

T.C.
KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI



MEŞE MEŞCERESİNDE ODUN ÜRETİM FAALİYETLERİNİN
TOPRAĞA VERDİĞİ BAZI ZARARLARIN İNCELENMESİ:
KASTAMONU / ÇÖME YÖRESİ ÖRNEĞİ

METEHAN IŞIK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DOÇ. DR. KORHAN ENEZ

ARALIK - 2023

KASTAMONU

TEZ ONAYI

Metehan IŞIK tarafından hazırlanan “**MEŞE MEŞCERESİNDE ODUN ÜRETİM FAALİYETLERİNİN TOPRAĞA VERDİĞİ BAZI ZARARLARIN İNCELENMESİ: KASTAMONU / ÇÖME YÖRESİ ÖRNEĞİ**” adlı tez çalışmasının savunma sınavı **26.12.2023** tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Danışman	Doç. Dr. Korhan ENEZ Kastamonu Üniversitesi	
Jüri Üyesi	Doç. Dr. Yılmaz TÜRK Düzce Üniversitesi	
Jüri Üyesi	Doç. Dr. Gamze SAVACI Kastamonu Üniversitesi	

Jüri üyeleri tarafından kabul edilmiş olan bu tez Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca onanmıştır.

Enstitü Müdürü	Doç. Dr. Selçuk MEMİŞ	
----------------	-----------------------	-------

TAAHHÜTNAME

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu; ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını, bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini bildirir ve taahhüt ederim.

Metehan IŞIK

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MEŞE MEŞCERESİNDE ODUN ÜRETİM FAALİYETLERİNİN TOPRAĞA VERDİĞİ BAZI ZARARLARIN İNCELENMESİ: KASTAMONU / ÇÖME YÖRESİ ÖRNEĞİ

METEHAN IŞIK

KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI
DANIŞMAN: DOÇ. DR. KORHAN ENEZ

Bu çalışma ile Kastamonu-Pınarbaşı ilçesinde yer alan 100 ve 101 nolu bölmelerdeki meşe meşcereleri içerisinde tarım traktörü ile bölmeden çıkarma esnasında toprak özellikleri üzerinde etkisi veya zararı ortaya konulması amaçlanmıştır. Üretim faaliyetlerinin toprak üzerinde etkisini belirleyebilmek için, toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri (pH, elektriksel iletkenlik, organik madde miktarı, toprak tekstürü, hacim ağırlığı ve maksimum su tutma kapasitesi) belirlenmiştir. Bunun için kontrol sahası (üretim faaliyeti gerçekleştirilmemiş) ve üretim sahası altından 0–10 cm ve 10–20 cm olmak üzere iki toprak derinlik kademesinden toplam 80 adet toprak örnekleme yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, üretim ve kontrol saha topraklarının 0-10 cm derinliğinde pH ($P=0,044$) ve hacim ağırlığı ($P=0,016$) değerleri ile 10-20 cm derinliğinde ise pH ($P=0,006$) ve organik madde miktarı ($P<0,001$) istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. Üretim sahası topraklarında ortalama organik madde miktarı en düşük iken (%7,29), hacim ağırlığı değerleri ($1,39 \text{ gr/ cm}^3$) oldukça yüksek bulunmuştur. Bununla birlikte, üretim ve kontrol sahalarında toprak derinliği arttıkça, elektriksel iletkenlik, organik madde, permeabilite değerleri azalmaktadır. Sonuç olarak, üretim faaliyeti sırasında toprak özelliklerinde meydana gelen bu olumsuz etkiler özellikle toprak organik madde miktarının azalması ve hacim ağırlığı değerlerinde artış, toprak sıkışmasına ve bu nedenle toprak canlılarının yaşamını, ölü örtü ayrışmasını olumsuz yönde etkilediği düşünülmektedir.

ANAHTAR KELİMELE: Ormancılıkta Üretim, Bölmeden Çıkarma, Toprak Zararı, Tarım Traktörü

Aralık 2023, 42 Sayfa

ABSTRACT

MSC THESIS

INVESTIGATION OF SOME DAMAGES TO SOIL CAUSED BY LOGGING ACTIVITIES IN OAK STANDS: A CASE STUDY OF KASTAMONU / ÇÖME REGION

METEHAN IŞIK

**KASTAMONU UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE
DEPARTMENT OF FOREST ENGINEERING
SUPERVISOR: ASSOC. PROF. DR. KORHAN ENEZ**

This study aims to determine the impact or damage on soil properties during the removal of oak trees in compartment numbered 100 and 101 in the district of Kastamonu-Pınarbaşı using an agricultural tractor. In order to determine the effect of logging activities on soil, some physical and chemical properties of soil (pH, electrical conductivity, organic matter content, soil texture, bulk density and maximum water holding capacity) were determined. For this purpose, a total of 80 soil samples were taken from two soil depth levels (0-10 cm and 10-20 cm) under the control site (no logging activity) and skidding site. According to the results obtained, pH ($P=0,044$) and bulk density ($P=0,016$) values at 0-10 cm soil depth and pH ($P=0,006$) and organic matter content ($P<0,001$) at 10-20 cm soil depth of the skidding and control site soils were statistically significantly different. While the average organic matter content was the lowest in the skidding site soils (7.29%), the bulk density values (1.39 g/cm^3) were found to be quite high. However, electrical conductivity, organic matter, and permeability values decreased as the soil depth increased in the skidding and control sites. As a result, it is thought that these negative effects on soil properties during the logging activity, especially the decrease in the amount of soil organic matter content and the increase in bulk density values, soil compaction and therefore the life of soil organisms and litter decomposition are negatively affected.

KEYWORDS: Logging, Skidding, Soil Damage, Agricultural Tractor

December 2023, 42 Page

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada odun üretim faaliyetlerinin, orman toprağına verdiği zararın tespiti amaçlanmıştır. Sadece traktör ile sürütme araştırılmış olup, kontrol sahası ve üretim sahası olmak üzere iki farklı bölmede çalışmalar sürdürülmüştür. Arazi çalışmalarının ardından laboratuvarda toprak analizleri gerçekleştirilmiştir. Çalışmalarında desteğini esirgemeyen danışman hocam Sayın Doç. Dr. Korhan ENEZ'e teşekkürü bir borç bilirim. Laboratuvar çalışmalarının her aşamasında yanımda bulunan Sayın Doç. Dr. Gamze SAVACI hocama teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca laboratuvar çalışmalarında yardımcı olan kardeşim Yunus Emre IŞIK ve arkadaşım Mesut ÇAM'a teşekkür ederim. Arazi çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen Pınarbaşı Orman İşletme Müdürlüğü, Çöme Orman İşletme Şefliği'nden ekip arkadaşlarıma, Erkan DALLIOĞLU'na ve Çöme Orman İşletme Şefi Sayın İbrahim ADA ve bir önceki Çöme Orman İşletme Şefi Durmuş SAĞIR'a teşekkür ederim.

METEHAN IŞIK

Kastamonu, 2023

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
TEZ ONAYI	ii
TAAHHÜTNAME	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
TABLolar DİZİNİ	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	x
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Ormancılıkta Üretim	3
1.2 Bölmeden Çıkarma	4
1.3 Tarım Traktörleriyle Bölmeden Çıkarma Yöntemi	5
1.4 Bölmeden Çıkarma Çalışmalarının Çevreye Verdiği Zararlar	6
2. MATERYAL VE YÖNTEM	8
2.1 Materyal	8
2.2 Yöntem.....	9
2.2.1 Arazi Çalışmaları	9
2.2.2 Laboratuvar Çalışmaları	10
2.2.2.1 Toprak örneklerinin hazırlanması	10
2.2.2.2 Toprak permeabilitesi (Geçirgenlik)	10
2.2.2.3 Maksimum su tutma kapasitesi	12
2.2.2.4 Hacim ağırlığı.....	13
2.2.2.5 Toprağın tekstür tayini	13
2.2.2.6 Toprak reaksiyonu (pH)	13
2.2.2.7 Elektriksel iletkenlik	13
2.2.2.8 Organik madde miktarı	14
2.2.3 İstatistik Analizler	14
3. BULGULAR	15
3.1 Üretim Sahasından Elde Edilen Bulgular	15
3.2 Kontrol Sahasından Elde Edilen Bulgular	16
3.3 Toprak Derinliklerine Göre Üretim ve Kontrol Sahalarından Elde Edilen Bulgular	17
4. TARTIŞMA	32
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	36
KAYNAKLAR	37
ÖZGEÇMİŞ.....	42

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1 Kastamonu OBM sınırları.....	8
Şekil 2.2 Toprak örneklerinin analizi için kullanılan havan ve elek seti	10
Şekil 2.3 Permeabilite tayini için toprak örneklerinin suda bekletilmesi.....	11
Şekil 2.4 Toprak örneklerinin permeabilite analizi.....	12
Şekil 2.5 Toprak örneklerinin fırın kurusu ağırlıklarının belirlenmesi.....	12
Şekil 3.1 Üretim ve kontrol sahalarındaki 0-10 cm derinlikteki toprak pH ortalamaları.....	19
Şekil 3.2 Üretim ve kontrol sahalarındaki 0-10 cm derinlikteki toprağın elektriksel iletkenlik ortalamaları.....	19
Şekil 3.3 Üretim ve kontrol sahalarındaki 0-10 cm derinlikteki toprak organik madde miktarı ortalamaları	20
Şekil 3.4 Üretim ve kontrol sahalarındaki 0-10 cm derinlikteki topraktaki kil miktarının yüzde ortalamaları	20
Şekil 3.5 Üretim ve kontrol sahaların 0-10 cm derinlikteki topraklarında hacim ağırlığı ortalamaları	21
Şekil 3.6 Üretim ve kontrol sahalarındaki 0-10 cm derinlikteki toprakların su tutma kapasitesi ortalamaları.....	22
Şekil 3.7 Üretim ve kontrol sahalarındaki 0-10 cm derinlikteki topraktaki kum miktarı yüzde ortalamaları	23
Şekil 3.8 Üretim ve kontrol sahalarındaki 0-10 cm derinlikteki topraktaki toz miktarı yüzde ortalamaları	23
Şekil 3.9 Üretim ve kontrol sahalarındaki 0-10 cm derinlikteki toprakta permeabilite ortalamaları.....	24
Şekil 3.10 Üretim ve kontrol sahalarındaki 10-20 cm derinlikteki toprak pH ortalamaları.....	25
Şekil 3.11 Üretim ve kontrol sahalarındaki 10-20 cm derinlikteki toprağın elektriksel iletkenlik ortalamaları.....	26
Şekil 3.12 Üretim ve kontrol sahalarındaki 10-20 cm derinlikteki toprak organik madde miktarı ortalamaları	27
Şekil 3.13 Üretim ve kontrol sahalarındaki 10-20 cm derinlikteki toprağın kil miktarı yüzde ortalamaları	27
Şekil 3.14 Üretim ve kontrol sahaların 10-20 cm derinlikteki topraklarında hacim ağırlığı ortalamaları	28
Şekil 3.15 Üretim ve kontrol sahalarındaki 10-20 cm derinlikteki toprakların su tutma kapasitesi ortalamaları.....	28
Şekil 3.16 Üretim ve kontrol sahalarındaki 10-20 cm derinlikteki toprağın kum miktarı yüzde ortalamaları	30
Şekil 3.17 Üretim ve kontrol sahalarındaki 10-20 cm derinlikteki toprağın toz miktarı yüzde ortalamaları	30
Şekil 3.18 Üretim ve kontrol sahalarındaki 10-20 cm derinlikteki toprağın permeabilite ortalamaları.....	31

TABLÖLAR DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Tablo 2.1 Bölme 101 kontrol sahası koordinatları.....	9
Tablo 2.2 Bölme 100 üretim sahası koordinatları.....	9
Tablo 2.3 Kolmogorov-Smirnov ^a testi ile Normallik kontrolü.....	14
Tablo 3.1 Üretim Sahasındaki bazı toprak özelliklerinin derinliklerine göre tanımlayıcı istatistik değerleri	15
Tablo 3.2. Kontrol Sahasındaki bazı toprak özelliklerinin derinlik kademelerine göre tanımlayıcı istatistik değerleri	16
Tablo 3.3 0-10 cm derinlik kademesinde bazı toprak özelliklerinin değerlendirilmesi.....	18
Tablo 3.4 0-10 cm derinlik kademesinde bazı toprak özelliklerinin değerlendirilmesi.....	22
Tablo 3.5 10-20 cm derinlik kademesinde bazı toprak özelliklerinin değerlendirilmesi.....	25
Tablo 3.6 10-20 cm derinlik kademesinde bazı toprak özelliklerinin değerlendirilmesi.....	29

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltmalar

cm	: santimetre
cm³	: santimetreküp
FAO	: Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
kg	: Kilogram
mm	: Milimetre
OBM	: Orman Bölge Müdürlüğü
OİM	: Orman İşletme Müdürlüğü
OİŞ	: Orman İşletme Şefliği
%	: yüzde
dS/m	: decisiemens/metre
°C	: santigrat ya da derece
gr/cm³	: gram/santimetreküp

1. GİRİŞ

Üretim, en genel hali ile sonsuz insan ihtiyaçlarını k t kaynaklarla karşılamak için kullanılan mal ve hizmetleri meydana getirmek, bir fayda oluşturmak veya var olan faydanın katma değerini artırmak amacıyla yapılan her türlü faaliyetini ifade eder. Üretim faaliyetinin amacı, k t kaynakların etkin biçimde kullanılmasını sağlayarak insanların ihtiyaç duydukları mal ve hizmetlerin ortaya konulmasıdır. Üretim; yeryüzünden, denizlerden ve atmosferden elde edilen ham ya da temel maddeleri tüketiciler için uygun bir yer ve zamanda, tüketicilere fayda ve tatmin sağlayacak şekle dönüştürme sürecidir. Bu sebeple insan ihtiyaçlarının karşılanmasına yönelik mal ve hizmetlerin depolanması, taşınması ve satılması da üretim faaliyeti kapsamında değerlendirilir. Bu açıdan üretim, “insan ihtiyaçlarını gideren mal ve hizmetleri elde etmek amacıyla yapılan her türlü çaba veya faaliyet” olarak da ifade edilebilir (URL-1, 2020).

Orman ekosistemi, dünya üzerindeki doğal sistemler arasında en karmaşık ve dikkat çekici olanıdır. Ormanlık alanlarda, iklim, toprak, topografya, su ve canlılar arasında çok çeşitli ve karmaşık bir ilişki ağı bulunmaktadır. Ormanların doğal dengeyi koruyarak işletmeye açıldığında üretim hedeflerinin gerçekleştirilmesi, yapılan düzenlemelerin orman yapısına zarar vermemesi amacıyla öncelikli olarak ele alınmalıdır. Bu nedenle, günümüzde insanlar, orman sistemini oluşturan unsurların doğal denge ve sürekliliğini korumaya yönelik dikkatli ve planlı bir şekilde faydalanmaya odaklanmalıdır. Bu yaklaşım, orman kaynaklarından rasyonel, sürdürülebilir ve istikrarlı bir şekilde yararlanmayı gerektirmektedir (Karaman, 2001).

Ormancılığın ana amaçlarından biri olan sürdürülebilir orman yönetimi anlayışı (Higman vd., 2005) ile çevreye zararlı herhangi bir olumsuz etkinin en aza indirgenmesini sağlamaktır (Heinimann, 2007). Orman kaynaklarının ekolojik, çevresel ve estetik değerlerini korumak ve bunları iyileştirmek için çevresel faydaları arttırmayı ve orman sağlığını iyileştirmeyi hedefleyen en iyi yönetim uygulamalarının geliştirilmesi önemli olmaktadır (Goychuk vd., 2011). Dünya genelinde ormancılıkta

Üretim faaliyetlerinin orman toprağı ve suyu üzerindeki etkileri endişe verici olarak değerlendirilmektedir (Grace III vd., 2006).

Bu kapsamda ormancılıkta üretim faaliyetleri sırasında yüksek üretim elde edilmesi, çevreye olan olumsuz etkilerin azaltılması ve çalışma koşullarının güvenli olmasının sağlanması dikkat edilmesi gerekmektedir (Schweier vd., 2019). Ancak aşırı üretim uzun vadede ormanların verimliliğini ve sürdürülebilirliğini tehdit edebildiği gibi (Zhou vd., 2015) istenmeyen ekolojik sonuçlara da neden olabilir (Zaman vd., 2010). Türkiye’de ormanların genellikle dağlık ve eğimli arazilerde bulunması nedeniyle ormancılıkta üretim faaliyetlerinde bölmeden çıkarma insan gücü, hayvan gücü, traktör gücü ve kablo hatlar yoluyla gerçekleştirilmektedir (Erdaş vd., 2014). Bu uygulamalar, meşcerede kalan ağaçlara, orman toprağına ve ana odun materyaline bazı zararlara neden olmaktadır (Buğday ve Menemencioğlu, 2013). Orman ve sürütme yollarındaki toprak zararı toprakta bulunan organik tabakanın ve üst tabakanın kaldırılmasını, toprak sıkışmasını ve dolayısıyla bu alanlarda meydana gelen erozyonu ifade etmektedir (Demir vd., 2010).

Ülkemizde ormancılıktaki üretim faaliyetlerindeki transport ile gelişmiş ülkelerdeki kıyaslandığında gelişmiş ülkelerde, üretimde kullanılan mekanizasyon oranının genellikle daha yüksek olduğu görülmektedir. Topografik açıdan en yakın şartlara sahip Avusturya da makineli üretim oranı %86 gibi yüksek seviyelerdedir (Acar, 1998).

Ağır ve zorlu koşullarda yapılan bölmeden çıkarma işlemlerinde, insan gücünün yetersiz kalması nedeniyle makine gücünden faydalanılmaktadır. Günümüzde, ormancılık amaçlarına yönelik olarak düzenlenmiş orman traktörleri ve hava hatları gibi araçların yanı sıra tarım traktörleri de önemli bir rol oynamaktadır. Bu araçlar, bölmeden çıkarma işlemlerinde kullanılan makine gücünün sağlanmasında ve etkin bir şekilde kullanılmasında büyük öneme sahiptir.

Odun hammaddesi üretimi, uygun planlanma ve teknikler kullanılarak yapılmazsa, orman toprağı (Akay vd., 2007 a,b; Bettinger ve Kellogg, 1993; Croke vd., 2001; Demir vd., 2007; Eroğlu, 2007; Gümüş ve Türk, 2016; Marshall, 2000; Makineci vd.,

2007; Pinard vd., 2000; Quesnel ve Curan, 2000; Smidt ve Blinn, 1995; Türk ve Gümüş, 2015), meşcerede kalan dikili ağağlar (Baumgras vd., 1995; Elias, 1995; Erdaş, 1986; Froehlich vd., 1981; Krzic vd., 2003; Johns vd., 1996; Ünver, 2008), gençlik (Eroğlu vd., 2007; Rushton vd., 2003; Sancal, 2010; Steege vd., 2002; Türk ve Gümüş, 2015), yaban hayatı (LeDoux, 1997; Mangan ve Bertolo, 2003; Sancal, 2010; Scrimgeour vd., 2000) ve taşınan ürünler (Eroğlu, 2007; Holmes vd., 2002; Sancal, 2010; Ünver, 2008) üzerindeki etkiler olumsuz olabilmektedir. Bu zararlar ormanlık alanlarda ve özellikle orman toprağında erozyon ve su kaynaklarında bozulmalar gibi çevresel tahriplere sebep olur (FAO, 1997 ve Sancal, 2010). Bu sebeple, sürdürülebilir ormancılık açısından, özellikle dağlık alanlarda en uygun bölmeden çıkarma tekniğinin kullanılması önem kazanmaktadır (Dykstra ve Heinrich, 1992, Sancal, 2010).

Bu ęalıőma, tarım traktörü ile sürütme şeritlerinden ve selelerle bölmeden çıkarma tekniğinin uygulandığı meşe ağağlarından kurulu bölmelerde yürütölmüőtür. Kontrol sahasından ve sürütme şeritlerinden alınan toprak örnekleri laboratuvar ortamında incelenmiş ve incelenen bu toprak örnekleri kimyasal ve fiziksel özelliklerine göre sınıflandırılmıőtır. Böylece bu yöntemin toprağa olan etkisinin toprağın bazı fiziksel özellikleri (maksimum su tutma kapasitesi, permeabilite, hacim ağırlığı, toprak tekstürü) ile bazı kimyasal özelliklerindeki (organik madde, pH, elektriksel iletkenlik) deęiőimlerden yola ęıkarak muhtemel zarar durumu ortaya konulmaya ęalıőılacaktır.

1.1 Ormancılıkta Üretim

Üretim, mevcut kaynaklar ve hizmetlerden yeni kaynaklar veya hizmetler oluőturma sürecini genel anlamıyla ifade eder. Ekonomi biliminde üretim, "Sınırlı kaynakların miktarını ve kullanım faydasını artırmak için yapılan tüm faaliyetler" şeklinde tanımlanmaktadır (Acar, 2004; Enez, 2008; Türker, 2000). En kısa tanımıyla ormancılıkta üretim, doğal kaynaklardan elde edilen ana ve yan ürünlerin toplum ihtiyacına uygun şekilde işlenerek tüketim için hazırlanması ve sunulması sürecidir (Acar, 2004; Enez, 2008; Erdaş vd., 2014).

Ormancılıkta üretim denildiğinde ilk akla gelen, asli orman ürünlerinin (tomruk, direk, sırk, çubuk, travers, sanayi odunu, yakacak vasıflı odun, lif ve selüloz) üretimidir. Bu ürünler, ormancılık faaliyetlerinin ana odak noktalarını oluşturur ve endüstriyel süreçlerde kullanılmak üzere işlenir. Bu durumun temel nedeni, odun dışı orman ürünlerinin miktar olarak az olması ve bu ürünlerin hizmet üretiminin miktar ve değer olarak yeterince belirlenememiş olmasıdır. Odun dışı orman ürünleri genellikle miktar açısından sınırlıdır ve ekonomik ölçekteki değerlendirmesi zor olabilir. Bu nedenle, ormancılıkta odun dışı ürünlerin etkin bir şekilde değerlendirilmesi ve kaynaklarının sürdürülebilir bir şekilde kullanılması önemlidir (Enez, 2008).

Odun hammaddesi asli orman ürünlerinin temelini oluşturur ve ormancılık sektöründe önemli bir yer tutar. Odun hammaddesi üretimi, kesim ve nakliyat faaliyetleri sonucunda gerçekleşmektedir. Üretim sürecinde yer alan işlemler, damgalanmış ağacın kesilmesi, devrilmesi, dalların temizlenmesi, standartlara uygun ölçülere ayrılması, kabuğun soyulması, kesim sahasından orman yoluna nakliyat, boşaltma ve istifleme gibi faaliyetleri içermektedir (Acar ve Şentürk, 1996; Erdaş vd., 2014; Karaman, 1997; Topalak 1998). Bir metot olarak ortaya konulduğunda yukarıda sıralanan süreçlerden geçerken hangi teknolojinin kullanılacağını belirleyen yöntem bütünlüğü de üretim metodunu belirler. Bu metot transport işlerinin yürütülmesi sırasında kullanılan makine ve aletler ile taşınan odun hammaddesinin şeklini ve adını da tayin eder (Erdaş vd., 2014).

1.2 Bölmeden Çıkarma

Bölmeden çıkarma faaliyetlerinden kaynaklanan toprak zararlarını azaltmak için uygun bölmeden çıkarma zamanının ve tekniğinin belirlenmesi, insan gücü ile serbest kaydırmada ve traktör gücü ile kablo çekiminde doğru şerit güzergahlarının belirlenmesi, hava hatları ile bölmeden çıkarmada ürünlerin güzergah boyunca tamamen askıda taşınması, kesim ve bölmeden çıkarma planının doğru yapılması önemli faydalar sağlayabilir (Eroğlu vd., 2010).

Bölmeden çıkarma yöntemleri, Türkiye’de kullanılanlar dikkate alınarak sıralanırsa şu şekilde sıralanabilir.

- İnsan gücü ile bölmeden çıkarma yöntemi
- Hayvan gücü ile bölmeden çıkarma yöntemi
- Traktörle bölmeden çıkarma yöntemi
- Kablolı hatlar yardımıyla bölmeden çıkarma yöntemi

Bu çalışmada tarım traktörü ile sürütme şeridinden sürütülerek, bölmeden çıkarma yöntemi esas alınmıştır.

1.3 Tarım Traktörleriyle Bölmeden Çıkarma Yöntemi

Tarım traktörleri ile bölmeden çıkarma tekniğinin uygulamada görülen beş şekli vardır. Bunlar; kablo çekimi, sürütme zinciri veya kablosu, sürütme kısıkaçları, arabalar (römork/trayler) ile taşıma sureti, traktörün arkasına ve önüne eklenen taşıyıcılar (sele ve sepet) ile bölmeden çıkarma şeklidir (Erdaş vd., 2014).

Üretim işlerinin planlanmasında en önemli aşama uygun bölmeden çıkarma yönteminin belirlenmesidir. Bölmeden çıkarma yöntemi üretim yapılacak arazinin eğim, zemin koşulları gibi yapısal özelliklerine bağlı olarak değişkenlik göstermekle beraber, işletmeye açma tesis ve taşıtlarının varlığına bağlı olarak tespit edilmektedir. Zeminin düzgün olması, bölmeden çıkarma çalışmalarını kolaylaştırırken, zeminin kayalık, taşlık veya bataklık gibi sorunlu olması ise bu tür çalışmaları oldukça güçleştirmekte ve çoğu zaman imkânsız hale getirmektedir (Erdaş, 2008). Bölmeden çıkarma çalışmalarının başarısını orman işletmelerinin sahip olduğu tesis ve taşıtlar (hava hatları, traktörler vb.) önemli ölçüde etkilemektedir (Erdaş vd., 2014).

Yapılan çalışmalar, tomrukların sürütülerek bir araya toplanması işinin, toplam maliyetin %25-50'sini oluşturduğunu göstermiştir. Bu sonuç, odun hammaddesi üretim tekniğinin ve diğer işlerin sistemli bir şekilde ele alınması gerektiğini vurgulamaktadır (Erdaş, 1986).

Sürütme yöntemi, hayvan gücü ile bölmeden çıkarma yönteminin olumsuz yönlerini telafi ederek, hayvan gücünün yetersiz olduğu veya zararların azaltılması gerektiği durumlarda kullanılan bir bölmeden çıkarma yöntemidir (Karaman 2001).

1.4 Bölmeden Çıkarma Çalışmalarının Çevreye Verdiği Zararlar

İnsan gücü, hayvan gücü ve traktörlerle orman toprağında gerçekleştirilen sürütmelerin çevreye verdiği zararlar, şu şekilde ortaya çıkmaktadır: Ağaçların dikili olmaları nedeniyle çarpma sonucu ağaç gövdelerinde meydana gelen yaralanmalar, genç ağaçların bulunduğu alanlarda genç ağaçların köklerinin zarar görmesi veya orman toprağının humus tabakasının bozulması, ayrıca toprak yüzeyinin yırtılması ve erozyon riskinin artması gibi faktörler bulunmaktadır (Eroğlu, 2007; Gümüş ve Türk, 2016; Türk ve Gümüş, 2015).

Orman ürünlerinin bölmeden çıkarılması esnasında meşcerede ortaya çıkabilecek zararlar şu şekilde sıralanabilir:

- a) Odun hammaddesinin sürütülmesi ve bu süreçte meydana gelen kırılma ve parçalanma, sonucunda ortaya çıkan kalite kayıpları ve miktar zararları.
- b) Odun hammaddesinin sürütülme sürecinde, ormanlık alandaki ağaçlara çarpması ve bu nedenle ağaçların yaralanması, kırılması; bu durum sonucunda ağaçlarda teknik kusurların oluşmasına ve aynı zamanda böcek ve mantar zararlarına zemin hazırlamasına sebep olmaktadır.
- c) Sürütülen odun hammaddesinin toprak örtüsünü bozması, toprağı yaralaması, erozyona yol açması veya erozyonu hızlandırması.
- d) Sürütülen odun hammaddesinin gençliği, yatırması, kırması, gençliği tamamen sökerek yerinden uzaklaştırması veya sürgünleri tahrip etmesi (Öztürk, 2009).

Sürütme yollarında orman traktörleri kullanılarak gerçekleştirilen sürütme çalışmaları sonucunda orman toprağı, zeminin direncine, nem içeriğine, organik madde miktarına ve kullanılan traktörün özelliklerine bağlı olarak %10 ile %80 arasında zarara uğramaktadır (Froehlich vd., 1981). Hasat zararlarını en çok azaltan uygulama, sürütme zararlarını minimize etmektir (Sist vd., 2003)

Yapılan alışmalar karışıklık sonucu toprakta oluşan sertleşme; toprak özelliklerine, hasatta kullanılan ekipman türüne ve alandan geçen araç sayısına bağlı olduğunu, zeminde sürütme işlemlerinin istihsal alanından daha fazla alanda etkili olduğunu ve zarar verdiğini, kablolu sistemlerin buna göre daha az, helikopter ve balon ile bölmeden çıkarmanın ise en az zarara neden olduğu sonucunu ortaya koymuştur (Bettinger vd., 1994).

Sancal (2010) tarafından yapılan bir çalışma, insan gücü ve traktörle bölmeden çıkarma çalışmalarının orman toprağı üzerinde zararlı etkilere sahip olduğunu tespit etmiştir. Gelecek çalışmalarda, her iki bölmeden çıkarma tekniğinin farklı koşullara sahip bölgelerde (taşınan ürün miktarı, diri örtü yoğunluğu, arazi eğimi, toprak yapısı vb. gibi faktörler) yeterli sayıda deneme alanı kullanarak orman toprağı üzerindeki etkileri araştırmak önemlidir. Ayrıca, bölmeden çıkarma tekniklerinin toprak zararları daha detaylı bir şekilde belirlenmelidir.

Planlama yapılmadan gerçekleştirilen orman üretim işlemleri sonucunda, iş güvenliği ve üretim yüzdesinde azalma yařandėı gibi sigorta, tazminat ve taşıma giderlerinin de arttığı, ayrıca tomrukta meydana gelen hacim ve değer kayıplarının yanı sıra orman toprağında, kalan meşcerede ve akarsularda da zararlar meydana gelir ve su kalitesi önemli ölçüde düşer (Dykstra ve Heinrich).

FAO (1997 ve 1998) tarafından tropik ormanlardaki üretim faaliyetlerini inceleyen bir çalışmada, odun hammaddesi üretim çalışmalarının toprak erozyonu ve manzara görünümü açısından olumsuz etkilere neden olduğu belirtilmiş, özellikle orman ve sürütme yollarının inşası ile bu yollar üzerindeki taşınmanın bazı zararlı etkilere yol açtığı ifade edilmiştir.

Croke vd., (2001), üretim çalışmalarının toprak üzerindeki etkilerini araştırdıkları çalışmada, bölmeden çıkarma çalışmalarının zemin üzerinde önemli derecede etkisi olduğunu belirtmişlerdir. Özellikle sürütme yolları ve patıkları üzerinde yapılan bölmeden çıkarma çalışmalarının zeminlerin yüzey sıkıřıklėı, infiltrasyon (geçirimsizlik) ve erozyona eğilim değerlerini değiştirdiğini tespit etmişlerdir.

Tablo 2.1 Bölme 101 kontrol sahası koordinatları

Koordinatlar	1	2	3	4	5
x	495362	495364	435396	495342	495387
y	4604311	4604231	4604149	4604350	4604404

Tablo 2.2 Bölme 100 üretim sahası koordinatları

Koordinatlar	1	2	3	4	5
x	495287	495317	495294	495198	495164
y	4604290	4604200	4604348	4604275	4604427

2.2 Yöntem

Bu çalışma öncelikle arazi, sonrasında ise laboratuvar ve büro çalışmalarından oluşmaktadır. Çalışmada sadece tarım traktörüyle sürütme yönteminin toprağa olan zararları incelenmiş olup, bu incelemede toprağın bazı fiziksel özellikleri (maksimum su tutma kapasitesi, permeabilite, hacim ağırlığı, toprak tekstürü) ile bazı kimyasal özellikleri (organik madde, pH, elektriksel iletkenlik) araştırılmıştır.

2.2.1 Arazi Çalışmaları

Aynı yetiştirme koşullarına sahip, 100 ve 101 nolu bölmelerde meşe türünün hakim olduğu kontrol ve üretim sahaları altındaki toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine (maksimum su tutma kapasitesi, permeabilite, hacim ağırlığı, toprak tekstürü, organik madde, pH, elektriksel iletkenlik) bakılması için toprak örnekleme yapılmıştır. Kontrol ve üretim sahaları altındaki topraklardan 10 cm yüksekliğinde, 100 cm³ hacminde silindirler yardımıyla 2 farklı toprak derinlik kademesinden (0-10 cm ve 10-20 cm), 2 tekerrür olmak üzere toplamda 20 farklı noktadan 80 adet toprak örneği alınmıştır (2 farklı alan × 2 farklı toprak derinliği × 2 tekrar × 10 deneme alanı = 80 toprak örnekleme). Ayrıca toprak tekstürü (kum, toz, kil) analizleri için fazla toprak örneği gerektiğinden her toprak derinlik kademesinden 1 kg'lık doğal yapısı bozulmuş toprak örneği alınmıştır. Alınan toprak örnekleri kilitli naylon

torbalara konulmuş ve analiz yapılmak üzere laboratuvara getirilmiştir. Örneklerin alındığı noktalar not edilerek arazi çalışması tamamlanmıştır.

2.2.2 Laboratuvar Çalışmaları

2.2.2.1 Toprak örneklerinin hazırlanması

Çelik silindirler ile alınan üst toprak örnekleri, topraklarda sıkışma olup olmadığı konusunda belirleyici önemli bir unsurdur. Araziden alınan toprak örnekleri Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Toprak İlmi ve Ekoloji Laboratuvarına getirilmiştir. Toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini saptamak için alınan silindir toprak örneklerinde permeabilite (geçirgenlik) tayini ve hacim ağırlığı analizlerinden sonra silindir içerisindeki topraklar porselen havanlarda dövülerek iki milimetrelik elekten geçirilip numaralanmış ve naylon torbalara konularak analize hazır hale getirilmiştir (Şekil 2.2).



Şekil 2.2 Toprak örneklerinin analizi için kullanılan havan ve elek seti

2.2.2.2 Toprak permeabilitesi (Geçirgenlik)

Toprak permeabilite tayini için, hacim ağırlığı silindir örneklerin diğer tarafı tülbent ile kapatıldıktan sonra bir küvet içerisinde 24 saat süreyle su ile doygun hale getirilmiştir (Şekil 2.3). Doygun hale getirildikten sonra, permeabilite ölçüm aleti kullanılarak örnek içinden su geçirilmiş ve geçen su miktarı ile geçiş zamanı

belirlenmiştir (Şekil 2.4). Toprak örneklerinin permeabilitesi, Darcy Kanunu'na göre hesaplanmıştır (Öztan, 1980).

$$P = (Q/A) \times (H_s / H_s + H_w) \text{ cm/saat} \quad (2.1)$$

Burada, P permeabiliteyi (cm/saat) ifade eder ve Q belirli bir zaman diliminde geçen su miktarını (cm/saat) gösterir. A, toprak örneğinin kesit alanını (cm²) temsil eder, H_s toprak örneğinin yüksekliğini (cm) ifade ederken, H_w ise su sütunu yüksekliğini (cm) belirtir. Bu parametreler, Darcy Kanunu'na göre permeabilitenin hesaplanmasında kullanılır (Öztan, 1980).



Şekil 2.3 Permeabilite tayini için toprak örneklerinin suda bekletilmesi



Şekil 2.4 Toprak örneklerinin permeabilite analizi

2.2.2.3 Maksimum su tutma kapasitesi

Toprak permeabilite analizi için kullanılan silindir örnekleri, eğimli bir yüzey üzerinde yaklaşık 30 dakika süresince serbest drenaja tabi tutulmuş ve ardından doymuş hale ulaşan ağırlıkları tartılarak belirlenmiştir. Sonrasında, bu örnekler 105°C sıcaklıktaki bir etüvde 24 saat boyunca kurutulmuş ve ardından fırın kurusu ağırlıkları ölçülmüştür. Bu iki ağırlık arasındaki fark kullanılarak su tutma kapasitesi ağırlık yüzdesi olarak hesaplanmıştır (Özyuvacı, 1975).



Şekil 2.5 Toprak örneklerinin fırın kurusu ağırlıklarının belirlenmesi

2.2.2.4 Hacim ağırlığı

Permeabilite ölçümleri yapıldıktan sonra silindir içerisindeki topraklar boşaltıldı ve 105°C'deki toprakların fırın kuru ağırlığı tespit edilmiştir. Toprak örneğinin alındığı silindirin hacmi belli olduğundan; örneğin fırın kuru ağırlığı silindir hacmine bölünerek hacim ağırlığı gr/cm^3 olarak hesaplanmıştır (Özyuvacı, 1976).

2.2.2.5 Toprağın tekstür tayini

Toprakların tekstür tayini, 2 mm'lik elekten geçirilmiş hava kuru bozulmuş toprak örnekleri üzerinden Bouyoucos'un hidrometre yöntemine göre yapılmıştır (Bouyoucos, 1936). Bu işlem için ağır topraklardan 50 gram ve hafif topraklardan 100 gram ağırlığında örnekler alınmıştır. Toprak örneklerinin analizi için 400 ml'lik beherlere yerleştirilmiş ve her birine 200 ml saf su ve 10 ml 0,008 N NaOH çözeltisi (Baver, 1956) veya 10 ml %5'lik Calgon çözeltisi eklenmiştir. Bu örnekler iyice karıştırılmış ve 24 saat boyunca dispersiyon sürecine bırakılmıştır. Belirtilen süre sonunda süspansiyon mikserle aktararak 5 dakika boyunca karıştırılmıştır. Saf su kullanılarak hidrometre silindirine 1000 ml'lik bir süspansiyon eklenmiştir. Bu süspansiyon, bir piset yardımıyla karıştırıcıda bulunan saf su ile hazırlanmıştır. İlk ölçüm, 4 dakika 48 saniye (4'48") sonra gerçekleştirilmiş, ikinci ölçüm ise 120 dakika (120') sonra yapılmıştır (Özyuvacı, 1971). Hidrometre değerlerinin gereken sıcaklık düzeltmeleri yapıldıktan sonra, ilk okumada (kil+toz) ve ikinci okumada (kil) değerleri kullanılarak kum ve toz miktarı hesaplanmıştır (Balcı, 1996).

2.2.2.6 Toprak reaksiyonu (pH)

Toprak örneklerinin pH değerleri, toprak ile saf su karışımının 1/2,5 oranında olduğu koşullarda LaMotte Serisi pH metresi ile ölçülmüştür (Özyuvacı, 1971).

2.2.2.7 Elektriksel iletkenlik

Toprak örneklerinin elektriksel iletkenliği, toprak ile saf su karışımının 1/2,5 oranında olduğu koşullarda LaMotte Serisi TDS metre ile ölçülmüştür. (Rhoades, 1982).

2.2.2.8 Organik madde miktarı

Topraklarda organik madde miktarı, ateşte yakma yöntemine göre belirlenmiştir. 10 gr toprak örneği, kül fırınında yakılarak tayin edilmiştir. Toprak örnekleri önce krozelere konulmuş ve 105°C'de 24 saat bekletilmiştir. Ardından fırın kurusu ağırlıkları belirlenmiştir. Daha sonra örnekler, 700-800°C sıcaklıkta kül fırınında 2 saat boyunca bekletilmiştir. Süre sonunda örnekler tartılmış ve iki ağırlık arasındaki farktan organik madde miktarı ağırlık yüzdesi olarak hesaplanmıştır (Gülçur, 1974).

2.2.3 İstatistik Analizler

Örnek alanlara ait pH, elektriksel iletkenlik, organik madde, kum, toz, kil, hacim ağırlığı, maksimum su tutma kapasitesi, permeabilite değişkenlerine ait verilerin değerlendirilmesinde normallik kontrolü Kolmogorov-Smirnov testi ile gerçekleştirilmiştir (Tablo 2.3). Verileri normal dağılım gösteren değişkenlerde alanlardaki toprak derinliği ve üretim sahaları ile kontrol sahaları arasındaki farklılıklar parametrik testlerden Independent t testi ile normal dağılım göstermeyen verilere ln, sinüs, cosinüs ve arctanjant dönüşümleri uygulanarak normallik testi yapılmış, ancak buna rağmen verilerin normal dağılmadığı görülmüştür. Bu nedenle normal dağılmayan veriler de non-parametrik testlerden Mann-Whitney U test ile kıyaslanarak yorumlanmıştır.

Tablo 2.3 Kolmogorov-Smirnov^a testi ile Normallik kontrolü

Özellik	İstatistik	df	P*
pH	0,095	80	0,464*
Elektriksel İletkenlik (dS/m)	0,087	80	0,574*
Organik Madde (%)	0,206	80	0,985*
Kum (%)	0,185	80	0,009
Toz(%)	0,248	80	0,000
Kil(%)	0,144	80	0,071
Hacim Ağırlığı (gr/cm ³)	0,063	80	0,995*
Su Tutma Kapasitesi (%)	0,075	80	0,765*
Permeabilite (cm/saat)	0,323	80	0,000

*P>0,05

3. BULGULAR

Bu tez çalışmasında amaç, üretim faaliyetlerinden tarım traktörleriyle sürütme şeritlerinden sürütülerek bölmeden çıkarmanın toprağa verdiği zarar diğer bir ifade ile tarım traktörü ile sürütme şeridinde sürütmenin toprağın bazı özellikleri üzerine olan etkilerinin incelenmesi olduğundan üretim ve kontrol sahalarında toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri toprak derinlikleri de dikkate alınarak elde edilen bulgular bu kısımda paylaşılmıştır.

3.1 Üretim Sahasından Elde Edilen Bulgular

Üretim sahasında alınan toprak örneklerine ait toprak pH'sı, elektriksel iletkenlik, organik madde miktarı, kum, toz, kil, hacim ağırlığı, su tutma kapasitesi, permeabilite oranı özelliklerine ait tanımlayıcı istatistik bilgileri aşağıda tablo halinde verilmiştir (Tablo 3.1).

Tablo 3.1 Üretim Sahasındaki bazı toprak özelliklerinin derinliklerine göre tanımlayıcı istatistik değerleri

Toprak Özellikleri	0-10 cm toprak derinliği				10-20 cm toprak derinliği			
	Min.	Max.	Mean	Sd.	Min.	Max.	Mean	Sd.
pH	5,28	6,14	5,7260 ^a	0,28242	5,31	7,15	5,9735 ^a	0,47053
EC (dS/m)	0,00	0,65	0,2608 ^a	0,16774	0,00	0,59	0,2175 ^a	0,13723
Organik madde (%)	6,04	15,44	11,7330 ^a	2,92665	4,00	12,42	7,2920 ^b	1,96228
Kum (%)	42,20	71,60	62,7700 ^x	8,30904	42,20	71,60	62,7700 ^x	8,30904
Toz (%)	11,10	34,50	15,9900 ^x	6,63062	11,10	34,50	15,9900 ^x	6,63062
Kil (%)	16,40	26,40	21,0400 ^a	3,26648	16,40	26,40	21,0400 ^a	3,26648
Hacim Ağırlığı (gr/cm ³)	0,79	1,92	1,3860 ^a	0,29922	0,60	1,68	1,2520 ^a	0,34455
Max. Su Tutma Kapasitesi (%)	4,75	31,45	19,0935 ^a	7,61594	12,25	30,50	22,2205 ^a	5,02691
Permeabilite	0,00	67,37	16,6446 ^x	22,62724	0,59	133,74	9,0432 ^x	29,47155

Çalışmanın amacı üretim faaliyetlerinden sonra özellikle bölmeden çıkartma faaliyetlerinden traktör ile sürütmenin toprağın bazı özellikleri üzerine olan etkisinin ortaya konulması olduğundan, aynı sahadaki toprak derinlikleri arasındaki değişimler istatistiksel tablolarıyla ortaya konulmamıştır. Bununla birlikte aynı yerdeki farklı derinlikteki toprak özelliklerinin istatistiksel farklılıkları tanımlayıcı istatistik tablosunda gösterilmiştir. Normallik kontrolü yapıldığından normal dağılım gösteren ve göstermeyen özelliklerde farklı istatistik yöntemlere göre benzerlik veya farklılıklar ifade edilmiştir. Parametrik testlerin benzerlikleri ortalamalar üzerindeki Türk alfabesi küçük harfleri ile benzer olanlar aynı, farklı olanlar farklı harf kullanmak sureti ile gösterilmiştir. Non-parametrik testlerde ise benzerlikler Yunan alfabesi küçük harfleri ile belirtilmiştir. Burada da benzer olanlar aynı harfler ile farklı olanlar farklı harfler ile üst olarak tabloda gösterilmiştir (Tablo 3.1). Anlaşılmaktadır ki üretim sahasındaki üst ve alt toprak örneklerinde sadece organik madde istatistiksel olarak farklıdır. Bu durum bize üretim faaliyetlerinin toprağı 20 cm derinliğe kadar aynı oranda etkilediğini göstermektedir. Organik madde miktarının toprak derinliğine göre farklı olması ekolojik sebeplerden ötürü beklenen bir durumdur.

3.2 Kontrol Sahasından Elde Edilen Bulgular

Kontrol sahasında alınan toprak örneklerine ait toprak pH'sı, elektriksel iletkenlik, organik madde miktarı, kum, toz, kil, hacim ağırlığı, su tutma kapasitesi ve permeabilite özelliklerine ait tanımlayıcı istatistik bilgileri aşağıda tablo halinde verilmiştir (Tablo 3.2).

Tablo 3.2. Kontrol Sahasındaki bazı toprak özelliklerinin derinlik kademelerine göre tanımlayıcı istatistik değerleri

Toprak Özellikleri	0-10 cm toprak derinliği				10-20 cm toprak derinliği			
	Min.	Max.	Mean	Sd.	Min.	Max.	Mean	Sd.
pH	5,21	7,73	6,0925 ^a	0,73497	4,41	6,52	5,4785 ^b	0,59925
EC (dS/m)	,01	0,42	0,1870 ^a	0,11688	0,00	0,32	0,1445 ^a	0,08683
Organik madde (%)	9,32	16,03	12,1825 ^a	2,17238	8,20	15,39	10,7925 ^b	1,80152

Tablo 3.2'nin devamı

Toprak Özellikleri	0-10 cm toprak derinliği				10-20 cm toprak derinliği			
	Min.	Max.	Mean	Sd.	Min.	Max.	Mean	Sd.
Kum (%)	45,40	78,40	63,1500 ^x	11,82230	40,45	78,40	63,1500 ^x	11,82230
Toz (%)	11,00	24,30	16,2000 ^x	4,65075	11,00	24,30	16,2000 ^x	4,65075
Kil (%)	10,00	35,40	20,6500 ^a	7,65881	10,00	35,40	20,6500 ^a	7,65881
Hacim Ağırlığı (gr/cm ³)	0,88	1,53	1,1910 ^a	0,16193	0,83	1,44	1,1295 ^a	0,19253
Max. Su Tutma Kapasitesi (%)	7,04	24,84	15,8050 ^a	4,85689	12,42	30,14	19,9170 ^b	4,81701
Permeabilite	0,00	324,80	42,4306 ^x	83,37659	0,00	267,48	35,8030 ^x	65,12510

Kontrol sahasındaki toprak derinlikleri arasındaki değişimlerin istatistiksel anlamlılığını ifade edecek olursak, Tablo 3.2'de ortalama üstündeki küçük harflerle kodlanmış toprak özelliklerine baktığımızda bunların pH, organik madde ve su tutma kapasitesi olduğunu görmekteyiz. Bu durum müdahale görmemiş (kontrol) bir sahada alt ve üst toprak özelliklerinin birbiri ile farklılık gösterdiğini ifade etmektedir. Ancak anlaşılmaktadır ki, toprak maruz kaldığı müdahaleden sonra bozulmakta ve derinlikler arasındaki farklılık aynı değerleri almaktadır.

3.3 Toprak Derinliklerine Göre Üretim ve Kontrol Sahalarından Elde Edilen Bulgular

Farklı toprak derinliklerinden alınan örneklerin bazı toprak özelliklerine göre üretim ve kontrol sahaslarındaki elde edilen bulguların istatistiksel olarak farklı olup olmadığının belirlenebilmesine yönelik elde edilen bulgular tablolar ve grafikler halinde aşağıda sunulmuştur. İlk olarak 0 – 10 cm derinlikteki toprak örneklerine ait t testi sonuçları Tablo 3.3'te verilmiştir. Üretim Sahası ile Kontrol Sahası örneklerinin varyansların homojenliğine göre levene testine göre pH, kil ve su tutma kapasitesinin homojen varyanslara sahip olduğu ve bununla beraber pH ve hacim ağırlığı değerlerinin farklı olduğu görülmektedir. Diğer bir ifade ile üretim ve kontrol sahaslarından pH ve hacim ağırlığı değerleri istatistiksel olarak birbirinden farklı iken

elektriksel iletkenlik, organik madde, kil ve su tutma kapasitesi istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir (Tablo 3.4). Üretim ve kontrol sahalarındaki bazı toprak özelliklerine ait ortalamalardan teşkil edilen grafikler de aşağıda görülmektedir (Şekil 3.1; 3.2; 3.3; 3.4; 3.5; 3.6).

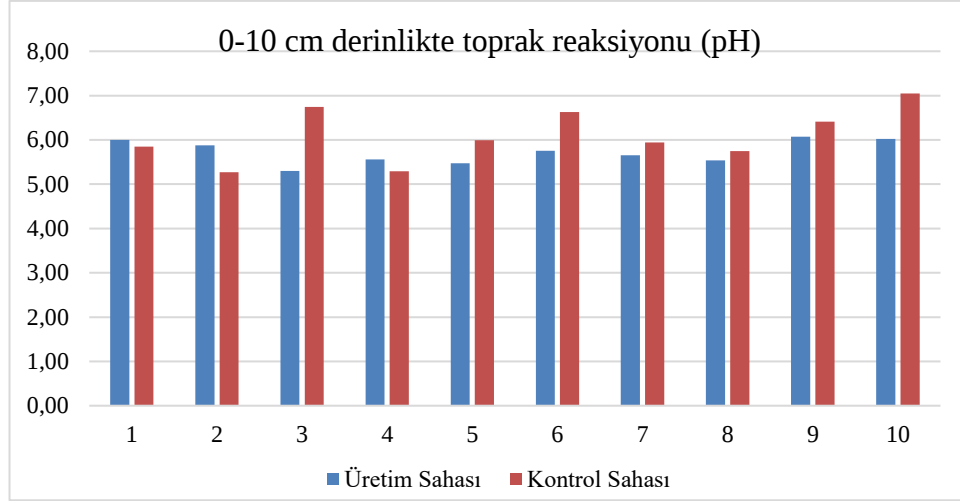
Tablo 3.3 0-10 cm derinlik kademesinde bazı toprak özelliklerinin değerlendirilmesi

Toprak Özellikleri	Levene Testi		t-testi		
	F	P	t	df	P
pH	11,093	0,002	-2,082	24,491	0,044*
Elektriksel İletkenlik (dS/m)	1,820	0,185	1,625	38	0,114
Organik Madde (%)	1,655	0,205	-0,552	38	0,584
Kil (%)	12,912	0,001	0,209	25,691	0,836
Hacim Ağırlığı (gr/cm ³)	6,069	0,018	2,563	29,250	0,016*
Su Tutma Kapasitesi (%)	4,467	0,041	1,628	38	0,112

*P<0,05

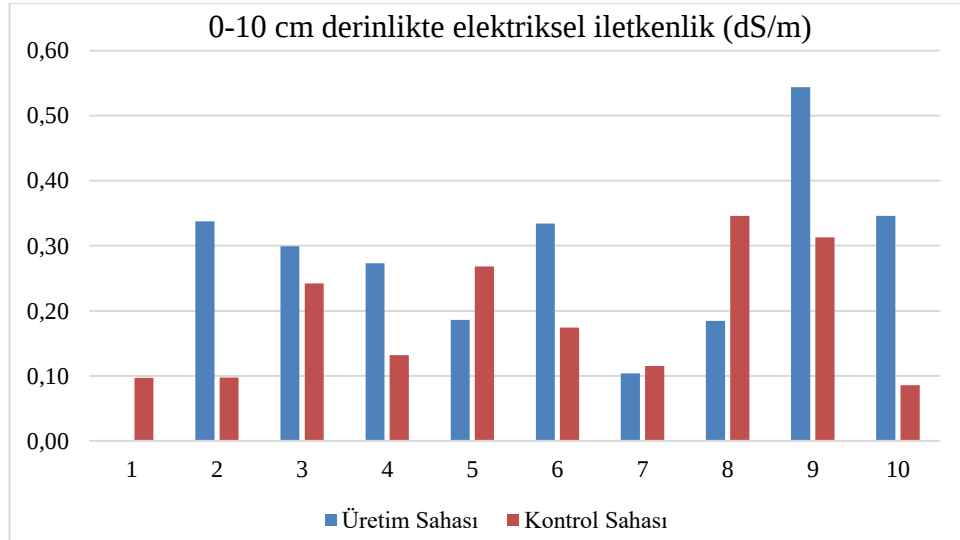
Ayrıca, bu tezde 0-10 cm derinlik kademesinde toprak özelliklerine ait bulgular aşağıda grafik halinde verilmiştir.

Çalışma alanına ait 0-10 cm derinlikteki toprakların ortalama pH'sı üretim sahalarında 5,73 ve kontrol sahalarında 6,09 olarak tespit edilmiştir. Üretim sahalarının toprakları genellikle orta derecede asit ile hafif asitli topraklar arasında değişim gösterirken, kontrol sahalarının toprakları orta derecede asit ile nötr topraklar arasında değişmektedir. En yüksek pH değeri 10. noktadaki kontrol sahaları altındaki topraklarda (7,05) iken en düşük pH değeri 2. noktadaki kontrol sahaları altında topraklarda (5,27) gözlemlenmiştir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 Üretim ve kontrol sahalarındaki 0-10 cm derinlikteki toprak pH ortalamaları

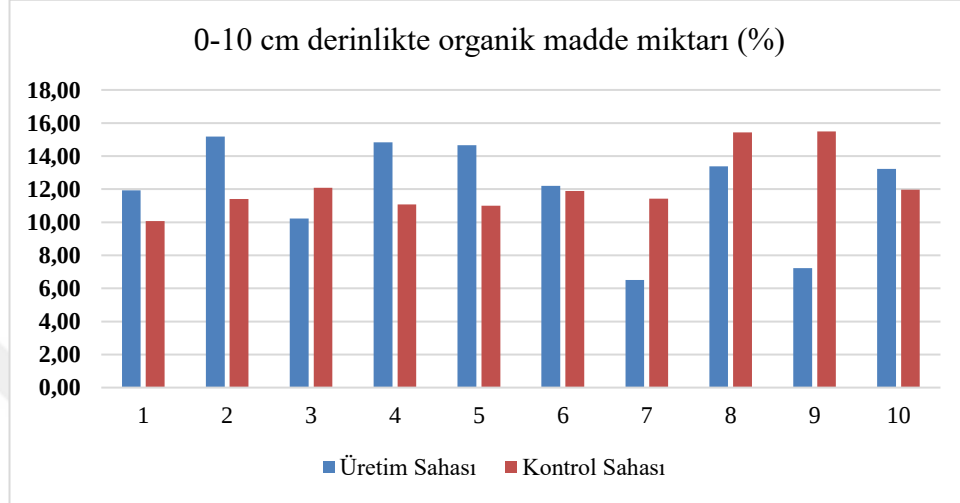
Çalışma alanına ait 0-10 cm derinlikteki toprakların ortalama elektriksel iletkenlik değeri üretim sahalarında 0,26 dS/m ve kontrol sahalarında 0,19 dS/m olarak tespit edilmiştir. Üretim ve kontrol sahalarının toprakları genellikle tuzsuz topraklardır. En yüksek elektriksel iletkenlik değeri 9. noktadaki üretim sahaları altındaki topraklarda (0,54 dS/m) iken en düşük elektriksel iletkenlik değeri 1. noktadaki üretim sahaları altında topraklarda (<0,01 dS/m) gözlemlenmiştir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2 Üretim ve kontrol sahalarındaki 0-10 cm derinlikteki toprağın elektriksel iletkenlik ortalamaları

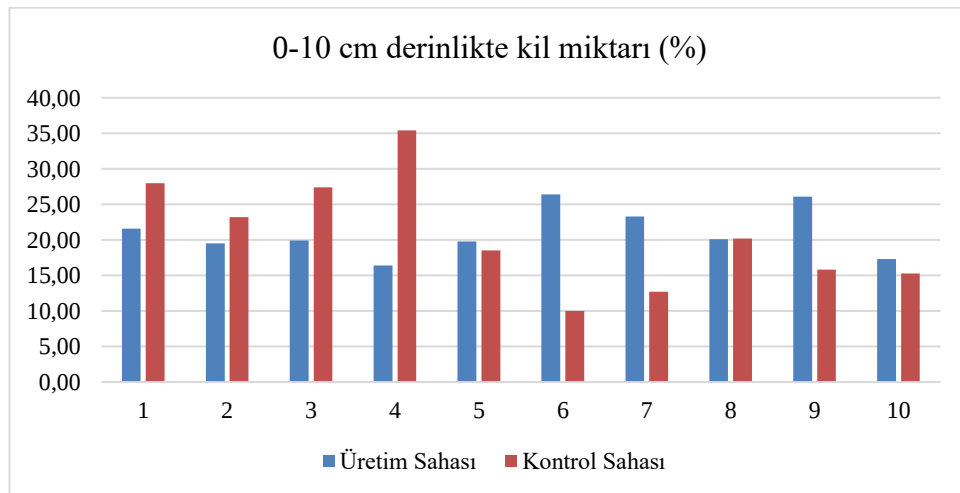
Çalışma alanına ait 0-10 cm derinlikteki toprakların ortalama organik madde miktarı üretim sahalarında %11,73 ve kontrol sahalarında %12,18 olarak tespit edilmiştir. Üretim sahalarının toprakları genellikle çok ve pek çok humuslu arasında değişirken,

kontrol sahalarının toprakları pek çok humusludur. En yüksek organik madde miktarı 9. noktadaki kontrol sahaları altındaki topraklarda (%15,49) iken en düşük organik madde miktarı 7. noktadaki üretim sahaları altında topraklarda (%6,51) gözlemlenmiştir (Şekil 3.3).



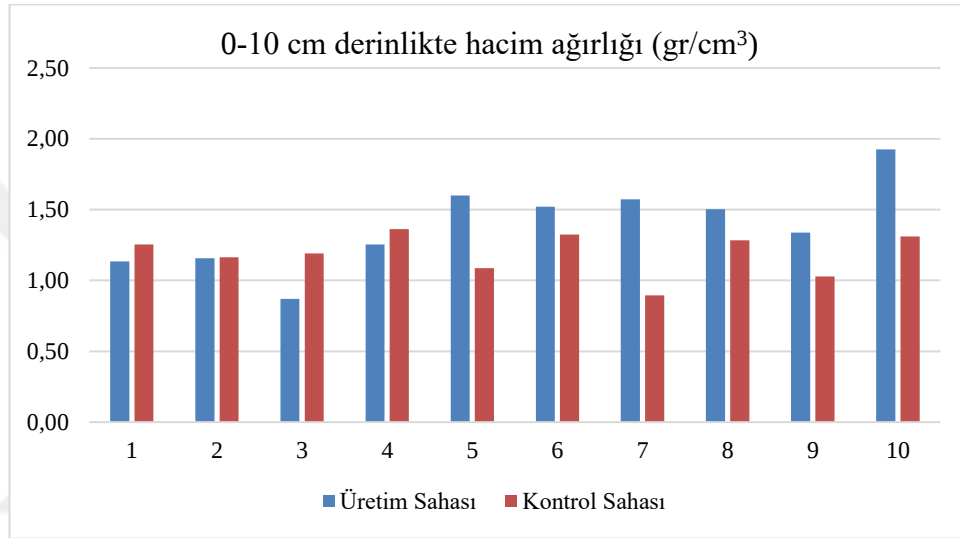
Şekil 3.3 Üretim ve kontrol sahalarındaki 0-10 cm derinlikteki toprak organik madde miktarı ortalamaları

Çalışma alanına ait 0-10 cm derinlikteki toprakların ortalama kil miktarı üretim sahalarında %21,04 ve kontrol sahalarında %20,65 olarak tespit edilmiştir. En yüksek kil miktarı 4. noktadaki kontrol sahaları altındaki topraklarda (%35,40) iken en düşük kil miktarı 6. noktadaki kontrol sahaları altında topraklarda (%10) gözlemlenmiştir (Şekil 3.4).



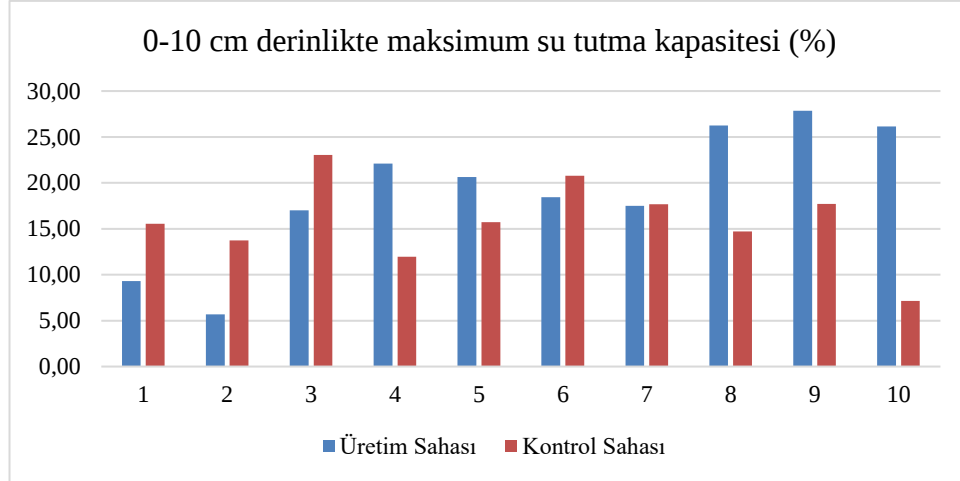
Şekil 3.4 Üretim ve kontrol sahalarındaki 0-10 cm derinlikteki topraktaki kil miktarının yüzde ortalamaları

Çalışma alanına ait 0-10 cm derinlikteki toprakların ortalama hacim ağırlığı üretim sahalarında 1,38 gr/cm³ ve kontrol sahalarında 1,19 gr/cm³ olarak tespit edilmiştir. Üretim ve kontrol sahalarının toprakları genellikle düşük hacim ağırlığına sahip topraklardır. Üretim sahasındaki sıkışmadan dolayı hacim ağırlığı daha fazla çıkmış olabilir. En yüksek hacim ağırlığı 10. noktadaki üretim sahaları altındaki topraklarda (1,92 gr/cm³) iken en düşük hacim ağırlığı 3. noktadaki üretim sahaları altında topraklarda (0,87 gr/cm³) gözlemlenmiştir (Şekil 3.5).



Şekil 3.5 Üretim ve kontrol sahaların 0-10 cm derinlikteki topraklarında hacim ağırlığı ortalamaları

Çalışma alanına ait 0-10 cm derinlikteki toprakların ortalama maksimum su tutma kapasitesi üretim sahalarında %19,09 ve kontrol sahalarında %15,80 olarak tespit edilmiştir. En yüksek su tutma kapasitesi 9. noktadaki üretim sahaları altındaki topraklarda (%27,84) iken en düşük su tutma kapasitesi 2. noktadaki üretim sahaları altında topraklarda (%5,69) gözlemlenmiştir (Şekil 3.6).



Şekil 3.6 Üretim ve kontrol sahalarındaki 0-10 cm derinlikteki toprakların su tutma kapasitesi ortalamaları

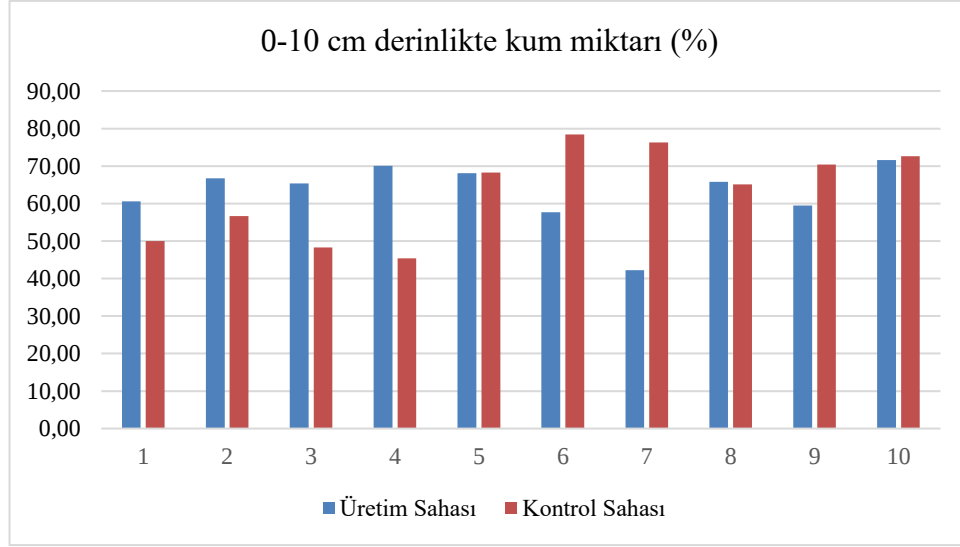
Normal dağılım göstermeyen diğer toprak özelliklerinin (organik madde miktarı, kum, toz, kil ve permeabilite) Mann-Whitney U testine göre üretim ve kontrol sahalarındaki üst toprak (0-10 cm derinlikte) özelliklerine ait ortalama değerler arasında fark görülmektedir. Yani istatistiksel olarak organik madde, kum, toz ve permeabilite değerleri birbirinden farklı değildir (Tablo 3.4). Üretim ve kontrol sahalarındaki bazı toprak özelliklerine ait ortalamalardan teşkil edilen grafikler de aşağıda görülmektedir (Şekil 3.7; 3.8; 3.9).

Tablo 3.4 0-10 cm derinlik kademesinde bazı toprak özelliklerinin değerlendirilmesi

Toprak Özellikleri	Saha	Min.	Mak.	Ortalama	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	P
Kum (%)	Üretim	42,20	71,60	62,7700	19,50	390	0,588
	Kontrol	45,40	78,40	63,1500	21,50	430	
Toz (%)	Üretim	11,10	34,50	15,9900	19,80	396	0,704
	Kontrol	11,00	24,30	16,2000	21,20	424	
Permeabilite (cm/saat)	Üretim	0,59	133,74	9,0432	17,30	346	0,083
	Kontrol	0,00	267,48	35,8030	23,70	474	

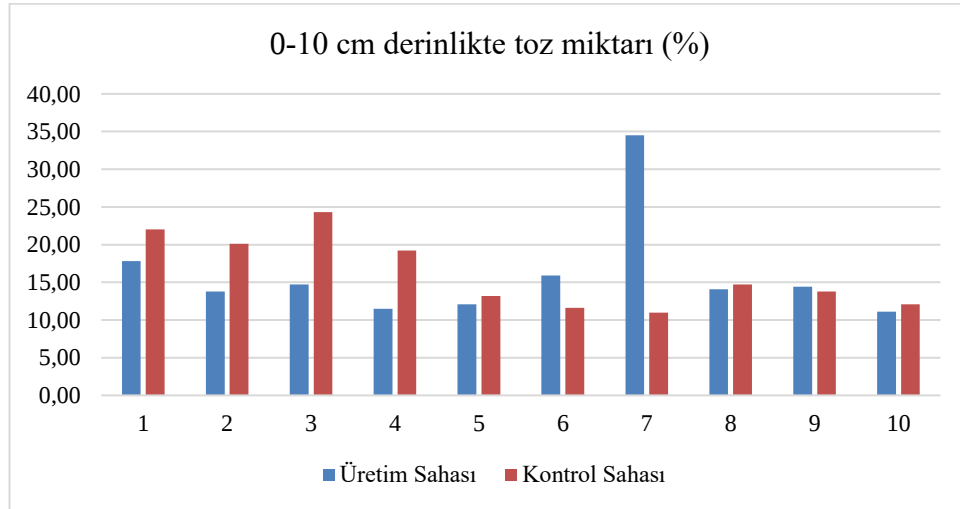
*P<0,05

Çalışma alanına ait 0-10 cm derinlikteki toprakların ortalama kum miktarı üretim sahalarında % 62,77 ve kontrol sahalarında % 63,15 olarak tespit edilmiştir. En yüksek kum miktarı 6. noktadaki kontrol sahaları altındaki topraklarda (% 78,40) iken en düşük kum miktarı 7. noktadaki üretim sahaları altında topraklarda (% 42,20) gözlemlenmiştir (Şekil 3.7).



Şekil 3.7 Üretim ve kontrol sahalarındaki 0-10 cm derinlikteki topraktaki kum miktarı yüzde ortalamaları

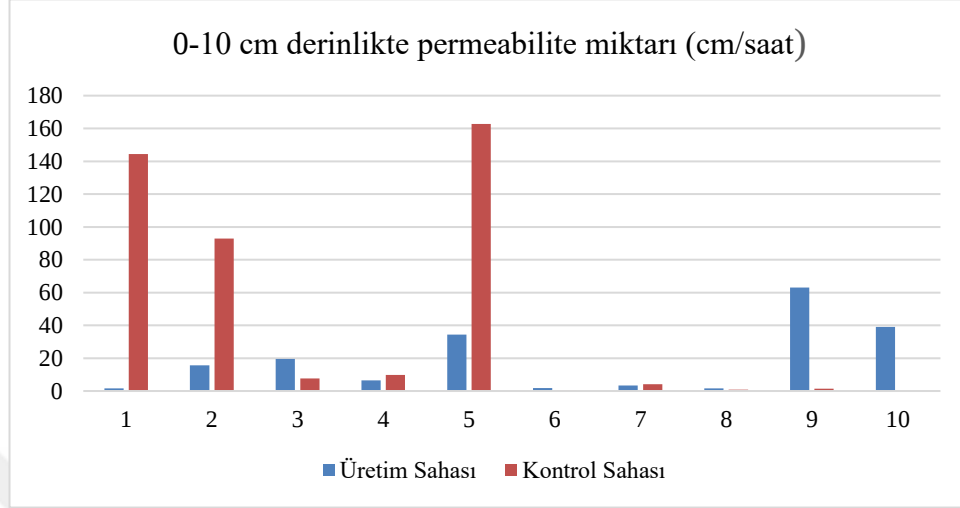
Çalışma alanına ait 0-10 cm derinlikteki toprakların ortalama toz miktarı üretim sahalarında %15,99 ve kontrol sahalarında %16,20 olarak tespit edilmiştir. En yüksek toz miktarı 7. noktadaki üretim sahaları altındaki topraklarda (%34,5) iken en düşük kum miktarı 7. noktadaki kontrol sahaları altında topraklarda (%11) gözlemlenmiştir (Şekil 3.8).



Şekil 3.8 Üretim ve kontrol sahalarındaki 0-10 cm derinlikteki topraktaki toz miktarı yüzde ortalamaları

Çalışma alanına ait 0-10 cm derinlikteki toprakların ortalama permeabilite miktarı üretim sahalarında 18,65 cm/saat ve kontrol sahalarında 42,43 cm/saat olarak tespit edilmiştir. En yüksek permeabilite 5. noktadaki kontrol sahaları altındaki topraklarda

(162,75 cm/saat) iken en düşük permeabilite 6., 8. ve 10. noktalardaki kontrol sahaları altında topraklarda (<0,8 cm/saat) gözlemlenmiştir (Şekil 3.9).



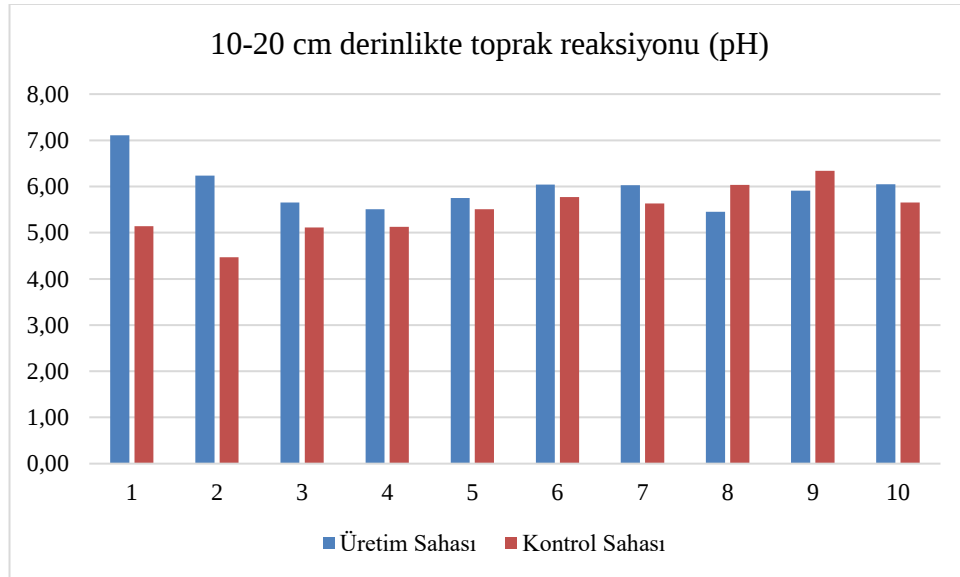
Şekil 3.9 Üretim ve kontrol sahalarındaki 0-10 cm derinlikteki toprakta permeabilite ortalamaları

Farklı toprak derinliklerinden alınan örneklerin bazı toprak özelliklerine göre üretim ve kontrol sahalarındaki elde edilen bulguların istatistiksel olarak farklı olup olmadığının belirlenebilmesine yönelik elde edilen bulgular tablolar ve grafikler halinde aşağıda sunulmuştur. İlk olarak 10 – 20 cm derinlikteki toprak örneklerine ait t testi sonuçları Tablo 3.5’de verilmiştir. Üretim Sahası ile Kontrol Sahası örneklerinin varyansların homojenliğine göre levene testine için pH, elektrik iletkenliği, Organik madde, su tutma kapasitesinin homojen varyanslara sahip olmadığı görülmektedir. Bunun yanında pH ve Hacim ağırlığı değerleri birbirinden farklıdır. Diğer bir ifade ile üretim ve kontrol sahalarında pH ve organik madde değerleri istatistiksel olarak birbirinden farklı iken elektrik iletkenlik, kil, hacim ağırlığı ve su tutma kapasitesi istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir (Tablo 3.5). Üretim ve kontrol sahalarındaki bazı toprak özelliklerine ait ortalamalardan teşkil edilen grafikler de aşağıda görülmektedir (Şekil 3.10; 3.11; 3.12; 3.13; 3.14; 3.15).

Tablo 3.5 10-20 cm derinlik kademesinde bazı toprak özelliklerinin değerlendirilmesi

Toprak Özellikleri	Levene Testi		t Testi		
	F	P	t	df	P
pH	1,975	0,168	2,905	38	0,006*
Elektriksel İletkenlik (dS/m)	2,074	0,158	2,012	38	0,051
Organik Madde (%)	0,033	0,857	-5,877	38	0,000*
Kil (%)	12,912	0,001	0,209	25,691	0,836
Hacim Ağırlığı (gr/cm ³)	11,229	0,002	1,388	29,812	0,175
Maksimum Su Tutma Kapasitesi (%)	0,021	0,886	1,480	38	0,147

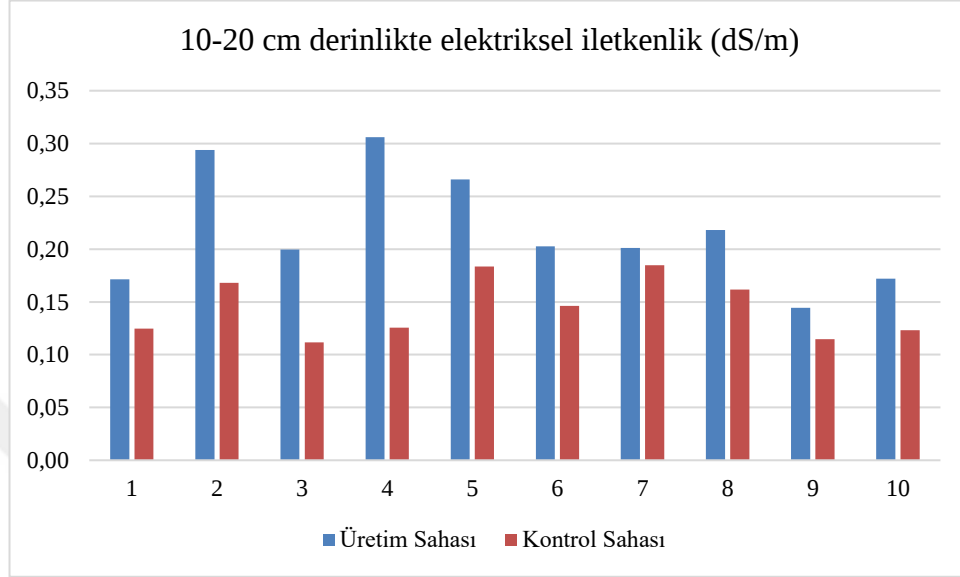
Çalışma alanına ait 10-20 cm derinlikteki toprakların ortalama pH'sı üretim sahalarında 5,97 ve kontrol sahalarında 5,47 olarak tespit edilmiştir. Üretim sahalarının toprakları genellikle hafif asit ile nötr topraklar arasında değişim gösterirken, kontrol sahalarının toprakları orta derecede asit ile hafif asit topraklar arasında değişmektedir. En yüksek pH değeri 1. noktadaki üretim sahaları altındaki topraklarda (7,11) iken, en düşük pH değeri 2. noktadaki kontrol sahaları altında topraklarda (4,47) gözlemlenmiştir (Şekil 3.10).



Şekil 3.10 Üretim ve kontrol sahalarındaki 10-20 cm derinlikteki toprak pH ortalamaları

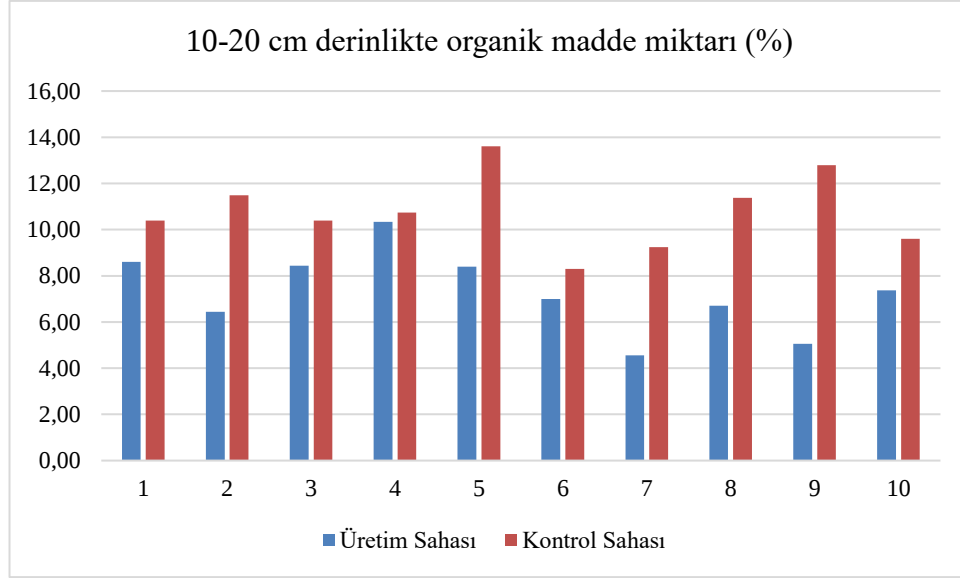
Çalışma alanına ait 10-20 cm derinlikteki toprakların ortalama elektriksel iletkenlik değeri üretim sahalarında 0,22 dS/m ve kontrol sahalarında 0,14 dS/m olarak tespit edilmiştir. Üretim ve kontrol sahalarının toprakları genellikle tuzsuz topraklardır. En

yüksek elektriksel iletkenlik değeri 4. noktadaki üretim sahaları altındaki topraklarda (0,31 dS/m) iken, en düşük elektriksel iletkenlik değeri 3. ve 9. noktalardaki kontrol sahaları altında topraklarda (0,11 dS/m) gözlemlenmiştir (Şekil 3.11).



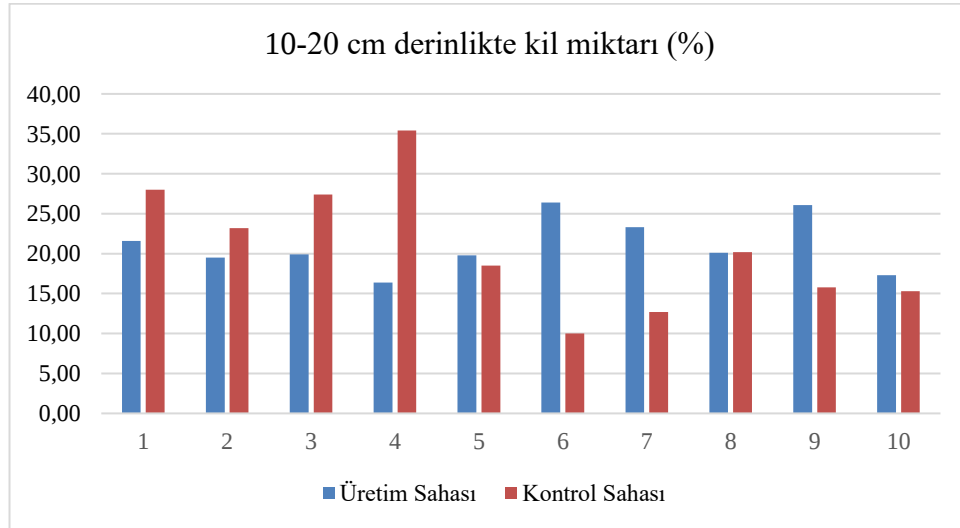
Şekil 3.11 Üretim ve kontrol sahalarındaki 10-20 cm derinlikteki toprağın elektriksel iletkenlik ortalamaları

Çalışma alanına ait 10-20 cm derinlikteki toprakların ortalama organik madde miktarı üretim sahalarında %7,29 ve kontrol sahalarında %10,79 olarak tespit edilmiştir. Üretim sahalarının toprakları genellikle orta derecede humuslu ve çok humuslu arasında değişirken, kontrol sahalarının toprakları çok humus ile pek çok humus arasında değişmektedir. En yüksek organik madde miktarı 5. noktadaki kontrol sahaları altındaki topraklarda (%13,61) iken, en düşük organik madde miktarı 7. noktadaki kontrol sahaları altında topraklarda (%4,56) gözlemlenmiştir (Şekil 3.12).



Şekil 3.12 Üretim ve kontrol sahalarındaki 10-20 cm derinlikteki toprak organik madde miktarı ortalamaları

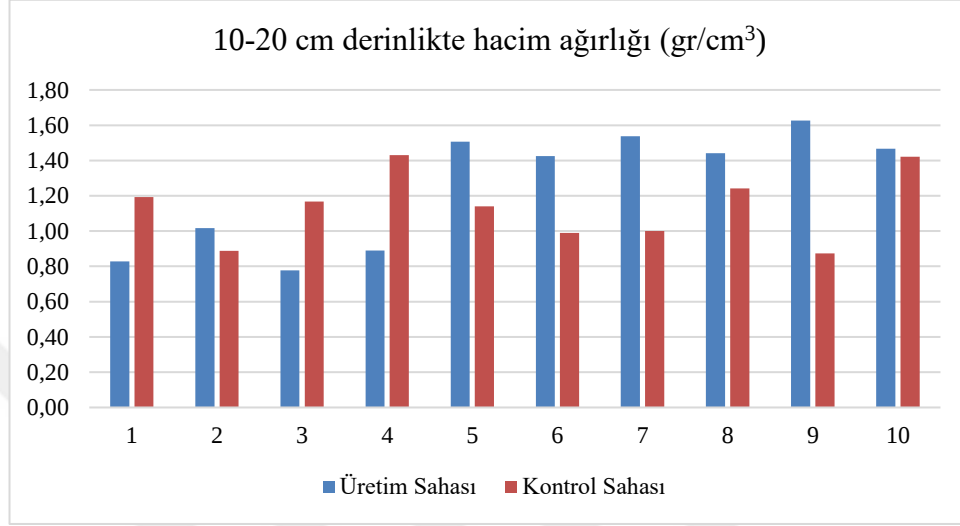
Çalışma alanına ait 10-20 cm derinlikteki toprakların ortalama kil miktarı üretim sahalarında %21,04 ve kontrol sahalarında %20,65 olarak tespit edilmiştir. En yüksek kil miktarı 4. noktadaki kontrol sahaları altındaki topraklarda (%35,40) iken, en düşük kil miktarı 6. noktadaki kontrol sahaları altında topraklarda (%10) gözlemlenmiştir (Şekil 3.13).



Şekil 3.13 Üretim ve kontrol sahalarındaki 10-20 cm derinlikteki toprağın kil miktarı yüzde ortalamaları

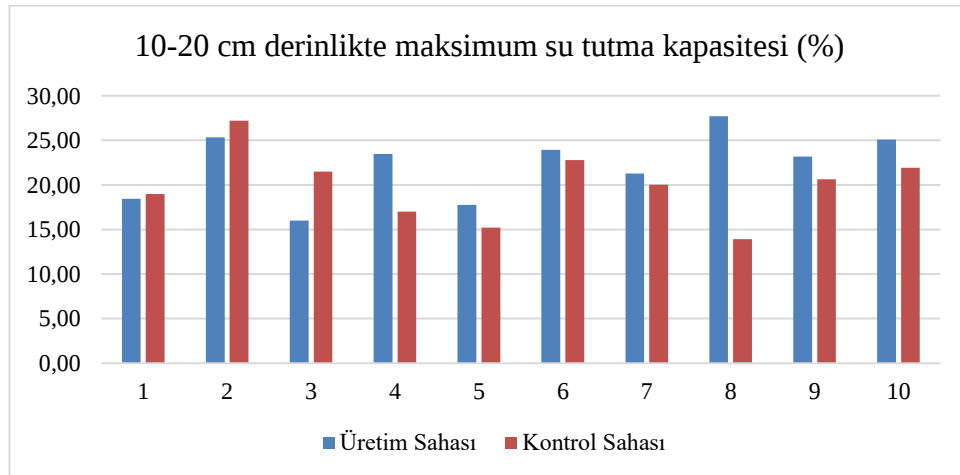
Çalışma alanına ait 10-20 cm derinlikteki toprakların ortalama hacim ağırlığı üretim sahalarında 1,25 gr/cm³ ve kontrol sahalarında 1,12 gr/cm³ olarak tespit edilmiştir.

Üretim ve kontrol sahalarının toprakları genellikle düşük hacim ağırlığına sahip topraklardır. En yüksek hacim ağırlığı 9. noktadaki üretim sahaları altındaki topraklarda ($1,63 \text{ gr/cm}^3$) iken en düşük hacim ağırlığı 3. noktadaki üretim sahaları altında topraklarda ($0,78 \text{ gr/cm}^3$) gözlemlenmiştir (Şekil 3.14).



Şekil 3.14 Üretim ve kontrol sahaların 10-20 cm derinlikteki topraklarında hacim ağırlığı ortalamaları

Çalışma alanına ait 10-20 cm derinlikteki toprakların ortalama maksimum su tutma kapasitesi üretim sahalarında %22,22 ve kontrol sahalarında %19,92 olarak tespit edilmiştir. En yüksek maksimum su tutma kapasitesi 8. noktadaki üretim sahaları altındaki topraklarda (%27,69) iken, en düşük su tutma kapasitesi 8. noktadaki kontrol sahaları altında topraklarda (%13,93) gözlemlenmiştir (Şekil 3.15).



Şekil 3.15 Üretim ve kontrol sahalarındaki 10-20 cm derinlikteki toprakların su tutma kapasitesi ortalamaları

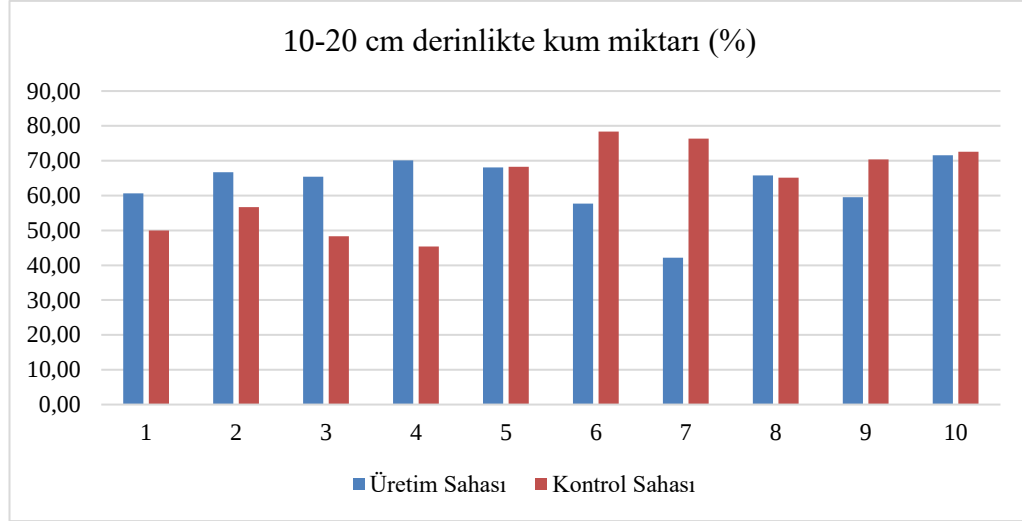
Mann-Whitney U testine göre üretim ve kontrol sahalarındaki üst toprak olarak ifade edebileceğimiz 10-20 cm derinlikteki toprak özelliklerine ait ortalama değerler arasında fark görülmemektedir. Yani istatistiksel olarak kum, toz ve permeabilite değerleri birbirinden farklı değildir (Tablo 3.6). Üretim ve kontrol sahalarındaki bazı toprak özelliklerine ait ortalamalardan teşkil edilen grafikler de aşağıda görülmektedir (Şekil 3.16; 3.17; 3.18).

Tablo 3.6 10-20 cm derinlik kademesinde bazı toprak özelliklerinin değerlendirilmesi

Toprak Özellikleri	Saha	Min	Mak.	Ortalama	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	P*
Kum (%)	Üretim	42,20	71,60	62,7700	19,50	390	0,588
	Kontrol	45,40	78,40	63,1500	21,50	430	
Toz (%)	Üretim	11,10	34,50	15,9900	19,80	396	0,704
	Kontrol	11,00	24,30	16,2000	21,20	424	
Permeabilite (cm/saat)	Üretim	0,00	324,80	42,4306	17,30	346	0,083
	Kontrol	0,00	67,37	16,6446	23,70	474	

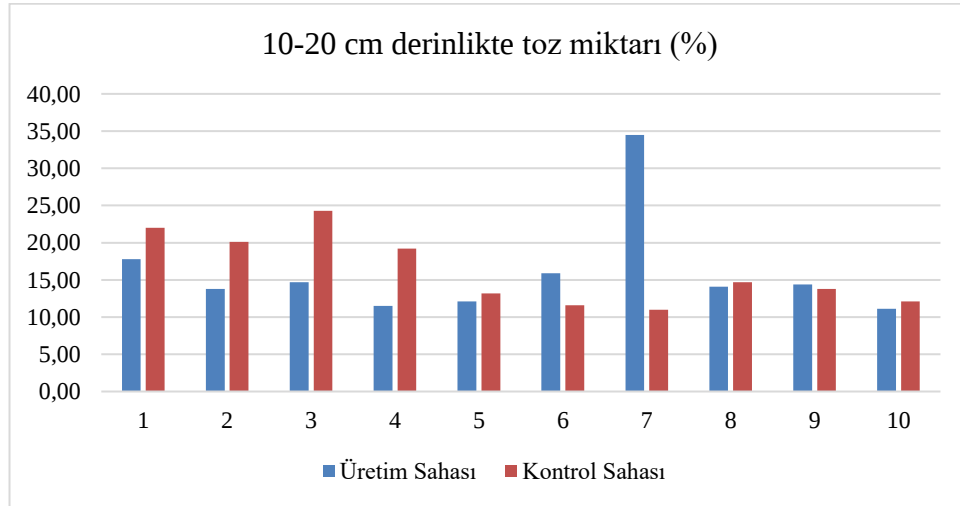
10-20 cm derinlikteki dağılımlara ait bulgular aşağıda grafik halinde verilmiştir.

Çalışma alanına ait 10-20 cm derinlikteki toprakların ortalama kum miktarı üretim sahalarında %62,77 ve kontrol sahalarında %63,15 olarak tespit edilmiştir. En yüksek kum miktarı 6. noktadaki kontrol sahaları altındaki topraklarda (%78,40) iken, en düşük kum miktarı 7. noktadaki üretim sahaları altında topraklarda (%42,20) gözlemlenmiştir (Şekil 3.16).



Şekil 3.16 Üretim ve kontrol sahalarındaki 10-20 cm derinlikteki toprağın kum miktarı yüzde ortalamaları

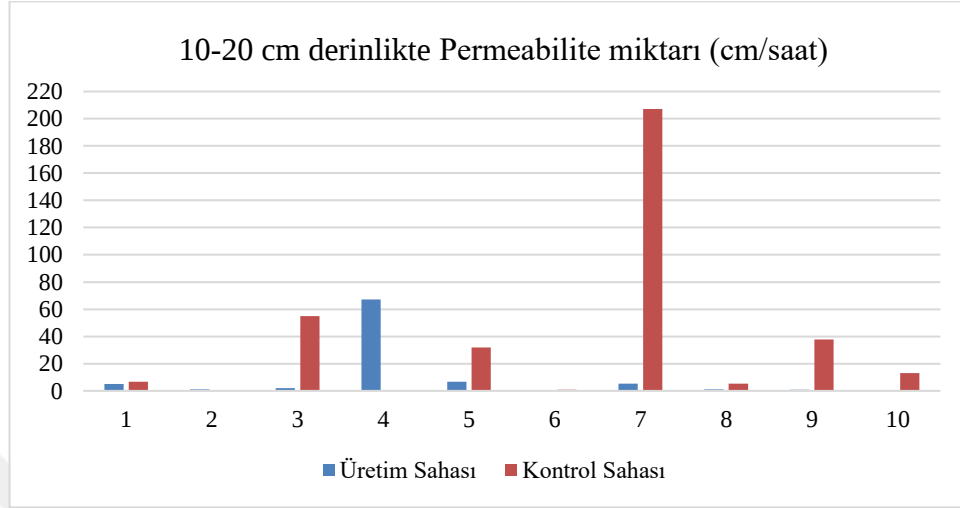
Çalışma alanına ait 10-20 cm derinlikteki toprakların ortalama toz miktarı üretim sahalarında %15,99 ve kontrol sahalarında %16,20 olarak tespit edilmiştir. En yüksek toz miktarı 7. noktadaki üretim sahaları altındaki topraklarda (%34,5) iken, en düşük kum miktarı 7. noktadaki kontrol sahaları altında topraklarda (%11) gözlemlenmiştir (Şekil 3.17).



Şekil 3.17 Üretim ve kontrol sahalarındaki 10-20 cm derinlikteki toprağın toz miktarı yüzde ortalamaları

Çalışma alanına ait 10-20 cm derinlikteki toprakların ortalama permeabilite üretim sahalarında 9,05 cm/saat ve kontrol sahalarında 35,80 cm/saat olarak tespit edilmiştir. En yüksek permeabilite 7. noktadaki kontrol sahaları altındaki topraklarda (207,1 cm/

saat) iken, en düşük permeabilite 2. noktadaki kontrol sahaları altındaki topraklarda (0,0 cm/saat) gözlemlenmiştir (Şekil 3.18).



Şekil 3.18 Üretim ve kontrol sahalarındaki 10-20 cm derinlikteki toprağın permeabilite ortalamaları

4. TARTIŞMA

Toprağın fiziksel, kimyasal veya biyolojik özelliklerinde meydana gelen herhangi bir ani değişiklik olarak tanımlanan toprak bozulmaları (Lousier, 1990) ormancılıkta üretim faaliyetleri sırasında meydana gelen en önemli ekolojik problemlerden biri olarak görülmektedir (Edlund vd., 2013). Üretim faaliyetleri toprağın hem fiziksel hem de kimyasal özelliklerini önemli ölçüde etkilemektedir (Jurgensen vd., 1979; Molong, 1995). Bu çalışmada her iki derinlik kademesi için pH ve hacim ağırlığı değerlerinin üretim sahası ile kontrol sahasından alınan toprak örneklerinde istatistiksel olarak farklılık gösterdiği, bunun yanında elektriksel iletkenlik ve su tutma kapasitesi, organik madde, kum, toz, kil ve permeabilite de ise farklılık göstermediği görülmüştür. Bolat vd (2015)'de meşe (*Quercus robur* L) ormanlarında yaptıkları çalışmada üretim alanından, sürütme yolundan, traktör yolundan ve kontrol alanından alınan toprak örneklerinde kum, toz, elektriksel iletkenlik değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulamamışlardır. Bununla birlikte mikroekolojik alanlarda üretim faaliyetleri nedeniyle toprak üzerindeki etkileri önemli olmaktadır (Enez vd., 2016).

Bu çalışma için toprak özelliklerinin üretim faaliyetlerinden en fazla hacim ağırlığı ve pH değerlerinin etkilendiği söylenebilir. Bolat vd (2015)'de de benzer şekilde dört farklı alanda yapılan değerlendirmelerle paralel olarak hacim ağırlığı ve pH değerlerinin farklılıklar gösterdiği belirtilmiştir. Özellikle üretim faaliyetleri ve saha hazırlığı sırasında ağır makinelerin kullanımı toprak özelliklerini ve dolayısıyla ormanların verimliliğini büyük ölçüde etkilemekte, toprağın bozulmasına ve ağaç büyümesinin azalmasına neden olmaktadır (Ares, 2005). Ekipman türü, üretim faaliyetinin yapıldığı süre ve yapıldığı zaman ile toprak özelliklerine bağlı olarak üretimin toprak üzerindeki etkileri farklılık gösterebilir (Heninger vd., 1997). Zhou vd., (2015) tarafından yapılan çalışmada analizlerden elde ettikleri sonuca göre toprak özellikleri üzerinde meydana gelen etkinin kesim miktarı ile doğru orantılı olduğu belirtilmiştir.

Üretim faaliyetleri sırasında yapılan sürütme işlemleri toprak yüzeyinde önemli bir sıkışmaya neden olduğu için toprak bozulmakta ve toprağın verimliliğini azalmaktadır

(Soltanpour ve Jourgholami 2013). Bu çalışmada her iki derinlik kademesi içinde hacim ağırlığının fazla olduğu görülmektedir (Tablo 3.1; 3.2). Benzer şekilde üretim faaliyetleri sonucunda toprak hacim ağırlığının arttığını belirten farklı birçok çalışma bulunmaktadır (Crumsey vd., 2014; You vd., 2013). Toprak sıkışması su tutma kapasitesini artırabilir (Gomez vd., 2002). Göknar ormanlarında ağır iş makinelerinin kullanıldığı sahada yapılan çalışmada üretim faaliyetleri sonunda hem toprak hacim ağırlığının hem de toprak mukavemetinin arttığı belirlenmiştir (Ares, 2005). Üretim işlemleri sonucunda toprakta meydana gelen sıkışmaya bağlı olarak hacim ağırlığı yükselirken, hidrolik iletkenlik azalmıştır (Grace III vd., 2006).

Uygulanan basınç toprak yüzeyinde en yüksek seviyede gerçekleşeceği için hacim ağırlığındaki artış üst toprakta (0-20 cm) daha belirgin olarak ortaya çıkar (Ampoorter vd., 2007). Greacen ve Sands (1980)'de de üretim sahalarında hacim ağırlığının %20-30 oranında arttığını belirtmişlerdir. Meşe (*Quercus petrae*) meşcerelerinde yapılan çalışmada sürütme yolunda üst toprakta (0-5 cm derinlik için) hacim ağırlığı ve kum oranı kontrol alanına göre yüksek, kil oranı ise düşük bulunmuştur (Demir vd., 2007). Toprak sıkışmasındaki artışla birlikte toprak hacim ağırlığı da paralel olarak artmaktadır (Landsberg ve Miller, 2003). *Pinus kesia* ormanlarında yapılan benzer bir çalışmada da üretim faaliyetleri sonucunda toprakta meydana gelen sıkışmanın toprağın fiziksel özelliklerini, bilhassa toprağın hacim ağırlığını, toprak mukavemetini, toprak gözenekliliğini önemli derece etkilediği belirtilmiştir (Missanjo ve Kamanga-Thole 2014).

Bu çalışmada 0-10 cm derinlik kademesinde üretim sahasındaki topraklarda pH değeri kontrol sahasına göre bir miktar düşük iken, 10-20 cm derinlik kademesinde daha yüksek bulunmuştur. Demir vd., (2007)'de toprak asitliğinin (pH) sürütme yolunda bulunan toprakta daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmayla benzer olarak Demir vd., (2007)'de elektriksel iletkenlik, toprak fraksiyonu, toz oranı, organik karbon ve nem oranları gibi diğer toprak özelliklerinde ise sürütme yolu ve kontrol sahaları arasında önemli farklılıklar tespit edilmemiştir.

Bu çalışmada üretim faaliyetlerinin gerçekleştiği topraklarda derinlik kademelerinde sadece organik maddenin farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Üst topraktaki organik

madde miktarı alt toprağa göre daha fazla olmuştur. Topraktaki organik madde ayrışmanın çeşitli aşamalarındaki bitki ve hayvan kalıntılarının, toprak organizmalarının ve iyi ayrışmış maddelerin toplamı olarak tanımlanmaktadır (Brady ve Weil, 1999). Bitki kökleri ve fauna elemanları gibi faktörlerin topraktaki organik maddenin parçalanmasına katkıda bulunur (McCauley vd., 2009).

Belirtilen zararların azaltılması veya önlenmesi amacıyla uygun bölmeden çıkarma tekniği kullanarak odun hammaddesi çıkarılmalıdır. Genç ağaçlara minimum zarar vermek amacıyla, orman hava hattı tesisleri kullanarak tomruğu bir ucundan yerde sürüterek taşımak, önemli ve yerinde bir karar olacaktır. Ayrıca, eğitilmiş ve kalifiye işçilerin istihdam edilmesi de başka bir tedbir olabilir. Genç ağaçların kar altında kalmalarını önlemek amacıyla kış kesimi yapılması da bir önlem olarak değerlendirilebilir (Acar, 1998).

Bölmeden çıkarmanın toprağa verdiği zararlar, yamaçlı arazide üst tabakanın parçalanması ve erozyona neden olurken, düz arazide sıkıştırma sorunlarına yol açabilir. İnce taneli ve nemli topraklar, sıkışmaya daha duyarlıdır. Makineli nakliyat sırasında oluşan derin tekerlek izlerinin olduğu bölgelerde (%5-20 eğimlerde) ağaçlarda artış kayıpları gözlemlenmiştir. Toprak zararını önlemek ve azaltmak için uygun mevsim seçimi (toprağın kuru veya donmuş olması), tekerlek yapısı uygun traktörlerin seçilmesi ve yeterli yardımcı ekipman ve donanımın kullanılması, fazla yükleme yapmak yerine sefer sayısının artırılması, gidiş-gelişlerde sürütme yollarının kullanılması, gerektiğinde tarım traktörünün geçeceği alanlara ince dallar serilmesi ve sürütme sırasında oluşan olukların hemen kapatılması gerekmektedir (Karaman, 2001; Türk ve Yıldız, 2019; Türk ve Yıldız, 2018). Beraberinde traktörle bölmeden çıkarma işlemi sırasında zararları önlemek için sürütme şeritleri dikkatli bir şekilde seçilmeli, sürütme mesafesi kısa tutulmalı ve mümkünse her seferde tek parça halinde kablo çekimi yapılmalıdır (Öztürk, 2009). Donmuş zemin veya kalın kar tabakası üzerinde gerçekleştirilen bölmeden çıkarma çalışmaları, toprakta oluşacak zararı azaltabilir hatta ortadan kaldırabilir. Birçok alanda bu tür koruyucu önlemleri sağlamak her zaman mümkün olmayabilir ve zeminde sürütme yapılan bölgelerde orman toprağının zarar görmesi kaçınılmaz olabilir (Froehlich, 1981).

Odun hammaddesinin kesildiği yerden en yakın orman yoluna taşınmasını içeren operasyonun etkili bir şekilde gerçekleştirilmesi için yapılacak iyi bir planlama, zaman kaybını önlemek, çevreye ve hammaddeye verilen zararları minimize etmek ve bu sayede ekonomik amaçlara ulaşmak açısından son derece önemlidir. Bu işin başarıyla gerçekleştirilmesi için arazi koşullarına bağlı olarak uygun olan farklı yöntemler ve araçların seçilmesi gerekmektedir. Bölmeden çıkarma işlemi, dağınık durumda bulunan odun hammaddesini insanların kullanımına sunmak amacıyla, orman içinde en az düzeyde veya hiç zarar vermeden taşıyarak toplama yerlerine, rampalara, istif yerlerine ve depolama alanlarına ulaşmasını düzenlemektir (Eroğlu, 2007).



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Mann-Whitney U testine göre üretim ve kontrol sahalarındaki üst toprak olarak ifade edebileceğimiz 0 -10 cm derinlikteki toprak özelliklerine ait ortalama değerler arasında fark görülmemektedir. Yani istatistiksel olarak kum, toz ve permeabilite değerleri birbirinden farklı değildir.

Üretim sahası ile kontrol sahası örneklerinin varyansların homojenliğine göre levene testine göre pH, elektrik iletkenliği, Organik madde, su tutma kapasitesinin homojen varyanslara sahip olmadığı görülmektedir. Bunun yanında pH ve Hacim ağırlığı değerleri birbirinden farklıdır. Diğer bir ifade ile üretim ve kontrol sahalarında pH ve organik madde değerleri istatistiksel olarak birbirinden farklı iken elektrik iletkenlik, kil, hacim ağırlığı ve su tutma kapasitesi istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir.

Sonuç olarak üretim faaliyetlerinin sürdürülebilir yönetim anlayışına da uygun olarak, verimli bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için toprak özelliklerinde meydana getirebilecekleri olumsuzlukları dikkate alarak planlamaların yapılması orman ekosistemleri için oldukça önemli olacaktır.

Buna göre toprak zararını en aza indirmek için kış kesimi tercih edilebilir. Uygun bölmeden çıkarma tekniği kullanımına dikkat edilerek, sürütme şeritlerine ve yollarına dallar serilebilir. Traktörlerle kablolu çekim sırasında her seferinde tek tomrukla çekim yapılabilir.

KAYNAKLAR

- Acar, H. H. & Şentürk, N. (1996). Dağlık orman alanlarındaki üretim çalışmalarında mekanizasyon, *İstanbul Üniversite Orman Fakültesi Dergisi*, B, 46,1-2-3-4, İstanbul, 76-94.
- Acar, H. H. (1998). *Transport tekniği ve tesisleri*. KTÜ Orman Fakültesi Yayın No: 56, Trabzon, 235 s.
- Acar, H., H. (2004). *Ormancılıkta transport ders notları*, Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü, Trabzon, 268s.
- Balcı, A.N. (1996). *Toprak koruması ders notları*, İ.Ü. Orman Fak., İstanbul.
- Baumgras, J. E., Herar, J. R. & LeDoux, C. B. (1995). Environmental Impacts From Skyline Yarding Partial Cuts In An Appalachian Hardwood Stand: A Case Study. In: *Council On Forest Engineering 18th Annual Meeting, Sustainability, Forest Health & Meeting The Nation's Needs for Wood Products*. North Carolina, 413-419 p.
- Baver, L.D. (1956). *Soil Physics*. John Wiley and Sons Inc., New York.
- Bettinger, P. & Kellogg, L. D. (1993). Residual stand damage from cut-to-length thinning of second-growth timber in the cascade range of western oregon. *For. Prod. J.* 43, 59-64.
- Bouyoucos, G.J, (1936). Direction for making mechanical analysis of soils by the hydrometer method, *Soil Science*, 42, 225-229.
- Croke, J., Hairsine, P. & Fogarty, P. (2001). Soil recovery from track construction and harvesting changes in surface infiltration, erosion and delivery rates with time, for. *Ecol. Manag.* 143, 3-12.
- Demir, M., Makineci, E. & Yılmaz, E. (2007a). Harvesting impacts on herbaceous understory, forest floor and top soil properties on skid road in a beech, *Journal of Environmental Biology*, 28:427-432.
- Demir, M., Makineci, E. & Yılmaz, E. (2007b). Investigation of timber harvesting impacts on herbaceous cover, forest floor and surface soil properties on skid road in oak (*Quercus Petrea L.*) Stand. *Build. Environ.* 42, 1194-1199
- Dykstra, D. & Heinrich, R. (1992). *Sustaining tropical forests trough environmentally sound harvesting practices*. Unasylva. 43, 9-15.
- Dykstra, D. & Heinrich, R. (1996). *FAO model code of forest harvesting practice*. FAO, Rome, 85 p.
- Elias, A. (1995). A Case Study On Forest Harvesting Damages, Structure and Composition Dynamic Changes In The Residual Stand Dipterocarp Forest In

- East Kalimantan, Indonesia. In: *IUFRO XX. World Congress; Tempere, Finland*, s.110-112.
- Enez, K. (2008). Ormancılıkta Üretim İşçiliğinde Antropometrik Verilerin ve Çalışma Duruşlarının Kaza Risk Faktörleri Olarak Değerlendirilmesi. Doktora Tezi, *Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Trabzon.
- Erdaş, O. (1986). Odun hammaddesi üretimi, bölmeden çıkarma ve taşıma safhalarında sistem seçimi, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fak. Dergisi*, 9(1-2), 91-113 s.
- Erdaş, O., Acar, H.H. & Eker, M., (2014). Orman Ürünleri Transport Teknikleri, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Genel Yayın No:223, Fakülte Yayın No:39, ISBN: 978-975-6983-75-1, 504s., Trabzon.
- Eroğlu, H. (2007). A Theoretical Approach for Determining Environmental Hazards Caused By Technical Forestry Operations. In: *International Symposium, The 150th Anniversary of Forestry Education In Turkey: Bottlenecks, Solution, and Priorities In The Context of Functions of Forest Resources*. İstanbul, Turkey, s. 374-383.
- FAO. (1997). Forest Harvesting In Natural Forests of The Republic of The Congo. Forest Harvesting Case-Study 7. Rome.
- FAO. (1998). *Reduced impact timber harvesting in the tropical natural forest in Indonesia*. Forest Harvesting Case-Study 11. Rome.
- Froehlich, H. A. Aulerich, D. E. & Curtis, R. (1981). *Designing skid trail systems to reduce soil impacts from tractive logging machines*, Oregon State University, Research Paper. 44, 15 p.
- Gumus, S. & Turk, Y. (2016). A New Skid Trail Pattern Design for Farm Tractors Using Linear Programing and Geographical Information Systems, *Forests* 2016, 7 (12), 306, Switzerland.
- Gülçur, F. (1974). *Toprağın fiziksel ve kimyasal analiz metodları*. İ.Ü. Orman Fak. Yay. No:201, İstanbul.
- Holmes, T. P., Blate, G. M., Zweede, J. C., Pereira, R. Barreto, P. Boltz, F. & Bauch, R. (2002). *Financial and Ecological Indicators of Reduced Impact Logging Performance In The Eastern Amazon*. For. Ecol. Manag. 63, 93-110.
- Karaman, A. (1997). Doğu Karadeniz Yöresinde Farklı Çalışma Koşullarında Kesim ve Sürütme İşlerinde İşgüçlüğü Kriterlerinin Araştırılması ve Verim Üzerine Etkisinin Belirlenmesi. Doktora Tezi, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Trabzon.
- Karaman, A. (2001). *Odun hammaddesi kesim ve nakliyatı*, Kafkas Üniversitesi, Orman Fakültesi Ders Notları Yayın No:4, Artvin.

- Krzic, M., Newman, R. F. & Broersma, K. (2003). *Plant Species Diversity and Soil Quality In Harvested and Grazed Boreal Aspen Stands of Northeastern British Columbia*. For. Ecol. Manag. 182, 315-325.
- LeDoux, C. B. (1997). Evaluating Timber Harvesting Impacts On Wildlife Habitat Suitability Using Forex, In: *11th Central Hardwood Forest Conference*. p. 23-27.
- Makineci, E., Demir, M. & Yılmaz, E. (2007). *Long-Term Harvesting Effects On Skid Trail Road In A Fir (Abies Bornmulleriana Mattf.) Plantation Forest*. Build. Environ. 42, 1538-1543.
- Mangan, P. & Bertolo, A. (2003). *Impact of Logging On Yellow Perch Recruitment In Boreal Shield Lakes. Project Reports 2003/2004*, Sustainable Forest Management Network.
- Marshall, V. G. (2000). *Impacts of Forest Harvesting On Biological Processes In Northern Forest Soils*. Forest Ecol. Manag. 133, 43-60.
- Özhan, S. (1977). *Belgrad ormanı ortadere yağış havzasında ölü örtünün hidrolojik bakımdan önemli özelliklerinin bazı yöresel etkenlere göre değişimi*, İ.Ü. Orman Fak. Yay. No.235, İstanbul.
- Öztaş, Y. (1980). Meryemana deresi havzasında değişik bakılardaki orman ve mera arazileri topraklarının erozyon eğilimi (Erodibility) Değerlerindeki Farklılıklarının Araştırılması, *K.T.Ü. Orman Fak. Derg.*, 3,2. s.185-213.Trabzon.
- Öztürk, U. Ö. (2009). Dağlık arazideki ladin meşcerelerinde farklı bölmeden çıkarma yöntemlerinin çevresel açıdan irdelenmesi üzerine bir araştırma (Master's thesis, Artvin Çoruh Üniversitesi).
- Özyuvacı, N. (1971). Topraklarda erozyon eğiliminin tesbitinde kullanılan bazı önemli indeksler. *İ.Ü. Orman Fak. Derg.* B, 21,1 s. 190-207.İstanbul.
- Özyuvacı, N. (1975). Topraklarda erozyon eğiliminin tahmini açısından yapılan bazı değerlendirmeler. *TÜBİTAK V. Bilim Kongresi*, Tarım ve Ormancılık Araştırma Grubu Tebliği Ormancılık Seksiyonu, 29 Eylül-2 Ekim, s.123-134. İzmir.
- Özyuvacı, N. (1976). *Arnavutköy deresi yağış havzasında hidrolojik durumu etkileyen bazı bitki-toprak-su ilişkileri*. İ.Ü. Orman Fak. Yay. No:221, İstanbul.
- Pinard, M. A., Barker, M. G. & Tay, J. (2000). *Soil Disturbance and Post-Logging Forest Recovery On Bulldozer Paths In Sabah, Malaysia*. Forest Ecol. Manag. 130, 213-225.
- Quesnel, H. J. & Curan, M. P. (2000). *Shelterwood Harvesting In Root-Disease Infected Stands-Post-Harvest Soil Disturbance and Compaction*. Forest Ecol. Manag. 133, 89-113.

- Rhoades, J.D. (1982). Soluble salts, In: Page, A.L. (Ed.), *Methods of Soil Analysis, Part 2, Second Edition*, American Society of Agronomy, Inc., Madison, WI, USA, p. 167–179. Agronomy Monograph No 9.
- Rushton, T., Brown, S. & McGrath, T. (2003). *Impact of Tree Length Versus Short Wood Harvesting Systems On Natural Regeneration*. Forest Research Report 70. Nova Scotia Department of Natural Resources. 14 p.
- Sancal, E. (2010). Artvin Yöresindeki Bölmeden Çıkarma Çalışmalarının Orman Toprağının Bazı Özellikleri Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, *Artvin Çoruh Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Artvin.
- Scrimgeour, G. J., Tonn, W. M., Paszkowski, C. A. & Aku, P. M. K. (2000). *Evaluating The Effects of Forest Harvesting On Littoral Benthic Communities Within A Natural Disturbance-Based Management Model*. For. Ecol. Manag. 126, 77-86.
- Sist, P., Sheil, D., Kartawinata, K. & Priyadi, H. (2003). *Reduced-Impact Logging In Indonesian Borneo: Some Results Confirming The Need for New Silvicultural Prescriptions*, For. Ecol. Manag. 179, 415-427.
- Smidt, M. & Blinn, C. R. (1995). *Logging for The 21st Century: Forest Ecology and Regeneration*. University of Minnesota, FO-06517, 23 p.
- Steege, H. T., Welch, I. & Zagt, R. (2002). *Long-Term Effect of Timber Harvesting In The Bartica Triangle, Central Guyana*. For. Ecol. Manag. 170, 127-144.
- Topalak, Ö. (1998). Torul Orman İşletme Müdürlüğü Alacadağ Orman İşletme Şefliği Üretim Sırasında Mekanizasyon İhtiyacının Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Trabzon.
- Türk, Y. & Gümüş, S. (2015). Tarım Traktörleriyle Bölmeden Çıkarmada Meydana Gelen Toprak ve Fidan Zararlarının Araştırılması, A.Ç.Ü. Ormancılık Dergisi, Cilt: 16 Sayı:1, 55-64, Artvin.
- Türk, Y. & Yıldız, M. (2018). Sürütme Şeritlerinde Bitki Besin Elementleri Kaybının Onarılmasında Yonga ile Dal-Yaprak Kullanımı, DÜ Bilim ve Teknoloji Dergisi, Cilt: 6 Sayı: 4, 941-952, Düzce.
- Türk, Y. & Yıldız, M. (2019). The Effects of Wood Chips and Slash Usage on Skid Trail Sheet Erosion Caused by Log Skidding Using A Farm Tractor. Sumarski List, 143 (5-6), 241-249, Croatia.
- Türker, M.F. (2000). *Orman işletmeciliği ders notu*, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Ders Notları No:59, Trabzon, 226 s.
- Ulu, F. (1998), Trabzon Uzungöl-Haldizen Deresi Yağış Havzasında Farklı Arazi Kullanım Şekilleri Altındaki Toprakların Bazı Fiziksel, Kimyasal ve Hidrolojik Özellikleri ile Erozyon Eğilimleri Üzerine Araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, *K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, Trabzon.

URL-1. <https://www.fikir.gen.tr/uretim-nedir-uretim-faktorleri-nelerdir/> Erişim Tarihi; 17/03/2021

Ünver, S. (2008). Endüstriyel odun hammaddesinin insan gücüyle sürütülmesi sırasında ortaya çıkan ürün kayıpları ile çevresel zararların belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon*.

