

Ulusal Dinamik Rüzgâr Erozyonu Modeli ve İzleme Sistemi Bitki Örtüsü Parametresinin Belirlenmesi

Reşat AKGÖZ^{1,*}

Kenan İNCE²

Günay ERPUL¹

¹Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Ankara
²Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Ankara

*Sorumlu yazar e-mail (Corresponding author e-mail): resatakgoz@gmail.com

Geliş tarihi (Received) : 03.10.2019

Kabul tarihi (Accepted): 19.12.2019

DOI:10.21657/topraksu.628988

Öz

Sürdürülebilir Toprak Yönetimi (STY) ve Sürdürülebilir Arazi Yönetimi (SAY) kapsamında sorun-temelli arazi kullanımı planlamalarının yapılarak sağlıklı bir şekilde yönetilebilmesi için rüzgâr erozyonuna maruz kalan alanların konumları ve etkilenme düzeylerinin niceliksel olarak belirlenmesi gerekmektedir. Bu bağlamda Türkiye ölçeğinde rüzgâr erozyonu tahmin modelleme çalışmaları 'Ulusal Dinamik Rüzgâr Erozyonu Modeli ve İzleme Sistemi (UDREMİS)' ile başlatılmıştır. UDREMİS modelinin getirdiği zamansal ve konumsal tahmin esnekliği ile elde edilen bilgiler SAY, STY ve Arazi Tahribatının Dengelenmesi (ATD) çalışmalarında doğal kaynak planlamalarında altlık olarak kullanıma hazır hale getirilmiştir. Rüzgâr erozyonunun tahmin edilebilmesi ve izlenmesi amacıyla, dinamik ve güncellenebilir veri tabanlarının kullanılabilmesi için Yenilenmiş Rüzgâr Erozyonu Eşitliği (YREE) modeli seçilerek UDREMİS sistemi geliştirilmiştir. İklim, toprak, bitki örtüsü, pürüzlülük ana parametrelerinden oluşan YREE modelinin bitki örtüsü parametresi hakkındaki bilgilere bu yayında yer verilmiştir. Bitki örtüsüne bağlı toprak kayıpları oranının belirlendiği bu çalışmada, 1440 adet Landsat 8 uydu görüntüsü işlenerek NDVI analizleri yardımıyla bitki örtüsü kaplılıkları ve bunlardan yola çıkılarak YREE modeli vejetasyon oranı ve toprak kayıpları oranı belirlenmiştir. Çalışma ile Temmuz ayından sonra ülkemizde hasat sonrası kapalılığın giderek düştüğü ve rüzgâr erozyonuna duyarlı hale geldiği gözlenmiştir. Küresel iklim değişikliği ile yıllık yağış ve sıcaklık seyri değişmektedir. Buna bağlı olarak geç kalan sonbahar yağışları araziye rüzgâr erozyonuna açık hale getirmektedir. UDREMİS sistemi sürekli olarak dönemsel uydu görüntüleri ile desteklemekte ve buna bağlı olarak arazi kullanım değişimlerinin zamansal ve konumsal olarak rüzgâr erozyonu üzerindeki etkileri analiz edilebilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Arazi bozulumu, normalize edilmiş fark bitki örtüsü indeksi, rüzgâr erozyonu, yenilenmiş rüzgâr erozyonu eşitliği (YREE)

Determination of National Dynamic Wind Erosion Model and Monitoring System Vegetation Parameter

Abstract

In order to make land use planning within the scope of Sustainable Soil and Land Management (SSM&SLM), the locations and levels of impact of areas exposed to wind erosion need to be quantified. In this context, wind erosion prediction modeling studies on the country scale were initiated with the "National Dynamic Wind Erosion Model and Monitoring System (UDREMİS)". Information obtained by the temporal field estimation flexibility introduced by the UDREMİS model will be used as underlining in SLM, SSM and Land Degradation Neutrality (LDN) projects. The UDREMİS system was developed by selecting the RWEQ model where dynamic, updatable databases can be used in the national dimension

in order to predict and monitor wind erosion in the national scale. RWEQ model consists of climate, soil, topography, vegetation, management parameters; information about the vegetation parameter is given in this publication. In this study, 1440 Landsat 8 satellite images were processed and with the help of NDVI Analyses, the canopy covers and vegetation rates were determined. Vegetation and soil loss rate were determined by starting from vegetation cover. With the study, it was observed that post-harvest vegetation cover, especially on dry farmland after July, gradually fell and became susceptible to wind erosion. With global climate change, delayed rains due to the shift in the seasons affect the canopy cover at negative rate, increasing the sensitivity of the lands to wind erosion. The UDREMIS system is continuously fed by periodic satellite images, both temporal and positional effects of land use changes on wind erosion can be analyzed.

Keywords: Land degradation, normalized difference vegetation index (NDVI), revised wind erosion equation (RWEQ), wind erosion

GİRİŞ

Dünya genelinde en önemli çevresel problemlerin başında şüphesiz arazi bozulumu gelmektedir. 'Küresel İklim Değişikliği' ve artan insan baskısı ile birlikte erozyon, kuraklık, arazi bozulumu ve çölleşme gibi çevresel sorunlar hızlanarak artmıştır. Bu süreçler, hâlihazırda oldukça kısıtlı olan temiz su kaynaklarının azalarak kirlenmesine, tarım, orman ve mera varlığının yok olmasına veya niteliklerini kaybetmesine, toprağın üretim kapasitesinin azalmasına yol açmaktadır.

Türkiye'de toprak ve su korumalı tarım sistemlerinin yaygınlaşmamış olması, doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımı ile ilgili politikaların eksikliği, aşırı otlatma, ormansızlaşma, geleneksel tarım uygulamaları, yanlış sulama gibi etmenler arazi bozulumu süreçlerini tetiklemektedir (Erpul vd., 2012). Özellikle bu gibi alanlarda toprak üstü örtünün uzaklaştırılması önemli bir arazi bozulumu nedeni olan rüzgâr erozyonunun şiddetini ve etkilediği alanların miktarını artırması muhtemeldir.

Arazi bozulmasına en duyarlı alanlar kurak, yarı kurak ve yarı nemli bölgeler olup (Stroosnijder, 2007), özellikle rüzgâr erozyonu bu bölgelerdeki hâkim bozulma süreçlerinden biridir (Lal, 1990). İnsan etkisiyle hız kazanan bu doğa olayı, uygun atmosferik koşullar altında gerçekleştiğinde toprak taneciklerini parçalayarak oldukça uzak mesafelere kolaylıkla taşıyabilmektedir (Reich vd., 2000). Özellikle mineral ve organik madde kapsamları açısından oldukça zengin olan üst toprak katmanının etkilendiği bu süreç sonucunda, verimli olan katmanın ortamdaki uzaklaşması ile toprakların tarımsal üretim potansiyeli önemli ölçüde azalmaktadır.

Yapılan çalışmalara göre dünya genelinde 548 milyon ha alan rüzgâr erozyonu tehlikesi ile karşı karşıyadır. Asya kıtası 222 milyon ha ile en yüksek, Afrika kıtası 186 milyon ha ile ikinci sırada yer almaktadır (Lal, 2001).

Türkiye'de ülkesel ölçekte yapılan mekânsal analizlere göre rüzgâr erozyonu potansiyeline sahip toplam alanın %7.54'ünde çok şiddetli rüzgâr erozyonunun yaşanabileceği belirtilmiştir. Bu oranın alansal karşılığı ise 1292771 ha olarak hesaplanmıştır. Alansal olarak çok şiddetli sınıfında en yüksek rüzgâr erozyonunun sırasıyla Dicle-Fırat, Kızılırmak ve Konya havzalarında en az ise sırasıyla Çoruh, Doğu Karadeniz ve Batı Karadeniz havzalarında olduğu belirlenmiştir. (İnce vd., 2019).

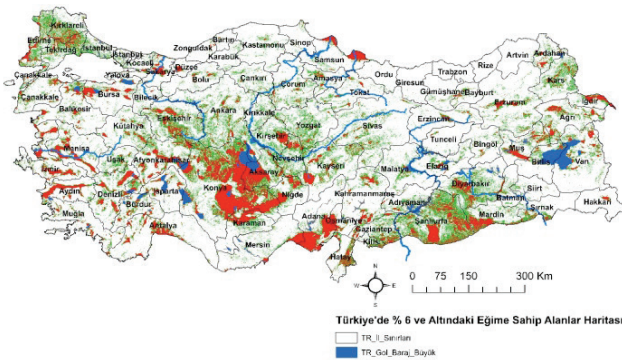
Ülkemizde rüzgâr erozyonu çalışmaları uzun süre parsel düzeyinde yapılmıştır. Bunun nedenleri genellikle çalışmaların doğrudan arazi ölçümleri şeklinde yapılması, bölgesel çalışmalarda arazi çalışması giderlerinin yüksek olması ve bölgesel düzeyde model çalışmaları için uygun veri tabanlarının üretilmemiş olmasıdır. Geçmişte üretilen rüzgâr erozyonu değerleri ortalama değerler olarak verilmekle birlikte herhangi bir veri tabanı ve modele dayalı değerler ülkesel ölçekte niceliksel olarak verilememektedir. Günümüzde STY ve SAY açısından erozyon kontrol çalışmalarını planlamak, sürdürülebilir doğal kaynak kullanımını sağlamak, mühendislik çalışmalarında kullanılmak üzere belirli konumsal ölçeklerde bilimsel ve model tabanlı erozyon risk değerlendirme çalışmalarının yapılması zorunluluk haline gelmiştir (Erpul vd., 2016).

Kurak ve yarı kurak alanlarda etkin koruma yöntemlerinin geliştirilmesi ve sürdürülebilir kaynak kullanımının yaygınlaştırılabilmesi için ülkesel ölçekte rüzgâr erozyonu toprak kayıplarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda iklim, toprak, arazi yönetimi, vb. faktörlerin kullanıldığı ulusal dinamik rüzgâr erozyonu modeli geliştirme çalışmaları 2016 yılında T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü (TOB, ÇEMGM) tarafından başlatılmıştır. Türkiye ölçeğinde rüzgâr erozyonu sonucu taşınan sediment miktarının modellenmesinde YREE (Fryrear vd., 2000) esas alınarak UDREMİS yazılımı geliştirilmiştir. Bu çalışma ile bir dizi uzaktan algılama işlemi yapılarak UDREMİS ana parametrelerinden biri olan, bitki örtüsü parametresi belirlenmiştir:

MATERYAL VE YÖNTEM

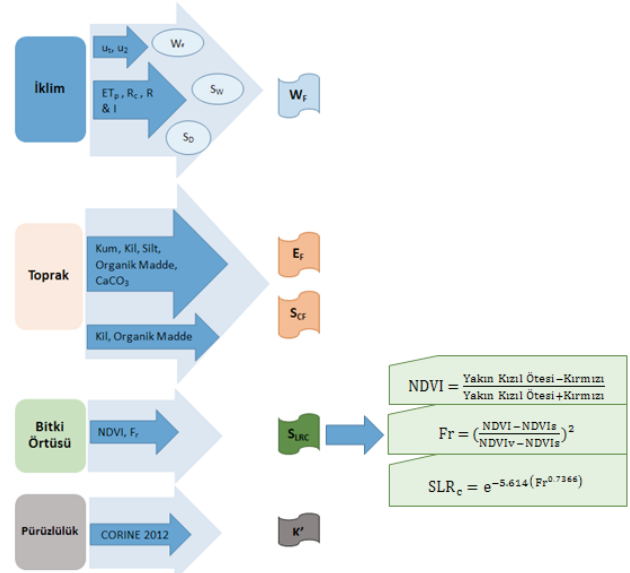
Çalışma alanı

Bilindiği üzere düz ve düze yakın alanlarda rüzgâr hızını kesecek engel olmadığında; yani farklı arazi ve toprak pürüzlülük unsurlarının bulunmadığı koşullarda rüzgâr hız parametrelerinin erozyon süreçleri üzerindeki etkisi daha şiddetli olmaktadır. Buna bağlı olarak rüzgâr erozyonunun genellikle yüzde altı (%6) ve altındaki eğimlerde bir diğer ifade ile düz ve düze yakın geniş alanlarda meydana geldiği kabulü bulunmaktadır. Uydu görüntülerinin çerçeveler halinde temin edilmesi, Türkiye ölçeğinde NDVI değerlerinin bilinmek istenmesi ve elde edilecek NDVI değerleri kullanılarak 'Bitki Örtüsü' parametresinin hesaplanmak istenmesinden dolayı çalışma alanı olarak Türkiye seçilmiştir. Böylece NDVI'ya bağlı bir indeks ile konumsal, zamansal arazi kullanımı değişimleri ile farklı toprak işleme sistemlerinin rüzgâr erozyonuna etkisinin ortaya konulması amaçlanmıştır.



Şekil 1. Türkiye'de %6 ve Altındaki Eğime Sahip Alanlar Haritası
Figure 1. Slope Map of Turkey (Sloping Fields ≤ 6)

Bitki örtüsü parametresinin belirlenmesinde Şekil 1'de yer alan harita dikkate alınarak % 6 ve altındaki eğimli alanlar çalışma alanı olarak belirlenmiştir. 10*10 m çözünürlüğe sahip Sayısal Yükselti Modeli (SYM)'den üretilen eğim haritası kullanılarak yaklaşık olarak 17 milyon ha alan rüzgâr erozyonu izleme ve değerlendirme analizleri için çalışılmıştır.



Şekil 2. YREE Modeli Parametreleri ve Akış Şeması (Fryrear vd., 1998)

Figure 2. RWEQ Model Parameters and Flow Chart (Fryrear vd., 1998)

Modelleme

Rüzgâr erozyonu modelleme çalışmaları Rüzgâr Erozyonu Eşitliği (REE) (Woodruff ve Siddoway, 1965) ile başlamıştır. 1998 yılında yapılan çalışmalar ile REE modeli güncellenerek YREE olarak kullanıma sunulmuştur. Özellikle tarım alanlarında meydana gelen toprak kayıplarını tahmin etmek amacıyla deneye dayalı, süreç temelli modellemenin bileşkesi olarak geliştirilmiştir (Fryrear vd., 1998; Fryrear vd., 2000).

ÇEM tarafından Türkiye ölçeğinde rüzgâr erozyonunun izleme ve değerlendirmesine yönelik olarak geliştirilen UDREMİS yazılımı YREE modeli dikkate alınarak kurgulanmıştır.

Şekil 1'de de görüleceği üzere YREE modeli dört ana parametre ve ilişkili alt parametreleri ile çalışarak rüzgâr erozyonu sonucu taşınan sediment miktarını tahmin etmektedir.

Uzaktan algılama işlemleri

UDREMİS bitki örtüsü parametresinin belirlenmesi kapsamında Landsat 8 OLI uydu görüntüleri kullanılmıştır. Yersel çözünürlüğü 30 m olan bu görüntülerin Türkiye ölçeğinde yapılan çalışma için yeterli olduğu düşünülmüştür. Kullanılan uydu görüntüleri NASA (National Aeronautical Space Administration-Ulusal Havacılık Dairesi) "https://earthexplorer.usgs.gov/" adresinden ücretsiz olarak temin edilmiştir. Landsat uydusu 16 günde dünya çevresindeki turunu tamamladığı için 16 günlük zamansal çözünürlükte görüntü alınabilmektedir. Bu bağlamda 2016 yılına ait 60 çerçevede 1440 adet görüntü işlenmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Landsat Uydu Görüntüsü Çerçeveleri
Figure 3. Landsat Image Frames

Uzaktan algılama çalışmalarında, uydu görüntülerinin çekilmesi esnasında meydana gelen atmosfere bağlı etkiler, ENVI yazılımı aracılığı ile giderilmiştir.

Uydu görüntülerinin çekimi esnasında meydana gelen atmosferik etkileri azaltmak için radyometrik düzeltme yapılmıştır. Radyometrik düzeltme, piksel parlaklık değerlerini, yersel spektral yansıtma değerleri ile spektral olarak karşılaştırılabilir birimlere dönüştürmektedir. (Lu vd., 2002, ENVI, 2013). (Eşitlik; [1,2,3]).

$$L_{\lambda} = Gain * Pixel Value + offset \quad 1$$

$$P_{\lambda} = \frac{\pi L_{\lambda} d^2}{ESUN_{\lambda} \sin \theta} \quad 2$$

$$T = \frac{K2}{\ln\left(\frac{K1}{L_{\lambda}} + 1\right)} \quad 3$$

Radyasyonun dünya yüzeyi tarafından emilmesi ya da tam tersi olarak saçılmasından dolayı etkilenen uydu görüntüsü piksel ve yüzey yansıma değerlerini arındırmak için atmosferik düzeltme uygulanmıştır.

Flaash atmosferik düzeltme ile sensör değerleri yansıma değerlerine çevrilerek atmosferik düzeltme yapılmıştır. Atmosferik düzeltme esnasında görüntünün ortalama yükseltisi, uçuş zamanı ve günü, aerosol modeli gibi alt parametreleri kullanılmıştır. (Eşitlik; [4]).

$$L = \left(\frac{Ap}{1 - p_e S} \right) + \left(\frac{Bp_e}{1 - p_e S} \right) + L_a \quad 4$$

Bitki örtüsü parametresinin belirlenmesi

Çalışma ile temin edilen uydu görüntüleri görüntü zenginleştirme işlemlerinin ardından NDVI analizlerine tabi tutulmuştur. Analizler 15 günlük periyotlarla bütün yılı kapsayacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Buda bulut ve kar örtüsünün izin verdiği alanlarda yılda 24 ayrı dönemde NDVI değeri hesaplandığı anlamına gelmektedir (Eşitlik; [5]).

$$NDVI = \frac{Yakın Kızıl Ötesi - Kırmızı}{Yakın Kızıl Ötesi + Kırmızı} \quad 5$$

YREE temelli UDREMİS yazılımında NDVI analizleri kullanılarak, bitki örtüsü parametresi olarak vejetasyon oranına bağlı toprak kayıpları oranı (SLRc) (Fryrear vd. 2000) dikkate alınarak hesaplanmıştır.

CBS tabanlı kurulan modelde, toprak kayıpları bitkisel örtünün veya bitki kapalılığının bir fonksiyonu olarak hesaplanmaktadır. Rüzgâr erozyonu tehdidi altında olan alanların bitki örtüsü karakteristikleri ve yüzey (zemin) kapallık oranları belirlenerek, rüzgârın bitki örtüsüne bağlı toprak kayıpları üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir.

Vejetasyon oranı hesaplamalarında ihtiyaç duyulan NDVIs ve NDVIv değerleri için literatür araştırması yapılmıştır (Çizelge 1). Yapılan literatür araştırmaları ile farklı alanlarda gerçekleştirilmiş çalışmalar sonrasında 'NDVIs 0.04 – NDVIv 0.52' değerleri ortalamasında seyrettiği görülmüştür. Buna dayanarak proje amacıyla yapılan vejetasyon oranı analizlerinde 'NDVIs 0.04 – NDVIv 0.52' alınarak model hesaplamaları yapılmıştır. Arazi üzerinde bulunan vejetasyon oranı yüzde (%) olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 1. Örnek Yayınlardaki NDVIs ve NDVIv değerleri
Table 1. NDVIs and NDVIv Values at Sample Publication

Yayın ve çalışma alanı	NDVIs	NDVIv	Kullanılan veri
Gutman ve Ignatov (1998)Küresel ölçek	0.04	0.52	Global Avhrr Ndvi
Yang.(2006)Çin	0.05	0.49	Avhrr 10-gün Ndvi
Gan ve Burges (2006) Doğu ABD	0.04	0.52	Global Avhrr Ndvi
Gebremichael (2006) Meksika & Nepal	0.04	0.52	Modis 16-gün Ndvi
Matsui vd. (2005) Kuzey ABD	0.03	0.52	Global Avhrr Ndvi
Li vd. (2003) Kuzey Çin	0.04	0.61	Global Avhrr Ndvi
Ek vd. (2003) Kuzey ABD	0.04	0.52	Global Avhrr Ndvi
Sridhar vd. (2003) ABD	0.04	0.54	Avhrr 14-gün Ndvi

Toprak kaybı miktarının hesaplanmasında ihtiyaç duyulan vejetasyon oranı girdisi Eşitlik 6 kullanılarak hesaplanmıştır (Brunsell ve Gillies., 2003; Borrelli vd., 2014).

$$Fr = \left(\frac{NDVI - NDVI_s}{NDVI_v - NDVI_s} \right)^2 \quad 6$$

Burada, Fr, vejetasyon Oranı (%); NDVI, normalize edilmiş fark bitki indeksi; NDVI_s, çıplak toprak yüzeyi; NDVI_v, canlı bitki örtüsü değerlerini ifade etmektedir.

Bitki örtüsüne bağlı toprak kaybı(SLR_c), vejetasyon oranı (Fr) dikkate alınarak hesaplanmıştır (Eşitlik; [7]). Bu şekilde bitki örtüsü kapallılık özelliklerine bağlı olarak toprak kayıpları oranı belirlenmiştir.

$$SLR_c = e^{-5.614(cc^{0.7366})} \quad 7$$

Burada, SLR_c, Toprak Kayıpları Oranı; cc, Vejetasyon Oran'ını ifade etmektedir. Eşitlik 7'de "cc" değeri yerine, Eşitlik 6'da elde edilen "Fr" değeri yazılarak sonuca ulaşılmıştır.

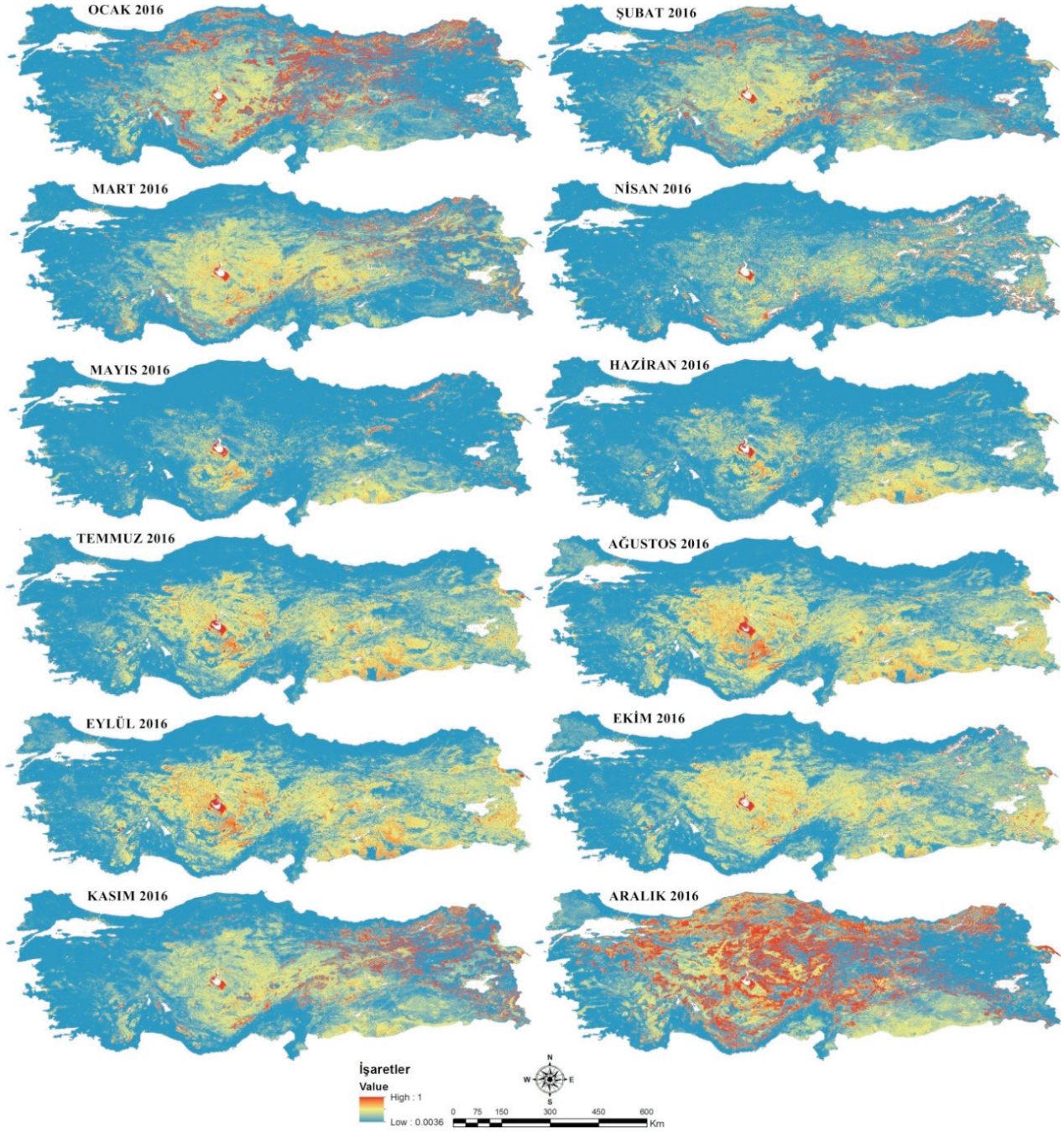
BULGULAR VE TARTIŞMA

Türkiye ölçeğinde YREE modelinin ana çatısını oluşturduğu UDREMİS sistemi bitki örtüsü parametresi üretilmiştir (Şekil 4). İlgili haritalarda bitki örtüsünün rüzgâr erozyonuna duyarlılığı 0 ile 1 arasında ölçeklendirilmiştir. '1' değerine yakın olan pikseller rüzgâr erozyonuna en duyarlı '0' değerine yakın olan pikseller ise en az duyarlı yani rüzgâr erozyonunun en az etkileyeceği alanları ifade etmektedir. Nisan ve Haziran aylarında düşük olan erozyon duyarlılığı ürünlerin hasat edilmesi ve vejetasyonun zayıflaması ile Haziran ayından itibaren artmaktadır. Küresel iklim değişikliği ile yıllık yağış ve sıcaklık seyri değişmektedir. Buna bağlı olarak geç kalan sonbahar yağışları araziye rüzgâr erozyonuna açık hale getirmektedir.

Şekil 5'de Türkiye aylık ortalama SLR_c değerleri gösterilmiştir. SLR_c değerinin en düşük olduğu ay Mayıs en yüksek olduğu ay ise Aralık olarak görülmektedir. İlkbahar ayları itibari ile bitki örtüsünün canlanmasına paralel olarak arazi kapallılıkları artmakta ve rüzgâr erozyonuna duyarlılık düşmektedir.

Şekil 4'de de aylık SLR_c haritaları sunulmuştur. Kış mevsimine ait aylarda özellikle Ocak ve Şubat aylarında kar örtüsünden dolayı yüksek alanlarda NDVI değerleri normalden sapsmış olup SRL_c değerleri 1'e yakın görünmektedir (Şekil 4). Bu nedenle haritalarda kış aylarında kırmızı renk göze çarpmaktadır. Görüntülerin Türkiye ölçeğinde elde edilmesi ve işlenmesine rağmen UDREMİS modelinde (≤ % 6 eğim) potansiyel rüzgâr erozyonu alanlarında kar örtüsünün yarattığı olumsuz etki görülmemektedir.

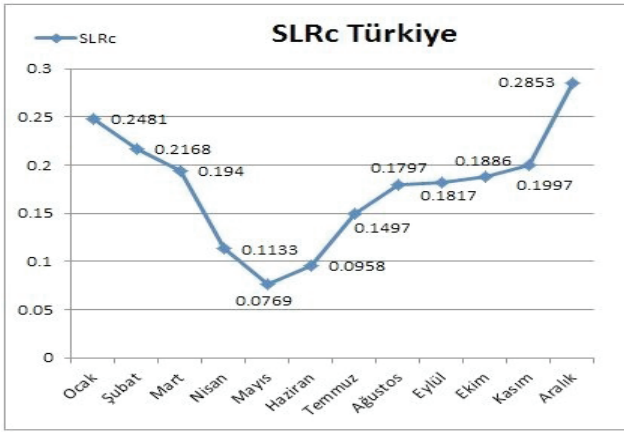
Coğrafi bölgeler bazında aylık ortalama SLR_c değerleri Ege, Güneydoğu Anadolu ve Marmara bölgelerinde SLR_c değerleri minimum değere Nisan ayında ulaşmaktadır. Buda ülkemizde iklim, yükselti güneşlenme süreleri ile ilgili olarak vejetasyon sürelerinde farklılık olduğunu göstermektedir. Akdeniz, Ege, Karadeniz, Marmara bölgelerinin duyarlılıklarını etkileyen coğrafi şartlar nedeniyle yıl içerisinde belirli bir ortalama değer üzerine çıkmadığı görülmektedir. Çizelge 2'de belirtildiği gibi İç Anadolu, Güneydoğu Anadolu ve Doğu Anadolu Bölgeleri bitki örtüsü duyarlılığı bakımından kırılğan bir yapıya sahiptir.



Şekil 4. Türkiye Aylık Ortalama Bitki Örtüsü (SLRc) Katmanı
Figure 4. Turkey Monthly Average Vegetation (SLRc) Layer

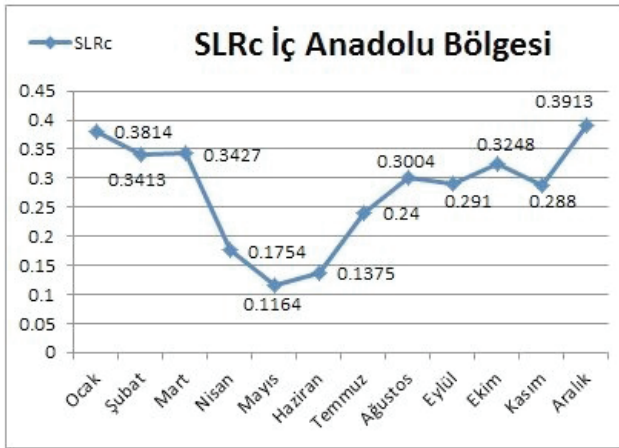
Çizelge 2. Aylar İtibari ile Coğrafi Bölgelere Göre Ortalama Bitki Örtüsü Duyarlılığı
Table 2. Monthly Average Vegetation Sensitivity by Geographical Regions

Coğrafi Bölgeler	Oca.	Şub.	Mar.	Nis.	May.	Haz.	Tem.	Ağu.	Eyl.	Eki.	Kas.	Ara.	Ort.
Akdeniz Bölgesi	0.16	0.17	0.15	0.10	0.06	0.08	0.11	0.13	0.12	0.12	0.12	0.26	0.13
D. Anadolu Bölgesi	0.59	0.55	0.38	0.21	0.07	0.10	0.19	0.21	0.25	0.26	0.45	0.49	0.31
Ege Bölgesi	0.10	0.10	0.08	0.04	0.04	0.05	0.07	0.10	0.09	0.08	0.06	0.19	0.08
GD. Anadolu Bölgesi	0.18	0.19	0.12	0.09	0.20	0.26	0.29	0.32	0.31	0.27	0.25	0.34	0.23
İç Anadolu Bölgesi	0.38	0.34	0.34	0.18	0.12	0.14	0.24	0.30	0.29	0.32	0.29	0.39	0.28
Karadeniz Bölgesi	0.34	0.24	0.12	0.05	0.02	0.02	0.04	0.04	0.05	0.07	0.14	0.55	0.14
Marmara Bölgesi	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	0.06	0.04	0.04	0.02	0.24	0.05



Şekil 5. Türkiye Geneli Ortalama Bitki Örtüsü Bakımından Rüzgâr Erozyonuna Duyarlılık

Figure 5. Monthly Average Vegetation Cover Wind Erosion Sensitivity



Şekil 6. İç Anadolu Bölgesi Bitki Örtüsü Bakımından Rüzgâr Erozyonuna Duyarlılık

Figure 6. Monthly Vegetation Sensitivity in Central Anatolia Region

Coğrafi bölgeler bazında aylık ortalama SLRc değerleri Ege, Güneydoğu Anadolu ve Marmara bölgelerinde SLRc değerleri minimum değere Nisan ayında ulaşmaktadır. Buda ülkemizde iklim, yükselti güneşlenme süreleri ile ilgili olarak vejetasyon sürelerinde farklılık olduğunu göstermektedir. Akdeniz, Ege, Karadeniz, Marmara bölgelerinin duyarlılıklarını etkileyen coğrafi şartlar nedeniyle yıl içerisinde belirli bir ortalama değer üzerine çıkmadığı görülmektedir. Çizelge 2’de belirtildiği gibi İç Anadolu, Güneydoğu Anadolu ve Doğu Anadolu Bölgeleri bitki örtüsü duyarlılığı bakımından kırılğan bir yapıya sahiptir.

İç Anadolu Bölgesinde görülen yüksek duyarlılık değerleri özellikle çıplak alanlarda ilkbahar mevsimine kadar rüzgâr erozyonuna zemin hazırlayacaktır (Şekil 6).

SONUÇLAR

Coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılama yöntemlerinin etkileşimli bir şekilde kullanılması ile YREE model yapısına göre bitki örtüsü parametresi belirlenmiş olup UDREMİS sisteminin kullandığı analitik veri altlıkları sayesinde rüzgâr erozyonuna bağlı arazi bozulmasının görüldüğü alanlarda erozyon miktarının niceliksel olarak alınabilmesi sağlanmıştır.

Yıl içerisinde 16 günde bir elde edilen veriler kullanılarak farklı dönemlerdeki bitki örtüsü duyarlılığı belirlenmiştir. Türkiye ölçeğinde yapılacak çalışmalar için kış aylarına ait görüntülerde bulutluluk ve kar örtüsünden dolayı ilgili ay içerisinde en temiz görüntüler seçilerek birleştirilmiştir. Buda Türkiye ölçeğinde aylık tek görüntü elde edilmesine neden olmuştur.

Daha öncede belirtildiği üzere çalışmanın asıl amacı rüzgâr erozyonu potansiyeline sahip $\leq 6\%$ eğimli alanlarda bitki örtüsü parametresinin belirlenmesi olduğundan dolayı alan tüm ülke yüzeyi olmadığı için beklenen zamansal ve mekânsal çözünürlükte veriler proje kapsamında üretilebilmiştir. Bölge veya ova gibi büyük ölçekli alanlarda yapılacak çalışmalarda da daha fazla zamansal ve mekânsal veriler ile çalışılabilecektir. Türkiye ölçeğinde yapılacak çalışmalar için Şekil 4’de de görüldüğü üzere aylık SLRc katmanı üretilmiş olup ihtiyaç duyan araştırmacılar için ileriki çalışmalarında yarar sağlayacağı düşünülmektedir.

STY, SAY ve ATD bakımından arazi kullanımı planlamalarının yapılabilmesi için büyük öneme sahip altlıklar olarak da değerlendirilebilecek bu çalışma verileri aynı zamanda yapılacak benzer proje ve çeşitli politikaların üretilmesinde de kullanılabilir.

KAYNAKÇA

Borrelli P, Ballabio C, Panagos P, Montanarella L (2014). Wind erosion susceptibility of european soils. *Geoderma*, 232: 471- 478.

Brunsell NA, Gillies RR (2003). Scale issues in land-atmosphere interactions: implications for remote sensing of the surface energy balance. *Agricultural and Forest Meteorology*, 117: 203-221.

Ek MB, Mitchell KE, Lin Y, Rogers E, Grunmann P, Koren V (2003). Implementation of NOAH land surface model advances in the National Centers for Environmental Prediction operational mesoscale Eta model. *Journal of Geophysical Research*, 108: 12-11 to 1216.

ENVI (2009). User Guide Tutorial. Available: http://www.harrisgeospatial.com/portals/0/pdfs/envi/ENVI_User_Guide.pdf (23.12.2019).

Erpul G, Saygın SD (2012). Ülkemizdeki toprak erozyonu sorunu üzerine: Ne yapmalı? *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi, Türkiye Toprak Bilimi Derneği*, 1, (1): 26-32.

Erpul G, Şahin S, Akgöz R, İnce K, Güden A, Çetin E (2016). Türkiye yağışlarının özellikleri ve Yenilenmiş Evrensel Toprak Kayıpları Eşitliği (YETKE) R faktörü, Ankara, s:10-22.

Fryrear DW, Bilbro JD, Saleh A, Schomberg H, Stout JE, Zobeck TM (2000). RWEQ: improved wind erosion technology. *Journal of Soil and Water Conservation* 55: 183-189.

Fryrear DW, Saleh A, Bilbro JD, Schomberg HM, Stout JE, Zobeck TM (1998). Revised Wind Erosion Equation (RWEQ). Technical Bulletin 1, Southern Plains Area Cropping Systems Research Laboratory, Wind Erosion and Water Conservation Research Unit, USDA-ARS.

Gan TY, Burges SJ (2006). Assessment of soil-based and calibrated parameters of the Sacramento model and parameter transferability. *Journal of Hydrology*, 320: 117-131.

Gebremichael M, Barros AP (2006). Evaluation of MODIS Gross Primary Productivity (GPP) in tropical monsoon regions. *Remote Sensing of Environment*, 100: 150-166.

Gutman G, Ignatov A (1998). The derivation of the green vegetation fraction from NOAA/AVHRR data for use in numerical weather prediction models. *International Journal of Remote Sensing*, 19: 1533-1543.

İnce K, Akgöz R, Erpul G, (2019). Türkiye’de rüzgâr erozyonu nedeniyle oluşan toprak kayıplarının model tabanlı mekânsal ve zamansal değişiminin belirlenmesi. *İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9, (4): 2336-2345

Lal R (1990). *Soil erosion in tropics: Principles and management*. McGrawInc., New York.

Lal R, (2001). *Soil Degradation By Erosion*. Wiley Online Library, December, 519-539.

Li XB, Chen YH, Shi PJ, Chen J(2003). Detecting vegetation fractional coverage of typical steppe in northern China based on multi-scale remotely sensed data. *Acta Botanica Sinica*, 45: 1146-1156.

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: 1671-2651.

Matsui T, Lakshmi V, Small EE (2005). The effects of satellite-derived vegetation cover variability on simulated land-atmosphere interactions in the NAMS. *Journal of Climate*, 18: 21-40.

Reich P, Eswaran H, Beinroth F (2000). Global dimensions of vulnerability to wind and watererosion. *Proceedings of the 2nd International Conference On Land Degradation*, Khon Kaen,Thailand, January, 25-29.

Sridhar V, Elliott RL, Chen F (2003). Scaling effects on modeled surface energy-balance components using the NOAH-OSU land surface model. *Journal of Hydrology*, 280: 105-123.

Stroosnijder L (2007). *Rainfall and land degradation in Sivakumar, MVK and N. Ndiang’ui (Eds.) Climate and land degradation*, Springer, 167-195.

Woodruff NP, Siddoway FH (1965). A wind erosion equation. *Soil Science Society of America Journal. Proc. Vol: 29: 602-608*.

Yang H, Yang Z (2006). A modified land surface temperature split window retrieval algorithm and its applications over China. *Global and Planetary Change*, 52: 207-215.