

LANDSAT ETM+ UYDU VERİSİ İLE BELİRLENEN YÜZEY TOPRAK NEMİNİN TARIMSAL AMAÇLI ÇALIŞMALARDA KULLANIMI

M. Dedeoğlu^{a,*}, L. Başayığit^b, A. Doğan^c

^a SÜ, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Selçuklu Konya - mdedeoglu@selcuk.edu.tr

^b SDÜ, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Çünür Isparta - leventbasayigit@sdu.edu.tr

^c YTÜ, İnşaat Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Davutpaşa İstanbul - ahmet@yildiz.edu.tr

ANAHTAR KELİMELER: Landsat 7, Coğrafi Bilgi Sistemleri, NDVI, Suğla, Toprak Nemi İndeksi

ÖZET:

Bu çalışmada uydu verisi ile yüzey toprak neminin belirlenmesi ve yer gerçekleri ile coğrafi bilgi sistemleri ortamında karşılaştırılmasına ait bir uygulama yer almaktadır. Çalışma, Konya Suğla gölü ve çevresindeki tarım arazilerini içeren yaklaşık 15000 hektarlık bir alanı kapsamaktadır. Çalışmada Landsat 7 ETM + uydu verisi, uydu verisinin işlenmesinde ve su indisine dayalı iklim modellerinin uygulanmasında ERDAS Imagine yazılımı, üretilen tematik haritaların arazi ve yer gerçekleri ile karşılaştırılmasında ARCGIS yazılımı kullanılmıştır. Çalışmada Landsat 7 ETM + uydu verisinin (Termal Bant - 6) işlenmesi ile elde edilen yüzey sıcaklığı (TS) değerleri kullanılarak Toprak Nem İndeksi (Soil Moisture Index; SMI) modellenmiş ve yüzey toprağı nem değerleri skorlar kullanılarak gruplanmış ve haritalanmıştır. Tematik haritalar arazi kullanım türü haritası ile karşılaştırılmış ve arazi çalışmaları ile elde edilen bilgilere göre yorumlanmıştır. Çalışma sonucu alanın % 10'unda (1143.27 ha) tarımsal faaliyetler için yetersiz nem seviyeleri tespit edilmiş, alanın % 5'inde (236.59 ha) ise taban suyu ve aşırı sulamaya bağlı yüzey göllenmesinin olduğu belirlenmiştir. Toprak nem dağılımı haritasında nem dağılımı düşük olan alanların tamamında kuru tarım (buğday) ve nadas (anız), aşırı nemli alanlarda ise sulu tarım (pancar-havuç) yapıldığı belirlenmiştir. Landsat ETM verisinin termal bandının tarım arazilerinin nem durumunun belirlenmesinde, sulama planlaması ve takibinde ve su stresinin erken dönemde tespitinde kullanılabilir olduğu sonucuna varılmıştır.

KEY WORDS: Landsat 7, Geographic Information Systems, Suğla, Soil Moisture Index (SMI)

ABSTRACT:

In this study, an application was carried out on detection of surface soil moisture by using remote sensing data and the obtained data were compared with landforms in geographic information system. Study area contained about 15000 ha agricultural land that is placed around Suğla Lake in Konya. Processing of satellite data which was obtained Landsat 7 ETM + sensor and the implementation of the climate model that based on the water index was used ERDAS Imagine software. ArcGIS software was used to compare thematic maps with landforms. Soil Moisture Index (SMI) was modeled by using surface temperature (Ts) which was obtained from thermal band and vegetation index (NDVI) derived from Landsat 7 ETM+ data and we surface moisture values was grouped and mapped by using scoring system. Thematic maps were compared with land use map and they were comments according to field studies. Consequently, insufficient moisture levels for agricultural activities were detected in 10 % (1143.27 ha) and the surface ponding due to groundwater and excessive irrigation was determined in 5 % (236.59 ha) of the area. All of the dry area which were detected low moisture level were carried out dry farming (wheat) and fallow (stubble), on the other hand, irrigated farming (sugar beet - carrot) was carried out in excessive moisture areas. We conclude that Landsat 7 Thermal band is available for determination of the moisture condition of agricultural land, irrigation planning – monitoring and detection of water stress in early period.

1. GİRİŞ

Bitkisel üretim açısından en önemli zirai faktörlerden biri olan toprak nemi, toprağın üstten 20 cm' lik kısmını kapsayan ve bitki kök bölgesi için faydalanılabilir olan su içeriğidir (Kaletia, et al., 2005; Wang and Qu, 2007). Toprak neminin zamanında, hızlı ve doğru bir şekilde belirlenmesi bitki –su ilişkileri bakımından büyük öneme sahiptir (Zeng et al., 2004). Nitekim, yağışın yeterli olduğu kurak ve yarı-kurak bölgelerde bitkilerin gelişimleri için ihtiyaç duyduğu suyun karşılanabilmesi, toprak neminin tespiti ile mümkün olmaktadır. Bunla birlikte aşırı sulamanın önlenmesi ve yüzey göllenmesine karşı önlem anılabilmesi için toprak neminin takip edilmesi gerekmektedir (Karaman et al., 2007). Geleneksel metotlar (Gravimetrik gibi) kullanılarak yürütülen çalışmalar doğru sonuçlar vermektedir fakat zaman - işgücü - maliyet bakımından ekonomik değildir (Wang and Qu, 2009.). Bununla birlikte çalışma alanının büyüklüğü de aynı faktörlerin yeterliliğine göre

sınırlanmaktadır. Ancak uzaktan algılama metotları ile daha geniş alanlar daha kısa sürede ve ekonomik olarak çalışılabilmektedir (Liu et al., 2002 Li et al, 2013.). Günümüzde toprak nemini doğrudan veya dolaylı olarak etkileyen faktörlerin bitki gelişimini sınırlandırmadan ve bitkisel üretime kayıplar vermeden önce geniş alanlarda belirlenmesi gelişen uzaktan algılama teknikleri ve iklim modelleri ile mümkün olmaktadır (Zeng et al, 2004) Uzaktan algılama ile toprak nem içeriğinin belirlenmesine yönelik çalışmalar, Landsat programının başlatıldığı 1970' lere dayanmaktadır (Beven and Kirkby, 1979). İlerleyen yıllarda uydu platformlarının gelişimi ve yeni sensörlerin kullanılması ile nem içeriklerinin belirlenmesine yönelik bir çok metot geliştirilmiştir. Bu metotlar Gama Radyasyon Teknikleri, Hiperspektral Teknikler, Termal Teknikler ve Mikrodalga Teknikleri olarak ayrılmaktadır.

Yapılan çalışmaların temelinde toprak nemi ile yüzey sıcaklığı arasındaki doğrusal ilişki yatmaktadır. Bu ilişkinin modellenme

aşamında uydu platformlarından elde edilen veriler ve yer gerçekleri (topografiya, bitki örtüsü, yağış miktarı, yüzey akış miktarı gibi) kullanılmaktadır (Lambin and Ehrlich, 1996; Kaletia et al., 2005; Walawender et al., 2012; Sameen and Kubaisy, 2014). Termal uzaktan algılama teknikleri ile toprak neminin belirlenmesi ekonomik, kolay ve de az yardımcı veri gerektirmektedir (Tang et al., 2011; Stisen et al., 2008). Termal teknikler gündüz yüzey sıcaklığı değişimleri ile toprak nemi arasındaki ilişkiyi kullanmaktadır. Yüzey sıcaklığı toprağın ısı iletkenliği ve ısı kapasitesine bağlıdır. Artan toprak nemi ile hem ısı iletkenliği hemde ısı kapasitesi artmaktadır (Pratt. and Ellyett, 1979).

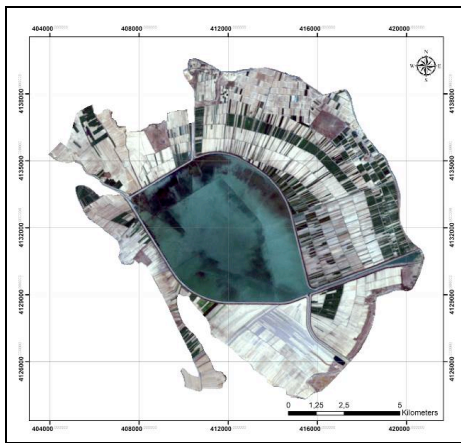
Isı ataletindeki bu değişimler uydu platformlarının sahip olduğu termal sensörler ile veriye, görüntü işleme yazılımlarının çeşitli matematiksel algoritma araçları ile anlamlı bilgilere dönüştürülmektedir. Elde edilen rakamsal bilgiler modellenerek toprak nem içeriği belirlenmektedir

Bu çalışmada termal uzaktan algılama ile toprak nemini belirleme modellerinden Toprak Nem İndeksi 'nin (SMI) (Lambin and Ehrlich, 1996; Sandholt et al., 2002; Zeng et al., 2004;), tarımsal amaçlı kullanımına yönelik bir araştırma yer almaktadır. SMI yüzey sıcaklığının yanında bitki örtüsünün toprak yüzeyini kaplama oranını (NDVI) kullanmaktadır NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) en yaygın kullanılan bitki indisi olup, klorofil pigmentinin görünür-yakın kızılötesi bölgedeki enerjiyi absorblama yoğunluğunun -1 ile +1 arasında değişen skor değerleri ile rakamsal ifadesidir. NDVI değeri büyüdükçe bitkinin yüzeyi örtme oranında da artmaktadır (Rouse et al., 1973.).

2. MATARYEL VE METOD

2.1 Materyal

Çalışma Konya Suğla gölü ve çevresindeki tarım arazilerini içeren 37° 23' -37° 16' Kuzey enlemleri ile 31° 54' - 32° 6' Doğu boylamları arasında yaklaşık 15000 hektarlık bir alanı kapsamaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma alanına ait Landsat 7 ETM+ görüntüsü

Çalışma alanı toprakları eski göl tabanı olup yüksek kil içerikli ve yüksek su tutma kapasiteli Vertik Xerofluent ile yılın büyük bir bölümü su etkisinde kalan ve yüzey göllenmesi görülen Aquic Xerofluent toprak tiplerinden oluşmaktadır. Bölgede yıllık yağış ortalaması 750.3 mm olup sıcaklık ortalaması da 11.8 °C dir. Bölgede bulutluluğun en düşük olduğu ve en kurak ay Ağustos ayıdır (Sarı ve İnan, 2011). Çalışmada Ağustos 2010 yılında iyi hava koşullarında kaydedilmiş Landsat 7 ETM+ uydu verisi kullanılmıştır.

2.2 Metod

Çalışma su muhtevasının belirlenmesi odaklı yürütülmektedir. Bu nedenle çalışma alanında su birikintisinin (göl) seçilmesi, hesaplamalar sonucunda sulu alanın en yüksek nem değerine sahip olarak sınıflanmasını gerektirmektedir. Bu sayede uygulanan indisin ve belirlenen nem değerlerinin doğrulaması (validasyonu) yapılmış olacaktır. Çalışma alanında arazi kullanım türü (AKT), ERDAS Imagine görüntü işleme yazılımı kullanılarak Kontrollü Sınıflama Tekniği (Erdas, 2002) ile sulu tarım alanları, kuru tarım alanları, mera ve göl olarak belirlenmiş ve 4 sınıfa ayrılmıştır. AKT arazi kontrolleri ile doğrulanmıştır. AKT 'nin belirlenmesi ile farklı tarımsal uygulama yapılan alanlara ait hesaplanan nem değerlerinin mevcut kullanımlara uygunluğu karşılaştırılmıştır. Çalışmada öncelikle Landsat 7 ETM + uydu verisinde ERDAS Imagine görüntü işleme yazılımı kullanılarak geometrik düzeltme (Erdas, 2002) işlemi yapılmış, uydu verisi çalışma alanı sınırlarına göre kesilmiş ve yorumlamaya hazır hale getirilmiştir. Bu ön işlemlerden sonra görüntü işleme yazılımının "Model Maker" aracı kullanılarak termal bantda piksel değerleri radyans değerlerine ve daha sonra yüzey sıcaklık değerlerine (Ts) dönüştürülmüş ve haritalanmıştır. Daha sonra SMI modelinde kullanılacak olan NDVI standart formüle göre hesaplanmış ve haritalanmıştır (Lambin and Ehrlich, 1996; Sandholt et al., 2002.; Zeng et al., 2004; Zhang et al., 2014) :

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED) \quad (1)$$

NIR = Yakın kızılötesi bant

RED = Görünür kırmızı bant

Landsat 7 ETM + için :

$$NDVI = (Bant 4 - Bant3) / (Bant4 + Bant3) \quad (2)$$

Ts-NDVI verileri istatistik analiz için .CSV (Comma-Separated Value) formatına dönüştürülmüş, MATLAB istatistik programında regresyon denklemi oluşturulmuş ve regresyon sabitleri belirlenmiştir.

2.2.1 SMI (Toprak Nem İndisi) uygulaması:

Termal metodlar ile toprak nem içeriğinin belirlenmesi amacıyla SIW hesaplaması aşağıdaki eşitliğe göre Microsoft Excel ortamında yapılmış ASCII formatında kaydedilmiştir:

$$SMI = Ts - Tsmin / a + bNDVI - Tsmin \quad (3)$$

SMI = Toprak nem indisi

Ts = Her bir piksel için yüzey sıcaklığı

Tsmin = En düşük yüzey sıcaklığı

a,b = Yüzey sıcaklığı – NDVI regresyon sabitleri

NDVI = Normalize Different Vegetation Index

a + bNDVI =Tsmax ; Yüzey sıcaklığı – NDVI regresyon modelinden hesaplanan en yüksek yüzey sıcaklığı değeri

ASCII formatındaki verinin tematik haritaya dönüştürülmesi için ArcGIS yazılımı kullanılmıştır.

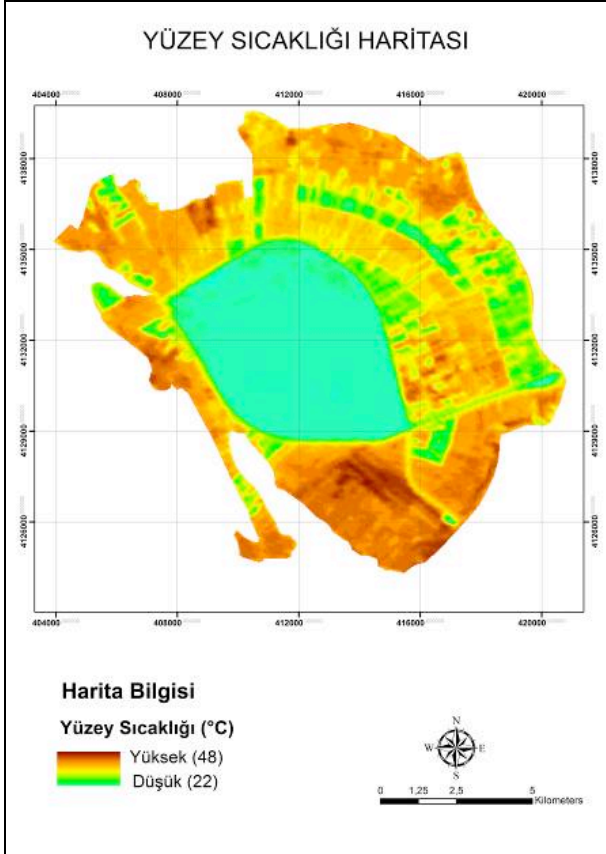
3. ARAŞTIRMA BULGULARI

Çalışmada Landsat 7 ETM+ uydu verisinden türetilen yüzey sıcaklık verisi (Ts)(Şekil 2) ve vejetasyon indeksi (NDVI) (Şekil 3) kullanılarak toprak nemi belirlenmiş ve haritalanmıştır (Şekil 4). Ts-NDVI değerlerinin lineer regresyon analizi sonucu

elde edilen model en yüksek sıcaklık değerinin hesaplanmasında kullanılmıştır (Lambin and Ehrlich, 1996; Sandholt et al., 2002.; Zeng et al., 2004; Zhang et al., 2014.):

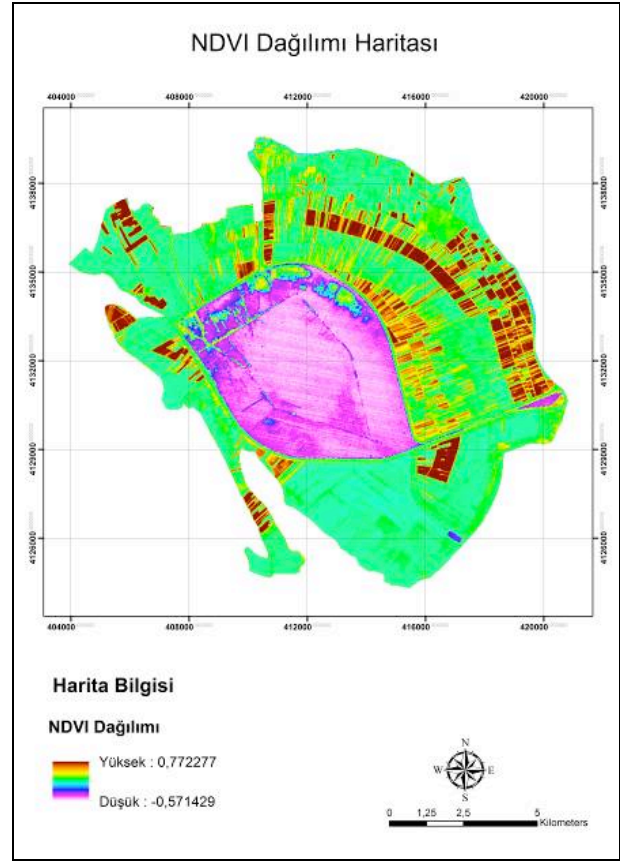
$$SMI = T_s - 22 / 19.02 + 16.06NDVI - 22 \quad (4)$$

Termal bant ve NDVI kullanılarak yapılan hesaplamalara göre yüzey sıcaklığı en yüksek 48 °C ile kuru tarım alanları ve meralarda gözlemlenirken en düşük yüzey sıcaklığı beklendiği gibi göl yüzeyinde belirlenmiştir. Su içeriği ile termal yansımada ters orantı olduğunu ve su içeriği arttıkça yüzey ısısının azalacağını belirtilmektedir (Wang and Qu, 2009)

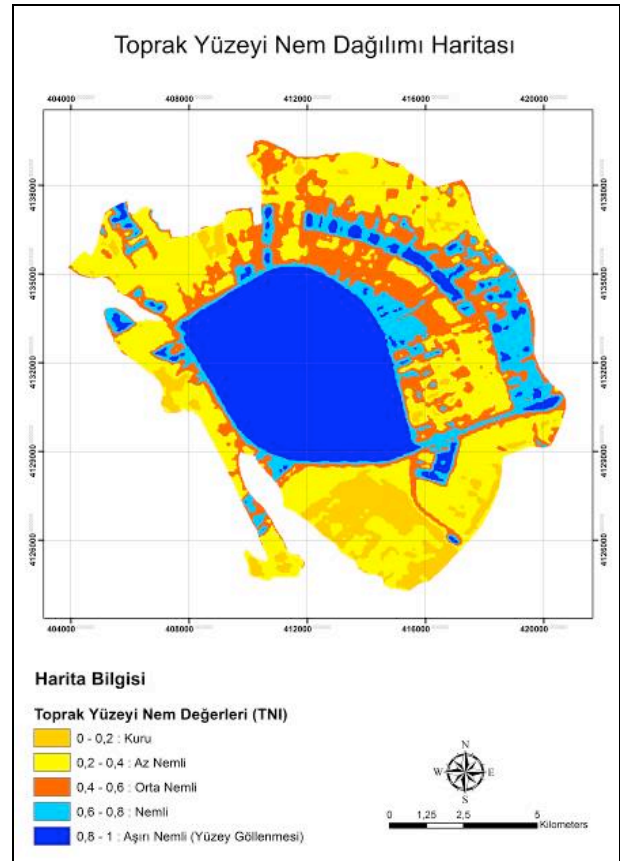


Şekil 2. Yüzey sıcaklığı haritası

TIR Emisyonu ile hesaplanan yüzey sıcaklığı değerleri ve NDVI arasında güçlü bir ilişki bulunmakta ve bu parametreler doğrudan toprak nemi ile ilişkili olarak değerlendirilmektedir (Goward and Hope, 1989; Nemani et al., 1992; Goetz, 1997; Sandholt et al., 2002; Wang et al., 2004; Yue et al., 2007; Zhang et al., 2007).



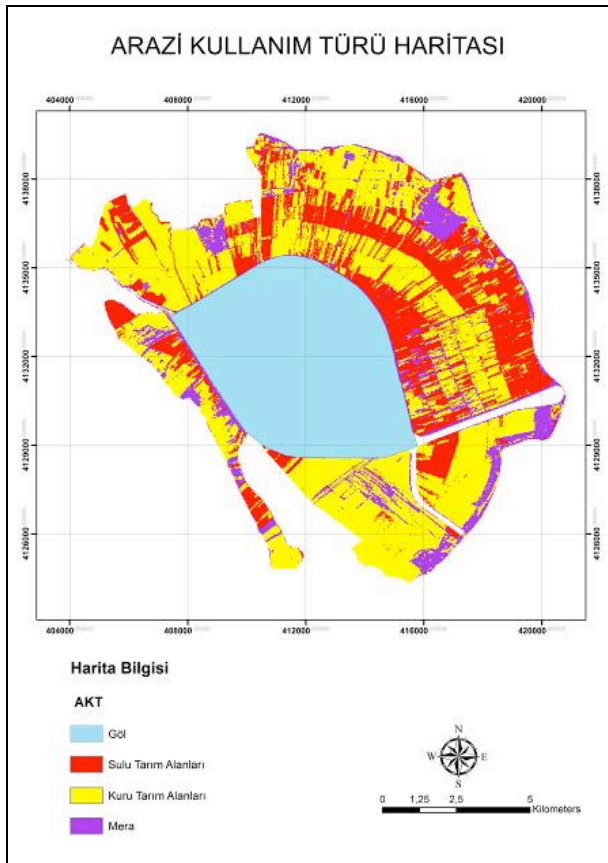
Şekil 3. NDVI dağılım haritası



Şekil 4. Nem dağılımı haritası

Özellikle bitki yüzeyinden yayılan ısı akışı çıplak toprağa göre daha düşüktür. Bu yüzden yüzey sıcaklıkları belirlenirken bitki örtüsü ile kaplı alanların nem durumları bir bitki yansım faktörü olarak değerlendirilir. Bu sayede bitkinin su içeriği ve yüzey sıcaklığı birleştirilerek toprak yüzeyinin nem durumu hakkında gerçek sonuçlar çıkarılmaktadır (Sandholt et al., 2002; Lambin and Ehrlich, 1996; Goward and Hope, 1989; Nemani et al., 1992; Goetz, 1997; Sandholt et al., 2002; Wang et al., 2004; Yue et al., 2007; Zhang et al., 2007; Lu et al., 2009; Zhang et al., 2014). Oluşturulan toprak nem haritası, arazi kullanım türü (Şekil 5) ile karşılaştırılmış ve arazi çalışmaları ile elde edilen bilgilere göre yorumlanmıştır.

Belirlenen nem değerleri 6 sınıfa ayrılmıştır (Zeng et al., 2004). AKT ile karşılaştırıldığında nemli (0.6 – 0.8) olarak 1805 ha alan sınıflandırılmış ve bu alanlarda sulu tarım uygulamaları yapıldığı belirlenmiştir. Orta nemli (0.4 – 0.6) olarak 2838 ha alan belirlenmiş ve bu bölgelerde kuru tarım uygulamaları yapıldığı tespit edilmiştir. Bölgede az nemli (0.2 – 0.4) ve kuru (0 – 0.2) olarak 60201 ha alan belirlenmiş ve bu alanlarda nadas (kuru tarım) uygulamaları ile mera sahalarının bulunduğu tespit edilmiştir. Bölgede 4025 ha alanda aşırı nem ve yüzey göllenmesi (0.8 - 1) tespit edilmiş ve arazi çalışmaları ile doğrulanmıştır. Ayrıca oluşturulan nem haritasında en yüksek nem içeriğine sahip alan göl olarak belirlenmiş ve tematik olarak sunulmuştur.



Şekil 5. Arazi Kullanım Türü haritası

4. SONUÇLAR

Çalışma ile alanının % 10'unda (1143.27 ha) tarımsal faaliyetler için yetersiz nem seviyeleri tespit edilmiş, alanın % 5'inde (236.59 ha) ise taban suyu ve aşırı sulamaya bağlı yüzey göllenmesinin olduğu belirlenmiş ve arazi çalışmaları ile desteklenmiştir. Çalışma sonucu termal uzaktan algılama ile

toprak nemini belirleme modellerinden Toprak Nem İndeksi 'nin (SMI) bölgedeki tarım arazilerinin nem durumunun belirlenmesinde, sulama planlaması ve takibinde ve su stresinin erken dönemde tespitinde büyük kolaylıklar sağladığı belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

Beven, K. and Kirkby, M., 1979. A physically based, variable contributing area model of basin hydrology. Hydrological Sciences Bulletin, (24), pp. 43-69.

Beven, K. and Kirkby, M., 1979. A physically based, variable contributing area model of basin hydrology. Hydrological Sciences Bulletin, (24), pp. 43-69.

ERDAS, 2002. Temel ve ileri seviye kullanım kitapçığı. İşlem Şirketler Grubu, Ankara.

Goetz, S., 1997. Multi-sensor analysis of NDVI, surface temperature and biophysical variables at a mixed grassland site. International Journal of Remote Sensing, (18), pp. 71-94.

Goward, S. and Hope, A., 1989. Evapotranspiration from combined reflected solar and emitted terrestrial radiation: Preliminary FIFE results from AVHRR data. Advances in Space Research, (9), pp. 239-249.

Kaletia, A. L., Tian, L. F. and Hirchi, M. C., 2005. Relationship between soil moisture content and soil surface reflectance. American Society of Agricultural Engineers, 48(5), pp. 1979-1986.

Karaman, M., Brohi, A. R., Müftüoğlu, N. M., Öztaş, T., Zengin, M., 2007. Sürdürülebilir toprak verimliliği. ISBN: 978 975-8629-49-7, Detay Yayıncılık, Ankara, TÜRKİYE.

Lambin, E. and Ehrlich, D., 1996. The surface temperature-vegetation index space for land cover and land-cover change analysis. International Journal of Remote Sensing, (17), pp. 463-487.

Li, Z.L., Wu, H., Wang, N., Qiu, S., Sobrino, J.A., Wan, Z., Tang, B.H., Yan, G., 2013. Land surface emissivity retrieval from satellite data. Int. J. Remote Sens., (34), pp. 3084-3127.

Liu, W., F. Baret, X. Gu, Q. Tong, L. Zheng, and B. Zhang. 2002. Relating soil surface moisture to reflectance. Remote Sensing Environ., 81(2-3), pp. 238-246.

Lu, S.; Ju, Z.; Ren, T.; Horton, R. A., 2009. General approach to estimate soil water content from thermal inertia. Agric. For. Meteorol., (149), pp. 1693-1698.

Nemani, R., Pierce, L., Running, S. and Goward, S., 1992. Developing satellite-derived estimates of surface moisture status. Journal of Applied Meteorology, (32), pp.548-557.

Pratt, D. and Ellyett, C., 1979. The thermal inertia approach to mapping of soil moisture and geology. Remote Sensing of Environment., (8), 151-168.

Rouse Jr., J., Haas, R., Schell, J. and Deering, D., 1973. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. In Third Earth Resources Technology Satellite1 Symposium. Freden, S., Mercanti, E. and Becker, M. (eds). Washington, D.C.: National Aeronautics and Space Administration (NASA SP 351). Technical presentations, section A, volume 1:309-317.

Sameen, M. I., Kubaisy, M. A. A., 2014. Automatic Surface Temperature Mapping in ArcGIS using Landsat-8 TIRS and ENVI Tools Case Study: Al Habbaniyah Lake. *Journal of Environment and Earth Science*, 4(12), pp. 12-17.

Sandholt, I., Rasmussen, K. and Andersen, J., 2002. A simple interpretation of the surface temperature/vegetation index space for assessment of surface moisture status. *Remote Sensing of Environment.*, (79), pp. 213-224.

Sarı, S., İnan, N., 2011. Seydişehir ile Beyşehir'in iklimlerinin karşılaştırılması. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 26(2011), pp. 291-310.

Stisen, S.; Sandholt, I.; Nørgaard, A.; Fensholt, R.; Jensen, K.H., 2008. Combining the triangle method with thermal inertia to estimate regional evapotranspiration—Applied to MSG-SEVIRI data in the Senegal River basin. *Remote Sens. Environ.*, (112), pp. 1242–1255.

Tang, R.L.; Li, Z.-L.; Jia, Y.; Li, C.; Sun, X.; Kustas, W.P.; Anderson, M.C., 2011. An intercomparison of three remote sensing-based energy balance models using Large Aperture Scintillometer measurements over a wheat-corn production region. *Remote Sens. Environ.*, (115), pp. 3187–3202.

Walawender, J. P., Hajto, M. J., Iwaniuk, P., 2012. A new ArcGIS toolset for automated mapping of land surface temperature with the use of LANDSAT satellite data. *Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS)*, pp. 4371-4371.

Wang, C., Qi, S., Niu, Z. and Wang, J., 2004. Evaluating soil moisture status in China using the temperature-vegetation dryness index (TVDI). *Canadian Journal of Remote Sensing*, (30), pp. 671-679.

Wang, L.L., 2009. Satellite remote sensing applications for surface soil moisture monitoring: A review. *Front. Earth Sci.*, (3), pp. 237–247.

Yue, W., Xu, J., Tan, W. and Xu, L., 2007. The relationship between land surface temperature and NDVI with remote sensing: application to Shanghai Landsat 7 ETM+ data. *International Journal of Remote Sensing*, (28), pp. 3205-3226.

Zeng, Y., Feng, Z. and Xiang, N., 2004. Assessment of soil moisture using Landsat ETM+ temperature/vegetation index in semiarid environment. *Proceedings of the IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium*, (6), pp. 4306-4309.

Zhang, D., Tang, R., Zhao, W., Tang, B., Wu, H., Shao, K., Li, Z. L., 2014. Surface soil water content estimation from thermal remote sensing based on the temporal variation of land surface temperature. *Remote Sens.*, (6), pp. 3170-3187.

Zhang, F., Gao, Z. and Zuo, L., 2007. Study on relationship of soil moisture and land cover: a case in Lijin County, Shandong Province. *Remote Sensing and Modeling of Ecosystems for Sustainability IV*. Gao, W. and Ustin, L. (eds). *Proceedings of SPIE 6679*, 667918, SPIE, Bellingham, WA.