

Tarım arazilerinde bitkisel örtü ve ürün yönetimi faktörünün (C-Faktörü) belirlenmesi ve NDVI ile ilişkisi

Melis Özge PINAR¹ Günay ERPUL²

¹ Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ankara Yolu 6. Km 26080
Odunpazarı/Eskişehir

² Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, 06110
Dışkapı/Ankara

Sorumlu yazar: melisozge.pinar@tarimorman.gov.tr

Geliş tarihi:28/08/2018 Yayına kabul tarihi:21/11/2018

Özet: Bitkisel örtü ve ürün yönetimi faktörü (C-faktörü), hem Evrensel Toprak Kaybı Eşitliği (ETKE) hem de Yenilenmiş Evrensel Toprak Kaybı Eşitliği (YETKE) teknolojisinde yağışların meydana getirdiği toprak kayıplarına karşı koruyucu bir etkiyi ifade etmektedir. Sürdürülebilir arazi ve toprak yönetimi açısından koruyucu bitkisel örtünün yıl içerisindeki değişiminin belirlenmesi gerekmektedir. Dolayısıyla bu faktör, bitki gelişme dönemi boyunca koruma planlarının yıllık toprak kaybına etkisini, toprak kaybının ürün münavebesini ve diğer yönetsel planları nasıl etkilediğini göstermektedir. Bu çalışmadaki amaç, NDVI (Normalleştirilmiş fark bitki örtüsü indeksi) ve C-faktörü arasındaki ilişkileri araştırmak ve C-faktörünün belirlenmesinde uzaktan algılama yöntemiyle belirlenen bitki örtüsü indeksinin kullanımının önemini incelemektir. Pancar bitkisi ekili parselde, ölçümler uydu görüntüleriyle yersel ölçümlerin eş zamanlı olduğu, sistematik ve rastlantısal örnek noktalarında gerçekleştirilmiştir. YETKE-C değişkenleri -önceki arazi kullanım, toprak pürüzlülüğü, toprak nemi, kanopi kapallığı ve yüzey kapallığı- ölçümü ile C-faktörü belirlenmiş ve ortalama C-faktörü 0,060 ($\pm 0,070$) olarak bulunmuştur. NDVI değerleri ise hem portatif spektrometreyle yersel ölçümlerden hem de uydu görüntülerinden (Pleiades) hesaplanarak elde edilmiştir. NDVI değerleri sırasıyla 0,6212 ($\pm 0,042$) ve 0,6209 ($\pm 0,0258$) dur. Bu türdeki bağlantısal çalışmalarla, konumsal ve zamansal olarak yarı-kurak Eskişehir koşullarındaki havzalarda arazi örtü desenlerindeki değişimler ve toprak kayıpları üzerine olan etkileri daha çabuk bir şekilde belirlenebilecektir.

Anahtar kelimeler: C-faktörü, NDVI, uzaktan algılama, jeo-istatistik.

Determination of cover management factor (C-Factor) in agricultural lands and its relationship with NDVI

Cover and management factor (C-factor), in USLE (Universal Soil Loss Equation) and RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation) technologies, states protective effect against soil losses by water erosion. In terms of managing land and soil, Sustainable Land and Soil Management should take place in agricultural lands. Hence, C-factor expresses the effect of the plant and the soil cover, showing a relationship between soil losses and bare soils and diverse soil surface conditions including vegetation cover during plant development period. This condition presents how mitigation measures affect soil losses annually and how soil losses affect crop rotation and other management plans, reciprocally. The aim of this research is to examine the relationships between C-factor and NDVI and investigate the spatial and temporal practicality of the NDVI as a remote sensing tool over large areas. Sub-factors of the C factor –prior land use, soil roughness, soil moisture, canopy cover and surface cover- were determined directly from sample points designed systematically and randomly in the sugar beet planted-study area and average C-factor was 0,060 ($\pm 0,070$). NDVI values were obtained by using portable spectro-radiometer for in-situ measurements and calculated from the satellite data (Pleiades) and average NDVI values were 0.6212 (± 0.042) and 0.6209 (± 0.0258), respectively. With the interactive regression analysis among methods, the spatial and temporal changes on the land cover patterns and their effects on soil loss were rapidly determined in the semi-arid watershed of Eskişehir.

Key words: C-factor, NDVI, remote sensing, geo-statistics.

Giriş

Tarım alanlarındaki toprak erozyonu, ülkemizde devam eden çevresel problemlerin ana kaynaklarından biridir ve yenilenemeyen doğal kaynakların kaybı, bitki besin elementleri kaybı vb. gibi birçok problemi beraberinde getirmektedir (Morgan 2005). Toprak koruma önlemlerinin alınabilmesi yani formüllenebilmesi için çok sayıda kestirim modelleri kullanılmaktadır. Bu tür modellerin sürdürülebilmesi için gerekli olan en önemli girdilerden biri yüzey kapallığı/arazi kullanımı ve kanopi kapallığı bilgileridir (Suriyaprasit ve Shrestha, 2008). Bitkisel örtü ve ürün yönetimi faktörü (C- faktörü), hem Evrensel Toprak Kaybı Eşitliği (ETKE/USLE)' nde (Wischmeier ve Smith, 1978) hem de Yenilenmiş Evrensel Toprak Kaybı Eşitliği (YETKE/RUSLE)' nde (Renard vd., 1997) yağışların erozif etkilerine karşı yüzey kapallığının koruyucu etkisi olarak ifade edilmektedir. Yani, bir bitkinin gelişme dönemi boyunca toprak kayıplarının çıplak toprak ile toprak yüzeyinin tamamen bitkisel örtüyle kaplandığı durum arasındaki ilişki olarak karşımıza çıkmaktadır ve koruma planlarının yıllık toprak kaybına etkisini, toprak kaybının ürün münavebesini ve diğer yönetsel planları nasıl etkilediğini göstermektedir. C faktörü değerleri, bitki örtüsü tipine bağlı olarak sıfır (0) ile bir (1) değerleri arasında değişmektedir. C faktörünün uzaktan algılama yöntemleri ile haritalandırılması toprak erozyonunun konumsal modellenmesinin gelişimi açısından önemlidir (Meusburger, Bänninger ve Alewell, 2010). Bu tür araçların önemi, yüzey kapallığı planlaması açısından gerekli olan yüzey örneklemesinin yapılması amacıyla gittikçe artmaktadır. C faktörü USLE ve RUSLE' deki en kritik ve koşullara bağlı en önemli faktör olmasına rağmen, bu faktöre ait ölçümler, yerinde ölçümler şeklinde olup zaman alıcıdır (Gabriels vd., 2003; Schönbrodt vd., 2010). Ancak, C-faktörü veri seti ve alt-değişkenlerinden elde edilen veriler bir bitki gelişim süresince değerlendirildiğinde, bitki örtüsü ve ürün yönetimi hakkında güncel bilgiler aktarmaktadır (Panagos vd., 2015). Uzaktan algılamanın yerinde ölçüm

yöntemlerine nazaran daha az maliyet, daha az cihaz kullanımı ile hızlı ve kesin veri analiz etme açısından daha çok avantajı bulunmaktadır. Bunun yanı sıra, yeni teknoloji modellerinde CBS uyumlu değişken hesaplamaları, daha geniş alanlarda ölçümlerin yapılması ve yıl içi ve yıllar arası değişimlerin belirlenmesi gibi birçok gereksinimler ortaya çıkmıştır.

Bu bilgiler ışığında, YETKE-C alt-değişkenlerinden de biri olan toprak yüzey kapallığı, toprak kayıplarının belirlenmesinde ve arazi kullanımında değişikliklerin izlenebilmesi açısından önemli bir faktördür ve yaygın bir biçimde izlenmekte ve bitki indisleri ile değerlendirilmektedir (Durigon vd. 2014). Yüzey kapallığı, kuraklık, yangın, volkanik aktiviteler ve sel gibi döngü olaylarının yanı sıra insan kaynaklı tarım, kentleşme gibi aktivitelerden de etkilenerek belirli bir süreç boyunca arazi kullanımını belirlemektedir (Ustin vd., 1999).

Toprak yüzeyinde vejetasyon, koruyucu bir katman olarak yani toprak ve atmosfer arasında tampon olarak görev yapmaktadır. Bitkilerin yaprakları ve gövdeleri yağmur damlalarından ve rüzgârdan enerjiyi absorbe ederken, kök sistemi gibi toprak altı yapıları toprak erozyonuna karşı direnç göstermesini sağlar (Zhou vd., 2008). Bu yüzden kanopi kapallığı alt değişkeni toprak kayıplarının tahmininde en önemli biyofiziksel indikatörlerden biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Kanopi kapallığı, vejetasyon indislerinin kullanımı ile uydu görüntülerinden elde edilebilmektedir. Bu indisler, yeşil bitki örtüsünün karakteristik yansıma modellerine dayanarak bitki örtüsü ve toprağın dağılımının tanımlanmasını sağlar. Bitki indekslerinden biri olan NDVI (Normalleştirilmiş fark bitki örtüsü indeksi) ise bir bitkiyi bulunduğu bölgede, gelişim dönemi boyunca ne kadar sağlıklı olduğunu karakterize etmek amacıyla kullanılan bir değerdir; yeşil vejetasyon miktarını ölçmektedir. Diğer bir deyişle, bitki örtüsündeki konumsal ve zamansal değişimin belirlenmesi amacıyla kullanılmaktadır.

Çıplak toprağın NDVI değeri sıfıra (0) yakın olup su yapıları negatif NDVI değeri ile temsil edilmektedir. Günümüzde birçok

vegetasyon indisi kullanılmasına rağmen NDVI, yüzey kapallılığında, vegetasyon tanımlanmasında ve yorumlanmasında oldukça yoğun bir şekilde kullanılmaktadır (Patil ve Sharma, 2013). Genel olarak, NDVI verisinden C-faktörünün hesaplanması lineer en küçük kareler yöntemi (De Jong, 1994) ile ya da üstel fonksiyon (Van der Knijff et al., 1999) ile elde edilmektedir.

Lu ve diğerlerinin (2003), Avustralya’da yapmış oldukları çalışmada, NDVI verilerini kullanarak yeşil vegetasyon kapallılığı fraksiyonunun aylık konumsal dağılımları ile yine aylık olarak toprak kaybı oranı (Soil Loss Ratio, SLR) ve C faktörlerini belirlemişlerdir. Karaburun (2010), Türkiye’de Büyükçekmece havzası’nda lineer eşitlikle NDVI değerlerini kullanarak C-faktörünü hesaplamıştır. Schönbrodt ve diğerleri (2010) Çin’de geniş havzalar için C faktörü hesaplamıştır. Bunların yanı sıra, Lu vd (2003) diğer çalışmalara ek olarak bu tür tahminlerin tarım alanlarında ürün rotasyonu ve toprak işleme türünün belirlenmesiyle daha da gelişeceğini belirtmiştir.

Bunun yanı sıra, yapılan çalışmalara göre, NDVI değerlerinden lineer ilişkiler ile tahmin edilen C-faktörü her zaman mevcut durumu tam anlamıyla örneklediği çünkü yüzey kapallılığı olarak ifade edilen durumun, sadece kanopi kapallılığını içermekle kalmamakta, aynı zamanda bitki artıkları ve toprak yüzey kapallılığını da kapsamadığı vurgulanmıştır (Suriyaprasit ve Shrestha, 2008).

Bu çalışmada ise, C-faktörü, YETKE-C alt-değişkenlerin arazi koşullarında doğrudan ölçüm yöntemleri ile hesaplanmıştır.

Materyal ve Yöntem

YETKE modelinde (Wischmeier ve Smith, 1978; Renard vd.,1997), bitkisel örtü ve ürün yönetimi faktörünün hesaplanmasında beş alt-değişken bulunmaktadır. Bunlar önceki arazi kullanım (PLU), toprak nemi (SM), toprak pürüzlülüğü (SR), kanopi kapallılığı (CC) ve yüzey kapallılığıdır (SC). Bu alt-faktörlere sayısal değerler atanarak toprak kaybı oranı

(SLR) elde edilir SLR ve C faktörünün hesaplanması sırasıyla eşitlik 1 ve 2’de verilmiştir:

$$SLR = PLU \times CC \times SC \times SR \times SM \quad [1]$$

Bireysel SLR, önemli parametrelerin sabit kaldığı düşünüldüğü her bir zamansal dönem için hesaplanır ve daha sonra, her bir SLR değeri, ilgili zaman diimlerine denk düşen yağış ve yüzey akış erozyon gücünün oransal katkısı ile ağırlıklı olarak hesaplanarak C faktörü elde edilir (Eş. 2):

$$C = (SLR_1 EI_1 + SLR_2 EI_2 + \dots + SLR_3 EI_3) EI_t \quad [2]$$

Bu çalışmanın amacı, NDVI ve C-faktörü arasındaki ilişkileri araştırmak ve C-faktörünün belirlenmesinde uzaktan algılama yöntemiyle belirlenen bitki örtüsü indeksinin (NDVI) kullanımının etkinliğini incelemektir.

Çalışma alanı olarak, Eskişehir İli, Alpu İlçesi’nin Fevziye Köyü’ndeki tarım arazilerinden seçilmiş, ayrıntılı olarak altı parselde, buğday ve ayçiçeği olan iki farklı arazi kullanım türü belirlenmiş ancak burada çalışmanın sadece bir kısmı verilmiştir. Parsellerin münavebe sırası kendi içlerinde farklılık göstermekte olup bu çalışma önceki arazi kullanımını pancar bitkisine ait olan parselde gerçekleştirilmiştir. Yersel ölçümler, uydu görüntülerinin çekim tarihiyle aynı gelişim periyoduna denk gelecek şekilde hem karelej yöntemi ile oluşturulan örnekleme deseninde (20m×20m) sistematik (121 nokta) hem de rastlantısal (20 nokta) noktalardan noktasal olarak yapılmıştır. Alt-değişkenlerin -önceki arazi kullanım (PLU), toprak pürüzlülüğü (SR), toprak nemi (SM), kanopi kapallılığı (CC) ve yüzey kapallılığı (SC)- doğrudan ölçümü ile C-faktörü belirlenmiş; yakın kızılötesi (NIR: 775-900 nm) ve kırmızı (R: 630-690 nm) dalgaboyu arasındaki spektral yansıma farkı NDVI’ın hesaplanması için kullanılmıştır (Eş. 3).

$$NDVI = (NIR - red)/(NIR + red) \quad [3]$$

Uzaktan algılama çalışmalarında sık sık kullanılan NDVI, 1975 yılında küresel tarım ve ormancılığı daha iyi değerlendirebilmek

amacıyla Landsat verileri kullanılarak geliştirilmiştir (Rouse vd., 1974; Tucker, 1979). Teorik olarak -1.0 (diğer ortak yüzey materyallerine ait düşük değerler) ile 1.0 (yeşil vejetasyona ait yüksek değerler) değerleri arasında değişkenlik göstermektedir.

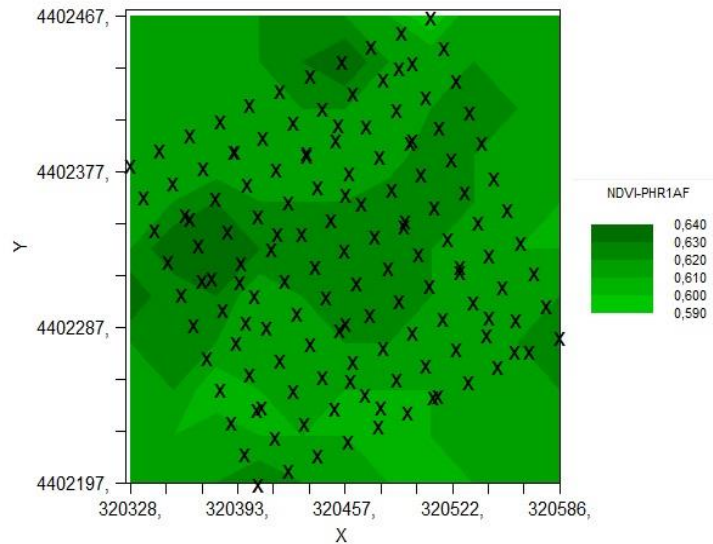
Çalışmada, NDVI değerleri ise hem portatif spektrometre (greenseeker) kullanılarak yersel ölçümlerle, hem de yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinden (Pleiades) hesaplanarak elde edilmiştir. Pleiades takım uydularının (phr1A-1B) çözünürlüğü pankromatik 0,5m ve multispektral 2,0 m' dir. El tipi NDVI ölçer ise (Greenseeker handheld crop sensor, Trimble Ag Software) 660-25nm aralıklarında kırmızı ve 780-25nm aralığında ise yakın kızıl ötesi emisyon dalga uzunluğuna sahiptir.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

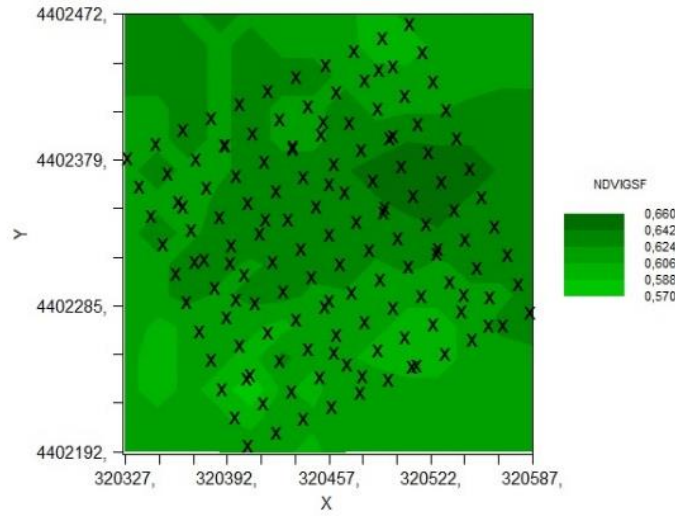
Yersel ölçümlerden ve uydu görüntülerinden elde edilen ortalama NDVI

değerleri sırasıyla 0,6212 ($\pm 0,042$) ve 0,6209 ($\pm 0,0258$) olarak bulunmuştur (Şekil 1 ve 2). Parsele ait C-faktörü değerleri 0,000 ile 0,422 arasında değişmekte olup ortalama C-faktörü 0,060 ($\pm 0,070$)' dır. Şekil 3' de ise pancar bitkisine ait parselin C-faktörü haritası bulunmaktadır.

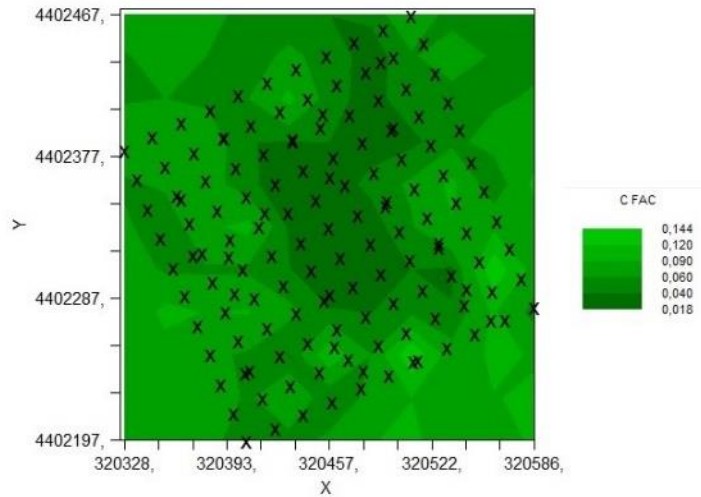
Parselde yersel ölçümler 10-13/09/2015 tarihlerinde 5,76 ha'lık alan üzerinde gerçekleştirilmiş, uydu görüntüsünün çekimi ise 18/09/2015 tarihinde yapılmıştır. PHR1A uydusundan elde edilen uydu görüntüsüne ait NDVI tabakasında (Şekil 1) ve yersel ölçümlerden (greenseeker) elde edilen NDVI tabakasında (Şekil 2) parselin orta kısımlarında sulamadan kaynaklı olarak pancar bitkilerinin daha yüksek NDVI değeri verdikleri görülmektedir. Yani fotosentetik olarak daha yüksek değerlere sahiplerdir. Yersel ölçümler, GPS aracılığı ile yapılmış olduğundan ve el tipi GPS ile uydunun az da olsa farklı hassasiyetlerde ölçüm yaptıkları göz ardı edilmemelidir.



Şekil 1. Pancar parseline ait (Buğday-önceki arazi kullanımı) NDVI tabakası (phr1A)
Figure 1. NDVI map (phr1A) of the sugar beet parcel (prior land use of wheat)



Şekil 2. Pancar parseline ait (Buğday-önceki arazi kullanımı) NDVI tabakası (GreenSeeker)
 Figure 2. NDVI map (GreenSeeker) of the sugar beet parcel (prior land use of wheat)



Şekil 3. Pancar parseline ait (Buğday-önceki arazi kullanımı) C-faktörü tabakası
 Figure 3. C-factor map of the sugar beet parcel (prior land use of wheat)

C-faktörünün hesaplanmasında parselden direkt olarak ölçülen alt-değişkenlerin ortalama değerleri sırasıyla PLU, 0,712 ($\pm 0,302$); SR, 0,795 ($\pm 0,013$); SC, 0,320 ($\pm 0,268$), CC, 0,808 ($\pm 0,049$) ve SM, 0,202 ($\pm 0,071$) olarak bulunmuştur. NDVI değerlerine (Pleiades + greenseeker) ve C-faktörü ile alt-değişkenlerine ait tanımlayıcı istatistik bilgileri Tablo 1’de verilmiştir.

Pancar parseline ait C-faktörü tabakası da NDVI tabakalarına benzerlik göstermektedir. C faktörünün 0’a yakın olduğu yani yüksek olduğu yerler parselin orta kısımlarını ifade etmektedir. Diğer bir

ifade ile alt-değişkenlere ait değerler de parselin orta kısımlarında sifıra yakın değerlerdir. Parselin eğimi % 0-2 aralığında olduğu için toprak genel olarak dar bir C-faktörü aralığına sahiptir yüzey akış gözlemlenmemiştir. Buna ek olarak, bu tür yüzey örtücü enerji bitkilerin toprak yapısını geliştirdikleri, infiltrasyonu arttırdığı ve özellikle toprak yüzeyini korudukları için toprak yüzeyine gelen yağış enerjisini dağıtarak ve su hareketinin sahip olduğu hızı azaltarak toprağı korudukları belirtilmektedir (Smith vd., 1987). Ancak, AB enerji politikasına göre, 2020’ye kadar

yakıtların %10 'unun biyo-yakıtlardan elde edilmesi konusunda koyulan hedefe istinaden, enerji bitkilerinde yani şeker pancarı, ayçiçeği, mısır ve yağlı çekirdeğe sahip diğer bitkiler gibi erozyon azaltıcı bitkilere olacak talebin artacağı belirtilmektedir (Panagos vd., 2015). Ülkemizde en çok yetiştirilen bitkilerden biri olan şekerpancarı gibi enerji bitkilerine talebin artmasıyla bitki kalıntı miktarında

yani organik karbon oranında potansiyel azalma ve toprak koruma potansiyelinde ise negatif bir etki ile karşı karşıya kalma söz konusudur (Lugato vd., 2014). Bu senaryo ile C faktöründe artış beklenmekte ancak başlangıçta olmasa da zaman içerisinde toprak erozyonu riskinde ise bir artış görülmesi beklenmektedir (Panagos vd., 2015).

Tablo 1. C-faktörü ve alt-değişkenleri ile NDVI (Pleiades + GreenSeeker) değerlerine ait tanımlayıcı istatistik bilgileri

Table 1. Descriptive statistics of C factor, sub-factors and NDVI (Pleiades + GreenSeeker)

Parsel-1	Ort.	Ort. St hata	St sapma	varyans	Min.	Maks.	Çarpıklık	Basıklık	KS*
PLU	0,712	0,025	0,302	0,091	0,0001	0,951	-0,87	-0,65	0,321
SR	0,795	0,001	0,013	0,0002	0,763	0,821	-0,30	-0,56	0,093
SC	0,320	0,023	0,268	0,072	0,080	1,000	1,23	0,24	0,226
CC	0,808	0,011	0,049	0,002	0,708	0,884	-0,61	-0,40	0,186
SM	0,203	0,006	0,071	0,005	0,086	0,396	0,43	-0,54	0,090
C-faktörü	0,060	0,006	0,071	0,005	0,00002	0,422	2,41	7,08	0,215
NDVI_gs	0,621	0,004	0,042	0,002	0,251	0,69	-5,21	43,54	0,140
NDVI_phr1a	0,621	0,002	0,026	0,0007	0,533	0,685	-0,31	0,99	0,072

*KS: Kolmogorov-Smirnov uygunluk testi (*KS: Kolmogorov-Smirnov Compliance Test)

C-faktörüne ait parametrelerin göreceli önem derecelerini oraya koyabilmek adına *Pearson Korelasyon Katsayısı analizi* gerçekleştirilmiştir. Tablo 2'de Uydu görüntüsü ve yersel ölçümlerle elde edilmiş NDVI değerlerine ait ve C-Faktörü ve alt-değişkenlerinin ile NDVI değerlerine ait korelasyon katsayıları bulunmaktadır. Uydu görüntüsünden elde edilen NDVI değerleri

ile yersel ölçümler sonucu elde edilen NDVI değerleri arasındaki ilişki 0,000 düzeyinde, istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Sharma ve arkadaşlarının (2017) yapmış olduğu çalışmada da uydu görüntüleri ile yersel ölçümlerde kullanılan aktif-optik sensörler (greenseeker gibi) aracılığıyla ölçülen NDVI değerleri arasında yüksek korelasyon elde edildiği belirtilmektedir.

Tablo 2. C-faktörü ve alt-değişkenleri ile NDVI (Pleiades + GreenSeeker) değerlerine ait korelasyon değerleri (Pearson corelation coefficient)

Table 2. Pearson Correlation Coefficients of C-factor, sub factors and NDVI (Pleiades + GreenSeeker)

	NDVI_phr1a	NDVI_gs	C faktörü	PLU	SM	SC	CC
NDVI_gs	0,321	0,000					
C faktörü	0,069	0,147					
	0,413	0,082					
PLU	-0,041	0,125	0,404				
	0,631	0,140	0,000				
SM	0,102	0,079	0,419	0,199			
	0,227	0,350	0,000	0,018			
SC	0,087	0,177	0,697	0,031	0,055		
	0,303	0,036	0,000	0,719	0,521		
CC	-0,018	0,006	0,034	-0,059	-0,067	-0,154	
	0,837	0,945	0,686	0,490	0,433	0,069	
SR	0,046	-0,064	0,162	0,032	0,190	0,099	-0,150
	0,586	0,451	0,055	0,703	0,024	0,241	0,077

C-faktörü ve portatif spektrometre (greenseeker) aracılığı ile ölçülen NDVI değerleri arasındaki ilişki (0,082) sınır değerde ($0,05 < p < 0,10$) anlamlı bulunmuştur. C-faktörünün alt-değişkenlerinden yüzey kapallığı (SC) ile NDVI arasında da ilişki (0,036) önemli olarak bulunmuştur. Alt-değişkenlerin C-faktörü ile ilişkileri sırasıyla PLU (0,000), SM (0,000) ve SC (0,000) ile $p = 0,000$ düzeyinde istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur. SR (0,055) ise $p \leq 0,10$ yine sınır değerde anlamlı bulunmuştur. Alt-değişkenlerin kendi aralarındaki ilişki ise SM, PLU ile 0,018 ve SR ile 0,024; CC ise SC ile 0,069 ve SR ile 0,077 olarak bulunmuştur.

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, pancar bitkisi ekili parselde C-faktörü ile alt-değişkenleri yersel ölçümlerle hesaplanmış ve hem yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri ile hem de yersel portatif spektrometreyle yapılan ölçümler ile parselin NDVI değerleri elde edilmiştir. NDVI değerlerinin eş zamanlı olmasından ötürü hem yersel değerlerde hem de uydu görüntülerinden elde edilen değerlerde kayda değer farklılıklar görülmemiştir. Ancak veri yapısı gereği yersel ölçümlerle alınan NDVI değerleri C-faktörü ile sınır değerde de olsa korele olduğu görülmektedir. NDVI değerleri, bize uzaktan algılama yöntemleri ile yalnızca yüzeysel süreçler hakkında yani kapallık ve bitkilerin fotosentetik yansıma özelliklerine dayalı bilgi vermekte ve tek başına yetersiz kalmaktadır. Ancak C-faktörü, alt-değişkenlerinin bir interaksyonudur yani sadece kanopi ve yüzey kapallığı ile değil tüm bunların yanında toprak nemi (SM), toprak pürüzlülüğü (SR) ve önceki arazi kullanım (PLU) gibi diğer tüm alt-değişkenler ile asıl süreç yönetiminde etkilidir. Bu tür bağlantısal çalışmalarla, konumsal ve zamansal olarak yarı-kurak havzalarda arazi örtü desenlerindeki değişimler ve toprak kayıpları üzerine olan etkileri daha çabuk bir şekilde belirlenebilecektir.

Kaynaklar

- Bu, H., Sharma, L. K., Denton, A. and Franzen, D. W. Comparison of Satellite Imagery and Ground-Based Active Optical Sensors as Yield Predictors in Sugar Beet, Spring Wheat, Corn, and Sunflower. Published in *Agron. J.* 109:299–308 (2017). doi:10.2134/agronj2016.03.0150.
- De Jong, S.M., 1994. Derivation of vegetative variables from a Landsat TM image for modelling soil erosion. *Earth Surf. Processes Landforms* 19, 165–178.
- Durigon, V.L., Carvalho, D.F., Antunes, M.A.H., Oliveira, P.T.S. and Fernandes, M.M. 2014. NDVI time series for monitoring RUSLE cover management factor in a tropical watershed. *International Journal of Remote Sensing*, 2014 Vol. 35, No. 2,441–453, <http://dx.doi.org/10.1080/01431161.2013.871081>.
- Gabriels D, Ghekiere G, Schiettecatte W, Rottiers I. 2003. Assessments of USLE cover management C factors for 40 crop rotation systems on arable farms in the Kemmelbeek watershed, Belgium. *Soil Tillage Research*, 74, 47–53.
- Karaburun A. 2010. Estimation of C factor for soil erosion modeling using NDVI in Buyukcemece watershed. *Ozean Journal of Applied Sciences*, 3, 77–85.
- Lu H, Prosser I P, Moran C J, Gallant J C, Priestley G, Stevenson J G. 2003. Predicting sheet wash and rill erosion over the Australian Continent. *Australia Journal of Soil Research*, 41, 1037–1062.
- Lugato, E., Panagos, P., Bampa, F., Jones, A., Montanarella, L. A new baseline of organic carbon stock in European agricultural soils using a modelling approach *Global Change Biol.*, 20 (1) (2014), pp. 313-326.
- Meusburger, K., D. Bänninger, and C. Alewell. 2010. “Estimating Vegetation Parameter for Soil Erosion

- Assessment in an Alpine Catchment by Means Of QuickBird Imagery.” *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 12: 201–207.
- Morgan, R. P. C. 2005. *Soil Erosion and Conservation*. Malden-MA-USA. 3rd ed. Oxford: Resources Institute, Granfield University, Blackwell.
- Panagos, P., Borelli, B., Meusburger, K., Alewell, C., Lugato, E., Montanarella, L. 2015. Estimating the soil erosion cover-management factor at the European scale. *Land Use Policy* 48 (2015) 38–50. <http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.05.021>.
- Patil, R. J. and Sharma S. K. GIS based modeling of crop/cover management factor (C) of USLE in Shaker river watershed. *International Conference on Chemical, Agricultural and Medical Sciences (CAMS-2013)* Dec. 29-30, 2013 Kuala Lumpur (Malaysia). <http://dx.doi.org/10.15242/IICBE.C1213023>.
- Renard, K.G., C.R. Foster, G.A. Weesies, D.K. McCool, and D.C. Yoder, 1997. *Predicting Soil Erosion by Water: A Guide to Conservation Planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE)*, USDA, Agriculture Handbook Number 703, Government Printing Office, Washington, D.C., 404 p.
- Rouse, J.W., Haas, R.H, Schell, J.A., and Deering, D.W., “Monitoring Vegetation Systems in the Great Plains with ERTS”, Paper A-20, NASA. Goddard Space Flight Center 3d ERTS-1 Symposium, 1974.
- Schönbrodt S, Saumer P, Behrens T, Seeber C, Scholten T. 2010. Assessing the USLE crop and management factor C for soil erosion modeling in a large mountainous watershed in central China. *Journal of Earth Science*, 21, 835–845.
- Smith, M.S., Frye, W.W., Varco Legume J.J. Winter cover crops/ B.A. Stewart (Ed.), *Advances in Soil Science*, vol. 7, Springer-Verlag, New York, NY (1987), pp. 95-139.
- Suriyaprasit, M. and Shrestha, D. P. 2008. Deriving Land Use and Canopy Cover Factor from Remote Sensing and Field Data in Inaccessible Mountainous Terrain for Use in Soil Erosion Modelling. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. Vol. XXXVII. Part B7. Beijing 2008. Technical Session TS-34:SS-7 Global Monitoring For Environment and Security (GMES).
- Tucker, C., “Red and Photographic Infrared Linear Combinations for Monitoring Vegetation”, *Remote Sensing of Environment*, 8, 127-150, 1979.
- Ustin, S. L., M. O. Smith, S. Jacquemoud, M. Verstraete, and Y. Govaerts. 1999. “Geobotany: Vegetation Mapping for Earth Sciences.” In *Remote Sensing for the Earth Sciences*, edited by A. N. Rencz, 251–307. New York: John Wiley and Sons.
- Van der Knijff, J. M., R. J. A. Jones, and L. Montanarella. 2000. *Soil Erosion Risk Assessment in Europe*. Ispra: European Soil Bureau. Joint Research Centre. EUR 19044 EN.
- Wischmeier, W.H., and D.D. Smith, 1978. *Predicting Rainfall Erosion Loss: A Guide to Conservation Planning*, USDA, Agriculture Handbook Number 537, Government Printing Office, Washington, D.C., 58 p.
- Zhou, P., O. Luukkanen, T. Tokola, and J. Nieminen. 2008. “Effect of Vegetation Cover on Soil Erosion in a Mountainous Watershed.” *Catena* 75: 319–325.