

## Collect Earth Programı Kullanılarak Türkiye Kurak Alanlarının İzleme ve Değerlendirilmesi

Ayhan Ateşoğlu<sup>1</sup>, Murat Arslan<sup>2</sup>, Mesut Yılmaz<sup>3</sup>, Talha Berk Arıkan<sup>1</sup> Saffet Yıldız<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Bartın.

<sup>2</sup> Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Ankara  
e-posta:aatesoglu@yahoo.com

Geliş Tarihi: 06.02.2017 ; Kabul Tarihi: 28.07.2017

### Özet

Günümüzde, gelişen uzay teknolojileri ile birlikte güçlü yazılım ve donanımların etkisiyle, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile bütünleşik Uzaktan Algılama (UA) uygulamaları hızla artmaktadır. Bu bağlamda doğal kaynaklarının, arazi kullanım ve örtü sınıflarının değişim yönlerinin tespiti oldukça önemlidir. 2014 yılında, İtalya/Roma'da gerçekleştirilen Ormanlık Komitesi (COFO) toplantısı ve 2015 Haziran ayında Kurak Alanların İzlenmesi haftasında gerçekleştirilen toplantılar sonucunda başta orman alanları olmak üzere arazi kullanım sınıfları değerlendirilerek kurak alanların durum tespitinin yapılması amaçlanmıştır. Yöntem olarak amaca uygun arazi izleme ve değerlendirme amaçlı Collect Earth yöntemi kullanılmıştır. Açık kaynaklı ve ücretsiz olan Collect Earth yazılımında yüksek çözünürlüklü uydu verisi içeren Google Earth ve Bing Maps görüntüleri kullanılmaktadır. Aynı zamanda orta çözünürlüklü ve global olan Landsat 7 ve 8 verileri üzerinden üretilmiş tüm veri setlerini kullanmamıza da olanak sağlamaktadır. SAIKU isimli istatistik programı yardımıyla veri analizi ve rakamsal sonuç verilerine ulaşılabilmektedir. Bu çalışmada, Collect Earth yöntemi tanıtılarak, ulusal orman envanteri için nasıl ele alınması gerektiği vurgulanmıştır. Ayrıca, gerçekleştirilen proje kapsamında Türkiye'deki kurak ve yarı kurak alanlara ilişkin toplam 3950 deneme alanından elde edilen sonuçlar sunulmuştur. Hükümetlerarası iklim değişikliği paneli (IPCC)'ye göre Türkiye'nin %39.16'sı Tarım, %23.93'ü mera, %20.98'i orman ve %15.93'ü çalılık, yerleşim, sulak alanlar ve diğer alanlardan oluşmaktadır. Türkiye'nin iyileşme/yeşillenme oranı %2,27, arazi bozunumu/çölleşme oranı %1,36 olarak tespit edilmiştir. Türkiye'de en yüksek arazi bozunumu gerçekleştirildiği alanlar yarı kurak alan sınıfında yer almaktadır.

### Anahtar kelimeler

Collect Earth; Kurak alanlar; Uzaktan algılama

## Monitoring of Dryland in Turkey Using Collect Earth

### Abstract

Today, thanks to the development of space technologies and powerful software and hardware, Remote Sensing (RS) applications integrated with Geographical Information Systems (GIS) are increasing rapidly. For this reason, it is very important to determine the direction of change of natural resources, land use and cover classes. As a result of The Forestry Committee (COFO) meeting in Italy / Rome in 2014 and the monitoring drylands in June 2015; it was aimed to determine the status of dryland by evaluating land use/cover classes, especially forest areas. Collect Earth, a multipurpose land monitoring software, was used in the study. Collect Earth software, open source and free, uses Google Earth and Bing Maps, which provide high resolution satellite image data. At the same time, it also allows us to use all datasets produced over Landsat 7 and 8 data. Data analysis and numerical results can be obtained by using the SAIKU. In this work, the Collect Earth methodology was introduced and emphasized the importance of national forest inventory. In addition, within the scope of the project, the results, related to dryland in Turkey, obtained from a total of 3950 plot areas are presented. According to Turkey IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) land use classes; Agricultural land 39.16%, Grassland (pasture) 23.93%, forest 20.98%, other (Shrubland, settlement, water land etc.): 15.93%. Last 15 years (2001-2016), Greening areas of Turkey were determined as 2.27%, Land degradation areas of Turkey were determined as 1.36%. The areas that the highest land degradation in Turkey are semi-arid areas.

### Keywords

Collect Earth; Dryland; Remote sensing

© Afyon Kocatepe Üniversitesi

## 1. Giriş

Günümüz dünyadaki birçok teknolojik imkanlar insanlığa vazgeçilmez olarak düşündüğümüz hizmetler sunarken, asıl insanlığın vazgeçilmezi, çevre ve sağladıklarından geri dönüşü imkansız değerleri alıp götürmektedir. Çevre sorunları gün geçtikçe eldeki bu teknolojik imkanların tekrar doğal çevrenin sağlanması için kullanılması gerekli bir araç olarak karşımıza çıkmaktadır. Doğanın sağladıklarının sınırsız bir kaynak olmadığı ve kendini yenileyebilme kabiliyetinin günümüzde sınırlı olması, insanoğlunun gelecekteki en büyük çevre mücadelesini zorunlu kılmaktadır.

Doğal kaynakları tehdit eden birincil etken olan iklim değişikliği, Türkiye 2008'e göre, iklim ve değişkenliğine ilişkin uzun yıllar istatistiksel ilişkilerin bir sonucu olan anlamlı değişimler olarak tanımlanmıştır. İklimsel değişebilirlik, iklim sistemi içerisindeki doğal iç süreçlere (içsel değişebilirlik) ya da doğal kaynaklı dış zorlama etmenlerindeki değişimlere (dışsal değişebilirlik) bağlı olarak oluşabilir (Thomas et al. 2004; Türkiye, 2010). Küresel iklim değişikliklerinin nedenleri içerisinde, doğal iklim değişikliği ve değişkenliği olmakla birlikte, insan kaynaklı iklim değişikliği ve küresel ısınma yer almaktadır. İnsan kaynaklı iklim değişikliği çerçevesinde kuraklık ve çölleşme günümüzde en önemli küresel ve bölgesel çevre konusudur (UNFCCC, 2007). Bu tanımlar bağlamında, ulusal anlamda iklim bölgelerine göre bitki örtüsü durumlarının, arazi kullanım sınıflarının durumu ve birbiri içerisindeki değişimlerin açıkça ortaya konması sürdürülebilirlik ve planlamalar açısından oldukça önemlidir.

Çölleşme, Birleşmiş Milletler Şiddetli Kuraklık ve /ya da Çölleşmeden Etkilenen Ülkelerde, Afrika Ülkelerindeki Çölleşme ile Savaşım Sözleşmesi'nde (UNCCD, 1995), "iklimsel değişimleri ve insan etkinliklerini de içeren, fiziksel, biyolojik, siyasal, sosyal, kültürel ve ekonomik etmenler arasındaki karmaşık etkileşimlerin, kurak, yarı kurak ve kuru-yarı nemli alanlarda oluşturduğu arazi degradasyonu" olarak tanımlanmıştır. Buna göre, dünyanın hemen her bölgesinde oluşabilen arazi degradasyonu, kurak, yarı kurak ve kuru-yarı nemli arazilerde oluşması koşuluyla çölleşme olarak kabul

edilmiştir. Çölleşme; yaşamsal açıdan önem taşıyan birçok çevresel, sosyal, ekonomik ve kültürel sonuçlar ortaya çıkarmaktadır. Toprak verimsizleşerek bitki örtüsünün bozulmasına yol açmakta, gıda üretimi azalarak kıtlığa, göçlere, anlaşmazlıklara, ekonomik gelir kaynaklarının azalmasına sebep olmakta, savaflara ortam hazırlamakta ve daha birçok olumsuzluklarla insanlığı karşı karşıya bırakmaktadır. Bu nedenle, çölleşme dünyamızın geleceği için tüm insanlığın ortaklaşa mücadele etmesini ve tedbir almasını zorunlu kılan bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır (Int. Kyn. 1.). Bu çerçevede Türkiye, iklim değişikliğinden kaynaklanan etkilerin azaltılması yönünde katkıda bulunmak amacıyla Ulusal İklim Değişikliği Stratejisini hazırlamış ve bu yönde çalışmalarını sürdürmekte olup, başka ülkeler içinde politikalar üretmesine yardımcı olmakta ve katkı sunmaktadır (Int. Kyn. 2).

Türkiye Ortadoğu coğrafyası içerisinde, yarı kurak, kurak ve aşırı kurak ve çöl kuşağının da aralarında bulunduğu bölgede yer almaktadır. Özellikle son yüzyılda küresel ısınma ve iklim değişikliği diğer ülkeleri olduğu gibi Türkiye'yi de olumsuz etkilemektedir. Bu bağlamda, iklim değişikliğinin nedenleri ve olası sonuçlarını anlamak, stratejiler geliştirmek ve sonuç olarak politikalar üretmek gerekmektedir. Türkiye, iklim değişikliğinden kaynaklanan etkilerin azaltılması yönünde katkıda bulunmak amacıyla Ulusal İklim Değişikliği Stratejisini hazırlamış ve bu yönde çalışmalarını sürdürmekte olup, başka ülkeler içinde politikalar üretmesine yardımcı olmakta ve katkı sunmaktadır. Türkiye, arazi tahribatı ve çölleşmeyi engellemek adına hedefi, 2030 yılına kadar orman varlığının ülke yüzölçümüne oranı %30 düzeyine çekmektir. Gerçekleştirdiği çalışmalar neticesinde kazandığı bilgi ve birikimle dünya genelinde önemli bir seviyede bulunan Türkiye, birçok ülkeye de öncülük etmekte ve yol göstermektedir (Int. Kyn.3). Türkiye'nin arazi tahribatını dengelenmesine (ATD) yönelik hedefleri çerçevesinde, sonuçlara ulaşılması amaçlı yersel ve uzaktan algılama çalışmalarının birlikte planlandığı yöntemlerle arazi bozunumuna yönelik olarak dönemsel aralıklarla izlenme ve değerlendirme yapılarak sonuçları ortaya

konmaktadır. Bu amaçla Kurak alanların değerlendirilmesi projesi; 2014 yılında, İtalya/Roma'da gerçekleştirilen Ormancılık Komitesi (COFO) toplantısı ve 2015 Haziran ayında gerçekleştirilen toplantılar sonucunda başta orman alanları olmak üzere diğer arazi örtüsü/kullanımı sınıfları değerlendirilerek kurak alanların durum tespitinin yapılması amacı ile başlatılmıştır. Küresel ormancılık envanteri projesi kapsamında uygulanacak metot uzaktan algılama tekniklerini içermektedir. Küresel anlamda bir veritabanı oluşturulmasında yersel yöntemlerin kullanılması kuşkusuz daha çok zamana ve maliyet yükünün artmasına neden olacağından dolayı amaca yönelik uzaktan algılama konulu "Collect Earth" isimli çok amaçlı bir değerlendirme sistemi oluşturulmuştur (Bastin et al., 2017). Bu sistemle oluşturulan veritabanı altyapısı ve oluşturulan metot geniş veri yelpazesi sunmaktadır. Bu veri yelpazesini; orman envanteri, arazi kullanımı ve arazi kullanım değişikliği, uzaktan algılama ile ormansızlaşmanın tespiti, orman dışında çölleşme ve yeşillenme bilgileri oluşturmaktadır. Bu proje, Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) öncülüğünde içinde Türkiye'nin de bulunduğu çok sayıda devlet, kamu ve özel kuruluşlarının ortak girişimidir. Bu çalışmada, Türkiye'deki uzmanlarında içerisinde bulunduğu ve Ortadoğu için gerçekleştirilen çalışma kapsamında, Collect Earth yazılımı ve yöntemi kullanılarak FAO çerçevesinde yürütülen proje çalışmasının Türkiye genelindeki sonuçları irdelenmiştir. Türkiye'ye ilişkin farklı arazi kullanım/örtü sınıflarına göre alansal dağılımlar, bitki örtüsü kaplanma oranları, arazi bozunumu-yeşillenme tespiti, eğilimi ve alansal büyüklüklerine ilişkin rakamsal sonuçlara verilerek, yönteme ilişkin olası planlamalara ait önerilerde sunulmuştur.

## 2. Kullanılan Veriler ve Yöntem

Kurak Alanların Değerlendirilmesi projesi kapsamında 2015 yılında Antalya'da toplam 25 ülkeden oluşan (Bahreyn, Kıbrıs, Irak, İsrail, Ürdün, Suudi Arabistan, Kuveyt, Lübnan, Umman, Filistin, Katar, Suriye, Türkiye, Birleşik Arap Emirlikleri, Yemen) tüm Ortadoğu bölgesi için 15056 nokta değerlendirilmiştir. Bu çalışmada toplamda 612384

km<sup>2</sup> olan Türkiye'nin kurak ve yarı kurak alanları (Şekil 1) içinde, homojen olacak şekilde sistematik olarak yarım ha'lık 3950 deneme alanı (grid) atılarak, Collect Earth yöntem kapsamında görsel ve grafiksel değerlendirmeye tabi tutulmuş ve sonuçlar çalışma alanının tümüne enterpole edilmiştir.

Tamamıyla gözleme ve yorumlamaya dayalı bir karar verme sürecini oluşturan program arayüzü; Collect Earth yazılımı, bu yazılıma entegre olarak çalışan diğer yan uygulamaları içermektedir. Geleneksel sınıflandırma teknikleri, gerek piksel tabanlı gerekse nesne tabanlı olsun genel arazi kullanım sınıflarını genelden daha detaya göre sınıflandırmaktadır.

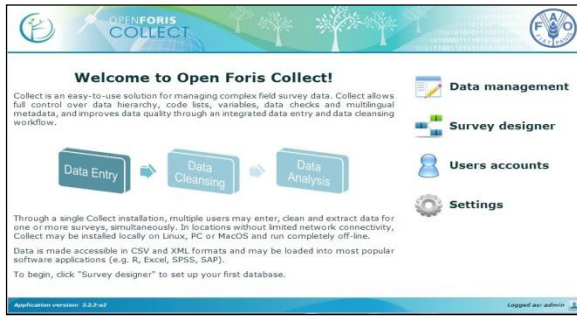


Şekil 1. Türkiye kurak ve yarıkurak alanları (Int. Kyn. 4)

Collect Earth programında yapılan sınıflandırma yardımı ile sonuç ürün genel sınıflandırma dışında nesnelere ait uzunluk, miktar ve yoğunluk gibi sayısal bilgiler de hesaplanabilmektedir. Sonuç itibarıyla, klasik sınıflandırmadan çıkarak ilgili nesne hakkında sayısal veriler değerlendirilerek sonuçlar tüm alan bazında hesaplanabilmektedir.

Open Foris/Collect Earth genel arazi kullanımını ortaya koyarken nesnelere ait sayısal bilgi ve % cinsinden yoğunluk miktarları hesaplanabilmektedir. İlk olarak FAO tarafından kullanılan Collect Earth, küresel ormancılık envanteri ve kurak alanların değerlendirilmesi projesi kapsamında FAO tarafından geliştirilmiştir. Esnek ve etkin veri toplama, analiz ve raporlamayı kolaylaştıran içerisinde bir çok modül bulundurmaktadır. Collect Earth bir bütünün parçalarından oluşmaktadır. Google teknolojisini kullanan açık kaynak kodlu bir yazılımdır (Int. Kyn. 5). Yöntemi anlamak için her bir kısmı ayrıca değerlendirmek gereklidir.

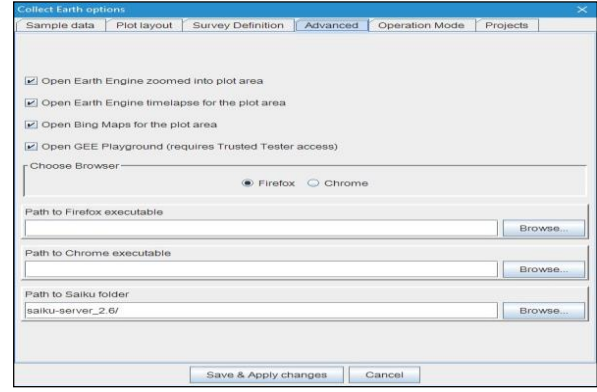
**QGIS;** Coğrafi Bilgi Sistemleri yazılımı olan QGIS, değerlendirilmesi yapılacak noktaların oluşturulması ile konum, yükseklik, eğim ve bakı gibi topoğrafik veri analizlerinin yapılarak veri tabanında kullanılacak öznitelik tablolarının oluşturulmasını sağlar. Farklı bir CBS programı da kullanılarak Collect Earth ile uyumunu sağlanabilir **Collect;** Veri tabanı oluşturma ve görselleştirme için kullanılan web tabanlı bir yazılımdır (Şekil 2). Oluşturulan veritabanı Collect Earth yazılımının arayüzünü oluşturmaktadır. Veri tabanı içerisinde veri altlığı olarak kullanacağınız tüm altlıkların oluşturulduğu yerdir. Deneme alanlarının boyutu, şekli, veri girişi pencerelerinin düzeni ve diğer tüm veri girişlerinin düzenlenebildiği, amacınıza yönelik nesneye ait ulaşılabilir bilgilerin tümünün veri girişi olarak hazırlandığı veri tabanı kısmıdır.



Şekil 2. Collect arayüzü

**Collect Earth;** Yöntemin temel kısmı veri girişinin olduğu yerdir. Google Earth, Bing Maps ve Google Earth Engine ile birlikte kullanıcı amaçları dâhilinde geniş bir yelpazede yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerini analiz etmeye imkân sunan bir yazılımdır. Ayrıca sunucu üzerinde oluşturulan veritabanı ile temsil noktalarının veri tablosu arasında bağlantı kuran kısımdır. Programa entegre olarak çalışan diğer veri pencerelerinin açılması ve diğer operatif işlemlerin "Tools" üzerinden erişilebildiği arayüze sahiptir (Şekil 3). Veri dosyasının düzenlenebildiği, Fusion Table ve SAIKU analiz pencerelerinin açılmasını sağlayan ana penceredir. Collect Earth yazılımı çalıştırıldığında oluşturulan veritabanına otomatik olarak bağlanır. konum bilgileri ile topoğrafik verileri ise oluşturulan öznitelik tablosundan alır. Collect Earth yazılımı açıldığında temsil noktaları ile birlikte Google Earth

programı da açılır.



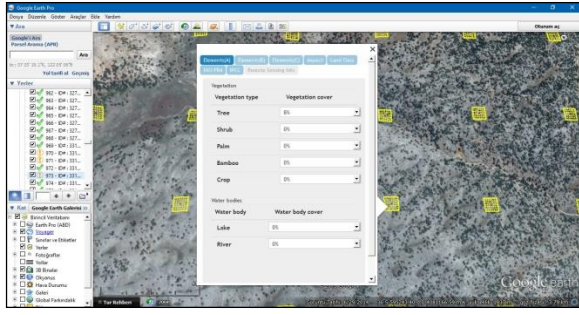
Şekil 3. Collect Earth opsiyonlar

Klasik Google Earth mantığından hareketle, noktaların yer aldığı her bir deneme alanını görebildiğiniz ve yüksek çözünürlüklü veri yardımıyla deneme alanı hakkında çekim tarihine bağlı geçmiş görüntülerin de yorumlanabildiği ana penceredir (Şekil 4). Her bir deneme alanına ait Google Earth'ün sunduğu yüksek çözünürlüklü veri üzerinden nesneye ait sayısal veriler toplanabilmektedir. Tüm veriler sonraki aşamada genel alana enterpole edilerek sonuçlar tüm alan için hesaplanabilmektedir. Deneme alanları için veri girişi yapılmak istendiğinde sırasıyla *Collect Earth arayüzü*, *Google Earth Engine Playground*, *Google Earth Engine TimeLapse*, *Google Earth Engine Data Catalog of Satellite Imagery* ve *Bing Maps* pencereleri açılır.



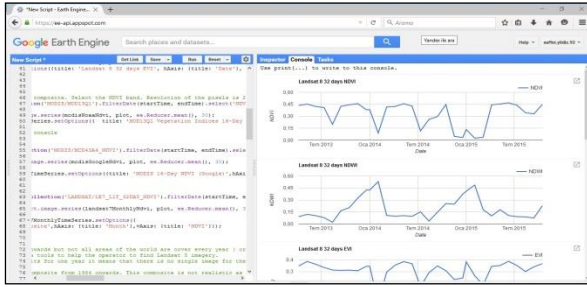
Şekil 4. Google Earth ve temsil noktaları

- ✓ **Collect Earth arayüzü;** Arazi verilerinin girildiği ve kaydedildiği veri kümelerinin oluşturduğu arayüzdür. (Şekil 5.)



Şekil 5. Collect Earth arayüzü

- ✓ **Google Earth Engine Playground;** Amaca yönelik araziye ilişkin grafiksel veri penceresidir. Earth engine veri tabanı içerisindeki Normalize edilmiş bitki örtüsü analizi (NDVI); Normalize edilmiş su indeksi (NDWI) vb. tüm verilere ilişkin grafik veri ekranıdır. (Şekil 6).



Şekil 6. Google Earth Engine Playground

- ✓ **Google Earth Engine Time Lapse;** Arazi üzerindeki değişimin tespit edilmesi amacıyla günümüz itibariyle yaklaşık son 20-30 yıllık yılına kadar toplanan uydu görüntülerinin yansıtılması ile arazi değişiminin ne yönde olduğuna dair görsel değimi hızlı bir geçişle sunan ve araştırmacıya fikir sunan penceredir. Kullanılan uydu görüntü verileri teknolojinin gelişimine paralel düşük ve orta çözünürlüklü (Landsat, Modis vb)uydu görüntü verileridir.
- ✓ **Google Earth Engine Data (Uydu Görüntü Verisi Kataloğu);** Google Earth Engine projesi ile dünyanın 40 yıllık uydu görüntülerinin bir araya getirilmiş, bilim adamları ve bağımsız araştırmacılar tarafından ulaşılması amaçlanan bir veri kataloğudur. Radyometrik düzeltilmiş uydu görüntü verilerine ait atmosferden kaynaklı gürültü değerlerinden ayıklanarak, gerçek yansıtım değerleri üzerinden sınıflandırılmış Landsat uydu görüntü verilerini

içermektedir. Deneme alanının düştüğü alan ve yakın çevresine ilişkin farklı bandları kullanarak bölge hakkında araştırmacının doğru karar vermesine yardımcı olmaktadır.

**SAIKU Analyst;** SAIKU verigörselleştirmeveverisorgulamayıkolaylaştıranweb tabanlıçak kaynak kodlubir yazılımdır (Int. Kyn. 6).YazılımınbirsürümüSAIKUweb sitesindederbestçe kullanılabilir olmasına rağmen,özel bir sürümüCollectEarth ile daha yüksek uyumluluk içinözelleştirilmiştir. SAIKUCollect Earth programınadâhil olarak gelmektedir. SAIKU satır sütun mantığına göre veri kümelerinizin arasındaki rakamsal ilişkileri belirlemenizi, farklı sorgulamaları yapmanıza olanak sağlar. Teknik olarak sorgulanan veri kümelerini tablosal olarak sunabildiği gibi görsel şekilde grafik sonuçlarını da gösterebilmektedir.

### 3. Bulgular

Collect Earth yöntemi kullanılarak uygulanan arazi izleme ve değerlendirme çalışmasında, 2001-2015 yılları arasındaki toplam 15 yıllık süreçteki Türkiye'nin 35.753.282,00 ha yarı kurak ve 25.485.170,00 ha kuruveyarınemli alanlarında toplam 3950 deneme alanı (0,5ha)ile değerlendirmeler tamamlanmıştır (Tablo 1)

Tablo 1. Kuraklık sınıflarına göre alanlar

Kuraklık Sınıfları	Nokta Sayısı	Alan (ha)
Kuru Nemli	165000,00	25485170,00
Yarı Kurak	230000,00	35753282,00
<b>TOPLAM</b>	<b>395000,00</b>	<b>61238452,00</b>

Türkiye kurak alanları içerisinde en fazla 23.98 milyon ha (%39,16) ile tarım alanları yer almaktadır. Tarım alanlarını sırasıyla mera arazileri (14.65 milyon ha) ve orman arazileri (12.85 milyon ha) takip etmektedir (Tablo2).

Tablo 2. Arazi kullanım sınıflarına (Intergovernmental Panel on Climate Change;IPCC) göre alanlar

Arazi Kullanım Sınıfları	Alan (ha)	%
Orman	12848723,00	20,98
Tarım	23978080,00	39,16
Çalılık Alanlar	2992020,00	4,89
Mera	14654965,00	23,93

Sulak Alanlar	1038826,00	1,70
Yerleşim	1489529,00	2,43
Diğer Alanlar	4236308,00	6,92
<b>TOPLAM</b>	<b>61238452,00</b>	<b>100</b>

Her bir deneme alanına ait son 15 yıllık NDVI grafik eğilim yönlerinin artış ve azalışları dikkate alınarak incelendiğinde, 1.39 milyon ha alan iyileşme/yeşillenme eğilimi gösterirken, 0.84 milyon ha alan ise arazi bozunumu /çölleşme eğilimi göstermektedir. Türkiye'ye oranlandığında iyileşme/yeşillenme oranı %2,27 iken arazi bozunumu/çölleşme oranı %1,36 'lık bir alan kaplamaktadır (Tablo 3)

**Tablo 3.** Arazi bozunumu ve çölleşme/iyileşme ve yeşillenme alanları

	İyileşme/Yeşillenme	Arazi Bozunumu/Çölleşme
<b>Alan (ha)</b>	1 394 369,00	837 436,00

Kuraklık sınıflarına göre incelendiğinde, en fazla iyileşme/yeşillenme eğilimi kuru nemli alanlarda tespit edilirken, arazi bozunumu/çölleşme eğilimi ise en fazla yarı kurak alanlarda belirlenmiştir. Yarı kurak alanlarda Arazi Bozunumu/Çölleşme ve İyileşme/Yeşillenme alanlarının birbirine çok yakın değerlerde gerçekleşmiştir. Ayrıca yarı kurak

**Tablo 5.** Arazi kullanım değişimleri ve yönü

Önceki Arazi Kullanımı	Mevcut Arazi Kullanımı						Toplam (ha)*
	Orman	Tarım	Mera	Sulak Alanlar	Yerleşim	Diğer Alanlar	
Orman	12694069,0	93071,0	46535,0			46535,0	12880210,0
Tarım	46436,0	22256272,0	31090,0		139705,0	108814,0	22582317,0
Mera	201289,0	108516,0	14189512,0		30990,0	31090,0	14561398,0
Sulak Alanlar				1023381,0		46535,0	1069916,0
Yerleşim	15446,0				1241307,0	15545,0	1272298,0
Diğer Alanlar	139507,0	124260,0	248222,0	15545,0	46436,0	8298344,0	8872313,0
Toplam (ha)**	13096746,0	22582119,0	14515359,0	1038926,0	1458439,0	8546863,0	61238452,0

\*Önceki arazi kullanımı toplam alanlarını vermektedir

\*\*Mevcut arazi kullanımı toplam alanlarını vermektedir.

Not:

-Matrisin her bir arazi kullanım sınıfına ilişkin kesişim yerleri (mavi renkteki yerler) değişim yaşanmayan arazi kullanım sınıfları değerlerini göstermektedir.

-Tablo satır olarak incelendiğinde ilgili geçmiş arazi kullanım sınıfı içerisindeki günümüz mevcut arazi kullanımları ve alansal büyüklüğünü belirtmektedir.

-Tablo sütun olarak incelendiğinde ilgili günümüzdeki mevcut arazi kullanım sınıfı içerisindeki geçmiş arazi kullanımları ve alansal büyüklüğünü belirtmektedir.

alanlarda Arazi Bozunumu/Çölleşme alanlarının yüksek düzeyde gerçekleşmiştir (Tablo 4).

2001-2015 yılları arasında yapılan değerlendirme toplam alanların önceki arazi kullanımları ve günümüzdeki mevcut arazi kullanımları ve bunlar arasındaki dönüşümler incelendiğinde, Orman sınıfı için en fazla dönüşüm 201289 ha ile "mera" alanlarından "orman" sınıfına gerçekleşmiştir.

**Tablo 4.** Kuraklık sınıflarına göre arazi bozunumu ve çölleşme/iyileşme ve yeşillenme alanları

Kuraklık Sınıfları	İyileşme/ Yeşillenme	Arazi bozunumu/ Çölleşme	Toplam (ha)
<b>Kuru Nemli</b>	725 941,0	308 911,0	1 034 852,0
<b>Yarı Kurak</b>	668 431,0	528 527,0	1 196 958,0
<b>TOPLAM (ha)</b>	<b>1 394 372</b>	<b>837 438,0</b>	<b>2 231 810,0</b>

Bu dönüşümü 139507 ha ile "diğer" arazi kullanım sınıfı takip etmektedir. Tarım alanları için ise yine en büyük değişim 124260 ha ile "diğer" arazi sınıfından "tarım" sınıfına gerçekleşmiştir. Yerleşim alanları incelendiğinde 139705 ha "tarım" alanı günümüzde "yerleşme" sınıfı olarak kullanılmaktadır (Tablo 5).

#### 4. Tartışma ve Sonuç

#### Arazi Tahribatının Dengelenmesi (ATD)' ne yönelik

yapılacak izleme ve değerlendirme için yeni ve farklı bir yaklaşım sunan Collect Earth yöntemi planlamalar için kullanılabilir çok farklı sonuçlara erişebilmektedir. Arazi izleme ve değerlendirme için kullanılması durumunda Collect Earth Bütünü içerisinde araştırmacı bir deneme alanı ve yakın çevresine ilişkin;

- ✓ Arazi kullanımı durumu
- ✓ Arazi kullanımdeğişikliği, izlenmesi ve değerlendirmeleri,
- ✓ Mevcut arazi kullanım ve kullanıma ilişkin haritaların doğrulanması
- ✓ Deneme alanı içerisindeki bitkisel varlıklara (ağaç ve çalı formasyonları vb.) ilişkin sayısal verilerin tespiti ve genel alana ilişkin değerlendirme.
- ✓ Arazi bozunumu ve yeşillenme eğilimleri, tespit edilmektedir.

Ayrıca Collect Earth yazılımı kullanılarak alan ilişkin izlemeler sırasıyla,

- Ağaçlık alanlar, çalılık alanlar, tarım alanları ve sulak alanlar belirlenerek toprağı örtme oranlarını belirlemek.
- Tüm yapay yüzeyler (ev, diğer binalar, asfalt ve asfalt olmayan alanlar), çıplak alan, kayalık alan ve diğer alanlara ilişkin kaplama oranları,
- Mevcut ağaç ve çalı sayıları,
- Doğrusal bitki örtüsü uzunlukları, asfalt ve asfalt olmayan yol uzunlukları ve kaplama oranları,
- Arazi bozunumu (çölleşme) ve yeşillenme eğilimleri,
- Arazi kullanım sınıflarını arazi kullanımı değişim yönünü belirlemek (FAO/FRA ve IPCC ye göre).
- Belirlenen bitki örtüsü tipi ve kaplama oranları,
- Arazi bozunumunun (çölleşme) olduğu alanlar,
- Yeşillenme eğilimlerinin bulunduğu alanlar izlenebilmektedir.

Yukarıda izlenen tüm unsurlara ilişkin Türkiye'nin kurak ve yarı kurak alanları (612384 km<sup>2</sup>) içinde homojen olacak şekilde sistematik olarak atılan yarım ha'lık 3950 deneme alanlarının genele enterpole edilmesiyle elde edilen sonuçlar;

- ✓ Türkiye'nin %39,16'sını tarım, %23,93'nü mera, %20,98'ni orman ve geri kalan

%15,93'nü çalı, yerleşim, sulak alanlar ve diğer alanlar oluşturmaktadır.

- ✓ 2001-2015 yılları arasında Türkiye'nin iyileşme/yeşillenme oranı %2,27, arazi bozunumu/çölleşme oranı %1,36 olarak bulunmuştur.
- ✓ Türkiye'nin en çok arazi bozunumu/çölleşme oranı yarı kurak alanlarda gerçekleşmektedir.
- ✓ Arazi kullanım ve değişimi ve yönü, orman alanları için en fazla mera alanlarından gerçekleşirken, bu durum tarım sınıfı için diğer alanlar, yerleşim sınıfı için tarım alanlarından gerçekleşmektedir.

Çalışma kapsamında kullanılan yöntem elde edilen sonuçlar incelendiğinde yapılan değerlendirmeler sırasıyla;

- ✓ Collect Earth yöntemi ulusal ölçekte arazi izleme ve değerlendirme yöntemi olarak rahatlıkla kullanılabilir. FAO çerçevesinde gerçekleştirilen çalışmada kullanılan deneme alanının sayısının oldukça düşük kaldığı düşünüldüğünde, istatistiki olarak daha güvenilir sonuca ulaştıracak yeter sayıda deneme alanı ile ülke genelinde çalışma gerçekleştirilmelidir.
- ✓ Mevcut arazi kullanımının tespit, arazi kullanım değişimleri ve yönlerinin tespiti, Arazi bozunumu/çölleşme ve iyileşme/yeşillenme alanlarının belirlenmesi arazi tahribatının dengelenmesinde bitki örtüsüne yönelik ulusal çalışmalarda yeter tekrürde sağlıklı veri bankasının oluşturulabileceğini kanıtlamıştır.
- ✓ Ulusal bazda gelecekte yapılması muhtemel toprak altı ve toprak üstü biyokütle ve karbon hesaplamaları için veri üretilmesi hedeflenmelidir.

Bu doğrultuda, özellikle kurak, yarı kurak ve yarı nemli gibi riskli alanlarda arazi örtü/kullanımlarına yönelik değişimlerin izlenmesi ve değerlendirilmesinde etkin olarak kullanılabilir Collect Earth yöntemsal yaklaşımı, ulusal ve uluslararası bağlamda birçok disiplinde büyük alanlara ilişkin bitki örtüsü bazında sayısal verilerin temini konusunda var olan boşluğun doldurulmasına katkı sağlayacaktır.

## Teşekkür

Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürü Sayın Hanifi AVCI olmak üzere, FAO Orta Asya Alt Bölge Ofisi Uzmanı Çağlar Başsüllü'ye ve FAO proje ekibinde teknik takım lideri Danilo Mollicone'ye teşekkür ederiz

## 5. Kaynaklar

Bastin, J., Berrahmouni, N., Grainger, A., Maniatis, D., Mollicone, D., Moore, R., Patriarca, C., Picard, N., Sparrow, B., Abraham, E. M., Aloui, K., Atesoglu, A., Attore, F., Bassüllü, C., Bey, A., Garzuglia, M., Montero, L.G., Groot, N., Guerin, G., Laestadius, L., Lowe, A. J., Mamane, B., Marchi, G., Patterson, P., Rezende, M., Ricci, S., Salcedo, I., Sanchez-Paus Diaz, A., Stolle, F., Surappaeva, V., Castro R. 2017. The extent of forest in dryland biomes *Science* 356, 635–638.

Thomas, C. D., Cameron, A., Green, R. E., Bakkenes, M., Beaumont, L. J., Collingham, Y. C., Erasmus, B. F. N., Siqueira de, M. F., Grainger, A., Hannah, L., Hughes, L., Huntley, B., Jaarsveld Van, A. S., Midgley, G. F., Miles, L., Ortega-Huerta, M. A., Peterson, A. T., Phillips, O. L., Williams, S. E., 2004. Extinction risk from climate change. *Nature*. 427(8).

Türkeş, M., 2008. İklim Değişikliği ve Küresel Isınma Olgusu: Bilimsel Değerlendirme. Küresel Isınma ve Kyoto Protokolü: İklim Değişikliğinin Bilimsel, Ekonomik ve Politik Analizi, E. Karakaya (Editör), Bağlam Yayınları No. 308, 21-57.

Türkeş, M., 2010. Klimatoloji ve Meteoroloji. Kriter Yayınevi, Yayın No. 63, XXII.

UNCCD, 1995. The United Nations Convention to Combat Desertification in those Countries Experiencing Serious Drought and/or Desertification, Particularly in Africa, Text with Annexes, United Nations Environment Programme (UNEP).

UNFCCC. 2007. Report on the workshop on climaterelated risks and extreme events. Note by the secretariat. FCCC/SBSTA/2007/7. UNFCCC. Bonn, Germany. 15 pp.

## İnternet kaynakları

1-[http://www.cem.gov.tr/erozyon/AnaSayfa/collesme\\_ile\\_mucadele\\_usb\\_ep.aspx?sflang=tr](http://www.cem.gov.tr/erozyon/AnaSayfa/collesme_ile_mucadele_usb_ep.aspx?sflang=tr) (12.04.2017)

2-[http://www.undp.org/content/dam/turkey/docs/projectdocuments/EnvSust/UNDP-TR-iklim\\_Degisikligi\\_Risk\\_Yonetimi.pdf](http://www.undp.org/content/dam/turkey/docs/projectdocuments/EnvSust/UNDP-TR-iklim_Degisikligi_Risk_Yonetimi.pdf) (24.03.2017)

3-<http://www.cem.gov.tr/erozyon/Files/yayinlarimiz/brosurler/Turkey%20LDN%20National%20Report.pdf> (11.05.2017)

4-<http://www.fao.org/news/story/en/item/425931/icode/> (05.05.2017)

5-<http://www.openforis.org/>. (05.05.2017).

6-<http://meteorite.bi/products/saiku> (05.05.2017)