

Gümüşhane İli Köse Deresi Yağış Havzasında Hidro-Fiziksel Toprak Özelliklerinin, Toprak Oluşumunda Etkili Faktörlere Bağlı Olarak Değişimi

A. EROL¹, A. HIZAL²

¹ Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü İSPARTA

² İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü İSTANBUL

Özet: Bu çalışmada Köse deresi yağış havzasında toprağı oluşturan faktörlerin hidro-fiziksel toprak özellikleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Köse deresi yağış havzasının bu amaçla seçilmesinin nedeni, bu yağış havzasının çıkış yerinde sulama amaçlı bir su depolama tesisinin yapılmakta oluşudur. Bu amaçla yetiştirme ortamı koşulları olarak da ifade edilebilen toprak oluşum faktörlerinden genel iklim özellikleri, ana materyal ve eğim sabit; yükselti kademesi, bakı, arazi kullanım şekilleri ve derinlik kademeleri değişken faktörler olarak alınmıştır. Bu çalışmada, sabit alınan ana materyal üzerinde 1700-1800 m, 1800-1900 m ve 1900-2000 m yükselti kademelerinde orman, tarım ve mera alanlarının bulunması, 0-20 cm ve 20-40 cm derinlik kademelerinin üst ve alt toprak özelliklerinin karşılaştırılmasına elverişli olması çalışma yönteminin oluşturulmasında etkili olmuştur. Araştırmada incelenen hidro-fiziksel toprak özellikleri; derinlik kademeleri başta olmak üzere, bakı ve yükselti kademeleri etkisinde değişime uğrarken, bu özellikler arazi kullanım şekillerinden daha az etkilenmişlerdir. Bakı, yükselti ve derinlik kademelerinin hidro-fiziksel toprak özelliklerini etkilemeleri, genel iklim koşullarıyla ilişkilendirilebilir. Bu çalışmada, dispersiyon oranı da incelenmiştir. Bu oranda değişime neden olan etkenlerin bakı ve yükselti kademeleri oldukları belirlenmiştir. Dispersiyon oranı sonuçları araştırma alanı topraklarının erozyona yatkın olduklarını göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Toprak oluşum faktörleri, Köse deresi yağış havzası, hidro-fiziksel toprak özellikleri.

Variation in Hydro-Physical Properties of Soils as Related to Soil Forming Factors in the Köse Creek Watershed (Gümüşhane Province)

Abstract: In this study, our aim was to determine effect of soil forming factors on the hydro-physical properties of soil in Köse creek watershed. The reason for selection of Köse creek watershed for this investigation was construction of a water dam for irrigation purpose. Therefore, some of the soil forming factors, which may also be defined as site conditions, namely elevation, aspect, land use types, and soil depth, were taken as variables. In this study, forest, agriculture and range areas were determined on the same parent material, in the south and north aspects at different elevations. Elevation zones were divided into three zones such as 1700-1800 m, 1800-1900 m and 1900-2000 m. Soil depths were also classified into two different depths (0-20 cm, and 20-40 cm) and soil samples were collected from each land use type at two different soil depths. The findings of the study showed that effects of elevations, soil depths and aspects on the hydro-physical soil properties were greater than those of land use types. This result may be attributed to climatic conditions. In this study, the dispersion rate was also estimated. Aspects and elevations were also affected the dispersion ratios of the soils and the soils of the study area were found to be susceptible to erosion according to their dispersion ratios.

Key Words: Soil forming factors, Köse creek watershed, hydro-physical soil properties.

Giriş

Yetiştirme ortamı koşulları, toprak oluşumunun gelişim ve değişim süreçlerinde etkin olan unsurlardan oluşur. Bir yerin yetiştirme ortamı koşulları o yerin aynı zamanda ekolojik karakteristikleri olarak da ifade edilebilir. Bir bölge ya da yörenin yetiştirme ortamı koşullarını incelemek veya ekolojik koşulların toprak özellikleri üzerindeki etkilerini belirleyebilmek, öncelikle o bölge ya da yörenin toprak oluşum ve gelişim süreçlerini belirlemeyi gerektirir.

Bir havzanın iklimi, jeolojik ve topografik yapısı, toprağı, arazi kullanım şekilleri ve bitki örtüsü, insan ve sosyal ve ekonomik yapısı o havzanın yetiştirme ortamı koşulları olarak adlandırılmakta ve o havzanın doğal kaynak potansiyelini gösteren ve bu potansiyelin değerlendirilmesinde etkili olan olgulardır [1]. Bir

havzanın yetiştirme ortamı koşullarının düzenlenmesi ve sosyal ve ekonomik yönünün geliştirilmesi, toprak-bitki-su arasındaki dengenin kurulmasına ve toprağın korunarak arazi kabiliyet sınıflarının doğru kullanılmasına bağlıdır. Doğal kaynaklar arasındaki ekolojik dengenin korunması ve toprağın korunarak kullanılması, toprak ve bitki örtüsü kullanımının bilinçli müdahalelerle düzenlenmesini gerektirir. Bu açıdan bakıldığında hem arazi kullanım şekli, hem de sosyal ve ekonomik yönü ile ilgili olduğundan havzada yaşayan insanlar da yetiştirme ortamı koşullarını etkileyen faktörlerden biridir. Öte yandan, su verimini optimuma çıkarmak için öncelikle su toplama havzalarında yetiştirme ortamı koşullarının açığa kavuşturulması gerekmektedir. Bu açıdan bakıldığında, toprağın hidro-fiziksel özellikleri büyük bir önem kazanmaktadır.

Bu nedenle araştırma kapsamında, Köse deresi yağış havzasının sularını toplamak üzere inşa edilen barajda suyun optimum düzeye çıkmasını sağlayacak verilere ulaşabilmek amacıyla, havzanın yetiştirme ortamı koşulları ile hidro-fiziksel toprak özellikleri arasındaki ilişkilere yer verilmiştir. Bu bağlamda çalışmada Köse deresi yağış havzasında arazi kullanım şekillerinin, bakı, yükselti ve derinlik kademelerinin havza topraklarının hidro-fiziksel özelliklerinde meydana getirdiği değişimler incelenmiştir.

Malzeme ve Yöntem

Araştırma Alanının Genel Tanıtımı

Araştırma alanı, Gümüşhane ili Köse ilçesi sınırları içerisinde kalan Köse deresi yağış havzasıdır. Karadeniz Bölgesi'nin Doğu Karadeniz bölümünde ve Yukarı Kelkit havzası sınırları içerisinde kalan araştırma alanı, Kelkit çayının kolu olan Köse deresi üzerinde inşa edilen barajın havzasıdır. Genel mevki olarak, 40° 10' - 40° 17' kuzey enlemleri ile 40° 03' - 40° 13' doğu boylamları arasında bulunmaktadır. Dağlık arazi niteliğinde olan araştırma alanı 8847.30 ha büyüklüğünde olup Gümüşhane'ye 50 km. Bayburt'a 60 km mesafededir.

Araştırma Yöntemleri

Büro ve Arazi Yöntemleri

Araştırma alanının bazı hidro-fiziksel toprak özelliklerinin; yükselti kademeleri, arazi kullanım şekilleri ve farklı bakıldaki değişimlerinin ortaya konulması amacıyla; 1/25.000 ölçekli topografya, 1/100.000 ölçekli jeoloji ve toprak haritaları ile 1/20.000 ortalama ölçekli hava fotoğrafları sağlanmıştır.

Elde edilen malzeme değerlendirilerek; 1700-1800 m. 1800-1900 m ve 1900-2000 m'lik üç yükselti kademesinde, aynı eğim (>%30), aynı ana materyal, aynı büyük toprak grubu üstünde ve kuzey-güney bakıldaki orman, tarım ve mera örnekleme alanları seçilmiş ve her bir arazi kullanım şeklinde üç adet örnekleme noktası olmak üzere toplam 54 adet örnekleme noktası belirlenmiştir. Belirlenen noktalardan toprak profilleri açılmış, incelenmiş ve 0-20 cm, 20-40 cm derinlik kademelerinin her birinden strüktürü bozulmamış paralel 3 örnek ve 3 adet strüktürü bozulmuş olmak üzere toplam 216 adet toprak örneği alınmıştır.

Laboratuvar Yöntemleri

Toprak Örneklerinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Analizleri

Araştırmanın amacı doğrultusunda, Köse deresi yağış havzası topraklarının bazı hidro-fiziksel ve kimyasal özellikleri ve erozyon eğilim indekslerinden dispersiyon oranı genel olarak "hidro-fiziksel toprak özellikleri" olarak ifade edilerek değerlendirilmiştir.

Mekanik Analiz (Bouyoucos Hidrometre Metodu) 2 mm'lik elekten geçirilmiş doğal yapısı bozulmuş 50 gr toprak örnekleri üzerinde yapılmıştır[2, 3]. Hacim

ağırlığı örnekleri üzerinden kök artıkları özenle ayrılmış ve kuru haldeki hassas tartıları alınmıştır. Toprak kısmı önce 2 ve 5 mm'lik elekten geçirilerek 2 mm'den küçük, 5-2 mm arası ve 5 mm'den büyük fraksiyonlara ayrılmıştır. Ayrılan bu kısımların oranları rutubet içerikleri göz önüne alınarak, örneklerin toplam mutlak kuru ağırlığından, ağırlık yüzdesi olarak hesaplanmıştır. Maksimum su tutma kapasitesi, doymun haldeki ağırlıkları belirlenen örneklerin 105 °C'de fırın kurusu ağırlıkları belirlendikten sonra ve iki ağırlık arasındaki farktan ağırlık yüzdesi olarak hesaplanmıştır. Nem ekivalanı tayinleri, 2 mm'lik toprak örnekleri üzerinde (ICE-Model CS International) santrifüjü ile yapılmıştır. Permeabilitenin hesaplanmasında Darcy kanunu ve denklemi esas alınarak [4], Marvin ve diğ., (1954)'nın önerdiği yöntem izlenerek hesaplanmıştır [5]. Doğal yapısı bozulmadan alınan silindir örnekleri üzerinden hacim ağırlıkları gr/cm³ olarak hesaplanmıştır [3]. Tane yoğunluğu değerleri piknometre yöntemiyle tayin edilmiştir. [2]. Dispersiyon oranı, hidrometre ile aynı okumalar ve değerlerin sıcaklık düzeltmeleri yapılarak kum, kil ve toz fraksiyonlarının oranları üzerinden hesaplanmıştır [6, 7]. Organik madde değerleri, Walkley-Black'in kromik asit yöntemi ile belirlenmiştir [2, 8].

İstatistik Değerlendirmeler

Elde edilen verilerin değerlendirilmesinde, varyans analizi ve Duncan çoklu testi uygulanmıştır. Bu değerlendirmeler, Kavak ve Hızlı Gelişen Tür Orman Ağaçları Araştırma Müdürlüğündeki IBM 433DX Bilgisayarında TARİST, Microsoft EXCEL ve WORD paket programları kullanılarak yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Araştırma Alanının Yetiştirme Ortamı Koşulları

Araştırma Alanı Topraklarının Genel Tanıtımı

Araştırma alanı olarak seçilen yağış havzası, su üretim amaçlı olduğundan, yetiştirme ortamı koşulları ve buna bağlı olarak havza topraklarının hidro-fiziksel özellikleri büyük bir önem kazanmaktadır.

Araştırma alanı topraklarının derinlik sınırı sığ (25-50 cm) ve orta derin (50-90 cm) toprakların arasında değişmektedir. Üst ve alt topraklar genellikle kumlu balçık tekstüründe olup kumlu killi balçık, kumlu kil, balçıklı kum, ve killi balçık arasında değişim göstermektedir. Araştırma alanının tamamında yüzeysel taşlılığa rastlanmakla birlikte, yer yer yüzeye yakın ve yüzeye çıkmış ana kayalara da rastlanmaktadır. Yine arazi gözlemleri de göstermiştir ki, mera ve tarım alanlarında ana materyal yüzeye çok yakın ya da yüzeydedir. Bir başka ifadeyle, aynı yükselti kademelerinde mera ve tarım alanlarında ince bir A horizonu altında sıkı ve ayrışmaya uğramamış bir ana materyal yer almaktadır.

Araştırma alanı topraklarının reaksiyonu hafif asidik ile hafif bazik (pH=6.70-7.24) sınırları arasında değişmektedir. Toprakların geçirgenliği; arazi kullanım şekli, yükselti ve bakıya bağlı olarak, üst topraklarda hızlı (12,7-25,4 cm/saat) ve çok hızlı (> 25,4 cm/saat), alt topraklarda ise orta (2,032-6,35 cm/saat) ile çok hızlı arasında değişmektedir. Genellikle belirgin bir Ah horizonuna sahip

olan araştırma alanı topraklarının en belirgin özelliği, bitki örtüsü yetersizliği ve arazi kullanım şeklinden kaynaklanan Ah ve Bv horizonlarının esmer orman topraklarının genel özellikleri ile benzerlik taşması [9], bununla birlikte olduğa incelmif olmasındır.

Arazi Kullanım Şekilleri

Araştırma alanının genel olarak 5661.89 ha'lık kısmı (%64) bozuk orman ve orman içi açıklık, 1798.26 ha'lık kısmı (%20.33) koru, 677.95 ha'lık kısmı (%7.66) tarım alanları, 612.16 ha'lık kısmı (%6.91) meşe baltalığı, 49.37 (%0.56) ha'lık kısmı bozuk orman alanları ve 47.86 ha'lık kısmı (%0.54) orman içi açıklıklardan oluşmaktadır.

Örnekleme Yerlerinin Tanıtımı

Tarım alanları, buğdaygil ve baklagil ekim alanlarından oluşmaktadır. Orman alanları; 1700-1800 m (I.) yükselti kademesinde bozuk baltalık meşe alanlarından ve yoğun olarak çalı formu kazanmif ardı karifıklılığından oluşurken, 1800-1900 m (II.) ve 1900-2000 m (III.) yükselti kademelerinde bozuk sarıçam ormanları ile sarıçam alanlarına yerleşmif titre kavlardan oluşmaktadır. II. ve III. Yükselti kademelerinde sarıçam yoğunluğu ile birlikte yoğun titre kavak karifıklılığı göze çarparken, güney bakılarda sarıçam örtüsü azalırken öncül bitki olarak yer alan titre kavak yoğunluğunda bir artış gözlenmektedir. Mera alanları bozuk orman ve orman içi açıklıklarda yer almaktadır. Mera alanlarının I. Yükselti kademesinde yoğun olarak geven ve değişik otsu türlerin oluşturduğu bir örtü ile çalı formu kazanmif meşe rastlanırken, II. ve III. Yükselti kademelerinde geven ve değişik otsu türlerin oluşturduğu bir bitki örtüsü yoğunluk kazanmaktadır.

Araştırma Alanı Topraklarının Bazı Hidro-Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Araştırma alanı toprakları su üretimindeki önemleri bakımından incelenmiştir. Bu nedenle, toprakların su üretimi ve erozyon eğilimi ile ilişkili özellikleri üzerinde durulmuştur. Araştırmaya konu olan bu özellikler, su üretimindeki önemleri nedeni ile hidro-fiziksel toprak özellikleri olarak tanımlanmifdır. Söz konusu toprak özelliklerinin, erozyon eğiliminin kazanılmasında da büyük etkileri vardır. Buna ek olarak, organik maddenin toprağın hidro-fiziksel özellikleri üzerindeki önemli etkisi ve erodibilite indekslerinin toprağın hidro-fiziksel özelliklerine bağlı olarak değişmesi nedeniyle toprakların hidro-fiziksel özelliklerinin yanısıra, toprağın kimyasal özelliklerinden organik madde ile erodibilite indekslerinden dispersiyon oranı da bu çalışma kapsamında incelenmiştir.

Araştırmada yer alan mevcut koşulların hidro-fiziksel toprak özellikleri üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla; iklim, ana materyal ve eğim, sabit tutularak, yükselti kademeleri (1700-1800 m, 1800-1900 m, 1900-2000 m) iki değişik bakı (kuzey, güney), arazi kullanım şekilleri (orman, tarım, mera) ve derinlik kademeleri (0-20 cm, 20-40 cm) esas alınarak incelenmiştir. Araştırma alanına ait verilerin yer aldığı

istatistik analizlerde, bu faktörlerden arazi kullanım şekli, bir başka deyişle bitki örtüsü ve topografik durumun bir fonksiyonu olarak bakı, derinlik ve yükselti kademeleri ayrı ayrı ve karifıklı etkileri açısından ele alınmifdır. Bu amaçla, araştırma alanı hidro-fiziksel toprak özelliklerinin toprak oluşum faktörlerine göre değişimi; hem genel olarak arazi kullanım şekli, bakı, yükselti ve derinlik kademelerine göre, hem de bu faktörlerin birbirleriyle etkileşimde buldukları koşullar göz önüne alınarak değerlendirilmiştir.

Hidro-fiziksel toprak özelliklerinin; arazi kullanım şekli, bakı, yükselti ve derinlik kademesi faktörleriyle ilişkisi, laboratuvar sonuçlarının yer aldığı arazi kullanım şekli, bakı ve yükselti kademesi ortalamalarına ait değerleriyle birlikte incelendiğinde aşağıdaki sonuçlar çıkartılabilir. Varyans analizi ve Duncan testi sonuçları P=0.05 düzeyinde önemli kabul edilmiştir.

Araştırma Alanı Topraklarında Bazı Hidro-Fiziksel Özelliklerin Toprak Oluşumunda Rol Oynayan Etkenlere Bağlı Olarak Değişimi

Toprak Fraksiyonları

Bakı, arazi kullanım şekilleri, yükselti ve derinlik kademelerinin ayrı ayrı alınması durumunda; kum oranı güney bakıdaki topraklarda yüksek, kil oranları ise, kuzey ve güney bakılardaki topraklarda istatistiki anlamda birbirlerinden önemli düzeyde farklı olmasalar da, kuzey bakıda daha yüksektir. Bu durum, kimyasal ayrışma koşullarının bakı etkisinde önemli derecede farklı olmadığına işaret etmektedir. Nitekim, araştırma alanında kuzey ve güney bakıların bitki örtüsü gelişiminde de önemli ölçüde değişiklik gözlenmemiştir. Burada, yarı kurak ve az yağış alan bir iklim karakteriştiği nedeniyle, bakılar arasında meydana gelebilecek ayrışmanın hızını etkileyecek nem koşullarında önemli bir farkın olmadığı söylenebilir. Böylece güney bakıda kum oranının yüksek bulunması, ancak iki bakı arasındaki nem koşullarında, dolayısıyla bitki örtüsü gelişimlerinde önemli derecede bir fark olmamasından dolayı, araştırma alanı topraklarında fiziksel ayrışma koşullarının daha iyi olduğu söylenebilir. Wilding ve diğ. (1985) topografik değişkenlerin iklim unsurları üzerindeki etkilerini irdeledikleri çalışmalarında; kimyasal, fiziksel ve biyolojik ayrışma koşullarının arazinin bakısından kaynaklanan sıcaklık ve yağış gibi temel iklimsel unsurlar tarafından belirlendiğini ifade etmiştir. Ayrıca kuzey yamaçlarda yer alan topraklarda donma ve özölme arasındaki değişimin güney yamaçlardaki topraklara oranla daha az sıklıkta ortaya çıktığını, bu nedenle güney bakılardaki yamaçlarda fiziksel ayrışma hızının kuzey bakılardaki toprakların fiziksel ayrışma hızlarından daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir [10].

Bu bilgiler ışığında; araştırma alanının yarı kurak ve az yağış alan bir bölgede yer alması ve yüksek dağlık alan niteliğinde olması nedeniyle topografik koşulların toprak gelişiminde etkili olduğu ileri sürülebilir. Bu durumda kuzey bakı topraklarında zaten düşük olan kimyasal ayrışma koşullarının yarı kurak iklim özellikleri nedeni ile daha da zayıfladığı ancak, güney bakıdaki topraklarda donma ve özölme arasındaki değişimin, gece ve gündüz arasındaki sıcaklık farklarının fazla olması nedeniyle fiziksel ayrışmanın daha hızlı olacağı, buna bağlı olarak güney bakı topraklarında kum oranlarının arttığı söylenebilir.

Kil oranları; tarım topraklarında, orman ve mera topraklarına oranla daha yüksek ve istatistiki anlamda 0.05 düzeyinde önemlidir. Bunun nedeni, sürümlerle tarım topraklarında olduğu bilinen pulluk tabakasının, az da olsa, kilin toprağın aşağısına doğru olan hareketini önlemiş olması olabilir. Nitekim, tarım topraklarının ortalama geçirgenliklerinin (12.44 cm/saat) mera (15.63 cm/saat) ve orman (30.08 cm/saat) topraklarının ortalama geçirgenliklerinden daha küçük olması da bunu doğrulamaktadır. Diğer taraftan, kil yıkanması sırasında üst toprakların kilce fakirleştiği, alt toprakların kilce zenginleştiği, alt topraklarda kilin yüksek düzeyde bulunmasının tabakalanma (primer kaya farklılıkları ya da daha sonraki kumla örtülme), kil oluşumu gibi başka nedenlerinin de olabileceği belirtilmiştir. Kantarcı (1980), toprak kesitinde kil bölümünün taşınması ve birikmesi olayının üst toprağın kil miktarınca fakirleşmesi, alt toprağın kil miktarınca zenginleşmesi ile fark edilmekte olduğunu belirtmiştir. Araştırmacı, yarı kurak bölgelerde kil bölümünün yer değiştirerek biriktiğini, ılıman iklim koşullarında ise katyonların yıkanması sonucu kil bölümünde taşınma ve birikmenin olduğunu ifade etmiştir [11]. Kil parçacıklarının taşınması için hızlı hareket eden perkolasyon suyunun (sızan su) gerekliliği üzerinde de durulmuştur [11, 12]. Bu açıklamalar, aynı zamanda üst derinlik kademesindeki kil miktarının, alt derinlik kademesindeki kil miktarından niçin daha az olduğunu da göstermektedir. I. Yükselti kademesinde kil miktarının diğer yükselti kademelerine oranla daha fazla olması, erozyonla kilin diğer yükselti kademelerinden bu yükselti kademesine taşınması ve az da olsa, kimyasal ayrışma koşullarının I. Yükselti kademesinde daha fazla olması ile açıklanabilir. Ayrıca, tarım topraklarında sürüm nedeniyle geçirimsiz bir tabakanın oluşması da kilin birikimine neden olabilmektedir.

Bu görüşler tarım topraklarının kil oranı bakımından, orman ve mera topraklarına oranla yüksek bulunmasını destekler niteliktedir. Nitekim kil oranının bakı, arazi kullanım şekilleri ve yükselti kademelerine göre belirlenen değişimler, kil miktarının arazi kullanım şekillerine göre gösterdiği değişiminin oldukça küçük olduğunu göstermektedir. Hem derinlik, hem de yükselti kademelerinin kil oranlarındaki değişimi istatistiki anlamda da önemlilik taşımaktadır. Bu durumda, araştırma alanı topraklarının geçirimsiz olmasının kil taşınmasında etkili olduğu söylenebilir.

Literatür çalışmalarında da büyük boşluklara sahip topraklarda çözülmüş maddelerin aşağı katlara doğru sızdığı ve alt toprak katmanlarında oluşturdukları yükü daha sıkı topraklar oluşturdukları belirtilmekte ve bu durumun alt derinlik kademesi topraklarında kil fraksiyonu bakımından daha zengin toprakların oluşmasına neden olabileceği ifade edilmektedir [13, 14].

Sonuç olarak bakı, arazi kullanım şekli, yükselti ve derinlik kademelerinin ayrı ayrı etkili olmaları durumunda; kum, kil ve toz fraksiyonlarının benzer iklim koşulları nedeniyle ana materyalin ayrışma ürünlerinin özelliklerini taşıdıkları ancak, araştırma alanında derinlik ve yükselti kademelerinin etkisinde değişim gösterdikleri ileri sürülebilir.

Kum, kil ve toz oranları, tüm faktörlerin ayrı ayrı etkileri yanında, bu faktörlerin birbirleriyle etkileşimlerinin karşılaştırıldığı kombinasyonlar bakımından da ele alınmıştır. Bu durumda kum miktarındaki farklılıkların arazi kullanım şekli-yükselti kademesi, yükselti kademesi-derinlik kademesi ve bakı-yükselti kademesi-derinlik kademesi kombinasyonlarında istatistiki anlamda önemlilik gösterdiği tespit edilmiştir. Bu sonuçlar; kum fraksiyonlarının özellikle derinlik ve yükselti kademelerine bağlı olarak değiştiklerini göstermektedir. Ayrı ayrı etkileri bakımından değerlendirilen faktörlerin istatistiki farklılıklarına bakıldığında da yükselti kademelerinin oldukça yüksek bir değişime sahip olduğu görülmektedir.

Arazi kullanım şekillerinin yükselti kademeleri ile etkileşimi durumunda (Çizelge 1 ve 5); orman, tarım ve mera topraklarının yükselti kademeleri etkisinde gösterdiği değişim tarım topraklarının daha yüksek kil ve daha düşük kum miktarına sahip olması ile ortaya çıkmıştır. Bu durumun hem tarım topraklarında, hem de I. Yükselti kademesinde ortaya çıkması; arazi kullanım şekli ve yükselti kademesi itibarıyla havzanın bu kesimlerinde tarımsal faaliyetlerin daha yoğun olmasına, bu hareketin de kil fraksiyonlarının artmasına dolayısıyla kum oranlarının azalmasına neden olduğu söylenebilir. Bu durumda, tarım topraklarında işleme nedeniyle de, bir miktar kil artışı olduğu söylenebilir. Bununla birlikte, kum fraksiyonlarının II. ve III. Yükselti kademelerinin orman, tarım ve mera topraklarında aynı ve I. Yükselti kademesindeki arazi kullanım şekillerine oranla daha fazla oldukları da ortaya çıkmıştır. Bu durumda ise ayrışma koşullarının farklılığından bahsedilebilir. Eldeki veriler doğrultusunda arazi kullanım şekli-yükselti kademesi etkileşiminden kaynaklanan kum miktarlarındaki farklılığın arazi kullanım şekillerinin etkisinden çok, yükselti kademelerinin etkisinden kaynaklandığı söylenebilir.

Çizelge 1. Kum oranının (%) arazi kullanım şekilleri ve yükselti kademelerine bağlı olarak değişimi

	1700-1800 m	1800-1900 m	1900-2000 m
Orman	72.33 ^{bc}	77.74 ^{ab}	77.08 ^{ab}
Tarım	59.91 ^d	79.45 ^a	74.93 ^{ab}
Mera	68.37 ^c	77.24 ^{ab}	80.09 ^a

Yükselti kademelerinin derinlik kademesi ile birlikte değerlendirildiği etkileşimi de; kum miktarının II. ve III. Yükselti kademelerinde fazla, aynı yükselti kademelerinin üst ve alt topraklarında ise farklı olmadıklarını göstermiştir. Ancak, I. Yükselti kademesinde az olan kum miktarı, aynı yükselti kademesinin üst topraklarında daha fazladır (Çizelge 2). Arazi kullanım şekillerinin yükselti kademeleri ile alınan etkileşimlerinde olduğu gibi, burada da yükselti

kademelerinden kaynaklanan fiziksel ayrışma koşullarının daha ileri düzeyde olduğu ortaya çıkmaktadır. Yükselti kademeleri arttıkça fiziksel ayrışma koşullarının daha iyi olduğu ve toprakların ana materyalin ayrışma ürünlerinin özelliklerini taşıyan tekstür özelliklerine sahip oldukları, böylece kum oranlarındaki farklılıkların derinlik kademelerinden çok, yükselti kademelerinin etkisinden kaynaklandığı söylenebilir.

Çizelge 2. Kum oranının (%) yükselti ve derinlik kademelerine bağlı olarak değişimi

	1700-1800 m	1800-1900 m	1900-2000 m
0-20 cm	67.36 ^c	77.08 ^{ab}	77.61 ^{ab}
20-40 cm	65.43 ^d	78.42 ^a	76.63 ^b

Güney bakıdaki topraklarda kuzey bakıdaki topraklara oranla artış gösteren kum miktarı (Çizelge 3); hem kuzey ve güney bakılardaki II. ve III. Yükselti kademelerinde, hem de güney bakı I. Yükselti kademesindeki üst ve alt topraklarında, daha yüksek bulunması da araştırma alanı topraklarının hem

yükselti, hem de bakı etkisinde ana materyalin ayrışma ürünlerinin etkisini taşıdıkları söylenebilir. Dolayısıyla, güney bakının ve II., III. Yükselti kademelerinin sıcaklık değişimleri ve donma-çözülme olaylarının daha fazla etkisinde kaldıkları böylece buralarda fiziksel ayrışma koşullarının daha iyi olduğu söylenebilir.

Çizelge 3. Kum oranının (%) bakı, yükselti ve derinlik kademelerine bağlı olarak değişimi

	1700-1800 m		1800-1900 m		1900-2000 m	
	0-20 cm	20-40 cm	0-20 cm	20-40 cm	0-20 cm	20-40 cm
Kuzey	59.31 ^d	57.78 ^d	77.04 ^b	75.51 ^{bc}	77.14 ^b	76.54 ^b
Güney	75.40 ^{bc}	73.08 ^c	77.13 ^b	81.34 ^a	78.08 ^b	76.72 ^b

Bu durumda kum oranlarındaki değişimin bakı etkisinden çok, yükselti kademelerinde görülen nem ve sıcaklık koşullarına bağlı olduğu ve güney bakı koşullarında fiziksel ayrışmanın daha etkili olduğu, böylece kum oranının değişiminde bakı ve yükselti kademelerinin etkin olduğu söylenebilir. Nitekim, bakının bu değişimde etkin bir payı olduğu, bu faktörün gösterdiği değişimin yükselti kademelerinden sonra oldukça yüksek bulunması ile de ilişkilendirilebilir.

Kil oranı farklılıkları; arazi kullanım şekilleri, yükselti ve derinlik kademelerinin etkileri ayrı ayrı alındığında önemlilik gösterirken, bakı tek başına alındığında önemlilik göstermemiştir. Ancak tüm faktörlerin birlikte etkileşimleri söz konusu olduğunda farklılıkları; bakı-yükselti kademesi, arazi kullanım şekli-yükselti kademesi ve bakı-arazi kullanım şekli-yükselti ve derinlik kademeleri kombinasyonlarında önemlilik göstermiştir (Çizelge 4, 5, 6). Bu durumda, benzer iklim koşullarında bakılardan kaynaklanan nem miktarındaki farklılığın kil içeriğindeki değişimlerden sorumlu olduğu ileri

sürülebilir. Sıcaklığın nem faktörü ile birlikte kayaçların ayrışması, kil ve humus oluşumu ve toprağın biyolojik aktivitesi üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu bilinmektedir [12, 15]. Böylece genel olarak yarı kurak ve az yağışlı ancak, yıllık ortalama sıcaklığı düşük olan araştırma alanının kuzey bakıdaki I. Yükselti kademesi topraklarının, kuzey bakı II. ve III. Yükselti kademesi topraklarından daha sıcak, güney bakı I., II. ve III. Yükselti kademelerindeki topraklarından daha nemli olmaları beklenir. Sevim (1955), yıllık yağış miktarı aynı (yağışlı), yıllık ortalama sıcaklığı farklı olan yerlerde granit üstündeki topraklarda kil miktarının artan sıcaklıkla önemli derecede artma gösterdiğini ifade ederken [16], özellikle yarı kurak iklim koşullarında güney bakıdaki topraklarda sıcaklık artışı ve nem kaybı olacağı bunun da kimyasal ayrışma koşullarını zayıflatacağı ifade edilmiştir [10]. Bu bilgiler ışığında kuzey bakının I. Yükselti kademesi topraklarındaki kil oranı artışının, yükselti kademesinin de etkisiyle, sıcaklık ve nem koşullarının II. ve III. Yükselti kademelerine göre daha uygun olmasından kaynaklandığı söylenebilir.

Çizelge 4. Kil oranının (%) bakı ve yükselti kademelerine bağlı olarak değişimi

	1700-1800 m	1800-1900 m	1900-2000 m
Kuzey	28.86 ^a	13.28 ^b	12.32 ^b
Güney	14.98 ^b	11.42 ^b	11.06 ^b

Ancak, yarı kurak iklim özellikleri taşıyan araştırma alanında fiziksel ayrışma koşullarının daha iyi olduğu, kil içeriklerinin sadece bakı etkisinde önemli derecede farklılaşmadığı anlaşılmaktadır. Bu durumda kimyasal

ayrışma koşullarının sadece bakı değil, yükselti kademesinin de etkisiyle daha uygun duruma geçen kuzey bakı topraklarında daha iyi olduğu söylenebilir.

Çizelge 5. Kil oranının (%) arazi kullanım şekilleri ve yükselti kademelerine bağlı olarak değişimi,

	1700-1800 m	1800-1900 m	1900-2000 m
Orman	17.30 ^{bc}	12.32 ^{de}	9.93 ^f
Tarım	29.67 ^a	11.63 ^{ef}	14.96 ^{cd}
Mera	18.80 ^b	13.10 ^{de}	10.18 ^{ef}

Elde edilen veriler, yükselti kademelerinin artışına paralel olarak kimyasal ayrışmanın azaldığını, fiziksel ayrışma koşullarının ise arttığını göstermektedir. Nitekim, kil taşınması ve birikmesi olayının fiziksel ve fizikokimyasal olaylara bağlı olduğu ifade edilmektedir [12]. Ayrışmanın mevcut orman ve mera topraklarının bitki örtüsü durumu ile sıcaklık ve nem miktarının yükselti kademelerinin artışına paralel olarak azalmasından kaynaklandığı düşünülürse, I. Yükselti kademesi topraklarında zayıf bir ölü örtü tabakasının olması, ancak bu yerlerin nem ve sıcaklık bakımından daha uygun ayrışma koşullarına sahip olması, buradaki orman ve mera topraklarında kimyasal ayrışmanın daha hızlı olabileceğini göstermektedir. Bunun yanında kil miktarı tarım topraklarında, orman ve mera topraklarından daha yüksektir. Anız örtülü tarım altında olan bu alanların organik madde içerikleri

orman ve mera toprakları ile aynı, kök oranları ise orman ve mera topraklarına oranla daha azdır. Tisdall ve Oades (1982), tarımsal kullanımın toprak gelişimini çok çeşitli şekillerde etkileyebildiğini, özellikle toprak işlemenin mevcut olan horizonlaşmayı bozabildiğini ve organik maddenin açığa çıkmasını sağlayarak ayrışma ve parçalanmasını hızlandırdığını ifade etmektedir [17]. Stevenson ve Ardakani (1973), toprak işlemenin topraklardaki agregatların bozulmasına, toprağın strüktür stabilitesini önemli ölçüde azalttığına değinmiş ve toprak işlenmediği ve çayır olarak kullanılmadığında büyük agregatların önemli ölçüde arttığını belirlemiştir [18]. Bu durumda tarım topraklarında hem kök oranlarının daha az, hem de organik madde içeriklerinde farklılık olmaması nedeniyle agregatlaşma koşullarının çok daha iyi olduğu söylenemez.

Çizelge 6. Kil oranının (%) bakı, arazi kullanım şekilleri, yükselti ve derinlik kademelerine bağlı olarak değişimi

		1700-1800 m		1800-1900 m		1900-2000 m	
		0-20 cm	20-40 cm	0-20 cm	20-40 cm	0-20 cm	20-40 cm
Kuzey	Orman	15.70 ^{defg}	30.79 ^{ab}	14.00 ^{defg}	15.74 ^{def}	8.22 ^g	8.47 ^g
	Tarım	37.69 ^a	41.36 ^a	10.18 ^{efg}	11.11 ^{defg}	16.37 ^{def}	21.9 ^{bcd}
	Mera	28.87 ^{abc}	18.76 ^{cde}	13.87 ^{defg}	14.80 ^{defg}	9.84 ^{efg}	9.06 ^{fg}
Güney	Orman	11.41 ^{defg}	11.28 ^{defg}	9.51 ^{fg}	10.04 ^{efg}	11.51 ^{defg}	11.53 ^{defg}
	Tarım	19.04 ^{bcd} _{ef}	20.59 ^{bcd} _{ef}	13.03 ^{defg}	12.19 ^{defg}	10.43 ^{efg}	11.09 ^{defg}
	Mera	11.79 ^{defg}	15.77 ^{def}	12.36 ^{defg}	11.38 ^{efg}	11.79 ^{defg}	10.03 ^{efg}

Böylece araştırma alanı topraklarının kil miktarlarındaki değişimin, arazi kullanım şekillerinden çok, bakı ve yükselti kademelerinin etkisinden kaynaklandığı ve bu faktörlerin kil taşınmasında etkin oldukları söylenebilir. Genel olarak kum, kil ve toz miktarlarının değişiminde, topografik değişkenlerden bakı ve yükselti kademesi faktörlerinin etkili olduğu ileri sürülebilir.

2 mm'den küçük fraksiyonların oranı kuzey bakıdaki topraklarda ortalama %65.67, güney bakıdaki topraklarda ise %59.57 olarak saptanmıştır. 2 mm'den küçük fraksiyonların kuzey ve güney bakılara ait bu değerleri arasındaki fark istatistiki anlamda 0.05 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Arazi kullanım şekillerinde gösterdikleri değişim bakımından irdelenen 2 mm'den küçük fraksiyonlar, orman topraklarında (%58.55) tarım ve mera topraklarına oranla daha düşük değerde (%64.57 ve

%64.64) olmalarına rağmen, belirlenen bu farklılık istatistiki anlamda önemsiz bulunmuştur. Bir başka ifadeyle 2 mm'den küçük fraksiyonların oranı, orman, tarım ve mera topraklarında benzer bir değişim sergilemektedirler.

Üst derinlik kademesi topraklarında %64.76 bulunan 2 mm'den küçük fraksiyonlar, alt derinlik kademesindeki topraklarda %60.47 bulunmuştur. Bu farklılık istatistiki anlamda da önemli bulunmuştur.

Araştırma alanı topraklarının 2 mm'den küçük fraksiyon oranlarındaki farklılıklar bakı, yükselti ve derinlik kademeleri ayrı ayrı alındıklarında önemlilik göstermesine rağmen bakı, arazi kullanım şekli, yükselti ve derinlik kademelerinin birbirleri ile etkileşimlerinde önemlilik göstermemiştir.

Klute (1986) 2 mm'den küçük fraksiyonların, ana materyalin değişik fiziksel ve kimyasal ayrışma koşulları ve bunların sonunda oluşan minerallerin büyüklükleriyle ilgili bulunduğunu, tane boyutları küçüldükçe bir kitle içindeki tane sayısı ile yüzey alanının arttığını ifade etmiştir [19]. Bu ifadeden hareketle, 2 mm'den küçük fraksiyonların, kuzey bakı ve üst derinlik kademesi topraklarında yüksek bulunması; kimyasal ayrışma koşullarının, kuzey bakıdaki ve üst derinlik kademesindeki topraklarda daha uygun oluşu ile açıklanabilir. Nitekim 2 mm'den küçük fraksiyonların kum, toz ve kil fraksiyonlarının bir kombinasyonu olması yanında, organik madde, kolloidal kil ve kireç gibi agregatlaşmayı sağlayan bağlayıcı maddeleri de içermesi söz konusudur. Bu durumda, arazinin su verimi için önemli olan 2 mm'den küçük fraksiyonların toprak strüktür stabilitesi üzerinde önemli bir etkisi olduğu da söylenebilir. 2 mm'den küçük fraksiyonlardan toz ve kil, kuzey bakıda kum fraksiyonuna oranla daha yüksek bulunmuş iken, güney bakıda kum fraksiyonu oranlarından daha az bulunmuştur. Bu durum ise fiziksel ayrışma koşullarının da etkili olduğunu göstermektedir.

Bununla birlikte, Jackson ve Sherman (1953) ayrışmanın hem mevcut toprak derinliğinin (solumun) altında, hem de toprak derinliğinin içinde (solumun) sürdüğünü, ayrışmayı yalnızca ana kayanın toprak oluşturmak üzere küçük parçalara ayrılması, ufalanması şeklinde yorumlamamak gerektiğini, bu nedenle özellikle kimyasal ayrışmanın jeokimyasal ve pedokimyasal ayrışma şeklinde ikiye ayrılarak incelenmesi gerektiğini vurgularken [20], Fitzpatrick (1980) jeokimyasal ayrışmanın kayaç ve minerallerin bileşim ve tabiatını

değiştirerek toprak oluşumunda önemli rol oynadığını ve kayaların sadece şeklini değiştiren fiziksel olaylardan farklılık gösterdiğini ifade etmiştir [21]. Bu bilgiler ışığında araştırma alanı topraklarında bağımsız olarak meydana gelen kimyasal ayrışma olaylarının olduğu, bunların fiziksel olaylarla birlikte ayrışma ve parçalanmayı yürüterek birbirlerini tamamladıkları söylenebilir.

Bu durumda, 2 mm'den küçük fraksiyonların ana materyalin ayrışma koşullarının etkisinde değişime uğradığı ve bu değişimde bakı ve yükselti kademelerinin etkili olduğu söylenebilir. Bununla birlikte arazi kullanım şekillerinin etkisinde değişikliğe uğramamaları da granit ana materyalinden oluşan araştırma alanı topraklarının genç bir oluşum halinde olduklarını gösterebilir. 5-2 mm arasındaki fraksiyon oranlarındaki farklılıklar, sadece bakı tek başına etkin faktör alındığında istatistiki anlamda önemli düzeyde farklı bulunmuştur. Bununla birlikte, bakı-derinlik kademesi ve bakı-yükselti kademesi-derinlik kademesi etkileşim kombinasyonlarında önemlilik göstermiştir.

Bakının etkisi tek başına değerlendirildiğinde; güney bakıdaki topraklarda kuzey bakıdaki topraklardan istatistiki anlamda daha yüksek bulunan 5-2 mm arasındaki fraksiyon oranları, bakı-derinlik kademesi etkileşiminde (Çizelge 7); kuzey bakı alt, güney bakı üst ve alt derinlik kademeleri topraklarında istatistiki anlamda benzer bulunurken, bunlar kuzey bakı üst derinlik kademesininkine oranla hem daha yüksek, hem de istatistiki anlamda farklı bulunmuştur.

Çizelge 7. 5-2 mm arasındaki fraksiyon oranlarının (%) bakı ve derinlik kademelerine bağlı olarak değişimi

	0-20 cm	20-40 cm
Kuzey	23.76 ^b	28.97 ^a
Güney	28.73 ^a	29.65 ^a

Dinç ve diğ. (1987), toprak materyalinin iskelet parçacıklarının taksel parçacıklar ve kolloidal boyutlardan daha büyük olduklarını bununla birlikte, ana materyalden katılımla toprağa geçebilen mineral parçacıklardan oluştuklarını, kimyasal ayrışma ve taşınmanın etkilerine dayanıklı silisli parçacıklarla organik materyalleri içerdiklerini belirtmişlerdir [22]. Bu bilgiler ışığında toprak materyalinin iskelet kısmını oluşturan 5-2 mm arasındaki fraksiyonların kuzey bakı üst derinlik kademesinde düşük, güney bakı üst derinlik kademesinde ise daha yüksek bulunması olağan bir durumdur.

Nitekim yarı kurak iklime sahip alanlarda güney bakıların sürekli yarı kuraklık etkisinde kalabileceği ve nemli kuzey yamaçlarda yer alan toprak gelişiminin güney yamaçlarda bulunanlara oranla daha ilerlemiş olabileceği ileri sürülmekte, böylece güney bakılarda toprak gelişimin sınırlı kalacağı ve ana materyalin etkisini taşıyan karakterde toprakların oluştuğu belirtilmektedir [11, 23].

Bu durumda 5-2 mm arasındaki fraksiyon miktarlarındaki değişimin, yükselti kademelerinin etkisinde, kuzey ve güney bakılar arasındaki farklı sıcaklık ve nem koşullarından etkilendikleri, bu durum karşısında ana materyalin etkisini taşıyan ayrışma ürünlerinin ortaya çıktığı söylenebilir.

5 mm'den büyük fraksiyon oranları güney bakıdaki topraklarda (%11.13) kuzey bakıdaki topraklara (%7.80) oranla daha yüksek iken, belirlenen bu farklılık istatistiki anlamda önemsizdir. Arazi kullanım şekillerinde gösterdikleri değişim bakımından karşılaştırılan 5 mm'den büyük fraksiyonlar; orman topraklarında (%10.64) tarım ve mera topraklarına oranla daha yüksek değerlerde (%9.13 ve %8.72) iken, bunların farklılıkları istatistiki anlamda önemsizdir. 5 mm'den büyük fraksiyonların miktarı, I. Yükselti kademesinde (%12.42), II. ve III. Yükselti kademelerine (%8.19 ve %7.88) oranla daha yüksek, farklılıkları ise istatistiki anlamda 0.05 düzeyinde önemlidir. Üst toprak derinliğinde (0-20 cm) %8.85 olarak tespit edilen 5 mm'den büyük fraksiyonlar, alt derinlik kademesi (20-40 cm) topraklarında %10.14 saptanmıştır. İstatistiki

değerlendirmelerde ise aralarındaki farkın önemli olmadığı belirlenmiştir.

Bakı, arazi kullanım şekli, yükselti ve derinlik kademelerinin ayrı ayrı etkilerinden çıkan sonuç; 5 mm'den büyük fraksiyon miktarlarındaki farklılıkların yalnızca yükselti kademelerinde önemlilik gösterdiği tüm faktörlerin birbirleri ile etkileşimlerinde ise önemlilik göstermedikleridir.

Bir çok literatür çalışmasında ise yükselti kademesi arttıkça sıcaklığın düşmesi ile birlikte yağış etkinliğinin artacağı ve toprakta ayrışma koşullarının zayıflayacağı belirtilmektedir [17, 23, 24, 25, 26]. Bu bilgiler ışığında, araştırma alanı topraklarında topografya ve genel iklim koşulları etkisinde yükselti artışıyla kimyasal ayrışma koşullarının, yükselti azalmasıyla ise fiziksel ayrışma koşullarının zayıflayacağı ileri sürülebilir. Benzer şekilde, araştırma alanının dağlık nitelikte olması, sıcaklık ve nem koşullarının yükselti kademelerine bağlı olarak değişmesi nedeniyle I. Yükselti kademesinde kimyasal ve fiziksel ayrışma koşullarının birlikte yürüdüğü, ancak araştırma alanı koşulları genel olarak ele alındığında fiziksel ayrışma koşullarının baskın olduğu, bu durumun da 5 mm'den büyük fraksiyonların miktarında artışa neden olduğu söylenebilir.

Araştırma alanı topraklarında fraksiyon dağılımı istatistiki bakımdan incelendiğinde; genel olarak kum, kil ve toz fraksiyonları ile 2 mm'den küçük, 5-2 mm arası ve 5 mm'den büyük olan fraksiyonların ana materyalin ayrışma ürünlerinin özelliklerini taşıdıkları belirlenmiştir. Belirlenen faktörlerin etkileşimi söz konusu olduğunda ise, ince ve kaba fraksiyon dağılımlarının genellikle bakı ve yükselti kademelerinin etkisinde değişime uğradıkları tespit edilmiştir.

Kök Oranları

Araştırma alanı topraklarının belirlenen dört faktörün ayrı ayrı etkisinde gösterdiği değişim; kök oranlarının arazi kullanım şekilleri ve derinlik kademeleri dışında, sadece bakı-azazi kullanım şekli, bakı-derinlik kademesi kombinasyonlarında istatistiki anlamda önemli sonuçlar vermiştir. Bakı (%0.17 ve %0.11) ve yükselti kademeleri (%0.14, %0.17, %0.12) arasında ise önemsiz sonuçlar vermiştir. Arazi kullanım şekilleri ve derinlik kademelerinde belirlenen farklılıkları ise istatistiki anlamda 0.05 düzeyinde önemli bulunmuştur. Burada, orman topraklarında (%0.22) tarım ve mera topraklarına (%0.07 ve %0.14) oranla fazla bulunan kök oranı, üst derinlik kademesi topraklarında (%0.20) alt derinlik kademesi topraklarına (%0.08) oranla daha yüksek değerde bulunmuştur.

Araştırma alanında orman örtüsü; sarıçam ve titrek kavak ağırlıklı odunsu ve otsu türlerden, mera örtüsü ise otsu bitkiler ağırlıklı olmak üzere odunsu çalı formu kazanmış meşelerden oluşan bozuk orman ve mera alanlarından oluşmaktadır. Sarıçam ağaçlarında titrek kavak lehine bir artış, otsu bitki örtüsünde de çalı formu kazanmış meşe ve ardıç lehine bir artış görülmektedir.

Kök miktarlarının orman topraklarında daha fazla, tarım ve mera topraklarında ise daha az bulunmasının farklı kök

yayıllarına sahip olmalarından kaynaklandığı söylenebilir. Nitekim, yaygın bitki türleri bakımından değerlendirildiklerinde; orman ağaçlarının derin köklü, mera bitkilerinin ise genellikle sığ köklü oldukları bilinmektedir. Anız örtüsü altındaki tarım toprakları ise sığ köklü bitki türlerini kapsamaktadır. Burada, orman topraklarının derin kökleri ve toprak üstü bitki artıkları ile tarım ve mera topraklarından daha fazla kök artığı içermeleri olağan bir durumdur. Mera topraklarında kök oranlarının artış eğilimi göstermesi de mevcut bitki örtüsünden kaynaklanmaktadır.

Bununla birlikte, sığ topraklara sahip araştırma alanında kök yayılışının fazla derinde olmadığı, bu nedenle üst derinlik kademesi topraklarında daha fazla kök miktarına rastlandığı söylenebilir. Bu durumda, araştırma alanı topraklarındaki kök yayılışının bakı ve yükselti kademelerinin etkisinden çok, bitki örtüsünün kök karakteristiklerine bağlı olarak üst topraklarda yayılış gösterdiği ortaya çıkmıştır.

Literatür çalışmaları incelendiğinde, kök sistemlerinin yapısı ve yayılışı bakımından özellikle toprak oluşumu açısından önemli olduğu ifade edilmektedir. Bu çalışmalarda, çayır otlarının toprağa orman örtüsünden daha fazla organik madde katılmasını sağladığı, bunun nedeninin toprak altında ölen köklerin bitkilerin toprak üstü kısımlarından daha fazla organik madde üretmesi olarak değerlendirilmiştir [26, 27, 28, 29, 30].

Belirlenen etkileşim kombinasyonları, kök oranlarının bakıya bağlı olarak arazi kullanım şekillerinden ve derinlik kademelerinden etkilendiğini göstermektedir. Bakının tek başına alınması durumunda, kuzey ve güney bakı değerleri istatistiki anlamda farklı olmasa da kuzey bakıda kök oranlarının artış eğiliminde olduğu görülmüştür. Bu durum, sıcaklık ve nem unsurlarında meydana gelen farklılıkların bitki gelişimi üzerinde önemli derecede olmasa da kök gelişimi bakımından etkili olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlar; iklimin bitki gelişimi üzerindeki etkisiyle etken faktörler arasındaki karşılıklı etkileşimi gölgeleyici bir etki göstermesi bakımından dikkat çekicidir. Sonuç olarak arazi kullanım şekilleri ve derinlik kademelerindeki belirgin kök yayılış farklılıklarının kök miktarları üzerinde etkili olduğu ileri sürülebilir.

Maksimum Su Tutma Kapasitesi

Araştırmada dört faktörün etkileri ayrı ayrı incelendiğinde; maksimum su tutma kapasitesi, kuzey bakı topraklarında %24.59, güney bakı topraklarında %27.54 bulunurken, üst derinlik kademesi topraklarında %30.46, alt derinlik kademesi topraklarında ise %21.67 bulunmuştur. Bakılar ve derinlik kademeleri arasında belirlenen maksimum su tutma kapasitesindeki bu değişimler istatistiki anlamda 0.05 düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır. Arazi kullanım şekilleri (%26.86, %25.31, %26.02) ve yükselti kademelerinin (%24.83, %26.36, %27.00) etkileri ele alındığında ise ortaya çıkan farklılıkların istatistiki anlamda önemsiz olduğu belirlenmiştir.

Etkenler arasında ayrı ayrı belirlenen bu farklılıklara, tekstür ve organik maddeden kaynaklanan büyük ve

küçük boşlukların etkili olduğu söylenebilir. Kuzey ve güney bakı topraklarının organik maddeleri (%2.52-%2.25) arasında istatistiki anlamda önemli bir farklılık görülmezken, üst ve alt toprakların organik maddeleri (%3.18-%1.60) arasındaki farklılıkların 0.05 düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır. Tüm bunların yanında kil miktarı kuzey bakıdaki topraklarda artış eğilimi göstermiş, kum miktarları ise güney bakıdaki topraklarda fazla bulunurken, kil miktarı üst derinlik kademesindeki topraklarda daha az bulunmuştur. Bu durumda, güney bakı topraklarının maksimum su tutma kapasitesinde görülen değişimin istatistiki anlamda önemli olması, organik maddedeki artış eğiliminden çok, bu organik maddeden toprağa katılım olması yani ayrışmanın derecesi ile küçük boşlukların artışına etki etmesinden kaynaklandığı söylenebilir. Nitekim, Özyuvacı'da (1978) yaptığı bir çalışmada benzer tekstürlü toprakların hacim ağırlığı değerleri küçük olanların maksimum su tutma kapasitelerinin yüksek olduğunu belirlemiştir [6] .

Ancak, araştırma alanı topraklarında maksimum su tutma kapasitesi değerleri güney bakı topraklarında daha yüksek bulunmuştur. Bununla birlikte, hacim ağırlığı değerleri de güney bakı topraklarında daha yüksektir. Bu durum, maksimum su tutma kapasitesi ile hacim ağırlığı arasındaki ilişkilerin belirlenmesi bakımından ilginçtir. Stevenson ve Ardakani (1973) ise havalanma, su tutma kapasitesi ve geçirgenliğin organik madde tarafından önemli derecede etkilendiğini, kolay ayrışan organik artıkların sıklıkla ilavesinin toprak parçacıklarının agregatlar içerisinde bağlanmasını sağlayan kompleks organik maddenin sentezlenmesine neden olduğunu belirlemişlerdir [18]. Bu gibi agregatlar gevşek, açık ve granüler koşulları korumaları yoluyla, toprak profili boyunca suyun infiltrasyonunu ve perkolasyonunu sağlarlar. Bu nedenle, organik maddenin kumlu topraklarda bitkiye yararlı su miktarını arttırabileceği ifade edilmektedir.

Irmak (1968), bu duruma farklı bir yorum getirmiş ve toplam gözenek hacmi yanında bu gözeneklerin boyut ve düzeninin de etkili olduğunu ifade etmiştir [31]. Irmak'a göre kapillar su, topraktaki yaklaşık 30 mikrondan küçük olan gözenekleri işgal eder. Toprağın su tutma kapasitesini de temsil ettiği için kapillar gözenek hacmi hidrolojik bakımdan son derece önemlidir. Kapillar gözeneklerde tutulmuş su toprakta kalır ve su kaynaklarına ve oradan nehirlerle geçmez. Kapillar su miktarı toprağın tekstürüne bağlı olup, strüktür koşulları tarafından da etkilenmektedir. Örneğin gevşek bir kum toprağının, özellikle kaba taneli olduğunda, kapillar gözenek hacmi azdır. Fakat bu kum toprağı sıkıştırılmışsa taneler birbirlerine daha fazla yaklaşmış olacağından kapillar gözenek hacmi çoğalır ve tutulan kapillar su miktarı da artar. Ancak, araştırma alanı topraklarının kuzey ve güney bakı topraklarındaki organik madde içerikleri arasında istatistiki anlamda önemli bir fark yoktur.

Balcı (1996) ise toprakların su tutma kapasiteleri üzerinde kil mineralleri türünün etkili olabildiğini ifade ettiği çalışmada, egemen kil mineraline bağlı olarak agregat stabilitesinin değişebildiğini, mevcut agregatlar stabil ve dayanıklı olduklarında iri gözeneklerin tıkanmayacaklarını, böylece toprağın infiltrasyon ve perkolasyon kapasitelerinin toprak ıslanlığında bile yüksek düzeyde olacağını ifade etmiştir [7]. Araştırmacı, kil minerali türüne bağlı olarak toprakların erozyona karşı dirençlerinin de değişebildiğini belirtmiştir. Bu durumda, kil minerallerinin türü ve agregat stabilitesinin bilinmesinin kuzey ve güney bakı arasında belirlenen maksimum su tutma kapasitesindeki değişmeye açıklık getireceği söylenebilir. Nitekim maksimum su tutma kapasitesi güney bakıda kuzey bakıya oranla bir miktar yüksek bulunsun da, güney bakı topraklarının erozyon eğilimleri de daha yüksek bulunmuştur. Nitekim, montmorillonit kil minerallerinin kolaylıkla dispersiyona uğradıkları, bu nedenle bu kil minerallerinin egemen olduğu topraklarda infiltrasyon kapasitesinin ve agregat stabilitesinin çok düşük ve buna karşılık da erodibilitesinin daha yüksek olabileceği belirtilmiştir [13].

Tüm bu görüşler ışığında, maksimum su tutma kapasitesinin kuzey bakı topraklarında daha düşük bulunması; kuzey bakıdaki mevcut maki bitki örtüsünün ıslanmazlık sorunu yaratabileceği, bir başka ifade ile kuzey ve güney bakıdaki bitki örtüsü nedeniyle toprakta bir ıslanmazlık oluşabileceği veya toprak özellikleri çok sık değiştiğinden mevcut kil minerali türünün bu durum üzerinde etkili olacağı, bu konuların ise ayrıca araştırılması gerektiği söylenebilir.

Dört faktörün ayrı ayrı etkileri yanında birbirleri ile etkileşimleri söz konusu olduğunda, maksimum su tutma kapasitesinin bakı-arazi kullanım şekli-yükselti kademesi ve bakı-arazi kullanım şekli-yükselti kademesi-derinlik kademesi etkileşimlerinde istatistiki anlamda önemli farklılıklar gösterdiği ortaya çıkmıştır.

Araştırma alanı topraklarının bakı, arazi kullanım şekilleri, yükselti ve derinlik kademelerinin birbirleriyle etkileşiminden kaynaklanan maksimum su tutma kapasitesindeki değişimleri incelendiğinde, bakı-arazi kullanım şekilleri-yükselti ve derinlik kademeleri kombinasyonunda görülen maksimum su tutma kapasitesi değişimlerinde bakı ve yükselti etkisinde değişen ayrışma koşullarının etkili olduğu söylenebilir (Çizelge 8). Nitekim, orman ve mera topraklarının kök oranları tarım topraklarına oranla daha yüksek bulunmuştur. Bu alanlarda kök oranının yüksek bulunması aynı zamanda kök artıklarının çürümesi ile organik madde katkısı sağlayabileceklerine de işaret etmektedir.. Toprakların su tutma kapasiteleri üzerinde ayrışabilir organik madde, kil, toprağın ince kısmı ve gözeneklilik direkt olarak etkide bulunmaktadır.

Çizelge 8. Maksimum su tutma kapasitesinin (%) bakı, arazi kullanım şekli, yükselti ve derinlik kademesine bağlı olarak değişimi

		1700-1800 m		1800-1900 m		1900-2000 m	
		0-20 cm	20-40 cm	0-20 cm	20-40 cm	0-20 cm	20-40 cm
Kuzey	Orman	36.09 ^{bcd}	25.36 ^{efghilmn}	31.28 ^{bcdef}	19.71 ^{himnop}	18.86 ^{mnop}	11.48 ^p
	Tarım	24.21 ^{efghilmn}	19.04 ^{ilmnop}	31.62 ^{bcdefgh}	23.80 ^{efghilmn}	29.73 ^{bcdef}	18.14 ^{mnop}
	Mera	23.10 ^{efghilmn}	19.20 ^{ilmnop}	26.37 ^{efghil}	17.86 ^{nop}	40.21 ^{ab}	26.52 ^{defghil}
Güney	Orman	26.56 ^{efghil}	21.99 ^{efghilm}	27.46 ^{cdefg}	24.54 ^{efghilmn}	49.98 ^a	29.06 ^{cdef}
	Tarım	29.79 ^{bcdef}	25.49 ^{efghil}	36.79 ^{bcd}	11.69 ^{op}	28.12 ^{cdefghi}	25.31 ^{efghilmn}
	Mera	25.89 ^{efghilmn}	21.27 ^{ghilmn}	37.35 ^{bc}	27.88 ^{cdef}	24.92 ^{efghilmn}	21.70 ^{efghilmn}

Bu nedenle, maksimum su tutma kapasiteleri arasındaki farklılıkta tek etkenin mevcut organik madde olmasından çok, kök artıkları ve ayrışmadan kaynaklanan organik madde katılımı olduğu ileri sürülebilir. Bununla birlikte, özellikle hem kuzey bakı I. Yükselti kademesi topraklarında, hem de güney bakı III. Yükselti kademesi orman topraklarının üst derinlik kademesi topraklarında önemli düzeyde yüksek maksimum su tutma kapasitesi değerleri göstermeleri, bakı ve derinlik kademelerinde meydana gelen değişimlerin yalnızca III. Yükselti kademesi topraklarında daha etkili olduğunu göstermektedir (Çizelge 8).

Nem Ekiyalanı

Araştırma alanı topraklarının nem ekivalanı değerleri; I. Yükselti kademesinde (%18.05), II. ve III. Yükselti kademelerine (%16.37 ve %14.79) oranla daha yüksek bulunmuştur. Bununla birlikte bu özelliğin üst derinlik kademesinde (%18.60) alt derinlik kademesine (%14.20) göre daha yüksek düzeylerde olduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca nem ekivalanı değerlerinin değişimi derinlik kademelerinde (37.186), yükselti kademelerine (7.541) göre oldukça yüksek bir değer vermiştir.

Nem ekivalanlarındaki bu farklılıklar, etken faktörlerden sadece yükselti ve derinlik kademelerinde 0.05 düzeyinde önemli bulunurken, etkileşim kombinasyonlarının hiç birisinde önemli bulunmamıştır.

Nem ekivalanı değerlerinin, toprak tekstürü ve organik maddesine bağlı olarak değiştiği bir çok bilimsel çalışmada vurgulanmıştır [11, 13, 31, 32, 33]. Araştırma alanı topraklarına ait veriler de nem ekivalanının, tekstür ve organik madde içeriği ile bağlantılı olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte varyasyon analizi tablosuna bakıldığında kum, kil ve toz fraksiyonlarında meydana gelen değişimler üzerinde en fazla etkiye bulunan faktörlerin, yükselti ve derinlik kademeleri olduğu görülmektedir. Nem ekivalanlarındaki farklılıkların, üst derinlik kademesi topraklarında organik maddenin koloidal boyutta yüzey artışı sağlaması nedeniyle fazla su tutulmasına olanak yarattığından kaynaklandığı söylenebilir. I. Yükselti kademesi topraklarında ise kil oranının daha yüksek olmasının daha fazla su tutulmasına neden olduğu söylenebilir. Sonuç olarak, kil oranının I. Yükselti kademesinde (%21.92), II. ve III. Yükselti kademelerine (%11.77 ve %11.69) oranla yüksek bulunmasındaki nedenin; kaba tekstürlü olan araştırma alanı topraklarında büyük porların oranında bir azalmaya, buna karşılık küçük porların oranında artmaya neden olduğu ileri sürülebilir. Nitekim, nem ekivalanının

kil oranına bağlı olarak kumlu topraklardan killi topraklara doğru arttığı bilinmektedir [34, 35].

Araştırma alanı topraklarında yükselti kademelerinin organik madde miktarları arasında istatistiki bakımdan önemli bir farklılık görülmezken, üst derinlik kademesi topraklarındaki organik maddenin daha yüksek ve istatistiki bakımdan önemli olduğu belirlenmiştir.

Olsen (1986) , mevcut ölü örtüdeki ayrışmanın iklim unsurlarından nem ve sıcaklığın uygun olmalarına bağlı olarak sürmekte olduğunu, bu unsurlardan herhangi birinin uygun olmaması durumunda biyolojik aktivitenin azalmakta ve sonuç olarak organik maddenin toprak yüzeyinde birikmekte olduğunu belirtmiştir [15]. Bununla birlikte organik maddenin optimum şartlar altında ayrışmaya uğradığı da ifade edilmektedir. Böylece organik madde birikimi nedeniyle üst derinlik kademesi topraklarında organik maddenin yüksek olduğu, buna bağlı olarak üst derinlik kademesi topraklarında nem ekivalanı değerlerinin artış gösterdiği söylenebilir. Nitekim, araştırma alanı topraklarının organik madde içerikleri organik madde birikimini göstermektedir. Özhan (1982) da, Belgrad ormanında yaptığı çalışmada nem ekivalanı az olan toprakların ölü örtü kalınlığının da az olduğunu saptamıştır [36].

Belirlenen bu sonuçlar; araştırma alanı topraklarının nem ekivalanlarında meydana gelen değişimin, yalnızca yükselti ve derinlik kademesi faktörleri etkisinde ortaya çıktığını göstermiştir. Böylece yükselti kademelerinin toprak fraksiyonları üzerinde yarattığı etkinin, aralarında yakın ilişki bulunan nem ekivalanlarında da ortaya çıktığı ileri sürülebilir. Benzer şekilde, üst derinlik kademesi topraklarının daha yüksek nem ekivalanı değerine sahip olmasının; kök oranının dolaylı, organik madde miktarının ise direkt etkisi ile olduğu söylenebilir.

Permeabilite

Araştırma alanı topraklarının permeabilite değerleri; bakı (kuzey: 15.63 cm/saat-güney: 23.15 cm/saat), arazi kullanım şekilleri (orman: 30.08 cm/saat-tarım: 12.44 cm/saat-mera: 15.63 cm/saat) ve derinlik kademelerinin (0-20 cm: 25.57 cm/saat-20-40 cm: 13.21 cm/saat) ayrı ayrı etkili olmaları durumunda istatistiki anlamda önemli bulunmuştur. Bununla birlikte, I. Yükselti kademesindeki topraklarda (I.: 23.29 cm/saat), II. ve III. Yükselti kademelerindeki toprakların permeabilitesinden (II.: 19.41 cm/saat ve III.: 15.47 cm/saat) daha yüksek ortalamalar vermesine rağmen yükselti kademeleri

arasında belirlenen bu farkın istatistiki anlamda önemsiz olduğu saptanmıştır.

Literatürlerde de, permeabilitenin genel olarak toprak çeşidine, organik madde miktarına, gözenekliliğine ve gözeneklerinin iriliğine ve strüktürüne bağlı olduğu belirtilmektedir. Bu çalışmalarda, üst toprak daha kumlu ve organik maddece zengin olduğunda, toprakların iri gözenekli ve kırıntılı yapı kazandığı, bunun da toprağın geçirgenliğinin yüksek olmasını sağladığı ifade edilmektedir. Buna karşılık alt toprağın sıkı oturması, daha killi oluşu ve gözeneklerinin küçüklüğü, organik maddenin de az olması nedeniyle geçirgenliğinin önemli derecede azaldığı vurgulanmaktadır [14, 31, 33].

Permeabilite; etkileri ayrı ayrı belirlenen faktörler yanında bakı-arazi kullanım şekli, bakı-yükselti kademesi, bakı-arazi kullanım şekli-yükselti kademesi, bakı-derinlik kademesi, bakı-arazi kullanım şekli-derinlik kademesi, bakı-arazi kullanım şekli-yükselti kademesi-derinlik kademesi etkileşim kombinasyonlarında da istatistiki anlamda önemlilik göstermiştir. Elde edilen bu sonuçlar; permeabilite değerlerinde istatistiki anlamda önemlilik gösteren değişimin bakı, arazi kullanım şekilleri ve

derinlik kademeleri etkisinde gerçekleştiğini ortaya koymaktadır.

Bakı tek başına alındığında güney bakı toprakları daha geçirgen bulunurken, bakının arazi kullanım şekilleri üzerinde etkili olması durumunda (Çizelge 9), güney bakı orman toprakları kuzey bakı orman topraklarından istatistiki anlamda daha geçirgen bulunmuştur. Bununla birlikte, kuzey bakıdaki arazi kullanım şekillerinde benzer grupları oluşturan permeabilite değerleri, güney bakıdaki orman topraklarında mera topraklarına, mera toprakların da ise tarım topraklarına göre istatistiki anlamda daha geçirgen bulunmuştur. Bu durumda, arazi kullanım şekillerinde bitki örtüsüne bağlı strüktür gelişiminin permeabilite üzerinde etkili olduğu söylenebilir. Ayrıca güney bakı orman topraklarının kuzey bakı orman topraklarına oranla daha geçirgen olmaları da yine kil miktarının hem güney bakıdaki topraklarda, hem de orman topraklarında azalmasına bağlanabilir. Hidro-fiziksel toprak özelliklerinin araştırıldığı bir çok çalışmada da kil oranının artışına bağlı olarak geçirgenliğin azaldığı tespit edilmiştir.

Çizelge 9. Permeabilitenin (cm/saat) bakı ve arazi kullanım şekillerine bağlı olarak değişimi

	Orman	Tarım	Mera
Kuzey	18.24 ^b	14.20 ^{bc}	14.47 ^{bc}
Güney	41.93 ^a	10.69 ^c	16.82 ^b

Benzer sonuçlara araştırma alanı topraklarında da rastlandığından; tarım topraklarında hem kil miktarının yüksek olması, hem de toprak işlemeden kaynaklanan bir alt tabaka sıkışması olduğundan permeabilitelerinin orman topraklarından daha düşük bulunduğu, mera topraklarında ise ormandan açma ve bozuk mera

nitelikleri nedeniyle permeabilitelerinde azalma olduğu söylenebilir. Bakı ve yükselti kademelerinin etkileşiminden elde edilen sonuçlara göre (Çizelge 10) incelenen permeabiliteleri değerleri; bakıdan çok yükselti kademelerinin etkisinden söz edilebilir.

Çizelge 10. Permeabilitenin (cm/saat) bakı ve yükselti kademelerine bağlı olarak değişimi

	1700-1800 m	1800-1900 m	1900-2000 m
Kuzey	12.74 ^c	20.92 ^b	13.24 ^c
Güney	33.85 ^a	17.90 ^{bc}	17.70 ^{bc}

Araştırma alanında genel olarak iklim sabit gibi görünse de topografik etkenler nedeni ile mikroklima değişiklikleri, güney bakılarda yarı kuraklığın etkisini arttırmaktadır. Bu durum daha öncede açıklandığı gibi güney bakı topraklarında fiziksel ayrışma koşullarının baskın olmasına ve bu alanlarda toprakların kaba tekstürlü olmasına yol açmaktadır. Permeabilite ile bakı-yükselti kademesi etkileşimi (Çizelge 10) ve kil miktarı ile bakı-yükselti kademesi etkileşimi (Çizelge 4) birbirlerine paralel sonuçlar sergilemektedir. Bu sonuçlara dayanarak, toprak tekstürünün ana materyaldeki ayrışma ürünlerinin etkisini taşıdığı ve permeabilite üzerinde etkili olduğu

söylenebilir. Özyuvacı (1978) ve Şengönül (1984)'de çalışmalarında permeabilitenin ana kaya özelliklerine bağlı olarak değiştiğini tespit etmişlerdir [6, 37]. Bakının yükselti kademeleri ve arazi kullanım şekilleri ile etkileşimi permeabilite değerlerinin (Çizelge 11); genellikle kuzey bakı I. Yükselti kademesi orman, tarım ve mera topraklarında hem birbirleriyle hem de, güney bakı I., ve III. Yükselti kademelerinin tarım ve mera, II. Yükselti kademesinin ise mera topraklarıyla benzer olduğunu, ancak güney bakı I. Yükselti kademesi orman topraklarında bu değerlerden de yüksek olduğunu göstermiştir.

Çizelge 11. Permeabilitenin (cm/saat) bakı, arazi kullanım şekilleri ve yükselti kademelerine bağlı olarak değişimi

		1700-1800 m	1800-1900 m	1900-2000 m
Kuzey	Orman	10.39 ^{def}	23.04 ^{bcd}	21.28 ^{bcd}
	Tarım	13.43 ^{cdef}	19.97 ^{bcde}	9.19 ^{ef}
	Mera	14.40 ^{cdef}	19.74 ^{bcde}	9.27 ^{ef}
Güney	Orman	72.02 ^a	22.22 ^{bcd}	31.56 ^b
	Tarım	14.59 ^{cdef}	6.63 ^f	10.85 ^{def}
	Mera	14.95 ^{cdef}	24.85 ^{bc}	10.68 ^{def}

Bu durum büyük olasılıkla, kil oranlarının dolayısıyla tekstürün farklı etkileşimlerle, permeabilitede değişime neden olduğunu göstermektedir. Kum miktarının arttığı etkileşimlerde permeabilite artarken, kil miktarının etkili olduğu etkileşimlerde permeabilite azalmıştır. Benzer şekilde, Özyuvacı (1976) tarafından Arnavutköy deresi yağış havzasında yapılan çalışmada, permeabilitedeki artışın artan kum oranına dolayısıyla büyük porların artışına bağlı olduğu belirtilmiştir [38]. Bu durumda arazi kullanım şekilleri ve yükselti kademelerinin bakı etkisinde gösterdiği değişimin, nem koşulları nedeni ile tekstür özelliklerinden kaynaklandığı söylenebilir.

Bu değerlendirmelerden çıkan sonuç; ana materyalin ve iklim faktörlerinin etkisi altında gelişen toprakların, bakı ve derinlik kademelerinin ana materyalden kaynaklanan özelliklerin etkisini taşıyabileceğidir. Bu nedenle, tekstürün etkisi yanında bitki örtüsü durumunun da etkili olduğu söylenebilir. Toprağın hidro-fiziksel özellikleri üzerinde yapılan çalışmalar, gevşek yapıli kayaçlarda tekstürün permeabilite üzerinde belirleyici bir rol oynadığını göstermektedir.

Bununla birlikte, topraklarda organik madde miktarının artması, özellikle kumlu topraklarda orta ve küçük boşluk oranının yükselmesine neden olmaktadır. Bu durumun, organik maddelerin türü ve ayrışma ürünlerine bağlı olduğu da belirtilmektedir [10, 11, 31].

Belirlenen bulgulardan da görüleceği gibi; araştırma alanı topraklarının permeabiliterinde belirlenen farklılıklar, ayrı ayrı ele alınan dört faktörün 3'ünde ve 6 ikili etki kombinasyonunun 3'ünde, 4 üçlü kombinasyonun 2'sinde ve tek olan dörtlü karşılıklı etki kombinasyonunda önemlilik göstermiştir. Permeabiliterde rastlanan bu durum diğer özellikler ile karşılaştırıldığında dikkat çekicidir. Başka bir ifadeyle, bu durum araştırma alanı topraklarına konu edilen faktörlerin hem ayrı ayrı, hem de birlikte yaptıkları karşılıklı etkilerin çoğunun permeabilite üzerinde değişime neden olduğunu göstermektedir. Bu durumda bakı, arazi kullanım şekilleri ve derinlik kademelerinde ortaya çıkan farklılıkların mikroiklim değişiklikleri nedeniyle tekstür özelliklerinden kaynaklandığı ve bu durumun bitki örtüsü özelliklerinde de farklı koşullar yarattığı söylenebilir. Nitekim yalnızca bakı faktöründe ve bakı-derinlik kademesi etkileşiminde görülen F değerleri de bu durumun doğruluğunu açıklanması bakımından önemlidir.

Hacim Ağırlığı

Hacim ağırlığı değerlerindeki farklılıklar; ayrı ayrı etkileri bakımından ele alınan dört faktörden sadece bakılar

arasında ve belirlenen dört faktörün etki kombinasyonlarından sadece bakı-arazi kullanım şekli-yükselti kademesi etkileşiminde istatistiki anlamda 0.05 düzeyinde önemlilik göstermiştir.

Kolloidal kil minerallerinin ve organik maddenin agregatların oluşumunu sağladığı, bununla birlikte yarı kurak bölgelerde agregat gelişiminin zayıf olduğu bilindiğine göre; bakı etkisinde yükselti kademelerine bağlı olarak kolloidal boyuttaki kil fraksiyonlarının artması olağan karşılanmıştır. O halde kuzey bakı topraklarında ve I. Yükselti kademesinde yüksek bulunan kil bölümünün orman topraklarında agregat oluşumunu arttırdığı, ancak kuzey bakıda bulunan III. Yükselti kademesi ve orman topraklarında kum bölümünün fazla olması nedeni ile agregat gelişiminin daha zayıf olduğu söylenebilir. Bu durumun, yüksek dağlık arazilerin kuzey ve güney bakıları arasındaki sıcaklık farklılıklarından kaynaklanacağı gibi, yükselti kademesi arttıkça sıcaklığın düşmesi ile ilgili olabileceği de söylenebilir. Bununla birlikte bir başka çalışmada toprak tekstürünün arazinin topografik yapısına göre değiştiği, bu durumun hacim ağırlığı değerlerini de etkilediği belirtilmiştir [38]. Nitekim arazinin dağlık nitelikte olması, derinlik ve yükselti kademelerinde belirlenen tekstür farklılıklarının, topografik değişkenlerin etkisiyle değişen kil fraksiyonlarının taşınma ve birikmesinden kaynaklandığı da bilinmektedir.

Bu durumda, hacim ağırlığındaki değişimlerin büyük oranda, bakılardaki tekstür farkından kaynaklandığı, değişen oranlarda organik madde katılımının bu değişimde etkili olduğu söylenebilir. Bu durum, bitki örtüsü gelişiminin bakı etkisinde az da olsa, değiştiğini (özellikle kuzey bakıda I. ve II. Yükselti kademelerinde daha iyi geliştiği), bunun da toprak strüktüründe farklılık yarattığını göstermektedir. Nitekim Çizelge varyans bakıldığında; istatistiki anlamda önemlilik taşıyan değer bakı etkisinde ortaya çıkmıştır.

Tane Yoğunluğu

İstatistiki anlamda derinlik ve yükselti kademelerinin ayrı ayrı etkili olması yanında, bakı-yükselti kademesi ve arazi kullanım şekli-derinlik kademesinin yer aldığı karşılıklı etki kombinasyonlarında önemlilik taşıyan tane yoğunluğu farklılıkları, en yüksek önemlilik seviyesine ayrı ayrı etkileri belirlenen derinlik kademelerinde ve karşılıklı etkileri belirlenen arazi kullanım şekli-derinlik kademesi kombinasyonunda ulaşmıştır.

Araştırma alanı topraklarının bakı, arazi kullanım şekilleri, yükselti ve derinlik kademelerinde belirlenen ortalama tane yoğunluğu 2.80 gr/cm³ olup, araştırma alanı topraklarında organik maddenin oldukça düşük

miktarlarda olduğunu ortaya koymaktadır. Böylece tane yoğunluklarında belirlenen farklılıkların, organik madde içeriğinin yarattığı farklılıklardan kaynaklandığı söylenebilir. Bu durumda, yükselti ve derinlik kademelerindeki farklılıkların tane yoğunluğu değişiminde önemli bir etkiye sahip olduğu ileri sürülebilir.

Porosite (Toplam Boşluk Hacmi)

Araştırma alanı topraklarının porositerinde; bakı, yükselti ve derinlik kademeleri ayrı ayrı alındıklarında istatistiki anlamda önemli farklar olurken, arazi kullanım şekli ayrı alındığında önemli düzeyde bir fark olmamıştır. Tüm faktörlerin birbirleri ile etkileşiminde ise sadece bakı-azazi kullanım şekli-yükselti kademesi kombinasyonunda istatistiki anlamda önemli sonuçlar elde edilmiştir.

Elde edilen literatür verilerine ve arazi gözlemlerine dayanarak, kuzey bakı orman topraklarının tarım ve mera topraklarına göre gösterdikleri farklılığın yalnızca III. Yükselti kademesinde belirgin olduğu söylenebilir. Burada, bakı x arazi kullanım şekilleri ve derinlik kademelerinin etkileşimlerine göre orman topraklarının hacim ağırlığı artarken (1.54 gr/cm^3) porositeri azalmıştır (%46.87). Ancak aynı değerlere ait organik madde içeriklerinin yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum porositenin hacim ağırlığı ile olan ilişkisi bakımından değerlendirildiğinde; arazi kullanım şekillerinde ortaya çıkan değişimin geçmiş uygulamalardan kaynaklandığı, bu değişimde organik maddenin yanında tane yoğunluğunun da etkili olduğu düşünülmelidir.

Erozyon Eğilimi

Dispersiyon oranı

Dispersiyon oranı farklılıkları; bakı, arazi kullanım şekli, yükselti ve derinlik kademesi faktörleri ayrı ayrı alındığında, bakı ve yükselti kademelerinin etkilerinde istatistiki anlamda önemli, arazi kullanım şekilleri ve derinlik kademelerinin ayrı ayrı etkileri karşısında ise önemsiz olmuştur. Bununla birlikte, tüm faktörlerin etkileşim kombinasyonlarından sadece bakı-azazi kullanım şekli-yükselti kademesi kombinasyonlarında önemlidir.

Bu sonuçtan hareketle, araştırma alanında yarı kurak iklim nedeniyle agregatlaşma koşullarının iyi olmadığı ancak, nem ve sıcaklık koşullarının kuzey bakı ve I. Yükselti kademesi topraklarında agregat gelişimini az da olsa geliştirdiği söylenebilir. Ancak toprak örneklerinin hepsi, dispersiyon oranı yöntemine göre erozyona oldukça duyarlı olarak bulunmuştur. Bu durum da agregat gelişiminin yetersiz olduğunu göstermektedir. Nitekim, saptanan değerler sınır değer %15'in oldukça üzerindedir.

Kil oranları; tarım topraklarında istatistiki anlamda önemlilik, organik madde içerikleri ise önemsizlik taşımaktadır. Bununla birlikte, organik madde içerikleri tarım topraklarında azalma, orman ve mera topraklarında ise artış eğilimi gösterirken, kil oranları yalnızca tarım topraklarında artış göstermiştir. Burada tarım topraklarındaki kil oranları artışının yeni bir oluşum

içinde olmasından çok, birikme koşullarından ve toprak işleme nedeni ile artış gösterdiği bilindiğine göre, dispersiyon oranlarında da farklılık olmaması doğaldır. Nitekim dispersiyon oranı yönteminde kullanılan unsurlar arasında da çok yüksek farklılıklar yoktur. Karagül (1994) ise, Trabzon Söğütödere yağış havzasında, farklı arazi kullanım şekilleri altındaki toprakların erozyon eğilimlerini incelediği araştırmasında tarım topraklarının dispersiyon oranı değerleri bakımından daha yüksek değer aldıklarını ve erozyona karşı nispeten daha duyarlı olduklarını belirlenmiştir [39]

Bryan (1968) ise dispersiyon oranını, topraktaki primer taneciklerin bir araya gelerek oluşturduğu sekonder taneciklerin su ile dispersleşip daha sonra yine suyun taşıma gücüyle hareket ettiği görüşünden hareketle, topraklarda dispersleştirme yapılmadan önce belirlenen kil+toz miktarının, aynı toprakta tam bir dispersleştirmeden sonra belirlenen kil+toz miktarına oranlanması ile elde edilen değer olarak ifade etmiştir [40]. Bu indekste organik maddenin toprak taneciklerini birbirine bağlayıcı etkisi göz önüne alındığında, aynı tekstürdeki topraklarda organik madde içeriği daha fazla olanın daha az dispersleşmesi gerektiğini de vurgulamıştır.

Üst ve alt derinlik kademesi topraklarında da yüksek bulunan dispersiyon oranları üst topraklar kadar alt toprakların da erozyon eğilimi taşıdıklarını göstermektedir. Bu durum, üst topraklar korunarak kullanılmadıkları takdirde, alt derinlik kademesi topraklarının da erozyona uğrayabileceğine işaret etmektedir. Özyuvacı (1978), su üretimi açısından önemli olan alanlarda bu durumun dikkate alınması gerektiğini vurgulamıştır [6]. Araştırma alanı topraklarının yarı kurak, az nemli ve düşük sıcaklıkta bir iklimde yer alması kimyasal ayrışma koşullarının zayıflamasına, özellikle güney bakılarda fiziksel ayrışma koşullarının baskın hale gelmesine neden olmuştur. Böylece güney yamaçlarda sınırlı kalan toprak oluşumu, mevcut toprakların kolayca erozyona uğrayacaklarını göstermektedir. Hem güney bakı, hem de II. ve III. Yükselti kademelerinde kil miktarının düşük olması bu alanlarda kolloidal boyuttaki kil fraksiyonlarının kaba fraksiyonlara sahip olan araştırma alanı toprakları üzerinde yeterince birleştirici etkide bulunmadığını bu nedenle toprakların kolaylıkla çözünerek taşınabildiklerini göstermektedir.

Okatan (1987) ise, Trabzon-Meryemana deresi yağış havzasında yaptığı çalışmada dispersiyon oranlarını, 1800-2200 m yükselti kademesinde 2200-2600 m yükselti kademesine oranla daha büyük olduğunu bulmuştur. Bu durumun, dispersleştirilmiş kil+toz oranlarının 1800-2200 m yükselti kademesinde önemli ölçüde daha küçük bulunuşundan kaynaklandığını dolayısıyla bu kademedeki toprakların erozyona daha eğilimli olduklarını ifade etmiştir [41].

Tüm değerlendirmeler ışığında, araştırma alanı topraklarının dispersiyon oranlarındaki değişimin ana materyalin ayrışma ürünlerine bağlı olarak tekstürlerinden kaynaklandığı ve bu durum üzerinde etkili olan diğer faktörlerin bakı ve yükselti kademeleri olduğu söylenebilir. Araştırma alanı topraklarının belirlenen dispersiyon oranı değerlerinin tüm örneklerde %15'den

büyük olması da erozyona duyarlı topraklar olarak tanımlanmalarını gerektirmektedir.

Organik Madde

Organik madde miktarında belirlenen farklılıklar, yalnızca derinlik kademesinde önemlilik göstermiştir. Bakı, arazi kullanım şekilleri ve yükselti kademelerinde belirlenen farklılıklar ise istatistiki anlamda önemsiz bulunsa da, organik madde miktarlarının kuzey bakı, orman ve mera toprakları ile I. ve III. Yükselti kademelerinde artış eğiliminde olduğu gözlenmiştir.

Organik madde kaynağının kök, sap gibi ürün artıkları, yaprak gibi döküntüler, ölü hayvanlar ve toprağa verilen organik gübreler olduğu düşünülürse, genel olarak orman topraklarının tarım topraklarına oranla daha çok organik madde içerecekleri bilinir. Nitekim arazi kullanım şekilleri etkin faktör alındığında, orman topraklarında tarım topraklarına oranla artış eğiliminde bulunduğu ve mera toprakları ile yakın değerlerde oldukları ortaya çıkmıştır. Organik maddenin parçalanması ve ayrışması bir çok faktörlerin etkisi altındadır. Benzer şekilde, organik maddenin miktarı ve özelliği üzerine, iklimin, arazi kullanım şeklinin ve organik gübrelemenin etkisi olduğu da bilinmektedir.

Arazi kullanım şekilleri etken faktör alındığında; organik madde içeriği orman, tarım ve mera topraklarında sırasıyla %2.67, %2.05, %2.44'dir. Ancak bu değerler arasında istatistiki anlamda önemli bir fark yoktur. Kök oranları ise sırasıyla %0.22, %0.07 ve %0.14 olup, tarım toprakları ile orman ve mera toprakları arasındaki fark istatistiki anlamda önemlidir. Burada, tarım topraklarında kök oranlarının önemli düzeyde azalmayla birlikte, organik maddenin bir miktar düşüş eğiliminde olması, kök kalıntılarının miktarı ve niteliği ile ilgilidir. Benzer şekilde orman ve mera topraklarında kök oranları artarken, organik madde içeriklerinde de bir artış eğilimi olmuştur. Benzer durum, üst ve alt toprakların organik madde ve kök oranlarında da görülmektedir. Bu durumda organik madde miktarının, kök yayılımı ve mevcut bitki artıklarının miktarı ile değiştiği, bu değişimde iklim

nedeni ile ayrışma koşullarının daha da zayıflamasının etkili olduğu söylenebilir.

Bakı, arazi kullanım şekilleri, derinlik ve yükselti kademelerinin etkileşimleri ele alındığında ise, sadece bakı-azazi kullanım şekilleri-yükselti kademeleri ile arazi kullanım şekilleri-yükselti ve derinlik kademeleri kombinasyonlarında istatistiki anlamda önemli farklar olduğu ortaya çıkmıştır.

Yükselti ve bakı koşullarına bağlı olarak sıcaklık ve nem koşullarının değiştiği ve bunun da ayrışma hızı üzerinde etkili olduğu bilinmektedir. Buna bağlı olarak organik madde miktarının güney bakı topraklarında ve yükselti kademelerine paralel olarak, ancak uygun koşullarda artacağı söylenebilir. Bu durumda organik madde miktarı üzerinde, arazi kullanım şekilleri ve bakı yanında daha çok, yükselti kademeleri nedeni ile değişen sıcaklık ve nem koşullarının etkili olduğu söylenebilir.

Rovira ve Vallejo (1991), toprak yüzeyine katılan organik materyal miktarı ve kalitesinin organik materyallerin parçalanması ve toprak içine alınmasında etkili olacağını ifade etmişlerdir [42]. Genellikle orman topraklarında organik madde miktarının yüksek olduğu da bilinen bir gerçektir. Ancak araştırma alanında hem orman, hem de meralar bozuk alan niteliği taşıırken, tarım alanları anız örtüsü altındadır. Araştırma alanı topraklarında iklim nedeni ile organik madde birikimi daha fazla olacağından, her ne kadar bozuk alan niteliğinde de olsa, mevcut organik madde bakımından orman ve mera topraklarının benzerlik göstereceği, tarım topraklarında ise anız örtülü tarım nedeniyle bir miktar farklılık olacağı ileri sürülebilir. Bununla birlikte, organik madde miktarındaki değişimin, yükselti ve bakı etkisinde gelişen ayrışma-birikme koşullarına bağlı olarak farklı olacağı da söylenebilir.

Arazi kullanım şekli- yükselti kademesi-derinlik kademesi etkileşiminde (Çizelge 12); arazi kullanım şekillerinin organik madde oluşumu üzerindeki etkisini göstermektedir.

Çizelge 12. Organik maddenin (%) arazi kullanım şekilleri, yükselti ve derinlik kademelerine bağlı olarak değişimi

	1700-1800 m		1800-1900 m		1900-2000 m	
	0-20 cm	20-40 cm	0-20 cm	20-40 cm	0-20 cm	20-40 cm
Orman	3.02 ^{abc}	1.18 ^{efg}	3.71 ^{ab}	2.10 ^{def}	3.75 ^a	1.67 ^{efgh}
Tarım	4.05 ^a	1.43 ^{gh}	1.71 ^{efgh}	1.17 ^h	2.32 ^{cde}	1.60 ^{efgh}
Mera	3.23 ^{abc}	1.56 ^{efgh}	2.96 ^{bcd}	1.68 ^{efgh}	3.84 ^{ab}	1.37 ^{gh}

Sonuç

Araştırma alanı topraklarının hidro-fiziksel özelliklerinin incelenmesinden çıkan sonuçlara göre, hidro-fiziksel özelliklerin büyük ölçüde ana materyalin ayrışma ürünlerinin özelliklerini taşıdığı ve topografik etkenler nedeni ile önemli ölçüde bakı ve yükselti kademelerindeki değişimlerden etkilendikleri, yarı

kurak koşullarda zayıf bitki örtüsü nedeniyle arazi kullanım şeklinden kaynaklanan etkisinin sınırlı kaldığı söylenebilir. Nitekim, araştırma alanı topraklarına ait 15 özellikten; 9'u yükselti kademesi, 3'ü arazi kullanım

şekli, 10'u derinlik kademesi ve 8'i bakıya göre olmak üzere 0.05 güven düzeyinde farklılık göstermişlerdir. Karşılıklı etkileşimlerde ise bakı-azazi kullanım şekli-yükselti kademesi etkileşimi, incelenen hidro-fiziksel toprak özelliklerinden 6'sını etkilemek suretiyle en ön sırada yer almıştır. Bu olgu, söz konusu hidro-fiziksel toprak özelliklerinde meydana gelen değişimin tesadüflerden ileri gelmeyip belirtilen faktörlerin etkisiyle meydana geldiğini göstermektedir. Bunun yanı sıra, erozyona eğilimli oldukları belirlenen araştırma alanı topraklarının su veriminin geliştirilmesi bakımından risk taşıdıkları, bu nedenle mevcut bitki örtüsünün korunarak

kullanılmasının su verimi özellikle su kalitesi açısından büyük önem taşıdığı söylenebilir.

Gerçekleştirilen bu çalışmadan elde edilen sonuçlar şu şekilde özetlenebilir;

Araştırmada incelenen hidro-fiziksel toprak özellikleri; derinlik kademeleri başta olmak üzere, bakı ve yükselti kademeleri etkisinde değişime uğrarken, bu özellikler arazi kullanım şekillerinden daha az etkilenmişlerdir.

Bakı, yükselti ve derinlik kademelerinin hidro-fiziksel toprak özelliklerini etkilemeleri, genel iklim koşullarıyla ilişkilendirilebilir.

İncelenen hidro-fiziksel toprak özelliklerinin, bunları etkileyen faktörlere göre değişimi sıralandığında; Toprak fraksiyonlarından kum, bakı ve yükselti kademelerine; kil, arazi kullanım şekilleri, yükselti ve derinlik kademelerine; toz, yükselti ve derinlik kademelerine; 2 mm'den küçük fraksiyon oranları bakı, yükselti ve derinlik kademelerine; 5-2 mm arasındaki fraksiyon oranları bakı; 5 mm'den büyük fraksiyon oranları yükselti kademelerine; kök oranları, arazi kullanım şekilleri ve derinlik kademelerine; maksimum su tutma kapasitesi, bakı ve derinlik kademelerine; nem ekivalanı, yükselti ve derinlik kademelerine; permeabilite bakı, arazi kullanım şekilleri ve derinlik kademelerine; hacim ağırlığı bakıya; tane yoğunluğu, yükselti ve derinlik kademelerine; porosite bakı, yükselti ve derinlik

kademelerine; organik madde derinlik kademelerine bağlı olarak değişime uğramıştır. Dispersiyon oranında değişime neden olan etkenler ise bakı ve yükselti kademeleri olmuştur.

Araştırma alanı topraklarında geçirgenlik; belirlenen geçirgenlik sınıfları ile karşılaştırıldığında genel olarak orta hızlı ile çok hızlı arasında değişmektedir. Ancak, toprakların erozyon eğilimlerinin yüksek, derinliklerinin ise sığ olması, üst topraklar korunarak kullanılmadıkları takdirde, erozyon olgusunun meydana geleceğini ortaya koymaktadır. Erozyon eğiliminin yüksekliği nedeniyle meydana gelecek aşırı taşınma toprak derinliğini daha da sığlaştırarak su tutma kapasitesinin azalmasına yol açabilir. Araştırma alanından su üretimi bakımından önemli bir işlev beklenmesi bu durumun dikkate alınmasını gerektirmektedir.

Araştırma alanının yarı kurak ve az yağışlı bir iklim tipine sahip olması, bitki örtüsü niteliklerinde önemli bir farklılık oluşmamasına neden olmuştur. Aynı durumu, hidro-fiziksel toprak özelliklerinde de izlemek mümkündür. Bu nedenle arazi kullanım şekilleri hidro-fiziksel toprak özellikleri üzerinde önemli derecede etkili olamamıştır. Benzer şekilde, iklim ve topografik etkenler nedeniyle kimyasal ayrışma koşullarının zayıf, ancak özellikle fiziksel ayrışma koşullarının hakim olduğu ve bu durumun hidro-fiziksel toprak özelliklerine meydana gelen değişim üzerinde önemli ölçüde etkili olduğu saptanmıştır.

Thesis (Ph.D.) Dissertation, University of Washington, Seattle-Washington, USA.

Kaynaklar

- [1]. Hızal, A., 1997, Düzce Kaynaşlı Yöresinde Meydana Gelen Sel Olayının Nedenleri ve Alınması Gerekli Önlemler, Ormanlık Haftası Konferansları, AİBÜ, Orman Fakültesi Konferansları 4. 22-26, Kaynaşlı, Düzce-Bolu.
- [2]. Piper, C. S., 1950, Soil and Plant Analysis. Interscience Publishers Inc. New York.
- [3]. Gülçur, F., 1974, Toprağın Fiziksel Ve Kimyasal Analiz Metodları, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No. 201, Kutulmuş Matbaası, İstanbul.
- [4]. 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.
- [5]. Marvin, D. H., David, F. O. Jr., Louis, J. M., 1954, Soil Sampling for Pore Space And Percolation, Southeastern Forest Experiment Station, Paper No.4.
- [6]. Özyuvacı, N., 1978, Kocaeli Yarımadası Topraklarında Erozyon Eğiliminin Hidrolojik Toprak Özelliklerine Bağlı Olarak Değişimi, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No:233, İ.Ü. Orman Fakültesi Havza Amenajmanı Kürsüsü, İstanbul.
- [7]. Balcı, A. N., 1996, Toprak Koruması, İ.Ü. Orman Fakültesi, Havza Amenajmanı Dalı, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 439, İ.Ü. Basımevi ve Film Merkezi, İstanbul.
- [8]. Balcı, A. N., 1964, Physical, Chemical and Hydrological Properties Of Certain Western Washington Forest Floor Types, kademelerine; organik madde derinlik kademelerine bağlı olarak değişime uğramıştır. Dispersiyon oranında değişime neden olan etkenler ise bakı ve yükselti kademeleri olmuştur.
- [9] Kantarcı, M. D., 2000, Toprak İlimi, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 462, İkinci Basım, Çantay Basınevi, İstanbul.
- [10]. Wilding, L. P., Smeck, N.E., Hall, G.F., 1985, Pedogenesis and Soil Taxonomy, Series I and II, Elsevier, Amsterdam, Holland.
- [11]. Kantarcı, M. D., 1980, Ilıman İklim Koşullarında Toprak Kesitinde Kil Taşınması ve Birikmesi Olayı Üzerine Araştırmalar, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Cilt 30, Sayı 2, Bahçeköy-İstanbul.
- [12]. Schachtschable, P., Blume, H. P., Brummer, G., Hartge, K. H., Schwertmann, U., Özbek, H., Gök, M., Kaptan, H., 1993, Toprak Bilimi, Ç.Ü. Yayınları No: 135, 12. Baskı, Adana.
- [13]. Atalay, İ., 1989, Toprak Coğrafyası, Ege Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi Yayınları No:8, Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova-İzmir.
- [14]. Lal, R., Greenland, D.J., 1979, Soil Physical Properties and Crop Production in the Tropics, Wiley, Chichester, UK.
- [15]. Olsen, S. R., 1986, The Role of Organic Matter and Ammonium in Producing High Corn Yields. pp: 29-70. in Y. Chen and Y. Avnimelech (Ed.), The Role of Organic Matter in Modern Agriculture. Martinus Nijhoff Publ., Dordrecht.
- [16]. Sevim, M., 1955, İklim-Toprak Teşekküllü Münasebetleri, Klimatik Toprak Tipleri ve Başlıca Özellikleri, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt 5, Sayı 2.

- [17] Tisdall, J., Oades, J.M., 1982, Organic Matter and Water-Stable Aggregates in Soils. *J. Soil Sci.*, Volume 33, pp: 141-163.
- [18]. Stevenson, F. J., Ardakani M. S., 1973, Micronutrients In Agriculture, Soil Science Society of American Journal, Madison (Wisc.), U.S.A.
- [19]. Klute, A., 1986, Physical And Mineralogical Methods, Agronomy No. 9 (Part 1), Madison, Wisc., USA.
- [20]. Jackson, M.L., G. D. Sherman, 1953, Chemical Weathering of Minerals in Soils, *Adv. Agron.*, Volume 5, pp: 219-318.
- [21]. Fitzpatrick, E. A., 1980, Soils Their Formation, Classification and Distribution. Longman, London and New York.
- [22]. Dinç, U., Kapur, S., Özbek, H., Şenol, S., 1987, Toprak Genesisi ve Sınıflandırılması, Ç.Ü. Yayınları Ders Kitabı: 7.1.3, Ç.Ü. Basımevi, Adana.
- [23]. Gessel, S. P., Balcı, N.A., 1963, Amount and Composition of Forest Floor Under Western Washington Forests. 2 nd. North Amer. Forest Soils Conference, Oregon State University, Corvallis, Oregon, U.S.A.
- [24]. Ergene, A., 1972, Toprak Biliminin Esasları, A.Ü. Yayınları No. 245/A, Ders Kitapları Serisi No. 9, A.Ü. Basımevi, Erzurum.
- [25]. Buol, S.W., Hole, F. D., Mc Cracken, R. J., 1973, Present Soil Forming Factors and Processes in Arid And Semiarid Regions. *Soil Science Volume 99*, pp: 45-49.
- [26]. Kantarcı, M. D., 1981, Kuzey Trakya Orman Yetiştirme Bölgesinde Granit Anataşı Üstündeki Bir Toprak Katenasının Analitik Olarak İncelenmesi, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Cilt 31, Sayı 1, Bahçeköy-İstanbul
- [27]. Stevenson, F. J., 1982, Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reactions. Wiley-Interscience, New York.
- [28]. Kiepe, P., 1995, No Runoff, No Soil Loss: Soil and Water Conservation in Hedgerow Barrier Systems, *Geoderma 66*, 113-120.
- [29]. Young, A., 1997, Agroforestry for Soil Management; Second Edition, Chapter 5, pp 108-109, ISBN 0 85199 1890.
- [30]. Balcı, N., Özyuvacı, N., 1988, Orman ve Mera Hidrolojisi, Havza Amenajmanı Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Ders Notları, İ.Ü. Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü.
- [31]. Irmak, A., 1968, Toprak İlimi, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No.121, Becid Basımevi, İstanbul.
- [32]. Çevik, B., 1999, Toprak ve Su Koruma Mühendisliği, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Ders Kitapları Yayın No. A-71, Ziraat Fakültesi Ofset Atölyesi, Adana.
- [33]. Kırdı, C., Sarıyev, A., 2002, Toprak Fizigi, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi, Ders Kitapları Yayın No. A-79, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Ofset Atölyesi, Adana.
- [34]. Öztan, Y., 1980, Meryemana Deresi Havzasındaki Mera ve Orman Arazisinde Otlatmanın Değişik Etmenlerle İlişkili Olarak Fiziksel ve Hidrolojik Toprak Özellikleri Üzerindeki Etkileri, *K.T.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, 3-1, 74-104, Trabzon.
- [35]. Boix-Fayos, C., Calvo-Cases, A., Imeson, A. C., Soriano-Soto, M. D., 2002, Influence of Soil Properties on the Aggregation of Some Mediterranean Soils and the Use of Aggregate Size and Stability As Land Degradation Indicators, *Catena*, Volume 44, Issue 1, pp: 47-67.
- [36]. Özhan, S., 1982, Belgrad Ormanındaki Bazı Meşcerelerde Evapotranspirasyonun Deneysel Olarak Saptanması ve Sonuçların Ampirik Modellerle Karşılaştırılması, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 311, İstanbul.
- [37]. Şengönül, K., 1984, Marmara Bölgesi-Armutlu Yarımadası- Koşullarında Güç İslanan Toprakların Oluşumu Üzerinde Etkili Olan Faktörler, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 363 , İ.Ü. Havza Amenajmanı Bilim Dalı, İstanbul.
- [38]. Özyuvacı, N., 1976, Arnavutköy Deresi Yağış Havzasında Hidrolojik Durumu Etkileyen Bazı Bitki-Toprak- Su İlişkileri, İ.Ü. Orman Fakültesi Ormanlık Coğrafyası ve Yakın Şark Ormanlığı Kürsüsü, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 221, Kutulmuş Matbaası, İstanbul.
- [39]. Karagül, R., 1994, Trabzon-Söğütlüdere Havzasında Farklı Arazi Kullanım Şekilleri Altındaki Toprakların Bazı Özellikleri ile Erozyon Eğiliminin Araştırılması, Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- [40]. Bryan, B. R., 1968, The Development, Use and Efficiency of Indices of Soil Erodibility. *Geoderma*, Volume 2, 1968/1969, Elsevier, Amsterdam.
- [41]. Okatan, A., 1987, Trabzon-Meryemana Deresi Yağış Havzası Alpin Meralarının Bazı Fiziksel ve Hidrolojik Toprak Özellikleri ile Vejetasyon Yapısı Üzerine Araştırmalar, Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, Yayın No: 664, Ankara.
- [42]. Rovira, P., Vallejo, V. R., 1991, Organic Carbon and Nitrogen Mineralization Under Mediterranean Climatic Conditions, The Effects of Incubation. Dept., Soil Biol. Biochem., Volume 29, No: 9110, Pp: 1509-1520.