

HAYVAN ÇİĞNEMESİNİN TOPRAĞIN HİDRO-FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Ar. Gör. Dr. Ferhat GÖKBULAK¹⁾

Kısa Özet

Otlatmanın toprağın hidro-fiziksel özellikleri üzerindeki etkilerini ortaya koymak amacıyla yapılan bu araştırma Kemerburgaz nahiyesi sınırları içinde yer alan Taşlı dere havzasında yapılmıştır.

Toprak özelliklerinin; arazi kullanımı, toprak derinliği ve çigenme derecesine bağlı olarak değişimi üzerinde durulmuştur. Bu değişimi ortaya koymak amacıyla aynı havza içinde yer alan otlak, orman ve korunmuş alanda, 6 tane patikalarda ve 6 tanede aynı patikaya bitişik alanlarda olmak üzere, böylece her bir arazi kullanımından 12 tane olmak üzere toplam 36 toprak profili açılmıştır. Her profilden de (0-15) ve (15-30) cm derinlik kademelelerinden ikişer adet (paralel) silindir örneği ve birer adet doğal yapısı bozulmuş torba örneği alınarak analiz edilmek üzere laboratuvara getirilmiştir. Bu toprak örnekleri üzerinde laboratuvarında kum, kil, toz; 2 mm'den küçük, 2-5 mm arasındaki ve 5 mm'den büyük toprak fraksiyonlarının miktarı, kök oranı, dispersiyon oranı, su tutma kapasitesi, nem ekivalanı, solma noktası, faydalanılabilir su kapasitesi, permeabilite, toplam boşluk hacmi, hacim ağırlığı, tane yoğunluğu, pH, elektriksel iletkenlik, organik madde miktarı ve arazide de (her derinlik kademesindeki toprak yüzeyinde) kompaktlaşma dereceleri tespit edilmiştir. Elde edilen veriler çoğul varyans analizi ile değerlendirilmiştir.

Araştırma sonucunda, toprakların sıkışmasından dolayı otlak alanındaki toprak özellikleri ile orman ve korunmuş alandaki toprak özellikleri arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Özellikle otlatmaya açık alandaki toprakların su tutma kapasitesi, permeabilitesi, toplam boşluk hacmi ve organik madde miktarı gibi özellikleri otlatmadan korunmuş ve orman alanına göre daha düşük, hacim ağırlığı ise daha yüksek bulunmuştur. Ancak patikalardaki ve patikaların bitişikindeki alanlardaki toprak özellikleri arasında su tutma kapasitesi ve kök oranı dışında kalan toprak özelliklerinde istatistiki anlamda önemli bir farklılık tespit edilmemiştir.

1) İÜ Orman Fakültesi, Havza Amenajmanı Anabilim Dalı

1. GİRİŞ

Gelişen dünyada, her geçen gün artan bir şiddetle kendini hissettiren çevre sorunları, insanoğlunu daha bilinçli davranmaya yöneltmiş, doğal kaynaklardan yararlanırken mevcut dengeyi bozmamak için çok dikkatli davranması gerektiğini ortaya koymuştur.

Hiç şüphesiz ki, ülkemizdeki en büyük çevre sorunlarından biri bitki-toprak-su arasındaki doğal dengenin bozulması ile meydana gelen erozyon olgusudur.

Tarihsel bir süreç içerisinde erozyon olgusunun bu denli büyük bir sorun olmasının en önemli nedenlerinden birisi, belkide başlıcası orman ve doğal otlak alanlarının aşırı tahribidir. Büyük bir kısmı yarı-kurak koşullar altında bulunan ülkemiz, nemli Balkanlar ve Orta Avrupa ile tam kurak koşulların yer aldığı Ortadoğu ülkeleri arasında bir geçiş zonunda yer almaktadır. Bu konum ise doğal kaynaklardan faydalanmada koruyucu bir yaklaşımla hareket etmenin tüm gerekçelerini açıklamaktadır.

Ülkemizin yaklaşık üçte biri, yarı kurak koşulların hakim bitki örtüsü olan doğal otlaklar ile kaplıdır. Öte yandan ülkemizin yaklaşık % 70'inden fazla kısmında görülen erozyon olgusunun doğal otlaklarımızın hemen hemen tamamında yer aldığı gözönüne alındığında, (BALCI 1978), bu sahalarda doğal dengenin çok aşırı düzeyde bozulduğu gerçeği ortaya çıkmaktadır. Doğal otlak alanlarında bu dengenin bozulmasının başlıca nedeni aşırı ve düzensiz otlatmadır (BALCI 1978). Bu plansız ve tahripkâr faydalanma sadece doğal otlakların bozulup fakirleşmesine neden olmayıp, bunun yanında ülke ekonomisinde çok önemli bir yeri olan hayvancılık sektörünün de bir çıkmaza girmesine neden olmaktadır. 1955 yılında, doğal otlaklar ülkemiz alanının % 49.7 sini kaplarken (DEFNE 1955), 1975 yılında bu oranın % 28.9'a düştüğü gözönüne alındığında (BALCI/UZUNSOY 1980); otlak alanlarımızın oran olarak da azaldığı, başka bir deyimle bu alanların başka amaçlara tahsis edildiği görülmektedir.

Hayvan otlatmasının, otlak ekosisteminde iki büyük faktör üzerinde doğrudan etkileri görülmektedir. Bunlardan birincisi otlağı oluşturan bitki örtüsünün hayvanlar tarafından yenmesi ile toprağın diri ve ölü örtüden yoksun bırakılması, ikincisi ise toprakların hidro-fiziksel özelliklerinde oluşturulan olumsuz değişimlerdir.

Otlak alanlarında otlatmanın toprak özellikleri üzerine yaptığı etkiler pek çok faktöre bağlı bulunmaktadır. Bu konuda ülkemizde yapılan bir çalışmada aşırı otlatma ile meydana gelen toprak sıkışmasının, toprağın suyu geçirgenliğini 50 kat azalttığı saptanmıştır (DEFNE 1955). Yine bu konuda Amerika Birleşik Devletlerinde yapılan bir çalışmada, belli bir otlak alanında otlatılan hayvan sayısının artmasıyla toprakların hacim ağırlığında sıkışmadan meydana gelen bir artma gözlenememesine karşılık aynı yöredeki orman topraklarıyla otlak alanları karşılaştırıldığında belirgin farklar bulunmuştur (SKOVLIN ve ark. 1976).

Otlatmanın toprak üzerinde yaptığı olumsuz etkiyi ortaya koyan bir başka çalışmada ise infiltrasyon oranındaki azalmanın bir sonucu olarak (Warren ve Ark. 1986), aşırı otlatma yapılan alanda otlatma yapılmayan alana nazaran 3 kat daha fazla yüzeysel akış oluşmuştur. Artan bu yüzeysel akışa bağlı olarakta 2-3 kat daha fazla toprak taşındığını ortaya koymuşlardır (CURRIE 1975).

Otlatmanın toprak özellikleri üzerindeki etkisini ortaya koyan bir başka çalışma sonucunda da otlanmış alanın organik madde miktarı ve nem ekivalanı otlanmamış alana göre daha düşük, hacim ağırlığının ise daha büyük olduğu tespit edilmiştir (STODDART/SMITH 1955). Bu konuda ülkemizde yapılan bir çalışmada da toprakların hacim ağırlığı ve tane yoğunluğunun otlatmaya kapalı bulunan alanda daha düşük olduğu saptanmıştır (OKATAN 1987).

Otlatma ile, otlak alanlarında oluşabilecek olumsuz etkilenmenin kaçınılmaz olduğunu yukarıda verilen örnek araştırma sonuçlarında ortaya koymaktadır. Ancak yapılacak planlı bir otlatma ile toprak özelliklerinde beklenen olumsuz sonuçlar azaltılabilmekte ve otlaktan faydalanmanın devamlılığı sağlanabilmektedir. Ülkemiz koşullarında, hemen hemen tüm doğal otlak alanlarımızda aşırı otlatma kaçınılmaz bir olgudur. Bu olumsuz gidişin önüne geçebilmenin ilk aşaması ise otlatma ile bitki ve toprak kaynakları üzerinde yaratılan etkilerin ortaya konmasıdır.

İşte bu araştırma, aynı ekolojik koşullara sahip otlatmaya konu bir doğal otlak alanı ile orman örtüsü ile kaplı ve otlatmadan korunmuş alanları karşılaştırmayı amaçlayarak planlanmıştır. Bu karşılaştırmada toprak özelliklerindeki değişimler hem arazi, hem de laboratuvar analizleriyle ortaya konmaya çalışılmıştır.

2. MATERYAL VE METOD

2.1 Araştırma Alanının Genel Tanıtımı ve Ekolojik Özellikleri

Giriş bölümünde açıklanan amaca uygun olmak üzere, İstanbul ili Kemerburgaz nahiyesi hudutları içinde yer alan ve Alibeyköy Barajına su toplayan havzalardan biri olan Taşlı Dere havzası araştırma alanı olarak seçilmiştir. Bu havza içinde yer alan otlaklarda genelde sığır ve manda gibi büyükbaş hayvanlar ile yörede yaygın olarak yetiştirilen koyunlar otlatılmaktadır.

Kemerburgaz nahiyesinin batısında yer alan Taşlı Dere yağış havzası batıda Uzunçayır tepesi ve Kiremitlimandıra bayırı, doğuda İsküze tepe sırtları arasında kalan bir saha olup en doğu ucu Kemerburgaz' a 1.7 km dir. Araştırma alanının içinde kaldığı Taşlı Dere havzası Kemerburgaz-Pirinçli köyü yolunun güneyinde ve yaklaşık 74 ha'lık bir alanı kaplamaktadır. Havza içinde yer alan otlak alanının bir kısmı 1990 yılında ağaçlandırılarak korumaya alınmıştır. Genel mevkiî olarak 28°55'-28°53' doğu boylamları ile 41°11'-41°10' Kuzey enlemleri arasında kalmaktadır.

Araştırma alanının iklim özelliklerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada iklim elementleri, bölgeye en yakın meteoroloji istasyonu olan Bahçeköy Meteoroloji İstasyonunun 43 yıllık (1948-1991) kayıtlarından çıkarılmıştır (GERÇEK 1992).

Uzun yılların ölçme sonuçlarına dayandırılan bu değerlere göre yörede yıllık ortalama sıcaklık 12.8 °C dir. Yılın en sıcak ayı ortalama 21.6 °C ile Ağustos, en soğuk ayı ise 4.7 °C ile Ocak ayıdır. Yıllık ortalama yağış 1090.5 mm dir ve en fazla Aralık ayı içinde (ort. 172.3 mm), en az ise Temmuz ayı içinde (ort. 34.8 mm) düşmektedir. Yıllık yağışın ancak % 26.7'si Nisan-Eylül ayları arasındaki vejetasyon devresinde düşmektedir. Yukarıda verilen yağış ve sıcaklık değerleri dikkate alınarak Thornthwaite yöntemi ile adı geçen istasyonun su bilançosu değerlendirilmesi yapılmıştır. Hesaplanan indis değerlerine göre yörede nemli, orta sıcaklıkta (Mezotermal), yazın orta derecede su açığı olan, Okyanus tesirine yakın bir iklim tipi (B2 B1' sb4') hakimdir (ERİNÇ 1984).

Genel topoğrafyası hafif tepelik bir arazi olan araştırma alanının deniz seviyesinden ortalama yüksekliği 75 m'dir. En yüksek noktası 122 m ile su bakım evi civarı, en düşük noktası ise 25 m ile dere yatağı olan bu arazinin ortalama eğimi % 20 civarında değişmektedir. Belgrad Ormanı ve civarında olduğu gibi yörede hakim jeolojik yapı neojen formasyonudur. Bu formasyon kumlu-killi balçık veya balçık hamuru içinde çakıllı tabakalardan oluşmuştur (ÖZHAN 1977). Araştırma alanında bu anamateryal üzerinde gelişmiş topraklar genel olarak kumlu-balçık ve kumlu-killi-balçık tekstürüne sahiptir. Arazide yapılan tespitlere göre mutlak toprak derinliği 40 cm'den daha derin bulunmuştur.

Araştırma alanı olarak seçilen Kemerburgaz'ın batısındaki Taşlı dere havzası Belgrad Ormanının güney-batı ucunu teşkil etmektedir. Belgrad Ormanının asli ağaçları *Quercus robur* L., *Q.*

petraea Liebl., *Q. frainetto* ten., *Carpinus betulus* L., *Fagus orientalis* Lips., *Castanea sativa* L. ve *Alnus glutinosa* L. Gaertn araştırma alanı ve çevresinin hakim orman formasyonunu oluşturmaktadır (YALTIRIK 1966). Bunlar belirli kesimlerde yoğunluk kazanmaktadırlar. Araştırma alanında meşe yoğunlukta olup meşelerin seyredildiği ve açık alanlarda pseudo maki elemanlarından *Cistus salvifolius* L., *Cistus creticus* L., *Erica arborea* L., *Erica verticillata* Forsk., *Calluna vulgaris* (L.), *Arbutus unedo* L., *Sorbus torminalis* (L.) Crantz, *Crataegus monogyna* Jacq. ve *Paliurus spinachristii* Mill. gibi çalı formu odunsu türler yer almaktadır. Öte yandan, araştırma alanı olarak seçilen otlak alanı ve yanındaki orman alanı içinde alt flora ve otlak vejetasyonu olarak *Cynodon dactylon* (L.) Pers., *Dactylis glomerata* L., *Lolium perenne* L. ve *Poa bulbosa* L. gibi çok yıllık otsu türler yer almaktadır (YALTIRIK/EFE 1989).

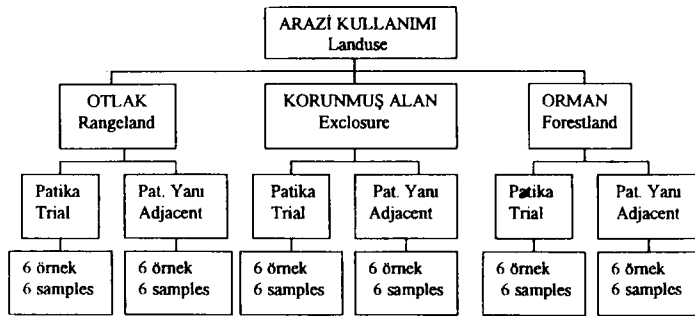
2.2 Araştırma Yöntemleri

2.2.1 Arazi Yöntemleri

Giriş kısmında değinildiği gibi, bu çalışmada: temel amaç halen otlak olarak kullanılan bir alanda, otlatmanın toprak özellikleri üzerinde meydana getirdiği etkilerin saptanmasıdır. Bu değişmelerin hangi yönde olduğunun belirlenmesi ise otlatmaya konu edilmiş bir kontrol parselinde yapılmıştır. Bu cümleden olarak araştırma alanı içinde koruma altına alınmış sahalar ile halen orman örtüsü ile kaplı alanlarda, otlatmanın yapıldığı alanda sürdürülen örnekleme çalışmaları tekrarlanmıştır.

Hayvan çığnemesinin etkisinin en belirgin şekilde patikalarda ortaya çıkacağı düşünülerek, patikalardaki ve bu patikaların bitişiğindeki nispeten daha az çığnemiş alanlardaki toprak özelliklerini karşılaştırmak için otlatmaya konu olan alan üzerinde hayvanların yoğun olarak gezindiği patikalar aşırı otlatılmış sahalar kabul edilerek, patikaların bitişiğindeki alanlarla ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

Bu amaçlara yönelik olmak üzere otlak alanında 6 patikalarda ve 6 da aynı patikaların bitişiğindeki alanlardan olmak üzere toplam 12 adet, aynı şekilde 6 patikalarda ve 6 da patikaların bitişiğindeki alanlarda olmak üzere orman ve korunmuş alanın herbirinde 12 şer adet olmak üzere toplam 36 adet toprak profili açılmıştır (Şekil 1). Bu profillerde iki derinlik kademesinden (0-15 cm ve 15-30 cm) ikişer adet (paralel) doğal yapısı bozulmamış silindirik örnekleri ile yaklaşık 1 kg'lık torbalarla birer adet doğal yapısı bozulmuş toprak örnekleri alınarak laboratuvara getirilmiştir. Kompaktlaşma ölçmeleri 0-4.5 kg/cm²'lik sınır değerleri arasında çalışan cep penetrometresi ile yapılmıştır.



Şekil 1: Farklı arazi kullanımına göre örnekleme alanlarının yerleri

Figure 1: Location of sampling areas according to different land use types

2.2.2 Laboratuvar Yöntemleri

2.2.2.1 Toprak Örneklerinin Fiziksel ve Bazı Kimyasal Analizleri

2.2.2.1.1 Mekanik Analiz (Bouyoucos Hidrometre Metodu)

İki milimetrelik elekten geçirilmiş hava kuru toprak örnekleri üzerinde yapılmıştır (PIPER 1950). Organik maddeleri % 6 'lık hidrojen peroksit ile tahrip edilen bu örnekler (GÜLÇÜR 1974), % 5 'lik 10 ml NaOH ilave edilerek bir gün bekletilmiştir. Bu örnekler karıştırıcıda disperleştirelmiş ve hidrometre silindirine aktararak hidrometre değerleri üzerinde gerekli sıcaklık düzeltmeleri yapılmıştır (PIPER 1950); ilk okumada kil+toz, ikinci okumada kil ve bunlar yardımıyla bilinen toplam ağırlıktan kum fraksiyonunun miktarı hesaplanmıştır.

2.2.2.1.2 5 mm'den Büyük, 5 mm-2 mm Arasındaki, 2 mm'den Küçük Fraksiyonlar ve Kök Oranları

Hacim ağırlığı örnekleri üzerinde yapılması gereken laboratuvar testleri yapıldıktan sonra silindirler boşaltılarak, hiçbir kayba meydan verilmeyen dövülerek ilk önce kök kısımları ayrılmış, toprak kısmı ise önce 2 mm'lik sonra da 5 mm'lik eleklerle elenerek fraksiyonlara ayrılmıştır (GESSEL/COLE 1958). Ayrılan bu kısımların oranları nem içerikleri gözönüne alınarak örneklerin 105 °C deki toplam mutlak kuru ağırlığından, ağırlık yüzdesi olarak hesaplanmıştır.

2.2.2.1.3 Dispersiyon Oranı

Toprakların erozyon eğilimlerinin tespitinde kullanılan indekslerden birisi olan dispersiyon oranı şöyle saptanmıştır: 2 mm'lik elekten geçirilmiş toprak örnekleri kullanılarak mekanik analizde olduğu gibi kum, toz ve kil fraksiyonlarının miktarı hesaplanmıştır. Elde edilen bu değerlerden toz ve kil fraksiyonlarının toplamı aynı örneğin mekanik analizi ile elde edilen toplam toz+kil miktarına bölünmek suretiyle dispersiyon oranı tayin edilmiştir (ÖZYUVACI 1971).

2.2.2.1.4 Tane Yoğunluğu

Toprağın katı taneciklerinin bir birim hacminin kütlesi veya ağırlığı demek olan tane yoğunluğu (BALCI 1978) piknometre metodu uygulanarak saptanmıştır (SEVİM 1956).

2.2.2.1.5 Hacim Ağırlığı

Doğal yapısını muhafaza eden silindirik örnekleri üzerinde yapılması gereken testler yapıldıktan sonra içerisindeki toprak boşaltılmış ve 105 °C'de ki fırın kuru ağırlığı tespit edilmiştir. Toprağı boşaltılan silindirlerin hacmi hesaplanarak, örneğin fırın kuru ağırlığı hacmine bölünerek örneklerin hacim ağırlıkları hesaplanmıştır (THE FOREST SOIL COMITEE OF DOUGLAS FIR REGION 1954).

2.2.2.1.6 Toplam Boşluk Hacmi

Laboratuvarında hacim ağırlıkları ve tane yoğunlukları saptanan örneklere ait porosite değerleri, bu örneklere ait hacim ağırlığı ile tane yoğunluğu arasındaki ilişkiyi yaralanarak hesaplanmıştır (THE FOREST SOIL COMITEE OF DOUGLAS FIR REGION 1954).

2.2.2.1.7 Permeabilite

Toprağın geçirgen bir ortam olarak suyu ve havayı iletme özelliğini ifade eden permeabilitenin hesaplanmasında Darcy kanunu ve denklemi esas alınarak (FREVERT ve ark. 1959), Marvin ve Arkadaşları (1954)'nin önerdiği yöntem izlenerek hesaplanmıştır.

2.2.2.1.8 Su Tutma Kapasitesi

Permeabilite testi tamamlanan su ile doymuş örnekler, müteakiben on dakikalık serbest drenaja tabi tutularak doymuş haldeki ağırlıkları tespit edilmiştir. Sonra örnekler 105 °C'de kurularak fırın kurusu ağırlıkları tespit edilmiş ve iki ağırlık arasındaki farktan ağırlık yüzdesi olarak su tutma kapasiteleri hesaplanmıştır.

2.2.2.1.9 Nem Ekiyalanı

Nem ekiyalanı tayinleri (ICE-Model CS International) santrifüjü ile yapılmıştır (PIPER 1950). "Schleir Schull Nr. 593" filtre kağıdı yerleştirilmiş özel santrifüj kaplarına aynı örnekten iki tane olmak üzere iki milimetrelik elekten geçirilmiş 20 gr hava kurusu toprak konmuş ve su içerisinde bir gün bekletilerek su ile doymuş hale getirilmiştir. Ertesi gün örnekler yarım saat süreyle serbest drenaj koşullarına bırakılmıştır. Müteakiben santrifüj başlığına yerleştirilen örnekler yarım saat süre ile (2440 devir/dak) santrifüje edildikten sonra tartılmıştır. Sonra 105 °C'de kurularak fırın kurusu ağırlıkları tespit edilmiş ve iki ağırlık arasındaki farktan ağırlık yüzdesi olarak nem ekiyalanları hesaplanmıştır (THE FOREST SOIL COMITEE OF DOUGLAS FIR REGION 1954).

2.2.2.1.10 Solma Noktası

Solma noktasının tayini laboratuvarda olanak bulunamaması nedeni ile direkt olarak yapılamamış, ancak Prof. Dr. A. N. BALCI'nın önerisi ile aşağıdaki yol izlenmiştir.

Araştırma alanına çok yakın olan ve Neojen ana materyalinden gelişen toprak üzerinde daha önce kil, organik madde ve solma noktası tespitleri yapılmıştır (ÖZHAN 1977).

Bu verilerden yararlanılarak önce bu toprağın kil maddesine bağlı olarak solma noktası değişimi ve yine organik maddeye bağlı olarak solma noktası değişimi ile ilgili regresyon analizi yapılmış ve sonuçlar organik madde ile solma noktası arasında 0.01 düzeyinde önemli ilişki bulunmuştur. Bu nedenle söz konusu ilişkiye ait regresyon denklemi aşağıdaki gibi elde edilmiş ve bu denklemde X yerine araştırmamızda tespit edilen organik madde miktarı konulmak sureti ile solma noktası hesaplanmıştır.

$$Y=8.74+1.34X \quad \text{burada,}$$

X= organik madde miktarını ve

Y= solma noktasını göstermektedir.

2.2.2.1.11 Faydalanılabilir Su Kapasitesi

Örneklerin laboratuvarda tespit edilen nem ekiyalanı yüzdesi ile, organik madde ve solma noktası arasındaki basit regresyon analizi ile tespit edilen solma noktası yüzdesi arasındaki farktan faydalanılabilir su kapasitesi yüzdesi hesaplanmıştır (BAVER 1961).

2.2.2.1.12 PH

2 mm'lik elekten geçirilmiş toprak örnekleri 1/2.5 oranında saf su ile karıştırılarak hazırlanan çözeltiler üzerinde yapılmış ve ölçmelerde "Methrom Herisan E 520" tipi pH metre kullanılmıştır (BALCI 1964).

2.2.2.1.13 Elektrik İletkenlik

0.5 mm'lik elekten geçirilmiş 1/1 oranında saf su ile karıştırılarak hazırlanan çözeltiler üzerinde yapılmış ve ölçmelerde "Electronics Switchgear-London, type MC-1 mk" kullanılarak elektrik iletkenlik micromhos/cm olarak saptanmıştır (BALCI 1964).

2.2.2.1.14 Organik Madde

0.5 mm'lik elekten geçirilmiş 0.5 gr toprak örnekleri üzerinde Walkley-Black'in kromik asit yöntemi ile belirlenmiştir (GÜLÇÜR 1974).

2.3 Büro Metodları

Laboratuvarda elde edilen toprak özelliklerine ait verilerin, arazi kullanımına, toprak derinliğine ve sıkışma yoğunluğuna bağlı olarak gösterdikleri değişimi ortaya koymak üzere çoğul varyans analizi yöntemi uygulanmıştır (NASH 1965).

3. BULGULAR

3.1. Arazi Kullanımına Göre Toprak Özelliklerinin Değişimi

3.1.1 Toprak Fraksiyonları

Materyal ve metod bölümünde açıklandığı üzere, orman, otlak ve korunmuş alan (patikalar ve patikaların bitişiği, iki alt grup) gibi çeşitli arazi kullanımları altındaki toprakların durumunu ortaya koymak üzere örnekleme yapılmış, bu örnekler üzerinde arazi gözlemleri ve laboratuvar analizleri sonunda elde edilen veriler değerlendirilmiştir. Bu verilere dayanılarak değişik arazi kullanımları altındaki toprakların bazı özellikleri Tablo 1'de özetlenmiştir. Söz konusu verilere göre su ekonomisi bakımından önemli olan 2 mm'den küçük fraksiyonlar, % değerleri itibari ile en yüksek olarak (66.8) ormanlık alandaki patikalarda, en düşük ise (61.3) otlak alanındaki patikalarda tespit edilmiştir. 2 mm'den küçük fraksiyonlardan kum, % 73.5' lik değerle en fazla ormanlık alandaki patikalarda, % 57.2 ile en az otlak alanındaki patikalarda tespit edilmiştir. Kum miktarı, gerek otlak alanındaki gerekse orman ve korunmuş alandaki patikaların bitişiğindeki alanlarda, patikalara göre daha fazla bulunmuş olmasına rağmen bu kum miktarları farklı arazi kullanımlarına ve toprakların sıkışma durumlarına göre istatistiki bakımdan önemli farklılıklar göstermemiştir (Tablo 1-2-4). Buna karşılık toprak derinliği önemli farklılık göstermiştir (P<0.05) (Tablo 3-4)

Kil miktarı % 26.2 ile en fazla otlak alanındaki patikalarda, % 16.0 ile en az orman alanındaki patikalarda tespit edilmiştir. Tablo-1 'den de izlenebileceği gibi kil miktarı otlak alanında, patikalarda daha fazla iken korunmuş ve ormanlık alanlardaki patikaların bitişiğindeki alanlarda patikalara nazaran daha fazladır. Varyans analizi sonuçlarına göre kil miktarının, toprak örneklerinin alındığı derinlik bakımından istatistiki anlamda önemlilik göstermiştir (P<0.05) (Tablo 4). Öte yandan, toz miktarı da %16.7'lik miktar ile en fazla otlak alanındaki patikaların bitişiğindeki alanlarda, % 10.5'lik miktar ile en az orman alanındaki patikalarda saptanmıştır (Tablo 1). Toz miktarı, ana faktörler olan gerek farklı arazi kullanımı, gerek toprakların alındığı derinlik vede gerekse sıkışma şiddeti (patika-patikaların bitişiği) bakımından istatistiki önemlilik göstermemiştir (Tablo 4). Öte yandan 2 mm'den küçük, 5 mm'den büyük ve 2-5 mm arasındaki fraksiyonlara ait değerler incelendiğinde ise bu fraksiyonların değişik arazi kullanımına ve sıkışma şiddetine göre istatistiki önemlilik göstermediği buna karşılık 2 mm'den küçük ve 5 mm'den büyük fraksiyon değerleri toprakların alındığı derinlik bakımından istatistiki önemlilik göstermişlerdir (Tablo 4).

Tablo 1: Farklı Kullanıma Sahip Alanlardaki Patikalar ve Patikalara Bitişik Alanlardaki Toprak Özelliklerine Ait Ortalama Değerler

Table 1 : Mean Values of Soil Properties at The Trials and The Adjacent Areas to Them on The Rangeland, Exclosure, and Forestland

Arazi Kullanımı Landuse	Otlak Rangeland		Korunmuş Alan Exclosure		Orman Forestland	
	1 ²⁾	2 ³⁾	1	2	1	2
Sampling Location Örneklemeye Yeri						
Soil Properties Toprak Özellikleri						
Sand (%)						
Kum (%)	57.2	59.3	65.2	65.0	73.5	73.2
Clay (%)						
Kil (%)	26.2	24.0	20.9	21.0	16.0	16.2
Silt (%)						
Toz (%)	16.6	16.7	13.9	14.0	10.5	10.6
Soil fractions						
<2 mm (%)	61.3	64.3	65.5	65.1	66.8	65.3
2-5 mm (%)	24.1	22.2	24.4	23.6	24.9	26.9
>5 mm (%)	14.0	12.6	12.8	11.1	7.9	7.2
Root (%)						
Kök (%)	0.5	0.7	0.1	0.2	0.3	0.5
Dispersion ratio (%)						
Dispersiyon oranı (%)	34.0	26.6	42.2	43.1	32.3	31.5
Saturation capacity (%)						
Su tutma kapasitesi (%)	24.4	28.1	26.1	26.2	31.4	35.3
Moisture equivalent (%)						
Nem ekivalanı (%)	22.1	23.1	24.4	24.1	26.9	28.3
Permenant wilting point (%)						
Solma noktası (%)	12.5	13.2	11.5	11.5	13.3	13.6
Available water (%)						
Faydalanılabilir su kapasitesi (%)	9.6	9.9	12.9	12.6	13.6	14.7
Permeability						
Permeabilite (cm/h)	1.6	4.5	2.6	1.5	26.9	22.3
Porosity (%)						
Toplam boşluk hacmi (%)	44.1	47.3	46.7	45.5	50.4	51.7
Bulk density (gr/cm ³)						
Hacim ağırlığı (gr/cm ³)	1.5	1.4	1.4	1.5	1.3	1.3
Particle density (gr/cm ³)						
Tane yoğunluğu (gr/cm ³)	2.6	2.6	2.7	2.7	2.6	2.6
pH (1/2.5 su-water)	5.3	5.1	5.5	5.5	5.3	5.3
Electrical conductivity (1/1: µmhos/cm)						
Elektrik iletkenlik (1/1: µmhos/cm)	58.2	56.4	52.4	49.7	53.8	60.4
Organic matter (%)						
Organik madde (%)	2.8	3.3	2.1	2.1	3.4	3.7
Compaction (kg/cm ²)						
Kompaktlaşma (kg/cm ²)	3.9	2.4	2.3	2.6	1.8	1.6

2) Patikalardan alınan örnekler. Samples taken from trials.

3) Patikalara bitişik alanlardan alınan örnekler. Samples taken from the adjacent areas.

3.1.2 Kök Oranları

Kök miktarı % 0.7 ile en çok otlak alanındaki patikalar arasında, % 0.1 ile en az korunmuş alandaki patikalarda tespit edilmiştir. Kök oranı; otlak, orman ve korunmuş alanlarda patikaların bitişigindeki kısımlarda bu alanlardaki patikalara göre daha fazla olup (Tablo 1) arazi kullanma, toprakların alındığı derinlik kademesine ve toprakların sıkışma derecesine göre (patikalar-patikaların bitişigi) istatistiki önemlilik göstermiştir (P<0.05) (Tablo 4).

3.1.3 Dispersiyon Oranı

Laboratuvar bulguları ile elde edilen dispersiyon oranı % 42.2 ile en yüksek korunmuş alanlardaki patikalarda, en düşük ise % 26.6 ile otlak alanındaki patikaların bitişigindeki alanlarda tespit edilmiştir (Tablo 1). Yine ilgili tabloya göre dispersiyon oranı; orman, otlak ve korunmuş alanın her üçündeki patikalarda patikaların bitişigindeki alanlara göre daha yüksek olmasına rağmen dispersiyon oranı, gerek arazi kullanımı gerekse toprak örneklerinin alındığı derinlik kademesi toprakların sıkışma şiddeti açısından istatistiki anlamda önemlilik göstermemiştir (Tablo 4).

3.1.4 Su Tutma Kapasitesi

Su tutma kapasitesi % 35.3 ile en fazla orman alanındaki patikalara bitişik alanlarda, % 24.4 ile en düşük olarak da otlak alanındaki patikalarda tespit edilmiştir (Tablo 1). İlgili tablodan görüleceği gibi her üç arazi kullanımında da patikaların su tutma kapasiteleri, daha azdır ve istatistiki olarak su tutma kapasitesi farklı arazi kullanımından önemli şekilde etkilenmiştir (Tablo 4). Yanlızca toprağın sıkışma derecesi dikkate alındığında, genel olarak patikaların su tutma kapasitesi patikaların bitişigindeki alanlara göre istatistiki anlamda önemli derecede daha düşük bulunmuştur (P<0.05) (Tablo 2-4). Benzer şekilde, her üç arazi kullanım şeklinde de üst toprakların su tutma kapasitesi aynı alanlardaki alt topraklara göre daha yüksek bulunmuş ve genel olarak derinlik kademeleri arasındaki fark da istatistiki bakımdan önemli bulunmuştur (P<0.05) (Tablo 3-4).

3.1.5 Nem Ekivalanı, Solma Noktası ve Faydalanılabilir Su Kapasitesi

Nem ekivalanı koşullarında topraklarda tutulabilen su miktarlarının, % 28.3 ile en fazla orman alanındaki patikalara bitişik alanlarda, % 22.1 ile en düşük otlak alanının patikalarında olduğu görülmüştür (Tablo 1). İlgili tabloya göre orman ve otlak alanında nem ekivalanı değerleri patikalarda daha düşük iken, korunmuş alanda bu farklar yok denecek kadar azdır. Genel olarak sıkışma derecesine bakıldığında, sırasıyla patikalarda % 24.5 ve patikalara bitişik alanlarda ise % 25.2 bulunmuştur (Tablo 2). Fakat yine de bu farklılıklar hem arazi kullanımı hemde sıkışma derecesi bakımından istatistiki anlamda önemlilik göstermemiştir (Tablo 2-4). Toprakların alındığı derinliğe bakıldığında, bütün arazi kullanımlarında nem ekivalanı değeri 0-15 cm derinlik kademesinde 15-30 cm derinlik kademesinden daha yüksek bulunmuş ve bu iki derinlik kademesi arasındaki farkta istatistiki anlamda önemli bulunmuştur (Tablo 3-4).

Toprakların solma noktası koşullarında tutabildikleri nem miktarı ise; % 11.5 ile korunmuş alanda en düşük, % 13.6 ile orman alanında ki patikalara bitişik alanlarda en yüksektir (Tablo 1). Yine aynı tabloda verilen değerlere dikkat edildiğinde solma noktasının korunmuş alandaki patika ve patikalara bitişik alanlarda aynı (% 11.5) iken orman ve otlak alanındaki patikalarda, patikalara bitişik alanlara göre daha düşük bulunmuş ve solma noktaları arasındaki farklılık arazi kullanımına göre istatistiki anlamda önemlilik göstermiştir (Tablo 4). Bütün arazi kullanım tiplerinde, üst toprakların solma noktasındaki nem içerikleri alt topraklardan daha yüksek bulunmuş ve genel olarak bu iki derinlik kademesi arasındaki fark istatistiki anlamda önemli bulunmuştur (P<0.05) (Tablo 3-4). Buna karşılık sıkışma derecesi toprakların solma noktasındaki nem kapsamını istatistiki anlamda önemli

Tablo 2: Patikalar ve Patikaların Bitişğinde Saptanan Toprak Özelliklerine Ait Ortalama Değerler

Table 2 : Mean Values of Soil Properties at The Trials and The Adjacent Areas to Them

Toprak Özellikleri Soil Properties	Örneklem Yeri Sampling Location	
	Patikalar Trials	Patikalara bitişik alan Adjacent to trials
Sand (%)		
Kum (%)	65.3	65.8
Clay (%)		
Kil (%)	21.0	20.4
Silt (%)		
Toz (%)	13.7	13.8
Soil fractions		
<2 mm (%)	63.6	64.9
2-5 mm (%)	24.5	24.3
>5 mm (%)	11.6	10.3
Root (%)		
Kök (%)	0.3	0.5
Dispersion ratio (%)		
Dispersiyon oranı (%)	36.2	33.7
Saturation capacity (%)		
Su tutma kapasitesi (%)	27.3	29.9
Moisture equivalent (%)		
Nem ekivalanı (%)	24.5	25.2
Permanent wilting point (%)		
Solma Noktası (%)	12.5	12.8
Available water (%)		
Faydalanılabilir su kapasitesi (%)	12.0	12.4
Permeability (cm/h)		
Permeabilite (cm/saat)	10.4	9.4
Porosity (%)		
Toplam boşluk hacmi (%)	46.9	48.3
Bulk density (gr/cm ³)		
Hacim ağırlığı (gr/cm ³)	1.4	1.4
Particle density (gr/cm ³)		
Tane yoğunluğu (gr/cm ³)	2.6	2.6
pH (1/2.5 su-water)	5.4	5.3
Elektrical conductivity (1/1: µmhos/cm)		
Elektrikli iletkenlik (1/1: µmhos/cm)	54.8	48.9
Organic matter (%)		
Organik madde (%)	2.8	3.0
Compaction (kg/cm ²)		
Kompaktlaşma (kg/cm ²)	2.8	2.2

derecede etkilememiş ve patikalarda % 12.5 olan değer patikalara bitişik alanlarda % 12.8 bulunmuştur (Tablo 2-4).

Toprakların faydalanılabilir su kapasitesi en fazla (% 14.7) orman alanındaki patikalara bitişik alanlarda, en düşük (% 9.6) ise otlak alanındaki patikalarda tespit edilmiştir (Tablo 1). Bu değerler, orman ve otlak alanındaki patikalarda daha düşük olmasına karşılık korunmuş alandaki patikalarda daha büyüktür. Ancak, farklı arazi kullanımları arasında saptanan farklılıklar istatistiksel anlamda önemlilik göstermemiştir (Tablo 4).

Toprakların sıkışma dereceleri de toprakların faydalanılabilir su kapasitesini önemli derecede etkilememiş (Tablo 4), sırasıyla patikalarda % 12.0 ve patikalara bitişik alanlarda da % 12.4 olarak bulunmuştur (Tablo 2).

Toprakların alındığı derinlik kademeleri de toprakların faydalanılabilir su kapasitesi arasındaki farklılıkları istatistiksel anlamda önemli etkilememiştir (Tablo 4). Öte yandan, otlak ve korunmuş alanda üst topraklar daha fazla faydalanılabilir su kapasitesine sahipken orman topraklarında alt toprakların daha fazla faydalanılabilir su kapasitesine sahip olduğu saptanmıştır (Tablo 3).

3.1.6 Permeabilite

Toprakların geçirgenliğini gösteren permeabilite değerleri 26.9 cm/saat ile en yüksek orman alanındaki patikalarda, 1.6 cm/saat ile de en düşük otlak alanındaki patikalarda tespit edilmiştir (Tablo 1). Söz konusu tabloya göre korunmuş ve orman alanında patika kısımlarında ki topraklar daha geçirgen iken, otlak alanında patikalara bitişik alanların daha geçirgen olduğu ortaya çıkmıştır. Bu özellikte arazi kullanımına göre istatistiksel anlamda önemlilik göstermiştir (P<0.05) (Tablo 4).

Derinlik kademeleri karşılaştırıldığında korunmuş ve orman alanında üst topraklar daha geçirgen iken, otlak alanlarında alt toprakların daha geçirgen olduğu saptanmıştır ve derinlik kademeleri arasındaki farklar istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur (P<0.05) (Tablo 3-4). Arazi kullanma ve toprakların alındığı derinlik kademeleri dikkate alınmadığında, toprağın sıkışma derecesi permeabilite üzerinde istatistiksel anlamda önemlilik gösterecek düzeyde etkili olmamış (Tablo 4) ve ortalama permeabilite değerleri sırasıyla patikalarda 10.4 cm/saat ve patikaların bitişğinde 9.4 cm/saat bulunmuştur (Tablo 2).

3.1.7 Hacim Ağırlığı, Tane Yoğunluğu ve Toplam Boşluk Hacmi

Toprakların sıkışmasını ortaya koyan parametrelerden biri olan hacim ağırlığı Tablo 1 ' de de görüldüğü gibi otlak alanındaki patikalarda en yüksek (1.4 gr/cm³), orman alanındaki patikalara bitişik alanlarda ise en düşük (1.3 gr/cm³) olarak tespit edilmiştir. Aynı tablodanda görüleceği gibi otlak ve orman alanında patikalarda daha büyük olan hacim ağırlığı değerleri, korunmuş alanda patikalara bitişik alanlarda daha büyüktür. Varyans analizi sonuçları farklı arazi kullanımının toprakların hacim ağırlıklarını önemli derecede etkilediğini göstermiştir (P<0.05) (Tablo 4).

Toprakların hacim ağırlığı toprakların alındığı derinlik itibarıyla da önemli derecede etkilenmiş (P<0.05) (Tablo 4), bütün arazi kullanım tiplerinde üst toprakların aynı yerdeki alt topraklara nazaran daha düşük bir değere sahip olduğu tespit edilmiştir (Tablo 3).

Tablo 3: Arazi Kullanıma Göre Farklı Derinlik Kademelerindeki Toprak Özelliklerine Ait Ortalama Değerler

Table 3: Mean Values of Soil Properties at Different Soil Depths on The Rangeland, Exclosure, and Forestland

Arazi Kullanımı Landuse	Otlak Rangeland		Korunmuş Alan Exclosure		Orman Forestland	
	0-15	15-30	0-15	15-30	0-15	15-30
Örnekleme Derinliği (cm) Sampling depth (cm)						
Toprak Özellikleri Soil Properties						
Sand (%)						
Kum (%)	63.7	52.8	64.8	65.3	75.4	71.3
Clay (%)						
Kil (%)	19.8	30.3	20.6	21.4	14.2	18.0
Silt (%)						
Toz (%)	16.5	16.9	14.6	13.3	10.4	10.7
Soil fractions						
<2 mm (%)	69.2	56.4	63.2	64.4	69.0	63.0
2-5 mm (%)	20.3	26.0	25.4	22.6	23.8	28.0
>5 mm (%)	9.3	17.2	11.1	12.8	6.4	8.7
Root (%)						
Kök (%)	1.0	0.2	0.2	0.1	0.7	0.1
Dispersion ratio (%)						
Dispersiyon oranı (%)	33.2	27.4	35.0	50.3	32.9	30.9
Saturation capacity (%)						
Su tutma kapasitesi (%)	28.7	23.9	28.5	23.8	40.8	25.8
Moisture equivalent (%)						
Nem ekivalanı (%)	23.0	22.2	25.2	23.3	29.9	25.2
Permenant wilting point (%)						
Solma noktası (%)	15.2	10.4	12.7	10.4	15.7	11.3
Available water (%)						
Faydalanılabilir su kapasitesi (%)	7.8	11.8	12.5	12.9	14.2	13.9
Permeability (cm/h)						
Permeabilite (cm/saat)	1.6	4.5	2.9	1.2	44.3	4.9
Porosity (%)						
Toplam boşluk hacmi (%)	47.1	44.5	47.7	44.4	56.2	46.4
Bulk density (gr/cm³)						
Hacim ağırlığı (gr/cm ³)	1.4	1.5	1.4	1.5	1.1	1.4
Partical density (gr/cm³)						
Tane yoğunluğu (gr/cm ³)	2.6	2.6	2.6	2.7	2.6	2.6
pH (1/2.5 su-water)						
pH	5.2	5.2	5.6	5.4	5.5	5.1
Elektrical conductivity (1/1: µmhos/cm)						
Elektriki ilet. (1/1: µmhos/cm)	84.4	30.2	62.7	39.4	70.4	43.8
Organic matter (%)						
Organik madde (%)	4.8	1.3	2.9	1.3	5.2	1.9
Compaction (kg/cm²)						
Kompaktlaşma (kg/cm ²)	3.6	2.7	2.3	2.3	1.2	2.3

Arazi kullanımı ve toprak derinliği dikkate alınmaksızın incelendiğinde, toprakların hacim ağırlığı değerleri hem patikalarda hemde bu patikalara bitişik alanlarda 1.4 gr/cm³ olarak saptanmış olup (Tablo 2), istatistiki bakımdan önemlilik göstermediği tespit edilmiştir (Tablo 4).

Toprakların tane yoğunluğunun en büyük değerine 2.7 gr/cm³ ile korunmuş alanın hem patika, hemde patikalara bitişik alanlarda rastlanmıştır (Tablo 1). 2.6 gr/cm³ 'lük tane yoğunluğu değeri ile orman ve otlak alanındaki hem patikalardaki hemde patikalara bitişik alanlardaki topraklar en düşük tane yoğunluğu değerine sahiptir. Varyans analizi sonucu, toprakların tane yoğunluğunun, değişik arazi kullanım şekillerine göre istatistiki bakımdan önemli farklılıklar gösterdiği ortaya çıkmıştır (Tablo 4). Patikalar ve patikalara bitişik alanlardan alınan topraklara ait tane yoğunluğu 2.6 gr/cm³ bulunmuş (Tablo 2), fakat istatistiki anlamda önemlilik göstermemiştir (Tablo 4).

Toprakların tane yoğunluğu toprakların alındığı derinlik kademesine görece önemli farklılık göstermiş (Tablo 4) ve en düşük değer (2.6 gr/cm³) orman ve otlak alanındaki alt ve üst topraklarda, en büyük değerde (2.7 gr/cm³) korunmuş alandaki alt ve üst topraklarda bulunmuştur (Tablo 3).

Toprakların havalanmasını ve geçirgenliğini etkileyen toplam boşluk hacmi değerleri incelendiğinde Tablo 1 'den de görüleceği üzere orman alanındaki patikalara bitişik alanlar en fazla (% 51.7), buna karşılık otlak alanındaki patika kısımları ise en düşük (% 44.1) toplam boşluk hacmine sahiptir. Tekrar ilgili tabloya dikkat edilecek olursa her üç alanda da patikalara bitişik alanlar, patika kısımlarına göre daha fazla toplam boşluk hacmine sahiptir. Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre de toprakların toplam boşluk hacminin değişik arazi kullanımına göre istatistiki anlamda önemli farklılıklar gösterdiği tespit edilmiştir (Tablo 4). Toprakların toplam boşluk hacmi değerleri toprakların sıkışma derecesinden etkilenmemiş (Tablo 4) ve patikalarda % 46.9 iken patikalara bitişik alanlarda % 48.3 bulunmuştur (Tablo 2).

Topraklar alındıkları derinlik kademeleri açısından incelendiğinde, bütün arazi kullanma çeşitlerinde üst toprakların daha fazla toplam boşluk hacmine sahip olduğu belirlenmiş (Tablo 3) ve derinlik kademeleri istatistiki anlamda toprakların toplam boşluk hacmini önemli biçimde etkilemiştir (Tablo 4).

3.1.8 Organik Madde, pH ve Elektriki İletkenlik

Organik madde miktarı en fazla (% 3.7) orman alanındaki patikalara bitişik alanlarda, en düşük ise (% 2.1) korunmuş alandaki patikalara bitişik alanlarda tespit edilmiştir (Tablo 1). Bu bulgulara göre otlak ve orman alanındaki patikalara bitişik alanlardaki topraklar organik maddece daha zengin iken, korunmuş alanda ise patika ve patikalara bitişik alanlardan alınan topraklar organik madde içeriği bakımından benzerlik göstermiş ve yapılan varyans analizi de organik madde miktarının, değişik arazi kullanımına göre önemli şekilde farklılık gösterdiği ortaya çıkmıştır (Tablo 4). Patikalardaki (% 2.8) ve patikalara bitişik alanlardaki (% 3.0) organik madde miktarlarının (Tablo 2) toprakların sıkışma derecesinden istatistiki anlamda önemli miktarda etkilenmediği saptanmıştır (Tablo 4).

Derinlik kademesi itibari ile bütün arazi kullanma çeşitlerinde üst toprakların organik madde miktarı aynı yerdeki alt topraklardan fazla olduğu saptanmış ve üst topraklarda en yüksek organik madde içeriği (% 5.2) orman alanında ve en düşük miktar (% 2.9) korunmuş alanda saptanmıştır. Alt topraklar derinlik kademeleri açısından alındığında, yine orman alanında en yüksek organik madde miktarı saptanmışken korunmuş ve otlak alanında ise en düşük (% 1.3) değer saptanmıştır (Tablo 3). Varyans analizi sonuçları, toprakların alındığı derinlik kademelerinin toprakların organik madde içeriğini istatistiki bakımdan önemli derecede etkilediğini göstermiştir (Tablo 4).

Tablo 4: Toprak Özelliklerine Ait Varyans Analizleri Sonuçları

Table 4: Results of Analysis of Variance For Soil Properties

Toprak Özellikleri Soil Properties	Varyasyon Kaynağı Source of Variation						
	Arazi Kullanımı Landuse (A) (F) ⁴⁾ ön. ⁵⁾	Toprak Derinliği Samp. Depth (D) (F) ön.	Toprak Sıkışması Trampling Inten. (S) (F) ön.	Karşılıklı Etkiler Interactions			
				AxD (F) ön.	AxS (F) ön.	DxS (F) ön.	AxDxS (F) ön.
Sand (%)							
Kum (%)	2.83 ns	15.24 s	0.25 ns	7.55 s	0.96 ns	2.51 ns	1.22 ns
Clay (%)							
Kil (%)	2.32 ns	17.64 s	0.47 ns	5.68 s	0.79 ns	12.11 s	4.46 s
Silt (%)							
Toz (%)	2.85 ns	0.45 ns	0.41 ns	1.88 ns	0.12 ns	2.20 ns	0.51 ns
Soil fractions							
<2 mm (%)	0.09 ns	4.98 s	1.17 ns	3.40 s	0.04 ns	1.22 ns	1.78 ns
2-5 mm (%)	0.60 ns	6.20 s	0.07 ns	7.57 s	1.29 ns	3.44 ns	0.48 ns
>5 mm (%)	1.07 ns	6.88 s	0.42 ns	1.41 ns	0.02 ns	0.97 ns	2.06 ns
Root (%)							
Kök (%)	5.00 s	23.85 s	4.49 s	5.23 s	0.52 ns	0.88 ns	0.88 ns
Dispersion ratio (%)							
Dispersiyon oranı (%)	2.76 ns	0.53 ns	0.85 ns	3.19 ns	0.71 ns	2.40 ns	5.40 s
Saturation capacity (%)							
Su tutma kapasitesi (%)	6.12 s	59.36 s	6.08 s	10.55 s	1.39 ns	5.82 s	2.53 ns
Moisture equivalent (%)							
Nem ekivalanı (%)	2.60 ns	6.24 s	0.88 ns	1.44 ns	0.49 ns	3.62 ns	1.62 ns
Permanent wilting point (%)							
Solma noktası (%)	5.69 s	121.84 s	0.88 ns	5.16 s	0.34 ns	1.27 ns	0.73 ns
Available water (%)							
Faydalanılabilir su kap. (%)	2.58 ns	2.36 ns	0.77 ns	2.42 ns	0.82 ns	2.85 ns	1.10 ns
Permeability (cm/h)							
Permeabilite (cm/saat)	13.46 s	10.76 s	0.09 ns	11.78 s	0.47 ns	1.32 ns	1.00 ns
Porosity (%)							
Toplam boşluk hacmi (%)	5.20 s	44.03 s	3.38 ns	8.79 s	2.62 ns	1.21 ns	1.23 ns
Bulk density (gr/cm ³)							
Hacim ağırlığı (gr/cm ³)	6.03 s	58.90 s	2.70 ns	7.94 s	2.34 ns	1.56 ns	1.72 ns
Particle density (gr/cm ³)							
Tane yoğunluğu (gr/cm ³)	4.67 s	9.24 s	0.46 ns	0.17 ns	0.96 ns	3.35 ns	0.95 ns
pH (1/2.5 su-water)	1.82 ns	3.47 ns	0.31 ns	0.46 ns	1.05 ns	0.03 ns	0.48 ns
Electrical conductivity (1/1:µmhos/cm)							
Elektr. ilet. (1/1:µmhos/cm)	0.60 s	44.51 s	0.02 ns	3.62 s	0.44 ns	0.21 ns	0.39 ns
Organic matter (%)							
Organik madde (%)	5.62 s	124.09 s	0.91 ns	5.34 s	0.34 ns	1.10 ns	0.75 ns
Compaction (kg/cm ²)							
Kompaktlaşma (kg/cm ²)	7.75 s	1.61 ns	9.48 s	11.36 s	11.16 s	0.60 ns	0.34 ns

⁴⁾ F istatistiki değer. F value.⁵⁾ İstatistiki önemlilik (ns:önemsiz, s:önemli). ns: non-significant. s: significant

Öte yandan pH ve elektriki iletkenlik değerleri incelendiğinde (Tablo 1), pH değerlerinin değişik arazi kullanımına, sıkışma derecesine (patikalar ve patikalara bitişik alanlarda) ve toprak derinliğine göre istatistiki bakımdan önemli farklılıklar göstermediği belirlenirken toprakların elektriki iletkenlik değerleri farklı arazi kullanımı ve toprakların alındığı derinlik kademeleri tarafından etkilenmiştir (Tablo 4).

Diğer taraftan farklı arazi kullanımları ve farklı toprak derinlikleri dikkate alınmaksızın araştırma sahasındaki patikalar ve patikalara bitişik alanlardaki topraklara ait genel bir değerlendirme yapıldığında; kil miktarı, 2-5mm arasındaki fraksiyonların miktarı, 5 mm' den büyük fraksiyonların miktarı, dispersiyon oranı, permeabilite, pH ve elektriki iletkenlik değerleri söz konusu patikalarda patikalara bitişik alanlara göre daha yüksek bulunmuştur. Buna karşılık kum miktarı, toz miktarı, 2 mm' den küçük fraksiyonların miktarı, kök miktarı, maksimum su tutma kapasitesi, solma noktası, faydalanılabilir su kapasitesi, porosite ve organik madde miktarı patikalarda patikalara bitişik alanlara göre daha düşük bulunmuşken hacim ağırlığı ve tane yoğunluğu değerleri patikalar ve patikalara bitişik alanlardan alınan topraklarda benzerlik göstermiştir (Tablo 2).

3.1.9 Toprakların Kompaktlaşması

Toprakların kompaktlaşma derecesi farklı arazi kullanımları yönünden önemli istatistiksel farklılıklar göstermiş (Tablo 4); en büyük kompaktlaşma değeri (3.9 kg/cm²) otlak alanındaki patikalarda, en düşük kompaktlaşma değeri ise (1.6 kg/cm²) orman alanındaki patikalara bitişik alanlardaki topraklarda saptanmıştır (Tablo 1). Toprakların sıkışma derecesi örnekleme genelinde dikkate alındığında (Tablo 2); kompaktlaşmanın patikalarda, patikalara bitişik alanlara göre daha yüksek olarak saptandığı ve aralarındaki farkın istatistiki anlamda önemlilik gösterdiği ortaya çıkmaktadır (Tablo 4). Yalnızca toprakların alındığı derinlik kademeleri dikkate alındığında (Tablo 3), orman ve otlak alanındaki patikaların kompaktlaşma değerleri bu alanlardaki patikalara bitişik alanlardaki kompaktlaşmadan daha yüksek iken, korunmuş alanda bunun aksi saptanmış ve yapılan varyans analizi sonuçları da toprak derinliğinin kompaktlaşma derecesini etkilediğini göstermiştir (Tablo 4).

Orman, otlak ve korunmuş alandaki sadece patikalar dikkate alındığında toprakların (Tablo 1); kum miktarı, 2 mm'den küçük fraksiyon miktarı, 2-5 mm arasındaki fraksiyonlar, permeabilite, maksimum su tutma kapasitesi, nem ekivalanı, faydalı su kapasitesi ve porosite değerlerinin sırasıyla, otlaklardaki patikalar, korunmuş alandaki ve orman alanındaki patikalar şeklinde artmakta olduğu tespit edilmiştir. Buna karşılık hacim ağırlığında azalma olduğu belirlenmiştir. Ancak bunlardan kök oranı, maksimum su tutma kapasitesi ve toprakların kompaktlaşması dışında kalan özellikler istatistiki anlamda patikalardaki ve patikalara bitişik alanlardaki toprak özellikleri açısından önemli bir fark göstermemiştir (Tablo 4).

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Giriş bölümünde de bahsedildiği gibi araştırmanın amacı, otlatmanın toprağın hidrofiziksel özellikleri üzerindeki etkilerinin saptanmasıdır. Yapılan değerlendirmeler sonucunda korunmuş alanlar ile otlatmaya konu edilmiş alanlar arasında aşağıdaki karşılaştırmalı sonuçlara ulaşılmıştır.

Arazi kullanımı dikkate alınarak değerlendirme yapıldığında, otlak alanındaki toprakların bazı fiziksel özelliklerinin orman ve korunmuş alana göre olumsuz etkilendiği görülmektedir. Özellikle otlak alanında, toprakların hacim ağırlığı artmakta; faydalanılabilir su kapasitesi, nem ekivalanı, su tutma kapasitesi ve geçirgenliği ise azalmaktadır. Bunun başlıca nedeninin toprağın sıkışması olduğu söylenebilir (BRANSON ve ark. 1981).

Toprak sıkışmasının neden olduğu hacim ağırlığı değerlerindeki artış, bir başka ifade ile toplam boşluk hacmindeki azalma, su tutma kapasitesindeki azalmanın başlıca nedeni olarak gösterilebilir.

Öte yandan infiltrasyon olayında toprak yüzeyi koşullarının önemi dikkate alındığında, sıklıkla infiltrasyon ve dolayısıyla yüzeysel akış üzerindeki etkileri otlak alanlarında su ekonomisini etkileyen en büyük olumsuzluk olarak değerlendirilmelidir (WARREN ve ark. 1986). Nitekim Currie (1975)'nin çalışması bu görüşü desteklemektedir.

Yapılan değerlendirmeler sonucunda, arazi kullanımının kum, kil, toz, <2 mm'den küçük fraksiyonların miktarı, 2-5 mm arasındaki toprak fraksiyonları ve >5 mm'den büyük toprak fraksiyonları, dispersiyon oranı, nem ekivalanı, faydalanılabilir su kapasitesi ve pH gibi toprak özellikleri üzerinde önemli bir etkisi tespit edilmemesine karşılık; kök miktarı, su tutma kapasitesi, solma noktası, permeabilite, porosite hacim ağırlığı, tane yoğunluğu, elektriksel iletkenlik, organik madde miktarı ve kompaktlaşma gibi toprak özellikleri üzerinde olumsuz yönde etki yaptığı tespit edilmiştir (Tablo 4). Orman topraklarının otlak topraklarıyla karşılaştırıldığında daha fazla organik madde içerdiğine, toplam boşluk hacmine sahip olması orman alanında agregatlaşmayı sağlayan ölü örtü birikiminin etkisiyle açıklanabilir (HOLECHEK ve ark. 1995). Öte yandan araştırma konusu olan orman alanında otlatma söz konusu olmadığından, buradaki toprakların kompaktlaşma derecesi otlak alanındaki topraklardan daha düşük bulunmuştur. Nitekim bu konuda yapılmış benzeri bir çalışmada otlanmamış alanda, otlanmış alana göre organik madde miktarı ve nem ekivalanı değeri daha büyük, hacim ağırlığı değerlerinin ise daha küçük olduğu görülmüştür (STODDART/SMITH 1955).

Otlatmaya açık alan ile korunmuş alan ve orman alanı arasında önemli farklar saptanmasına karşılık, bu sahalarda yer alan ve şiddetli sıkışmanın olduğunu arazi gözlemlerimiz ile saptadığımız patikalarda, bu patikalara bitişik alanlardaki toprak özellikleri arasında kök miktarı, maksimum su tutma kapasitesi ve toprakların kompaktlaşması dışında istatistiksel anlamda önemli farklar ortaya çıkmamıştır (Tablo 4). Gerçekte patikalar üzerinde vejetasyon örtüsünün olmaması buraların daha fazla sıkışmış gibi görünmesine neden oluyorsa da aslında patikalarda sıkışmanın yüzeyde olduğu belirlenmiştir. Patikalarda vejetasyon olmamasının başlıca nedeni, hayvanların yürüme frekansının burada, patikaların bitişigindeki alanlara göre daha yüksek olması ile açıklanabilir. Eğer toprak sıkışması derinlik boyunca olsaydı, patikalardaki toprak özellikleri ile patikalar arasındaki toprak özelliklerinin önemli farklılık göstermeleri beklenebilirdi. Nitekim yapılan bir çalışmada (SKOVLIN ve ark. 1976) otlak alanında hayvan sayısının artırılmasının ve farklı otlatma sistemlerinin uygulanmasının toprak özelliklerini etkilemediği görülmüştür. O halde otlatmaya açık alandaki toprakların özellikle yüzeyde (0-15 cm) belirli bir kompaktlaşma derecesi ve derinliğine sahip olduğu söylenebilir. Buradan da bu araştırma alanındaki toprakların bu otlatma yoğunluğu koşulları altında belirli bir kompaktlaşma derecesi ve derinliğinden sonra sıkışmadan etkilenmemiş olduğu sonucuna varılabilir.

EFFECTS OF LIVESTOCK TRAMPLING ON SOIL HYDRO-PHYSICAL PROPERTIES

Ar. Gör. Dr. Ferhat GÖKBULAK

Abstract

In the comparison of soil properties at the trials and at the adjacent areas to them on the rangeland, enclosure, and forestland; only soil compaction, saturation capacity, and root ratio were significantly influenced by trampling, and the values of these soil properties were lower at the trials than those at the adjacent areas. Soil sampling depth affected significantly most of the soil properties such as percentages of sand, clay, and soil fractions (<2 mm, 2-5 mm, >5 mm), root ratio, saturation capacity, moisture equivalent, permanent wilting point, permeability, total porosity, bulk density, particle density, electrical conductivity, and organic matter. Soil compaction were affected by landuse types and trampling intensity. Forestland had the highest whereas rangeland had the lowest saturation capacity, permeability, and total porosity. As an effect of trampling, soils had greater bulk density on the rangelands than soils on the enclosure and forestland.

1. INTRODUCTION

Several studies were conducted to investigate the effect of trampling on soil properties. Although experiment sites were at different locations with variable climatic regimes and ecological conditions, scientists concluded that trampling decreased infiltration ratio (DEFNE 1955, CURRIE 1975, SKOVLIN et al. 1976, TAKAR et al. 1990), increased bulk density due to soil compaction (STODDART/SMITH 1955, OKATAN 1987), and increased soil erosion (TAKAR et al. 1990).

Most of the rangelands in Turkey have been used for livestock grazing. Unfortunately, since no proper grazing system, time, stocking rate and density have been applied on rangelands, they are subject to overgrazing that causes not only soil erosion (Balci 1978), but also productivity lost almost on entire rangelands in the country. Therefore, livestock owners abandon unproductive range areas and use forestlands for their livestock grazing after illegal clear cutting of forest.

The objective of this study was to evaluate the effect of livestock trampling on hydro-physical properties of soils at the trials and at the adjacent areas on rangeland, enclosure, and forestland.

2. MATERIAL AND METHODS

Three different landuse types with similar ecological conditions; rangeland, enclosure (protected from grazing for two years), and forestland were chosen for this experiment. To compare soil hydro-physical properties on severely compacted areas with less compacted ones, it was assumed that the trials and adjacent areas were the best location of soil sampling in terms of reflecting the effect of intensive and light trampling pressure. Therefore, six trials as a representative of severely compacted areas and six adjacent areas to the same trials as a representative of lightly compacted areas were randomly selected on each landuse types. At each sampling location, bulk density and bag samples of soil were taken from two depths of 0-15 cm and 15-30 cm. Soil samples were analyzed in the lab to measure following soil properties: Sand (%), clay (%), silt (%), soil fractions (<2 mm (%), 2-5 mm (%), >5 mm (%)), root (%), dispersion ratio (%), saturation capacity (%), moisture equivalent (%), permanent wilting point (%), available water (%), permeability (cm/h), porosity (%), bulk density (gr/cm³), particle density (gr/cm³), pH (1/2.5 water), electrical conductivity (1/1:µmhos/cm), and organic matter (%). Additionally, soil compaction was measured at the soil surface of each sampling depth using a hand penetrometer.

Experimental design was a 2-way factorial in blocked split plot with six replications within each block. The factors were trampling intensity (trial and adjacent areas) and soil sampling depth (0-15 cm and 15-30 cm). Landuse types were the blocks and data were analyzed by analysis of variance (P<0.05) (SAS 1994).

3. RESULTS AND DISCUSSION

Since the main purpose of this study was to investigate the effects of livestock trampling on hydro-physical properties of soil, results and discussion mostly focused on the effect of trampling intensity.

As a main factor, trampling intensity affected significantly only root ratio, saturation capacity, and soil compaction. The root ratio across all landuse types and sampling depths was lower (% 0.3) at the trials (severely trampled) than at the adjacent areas (% 0.5) (lightly trampled), and difference between trampling intensities was statistically significant (P<0.05) (Table 4). Poor root content of soils at the trials can be attributed to the lack of plants due to high frequency of trampling compared to the adjacent areas. Soils at the trials had lower saturation capacity (% 29.9) than that at the adjacent areas (% 27.3), and saturation capacity of soils differed significantly between these two locations (P<0.05). Low saturation capacity of soils at the trials might be due to lack of litter accumulation, higher soil compaction, and lower total porosity compared to the adjacent areas. Penetrometer measurements demonstrated that soil compaction was more severe at the trials (2.8 kg/m²) than at the adjacent areas (2.2 kg/m²), and these two locations differed significantly in terms of soil compaction (Table 4).

The sampling depth across trampling intensity and landuse types significantly influenced most of soil properties except silt percentage, percentage of soil fractions between 2-5 mm, dispersion ratio, available water, pH, and soil compaction (P<0.05). On the other hand, root ratio, saturation capacity, permanent wilting point, permeability, total porosity, bulk density, particle density, electrical conductivity, organic matter, and soil compaction were significantly affected by landuse types (Table 4). In general, without considering sampling depth and trampling intensity, forest soils had the greatest and rangeland soils had the lowest saturation capacity and total porosity, and they were significantly different from each other (P<0.05). High saturation capacity of forest soils might be result of having much more litter accumulation, less soil compaction, and

grater total porosity than the enclosure and rangeland. Considering only landuse types, permeability of forest soils was grater than those of rangeland and enclosure. When organic matter content of soils was compared, it was observed that forest soils had grater organic matter than soils on the enclosure and rangeland but soils on the enclosure and rangeland had similar organic matter content. Differences among landuse types were significantly different (P<0.05). It was obvious that litter accumulation on the forest floor played a big role on the organic matter content of forest soils. As a result of grazing activity, soil compaction was at the greatest level (3.1 kg/m²) on the rangeland, while it was at the mild level (2.5 kg/m²) on the enclosure and at the lightest level (1.7 kg/m²) on the forestland. Differences among compaction measurements of landuse types differed significantly from each other (P<0.05) (Table 4).

When trampling intensity interacted with other main factors, none of soil properties was significantly influenced by 2-way interaction between trampling intensity and land use type. But clay percentage and saturation capacity of the soils were significantly affected by 2-way interaction between sampling depth and trampling intensity (P<0.05) (Table 4). In addition to 2-way interactions, 3- way interaction among main factors did not affect most of the soil characteristics in this study. Clay percentage and dispersion ratio were only soil properties affected by 3- way interaction among soil sampling depth, trampling intensity, and landuse types (P<0.05) (Table 4).

The results showed that there was no clear evidence about the effect of trampling on hydro-physical properties of soil as other scientists found (Warren et al. 1986, Takar et al. 1990). There might be several reasons for this unclear picture including unknown grazing history of the study site, unknown grazing intensity and pressure, timing, stocking rate, and stocking density.

KAYNAKLAR

- BALCI, A. N., 1964: Physical, Chemical and Hydrological properties of certain Western Washington Forest floor types. Ph.D. Dissertation. University of Washington, Seattle-Washington, USA.
- BALCI, A. N., 1978: Toprak Koruması (Ders Notları).
- BALCI, A. N., UZUNSOY, O., 1980: Türkiye'de Başlıca Havza Amenajmanı Sorunları ve Bunlarla İlgili Çalışmalar. İ. Ü. Yayın No. 2772, Orman Fak. Yayın No. 291, Matbaa Teknisyenleri Basımevi, İstanbul.
- BAVER, L. D., 1961: Soil Phsics. John Wiley and Sons. Inc., New York, USA.
- BRANSON, F. A., GIFFORD, G. F., RENARD, K. G., HADLEY, R. F., 1981: Rangeland Hydrology. A publication of the Society for Range Management. Kendall/Hunt publishing company, Iowa, USA.
- CURRIE, P.O., 1975: Grazing Management of Ponderosa Pine-Bunchgrass Ranges of the Central Rocky Mountains. USDA Forest Service Research Paper RM-159, Fort Collins, Colorado.
- DEFNE, M., 1955: Türkiye'de Otlak ve Otlatma İşlerini Tanzim Yolu İle Ormanların Korunması Problemi Üzerinde Araştırmalar. Orman Genel Müdürlüğü Yayınlarından, Sıra No.167, Seri No.14, Yenilik Basımevi, İstanbul.
- ERİNÇ, S., 1984: Klimatoloji Ve Metodları. İ.Ü. Yayın No. 3278, Deniz Bilimleri ve Coğrafyası Enstitüsü Yayınları No. 2, Gür-ay Matbaası, İstanbul.

FREVERT, K. R., SCHWAB, G.O., EDMINSTER, T. W., BARNES, K. K., 1959: Soil and Water Conservation Engineering. John Wiley and Sons, Inc. New York.

GERÇEK, H., 1992: Belgrad Ormanındaki Bazı Bent Havzalarında Sedimentasyon Olgusu ile Havza Karakteristikleri Arasındaki İlişkiler. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü (Yayınlanmamış).

GESSEL, S. P., COLE, D.W., 1958: Physical Analysis of Forest Soils. First North American Forest Soils Conferens. Agriculture Experiment Station, Michigan State University. East Lansing Michigan, USA.

GESSEL, S. P., 1959: Laboratory Methods of the Advance Forest Soils. University of Washington, Seattle-Washington, USA.

GÜLÇUR, F., 1974: Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Analiz Metodları. İ.Ü. Yayın No. 1970. Orman Fak. Yayın No. 201, Kurtuluş Matbaası, İstanbul.

HOLECHEK, J. L., PIEPER, R. D., HERBEL, C. H., 1995: Range Management. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, USA.

MARVIN, D. H., DAVID, F. O. Jr., LOUIS, J. M., 1954: Soil Sampling for Pore Space and Percolation. Southeastern Forest Experiment Station. Paper No. 42.

NASH, A. J. (1965): Statistical Techniques in Forestry. Lucas Brothers Publishers, Columbia, Missouri.

OKATAN, A., 1987: Trabzon-Meryemana Deresi Yağış Havzası Alpin Meralarının Bazı Fiziksel ve Hidrolojik Toprak Özellikleri ile Vejetasyon Yapısı Üzerine Araştırmalar. Orman Genel Müdürlüğü Yayınlarından. Yayın No. 664, Seri No. 62. Ankara.

ÖZHAN, S., 1977: Belgrad Ormanı Ortadere Yağış Havzasında Ölü Örtünün Hidrolojik Bakımdan Önemli Özelliklerinin Bazı Yöresel Etkenlere Göre Değişimi. İ.Ü. Yayın No. 2330. Orman Fak. Yayın No. 235, Çelikkilt Matbaası, İstanbul.

ÖZYUVACI, N., 1971: Topraklarda Erozyon Eğiliminin Tesbitinde Kullanılan Bazı Önemli İndeksler. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt 21, Sayı 1, s. 192-194.

PIPER, C. S., 1950: Soil and Plant Analysis. Interscience Publishers Inc. New York.

SAS Institute Inc. 1994: SAS/STAT user's guide. SAS Campus Drive, Cary, North Caroline, USA.

SEVİM, M., 1956: Belgrad Ormanının Bazı Meşcerelerinde Üst Toprağın Fizik ve Şimik Özellikleri Üzerine Araştırmalar. İ. Ü. Orman Fak. Dergisi, Seri A, Cilt 6, Sayı 1, S. 114-120.

SKOVLIN, J. M., HARRIS, R. W., STRICKLER, G. S., GARRISON, G. A., 1976: Effects of Cattle Grazing Methods on Ponderosa Pine-Bunchgrass Range in the Pacific Northwest. USDA Forest Service Technical Bulletin No. 1531, Oregon, USA.

STODDART, L. A. and SMITH, A. D., 1955: Range Management. Second Edition. McGraw-Hill Book Company, Inc. New York.

TAKAR, A. A., DOBROWOLSKI, J. P., THURLOW, T. L., 1990: Influence of grazing, vegetation life-form, and soil type on infiltration rates and interrill erosion on a Somalian rangeland. Journal of Range Management 43:486-490.

THE FOREST SOIL COMMITTEE OF DOUGLAS FIR REGION, 1954: Sampling Procedures and Methods of Analysis for Forest Soils. University of Washington, College of Forestry, Seattle-Washington.

WARREN, S. D., THURLOW, T. L., BLACKBURN, W. H. ve GARZA, N. E., 1986: The influence of livestock trampling under intensive rotation grazing on soil hydrologic characteristics. Journal of Range Management 39:491-495.

YALTIRIK, F., 1966: Belgrad Orman Vejetasyonunun Floristik Analizi ve Ana Meşcere Tiplerinin Kompozisyonu Üzerine Araştırmalar. Orman Genel Müdürlüğü Yayınlarından. Sıra 436, Seri 6.

YALTIRIK, F., EFE, A., 1989: Otsu Bitkiler Sistematiği. İ.Ü. Yayın No. 3568, Fen Bilimleri Enstitüsü Yayın No. 3. Çeliker Matbaası, İstanbul.