510		
	Toplam	38,206	11	-		
Nt (%)	Gruplar arası	0,003	3	0,001	0,278	0,840
	Gruplar içi	0,030	8	0,004		
	Toplam	0,033	11	-		
P (ppm)	Gruplar arası	916,456	3	305,485	1,823	0,221
	Gruplar içi	1340,479	8	167,650		
	Toplam	2256,935	11	-		
K (ppm)	Gruplar arası	3632,086	3	1210,695	1,420	0,307
	Gruplar içi	6819,910	8	85,489		
	Toplam	10451,996	11	-		
Na (ppm)	Gruplar arası	62,333	3	20,778	0,227	0,875
	Gruplar içi	7321,156	8	91,394		
	Toplam	793,489	11	-		
Ca (ppm)	Gruplar arası	1380807	3	460269,044	1,279	0,346
	Gruplar içi	2879679	8	359959,814		
	Toplam	4260486	11	-		
Mg (ppm)	Gruplar arası	6107,578	3	2035,859	1,391	0,314
	Gruplar içi	11709,910	8	1463,739		
	Toplam	17817,488	11	-		

Ek Çizelge 3. 20-40 cm derinlik kademesinde belirlenen toprak özellikleri itibariyle işlemlerin varyans analiziyle karşılaştırılması

Değişken	Özellikler	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F oranı	Önem seviyesi
Kum (%)	Gruplar arası	5,967	3	1,989	0,041	0,988
	Gruplar içi	392,437	8	49,055		
	Toplam	398,404	11	6,108		
Toz (%)	Gruplar arası	17,298	3	5,766	0,346	0,793
	Gruplar içi	133,475	8	16,684		
	Toplam	150,773	11	-		
Kil (%)	Gruplar arası	5,960	3	1,987	0,132	0,938
	Gruplar içi	120,082	8	15,010		
	Toplam	126,041	11	11		
pH	Gruplar arası	0,012	3	0,004	0,207	0,889
	Gruplar içi	0,158	8	0,020		
	Toplam	0,171	11	-		
Organik madde (%)	Gruplar arası	0,207	3	0,069	0,65	0,977
	Gruplar içi	8,451	8	1,056		
	Toplam	8,658	11	-		
Nt (%)	Gruplar arası	0,000	3	0,000	0,045	0,986
	Gruplar içi	0,008	8	0,001		
	Toplam	0,008	11	-		
P (ppm)	Gruplar arası	206,635	3	68,878	0,370	0,777
	Gruplar içi	1490,460	8	186,307		
	Toplam	1697,095	11	-		
K (ppm)	Gruplar arası	3261,451	3	1087,150	0,669	0,595
	Gruplar içi	13002,307	8	1625,307		
	Toplam	16263,758	11	-		
Na (ppm)	Gruplar arası	6,518	3	2,173	0,071	0,974
	Gruplar içi	244,281	8	30,535		
	Toplam	250,799	11	-		
Ca (ppm)	Gruplar arası	63479,018	3	21159,673	0,597	0,634
	Gruplar içi	283432,0	8	35429,003		
	Toplam	346911,0	11	-		
Mg (ppm)	Gruplar arası	1374,200	3	458,067	0,648	0,606
	Gruplar içi	5659,050	8	707,381		
	Toplam	7033,250	11	-		

Ek Çizelge 4. 40-60 cm derinlik kademesinde belirlenen toprak özellikleri itibariyle işlemlerin varyans analiziyle karşılaştırılması

Değişken	Özellikler	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F oranı	Önem seviyesi
Kum (%)	Gruplar arası	257,380	3	85,793	0,708	0,574
	Gruplar içi	969,279	8	121,160		
	Toplam	1226,659	11	-		
Toz (%)	Gruplar arası	195,357	3	65,119	2,769	0,111
	Gruplar içi	188,104	8	23,513		
	Toplam	383,461	11	-		
Kil (%)	Gruplar arası	13,247	3	4,416	0,096	0,960
	Gruplar içi	367,683	8	45,90		
	Toplam	380,931	11	-		
pH	Gruplar arası	0,008	3	0,003	0,138	0,935
	Gruplar içi	0,145	8	0,018		
	Toplam	0,153	11	-		
Organik madde (%)	Gruplar arası	3,457	3	,001	3,446	0,072
	Gruplar içi	2,675	8	000		
	Toplam	6,132	11	-		
Nt (%)	Gruplar arası	0,003	3	0,001	4,284	0,044
	Gruplar içi	0,002	8	0,000		
	Toplam	0,005	11	-		
P (ppm)	Gruplar arası	3476,588	3	1158,863	0,809	0,523
	Gruplar içi	11452,913	8	1431,614		
	Toplam	14929,500	11	-		
K (ppm)	Gruplar arası	2209,715	3	736,572	0,842	0,508
	Gruplar içi	6995,249	8	874,406		
	Toplam	9204,963	11	-		
Na (ppm)	Gruplar arası	219,431	3	73,144	1,244	0,356
	Gruplar içi	470,271	8	58,784		
	Toplam	689,701	11	-		
Ca (ppm)	Gruplar arası	8972,204	3	2990,735	0,440	0,731
	Gruplar içi	54410,222	8	6801,278		
	Toplam	63382,426	11	-		
Mg (ppm)	Gruplar arası	254,157	3	84,719	0,110	0,952
	Gruplar içi	6185,993	8	773,249		
	Toplam	6440,150	11	-		