

Farklı Tekstür Sınıfındaki Topraklarda Elektromanyetik Dalgaların Davranışları

Turhan Koyuncu¹, Coşkun Gülser², Yunus Pınar¹

¹Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü, 55139-Kurupelit / Samsun

²Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, 55139-Kurupelit / Samsun
tkoyuncu@omu.edu.tr

Özet : Bu çalışmada, değişik hacim ağırlığına, organik madde miktarına ve gravimetrik su içeriğine sahip farklı tekstür sınıflarındaki topraklarda, elektriksel iletkenliğin ve elektromanyetik dalgaların toprak yüzeyindeki ve farklı toprak katmanlarındaki davranışları araştırılmıştır. Bütün denemeler, yüzey örtüsünden yoksun doğal tarım alanlarında yapılmıştır. Elektriksel iletkenlik değerlerine ait veriler arasındaki düşük hassasiyet ve yüksek farktan dolayı, tarım alanlarında kullanılmasının uygun olmadığı görülmüştür. Fakat, farklı tekstür gruplarında yer alan toprakların, elektromanyetik dalgalara karşı gösterdiği reaksiyonun ve toprak katmanlarındaki davranışlarının önemli derecede değişim göstermesi, elektromanyetik dalgaların bazı toprak özelliklerini tahmin etmede ve belirlemede kullanılabileceğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Toprak özellikleri, tekstür, elektriksel iletkenlik, elektromanyetik dalgalar

Behaviours of Electromagnetic Waves in Soils at Different Textural Classes

Abstract : In this study, behaves of electrical conductivity and electromagnetic waves in soils at different textural classes having different bulk density, organic matter content and gravimetric water content were investigated at soil surface and different soil layers. All experiments were conducted in natural agricultural area whose surfaces covered without any material. The results indicated that it is not appropriate to use electrical conductivity to determine some properties of soil in natural agricultural area because of the less sensitivity and high differences among data. However, reaction of soils in different textural groups against to electromagnetic waves and behaves of electromagnetic waves in soil layers were significantly different. These showed that electromagnetic waves can be used to estimate and define some soil properties.

Keywords : Soil properties, texture, electrical conductivity, electromagnetic waves

GİRİŞ

Tarımsal üretimde, toprak koşullarına uyumlu ürünlerin yetiştirilmesi son derece önemlidir. Ancak, bu uyumluluğu belirlemek kolay olmamaktadır. Mevcut durumda ülkemizde, başta Araştırma Enstitüleri ve Üniversiteler olmak üzere, çeşitli kamu kurumları 0, 30 ve 60 cm toprak derinliklerinden alınan örneklerde bazı toprak özelliklerini laboratuvar yöntemleriyle saptamaya çalışmaktadırlar. Uygulanan yöntemler, toprak numunelerinin alınmasından, laboratuvara taşınması, analize hazır hale getirilmesi ve analiz işlemlerine kadar hem maliyeti yükseltmekte hem de fazla zaman ve emek gerektirmektedir. Ayrıca bu yöntemlerle, son derece sınırlı tarım alanlarından

numuneler alınarak laboratuvarlarda analizler yapılabilmektedir. Fakat son yıllarda klasik yöntemler yerine, toprağın elektriksel iletkenlik özelliğinden ve toprağın elektromanyetik dalgalara karşı gösterdiği reaksiyondan yararlanarak kil, silt, kum oranları, hacim ağırlığı ve gravimetrik su içeriği gibi bazı fiziksel özellikler ile organik madde miktarı, değişebilir katyonlar gibi bazı kimyasal toprak özelliklerinin genel olarak saptanabilmesiyle ilgili çalışmalar yoğunlaşmıştır (Jackson ve ark. 1999; Njouku ve Entekhabi, 1996; Ulaby ve ark., 1974; Warner ve Petersen, 2002).

Toprak katı, sıvı ve gaz fazlarının bileşiminden oluşan doğal bir bütündür. Toprak nem içeriğinin değişmesiyle birlikte absorbe edilen enerjinin miktarı da değişmektedir. Suyun toprağa bağlanma durumu ise toprak özellikleri ile yakından ilişkilidir. Son yıllarda yapılan çalışmalarda, mikrodalgaların geniş alanlarda yer alan toprakların nem içeriklerinin belirlenmesinde kullanılabileceği, bu dalgaların bulutluluk gibi gölgeleyici faktörlerden etkilenmemelerinin büyük avantaj sağladığı, fakat toprak yüzeyinin örtülü olup olmaması ve farklı toprak özellikleri için bu tür çalışmaların tekrarlanması gerektiği bildirilmektedir (Jackson ve ark. 1999; Njoku ve Entekhabi, 1996; Ruf ve Zhang, 2001; Warner ve Peterson, 2002). Bunun yanı sıra, toprağın strüktür, tekstür, su içeriği ve bazı mekaniksel özelliklerin diğer elektriksel özellikleri ile ilişkili olduğu, kil ve silt boyutundaki taneciklerin dielektriksel özelliklerinin katyon değişim kapasiteleri ile yakından ilgili bulunduğu ve kil minerallerinin, katyon değişim kapasitelerinden, porozite ve su içeriğinden etkilendiği ve bu özelliklerin radar dalgalarına farklı reaksiyonlar gösterdiği çeşitli araştırmacılar tarafından ortaya konmuştur (Fuqe ve ark., 1999; Saarenketo, 1998; Warren ve Rudolph, 1997). Ayrıca, yer radar dalgaları ile farklı derinliklerdeki toprağın kil, kum, su içeriğinin değişiminin belirlenebileceği ve aralarında bir ilişki olduğu belirtilmektedir (Carreon-Freyre ve ark., 2003).

Bu çalışmada, toprağın elektriksel iletkenlik özelliğinden ve toprağın elektromanyetik dalgalara karşı gösterdiği reaksiyondan yararlanarak, farklı tekstür sınıflarındaki topraklarda elektromanyetik dalgaların yüzey ve farklı toprak katmanlarındaki davranışları araştırılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

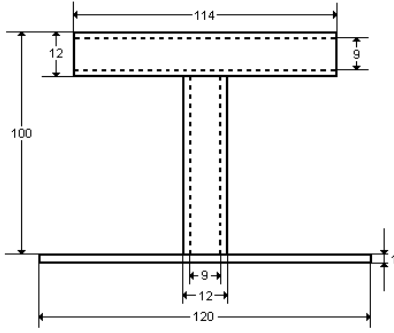
Bu araştırma için killi, killi tınlı ve kumlu tınlı bünyelere sahip toprak grupları seçilmiştir. Denemelerde kullanılan toprak gruplarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1’de verilmiştir. Ayrıca, bu konuya ilişkin bazı çalışmaların incelenmesi sonucu, bu çalışmada kullanılabilecek en ideal frekans ve dalga boyunun sırasıyla 1.4 GHz ve 21.43 cm olduğu anlaşılmış ve bu özelliklere sahip özel bir cihaz üretilmiştir (Burke ve Simmonds, 2001; O’Neill ve Jackson, 1990). Cihaz, elektromanyetik dalgalar (radyo dalgaları) üreterek verici antene göndermekte

ve yansıyan dalgaların alıcı antende üretilmesine neden olduğu gerilimi 0.01 mV hassaslıkta gösterebilmektedir. Verici ve alıcı antenler aynı ölçülere sahip olup bakır malzemeden üretilmişlerdir. Her bir anten, gelen sinyalleri toplamaya yarayan mat renkli bakır bir boru ve kaçan sinyalleri tekrar yansıtarak toplayıcıya gönderen, yüzeyi parlatılmış ve et kalınlığı 1 mm, her bir kenarı 120 mm olan kare bir yansıtıcıdan oluşmaktadır (Şekil 1). Antenler, sinyalleri yükselten elektronik devre elemanlarının içerisinde yer aldığı ana gövdeye ise RG-6 U kabloları ile bağlanmışlardır. Araştırmada, verilerin sağlıklı alınarak değerlendirilebilmesi için ön denemeler yapılmıştır. Ön denemelerde, toprağın doğal ortamından alınarak laboratuara getirilmesi durumunda, hacim ağırlığı ve gözenek büyüklük dağılımı gibi fiziksel özelliklerin değişmesi nedeniyle, verilerin yalnızca doğal ortamda alınmasının sağlıklı olacağı görülmüştür. Ayrıca, doğal ortamda ancak elektromanyetik dalgalar ile çalışılabileceği, toprağın elektriksel iletkenliğinin saptanması amacıyla kullanılan özel bir dijital cihazla derlenen veriler incelendiğinde, toprağın iletkenlik özelliğinin doğal ortamda belirlenmesinin kayda değer bir anlam ifade etmediği ve geniş tarım alanlarını temsil etmesinin de sağlıklı olmadığı görülmüştür. Radyo dalgaları ile çalışmanın son derece avantajlı ve akılcı olduğu anlaşılmıştır. Ancak, elektromanyetik dalga verici ve alıcı antenlerini, farklı toprak katmanlarının özelliklerini saptamak amacıyla, toprağın doğal yapısını hiç etkilemeden farklı katmanlar arasına yerleştirmenin son derece güç olduğu da yine ön denemelerle ortaya konmuştur. Toprak yüzeyinden yapılan ölçümlerde, verici antenin toprak yüzeyinden 5mm yukarıda ve yere tam paralel olarak, alıcı antenin ise, verici antenden 100 mm uzakta 25°’lik açıyla yerleştirilmesi durumunda en yüksek değere sahip sinyallerin alındığı saptanmıştır (Şekil 2). Toprak katmanlarının ölçümü sırasında ise alıcı ve verici antenlerin birbirine paralel ve karşılıklı yerleştirilmelerinin yine en uygun pozisyon olduğu belirlenmiştir (Şekil 3). Ön denemelerden sonra veri derlenmesine yönelik asıl denemeler, üç farklı toprak grubunda yapılmıştır. Veriler killi toprakta 0 ve 15 cm’de, kumlu tınlı toprakta 0, 2.5, 5, 10, 15, 20 ve 30 cm’de, killi tınlı toprakta ise 0, 5, 10 ve 20 cm’de alınabilmektedir. 0 cm değerleri, toprakların yüzeylerine ilişkin değerler olup, toprağın örtüsüz (çıplak) olduğu

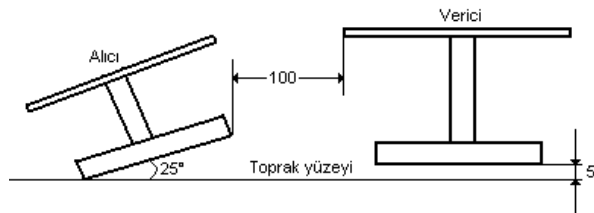
durumdaki verilerdir. Bütün ölçümler üç tekerrürlü olarak yürütülmüş ve tekrarların aritmetik ortalamaları o denemenin değeri olarak alınmıştır.

Çizelge 1. Araştırmada kullanılan toprak gruplarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

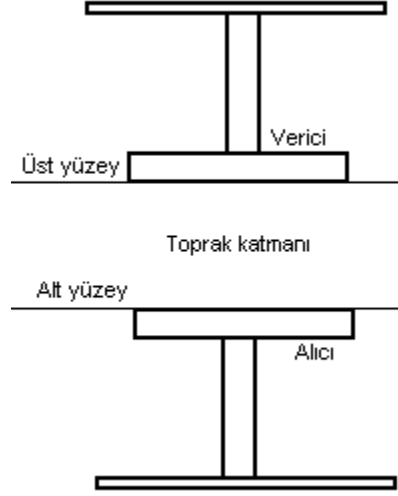
Tekstür Grubu	Killi	Killi tınlı	Kumlu tınlı
Kil (%)	51.74	34.64	15.50
Silt (%)	22.62	24.29	4.10
Kum (%)	25.64	41.07	80.40
Hacim ağırlığı (1000 kg/m ^{3p})	1.08	1.39	1.80
Gravimetrik nem içeriği (%)	29.55	27.25	10.74
Organik madde miktarı (%)	2.83	0.60	0.43



Şekil 1. Aynı büyüklüğe sahip alıcı ve verici antenlerin şematik görünüşü (ölçüler mm' dir).



Şekil 2. Verici ve alıcı antenlerle toprak yüzeyine ilişkin değerlerin alınması.

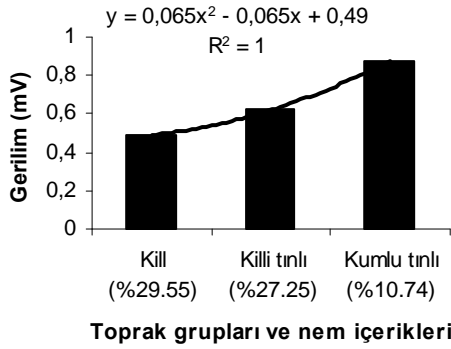


Şekil 3. Verici ve alıcı antenlerle toprak katmanlarına ilişkin değerlerin alınması.

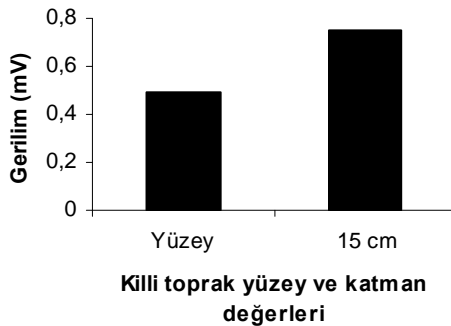
BULGULAR VE TARTIŞMA

Bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1' de verilen killi, killi tınlı ve kumlu tınlı toprak gruplarına ilişkin veriler, bitki örtüsünden yoksun çplak toprak yüzeyi ve farklı kalınlıktaki toprak katmanları için Şekil 4, 5, 6 ve 7' de verilmiştir. Şekil 4' den anlaşıldığı üzere; killi, killi tınlı ve kumlu tınlı toprakların gravimetrik nem oranları sırasıyla %29.55, %27.25 ve %10.74'dir. Bu nem değerlerine bağlı olarak, toprak yüzeyinden yansıyan alıcı antende üretilmesine neden olduğu gerilim değerlerinin de aynı toprak grupları için sırasıyla 0.49, 0.62 ve 0.88 mV olduğu görülmektedir. Bu farklılık, bünyelerinde taşıdıkları su miktarına bağlıdır. Farklı nem oranları tamamen kil ve kumun yapısal özelliğinden kaynaklanmaktadır. Killi topraklar, suyu kumlu topraklara göre daha yüksek bir matrik potansiyelle tutarlar. Killi tınlı toprakların nem oranı kumlu tınlı topraklardan daha fazla, killi tınlı topraklardan ise daha az bulunmuştur. Bu gravimetrik nem farklılığı da radyo dalgalarına karşı toprağın gösterdiği reaksiyonu değiştirmekte ve yüzeyden yansıyan sinyalleri önemli oranda etkilemektedir. Yine Şekil 4 incelendiğinde; farklı toprak gruplarının çplak yüzeylerinin radyo dalgalarına gösterdikleri reaksiyonun, genel olarak toprak gruplarını belirlemede önemli bir gösterge olduğu aralarındaki yüksek ilişkiden anlaşılmaktadır. Ayrıca, killi toprağın yüzey değeri dışında, yalnızca 15 cm toprak katmanı kalınlığında veri alınabilmektedir (Şekil 5). Yüzeyden yansıyan dalgaların üretebildiği gerilim 0.49 mV iken

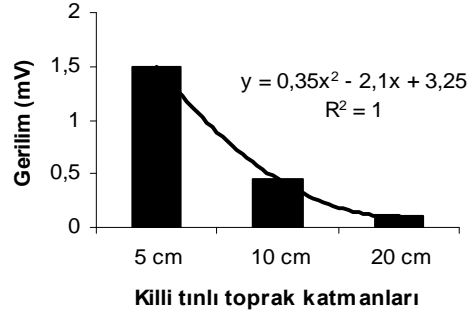
15 cm kalınlıktaki tabakadan geçebilen dalgaların üretebildiği gerilim 0.75mV'dur. Toprak katmanlarına ilişkin veriler elde edilirken, alıcı ve verici antenler birbirine paralel olarak tam karşılıklı yerleştirildiklerinden, katmanı geçebilen dalgaların büyük bir bölümü alıcı antene ulaşmaktadır. Ancak, yüzey değerleri ölçümünde topraktan yansıyan dalgaların sadece bir kısmı alıcı antene ulaşabilmektedir. Bu nedenle de, bu sonuç beklenen ve tahmin edilen bir sonuç olup, killi tınlı ve kumlu tınlı toprak gruplarının farklı katmanları için elde edilen değerlerle örtüşmektedir (Şekil 6 ve 7). Killi tınlı ve kumlu tınlı toprak gruplarının farklı katmanları için elde edilen değerlere bakıldığında; toprak katman kalınlığı arttıkça ilerleyen dalgalar zayıflamakta ve genellikle 20 cm'den sonra son derece zayıflamaktadır. Ancak kumlu tınlı toprakta, suyun az ve gözenekli yapının



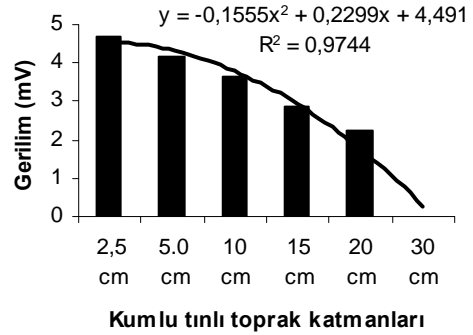
Şekil 4. Farklı nem içeriklerine sahip toprak gruplarının yüzeylerine ilişkin değerler.



Şekil 5. Killi toprağın yüzey ve 15 cm kalınlığındaki katmanına ilişkin değerler.



Şekil 6. Killi tınlı toprak grubunun katmanlarına ilişkin değerler.



Şekil 7. Kumlu tınlı toprak grubunun katmanlarına ilişkin değerler.

hakim olması nedeniyle, killi ve killi tınlı toprağa göre dalgaların daha rahat ve daha güçlü ilerlediği ve daha derinlere gidebildiği de yine Şekil 6 ve 7'de görülmektedir. Toprak katman kalınlığının artmasıyla, alıcı antene ulaşabilen sinyallerin gittikçe zayıfladığı ve bu ilişkinin belirleyici olduğu yine bu şekillerden anlaşılmaktadır.

SONUÇ

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Araştırma Fonunca Z.419 nolu proje olarak desteklenen bu çalışma sonucunda, farklı toprak gruplarının örtüsüz yüzeylerine ve değişik kalınlıktaki toprak katmanlarına ilişkin elde edilen veriler genel olarak incelendiğinde; elektromanyetik dalgaların topraktaki kil, silt, kum ve gravimetrik nem oranlarından büyük ölçüde etkilendiği görülmüştür. Bu durum tekstür, hacim ağırlığı, gözeneklilik, nem içeriği ve organik madde miktarı gibi

bazı fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri ile toprağın radyo dalgalarına karşı gösterdiği reaksiyonlar arasında önemli ilişkiler olduğunu göstermiştir. Ancak, bu konuda yeterli ve doyurucu çalışmalar kısıtlı olmakla birlikte, çok sayı da parametre barındıran ve fazla değişkene sahip bir çalışma alanıdır. Bu nedenle,

konuya ilişkin değişik faktörlerin etkilerinin de inceleneceği çok sayıda araştırmaya ihtiyaç bulunmaktadır.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Burke, E. J., Simmonds, L. P., 2001. Passive Microwave Emission from Smooth Bare Soils : Developing a Simple Model to Predict Near Surface Water Content. *Int. J. of Remote Sensing*, 22 (18) : 3747-3761.
- Carreon-Freyre, D., Cerca, M., Hernandez-Marin, M., 2003. Correlation of Near-surface Stratigraphy and Physical Properties of Clayey Sediments from Chalco Basin, Mexico, Using Groun Penetrating Radar. *Journal of applied Geophysics*,53: 121-136.
- Fuke, M., Minato, T., Horibe, H., Taya, N., 1999. The Microstructures of Clay Given by Resistivity Measurements. *Engineering Geolog*, 54: 43-53.
- Jackson, T. J., Le Vine, D. M., Hsu, A. Y., Oldak, A., Starks, P. J., Swift, C. T., Isham, J. D., and Haken, M., 1999. Soil Moisture Mapping at Regional Scales Using Microwave Radiometry: The southern great plains hydrology experiment *IEEE Trans. Geosc. Remote Sens.*, 37(5):2136–2151.
- Njouku, E.G., Entekhabi, D., 1996. Passive Microwave Remote Sensing of Soil Moisture. *Journal of Hydrology*, 184: 101-129.
- O'Neill, P. E., Jackson T. J., 1990. Observed Effects of Soil Organic Matter Content on the Microwave Emissivity of Soils. *Remote Sensing of Environment*, 31 (3) : 175-182.
- Ruf, S.C., Zhang, H., 2001. Performance Evaluation of Single and Multichannel Microwave Radiometers for Soil Moisture Retrieval. *Remote Sens. Environ.*, 75: 86-99.
- Saarenketo, T., 1998. Electrical Properties of Water in Clay and Silty Soils. *J. of App. Geophysics*, 40:73-78.
- Ulaby, F. T., Cihlar, J., Moore, R. K., 1974. Active Microwave Measurement of Soil Water Content. *Remote Sensing of Environment*, 3 (3) : 185-203.
- Warner, E.D., Petersen, G.W., 2002. Remote Sensing of Soil Moisture Passive and Active Microwave. *Encyclopedia of soil Science*, p. 1122-1126.
- Warren, C.J., Rudolph, D.L., 1997. Clay Minerals in Basin of Mexico Lacustrine Sediments and Their Influential on Ion Mobility in Groundwater. *Journal of Contaminant Hydrology*, 27: 177-198.