



Araştırma Makalesi/Research Article

Kış Merasında Otlatmanın Toprağın Bazı Özelliklerine Etkileri

Mehmet Parlak^{1*} Cafer Türkmen² Altıngül Öztaşlaran Parlak³ Ahmet Gökkuş³
Hülya Hanoğlu Oral⁴

¹ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lapseki Meslek Yüksekokulu, Lapseki-Çanakkale.

² Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Çanakkale.

³ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Çanakkale.

⁴ Muş Alpaslan Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Fakültesi Hayvansal Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Muş.

*Sorumlu yazar: mehmetparlak06@hotmail.com

Geliş Tarihi: 07.08.2018

Kabul Tarihi: 26.10.2018

Öz

Merada otlayan hayvanlar, otlatmanın zaman ve yoğunluğu ile iklim ve toprak şartlarına bağlı olarak toprağı olumlu ya da olumsuz etkiler. Özellikle topraklar yaş iken yapılan otlatmalar genellikle olumsuz etkiye sahiptir. Bu çalışmada kışın koyun otlatılan doğal merada, bu otlatmanın toprakların fiziksel ve biyolojik özellikleri üzerine etkileri belirlemek için denemenin başlangıcı ve sonunda 0-5 ve 5-15 cm derinliklerden toprak örnekleri alınmıştır. Denemede koyun başına 875 m² alan düşecek şekilde her yıl kışın 2 ay (ocak ve şubat) Merinos koyunları otlatılmıştır. Uygulanan eş yapma t testi sonucunda otlatmanın hacim ağırlığı, penetrometre direnci, toprak nemi, mikroorganizma sayısı ve katalaz enzim aktivitesi özelliklerine etkisi istatistiksel olarak önemli (P<0.05) bulunmuştur. İncelenen diğer özellikler (agregat stabilitesi, organik karbon (C), toplam azot (N), üreaz aktivitesi) üzerinde otlatmanın önemli etkisi görülmemiştir. Sonuç olarak, meraların sürdürülebilirliği için topraklar ıslak iken otlatılmamalıdır.

Anahtar Kelimeler: Otlatma, kış merası, sıkışma, penetrometre direnci, organik karbon, mikroorganizma faaliyeti.

Effects of Grazing on Soil Characteristics of Winter Rangeland

Abstract

Grazing animals have either positive or negative impacts on soils just based on grazing time and intensity, climate and soil conditions. Grazing over wet soils usually have negative impacts on soil characteristics. This study was conducted to determine the effects of winter sheep grazing on soil physical and chemical characteristics. Soil samples were taken from 0-5 and 5-15 cm soil depth at the beginning and end of experiments. Merino sheep were grazed for 2 months (January and February) over a rangeland as to have 875 m² space for each sheep. Paired sample t-test results revealed that grazing had significant effects on bulk density, penetrometer resistance, soil moisture, number of microorganisms and catalase enzyme activities (P<0.05). Grazing did not have any significant effects on the other parameters (aggregate stability, organic carbon(C), total nitrogen(N), urease activity). It was concluded that rangelands should not be grazed under wet conditions for the sustainability of the rangelands.

Key Words: Grazing, winter rangeland, soil compaction, penetrometer resistance, soil organic carbon, microbial activity.

Giriş

Meralar hayvanların nitelikli kaba yem ihtiyacını karşılayan en önemli doğal kaynaktır. Düzenli yönetildikleri takdirde uzun yıllar bu görevlerini yerine getirebilirler. Ancak dünya meralarında olduğu gibi ülkemiz meralarının da yaklaşık %87,6'sı iyi vasfını kaybederek zayıf ya da orta durum sınıfına inmiştir (Avağ ve ark., 2012). Meralardaki bu bozulma genellikle hatalı otlatmadan kaynaklanmaktadır. Otlatmanın zamanı, yoğunluğu ve sistemine bağlı olarak bitkilerin üretim gücünde etkili olan topraklar olumlu ya da olumsuz etkilenirler. Toprak bünyesine bağlı olarak bilhassa ıslak iken yapılan otlatmalar toprakların sıkışmasına sebep olur. Bu durum otlatmanın toprak üzerindeki en tahrip edici etkisidir. Bu da büyük gözenekleri ortadan kaldırarak toplam gözenekliliği azaltır. Böylece toprağın hacim ağırlığı artar ve yapısı değişir (Li ve ark., 2008). Otlatma gözeneklerin işlevini, hidrolik iletkenliği ve alt topraktaki drenajı azaltarak, yüzey akışı, sediment kaybını ve erozyonu artırır.

Merada otlayan hayvanların toprağın fiziksel ve biyolojik özelliklerine etkileri üzerinde birçok araştırma yürütülmüştür (Du Toit ve ark., 2009; Aksakal ve ark., 2011; Xu ve ark., 2017; Li ve ark.,



2018). Virjinya’da yapılan bir çalışmada (Abeye ve ark., 1997), üç yıl boyunca koyunla otlatılan merada toprağın A horizonundaki hacim ağırlığının $1,23 \text{ g/cm}^3$ ’den $1,47 \text{ g/cm}^3$ ’e yükseldiği belirtilmiştir. Otlatma ile toprakların hacim ağırlığındaki artış yanında, mekanik direnci ve pH değerinde de yükselme olmaktadır (Evans ve ark., 2012). Bu etki otlatmanın yoğunlaşması ile artmaktadır. Bu yüzden ağır otlatılan merada toprakların hacim ağırlığı, hafif ve orta otlatılan mera parsellerinden sırasıyla %13,4 ve %11,8 daha yüksek bulunmuştur (Van Haveren, 1983). Benzer şekilde hafif ve orta otlatılan bir merada toprak hacim ağırlığı $1,37 \text{ g/cm}^3$ iken ağır otlatılan alanda $1,43 \text{ g/cm}^3$ olarak ölçülmüştür. Aynı çalışmada hafif ve ağır otlatmalar sonucunda hacim ağırlığının bir yerde $1,18$ ’den $1,29 \text{ g/cm}^3$ ’e, diğer yerde ise $1,09$ ’dan $1,14 \text{ g/cm}^3$ ’e yükseldiği saptanmıştır (Reed ve Peterson, 1961). Topraklar nemli iken otlatmanın yapılması durumunda hacim ağırlığının arttığı başka araştırmacılar tarafından da tespit edilmiştir (Bell ve ark., 2011; Çetiner ve ark., 2012; Lenssen ve ark., 2013).

Sıkışan topraklarda penetrometre direnci yükselerek kökün ve suyun toprak içerisinde ilerlemesi zorlaşmaktadır. Sonuçta hem kökler derine inemediği için su ve besin elementlerinden yeterince yararlanamamakta hem de suyun toprakta sızması engellendiğinden yüzey akışı artmaktadır. Yürütülen araştırmaların birçoğunda (Bryant ve ark., 1972; Schmalz ve ark., 2013; Taddese ve ark., 2002) otlatmanın penetrometre direncini artırdığına dair bulgulara ulaşılmıştır.

Topraklardaki gözenekler hem kökler hem de diğer canlılar için önemli oksijen kaynağıdır. Toprakların sıkışması halinde bu gözenekler küçülerek köklerin yeterli solunum yapamamasına ve sonuçta bitkilerin üretim gücüne ulaşamamalarına sebep olmaktadır. Özellikle ıslak toprakların otlatılmasında bu durumla sık karşılaşmaktadır. Örneğin Yeni Zelanda’da tek yıllık çim ile ak üçgül karışımı ile kurulan merada koyun otlatılması sonucunda çiğneme etkisi ile toprakların fiziksel özellikleri araştırılmıştır (Drewry ve Paton, 2005). Araştırma sonucunda ıslak koşullarda koyun toynakları ile çiğnenen toprakların 0-5 cm’lik kısmında makro porozitenin ve $300 \mu\text{m}$ ’den büyük boşlukların oranının önemli düzeyde azaldığı tespit edilmiştir. Betteridge ve ark., (1999) ise yüksek nem içeren topraklarda çiğneme sonucunda bazen sıkışma olabildiğini belirtmişlerdir.

Toprakların sıkışması sonucunda kök ve bitki gelişimi sınırlanarak üretilen organik kütle azalmakta ve bunun toprağa girişi zorlaşmaktadır. Bu durum toprakta organik madde azalmasına sebep olmaktadır. Ayrıca sıkışmış topraklarda mikroorganizma faaliyetini de azaltmaktadır. Bu konuda Orta İran’da yarı kurak merada Raiesi ve Asadi (2006) tarafından koyunlarla yapılan otlatma denemesinde, otlatmanın toprak organik C’u ve toplam N’unu etkilememesine karşın, toprak solunumu ile mikroorganizma C’unu azalttığı belirlenmiştir. Devi ve ark., (2014) ise orta yoğunlukta otlatmanın toprak mikroorganizma kütlelerinin C, N ve P kapsamını artırdığını saptamışlardır. Li ve ark., (2011) da otlatmanın toprak nem içeriği, organik C miktarı ve toplam N içeriği gibi toprak özelliklerini olumlu ve önemli olarak etkilediğini, otlatma baskısının artması ile bu özelliklerin de arttığını bildirmişlerdir.

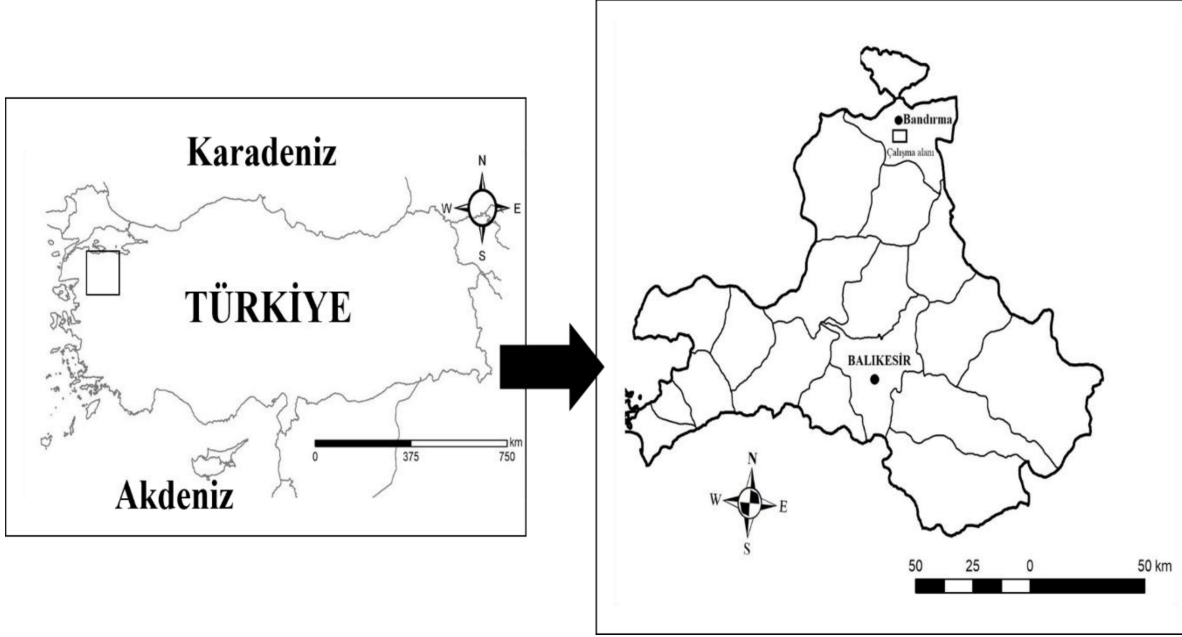
Bu çalışmada, kışın koyun otlatılarak değerlendirilen doğal merada, otlatmanın mera topraklarının fiziksel ve biyolojik özelliklerine etkileri araştırılmıştır. Kış mevsiminde yağış fazla, buna karşılık buharlaşma az olduğundan, topraklar genelde ıslaktır. Mevcut ot hayvanların tüketimine sunulurken, toprakların bu uygulamadan nasıl etkilendiği araştırmanın amacı olmuştur.

Materyal ve Yöntem

Çalışma Alanı

Araştırma Balıkesir’in Bandırma İlçesinde yer alan Koyunculuk Araştırma Enstitüsü’ndeki merada yürütülmüştür. Enstitü Bandırma Çanakkale karayolunun 7. km’sinde yer almaktadır (Şekil 1). Mera %1-3 eğime sahiptir. Doğal mera bitki örtüsünde genelde kara çim (*Lolium rigidum*), çok yıllık çim (*Lolium perenne*), domuz ayrığı (*Dactylis glomerata*), yumrulu arpa (*Hordeum bulbosum*), otlak arpası (*Elymus elongatus*), *Rostraria cristata*, *Trisetaria* sp., küçük başaklı kuşyemi (*Phalaris paradoxa*), yıllık yonca türleri (*Medicago* spp.), yıllık üçgüller (*Trifolium* spp.), kara hindiba (*Taraxacum officinale*), sinir otu (*Plantago* sp.), yabancı hindiba (*Chichorium intibus*), akyıldız (*Ornithogalum* sp.), çayır güzeli (*Bellis perennis*), fare kulağı (*Anagallis arvensis*), *Lagosia cumunoides*, çayır sazı (*Carex* sp.), çakır diken (*Eryngium campestre*), eşek marulu (*Sonchus asper*), çoban tarağı (*Scandix stellata*), sütleğen (*Euphorbia* sp.) ve hidrellez kamçısı (*Asphodelus aestivus*) yer almaktadır (Gökkuş ve ark., 2017). Bandırma İlçesinde Akdeniz ve Karadeniz geçit iklimi hakimdir. Uzun yıllara (1950-2017) ait yıllık ortalama toplam yağış $643,8 \text{ mm}$, aylık ortalama sıcaklık

14,2 °C ve aylık ortalama nispi nem %77,8'dir (Anonim, 2018). Uzun yıllar ile araştırmanın yürütüldüğü 2015, 2016 ve 2017 yıllarında kış aylarında (ocak, şubat, mart) düşen toplam yağış miktarları sırasıyla 216,4, 229,6, 338,6 ve 249,4 mm olmak suretiyle yıllık yağışın 1/3'ünden fazlasını meydana getirmiştir.



Şekil 1. Çalışma alanının konumu

Doğal merada her biri 3500 m² (50 x 70 m) alana sahip 6 otlatma parseli oluşturulmuş ve her parselde iki yaşında kuzulu dört Merinos koyunu konmuştur (Şekil 2). Deneme süresince (2015, 2016 ve 2017 yılları) kış merası her yıl için iki ay (şubat, mart) otlatılmıştır.



Şekil 2. Merada otlayan koyunlar



Toprak Örneklerinin Alınması

Otlatma başlamadan önce her parselden GPS (küresel konum belirleme cihazı) yardımıyla 3 tane olmak üzere 2 farklı derinlikten (0-5 cm, 5-15 cm) bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri (0-5 cm derinlik için 6x3=18 örnek, 5-15 cm derinlik için ise 6x3=18 örnek) alınmıştır. Otlatma bittikten sonra da her parselden yine GPS ile yerleri belirlenerek her bir derinlik için 18 tane bozulmuş, 18 tane de bozulmamış toprak örneği alınmıştır. Otlatmadan önce ve otlatmadan sonra cep penetromesiyle okumalar yapılırken aynı anda gravimetrik yöntemle toprak nemini belirlemek için her bir parselden 3 toprak örneği alınmıştır.

Alınan toprak örnekleri fiziksel ve kimyasal analizler için laboratuvarında kurutulmuş ve 2 mm'lik elekten elenerek analizlere hazır duruma getirilmiştir. Mikrobiyolojik ve biyokimyasal analizler için toprak örneklemeinde ise her parselde ve her iki derinlik için ayrıca steril edilen el burgusuyla Winogradsky (1952)'in önerdiği şekilde yapılmıştır. Polipropilen steril tavalarda her parselden alınan toprak örnekleri homojenize edilmiş ve araziye uygun soğutucu kullanılarak laboratuvara taşınmıştır. Farklı parsel ve derinliklerden alınan örnekler arasındaki geçişlerde, kullanılan ekipmanlar %70'lik etil alkol ve steril pamuk ile dezenfekte edilmiştir.

Toprak Analizleri

pH 1:2.5 toprak su çözeltilisinde cam elektrotlu pH metre yardımıyla saptanmıştır (Mc Lean, 1982). Elektriksel iletkenlik(EC), 1:2.5 toprak su çözeltilisinde iletkenlik ölçer (EC metre) kullanılarak belirlenmiştir (Rhoades, 1982). Kireç, Scheibler kalsimetresinde volumetrik olarak ölçülmüştür (Loeppert ve Suarez, 1996). Bünye hidrometre metoduyla (Gee ve Or, 2002) kum, silt ve kil yüzdeleri hesaplanarak belirlenmiştir. Hacim ağırlığı, hacmi 100 cm³ olan bozulmamış toprak örneklerinde Blake ve Hartge (1986)'nin önerdiği metoda göre yapılmıştır. Agregat stabilitesi, mikro agregatlarda (<0.25 mm) ıslak eleme aletinde Nimmo ve Perkins (2002) yöntemine göre saptanmıştır. Penetrometre direnci, otlatmadan önce ve otlatmadan sonra Eijkelkamp cep penetrometresi kullanılarak her bir parselde 24 kez toprak penetrasyon direnci(kg/cm²) belirlenmiştir (Bradford, 1986). Mezofil aerobik mikroorganizma sayısı, Wollum'un (1982) belirttiği şekilde dilüsyonlar hazırlandıktan sonra önceden hazırlanan steril nutrient agar besiyerine HEPA filtreli steril kabin içinde Drigalski spatülüyle yayma şeklinde ekimler yapılarak inkübatörde 27 °C'de 5-7 gün bekletildikten sonra canlı mikroorganizmaların oluşturduğu kolonilerin sayılması ile hesaplanmıştır. Katalaz enzim aktivitesi, analize hazırlanmış topraklarda katalaz enziminin H₂O₂'i parçalaması sonucunda açığa çıkan O₂ gazının Scheibler kalsimetresinde ölçülmesiyle (Beck, 1971), üreaz enzim aktivitesi ise, birim miktardaki ürenin 3 saat inkübasyonu sonrası toprak çözeltilerinde çözünen amonyak miktarlarının UV-spektrofotometrede 578 nanometrede okunması ve standart seri yardımıyla hesaplanmasıyla belirlenmiştir (Hoffmann ve Teicher, 1961). Organik C ve toplam N, LECO TruSpec 2000 model C-N elementel analiz cihazında Kirsten (1983)'in önerdiği metoda göre yapılmıştır.

İstatistik Analiz

Araştırmadan elde edilen veriler eş yapma testine göre değerlendirilmiştir. Verilerin istatistiği Minitab-16 istatistik programı kullanılarak yapılmıştır. Farkın önemli olması durumunda farklı çıkan gruplar Duncan testi ile saptanmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Otlatılan parsellerdeki toprakların bazı kimyasal ve fiziksel özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir. Her iki derinlikten alınan topraklarda pH ve EC değerleri birbirine yakın olurken, kireç 0-5 cm derinlikte %1,22, 5-15 cm derinlikte ise %0,63 olarak saptanmıştır. 0-5 cm ve 5-15 cm derinlikten alınan topraklar kumlu tın bünyeye sahiptir.

Çizelge 1. Otlatılan parsellerin topraklarının bazı kimyasal ve fiziksel özellikleri (Ortalama±standart sapma)

	0-5 cm(n=6)	5-15 cm(n=6)
pH	7,26±0,17	7,27±0,29
EC(dS/m)	0,12±0,04	0,07±0,03
Kireç(%)	1,22±0,27	0,63±0,23
Kil(%)	15,26±2,43	15,70±5,86
Silt(%)	24,42±3,48	22,91±4,15
Kum(%)	60,31±4,13	61,39±8,09



Araştırmadaki 0-5 cm ve 5-15 cm derinliklerden alınan toprakların fiziksel özelliklerinin çoğunun (hacim ağırlığı, penetrometre direnci ve nem içeriği) otlatmaya göre değişimi istatistik olarak önemli bulunmuşken agregat stabilitesinin değişimi önemsiz olmuştur. Her iki toprak derinliğinde de hacim ağırlığı önemli derecede artış göstermiştir (Çizelge 2, 3). Otlatma nem ve bünyeye bağlı olarak toprakları sıkıştırmakta ve bunun sonucunda toprağın penetrometre direnci ve hacim ağırlığı artmaktadır (Taddese ve ark., 2002; Schmalz ve ark., 2013). Hatta bu durum nem içeriği az olan topraklarda bile ortaya çıkabilmektedir. Örneğin buğday anızının otlatılması sonucunda toprakların penetrasyon direnci ve hacim ağırlığının arttığı rapor edilmiştir (Stavi ve ark., 2015; Hunt ve ark., 2016). Ancak bu konuda farklı sonuçlar da elde edilmiştir. Kolza-buğday anızının otlatılması ile 13 parselden sadece 2'sinde toprağın hacim ağırlığının yükseldiği belirlenmiştir (Allan ve ark., 2016). Clark ve ark., (2004) ABD'de üç yıl süreyle otlanan padoklarda toprakların hacim ağırlığının artmadığını, fakat 0-10 cm toprak derinliğinde penetrasyon direncinin yükseldiğini belirtmişlerdir. Rakkar ve Blanco-Canqui (2018) ise otlatmanın 0-25 cm toprak derinliğinde penetrasyon direncini artırırken, genellikle bitkinin veriminde azalmaya neden olmadığını kaydetmişlerdir. Yapılan araştırmalarda otlatmanın penetrasyon direnci ve hacim ağırlığı üzerindeki farklı etkilerini gösteren bulgular, toprağın nem içeriği ve bünyesi ile ilişkili olmaktadır. Zira kurak ve kaba bünyeli topraklarda sıkışma daha çok az görülmektedir (Usaborisut ve Ampanmanee, 2015).

Çizelge 2. Parsellerdeki agregat stabilitesi ve hacim ağırlığının değişimi (Ortalama±standart sapma)

	Otlatma başlangıcı 0-5 cm (n=18)	Otlatma sonu 0-5 cm (n=18)	Otlatma başlangıcı 5-15 cm (n=18)	Otlatma sonu 5-15 cm (n=18)
Agregat stabilitesi(%)	58,24±12,18	61,97±10,08	62,05±15,06	63,80±11,63
Önemlilik (P)		0,164		0,645
Hacim ağırlığı(g/cm ³)	1,22±0,10 b*	1,34±0,11 a	1,22±0,11 b	1,33±0,12 a
Önemlilik (P)		0,002		0,004

* Aynı satırda değişik harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir (p<0,05).

Çizelge 3. Parsellerdeki penetrometre direnci ve toprak neminin değişimi (Ortalama±standart sapma)

	Otlatma başlangıcı	Otlatma sonu
Penetrometre direnci(kg/cm ²) (n=288)	3,67±0,66 b*	3,83±0,64 a
Önemlilik (P)		0,043
Toprak nemi(%) (n=36)	12,35±3,03 b	14,48±3,66 a
Önemlilik (P)		0,027

* Aynı satırda değişik harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir (p<0,05).

C ve N elementleri tüm canlı organizmaların temel yapı taşları olduklarından C ve N'un toprakta değişimi mikroorganizma faaliyetini de etkileyen en önemli etmenlerden birisidir. Bu nedenle organik C ve toplam N biyolojik toprak özelliklerine dahil edilmiştir (Türkmen ve ark., 2013). Biyolojik özelliklerden organik C, toplam N ve üreaz enziminin değişimi istatistik olarak önemsiz olurken, mikroorganizma sayısı ve katalaz enzimi otlatma sonunda artış göstermiştir (Çizelge 4). Hatfield ve ark., (2007), Montana'da (A.B.D) yabancı otları kontrol etmek için nadas süresince yapılan koyun otlatmasının toprağın organik madde kapsamını etkilemediğini bildirmişlerdir. Otlatma sırasında toprağa dönen hayvan dışkısı ve idrarı besin maddelerini artırabilir, toprak kalitesini iyileştirebilir, bitki gelişimini hızlandırabilir (Abeye ve ark., 1997; Sainju ve ark., 2011; Lenssen ve ark., 2013). Otlatma süresince hayvanlar tarafından bırakılan dışkı ve idrarın dağılımı toprak yüzeyinde düzensiz olmasına rağmen sığıra göre koyunla otlatılan alandaki dağılım daha düzenlidir. Otlatma sırasında koyunların bıraktığı dışkı ve idrar topraktaki C'ü değiştirmek için yeterli olmayabilir. Koyun gübresi ve idrarıyla toprağa N ilavesi mikrobiyal aktiviteyi artırabilir. Toprağın sıkışmasıyla makro porozitenin azalması mikroorganizmaların yararına olabilir. Bunun nedeni topraktaki mikroorganizmaların daha büyük avcılardan korunmasıdır. Araştırmamızda toprak sıcaklığı ölçülmemiş olmasına rağmen, toprak nemi otlatma sonunda artış göstermiştir (Çizelge 3). Toprak neminin artışı mikrobiyal aktiviteyi çoğaltabilir. Sainju ve ark. (2014) çok yıllık bitki yetiştirilen



alanlarda otlatmanın partikül organik madde ve topraktaki mikrobiyal biyokütleyi artırabilmesine rağmen tek yıllık alanlarda azaltabildiğini belirtmişlerdir. Gil ve ark., (2009) otlatılmayan uygulamada mısır ve ayçiçeği artıklarının bulunmasının aktinomiset, *Trichoderma spp* ve *Gliocladium spp* popülasyonlarını artırdığını bildirmişlerdir. Rakkar ve ark., (2017) ise otlatmanın aktinomiset sayısında artışa neden olduğunu saptamışlardır. Olivera ve ark., (2016) Patagonian Monte'nin (Arjantin) çalılı alanlarında koyunla otlatmanın topraklardaki bakteri çeşitliliğini etkilediğini saptamışlardır. Araştırmamızda toprak neminin artması, mikroorganizma sayısı ve katalaz enziminin artmasında etkili olmuştur. Organik C, toplam N ve üreaz enzimi her iki derinlikte de istatistiksel olarak değişmemiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Parsellerdeki toprak biyolojik özelliklerinin değişimi (Ortalama±standart sapma)

	Otlatma başlangıcı 0-5 cm (n=18)	Otlatma sonu 0-5 cm (n=18)	Otlatma başlangıcı 5-15 cm (n=18)	Otlatma sonu 5-15 cm (n=18)
Organik C(%)	2,57±0,41	2,67±0,66	2,32±0,32	2,12±0,74
Önemlilik (P)		0,453		0,212
Toplam N(%)	0,19±0,05	0,20±0,06	0,17±0,03	0,15±0,06
Önemlilik (P)		0,486		0,155
Mikroorganizma sayısı (1 g toprak)	1587515± 703341 b*	2394380± 887735 a	1546857± 727372 b	2705591± 1099683 a
Önemlilik (P)		0,003		0,005
Üreaz enzimi (mg NH ₃ -N 100 g ⁻¹ toprak)	49,83±15,29	43,41±13,80	44,38±9,04	40,04±6,79
Önemlilik (P)		0,224		0,078
Katalaz enzimi (mg O ₂ 5 g ⁻¹ toprak)	3,24±1,27 b	5,30±0,76 a	2,83±1,28 b	3,96±0,88 a
Önemlilik (P)		0,000		0,000

* Aynı satırda değişik harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir (p<0.05).

Otlatmanın topraktaki enzim aktivitelere etkisiyle ilgili yapılmış bazı araştırmalarda (Holt, 1997; Prieto ve ark., 2011) üreaz ve katalaz enzimlerine rastlanılmamıştır. Araştırmamızdaki bulguları destekler nitelikte Shi ve ark., (2013) otlatmanın organik C, toplam N ve üreaz enzim aktivitesine etkide bulunmadığını bildirmişlerdir.

Sonuç

Merada koyunla otlatma toprakların hacim ağırlığını, penetrometre direncini, nem kapsamını, mikroorganizma sayısını ve katalaz enzim aktivitesini artırırken; agregat stabilitesini, organik karbonu, toplam azotu ve üreaz enzim aktivitesini artırmamıştır. Kırılgan bir ekosisteme sahip olan meralardaki toprakların kalitesini korumak için topraklar ıslakken otlatılmamalıdır. Ancak meraların kışın otlatılması durumunda, diğer mevsimlerde dinlendirilmek suretiyle, otlatmanın topraklar üzerindeki olumsuz etkilerinin giderilmesi yoluna gidilmelidir. Aksi halde kışın dahil olmak üzere yıl boyu yapılacak otlatmalar, mera topraklarında ciddi, bazen giderilmesi mümkün olmayan olumsuz etkiler yaratarak önemli verim kayıplarına neden olabilmektedir.

Kaynaklar

- Abeye, A.O., Allen, V.G., Fontenot, J.P., 1997. Grazing sheep and cattle together or separately: Effects on soils and plants. *Agron. J.* 89: 380-386.
- Aksakal, E.L., Öztaş, T., Özgül, M., 2011. Time-dependent changes in distribution patterns of soil bulk density and penetration resistance in a rangeland under overgrazing. *Turk. J. Agric. For.* 35(2): 195-204.
- Allan, C. J., Jones, B., Falkiner, S., Nicholson, C., Hyde S., Mauchline, S., Ferrier, D.A., Ward, P., Siddique, K.H.M., Flower, K.C., 2016. Light grazing of crop residues by sheep in a Mediterranean-type environment has little impact on following no-tillage crops. *Eur. J. Agron.* 77: 70–80.
- Anonim, 2018. Bandırma Meteoroloji İstasyonu Müdürlüğü verileri (1950-2017). Yayınlanmamış.
- Avağ, A., Koç, A., Kendir, H., 2012. Ulusal Mera Kullanım ve Yönetim Projesi Sonuç Raporu. TÜBİTAK Proje No: 106G017, 483 s.
- Beck, T. H., 1971. Die messung katalasen a aktivitaet boden . *Z. Pflanzenernaehai Sodek* 130: 68–81.
- Bell, L.W., Kirkegaard, J.A., Swan, A., Hunt JR, Huth, N.I., Fettell, N.A., 2011. Impacts of soil damage by grazing livestock on crop productivity. *Soil Till. Res.* 113: 19–29.



- Betteridge, K., Mackay, A.D., Shepherd, T.G., Barker, D.J., Budding, P.J., Devantier, B.P., Costall, D.A., 1999. Effect of cattle and sheep treading on surface configuration of a sedimentary hill soil. *Aust. J. Soil Res.* 37: 743-760.
- Blake, G.R., Hartge, K.H., 1986. Bulk Density. In: Klute, A.(Ed.), *Methods of Soil Analysis, Part 1-Physical and Mineralogical Methods*: 363-375. SSSA Book Series 5. Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA.
- Bradford, J.M., 1986. Penetrability. In: Klute, A.(Ed.), *Methods of Soil Analysis, Part 1-Physical and Mineralogical Methods*: 463-478. SSSA Book Series 5. Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA.
- Bryant, H.T., Blaser R.E., Peterson, J.R., 1972. Effect of trampling by cattle on bluegrass yield and soil compaction of a meadowville loam. *Agron. J.* 64(3): 331-334.
- Clark, J.T., Russell, J.R., Karlen, D.L., Singleton, P.L., Busby, W.D., Peterson, B.C., 2004. Soil surface property and soybean yield response to corn stover grazing. *Agron. J.* 96: 1364-1371.
- Çetiner, M., Gökkuş, A., Parlak, M., 2012. Yapay bir merada otlatmanın bitki örtüsü ve toprak özelliklerine etkisi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi* 27(2): 80-88.
- Devi, T.I., Yadava, P.S., Garkoti, S.C., 2014. Cattle grazing influences soil microbial biomass in sub-tropical grassland ecosystems at Nambol, Manipur, northeast India. *Trop. Ecol.* 55(2): 195-206.
- Drewry, J.J., Paton, R.J., 2005. Effects of sheep treading on soil physical properties and pasture yield of newly sown pastures. *New Zeal. J. Agr. Res.* 48: 39-46.
- Du Toit, G.V.N., Snyman, H.A., Malan, P.J., 2009. Physical impact of grazing by sheep on soil parameters in the Nama Karoo subshrub/grass rangeland of South Africa. *J. Arid Environ.* 73(9): 804-810.
- Evans, C.R.W., Krzic, M., Broersma, K., Thompson, D.J., 2012. Long-term grazing effects on grassland soil properties in southern British Columbia. *Can. J. Soil Sci.* 92(4): 685-693.
- Gee, G.W., Or, D., 2002. Particle-size analysis. In: Dane, J.H., Topp, G.C. (Ed.), *Methods of Soil Analysis, Part 4. Physical Methods*. 255–293. SSSA Book Series 5. Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA.
- Gil, S.V., Becker, A., Oddino, C., Zuza, M., Marinelli, A., March, G., 2009. Field trial assessment of biological, chemical, and physical responses of soil to tillage intensity, fertilization, and grazing. *Environ. Manage.* 44: 378–386.
- Gökkuş, A., Tölü, C., Hanoğlu Oral, H., Özaslan Parlak, A., Alatürk, F., 2017. Koyun otlatılan meralarda yıllık yem üretiminin planlaması ve bunun hayvansal üretime etkileri. TÜBİTAK Proje No: 2140233. Kesin Sonuç Raporu. 208 sayfa.
- Hatfield, P.G., Goosey, H.B., Spezzano, T.M., Blodgett, S.L., Lenssen, A.W., Kott, R.W., Marlow, C.B., 2007. Incorporating sheep into dryland grain production systems III. Impact on changes in soil bulk density and soil nutrient profiles. *Small Ruminant Res.* 67: 222–231.
- Hoffmann, G.G., Teicher, K., 1961. Ein kolorimetrisches verfahren zur bestimmung der urease aktivitaet in böden. 2. Pflanzenernähr. Düng. Bodenkunde. 91 (140): 55–63.
- Holt, J.A., 1997. Grazing pressure and soil carbon, microbial biomass and enzyme activities in semi-arid northeastern Australia. *App. Soil Ecol.* 5(2): 143-149.
- Hunt, J.R., Swan, A.D., Fettell, N.A., Breust, P.D., Menz, I. D., Peoples, M.B., Kirkegaard, J.A., 2016. Sheep grazing on crop residues do not reduce crop yields in no-till, controlled traffic farming systems in an equi-seasonal rainfall environment. *Field Crop Res.* 196: 22–32.
- Kirsten, W. J., 1983. *Organic Elemental Analysis*. Academic Press, New York, USA.
- Lenssen, A.W., Sainju, U.M., Hatfield, P.G., 2013. Integrating sheep grazing into wheat–fallow systems: Crop yield and soil properties. *Field Crop Res.* 146: 75–85.
- Li, C., Hao, X., Zhao, M., Han, G., Willms, W.D., 2008. Influence of historic sheep grazing on vegetation and soil properties of a Desert Steppe in Inner Mongolia. *Agr. Ecosyst. Environ.* 128:109–116.
- Li, J., Huang, Y., Xu, F., Wu, L., Chen, D., Bai, Y., 2018. Responses of growing-season soil respiration to water and nitrogen addition as affected by grazing intensity. *Funct. Ecol.* 32(7):1890-1901.
- Li, W., Huang, H., Zhang Z., Wu, G., 2011. Effects of grazing on the soil properties and C and N storage in relation to biomass allocation in an alpine meadow. *J. Soil Sci. Plant Nutr.* 11(4): 27-39.
- Loeppert, R.H., Suarez, D.L., 1996. Carbonate and gypsum. In: Sparks, D.L. (Ed.), *Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods*. 437–474. SSSA Book Series 5. Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA.
- McLean, E.O., 1982. Soil pH and lime requirement. In: Page, A. L., Miller, R.H., Keeney, D. R. (Ed.), *Methods of Soil Analysis. Part 2, Agronomy* 9: 199–224. Am. Soc. of Agron., Inc., Madison, Wisconsin, USA.
- Nimmo, J.R., Perkins, K.S., 2002. Aggregate stability and size distribution. In: Dane, J.H., Topp, G.C. (Eds.), *Methods of Soil Analysis, Part 4. Physical Methods*. SSSA Book Series 5, 317–328, 1692 pp., Madison, Wisconsin, USA.



- Olivera, N.L., Prieto, L., Bertiller, M.N., Ferrero, M.A., 2016. Sheep grazing and soil bacterial diversity in shrublands of the Patagonian Monte, Argentina. *J. Arid Environ.* 125: 16-20.
- Prieto, L.H., Bertiller, M.B., Carrera, A.L. Olivera, N.L., 2011. Soil enzyme and microbial activities in a grazing ecosystem of Patagonian Monte, Argentina. *Geoderma* 162(3-4): 281-287.
- Raiesi, F., Asadi, E., 2006. Soil microbial activity and litter turnover in native grazed and ungrazed rangelands in a semiarid ecosystem. *Biol. Fert. Soils* 43: 76–82.
- Rakkar, M.K., Blanco-Canqui, H., 2018. Grazing of crop residues: Impacts on soils and crop production. *Agr. Ecosyst. Environ.* 258: 71-90.
- Rakkar, M.K., Blanco-Canqui, H., Drijber, R.A., Drewnoski, M.E., MacDonald, J.C., Klopfenstein, T., 2017. Impacts of cattle grazing of corn residues on soil properties after 16 years. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 81: 414–424.
- Reed, M.J., Peterson, R.A., 1961. Vegetation, soil, and cattle responses to grazing on Northern Great Plains Range. USDA Forest Serv. Tech. Bull. No. 1252, 79 p.
- Rhoades, J.D., 1982. Soluble salts. In: Page, A. L., Miller, R.H., Keeney, D. R. (Ed.), *Methods of Soil Analysis. Part 2, Agronomy* 9: 167–179. Am. Soc. of Agron., Inc., Madison, Wisconsin, USA.
- Sainju, U.M., Barsotti, J.L., Lenssen, A.W., Hatfield, P.G., 2014. Particulate and active soil nitrogen fractions are reduced by sheep grazing in dryland cropping systems. *Nutr. Cycl. Agroecosys.* 99: 79-93.
- Sainju, U.M., Lenssen, A.W., Goosey, H.B., Snyder, E., Hatfield, P.G., 2011. Sheep grazing in a wheat–fallow system affects dryland soil properties and grain yield. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 75: 1789-1798.
- Schmalz, H.J., Taylor, R.V., Johnson, T.N., Kennedy, P.L., De Bano S.J., Newingham, B.A., Mc Danie, P.A., 2013. Soil morphologic properties and cattle stocking rate affect dynamic soil properties. *Rangeland Ecol. Manag.* 66: 445–453.
- Shi, X.M., Li, X.G., Li, C.T., Zhao, Y., Shang, Z.H., Ma, Q., 2013. Grazing exclusion decreases soil organic C storage at an alpine grassland of the Qinghai–Tibetan Plateau. *Ecol. Eng.* 57: 183– 187.
- Stavi, I., Barkai, D., Islam, K.R., Zaady, E., 2015. No adverse effect of moderate stubble grazing on soil quality and organic carbon pool in dryland wheat agro-ecosystems. *Agron. Sustain. Dev.* 35: 1117–1125.
- Taddese, G., Mohamed Saleem, M.A., Ayaleneh, W., 2002. Effect of livestock grazing on physical properties of a cracking and self-mulching Vertisol. *Aust. J. Exp. Agr.* 49: 129-133.
- Türkmen, C., Müftüoğlu, N.M., Kavdır, Y., 2013. Değişik yöntemlerle ıslah edilen meralarda bazı toprak kalite özelliklerinin değişimi. *Tarım Bilimleri Dergisi* 19: 245-255.
- Usaborisut P., Ampanmanee, J., 2015. Compaction properties of silty soils in relation to soil texture, moisture content and organic matter. *American J. Agric. Biological Sci.* 10(4): 178-185.
- Van Haveren, B.P., 1983. Soil bulk density as influenced by grazing intensity and soil type on a shortgrass prairie site. *J. Range Manage.* 36(5): 586-588.
- Winogradsky, S.N., 1952. *Mikrobiologiya pochvy. Problemy i metody. Pyatdesyat let issledovaniya* (Soil Microbiology: Problems and Methods. Fifty Years of Investigations), Moscow, Akad. Nauk, SSSR.
- Wollum, A.G., 1982. Cultural Methods for Soil Microorganisms. In: Page, A. L., Miller, R.H., Keeney, D. R. (Ed.), *Methods of Soil Analysis, 2nd edition, Part 2, Chemical and Microbiological Properties*: 781–802., SSSA Book Series (9), Madison WI, USA.
- Xu, S., Silveira, M.L., Inglett, K.S., Sollenberger, L.E., Gerber, S., 2017. Soil microbial community responses to long-term land use intensification in subtropical grazing lands. *Geoderma* 293: 73-81.