

TOPRAKTA TUZLULUK DERESESİNİN LANDSAT 8 UYDU VERİSİ KULLANILARAK TAHMİN EDİLMESİ

A. Akşit^{a,*}, S. Ekercin^a, E. Gürbüz^a & H. İ. Gündüz^a

^a Aksaray Üniversitesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 68100 Aksaray

asumannaksit@gmail.com, sekercin@aksaray.edu.tr, egurbuz@aksaray.edu.tr & halilibrahimgunduz@aksaray.edu.tr

ANAHTAR KELİMELER: Görüntü işleme, Landsat-8, toprak tuzluluğu, regresyon analizi, elektriksel iletkenlik, Tuz Gölü

ÖZET

1500 km²'lik yüzey alanı ile ülkemizin ikinci büyük gölü olan Tuz Gölü, ince tuz tabakası (1-10cm) ile kaplı olup Türkiye'nin tuz ihtiyacının %55'ini karşılamaktadır. Bölgede tarım, hayvancılık, tuz üretimi ve turizm öne çıkan ekonomik faaliyetlerdir. Bu çalışmada, Tuz Gölü Havzası'nda seçilen uygulama bölgesinde, uydu görüntüsü kullanılarak topraktaki tuzluluk miktarının tahmin edilmesine yönelik bir model oluşturulmuş ve oluşturulan model yersel verilerle test edilmiştir. Landsat-8 uydu verisi kullanılan uygulamada, uydunun geçişiyle eş zamanlı olarak yapılan arazi çalışmaları esnasında alınan toprak numunelerinin elektriksel iletkenlik değerleri ve uydu görüntüsünün yansıma değerleri kullanılarak çoklu regresyon yöntemi ile model oluşturulmuştur. Toplam 50 adet numuneye ait değerlerden 35 tanesi modelin oluşturulmasında, kalan 15 nokta ise modelin test edilmesinde kullanılmıştır. Araziden alınan toprak örneklerinin laboratuvar analizleri Aksaray Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Katı Atık ve Toprak Kirliliği Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Uydu görüntülerinin işlenmesi ve tematik haritaların oluşturulmasında ERDAS Imagine ve ArcGIS, çoklu regresyon yöntemi ile modelin oluşturulması ve sonuçların geçerliliğinin test edilmesi aşamalarında ise SPSS yazılımları kullanılmıştır. Oluşturulan model ile üretilen sonuç tematik haritaların, yüksek doğruluklu bilgi içerdiği yersel verilerle doğrulanmıştır.

1. GİRİŞ

1.1 Çalışma Alanı

Toprakta tuzluluk derecesinin Landsat 8 uydu verisi kullanılarak tahmin edilmesi başlıklı çalışmada, çalışma alanı olarak ülkemizin ikinci büyük gölü olan Tuz Gölü'nün batı yakası seçilmiştir. Çalışma alanı, 33,30514 ve 33,34088 doğu boylamları ile 38,94228 ve 38,97480 kuzey enlemleri arasında bulunmaktadır (Sekil 1).

Tuzluluk küresel bir sorun olarak kritik toprak kaynağımızı etkiliyor ve ekosistem sağlığını bozuyor. Küresel toprak kaynağının neredeyse % 3'ü tuzdan etkilenmektedir. Yarı kurak ve kurak bölgelerde, toprak tuzlanması özellikle yağış kıtlığı nedeniyle belirgindir. Tuzlu toprak koşulları, dünya genelinde önemli alanların değerinin ve verimliliğinin azalmasına yol açmıştır (Li ve diğerleri, 2015; Gorji ve ark. 2015; Ma ve ark. 2018; Elhag, 2016).

Uzaktan algılama teknolojilerini kullanarak toprak tuzluluğunun karakterizasyonu, toprak tuzlanmasının kapsamı ve derecesinin belirlenmesi, çok ölçekli haritalanması ve izlenmesi için önemli bir yaklaşım sağlayacaktır (Sidike ve diğerleri, 2014; Peng ve ark. 2018). Toprak tuzluluğu aynı zamanda, yüksek tuz içeriğine sahip yeraltı suyunun sulama için kullanıldığı alanlarda da ciddi bir sorundur (Zewdu ve ark., 2017). Toprağın spektral yansıtmasındaki varyasyonları içeren tuz, yüzey pürüzlülüğündeki değişimlere neden olur (Goldshleger vd., 2013). Ayrıca, pürüzsüz kabuk yüzeyleri pürüzlü kabuk yüzeylerinden daha yüksek spektral yansıma

özelliğine sahiptir (Metternicht ve Zinck, 2003; Asfaw vd., 2018). Uzaktan algılama (görüntü ve spektral indeksleri) teknolojileri toprak tuzluluğunu göreceli olarak izlemek, değerlendirmek ve tahmin etmek için hızlı, düşük maliyetli ve makul derecede doğru yöntemler üretmek için oldukça yaygın bir yöntemdir. Bu yöntemden türetilmiş tuzluluk indeksleri, toprağın belirgin elektriksel iletkenliğine eşdeğer değişkenler olarak bulunmuştur (Ding ve Yu., 2014).

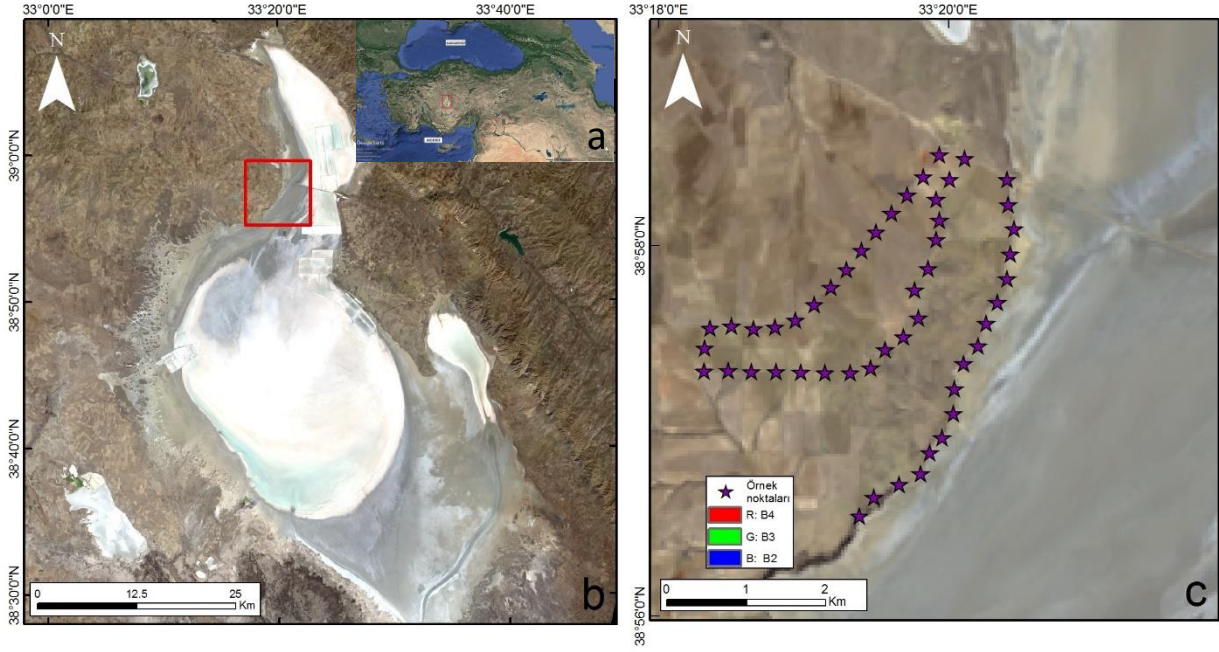
Yapılan bu çalışmada, toprakta bulunan materyallerin elektrik akımını iletme kabiliyetlerinden yararlanarak topraktaki tuzluluk derecesinin tahmin edilmesi amaçlanmaktadır.

Bu amaca yönelik olarak çalışma alanından toplanan 50 adet örneğin elektriksel iletkenlik (EC) ve pH değerleri laboratuvar analizleri sonucu elde edilmiştir. Arazi örneklemeleri uydu geçişiyle eş zamanlı olarak yapılmıştır. Uzaktan algılama yöntemiyle elde edilen uydu görüntülerinin yansıma değerleri ile elektriksel iletkenlik değerleri arasında korelasyon sağlanmıştır.

Elde edilen bu veriler doğrultusunda bir bağımlı değişken ve birden fazla bağımsız değişken olmasında dolayı çoklu regresyon modeli uygulanmıştır.

Bu çalışmada oluşturulan modelin geçerliliğinin test edilmesi aşamaları gerekli yazılımlar kullanılarak belirlenmiştir. Çoklu regresyon modeli ile elde edilen determinasyon değeri (R²) her bir band için regresyon analizi yapılarak sonuca gidilmiştir.

* Corresponding author. Asuman AKŞİT, E-mail: asumannaksit@gmail.com.



Şekil 1. a) Türkiye haritası üzerinde çalışma alanı. b) Landsat 8 uydü görüntüsü üzerinde çalışma alanı gösterimi. c) Landsat 8 uydü görüntüsü üzerinde örnek noktaları (Red: B4,Green: B3, Blue: B2).

2. MATERYAL VE METOT

Çalışmada bir adet 12.11.2018 (Saat 08:30) tarihli bulutsuz Landsat-8 görüntüsü kullanılmıştır.

Landsat 8, 15 metreden 100 metreye kadar orta çözünürlükte veriler sağlamaktadır. Landsat 8, görünür, yakın-infrared kısa dalga infrared ve termal infrared spektrumlarında operasyonel olarak çalışmaktadır. Uydü, günde 400 görüntü çekimi yapabilmekte olup bu rakam Landsat 7'nin günlük 250 görüntü sayısına göre büyük artış göstermiştir. TIRS sensörleri gelişmiş sinyal gürültü radyometrik performansı sayesinde 12 bitlik görüntüler sağlamaktadır.

Landsat 8 algılayıcısının görünür ve yakın kızılötesi bölgede dört spektral bandı (VNIR; 0.45-0.51 μm , 0.52-0.60 μm , 0.63-0.68 μm ve 0.84-0.88 μm , 30 m), orta kızılötesi bölgede iki bandı (SWIR; 1.56-1.66 μm ve 2.10-2.30 μm , 30 m), ve termal kızılötesi bölgede iki bandı (10.30-11.30 μm , 11.50-12.50 μm , 100 m) mevcuttur.

Bu çalışmada, Landsat 8 algılayıcısının görünür ve yakın kızılötesinde dört spektral bandı (VNIR) ve orta kızılötesindeki (SWIR) iki spektral bandı kullanılmıştır. Uydü görüntülerinin işlenmesi ve tematik haritaların oluşturulmasında ERDAS Imagine ve ArcGIS, çoklu regresyon yöntemi ile modelin oluşturulması ve sonuçların geçerliliğinin test edilmesi aşamalarında ise SPSS yazılımları kullanılmıştır.

Oluşturulan model ile üretilen sonuç tematik haritaların, yüksek doğruluklu bilgi içerdiği yersel verilerle doğrulanmıştır.

2.1 Arazi Çalışması

Bu çalışmada, yersel veriler ile elde edilen elektriksel iletkenlik değerleri ve uydü görüntüsü kullanarak, topraklardaki tuzluluk miktarlarının tahmin edilmesi amacıyla

model oluşturulması hedeflenmiştir. Bu amaç doğrultusunda Landsat-8 uydusunun Tuz Gölü'nden üst geçişi dikkate alınmış (12.11.2018, 08:30) ve spektral ölçmeler aynı gün 09:30 ile 15:20 saatleri arasındaki gerçekleştirilmiştir (Şekil 2). Seçilen noktalar arasındaki mesafe yaklaşık 250-300 m olup, noktaların koordinatları el-tipi GPS ile kaydedilmiştir. Bu şekilde toplam 50 adet noktadan toprak numuneleri alınmıştır.



Şekil 2. Tuz Gölü çevresinde gerçekleştirilen arazi çalışması.

2.2 Laboratuvar Çalışması

Gerçekleştirilen bu arazi çalışmasında alınan toprak örneklerinin laboratuvar analizleri, Aksaray Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Katı Atık ve Toprak Kirliliği Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Araziden alınan numunelere elek analizi uygulandı. Topraktaki suyu gidermek için bütün numuneler 24 saat boyunca 105°C 'de etüvde kurutuldu. Örnekler hassas terazi ile tartıldı. Tartılan örnekler eluat testi uygulandı. Daha sonra eluat testi uygulanan numunelere jartest cihazıyla 24 saat boyunca karışım gerçekleşti. Son olarak örneklerin Elektriksel İletkenlik (EC) ve pH ölçümleri HQ440d Multi cihazıyla ölçülmüştür (Şekil 3).



Şekil 3. HQ440d Multi cihazıyla EC ve pH ölçümleri.

2.3 Görüntü İşleme

Görüntü işleme aşamasında Landsat 8 multispektral görüntü verilerindeki atmosferik etkileri en aza indirmek amacıyla görüntü radyometrik olarak düzeltilmiştir (Chavez, 1996; Yang ve Lo, 2000; Lu vd., 2002; Lillesand vd., 2004).

Çalışma alanına ait Landsat 8 ham uydu görüntüsünün atmosferik düzeltme işleminden sonra Band4-Band3-Band2 ve Band7-Band6-Band5 kompozitlerini kullanarak layer stack işlemi uygulanmıştır. Yapılan arazi çalışmasındaki 50 adet toprak örneklerinin uydu görüntüsünde karşılık geldiği nokta merkez alınarak 3x3'lük matrisler oluşturulmuş ve komşu piksellerle olan ortalaması alınmıştır.

Çalışma kapsamında uydu görüntüsündeki reflektans değerleri ve numunelerin laboratuvar analizleri sonucu elde edilen elektriksel iletkenlik değerleri kullanılarak çoklu regresyon analizi yapılmıştır. Bu aşamada yüzeyden alınan toplam 50 adet numuneye ait değerler (35 tanesi modelin işletilmesinde, 15 tanesi ise test edilmesinde) kullanılmıştır. Modelin oluşturulması, çalıştırılması ve sonuçların test edilmesi aşamaları SPSS yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Uydu görüntüsü üzerinden toprak tuzluluk tahmini için bir matematiksel model geliştirilmiştir. Regresyonun bağımsız değişkenleri Landsat-8 uydu görüntüsüne ait görünür ve yakın kızılötesi bölgede dört band ve orta kızılötesi bölgede iki banda ait reflektans değerleridir. Çoklu doğrusal regresyon modeli, p adet açıklayıcı değişken ve n adet gözlem için;

$$Y = b_0 + b_1X_{i1} + b_2X_{i2} + \dots + b_pX_{ip} + e_i \quad i: 1, 2, \dots, n$$

şeklinde yazılabilmektedir (Kutner ve ark., 2005; Weisberg, 2005).

Çoklu regresyon modelindeki eşitlik parametreleri ise şöyle;

Y: Elektriksel iletkenlik ($\mu\text{S}/\text{cm}$) - Bağımlı değişken

b_p : Regresyon katsayıları

X_{ip} : Reflektans Değerleri - Bağımsız değişken

e_i : Hata terimi

Regresyon analizi sonucunda elde edilmesi gereken önemli veriler şu şekildedir:

Çoklu belirlilik katsayısı (R^2), analiz kapsamındaki değişkenlerin tümünün, bağımlı değişken üzerindeki etki derecesini gösterir. "Çoklu belirlilik katsayısı, bağımlı değişkendeki değişimlerin ne kadarının bağımsız değişkenler tarafından açıklandığını göstermektedir. R^2 değeri, 0 ile 1 arasında değerler alabilmektedir (İbs Yazılım, 2008). R^2 değeri 1'e yakınsa bağımlı değişkendeki değişimin, bağımsız değişkendeki değişimlerle açıklanması o kadar iyidir. R^2 değerinin 0'a yakın çıkması ise bağımlı değişkendeki değişimlerin, bağımsız değişkenlerdeki değişim dışındaki faktörlerden meydana geldiğini gösterir (Birgili ve Düzer, 2010).

Ayarlanmış R^2 birden fazla bağımsız değişken olduğu için bu değer önemlidir. F testinde ise model parametrelerinin (katsayıların) anlamlı olup olmadığı test edilmektedir. Varyans analizi (Anova tablosu); bağımsız değişkenlerin arasındaki etkileşiminin bağımlı değişken üzerindeki etki derecesini gösteren analizdir.

3. BULGULAR

Çalışma kapsamında oluşturulan çoklu regresyon modelinden elde edilen analiz sonuçları çoklu model regresyon özeti Tablo-1'de ve regresyon modeli çoklu korelasyon katsayısı testi ise Tablo-2'de verilmiştir.

Tablo-1: Çoklu Regresyon modelinin özeti.

Model	R	R ²	Ayarlı R ²	Std. hata	Durbin-Watson
1	0,663 ^a	0,440	0,362	1031,05958	2,133

Tablo-2: Varyans Analizi (Anova tablosu).

Model	Kareler Toplamı	df	Ort. Kare	F	Sig.
Reg.	35905119,570	6	5984186,595	5,629	0,000 ^b
Artık	45712605,723	43	1063083,854		
Top.	81617725,292	49			

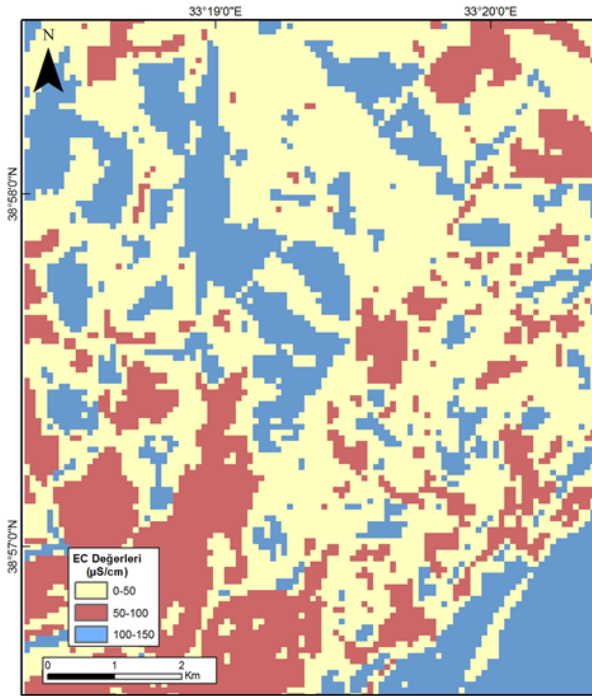
Çalışmada, birden fazla bağımsız değişkenimiz olduğu için ayarlanmış $R^2=0,362$ değeri kullanılır. Kullanılan bağımsız değişkenlerin (Red, Green, Blue bantları) toplam varyasyonu açıklayabilme oranı %36,2'dir. Kalan %64,8'lik kısım bilinmeyen faktörler nedeniyle olduğu düşünülmektedir. Ayarlanmış R^2 değeri 0,26-0,49 arasında olduğu için Tuzluluk ile Landsat-8 bantları arasında zayıf derecede ilişki vardır. Çoklu regresyon modelinin özet tablosunda Durbin-Watson test istatistiği 2,133 olarak hesaplanmıştır. Durbin-Watson istatistiği ideal olarak 2 civarında olması beklenmektedir. Çalışmada kullanılan veriler ve gerçek dünya göz önünde bulundurulduğunda, artıklar arasında çok yüksek bir korelasyon olmadığı şeklinde yorumlanmaktadır. Anova tablosu kurulan modelin anlamlı olduğunu göstermektedir. Sig. değerinin 0,05 den az olması oluşturulan modelin anlamlılığını ifade etmektedir.

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada, Tuz Gölü civarında yapılan arazi çalışması sonucunda elde edilen toprak örneklerinin elektriksel iletkenlik değerleri ve Landsat 8 uydu görüntüsünün reflektans değerleri arasında korelasyon uygulanarak, verilerin birden fazla bağımsız değişkeni olmasından dolayı çoklu regresyon modeli uygulanmıştır.

Tuzluluk derecesi (Elektriksel İletkenlik - EC) ve uydunun parlaklık değerleri arasında çoklu regresyon analizi yapılarak model oluşturulmuştur.

Elde edilen çoklu regresyon modeli ile görüntü işleme yapıldıktan sonra analiz sonuçları ile tematik harita oluşturulmuştur (Şekil 4). Oluşturulan tematik harita çalışma alanındaki tuzlu toprakların elektriksel iletkenlik değerlerini göstermektedir. Tuz gölü'ne yakın kısımların EC değerlerinin yüksek olduğunu söyleyebiliriz. Tuzluluk yapay ve doğal faktörlerle meydana gelmektedir. Çalışma alanının kuzeybatı kesimlerine doğru tarım alanları gözlenmektedir. Bu tarım alanlarında yapılan sulama ve farklı etkenler sonucu tuzluluk kısım kısım yayılımını göstermektedir.



Şekil 4. Çalışma bölgesine ait Elektriksel İletkenlik (EC) değerlerinin Tematik haritası.

Oluşturulan model, çalışma alanındaki tahmini tuzluluk değerlerinin belirli bir kısmını açıklayabilmektedir. Bu analiz sonuçlarına göre araştırma alanında farklı faktörleri ve etkenleri göz önünde bulundurmak gerekecektir. Yapılan literatür çalışmaları eşliğinde benzer çalışmalarda meydana gelen zayıf derecede ilişkilere nasıl bir sorun çözümü uygulandığı araştırılmıştır. Bu kapsamda çalışma alanındaki elektriksel iletkenlik değerlerinin yanı sıra çalışma alanını ve toprağın tuzluluk derecesini etkileyecek parametreleri belirlemek gerekecektir.

Toprağın fiziko-kimyasal özellikleri tuzlu toprakların spektral yansımaları belirler (Coleman ve Montgomery, 1987). Çalışma alanının toprak özellikleri dikkate alınacak olursa; toprağın bünyesinde bulundurduğu bazı elementler toprağın

yansıma özelliğini etkileyecektir. Bu sebeple tuzlu toprakların kimyasal özellikleri; Tuzluluk ve Landsat-8 uydusu arasındaki zayıf ilişkiye çözüm olabilecektir. Toprak özellikleri olarak Na, Cl, P, Sodyum adsorpsiyon oranı (SAR) vb. kimyasal özellikler pozitif korelasyon sağlayarak modelde açıklanamayan %64,8'lik kısmı açıklayabilecek faktörler olabilir.

KAYNAKLAR

Asfaw E., Suryabagavan K.V., Argaw M., 2018. Soil salinity modeling and mapping using remote sensing and GIS: The case of Wonji sugar cane irrigation farm, Ethiopia. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences* 17, 250–258.

Birgili E. ve Düzer M. (2010), "Finansal Analizde Kullanılan Oranlar ve Firma Değeri İlişkisi: İMKB'de Bir Uygulama", *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, Sayı 46, s.74-83.

Chavez, P.S., 1996. Image-based atmospheric corrections revisited and improved, *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 62, pp. 1025–1036.

Coleman TL, Montgomery OL. 1987. Soil moisture, organic matter and iron content effects on the spectral characteristics of selected Vertisols and Alfisols of Alabama. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 53: 1659–1663.

Ding J, and Yu D., 2014. Monitoring and evaluating spatial variability of soil salinity in dry and wet seasons in the Werigan–Kuqa Oasis, China, using remote sensing and electromagnetic induction instruments. *Geoderma* 235–236 (2014) 316–322.

Elhag M., 2016. Kurak ekosistemlerinde uzaktan algılama teknikleri kullanılarak farklı toprak tuzluluk haritalarının değerlendirilmesi *Suudi Arabistan J. Sens.* (2016) 10,1155 / 2016/7596175.

Gorji, T., Tanik, A., Sertel, E., 2015. Soil salinity prediction, monitoring and mapping using modern technologies. *Procedia Earth and Planetary Science* 15, 507–512.

Goldshleger, N., Chudnovsky, A., Ben-Binyamin, R., 2013. Predicting salinity in tomato using soil reflectance spectral. *Int. J. Remote Sens.* 34, 6079–6093.

IBS Yazılım, (2008), "En Küçük Kareler Yöntemi", <http://analiz.ibsyazilim.com/egitim/kk.html>, 25.03.2008.

Kutner, M. H., Nachtsheim, C. J., Neter, J. ve Li, W., 2005. *Applied Linear Statistical Models*. McGraw-Hill Irwin Companies inc. New York.

Li, H.Y., Webster, R., Shi, Z., 2015. Mapping soil salinity in the Yangtze delta: REML and universal kriging (E-BLUP) revisited. *Geoderma* 237-238, 71–77.

Lillesand, T.M., Kiefer, R.W., Chipman, J.W., 2004. *Remote Sensing and Image Interpretation*. Wiley New York.

Lu, D., Mausel, P., Brondizio, E., Moran, E., 2002. Assessment of atmospheric correction methods for Landsat TM data applicable to Amazon basin LBA research, *International Journal of Remote Sensing*, 23, pp. 1671-2651.

Metternicht, G., Zinck, J.A., 2003. Remote sensing of soil salinity: potentials and constraints. *Remote Sens. Environ.* 85, 1–20.

Ma, Z.Q., Xu, Y.P., Peng, J., Chen, Q.X., Wan, D., He, K., Shi, Z., Li, H.Y., 2018. Spatial And Temporal Precipitation Patterns Characterized By Trmm Tmpa Over The Qinghai-Tibetan Plateau And Surroundings. *Int. J. Remote Sens.* 39, 3891–3907.

Peng J., et al., 2018. Estimating soil salinity from remote sensing and terrain data in southern Xinjiang Province, China. *Geoderma*. Cilt 337, Sayfa 1309-1319.

Sidike, A., Zhao, S., Wen, Y., 2014. Estimating soil salinity in Pingluo County of China using QuickBird data and soil reflectance spectra. *Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinf.* 26, 156–175.

Yang, X., Lo, C.P., 2000. Relative radiometric normalization performance for change detection from multi-date satellite images, *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 66, pp. 967-980.

Zewdu, Shegena, Suryabhagavan, K.V., Balakrishnan, M., 2017. Geospatial approach for soil salinity mapping in Sege irrigation farm, South Ethiopia. *J. Saudi Soc. Agric. Sci.* 16 (1), 16–24.

Weisberg, S., 2005. *Applied Linear Regression*. John Wiley & Sons, Inc. Hoboken, New Jersey.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma ilk yazar A.A.'nın Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde yürütülen Doktora Tezinin bir bölümünü içermektedir. Yazarlar, çalışmada yapılan toprak analizlerine katkı sağladıkları için Aksaray Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümüne teşekkür ederler.