JEOLOJİK VE JEOMORFOLOJİK YAPININ TOPRAKLARIN SPEKTRAL YANSIMA ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ

Özge DEMİRTAŞ¹, Yusuf KURUCU², M. Tolga ESETLİLİ³

¹Zir. Müh., Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi, Uzaktan Algılama ve CBS Laboratuvarı, 35100, İzmir, demirtas.ozge0@gmail.com

²Prof. Dr., Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 35100, İzmir, ykurucu@gmail.com

³Doç. Dr., Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 35100, İzmir, tolga.esetlili@ege.edu.tr

ÖZET

Toprağın elektromanyetik enerjiyi yansıtma derecesini en çok etkileyen özelliği renk ve nem içeriğidir. Bunun yanında mineral kompozisyonu yansımaya etkileyen diğer önemli özelliğidir. Toprak minerallerinden örneğin hematit (Fe₂O₃) toprağa kırmızımsı renk verirken, geotit (FeOOH) sarı rengini, kalsit (CaCO₃) ve kuvars açık, humus ise koyu rengini vermektedir. Sonuç olarak toprakların genetik köken aldıkları jeolojik materyal ve jeomorfolojik özellikleri onların yansıtma karakteristiklerinde etkili olmaktadır. Toprakların topografik konumları da yansıtma şiddeti üzerine etkilidir. Düz- düze yakın eğimli araziler ile güneşe bakan ya da gölgede kalan eğimli yüzeylerin tüm toprak özelliklerinden bağımsız olarak yansıtma şiddetlerinde farklılık vardır. Bu araştırmada jeolojik ana materyali ve jeomorfolojik yapısı bilinen çalışma alanındaki toprakların fizyografik konumları ve toprak özelliklerine göre elektromanyetik enerjiyi yansıtma davranışları incelenmiştir. Araştırma benzer jeolojik yapıya sahip Haymana (Ankara) ve Bünyan (Kayseri) ilçesi arazilerinde gerçekleştirilmiştir. Her iki çalışma alanında da volkanik materyallerin ve bunların yer yer örttüğü, killi-kireçli, çakıllı çökellerden oluşmuş göl tabanı düzlükleri, bu düzlüklerdeki hafif aşınma çukurlukları (depresyonik alanlar) ve terasları bulunmaktadır. Bu jeomorfolojik birimler üzerinde oluşan toprakların boyut ve çeşit bakımından mineral kompozisyonunda farklılıklar vardır. Araştırmada benzer jeomorfolojik birimler üzerinde oluşmuş toprakların üzerlerinde bitki örtüsü yok ya da ihmal edilebilecek düzeyde iken Landsat-8 ve Sentinel-2 görüntüleri ile yansıtma karakteristikleri incelenmiştir. Toprakların yansıtma karakteristikleri iki temel amaç için kullanılabilir. Ürün deseninin yüksek doğruluk oranıyla belirlenebilmesi ve gelişiminin izlenebilmesi için üzerinde bulunduğu toprağın yansımaya etkilerinin bilinmesi gerekmektedir. Özellikle bitkilerin fenolojik evrelerinin başlarında ya da toprağı örtme oranı düşük iken toprağın piksel sayısal değerine etkisi yüksek olabilmektedir. Bir diğer önemli amaç ise toprak haritalarının yapılabilmesinde çok bantlı sensörler tarafından kaydedilmiş uydu görüntülerinin kullanılabilmesidir. Bu araştırmada, Orta Anadolu bölgesinde farklı jeomorfolojik birimler içerisinde yer alan 184 adet test parseli seçilmiştir. Araştırma parsellerinin üzerinde yer aldığı göl tabanı düzlüğü, lav düzlüğü, teras üstü düzlüğü, yamaç arazi, alüvyal araziler, etek araziler ve depresyonik alanlar olmak üzere 7 farklı fizyografik birim üzerinde çalışılmıştır.

Anahtar Sözcükler: toprak, yansıyan enerji, jeomorfoloji, Sentinel 2, Landsat 8

ABSTRACT

THE EFFECTS ON GEOLOGICAL AND GEOMORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS IN SOIL REFLECTION VALUES

The most influential feature of the earth's electromagnetic energy reflectance properties are its color and moisture content. In addition, mineral composition is another important feature that affects reflection values of surface soil. Geotite (FeOOH) gives yellow color, calcite (CaCO₃) and quartz are light and humus gives dark color, while the soil minerals such as hematite (Fe₂O₃) give a reddish color to the soil. As a result, geological and geomorphological origins of the soil are effective in their reflection characteristics. Topographic locations of lands also influence the reflection values. There is a difference in the reflectance values of the flat surfaces, sunny side of sloppy areas and also shaded lands, regardless of the soil properties. In this study, the electromagnetic energy reflection behaviors were investigated according to physiographic units and soil characteristics of the study area where the geological parent material and geomorphological structure are known. The research was carried out on the regions of Haymana (Ankara) and Bünyan (Kayseri) with similar geological structure. Both study sites have volcanic materials and lacustrine flats of clayey-lime, pebbly sediments, where they are locally cover each other, eroded face, eroded face, depressions (depressive areas) and terraces in these plains. There are differences in mineral composition in terms of size and variety of soils formed on these geomorphological units. In the study, electromagnetic energy reflectance characteristics of the soils was formed on similar geomorphological units, were examined with Landsat-8 and Sentinel-2 images taken when the plant cover was absent or negligible. The reflection characteristics of soils can be used for two main purposes. The first is to know the effect of reflecting the soil on which the agricultural crop pattern can be determined with high accuracy and to monitor the improvement. Especially at the beginning of the phenological stages of plants or when the rate of covering the soil is low, the effect on the digital value of the soil can be high. Another important purpose is to be able to use satellite images that recorded by multi-band sensors to make soil maps. In this study, 184 test plots of different geomorphological units were selected in Central Anatolia. Seven different

physiographic units have been studied, including lacustrine flats, lava basin, terrace surface, hillside lands, alluvial lands, colluvial lands and depressions.

Keywords: soil, reflected energy, geomorphology, Sentinel 2, Landsat 8

1. GİRİŞ

Çıplak toprak yansıma değerleri toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerinden (renk, bünye, organik madde, nem, kireç içeriği, mineral bileşeni vb.) etkilenmektedir. Anakayanın ayrışmasıyla oluşan toprakların yaklaşık %45'i inorganik mineral madde, geriye kalan bölümü ise organik madde (~%1-3), toprak suyu ve gazdır. Yansımayı etkileyen en önemli toprak özellikleri, toprak nem içeriği, tekstürü, stürüktürü ve demir oksit içeriğidir (Hoffer, 1978; Stoner ve Baumgardner, 1981). Bu faktörler birbiriyle ilişkilidir ve toprağın spektral yansıması, bu faktörlerin kombinasyonunun kümülatif bir özelliğidir (Baumgardner vd., 1986; Irons, Weismiller ve Peterson, 1989).

Her bir fizyografik birimin oluşumundaki farklılıklar beraberinde farklı toprak özelliklerinin de oluşmasına neden olmaktadır. Topoğrafyayı oluşturan tüm fizyografik birimler üzerindeki topraklar içerdikleri mineraller bakımından bir bütünsellik gösterir (Shanwal vd., 1989). Toprakların haritalanması amacıyla uydu görüntülerinin kullanılabilmesi için, farklı toprakların yansıttıkları enerjinin dalga boyları ve şiddetinin bilinmesi gerekmektedir. Toprak rengi, nem ve mineral içeriğine bağlı olarak değişen yansıtma karakteristikleri dikkate alınarak toprakların haritalanabilirliği incelenen bu çalışmada volkanik ve sediment kökenli jeolojik ana materyaller üzerinde oluşmuş topraklar materyal olarak seçilmiştir. Bu amaçla, toprakların hem renk hem de jeolojik ve jeomorfolojik birimlerinin elektromanyetik enerjinin farklı dalga boylarının yansıtılmasında yaptığı etkiler incelenmiştir. Araştırma alanı olarak seçilen Haymana (Ankara) ve Bünyan (Kayseri) ilçelerinin jeolojik yapısı yaşlı çökeller üzerine gelişen volkanizmaya bağlı olarak yer yer eğimli veya düze yakın topografik yapıdaki lav akıntıları görülmüştür. Killi, kireçli ev yer yer çakıllı eski çökeller üzerinde göl tabanı düzlükleri, bunların üzerinde hafif aşınmış depresyonik alanlar, teraslar, hafif tepelik alanlarda etek araziler ile daha dik eğimli yamaç fizyografik birimler yer almaktadır. Tepelik araziler en yaşlı terasların aşınıp şeklinin değişmesi ile oluşmuştur. Toprak renkleri Munsell renk kartı ile belirlenmiştir. Araştırmada farklı toprakların çok bantlı yansıma değerlerinin belirlenmesi için ise her bir jeomorfolojik birim sınırlarının örttüğü piksellerinin her bant için ortalamalarını hesaplayabilen AGROVISIO® yazılımı kullanılmıştır.

2. UYGULAMA

İki ayrı çalışma alanına ait Landsat-8 ve Sentinel-2A uydu görüntüleri servis sağlayıcı firmanın internet erişiminden indirilmiştir. Google Earth ortamında yükseklik ve eğim değerleri göz önünde bulundurularak çalışma alanlarının fizyografik birimleri tahminlenmiştir. Daha sonra yapılan arazi gözlemleri ile bu birimler doğrulanmış ve detaylı çizilmiştir. Çalışma alanlarına ait alınan uydu görüntülerinin tarihi, toprak yüzeyinde bitki örtüsünün en az olduğu dönemler içerisinde seçilmiştir. Arazi gözlemleri ile de desteklenen 7 farklı fizyografik birimin (göl tabanı düzlüğü, lav düzlüğü, teras, teras üstü düzlüğü, yamaç arazi, alüvyal arazi, etek arazi ve depresyonik arazi) üzerinde en küçüğünden en genişine ~0.2 -20 hektar alana sahip 184 ayrı test parselinin ortalama piksel sayısal değerleri belirlenmiştir. Elde edilen ortalama piksel sayısal değerleri fizyografik birimler detayında karşılaştırılmıştır.

2.1. Araştırma Alanları

Çalışma alanı olarak Haymana ilçesinin güneydoğusunda kalan Balçıkhisar, Pınarbaşı, Bostanhöyük, Kutluhan, Altıpınar ve Sazağası köylerini kapsayan yaklaşık 150 bin dekarlık (14981,61 ha) bir alan ile Bünyan ilçesine bağlı Akmescit, Yünören, Karadayı, Elbaşı, Köprübaşı ve Samağır köylerinin içinde bulunduğu yaklaşık 290 bin dekarlık (28988,10 ha) bir başka alan seçilmiştir (**Şekil 1**).

Ankara ilinin 70 km kadar güneyinde yer alan Haymana ilçesi, yaklaşık 1300 m rakıma sahiptir. İlçe topraklarının büyük çoğunluğunu Haymana Platosu oluşturur (Wikipedia, 2018). Fliş fasiyesinin (çökel istif) hakim olduğu ilçe arazilerinde serpantin ve radyolarit serinin varlığı söz konusudur. Orta Anadolu masifi kenarında orojenik hareketler boyunca çöküntü meydana gelmiştir. Orojenik hareketlerin devamı, deniz diplerinin yükselip alçalması ile alg ve diğer organizmalar resifi için gerekli şartları sağlamıştır (Lokman ve Lahn, 1983). Volkanik yığıntılardan oluşan ilçedeki dağlar, sarp şekilli ve kayalıktır. Bu dağlar arasında nispeten açık boyunlar ve derin vadiler vardır (Erol, 1961).

Kayseri ilinin 40 km kadar kuzeydoğusunda yer alan Bünyan ilçesi, yaklaşık 1400 m rakıma sahiptir. Daha çok kalker-tüf ve metrelerce kalınlıktaki sert ve kütleli travertenlerden oluşan Bünyan düzlüğünde sık olarak kalker konkresyon, kalkerli kum-kil-çakıl tabakalarına rastlanır (İzbırak, 1949).

Şekil 1. Araştırma alanlarının Türkiye’deki konumu.

Bünyan düzlüğünün birçok yerinde konglomera haline gelmiş fluvial-laküstr, çakıl-kum örtüsü yer almaktadır, ayrıca lav örtüsü görülmektedir (Şekil 2). Bu lav örtüsü her yerde akarsularla yarılmış, vadiler daha alttaki konglomera-çakıl tabakası içinde açılıp genişleşmişlerdir (İzbırak, 1949).

Şekil 2. Bünyan ilçesi çalışma alanından bir görünüm.

2.2. Fizyografik Birimlerin Belirlenmesi

Arazi gözlemleriyle tespit edilen fizyografik birimler, Google Earth ortamında detaylandırılarak yeniden düzenlenmiştir. Sayısal yükseklik modeli (DEM) ile de desteklenen 3 boyutlu uydu görüntüleri ile doğruluk artırılmıştır (Şekil 3).

Şekil 3. Bünyan ilçesi çalışma alanındaki farklı fizyografik birimleri(üstte) ve DTEM üzerine giydirilmiş uydu görüntüleri(alta).

2.3. Yansıma Değerlerinin Belirlenmesi

Araştırmada, ortalama sayısal piksel değerlerinin hesaplanmasında kullanılan görüntülerin seçiminde dikkat edilen önemli iki özellik olmuştur. Bunlardan birincisi, araştırmanın amacı toprak yansıma değerlerine ulaşmak olduğu için bitki örtüsünün olmadığı ya da en az olduğu tarihlerdeki görüntülerin seçimidir. İkincisi ise kesinlikle görüntü seçim tarihimizi sınırlandıran atmosfer koşullarıdır. Bu özelliklerden dolayı, bitki örtüsünün en aza indiği, uydu görüntüleri kalitesi açısından bulutluluğun olmadığı 2017 Kasım ayı Sentinel-2A ve Landsat-8 uydu görüntüleri bu araştırma için servis sağlayıcı firma internet erişiminden indirilmiştir. İndirilen Sentinel-2A ve Landsat-8 uydu görüntülerinin çerçeve tanımı Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Araştırmada kullanılan Landsat-8 ve Sentinel-2A uydu görüntülerinin konumsal bilgileri.

	Path (landsat8)	Row (landsat8)	Tile number (sentinel2)	Orbit number (sentinel2)
Haymana	177	177/33	T36SVJ	R064
Bünyan	175	175/33	T36SYH	R021 and R121

Toplam 7 farklı fizyografik birimde yer alan 184 adet toprak birim sınırları ArcGIS yazılımı kullanılarak çizilmiştir. Arazi gözlemleri ile yerinde incelenen toprak poligonları farklı uydu görüntüleri kullanılarak sınır düzeltmeleri yapılmıştır (**Şekil 4**). Uydu görüntüleri ile vektör verinin birlikte çalışıldığı Agrovio yazılımı ile test poligonlarının içinde kalan piksellerin ortalama sayısal değerleri (DN) hesaplanmıştır.

Şekil 4. Farklı fizyografik birimlerdeki test alanının kabartmalı görüntü üzerinde gösterimi (Google Earth).

Test alanlarının büyük çoğunluğunu göl tabanı düzlükleri ve yamaç araziler oluşturmaktadır. Test alanlarının fizyografik birimlerce dağılımı **Çizelge 2'**de belirtilmiştir.

Çizelge 2. Araştırmada seçilen test parsellerinin fizyografik birimlere göre dağılımı.

FİZYOGRAFİK BİRİM	TEST PARSEL SAYISI
ALLÜVİYAL ARAZİ	24
DEPRESYONİK ALAN	19
ETEK ARAZİ	16
GÖL TABANI DÜZLÜĞÜ	53
TERAS	19
YAMAÇ ARAZİ	43
LAV DÜZLÜĞÜ	10

3. BULGULAR

Araştırma alanı toprak yapısında gözlemlenen renk farklılıkları, toprakların mineral içerikleri ile hem doğrudan hem de dolaylı olarak ilişkilidir. Bölgedeki magmatik kayalar üzerinde oluşan toprakların özellikle köken aldıkları hematit, olivine ve piroksen minerallerine bağlı olarak magnezyum, demir, mangan ve alanda bulunan diğer mafit minerallerin içeriklerine bağlı olarak koyu renklidirler. Çökeller ise çok açık renkli kireçli-killi materyallerden oluşmuştur. Yer yer çakılıdır. Her iki jeolojik yapı üzerinde oluşan toprakların kil içeriği yüksek olabilmektedir. Kil içeriklerine bağlı olarak su tutma kapasiteleri fazla ve dolayısıyla renkleri daha koyu olabilmektedir. Özellikle göl tabanı düzlüklerindeki aşınma ile oluşan depresyonik (çukur) alanlarda hem organik madde hem de kil birikimi olmuştur. Topraklarda organik madde içeriği de kil gibi su tutma kapasitesi yüksek materyaldir. Buna bağlı olarak

güneş enerjisini absorbe etme oranları diğer topraklara göre yüksek olmaktadır. Bu grup araziler, yüksek nem içeriğine bağlı olarak çoğu bölgede uydu görüntülerinin her bandında düşük piksel sayısal değerlerine (koyu renk) sahip olduğu görülmüştür. Göl tabanı teraslarının düze yakın eğimli üstleri aşınma ve toprak işlemeye bağlı olarak çok açık renkli kireçli ana materyal parçalarının yüzeye çıktığı bölgeler olarak görülmüştür. Benzer şekilde terasların yanal yüzeyleri (yamaçları) aşınmaya bağlı olarak nerdeyse topraksız yüzey şekline gelmiş, açık renkli killi kireçli ana materyalleri yüzeyde gözlenmiştir. Ülkemizin bu özellikli jeolojik ve jeomorfolojik özelliğe sahip bölgelerinde de göl tabanı teras ve yamaçlarında benzer şekilde çok açık renkli kireçli ve killi materyallerin yüzeyde gözlenmektedir. Bu yüzeylerin yaptığı yansıma değerlerinin tüm bantlarda en yüksek düzeyde olduğu belirlenmiştir. Bu toprak ve jeolojik yapıya sahip yüzeylerin, Sentinel 2 ve Landsat 8 uydu görüntülerinin tüm bantlarında yapmış oldukları yüksek yansıma özellikleri, toprak haritalama amacıyla kullanılabilecek önemli ipucu olarak görülmüştür.

Şekil 5. Göl tabanı düzlüklerinde çevresine göre koyu renkli depresyonik alanların görünümü.

Şekil 6. Arazi gözlemlerinde tespit edilmiş kireç içeriği yüksek açık renkli hafif eğimli yamaç arazi görünümü.

Topraktaki organik madde, toprak spektral özellikleri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Organik madde artışının, yansıma şiddetinde azalmaya neden olduğu belirlenmiştir. Organik madde, görünür, NIR ve SWIR bölgesi boyunca toprakların spektral yansımalarına etki etmektedir. Birçok araştırmacı, uzaktan algılama tekniği açısından yoğun olarak organik maddeyi araştırmıştır. Yansıma ya da soğurma özellikleri organik madde içeriğindeki yapısal maddeler ile yakından ilişkilidir (Elvidge, 1990; Chen ve Inbar, 1994). Depresyonik alanlar ve lav düzlükleri daha çok absorpsiyon özellikleri ile ayırt edilebilmektedir. Toprakların nemli olduğu bir diğer jeomorfolojik birim ise alüvyal düzlükler olarak belirlenmiştir. Bu toprakların derelere bitişik taşkın düzlükleri fizyografik birimi şeklinde ve karışık mineral dokuya sahip oldukları görülmüştür. Kil içerikleri yüksek olmamakla birlikte, bulundukları en düşük kotlu arazi seviyesi ve su yoluna yakın olması nedeniyle nem içerikleri yüksektir. Bu araziler üzerinde oluşan toprakların, kireçli ana materyallerin yüzeylediği bölgelere göre daha koyu renk ile ayırt edilebildiği görülmüştür.

Farklı fizyografik birimler üzerinde oluşan toprakların absorbe ya da yansıma özellikleri mineral dokularına da bağlı olarak bazı bantlarda yüksek olduğu saptanmıştır. Ancak genel olarak bantlardaki artış ve azalışlar birbirleri ile uyumludurlar (Şekil 7). Toprak haritalarının oluşturulmasında jeolojik yapı ve jeomorfolojik birimlerin ayırt edilmesi oldukça önemlidir. Jeolojik yapının toprak oluşumunu ve mineral özellikleri etkileyen temel bir etmen olduğu bilinmektedir. Bunun yanında ayrıışan materyallerin ya da oluşan toprağın birikmesi ya da taşınması (erozyon), toprak içi su hareketlerinin oluşmasına olanak veren özellik ise jeomorfolojik birimlerdir. Bu durum toprakların haritalanması çalışmalarında jeolojik ve jeomorfolojik yapının öncelikle ayırt edilmesi gerektiğini göstermektedir. Bu çalışmada killi-kireçli sediment kökenli yapının yüzeye çıkmasına neden olan eğimli topografik

yapısı erozyon nedeniyle tüm bantlarda yüksek yansıma şiddetine sahip olduğu belirlenmiştir. Sürekli nemli ya da diğer fizyografik gruplara göre daha nemli olan alüvyal düzlükler, teras üstü düzlükleri ve depresyonik fizyografik yapıya sahip araziler ise diğerlerine göre daha çok absorbands özelliklerine sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca bu çalışmada, bantlar arası karşılaştırma yapmakta mümkün olmuştur. Aynı özelliklere sahip olmasına rağmen çıplak toprak yüzeylerinden, görünür bölge bantlarının en düşük, SWIR bantların ise diğer bantlara göre daha yüksek yansıtılma değerlerine sahip olduğu görülmüştür. Bu durum, toprak haritası çalışmalarında SWIR bantların kullanılmasının önemli olduğunu göstermektedir.

Şekil 7. Sentinel 2 uydu görüntüsünde farklı fizyografik birimlerdeki toprakların yansıma değerleri.

Şekil 8. Landsat 8 uydu görüntüsünde farklı fizyografik birimlerdeki toprakların yansıma değerleri.

Toprakların renkleri Munsell renk kartı ile nemli ve kuru olarak ölçülmüştür. Munsell renk kartında koyudan açık renklere doğru artan sayısal değerler ile değişen bir hiyerarşi bulunmaktadır. Bu sıralama aynı zamanda renk ile doymuşluğu da tanımlamaktadır. Araştırmada rengin koyuluğunu dereceleleyen sayısal tanımlamaları (value) dikkate alınarak renk tonu sınıflandırması yapılmıştır. Buna göre 2 en koyu, 5 en açık renk tonlarını tanımlamıştır. Her bir renk tonunun farklı dalga boyundaki elektromanyetik enerjinin yansıtılma özellikleri ve ilişkileri istatistiksel olarak incelenmiştir. Munsell renk kartındaki her iki derece birleştirilerek toplamda 8 olan renk okuması 4 grup altında

toplanarak incelenmiştir. Her iki uydu görüntüsünün sahip olduğu bantların toprak nemine karşı tepkileri incelendiğinde görünür bölge bantlarının toprak nemine ve koyu rengine karşı absorbands yönünde çok duyarlı olduğu görülmüştür. Buna karşın, NIR ve SWIR bantları oluşturan enerjinin ise açık renk ve kuru toprak yüzeylere sahip arazilerde yüksek düzeyde yansıtıldığı belirlenmiştir (Şekil 9, 10).

Sonuçlar incelendiğinde, her bir fizyografik birimin birbirinden farklı ama her birinin de uydu bantları açısından doğrusal bir değişkenlik gösterdiği belirlenmiştir. Nemli renkleri Munsell renk kartı ile belirlenen test alanındaki toprakların renginin açık olanlarının yüksek yansıma karakteristiğinde olduğu, koyu renkli olanların ise düşük piksel sayısal değerlerine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Şekil 9. Sentinel-2 uydu görüntüsünde farklı nemli toprak renklerine sahip olan toprakların yansıma karakteristikleri (Munsell renk kartına göre 2-5 arasında koyudan açığa derecelendirilmiştir.).

Şekil 10. Landsat-8 uydu görüntüsünde farklı nemli toprak renklerine sahip olan toprakların yansıma karakteristikleri (Munsell renk kartına göre 2-5 arasında koyudan açığa derecelendirilmiştir.).

4. TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (ProjeNumarası: 2018-ZRF-022) ve Tarım Sigortaları Havuzu (TARSİM) tarafından desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- Baumgardner, M. F., Silva, L. F., Biehl, L. L. And Stoner, E. R.,** 1985. Reflectance properties of soils, *Advances in Agronomy*, 38: 1-44.
- Chen, Y. and Inbar, Y.,** 1994. *Chemical and spectroscopic analysis of organic matter transformation during composting in relation to compost maturity, Science and Engineering of Composting: Design, Environmental, Microbiology and Utilization Aspects*, HAJ Hoitink and H M Keener, eds., Renaissance Publications, Worthington, Ohio, pp. 551-600.
- Elvidge, C.D.,** 1990. Visible and near infrared reflectance characteristics of dry plant materials, *International Journal of Remote Sensing*, 11: 1775-1795.
- Erol, O.,** 1961. *Kurakçöl ve güneybatısındaki havzaların hidrojeolojisi*, (Hydrogeology of the basins of Kurakçöl and in the south of it). DSİ. Yeraltı suları Dairesi Arşivi Rapor No. 8211; Ankara.
- Hoffer, R.M.,** 1978. Biological and physical considerations in applying computer aided analysis techniques to remote sensor data in Remote Sensing: The quantitative Approach, Ed. Mc Graw-Hill, 232-289.
- Irons, J. R., Weismiller, R. A. ve Peterson, G. W.,** 1989. Soil Reflectance, pp. 66–106.
- İzbirak, R.,** 1949. Bünyan Çevresinde Jeomorfoloji Gözlemleri ve Bünyan Kasabası, pp. 387-423.
- Lokman, K. and Lahn, E.,** 1983. Haymana Bölgesi Jeolojisi, *Geologie de la Region De Haymana (Ankara Vil.)*, *Nautilus*, pp. 292-299.
- Shanwal, A. V., Ghosh, S. K., Karwasra, S. P.S., Jain, A. K. and Singh, Vijender,** 1989. Confirmation of soil physiographic units through soil mineralogy studies in Yamuna alluvial plain, India”, *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 17(1), pp. 7–11.
- Stoner, E. R. and Baumgardner M. F.,** 1981. Characteristics Variation in reflectance of surface soils, *Soil Science Society of American Journal*, 45: 1161-1165.
- Wikipedia, 2018. Haymana. <https://tr.wikipedia.org/wiki/Haymana>, [Erişim Tarihi: 26.07.2018].