



# Uzaktan Algılama Teknolojisi ve Uydu Görüntüleri Yardımıyla Önemli Çevresel (Su ve Kara Yüzeyi) Etkilerin Gözlemlenmesi

*Monitoring Significant Environmental Activities Using Remote Sensing Technology and Satellite Images*

Ali İhsan Şekertekin<sup>1,2</sup>, Şenol Hakan Kutoğlu<sup>1</sup>, Aycan Murat Marangoz<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü, Zonguldak, Türkiye

<sup>2</sup>Çukurova Üniversitesi, Ceyhan Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Adana, Türkiye

## Öz

Küresel ısınma, sanayileşme ve insanoğlunun çevremizi çok fazla etkilediği günümüz koşullarında, bu etkilerin belirlenmesi, izlenmesi ve kontrolü insan yaşamı ve sağlığı bakımından önemli bir yer tutmaktadır. Çevresel etkilerin izlenmesi için birçok yöntem mevcuttur. Bu çalışmada, uzaktan algılama teknolojisi yardımıyla işlenen uydu görüntüleri ile önemli çevresel etkilerin nasıl gözlemlendiği ele alınmıştır. Bu etkilerin gözlenmesinde hangi yöntemlerin kullanıldığı ve yöntemlerin etkinliği üzerine bilgiler verilmiştir. Uzaktan algılama birçok alanda çok iyi sonuçlar vermektedir. Araştırma sonucunda uzaktan algılama teknolojisinin önemli çevresel değişimlerin gözlemlenmesi açısından da etkili bir yöntem olduğu ortaya konmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Uzaktan algılama, Yer yüzey sıcaklığı, Toplam askıda katı madde, NDVI, Toprak nemi

## Abstract

In today's World being affected by global warming, industrialization and human beings; determining, monitoring and controlling environmental effects have considerable importance with regard to human life and health. There are numerous methods so as to monitor environmental effects. In this research, it is searched that how the significant environmental effects are monitored by means of satellite images processed by remote sensing technologies. Also it is informed that which methods are used in order to monitor these effects and efficiency of the methods. Remote sensing technology has really effective results in many scientific researches. As a result of this research, it has been presented that remote sensing technology is also an influential method in terms of monitoring the environmental changes.

**Keywords:** Remote sensing, Land surface temperature, Total suspended solid matter, NDVI, Soil moisture

## 1. Giriş

Dünya üzerinde tüm çağlar boyunca, olumlu ve olumsuz çevresel değişimler sürekli bir döngü halinde gerçekleşmektedir. Özellikle olumsuz değişimlerin gözlemlenmesi ve kontrolü için gerekli önlemlerin alınması bilim dünyasının en önemli görevlerinden biri olarak göze çarpmaktadır. Bu değişimlerin sebepleri kimi zaman doğa kaynaklı, kimi zaman da insan kaynaklıdır. Doğa kaynaklı etkilerin durdurulması olanaksızdır fakat gerekli önlemler alınarak olumsuz sonuçlar minimuma indirilebilir. İnsan kaynaklı etkilerin başında, özellikle sanayi devriminden sonra başlayan hızlı sanayileşme ve çarpık kentleşmeye bağlı olarak meydana ge-

len çevresel etkiler gelmektedir. Bu etkilerin en önemlileri; deniz ve kara kirliliği, yeşil alanların yok olması, bölgesel iklim değişiklikleri, tarım ürünlerinde verimsizlik vb. olarak sıralanabilir. Tüm bu etkilerin gözlemlenmesi için birçok farklı teknik geliştirilmiştir.

Uzaktan algılama teknolojisi her geçen gün gelişmekte ve çevremizde olup biten doğa ve insan kaynaklı olayların izlenmesinde sürekli ilerleme kaydederek önemli bir bilim dalı olmaya devam etmektedir. Ürün tipi dağılımının yanı sıra nem, sıcaklık rejimi, toprak tipi, hava kirleticileri vb. önemli olayların izlenebilmesi için uzaktan algılama teknolojisi önemli bir yere sahiptir. Bu çalışmada, önemli çevresel etkilerin gözlenmesinde uzaktan algılama teknolojisinin etkinliği ve literatür taraması yapılarak bu konularda yapılan bazı çalışmalardan örnekler sunulmuştur.

\*Sorumlu yazarın e-posta adresi: [alihsan\\_sekertekin@hotmail.com](mailto:alihsan_sekertekin@hotmail.com)

## 2. Gözlemler

Araştırmada, son yıllarda dikkat çeken çevresel gözlemleri konu alan uzaktan algılama metodlarına yer verilmiştir. Bölgesel iklim değişikliği etkilerinin araştırılması için yer yüzey sıcaklıkları ve toprak nemi çalışmaları, tarım alanındaki çalışmalar için bitki örtüsü indeksi ve toprak nemi çalışmaları, su yüzeyindeki kirliliğin belirlenmesi için su yüzeyindeki askıda katı madde gözlemleri bu çalışmada ele alınan başlıca konulardır.

## 3. Gereç ve Yöntem

### 3.1 Yüzey Sıcaklıklarının İzlenmesi

Yüzey sıcaklığı; dünya enerji dengesi, terleme ve buharlaşma, kuraklık, küresel değişim ve ısı adası konularında önemli bir faktördür. Yer yüzey sıcaklığı, toprak üzerindeki enerji dengesini yöneten önemli bir parametredir ve çevre ile dünya kaynaklarının dinamik değişimini yönlendiren önemli bir belirleyici etkidir (Qin ve Karnieli 1999).

Sıcaklık kavramı iklim parametrelerinin başında gelmektedir. Bu kapsamda yer yüzey sıcaklığı iklim değişikliği açısından önemli bir yere sahiptir. Yüzey sıcaklığı, dünya enerji dengesi, terleme ve buharlaşma, kuraklık, küresel değişim ve ısı adası konularında önemli bir faktördür. Küresel ölçekte, dünya sistemini daha iyi anlayabilmek amacıyla, son yıllarda uydu verilerinden Yer Yüzey Sıcaklığı (YYs) ve Deniz Yüzey Sıcaklığı (SST) elde etmek için birçok yaklaşım geliştirilmiştir (Bhattacharya ve Dadhwal 2003, Li ve Becker 1993, Şekertekin 2013a).

Uzaktan algılama teknolojisinde, değişik veri kaynaklarına göre YYS elde etme yöntemleri geliştirilmiştir. Bunlardan en çok kullanılan algoritmalar; Bölünmüş pencere (split-window) yöntemi (Sobrino vd. 1996), sıcaklık/yayınrlık ayırma (temperature/emissivity separation) yöntemi (Gillespie vd. 1998), tek pencere (mono-window) algoritması (Qin vd. 2001), tek kanal (single channel) yöntemidir (Jimenez-Munoz ve Sobrino 2003).

- Yüzey Sıcaklığı belirlemede kullanılan başlıca uydular;
  - ✓ LANDSAT TM
  - ✓ TERRA (ASTER)
  - ✓ TERRA/AQUA (MODİS)
  - ✓ NOAA (AVHRR)
  - ✓ COMS

Kullanılan uydu verisine göre yüzey sıcaklığı elde etmek

için kullanılan algoritma da değişiklik göstermektedir. Örneğin tek termal banda sahip uydu görüntülerinde “mono-window” veya “single-channel” metodu kullanılırken birden fazla termal banda sahip uydu görüntülerinde “split-window” veya “temperature/emissivity separation” yöntemi kullanılmaktadır. Uzaktan algılama teknolojileri kullanılarak görüntüler işlenir ve kullanıma hazır hale getirilir. Şekertekin vd. (2013b) tarafından Landsat 5 TM uydu görüntüsü ile yer yüzey sıcaklığının nasıl elde edildiği araştırılmıştır (Şekil 1). Ayrıca Aster uydu görüntülerinden 2B03 ürünü olan yüzey kinetik sıcaklığı verisi ile yüzey sıcaklığı hakkında bilgi sahibi olunabilmektedir (Şekil 2).

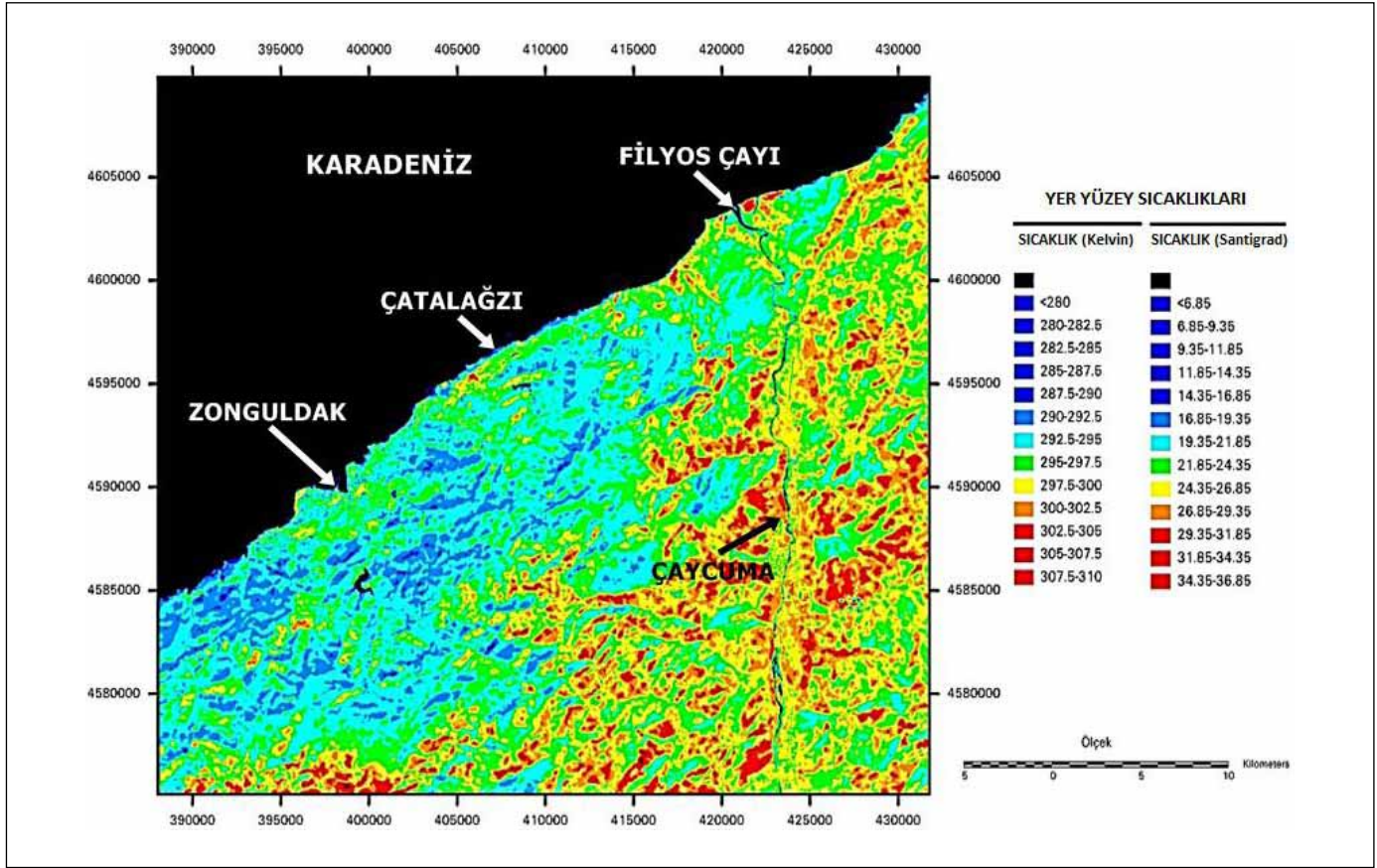
Şekil 1’de 18.09.2007 tarihli Landsat 5 TM uydu görüntüsüne mono-window algoritması uygulanarak Kelvin cinsinden sıcaklıklar elde edilmiştir. Bu işlemin ardından sıcaklık görüntüsü kontrollü sınıflandırmaya tabi tutularak bölgeler arasındaki sıcaklık farkları ortaya konmuştur. Bu şekilde uydu görüntüleri ve yersel meteorolojik verilerin birbirleriyle entegrasyonu ile geniş ölçekte büyük alanlar için sıcaklık haritaları üretilebilir. Sıcaklık haritaları, coğrafi bilgi sistemlerinde altlık olarak kullanılabilir. Ayrıca, iklim biliminde bölgesel ve küresel iklim değişikliklerinin izlenmesi ve daha birçok alanda kullanılabilecek önemli veri kaynaklarıdır.

Şekertekin (2013a) tarafından Zonguldak ve civarında yapılan bir diğer çalışma, Çatalağzı Termik Santralının soğutma suyunu dışarı verdiği andaki sudaki sıcaklık değişimi ve ne kadarlık bir alanda etkili olduğu hakkındadır (Şekil 2, Şekil 3).

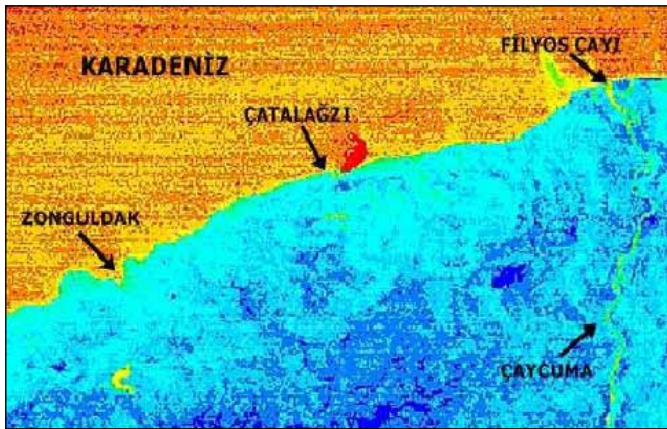
Yukarıdaki şekillerde, Aster kinetik yüzey sıcaklığı görüntüsü ile deniz suyu sıcaklığının değişimi ve etki alanı çıkarılabilmektedir. Bu görüntü üzerinden direkt olarak sıcaklık değerlerinin okunması eğer meteorolojik veriler ile entegre yapılmamışsa doğru bir sonuç vermeyebilir. Fakat bölgesel sıcaklık değişimlerinin gözlemlenmesi için kullanılabilmektedir.

### 3.2 Bitki Örtüsü İndeksi Haritaları Çıkarımı ve Denetimi

Yeryüzündeki yeşil bitki örtüsü dağılımının belirlenmesi ve bitki örtüsü yoğunluğunun değişiminin izlenmesi için bitki örtüsü indekslerinden yararlanır. Bitkiler yakın kızılötesi ve kırmızı bandta farklı yansıtım değerlerine sahiptir. Bu nedenle; indeksler, genellikle bu bantların kendi aralarında basit matematiksel işlemlerin uygulanmasıyla birden fazla spektral bandın tek bir değere dönüştürülmesi ile oluşturulur. Bilimsel makalelerde kullanılan birçok bitki örtüsü indeksi mevcuttur. Fakat en çok kullanılan bitki örtüsü indeksleri Basit Oran (Orantısal Bitki Örtüsü İndeksi) veya özellikle



Şekil 1. Zonguldak ve çevresinin 18.09.2007 tarihli kontrollü sınıflandırılmış YYS görüntüsü.



Şekil 2. 25.01.2008 tarihli Zonguldak bölgesi Aster kinetik yüzey sıcaklığı kontrolsüz sınıflandırılmış görüntüsü.

günümüzde en sık kullanılan Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI: Normalized Difference Vegetation Index)'dir.

Basit Oran İndeksi, bitki örtüsündeki büyümeyi gösterir. Elde edilen basit oran indeksi görüntüsünde, yüksek değerler (20'den fazla) yoğun bitki örtüsünü, 1 civarındaki düşük

değerler ise toprak, buz veya suyun varlığını göstermektedir. Ancak elde edilen görüntü bölgenin topografyası hakkında bilgi vermez. Sadece spektral bilgiyi içermesinden dolayı sınıflandırma ile uniform spektral sınıflar elde edilir (Akkartal vd. 2005).

NDVI değerleri -1 ile +1 arasında değerler içermektedir. NDVI değeri 0.1 ve daha düşükse bu alanlar su veya kayalık, 0.2 ve 0.3 arasındaki alanlar bitki örtüsünün olduğu ama çok zengin olmadığı alanlar, 0.4 ile 1 arasındaki değerler ise zengin bitki örtüsüne sahip alanlar olarak gösterilebilir.

Tarımcılık, geçmişten günümüze tüm dünyada her zaman için önemli bir yere sahip olmuştur. Dünya üzerindeki insan nüfusunu artış gösterdikçe, insanların günlük hayattaki ihtiyaçları da artış göstermiştir ve bu ihtiyaçların başında insan yaşamını devam ettirebilmek için gerekli olan yiyecekler gelmektedir. Tarımcılığın bir diğer önemli boyutu da ekonomidir. Ulusal ve Uluslararası bağlamda ülkeler ve şahıslar için ciddi bir ekonomi kaynağıdır. Uzaktan algılama teknolojileri bu kapsamda tarım ürünlerinin kalite ve miktarının belirlenmesinde yersel yöntemlerden daha etkili

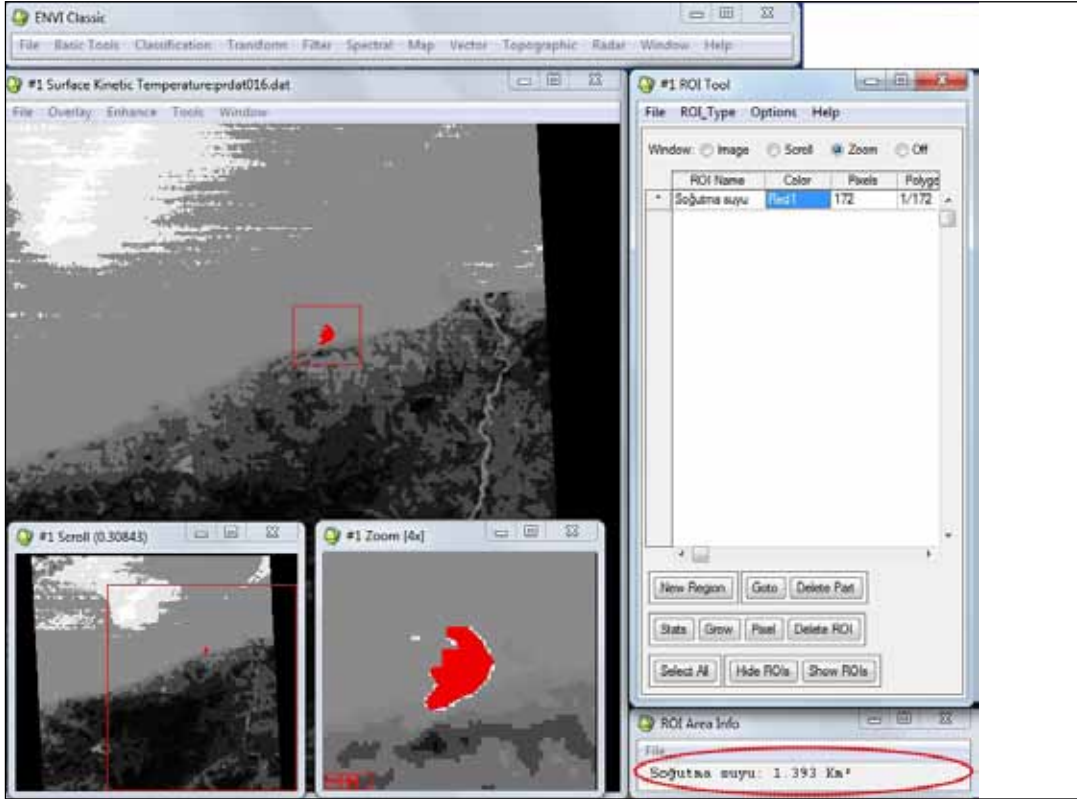


ve daha hızlıdır. Uzaktan algılama ile bitki örtüsü indeksi haritalarının çıkarılması, sadece tarım arazileri için değil orman arazilerinin kullanımı, miktarı ve yıllık orman arazisi değişimlerinin ortaya konması için de önemli bir olgudur.

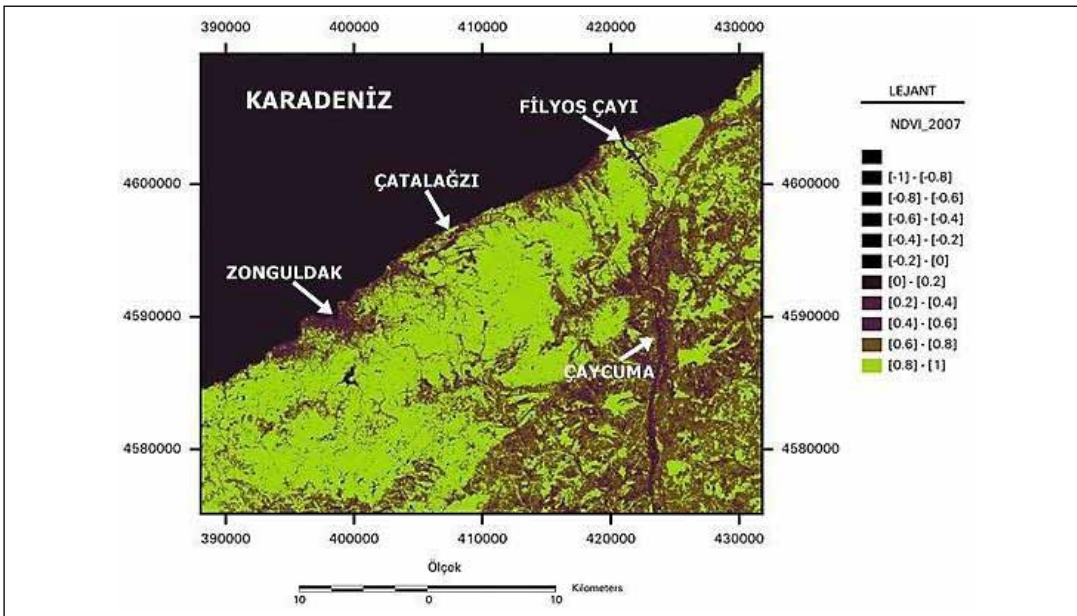
Şekil 4'te 18.09.2007 tarihli kontrollü sınıflandırılmış NDVI görüntüsü örnek NDVI verisi olarak gösterilmiştir. NDVI

haritasının görsel olarak anlam kazanması için sınıflandırma işlemi yapılmıştır.

Şekil 4'te lejantta görülen 0.8-1 arası NDVI değerine sahip alanlar zengin bitkin örtüsünün bulunduğu alanları göstermektedir. Bitki örtüsü indeksi haritaları, geniş ölçekte özellikle iklim değişikliklerinde büyük rolü olan ormansız-



Şekil 3. Termik Santral soğutma suyunun etki alanı.



Şekil 4. Zonguldak ve çevresinin 18.09.2007 tarihli kontrollü sınıflandırılmış NDVI görüntüsü.

laşmanın izlenmesi için büyük kolaylık sağlamaktadır. Düzenli periyotlarla NDVI haritaları oluşturularak hem tarımsal alanlar hem de ormanlık alanlar izlenebilir ve alınması gereken önlemler bu haritaların yorumlanması ile hızlı bir biçimde alınabilir.

### 3.3 Su Yüzeyinde Askıda Kalan Partikül Maddelerin İzlenmesi

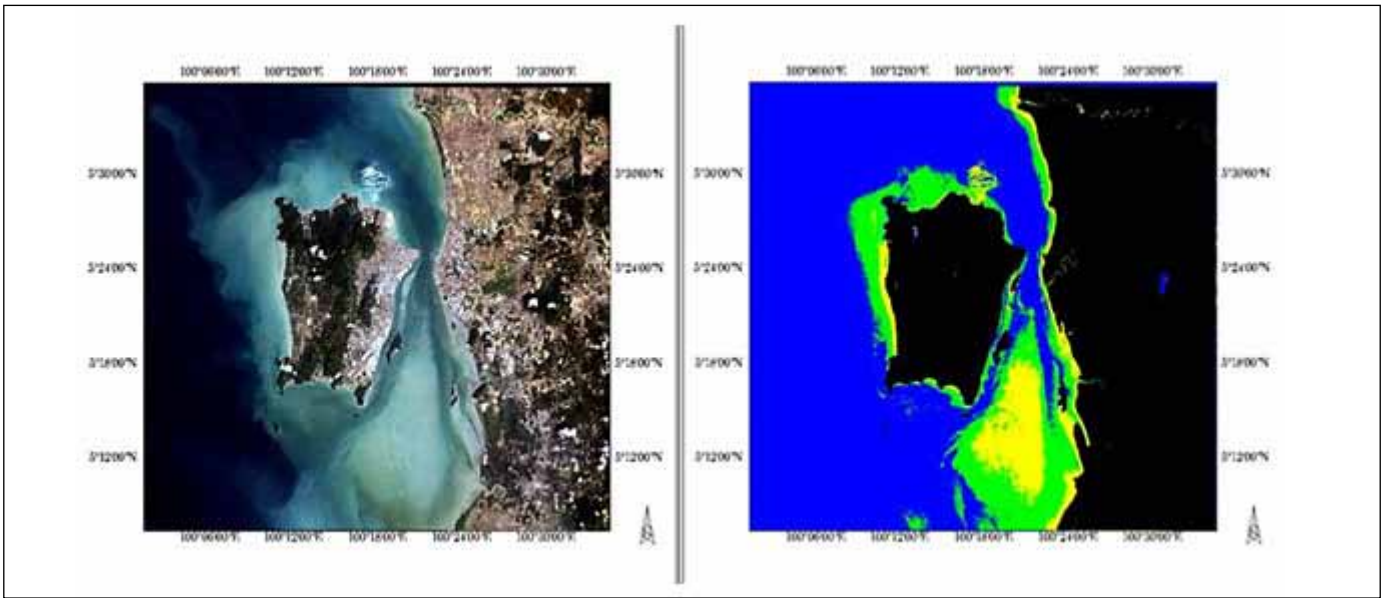
Su, tüm canlı varlıklar için en önemli yaşam kaynağıdır ve canlıların çoğu yaşayabilmek için temiz suya ihtiyaç duyar. Çeşitli askıda katı ve çözülmemiş maddeler, bulanık bölgeler oluşturarak yüzey sularının kalitesini etkilemektedir. Bu maddelerin artması ile zamanla su kalitesi ciddi anlamda düşmektedir. Toprak kaymaları, kıyasal erozyonlar, atmosferik girdiler, dalgalar ve gelgit olayları vasıtası ile dip çamurlarının yüzeye çıkması gibi doğal olayların yanında, kıyı alanlarındaki tarımsal faaliyetler, balık yetiştiriciliği, endüstriyel faaliyetler vb. insanoğlu faaliyetleri sudaki partikül maddelerin artmasına ve su kalitesinin düşmesine neden olmaktadır (Dihkan vd. 2011).

Uzaktan algılama teknolojisi ile geniş alanlara yayılmış olan deniz, göl vb. büyük su yapılarındaki askıda katı maddelerin izlenmesi sağlanabilir. Spektral yansıma özelliklerine göre değişim gösteren bazı askıda katı maddeler, uydu görüntüleri üzerinden algoritmalar, bandlarla yapılan matematiksel kombinasyonlar ve sınıflandırma metotları ile gözlemlenebilir. Yersel verilerle modelleme işlemleri de yapılabilmektedir. Fakat bu işlem oldukça maliyetli ve uzun bir süreç gerektirmektedir. Uydu görüntüleri yardımıyla

eşzamanlı görüntüler ele alınarak bu işlemler kısa bir süre içerisinde gerçekleştirilebilir. Uydu görüntüleri yardımıyla genel olarak hangi partikül maddenin su yüzeyinde bulunduğundan ziyade toplam askıdaki katı maddenin gözlemlenmesi gerçekleştirilmektedir.

Askıda katı madde ile ilgili literatür taraması yapıldığında, bu konuda çok fazla olmasa da birkaç çalışma yapıldığı gözlemlenmiştir. Yapılan çalışmalarda uydu görüntüleri öncelikle radyometrik ve atmosferik düzeltmelere tabi tutulmuş ve analizler gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalara örnek verecek olursak; Lim vd. (2008) tarafından yapılan çalışmada görüntüleme gerekli düzeltmeler uygulandıktan sonra regresyon algoritması uygulanmıştır. Algoritmanın temeli istatistik kuramına dayanmaktadır. Algoritmada, ikinci dereceden bir denklem ile görüntülerin yansıtım değerlerinden toplam askıda katı madde (TSS=Total Suspended Solids) değerleri belirlendikten sonra yersel (in-situ) verilerle karşılaştırılarak doğruluk analizi yapılmaktadır. Ardından doğruluk kriterlerine uygun olduğu anlaşılınca TSS haritaları işlenen görüntülerin sınıflandırılmasıyla oluşturulmaktadır (Şekil 5).

Şekil 5'te soldaki Landsat TM uydu görüntüsü ham uydu görüntüsü, sağdaki ise TSS haritasıdır. Sağdaki görüntüde renkler TSS yoğunluk aralıklarını göstermektedir. Mavi için TSS<100 mg/l, yeşil için TSS=101-150 mg/l, sarı için TSS=151-200 mg/l, kahverengi için TSS=201-250 mg/l, kırmızı için TSS>250 mg/l değerleri arasındadır.

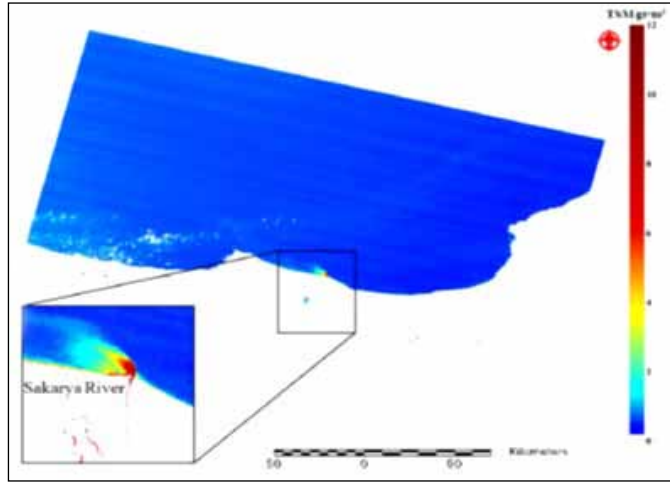


Şekil 5. Ham uydu görüntüsü (sağ) ve TSS Haritası (sol) (Lim vd. 2008).

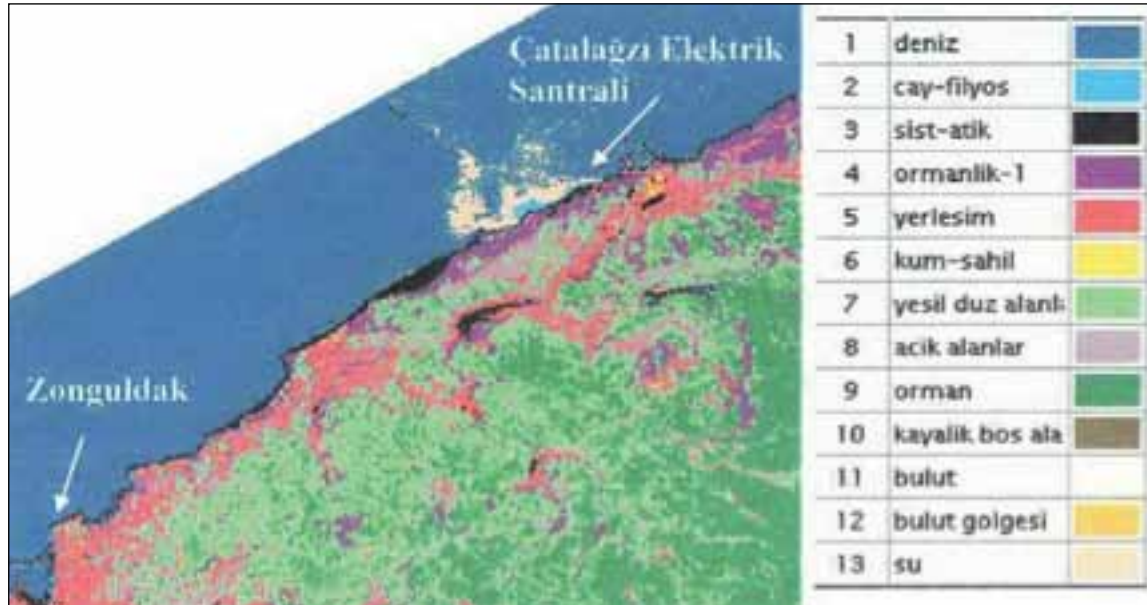
Dihkan vd. (2011)'e göre yapılan çalışmada Karadeniz kıyısı için 1987-88 yılları verilerine göre TSS haritaları çıkarılmıştır. Çalışmada, uydu görüntülerine gerekli düzeltmeler uygulandıktan sonra bantlar arasında kombinasyonlar yapılarak yersel veri değerlerine en yakın kombinasyon değeri baz alınmış ve TSS haritaları oluşturulmuştur.

Şekil 6 incelendiğinde Sakarya nehri üzerinde 7-10 gr/m<sup>3</sup> düzeylerinde TSS birikintisi olduğu tespit edilmiştir.

Oruç (2002) tarafından yapılan yüksek lisans çalışmasında Landsat TM 5 uydu görüntüsünün sınıflandırılması ile deniz yüzeyine yayılan bu kirlilik ortaya konmuştur (Şekil 7). Deniz yüzeyine yayılan bu kirliliğin, Zonguldak Çatalağzı bölgesinde bulunan Çatalağzı Termik Santrali (ÇATES)



Şekil 6. Sakarya nehri ve Batı Karadeniz kıyılarına ilişkin TSS haritası.



Şekil 7. Çatalağzı termik santralinin denizi kirlettiği alanlar (Oruç 2002).

tarafından denize atılan soğutma suyu, uçucu kül ve yanmış kömür yağlarının deniz yüzeyinde birikmesi olduğu düşünülmektedir.

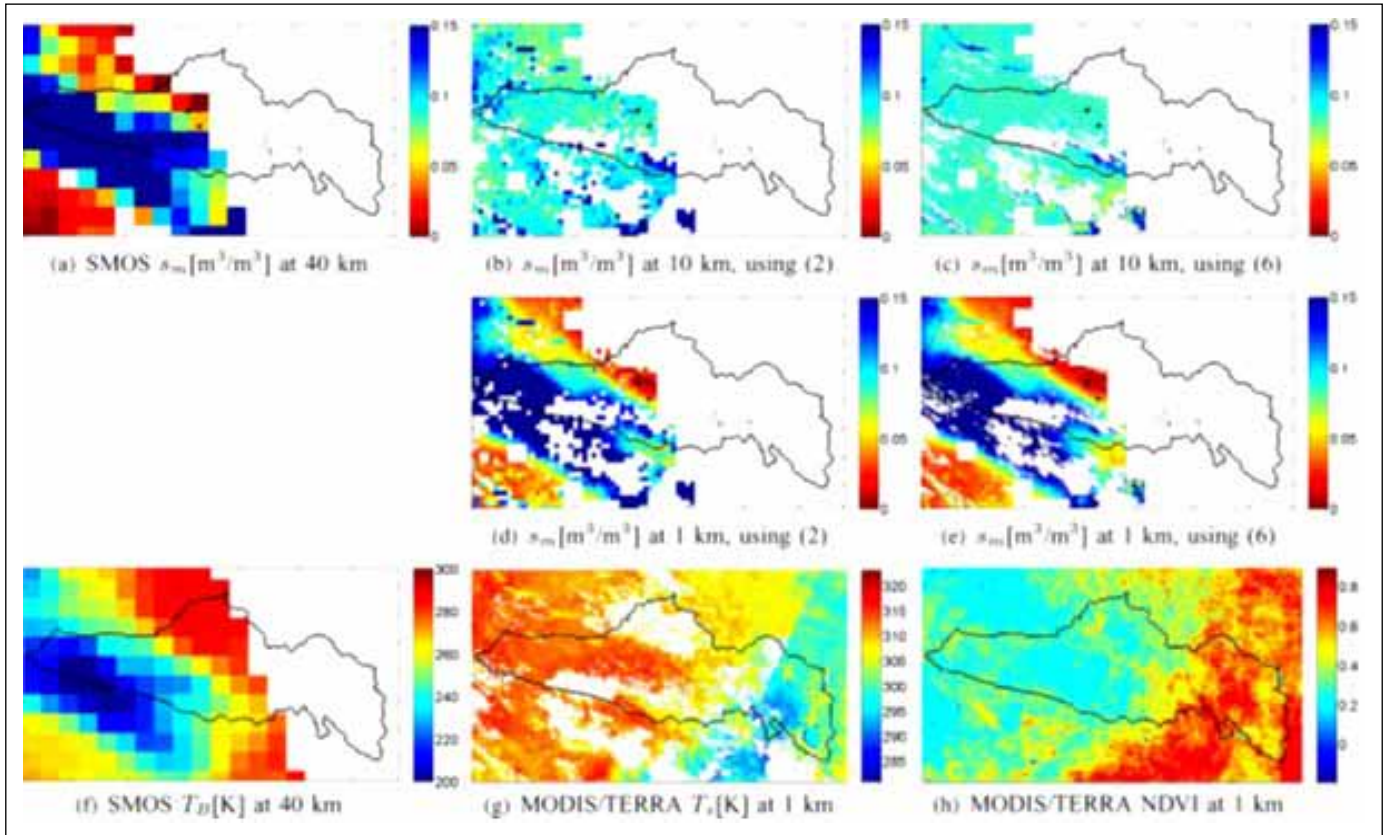
Literatürde yapılan bu çalışmalar yardımıyla kıyılarımızda, baraj ve göllerimizde oluşan askıda katı maddelerin izlenmesi ve kirlenmenin çok daha kötü boyutlara gelmeden önlenmesi uzaktan algılama verilerinin zamansal analizleri sonucu yapılabilir.

### 3.4. Toprak Neminin İzlenmesi

Tarımsal faaliyetlerde toprak neminin önemi büyüktür, ayrıca toprak neminin önemli olduğu bir diğer alan da iklim değişikliği bilimidir. Toprakta bulunan bitkiler tarafından kullanılabilir su miktarının belirlenmesi için toprak neminin ölçülmesi gerekir. Bu ölçümlerin yersel olarak yapılabilirliği alınan cihazlar nedeniyle maliyetli olabilmektedir. Özellikle büyük tarım arazileri için uzaktan algılama verilerinin kullanımı ile toprak neminin izlenmesi kolaylıklar sağlamaktadır. Toprak neminin izlenmesinde genellikle radar uyduları kullanılmaktadır. Radar uyduları aktif algılama özelliğine sahiptirler. Yani görüntü kaydedebilmek için güneş gibi herhangi bir enerji kaynağının yeryüzüne ışın göndermesine gerek yoktur. Kendi enerji kaynaklarını kendileri sağlarlar ve gece-gündüz gözlem yapabilirler. Radar uyduların yanında çok bantlı uydu görüntüleri de toprak nemi izlenmesinde kullanılmaktadır.

Yapılan literatür taramasında, Piles vd. (2011)'e göre yapılan çalışmada MODIS verisi yardımıyla toprak nemi kestirimi yapılmıştır. "Universal Triangle" algoritması olarak





Şekil 8. Yersel istasyon verileri ve MODİS verilerinin kombinasyonlarından oluşan sonuç ürünler.

adlandırılan algoritma ile MODİS uydusunun görünür bölge/kızılötesi bantları kullanılarak toprak nemi tahmini gerçekleştirilmiştir. Algoritma da NDVI ve YYS verileri kullanılarak toprak nemi tahmini üzerinde durulmuştur. Yer istasyonlarından alınan veriler ile NDVI ve YYS verileri algoritma ile işlenerek sonuç ürünler ortaya konmuştur (Şekil 8).

#### 4. Sonuçlar

Araştırma kapsamında ele alınan konular; yer yüzey sıcaklığı, bitki örtüsü indeksi, toplam askıda katı madde ve toprak nemidir. Tüm bu çalışmalarda, farklı uydu görüntülerinin uzaktan algılama teknikleri ile işlenerek ve yersel verilerle ilişkilendirilerek elde edildiği görülmektedir. Sonuç ürün olarak hangi konuda çalışılıyorsa o konunun haritası oluşturulmaktadır.

Çevresel etkiler, son yıllarda tüm dünyada kendini önemli ölçüde hissettirmektedir. Bu etkilerin hızlı ve etkili bir biçimde izlenebilmesi için her geçen gün daha etkili yöntemler üzerinde çalışılmaktadır. Birçok kuruluş ve uluslararası örgütler oluşturularak, küresel ısınma başta olmak üzere olumsuz çevresel değişimlerin, canlıların sağlığına ve yaşam

kalitesine olan etkilerinin azaltılması ve durdurulması için tüm dünya devletleri ortak çalışmalar yürütmektedir.

Araştırma konuları ele alınacak olursa; YYS haritaları, belirli periyotlarla oluşturularak iklim modelleri yapılabilir, sanayileşme ve kentleşmeye bağlı olarak bölgesel olarak değişen sıcaklıklar ortaya konulabilir. Bitki örtüsü indeksi haritaları sayesinde, ormanlık ve yeşil alanların zaman içinde değişimi, değişim olan yerlerde iyileştirmelerin yapılması ve verimli yeşil alanların belirlenmesi sağlanabilir. Denizlerimizin ve su kaynaklarımızın kirliliği her geçen gün artmaktadır. Özellikle su yüzeyinde oluşan kirliliğin izlenmesi, ne kadarlık alanda etkili olduğu gözlemlenebilmektedir. Toprak nemi çalışmaları, tarım ürünlerinin verimliliği ve bir bölgedeki toprak nemi değişimi iklim bilimi açısından önemli bir yere sahiptir.

Araştırma sonucunda uzaktan algılama teknolojisinin çevresel etkilerin gözlemlenmesinde etkili bir yöntem olduğu ortaya konmuştur. Yersel yöntemlere nazaran birçok avantaja sahip olduğu söylenebilir. Yersel yöntemler; maliyet, zaman, ekip-ekipman, geniş alanlarda çalışma açısından genellikle uzaktan algılama tekniklerinin gerisinde kalmaktadır.

## 5. Kaynaklar

- Akkartal, A., Türüdü, O., Sunar Erbek, F. 2005.** Çok Zamanlı Uydu Görüntüleri ile Bitki Örtüsü Değişim Analizi. *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, 28 Mart - 1 Nisan 2005, Ankara
- Bhattacharya, BK., Dadhwal, VK. 2003.** Retrieval and validation of land surface temperature (LST) from NOAA AVHRR thermal images of Gujarat, India. *Int. J. Remote Sens.*, 24 (6): 1197-1206.
- Dihkan, M., Karsli, F., Güneroğlu, A. 2011.** Karadeniz Kıyı Sularında Askıda Katı Madde Dağılımının Haritalanması. *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, 18-22 Nisan 2011, Ankara
- Gillespie, AR., Rokugawa, S., Matsunaga, T., Cothern, JS., Hook, SJ., Kahle, AB. 1998.** A temperature and emissivity separation algorithm for advanced space borne thermal emission and reflection radiometer (ASTER) images. *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.*, 36: 1113-1126.
- Jimenez-Munoz, JC., Sobrino, JA. 2003.** A generalized single-channel method for retrieving land surface temperature from remote sensing data. *J. Geophys. Res.*, 108: 4688-4694.
- Li, ZL., Becker, F. 1993.** Feasibility of land surface temperature and emissivity determination from AVHRR data. *Remote Sens. Environ.*, 43: 67-85.
- Lim, HS., MatJafri, MZ., Abdullah, K., Alias, AN., Rajab, JM., Mohd Saleh, N. 2008.** Algorithm for TSS mapping using satellite data for Penang Island, Malaysia. *Fifth International Conference on Computer Graphics, Imaging and Visualization*.
- Oruç, M. 2002.** Zonguldak Bölgesindeki Doğal Olmayan Çevresel Değişimlerin Uydu Görüntü Verileri ile Analizi, ZKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Anabilim Dalı, Zonguldak, 105 s.
- Piles, M., Camps, A., Vall-Ilossera, M., Corbella, I., Panciera, R., Rüdiger, C., Kerr, YH., Walker, J. 2011.** Downscaling SMOS-Derived Soil Moisture Using MODIS Visible/Infrared Data. *IEEE Transactions On Geoscience And Remote Sensing*, Vol. 49, No. 9, September 2011.
- Qin, Z., Karnieli, A. 1999.** Progress in the remote sensing of land surface temperature and ground emissivity using NOAAAVHRR data. *Int. J. Remote Sens.*, 20: 2367-2393.
- Qin, Z., Zhang, M., Amon, K., Pedro, B. 2001.** Mono-window Algorithm for retrieving land surface temperature from Landsat TM 6 data. *Acta Geogr. Sin.*, 56: 456-466.
- Sobrino, JA., Li, ZL., Stoll, MP., Becker, F. 1996.** Multi-channel and multi-angle algorithms for estimating sea and land surface temperature with ATSR data. *Int. J. Remote Sens.*, 17: 2089-2114.
- Şekertekin, A. 2013a.** Uzaktan algılama verileri ile bölgesel çevre etkilerinin belirlenmesi: Zonguldak örneği, *Yüksek Lisans Tezi*, Bülent Ecevit Üniversitesi, Zonguldak, Türkiye.
- Şekertekin, A. 2013b.** Uzaktan Algılama Verileri Yardımıyla Yer Yüzey Sıcaklığının Belirlenmesi, *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 14. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, 14-17 Mayıs 2013, Ankara