



Evaluation of Vegetation Change in Silage Corn Production Areas of Sultansuyu Agriculture Management Directorate with Landsat-8 Satellite Images

Ufuk Çoban^{1,a,*}, Alper Serdar Anlı^{1,b}

¹Department of Agricultural Structures and Irrigation, Faculty of Agriculture, Ankara University, 06110 Ankara, Turkey

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 10/08/2021 Accepted : 25/10/2021</p> <p>Keywords: Remote Sensing Landsat 8 NDVI SAVI Silage Corn</p>	<p>Remote sensing (RS) is used effectively in agriculture as well as in many different fields. There are many mathematical models developed to predict characteristics such as yield, plant water consumption, plant growth and development in agricultural areas using RS techniques. In this study, the Normalized Vegetation Change Index (NDVI) and Vegetation Index Considering Soil Reflections (SAVI) were used. NDVI and SAVI satellite images are calculated using bands of near infrared (NIR) and red (RED) light wavelengths. Within the scope of the study, by using LANDSAT 8 satellite images of 2018 and 2019, the change in the silage corn production areas irrigated by the circular moving sprinkler irrigation (Center Pivot) systems in Yeniköy belonging to the General Directorate of Agriculture, Sultansuyu Agriculture Operation Directorate was analyzed during the plant development period. In this context, NDVI and SAVI maps obtained from satellite images were determined. Plant growth changes were evaluated for the period from sowing to harvest from the maps obtained. According to the results obtained from the study, it was determined that the plant growth and development satellite images of maize silage can be followed by NDVI and SAVI plant parameters obtained by using NIR and RED bands.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 9(11): 2073-2080, 2021

Sultansuyu Tarım İşletme Müdürlüğüne Ait Silajlık Mısır Üretim Alanlarındaki Vejetasyon Değişiminin Landsat-8 Uydu Görüntüleri ile Değerlendirilmesi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 10/08/2021 Kabul : 25/10/2021</p> <p>Anahtar Kelimeler: Uzaktan Algılama Landsat 8 NDVI SAVI Silajlık Mısır</p>	<p>Uzaktan algılama (UA) birçok farklı alanda kullanıldığı gibi tarımda da etkin bir biçimde kullanılmaktadır. UA tekniklerinden faydalanarak tarım alanlarında verim, bitki su tüketimi, bitki büyüme ve gelişme gibi özelliklerin tahmin edilmesi için geliştirilmiş birçok matematiksel model vardır. Bu çalışmada modellerden Normalize Edilmiş Vejetasyon Değişim İndeksi (NDVI) ve Toprak Yansımalarını Dikkate Alan Vejetasyon İndeksi (SAVI)'den yararlanılmıştır. NDVI ve SAVI uydu görüntülerinin yakın kızılötesi (NIR) ve kırmızı (RED) ışık dalga boyundaki bantlar kullanılarak hesaplanmaktadır. Çalışma kapsamında 2018 ve 2019 yılına ait LANDSAT 8 uydu görüntüleri kullanılarak Tarım İşletme Genel Müdürlüğüne ait Sultansuyu Tarım İşletme Müdürlüğü'nün Yeniköy mevkiinde bulunan dairesel hareketli yağmurlama sulama (Center Pivot) sistemleri ile sulanan silajlık mısır üretim alanlarındaki değişim bitki gelişme dönemi boyunca analiz edilmiştir. Bu kapsamda uydu görüntülerinden elde edilen NDVI ve SAVI haritaları belirlenmiştir. Elde edilen haritalardan ekimden hasada kadar geçen süre için bitki gelişim değişimleri değerlendirilmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre silajlık mısır bitkisinde bitki büyüme ve gelişmesi uydu görüntülerinin NIR ve RED bantları kullanılarak elde edilen NDVI ve SAVI bitki parametreleri ile takip edilebileceği belirlenmiştir.</p>

^a ufcoban42@gmail.com

^{id} <https://orcid.org/0000-0001-9384-4429>

^b alperanli@gmail.com

^{id} <https://orcid.org/0000-0002-8528-5230>



This work is licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International License

Giriş

Birçok kullanım alanına sahip mısırın son yıllarda yeşil yem ve silaj üretimi amacı ile ekim alanı artmıştır. Mısır, silaj yapımına uygunluğu, birim alan veriminin ve elde edilen silajın besin değerinin yüksek olmasından dolayı en çok tercih edilen tür olmasına rağmen silaj üretimi için ülkemizde tescil edilmiş yeterli sayıda mısır çeşidi bulunmamaktadır. Son on yıl içerisinde silajlık mısır ekim alanları ve üretim miktarı artış göstermektedir. Türkiye’de silaj amacıyla üretilen mısırın ekim alanı yaklaşık 4,2 milyon dekadır. Toplam silajlık mısır üretimi ise 20,1 milyon tondur (Anonim, 2018). Türkiye’de silajlık mısır üretiminde ön plana çıkan şehirler İzmir, Balıkesir, Bursa ve Konya’dır. Mısır silajı, dünyada üretilen en ekonomik ve en yaygın kaba yem olup Amerika Birleşik Devletleri, Hollanda, Almanya ve Fransa gibi ülkelerde proteince zenginleştirilerek sığır besiciliğinde çok yoğun olarak kullanılmaktadır (Kılıç, 1986, 1996; Alçiçek ve Karaayvaz, 2003).

Dünyanın hemen hemen her yerinde, büyük tarım alanlarının en ekonomik ve az su kullanarak yüksek randımanla sulanması amacıyla oluşturulan Dairesel Hareketli Yağmurlama Sulama Sistemi birçok bitkinin farklı arazi ve iklim koşullarında sulanmasında kullanılmaktadır. Tamamıyla galvaniz kaplı çelik borulardan ve çelik yapıdan oluşan sistem, betonarme bir platformun üzerinde dairesel dönüş yaparak hareket eder ve sulamayı otomatik olarak el değmeden yapmaktadır. Dairesel Hareketli Yağmurlama Sulama Makineleri %15’e varan eğimlerde çalışabilmektedir. Bu sulama sistemlerinde su kullanım randımanı %95’lere kadar ulaşmaktadır. Bu oran diğer basınçlı sulama sistemlerine göre daha yüksektir (Anonim, 2020a).

Dünyadaki bütün ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de tarım ürünleri yetiştiriciliğinin sürdürülebilir bir biçimde gerçekleştirilmesi istenmektedir. Bu amaçla bitkilere ait çeşitli parametrelerin gelişme dönemleri boyunca izlenmesi gerekmektedir (Köksal, 2007). Uzaktan algılama (UA) teknikleri kullanılarak bitkiler gelişme dönemleri boyunca izlenebilmektedir (Vina ve ark., 2004). Fiziksel temas olmaksızın cisimler hakkında bilgi edinme tekniği UA olarak bilinmektedir (Sharma, 2007). Uzaktan algılanmış verilerin uygulamada kullanılabilmesi amacıyla arazi denemelerinin yapılması ve bu verilerin analiz edilmesi gerekmektedir (Köksal ve ark., 2011). Bu kapsamda bitkilerin izlenmesi için Normalize Edilmiş Vegetatif Değişim İndeksi (NDVI), Toprak Yansımalarını Dikkate Alan Vegetasyon İndeksi (SAVI) gibi vegetasyon indeksleri geliştirilmiştir (Jackson ve ark., 1977; Idso ve ark., 1990; Kustas ve Daughtry, 1990; Moran ve ark., 1994; Peñuelas ve ark., 1994; Alves ve Pereira, 2000). Yaygın olarak kullanılan vegetasyon indekslerinin başında NDVI gelmektedir. NDVI bitkiden yansıyan güneş radyasyonunun elektromanyetik spektrumunun yakın kızılötesi (NIR) ve kırmızı (RED) bölgelerindeki yansıma değerlerinden hesaplanmaktadır (Carlson ve Ripley, 1997). SAVI ise NDVI’ya benzer bir indeks olup toprak etkisini azaltmak için kullanılmaktadır. NDVI ve SAVI bitkilerin vegetasyon durumunun tahmin edilmesi (Jiang ve ark., 2016), yaprak alan indeksinin tahmin edilmesi, verimin tahmin edilmesi (Kross ve ark., 2015; Siyal ve ark., 2015), kuraklığın izlenmesi (Peters ve ark., 2002) gibi birçok bitki

parametresini araştırma fırsatı sunmaktadır. Bu vegetasyon indekslerinin değerleri yeşil bitki örtüsüyle ilgili bilgiyi verdiği gibi bitkinin gelişmediği veya bitkinin olmadığı boş alanlar hakkında da bilgi sunmaktadır. Sonuçları 0,0 ile +1,0 arasında bitkinin bulunduğu yoğunluğa göre değişim göstermektedir. Bir bölgede yeşil bitki örtüsü ne kadar fazlaysa değerleri +1,0’a o kadar yaklaşırken, bulutlar, su ve kar düşük (eksi) değerlere sahiptir. Çıplak toprak ve zayıf bitki örtüsü durumunda ise değerler sifıra yakın değerlere sahiptir. Bir NDVI haritasında tarımın yoğun olduğu bölgeler gözlemlendiğinde, düşük NDVI değerlerine sahip alanlar kuraklık, aşırı rutubet, hastalık ve zararlılar gibi çeşitli nedenlerle zayıf bitki gelişiminin olduğu bölgeleri temsil etmektedir. Diğer taraftan yüksek NDVI ve SAVI değerleri ise bitki gelişiminin sağlıklı olduğu yerleri göstermektedir. NDVI, büyük alanları kapsayan çalışmalarda hem bitki örtüsü değişimi hakkında hızlı veri elde edilmesi, hem de maliyetin daha az olması nedeniyle uygulanan geleneksel yöntemlere göre daha avantajlıdır.

Bu çalışma ile Sultansuyu Tarım İşletmesi Müdürlüğü’ne ait Dairesel Hareketli Yağmurlama Sulama Sistemleri ile 2018 ve 2019 yıllarına ait silajlık mısır yetiştiriciliği yapılan tarım arazilerinde hem parsel içi hem de parseller arasındaki vegetasyon seviyesindeki değişimin ortaya konulmasında UA tekniklerinin kullanılma olanakları değerlendirilmiştir. Bu kapsamda Landsat 8 uydu görüntülerinden hesaplanan NDVI ve SAVI indeksleri kullanılarak silajlık mısır yetiştirme sezonu boyunca parsellerdeki değişim ortaya konulmuştur.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Çalışma alanı Doğu Anadolu Bölgesi Malatya ili Akçadağ İlçe hudutları içerisinde bulunmaktadır. İşletme, Malatya’nın 27 km batısında, Malatya-Kayseri karayolu üzerinde, Sultansuyu vadisinde bulunmaktadır. Yeniköy mevkiine işletme merkezinin 18 km kuzeyinde ve Malatya Erhaç Havaalanı ile Tohma Vadisi arasındadır (Şekil 1). İşletmenin sulu tarım alanlarında hububat, silajlık mısır, ayçiçeği, yonca ve çayırotu üretimi yapılmaktadır. Bölgede karasal iklimin hüküm sürmesi nedeniyle yeterli yağış almadığından sulama imkânlarına da bağlı olarak yıllara göre değişimle birlikte yaklaşık 6-7 bin dekar alanda nadaslı tarım sistemi uygulanmaktadır.

Doğu Anadolu Bölgesinin batısında yer alan Malatya ili, yazları kurak ve sıcak, kışları soğuk olan karasal iklim tipine girmektedir. En yüksek ortalama sıcaklık temmuz ayı en düşük ortalama sıcaklık ise ocak ayında gerçekleşmektedir. Bölge en fazla yağışı ise nisan ayında almaktadır.

Bu çalışmada 2018 ve 2019 yıllarında mayıs-ağustos ayları arasında çekilen 12 adet (15 Mayıs, 9 Haziran, 2 – 11 – 18 – 27 Temmuz, 28 Ağustos 2018 ve 27 Mayıs, 14 – 30 Temmuz, 8 – 31 Ağustos 2019) Landsat 8 uydu görüntüsü kullanılmıştır. Çalışmada uydu görüntülerinin işlenmesinde ve sayısal veri elde etmede Erdas Imagine 10.0, haritalama çalışmalarında Global Mapper 13.0 bilgisayar yazılımları kullanılmıştır. Uydu görüntülerinin bant 4 (RED) ve bant 5 (NIR) verileri kullanılmıştır.



Şekil 1. Çalışma alanının coğrafi konumu
Figure 1. Geographical location of the study area

Yöntem

İlk olarak sayısallaştırılmış çalışma parselleri ile Landsat 8 uydu görüntüleri rektifiye edilmiştir. Ardından çalışmada kullanılan her bir uydu görüntüsüne atmosferik doğrulama işlemleri yapılmıştır. Bu kapsamda uyduda ve yeryüzünde spektral yansımaya oranı ($\rho\lambda$, ρ_s, b) parametreleri ayrı ayrı hesaplanmıştır. Uyduda spektral yansımaya oranı Eşitlik 1'e göre hesaplanmıştır. Burada M_p ve A_p Landsat 8 uydu görüntüsünün bantlarına özgü ölçekleme faktörü, Q_{cal} her bir bant için dijital numara (DN) ve θ_{SE} güneş açısıdır (Anonim, 2020c). Bu değerler her bir uydu görüntüsünün meta dosyalarından alınmıştır.

$$\rho\lambda = \frac{M_p Q_{cal} + A_p}{\sin(\theta_{SE})} \quad (1)$$

Yüzeyle spektral yansımaya oranı hesabında kullanılan formülasyon Eşitlik 2'de verilmiştir. Burada $\rho_{a,b}$ uydunun yansımaya ilişkin özel değeri (0-1 arasında boyutsuz) $\tau_{in,b}$ güneşten gelen radyasyon için atmosferik transmissivite ve $\tau_{out,b}$ yüzeyden gelen radyasyon için atmosferik transmissivitedir. Söz konusu eşitlik atmosferik doğrulama hesaplarını kapsamaktadır. Atmosferik doğrulama hesaplamaları Allen ve ark. 2007' de verilen esaslara göre tamamlanmıştır.

$$\rho_s \cdot b = \frac{\rho\lambda - \rho_{a,b}}{\tau_{in,b} \cdot \tau_{out,b}} \quad (2)$$

Uydu görüntülerinin atmosferik doğrulaması yapıldıktan sonra spektral vejetasyon indeksleri olan Normalize Edilmiş Vejetatif Değişim İndeksi (NDVI) ve Toprak Yansımalarını Dikkate Alan Vejetasyon indeksi (SAVI) sırasıyla Eşitlik 3 ve 4'e göre hesaplanmıştır. Eşitliklerde NIR ve RED Landsat 8 uydusunun bu bantlardaki spektral yansımaya oranı değerlerini ifade etmektedir. Ayrıca eşitlikte bulunan L toprak etkisini azaltmak için kullanılan bir katsayıdır. Bu çalışmada L

katsayısı 0,4 olarak alınmıştır (Tasumi ve ark., 2008). Bu eşitlikler kullanılan uydu görüntülerinin her bir hücresine uygulanmış ve böylece NDVI ve SAVI haritaları elde edilmiştir. Çalışma parsellerinin ortalama NDVI ve SAVI değerleri parsel sınırları içerisinde kalan tüm uydu görüntüsü hücrelerinin ortalama değeri alınarak hesaplanmıştır (Allen ve ark., 1998; Basitaanssen ve ark., 1998; Allen ve ark., 2005; Allen ve ark., 2007; Tasumi ve ark., 2008; Kale ve Acarlı, 2019a; Kale ve Acarlı, 2019b).

$$NDVI_L = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)} \quad (3)$$

$$SAVI_L = (1 + L) \times \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED + L)} \quad (4)$$

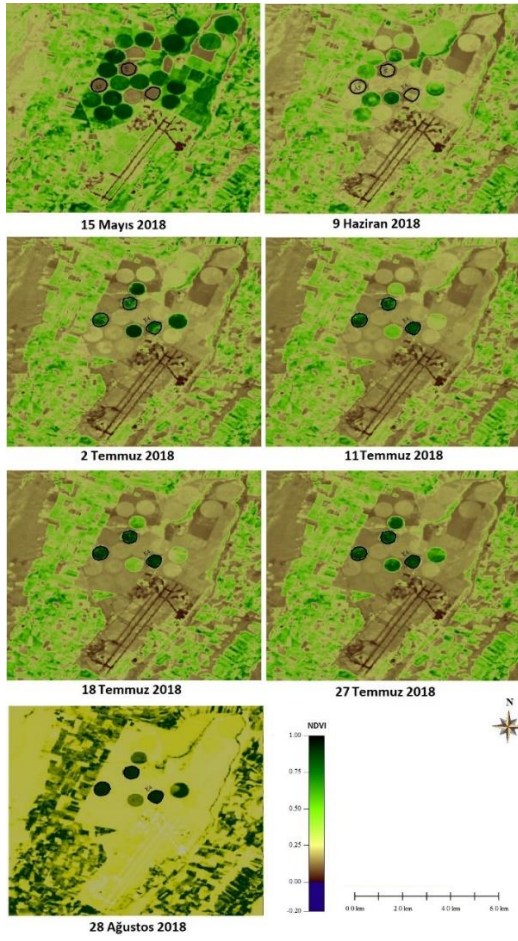
Bulgular ve Tartışma

Mayıs – Ağustos 2018 ve 2019 döneminde farklı tarihlerde çekilmiş Landsat 8 uydu görüntüleri işlenerek elde edilen NDVI ve SAVI haritaları sırasıyla Şekil 2 ile Şekil 5 arasında verilmiştir.

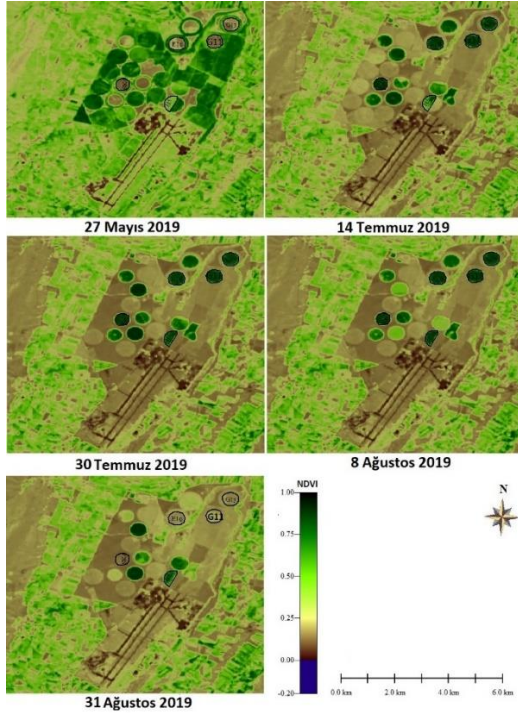
Söz konusu haritalar sadece çalışma parsellerini değil aynı zamanda çalışmanın yürütüldüğü alanda bulunan bütün parselleri de kapsamaktadır. NDVI ve SAVI haritaları incelendiğinde, bu parametrelerin bitkilerin vejetasyon durumlarına göre değişim gösterdiği görülmektedir. Çalışma döneminde her iki vejetasyon indeksi de hasattan hemen önce temmuz ayının sonunda en yüksek seviyededir. Haritalar üzerinde silajlık mısır yetiştirilen parseller işaretlenmiştir.

2018 yılında açık gökyüzü koşullarında elde edilen ilk uydu görüntüsü 15 Mayıs 2018 tahinedir. Bu tarihte silajlık mısır yeni çıkış yaptığı dönemde olduğu için vejetasyonun çok fazla gelişmemiş olduğu gözlemlenmektedir. 15 Mayıs tarihinde çalışma alanında bulunan diğer parsellere bakıldığında arpa, yulaf, hâsil fiğ, yonca gibi bitkilerin olduğu görülürken, haziran ayının başlarında olan görüntüde ise diğer parsellerdeki hububatların hasat edildiği görülmektedir. Silajlık mısır vejetasyonunun en yüksek seviyeye geldiği zaman hasat edilmektedir. Dolayısıyla en yüksek NDVI ve SAVI değerleri elde edildiğinde hasat işlemi gerçekleşmektedir. Bu çalışma kapsamında en yüksek NDVI değerine geldiği 28 Ağustos tarihinden sonra hasadın başladığı görülmektedir (Şekil 4 ve 5).

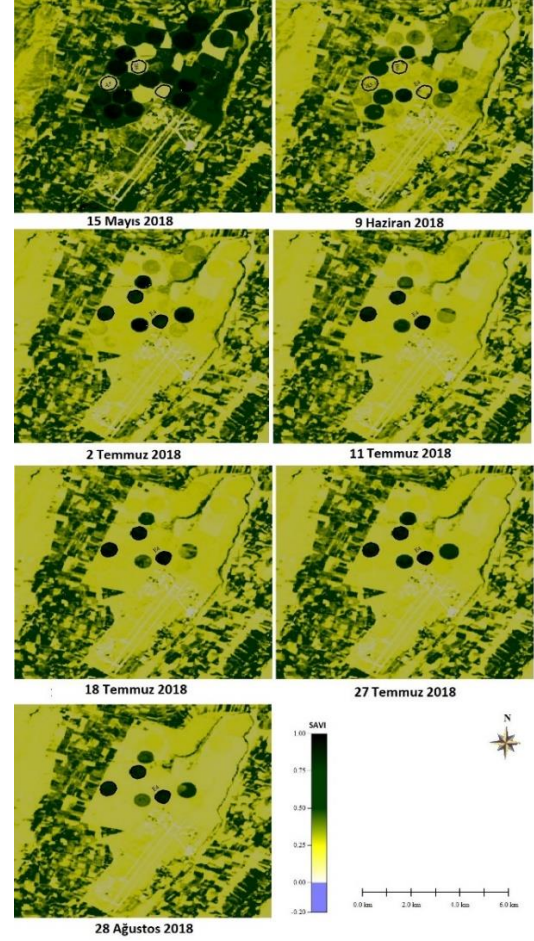
Araştırmanın yürütüldüğü silajlık mısır parsellerinde, 2018 yılı Landsat 8 uydu görüntüleri ile hesaplanan ortalama NDVI ve SAVI değerlerinin çalışma döneminde nasıl bir değişim gösterdiği Şekil 6'da verilmiştir. Ortalama NDVI ve SAVI değerleri 15 Mayıs 2018 tarihli uydu görüntüsünde sırasıyla 0,13 – 0,14 olarak tespit edilmiş ve 9 Haziran 2018 tarihinde ise bu değerler sırasıyla 0,26 – 0,28 olarak hesaplanmıştır. 27 Temmuz 2018 tarihli görüntü ile tespit edilen NDVI ve SAVI değerleri Temmuz görüntüleri içerisinde en yüksek sonuçları vermiştir (0,85 – 0,94). Ağustos ayında çekilen Landsat 8 uydu görüntüleri ile hesaplanan NDVI ve SAVI değerleri giderek azalan bir eğilim göstermiş ve bu değerler temmuz ayından daha düşük gerçekleşmiştir. Ayrıca silajlık mısırların ağustos ayının başlarından itibaren hasat edilme sürecine girdiğini de göstermektedir.



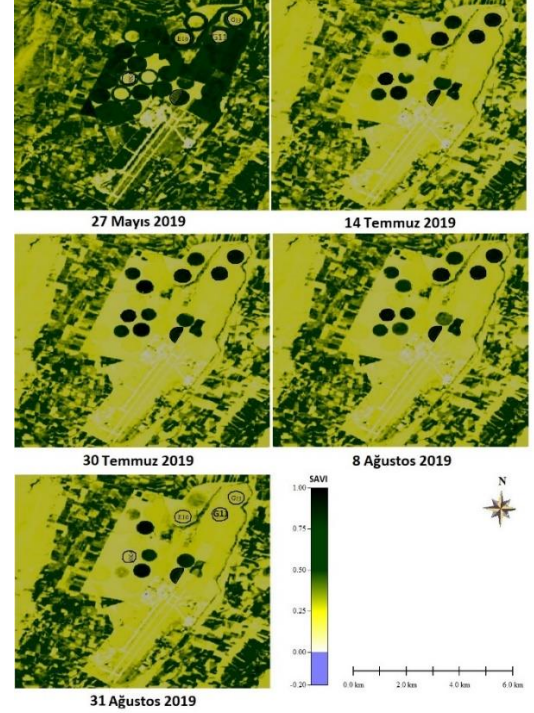
Şekil 2. Farklı tarihlerde çekilen Landsat 8 uydu görüntüleri kullanılarak hazırlanmış 2018 yılı NDVI haritaları
Figure 2. 2018 NDVI maps prepared with Landsat 8 satellite images taken on different dates



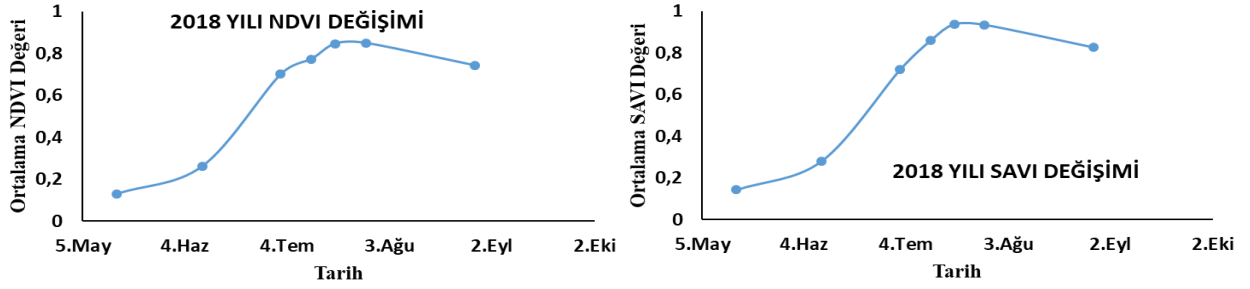
Şekil 3. Farklı tarihlerde çekilen Landsat 8 uydu görüntüleri kullanılarak hazırlanmış 2019 yılı NDVI haritaları
Figure 3. 2019 NDVI maps prepared with Landsat 8 satellite images taken on different dates



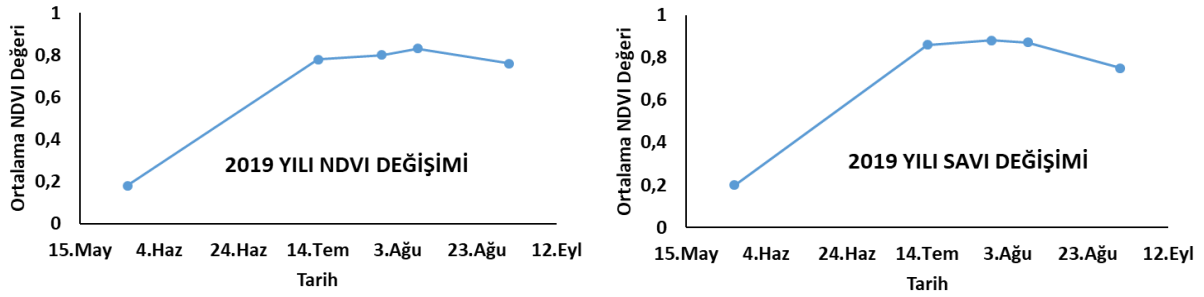
Şekil 4. Farklı tarihlerde çekilen Landsat 8 uydu görüntüleri kullanılarak hazırlanmış 2018 yılı SAVI haritaları
Figure 4. 2018 SAVI maps prepared with Landsat 8 satellite images taken on different dates



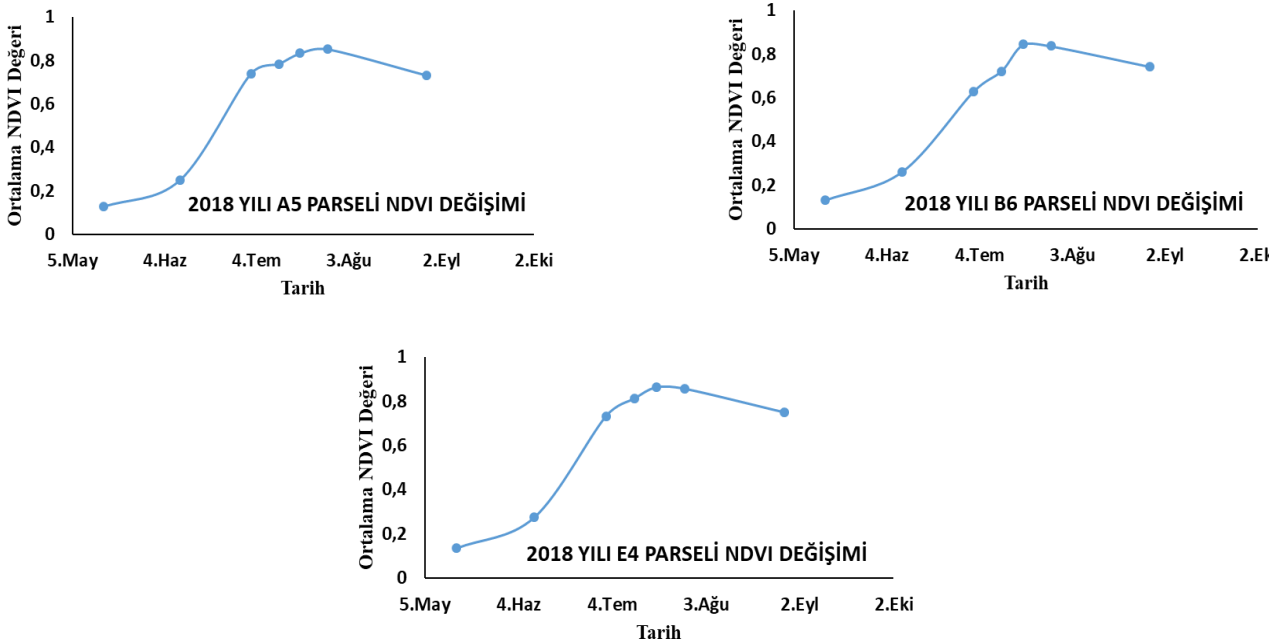
Şekil 5. Farklı tarihlerde çekilen Landsat 8 uydu görüntüleri kullanılarak hazırlanmış 2019 yılı SAVI haritaları
Figure 5. 2019 SAVI maps prepared with Landsat 8 satellite images taken on different dates



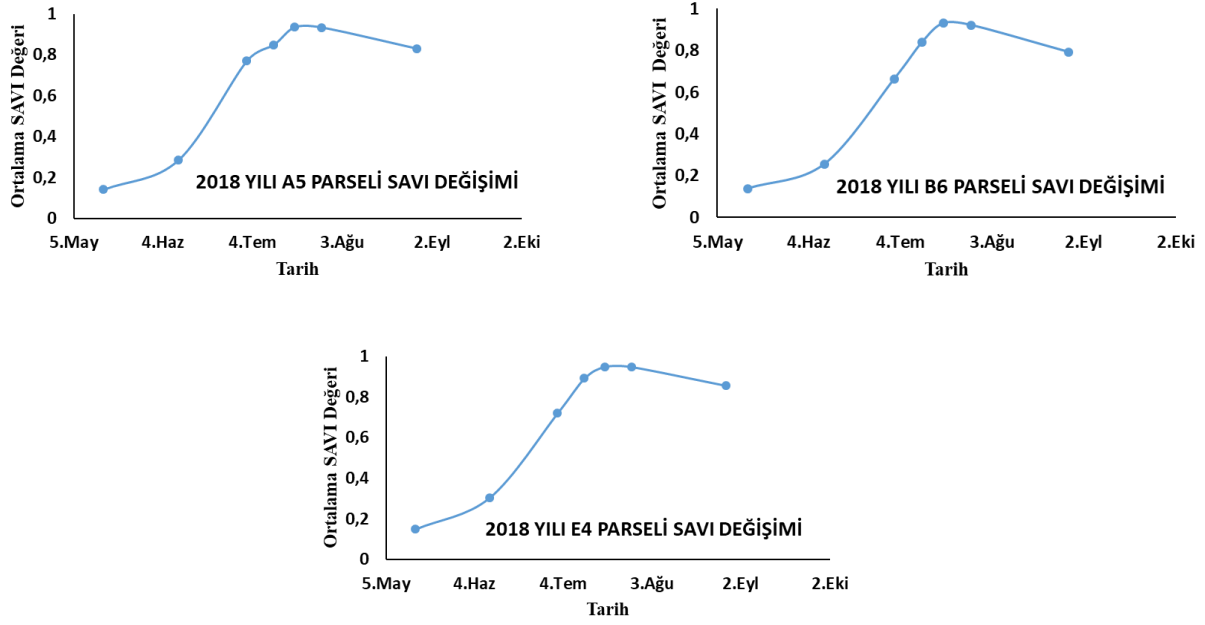
Şekil 6. Silajlık mısırdaki belirlenen NDVI ve SAVI değerlerinin Mayıs – Ağustos 2018 zaman dilimindeki değişimi
Figure 6. Change of NDVI and SAVI values determined in silage maize in May – August 2018-time period



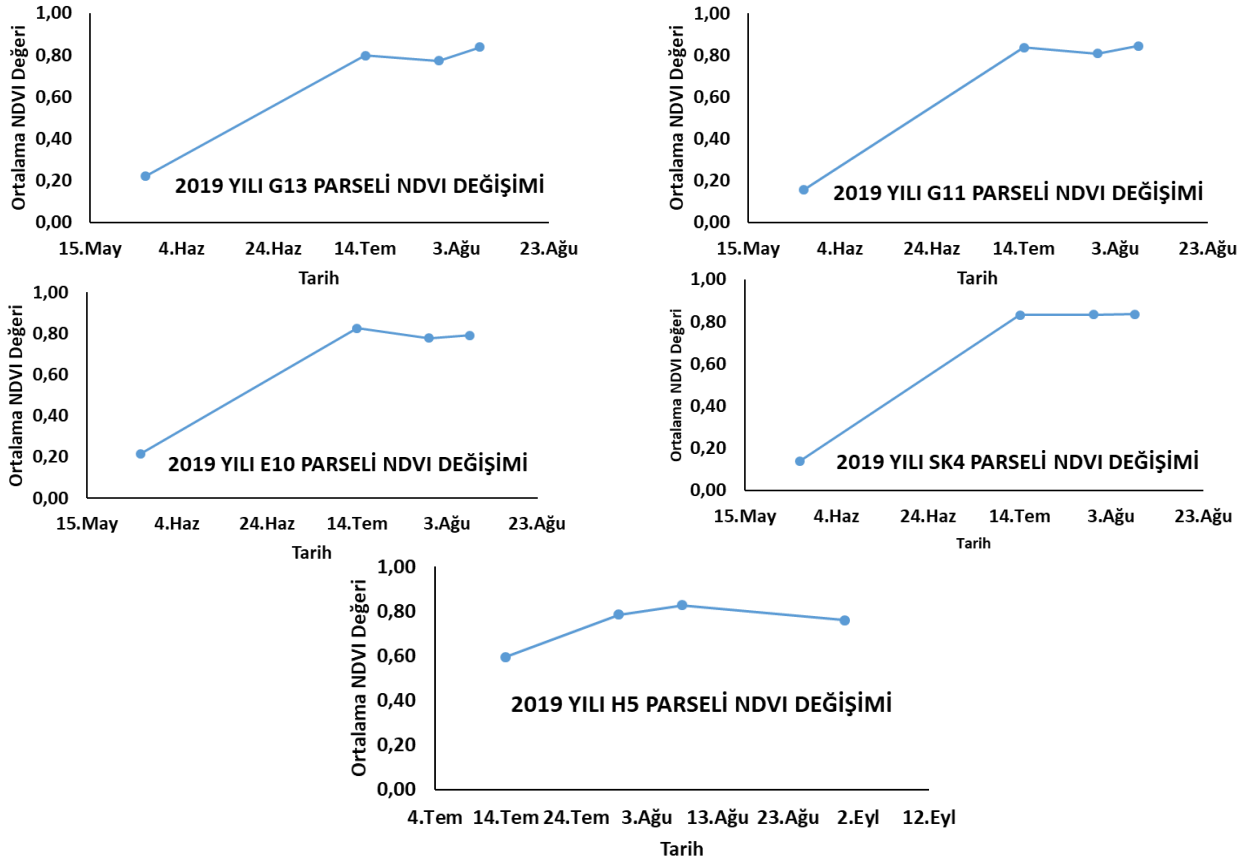
Şekil 7. Silajlık mısırdaki belirlenen NDVI ve SAVI değerlerinin Mayıs – Ağustos 2019 zaman dilimindeki değişimi
Figure 7. Change of NDVI and SAVI values determined in silage maize in May – August 2019-time period



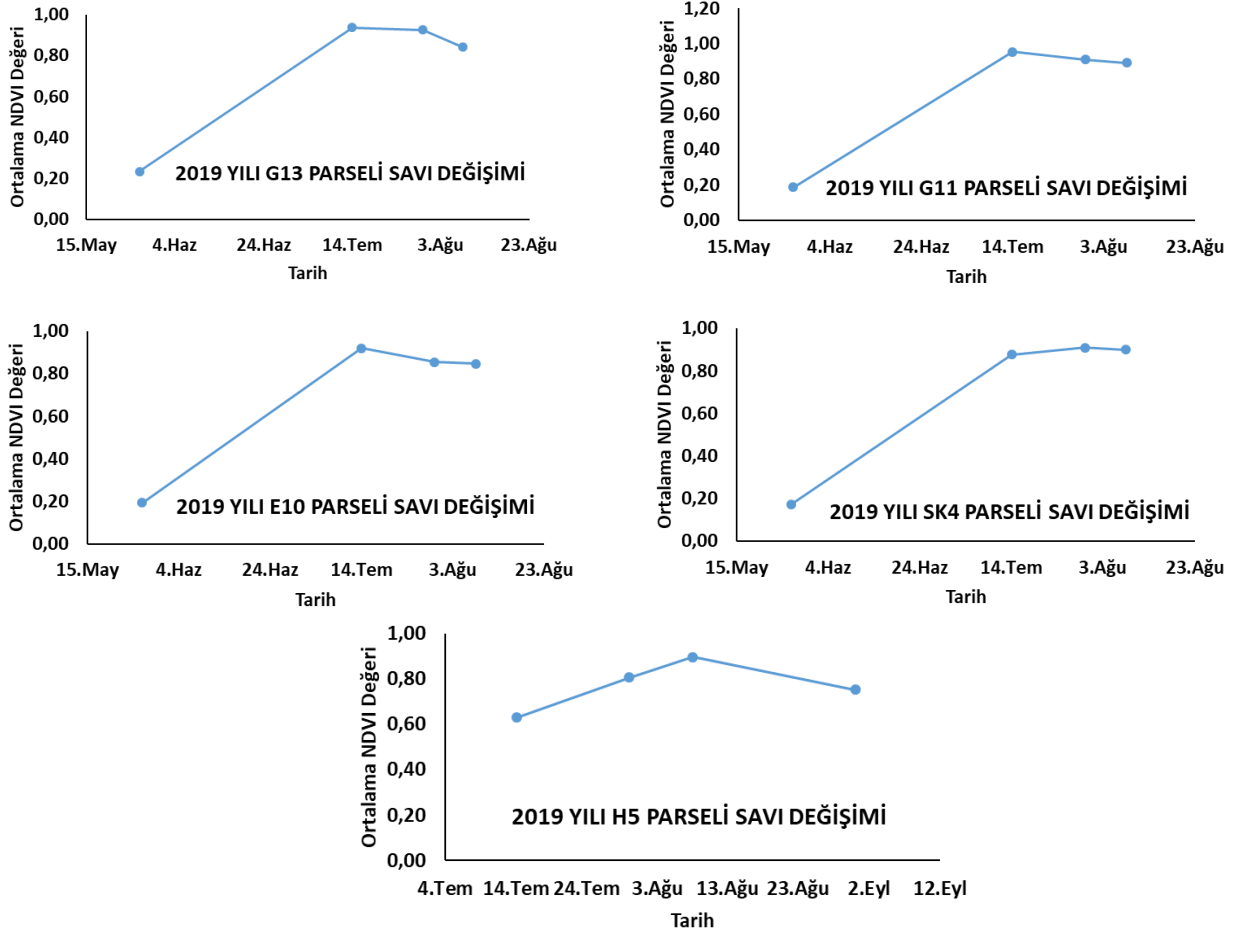
Şekil 8. Farklı parsellerde belirlenen NDVI değerlerinin Mayıs – Ağustos 2018 zaman dilimindeki değişimi
Figure 8. Change of NDVI values determined in different plots in May – August 2018-time period



Şekil 9. Farklı parsellerde belirlenen SAVI değerlerinin Mayıs – Ağustos 2018 zaman dilimindeki değişimi
Figure 9. Change of SAVI values determined in different plots in May – August 2018-time period



Şekil 10. Farklı parsellerde belirlenen NDVI değerlerinin Mayıs – Ağustos 2019 zaman dilimindeki değişimi
Figure 10. Change of NDVI values determined in different plots in May – August 2019-time period



Şekil 11. Farklı parsellerde belirlenen SAVI değerlerinin Mayıs – Ağustos 2019 zaman dilimindeki değişim
Figure 11. Change of SAVI values determined in different plots in May – August 2019-time period

2019 yılında hesaplanan ortalama NDVI ve SAVI değerlerinin değişimi Şekil 7’de verilmiştir. 2019 yılı içerisinde çekilen görüntülerde ise NDVI ve SAVI değerleri en yüksek seviyeye 8 Ağustos 2019 tarihinde ulaşmıştır. Bu yıl içerisinde silajlık mısır hasadının ağustos ayının son haftasında gerçekleştiği görülmektedir.

Parseller arası NDVI ve SAVI değerleri her iki yıl için Şekil 8 ile Şekil 11 arasında verilmiştir. 2018 yılı içerisinde silajlık mısır ekimi A5, B6 ve E4 parsellerinde ve 2019 yılında G13, G11, E10, SK4 ve H5 parsellerinde yapılmıştır. 2018 yılı içerisinde vejetasyonun en iyi geliştiği parcel E4 olarak görülmüş ve en yüksek seviyeye 27 Temmuz tarihinde 0,86 değeri ile ulaşmıştır. Ayrıca en verimli mısır hasadı E4 parselinde yapılmıştır. A5 ve B6 parsellerinde en yüksek NDVI değerleri (sırasıyla 0,85 ve 0,84) yine 27 Temmuz tarihinde oluşmuştur. 2019 yılı içerisinde H5 nolu parselin ekimi diğer parsellere göre daha geç olmuştur. Bu yıl içerisinde G13 nolu parselin NDVI değışımi 0,22 ile 0,84 arasında, G11 nolu parselin değışımi 0,16 ile 0,85 arasında, E10 nolu parselin 0,22 ile 0,79 arasında, SK4 nolu parselin 0,14 ile 0,84 ve H5 nolu parselin 0,60 ile 0,76 arasında gerçekleştiği belirlenmiştir.

Parseller arası SAVI değışımleri NDVI değışımlerine benzer özellikler göstermektedir. 2018 ve 2019 yıllarına ait en yüksek SAVI değışımleri 27 Temmuz 2018 tarihinde

0,94 ve 8 Ağustos 2019 tarihinde 0,89 olarak belirlenmiştir.

Sonuç

Elde edilen çalışma sonuçlarına göre, spektral indeks bulgularından elde edilen NDVI, SAVI gibi vejetasyon indeksleri kullanılarak bitkinin farklı vejetasyon dönemlerindeki gelişme durumu hakkında bilgi sağlanabileceği belirlenmiştir. Elde edilen bu bilgiler kullanılarak en yüksek verim hedefini gerçekleştirmek amacıyla tüm tarımsal uygulamalarla ilgili alınması gereken tedbirler planlanabilir.

Uzaktan algılamanın vejetasyon durumunu izleme ve değerlendirme çalışmalarında başarılı bir şekilde kullanılabilmesi için yapılan çalışmalarla vurgulanmıştır. Bitkilerin vejetasyon analizi ve bitki şekillerinin değışımlerinin gözlenmesi, doğal kaynakların izlenmesi ve değerlendirilmesinde uzaktan algılama önemli bir yere sahiptir.

Landsat 8 uyduları gibi uzaktan algılama araçları silajlık mısır bitki gelişim gözlemlenmesinde etkili olduğu gibi, birçok bitki için de yararlı karar destek araçları niteliğindedir. Araştırmanın yürütüldüğü silajlık mısır parsellerinde ağustos ayında çekilen Landsat 8 uydu görüntüleri ile hesaplanan NDVI ve SAVI değerleri parcel

düzeyinde en yüksek seviyeye ulaşmıştır (0,85–0,94). Silajlık mısır bitkisinde vejetasyon seviyesinin en yüksek olduğu dönemde biçim seviyesine geldiği anlaşılmaktadır. Malatya iklim koşullarına göre silajlık mısır hasadının ağustos ayının son haftasında gerçekleştirilebileceği görülmektedir. Bu kapsamda mısır biçimleri genellikle ağustos sonunda başlamakta ve yaklaşık 1 hafta sürmektedir.

Sonuç olarak, tarımsal bitki gelişimini takip etmek, verim tahmini yapmak için uydu görüntüleri kullanılabilir. Ancak atmosferik koşullardaki değişkenlik nedeniyle, istenen tarihlerde görüntü bulunmayabilir. Uydu görüntülerinin çözünürlük düzeylerinin artması, bu konuda yapılacak çalışmalarda daha doğru sonuçların elde edilmesine yol açacaktır. Son yıllarda kullanımı oldukça artan, insansız hava araçlarının tarımda kullanılması, hem maliyeti düşürücü hem de atmosferik kısıtlardan kaynaklanan sorunların çözümünde etkili olacaktır.

Bilgi

Yazarlardan adı geçen Ufuk ÇOBAN Sürdürülebilir Tarım öncelik alanında Ankara Üniversitesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalında 100/2000 YÖK Doktora Bursiyeri kapsamında öğrenim görmektedir.

Kaynaklar

- Alçiçek A, Karaayvaz K. 2003. Sığır Besisinde Mısır Silajı Kullanımı. *Animalia*, 203: 68-76.
- Allen RG, Pereira LS, Raes D, Smith M. 1998. Crop Evapotranspiration (guidelines for computing crop water requirements): FAO Irrigation and Drainage Paper. No. 56.
- Allen RG, Tasumi M, Morse A, Trezza R. 2005. A landsat-based energy balance and evapotranspiration model in Western US water rights regulation and planning. *Irrigation and Drainage Systems*, 19(3/4): 251–268.
- Allen RG, Tasumi M, Trezza R. 2007. Satellite-based energy balance for mapping evapotranspiration with internalized calibration (METRIC)–Model. *J. Irrig. Drain. Eng. ASCE* 133 (4): 380–394.
- Alves I, Pereira LS. 2000. Non-water-stressed base lines for irrigation scheduling with infrared thermometers: a new approach. *Irrigation Science*, 19(2): 101-106.
- Anonim, 2018. TÜİK., 2018. <https://biruni.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul>. (Erişim Tarihi: 01.12.2019).
- Anonim, 2020a. Atlantis Mühendislik Tic. Ltd. Şti., [https://www.sulama.com/wpcontent/uploads/2017/11/atlantis-tarimsal-katalog-turkce.pdf_\(Erişim_Tarihi:_01.04.2020\)](https://www.sulama.com/wpcontent/uploads/2017/11/atlantis-tarimsal-katalog-turkce.pdf_(Erişim_Tarihi:_01.04.2020)).
- Anonim, 2020b. NİK İnşaat Ticaret Ltd. Şti, <http://www.nik.com.tr>. (Erişim Tarihi: 01.04.2020).
- Anonim, 2020c. NASA, <https://landsat.usgs.gov/using-usgs-landsat-8-product>. (Erişim Tarihi: 01.04.2020)
- Bastiaanssen WGM, Pelgrum H, Wang J, Ma Y, Moreno JF, Roerink GJ, Van der Wal T. 1998. A remote sensing surface energy balance algorithm for land (SEBAL) 1. Formulation. *Journal of Hydrology* 212-213:213-229.
- Carlson TN, Ripley DA. 1997. On the relation between NDVI, fractional vegetation cover, and leaf area index. *Remote Sensing of Environment*, 62(3): 241-252.

- Idso S, Pinter P, Reginato R. 1990. Non-water-stressed base lines: the importance of site selection for air temperature and air vapour pressure deficit measurements. *Agricultural and Forest Meteorology*, 53(1-2): 73-80.
- Jackson R, Reginato R, Idso S. 1977. Wheat canopy temperature: a practical tool for evaluating water requirements. *Water Resources Research*, 13(3): 651-656.
- Jiang R, Xie J, He H, Kuo C-C, Zhu J, Yang M. 2016. Spatio temporal variability and predictability of Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) in Alberta, Canada. *International Journal of Biometeorology*, 60(9): 1389-1403.
- Kale S, Acarlı D. 2019a. Shoreline Change Monitoring in Atıkhisar Reservoir by Using Remote Sensing and Geographic Information System (GIS). *Fresenius Environmental Bulletin*, 28(5), 4329-4339.
- Kale S, Acarlı D. 2019b. Spatial and Temporal Change Monitoring In Water Surface Area of Atıkhisar Reservoir (Canakkale, Turkey) By Using Remote Sensing and Geographic Information System Techniques.
- Kılıç A. 1986. Silo Yemi. Bilgehan Basımevi. Bornova, İzmir.
- Kılıç A. 1996. Sığır Besisi. Ege Ü. Zir. Fak. Yayın No.: 523. İzmir.
- Köksal ES. 2007. Sulama Suyu Yönetiminde Uzaktan Algılama Tekniklerinin Kullanımı. *J. of Fac. of Agric., Omu*, 22(3): 306-315.
- Köksal ES, Güngör Y, Yildirim YE. 2011. Spectral reflectance characteristics of sugar beet under different levels of irrigation water and relationships between growth parameters and spectral indexes. *Irrigation and Drainage*, 60(2): 187-195.
- Kross A, McNairn H, Lapen D, Sunohara M, Champagne C. 2015. Assessment of Rapid-Eye vegetation indices for estimation of leaf area index and biomass in corn and soy bean crops. *International Journal of Applied Earth Observation and Geo information*, 34: 235-248.
- Kustas WP, Daughtry CS. 1990. Estimation of the soil heat flux/net radiation ratio from spectral data. *Agricultural and Forest Meteorology*, 49(3): 205-223.
- Moran M, Clarke T, Inoue Y, Vidal A. 1994. Estimating crop water deficit using the relation between surface - air temperature and spectral vegetation index. *Remote Sensing of Environment*, 49(3): 246-263.
- Peñuelas J, Gamon J, Fredeen A, Merino J, Field C. 1994. Reflectance indices associated with physiological changes in nitrogen-and water-limited sunflower leaves. *Remote Sensing of Environment*, 48(2): 135-146.
- Peters AJ, Walter-Shea EA, Ji L, Vina A, Hayes M, Svoboda MD. 2002. Drought monitoring with NDVI- based standardized vegetation index. *Photogram Metric Engineering and Remote Sensing*, 68(1): 71-75.
- Sharma P. 2007. Precision Farming. New Delhi, Gene Tech Books.
- Siyal AA, Dempewolf J, Becker-Reshef I. 2015. Rice yield estimation using Landsat ETM+ Data. *Journal of Applied Remote Sensing*, 9(1): 095986-095986.
- Tasumi M, Allen RG, Trezza R. 2008. At-surface reflectance and albedo from satellite for operational calculation of land surface energy balance. *Journal of Hydrologic Engineering*. 13: 51-63.
- Vina A, Gitelson AA, Rundquist DC, Keydan G, Leavitt B, Schepers J. 2004. Monitoring maize (L.) phenology with remote sensing. *Agronomy Journal*, 96(4): 1139-1147.