MUĞLA İLİ KIYI SULARININ UZAKTAN ALGILAMA TEKNIĞI İLE SU KALİTESİNİN BELİRLENMESİ VE HARİTALANMASI

Oktay TOKSÖZ¹, Murat UYSAL²

¹Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 48000, Menteşe, MUĞLA oktaytoksoz@outlook.com.tr

²Doç. Dr. Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Harita Mühendisliği Anabilim Dalı, A.N.S. Kampüsü Gazlı göl Yolu 7.Km. 03200- AFYONKARAHİSAR muysal@aku.edu.tr

ÖZET

Kıyusal ve açık deniz ekosistemleri için su kalitesi önemli bir kriterdir. Özellikle kıyusal sularda su kalitesinin belirlenmesi ve bu alanların sürekli izlenmesi; kıyusal ekosistem, ticari ve ekonomik kullanımı yönünden büyük önem taşımaktadır. Çalışmanın amacı su kalitesi belirlenmesi çalışmalarında örnek toplama ve analiz aşamasında birçok zorluğu içeren klasik yersel yöntemler sonucunda belirlenen laboratuvar sonuçlarına karşılık, uzaktan algılama yöntemiyle elde edilen uydu verileri ile Uzaktan Algılama teknolojilerinin bu konuda uygulanabilirliğini incelemek, klasik yöntemlerde karşılaşılan sorunlara nasıl çözümler sergileyebileceğini test ederek su kalitesini belirleme problemine yeni, destekleyici bir çözüm sağlamaktır. Bu çalışmada; Ülkemiz sınırları içerisinde yer alan ve her yıl milyonlarca turist ziyaret noktası hâline gelen, en önemli deniz ekosistemlerine ev sahipliği yapan Muğla ilinin kıyusal sularına yönelik olarak Uzaktan Algılama teknolojisinin sağladığı imkânlar doğrultusunda su kalitesini belirleyen ana parametrelerden olan Askıda Katı Madde, Çözünmüş Oksijen, Klorofil-a konsantrasyonları ve Sıcaklık değerleri belirlenerek klasik yersel yöntemler sonucunda belirlenen laboratuvar sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak yersel yöntemler ile elde edilen laboratuvar verileri ile Uzaktan Algılama teknolojisi kullanılarak elde edilen veriler arasında yüksek ilişki sağlanmıştır.

Anahtar Sözcükler : AKM, çözünmüş oksijen, klorofil-a, sıcaklık, su kalitesi

ABSTRACT

DETERMINATION AND MAPPING OF WATER QUALITY BY USING SATELLITE DATA IN MUĞLA PROVINCE

Keywords: dissolved oxygen, chlorophyl-a, temperature, TSM, water quality

Water quality is an important criteria for coastal and open sea ecosystems. Especially in the coastal waters, quantitative determination of the water quality and observation of these areas have a great importance in terms of the coastal ecosystem and coastal areas used for economic and commercial activities. Water quality is an important criteria for coastal and open sea ecosystems. Especially in the coastal waters, quantitative determination of the water quality and observation of these areas have a great importance in terms of the coastal ecosystem and coastal areas used for economic and commercial activities. The purpose of this study is; comparison of classical terrestrial methods with remote sensing method in water quality analysis, cheaper and faster solutions for water quality analysis. Thus, control schemes built on areas with high natural values will be less labor intensive and healthier. As a result, a high correlation was obtained between laboratory data obtained by terrestrial methods and data obtained by using Remote Sensing technology in Muğla province sea waters.

1. GİRİŞ

Bilindiği üzere “Su” canlıların yaşaması için hayati öneme sahiptir. En küçük canlı organizmadan, en büyük canlı varlığa kadar, bütün biyolojik hayatı ve bütün insan faaliyetlerini ayakta tutan sudur. Son yıllarda çevresel etkilerden dolayı su kirliliği insanlığı ve doğayı tehdit etmektedir. Bu tehdidin kontrol altına alınması için öncelikle kirlenme riski yüksek bölgeler tespit edilmeli ve tespit edilen alanlar belli aralıklar ile kontrol edilerek gözetim altında tutulmalıdır. Aksi takdirde insanlık doğa üzerinde geri dönüşü mümkün olmayan sonuçlara sebep olacaktır.

Bu durumdan en çok etkilenebilecek alanlardan olan Muğla İli; genel konumu ve eşsiz coğrafyası ile Ülkemizin en zengin ekosistemlerine, birçok canlı türü için göç yolları üzerinde yer alan üreme merkezlerine sahip olmasıyla birlikte en önemli Turizm Merkezlerinden biri konumundadır. Muğla İlinin Coğrafi konumu ve eşsiz doğası; bölgeye dünyanın dört bir yanından turist çekmekte, ülkemizin tanıtımına, milli gelirine büyük katkı sağlamaktadır. Ancak milyonlarca turist bölgeye olan bu yoğun ilgisi sonucunda bölgede, önemli marina alanları, uluslararası ölçekte su sporları faaliyetleri gösteren tesisler, yüksek standartlara sahip birçok otel konumlandırılmıştır. Bu tesisler ve faaliyetler sonucu oluşan su kirliliği; canlı sayısının kritik düzeyde bulunduğu alanlarda birçok canlı türünü, insan hayatını ve ekolojik dengeyi olumsuz etkilemektedir.

Bu sebeple Su kalitesinin etkileyen başlıca faktörlerden olan su sıcaklığı, çözünmüş oksijen, Klorofil-a, Askıda Katı Madde analizi hayati önem taşımaktadır.

Ayrıca Ülkemiz Avrupa Doğal Hayatı ve Doğal Ortamların Korunmasına ilişkin "Bern Sözleşmesi", Avrupa Ekonomik Topluluğu ve 19 ülke tarafından 1982'de imzalanmış ve bu sözleşme Türkiye'de 1984 yılında yürürlüğe girmiştir. Sözleşmeyi imzalayan taraflar, doğal flora ve aralarında deniz kaplumbağalarının da bulunduğu fauna popülasyonlarını korumak ve göçmen olarak gelen tehlike altındaki türler de dahil olmak üzere tüm hayvanların korunmasına ilişkin özel bir çaba sarf etmekle yükümlüdür.

“Barcelona Sözleşmesi ve eki Protokoller ile Bern Sözleşmesi” Türk Hükûmeti tarafından da imzalanmıştır. T.C. Anayasası'nın antlaşmalarla ilgili 90. maddesi uyarınca "usulüne göre yürürlüğe konulmuş milletler arası antlaşmalar kanun hükmündedir". Dolayısıyla taraf olduğumuz diğer antlaşma ve protokoller gibi bu sözleşmeler de ulusal mevzuatımızın bir parçasıdır.

1.1 Su Kalitesini Etkileyen Etmenler

1.1.1 Su Sıcaklığı

Suda yaşamın yönünü şeklini belirleyen başlıca etmenlerden biridir. Deniz, Göl ve Okyanus faunasındaki farklılıkların en başta gelen nedeni su sıcaklığındaki farklılıklardır. Küresel ısınma gerçeği nedeniyle su sıcaklıklarının artması sonucunda bazı balık türleri gittikçe daha kuzey denizlerinde yaşam sınırlarını genişletmiş bazıları ise daralmıştır. Su sıcaklığının yaşam üzerindeki etkisine küçük bir örnek vermek gerekirse eğer; su sıcaklığının miktarı, balıkların solunum hızı, yem değerlendirme oranı, büyüme, davranış ve üreme gibi fizyolojik işlemlerini büyük ölçüde etkiler. Su sıcaklığındaki 10 C'lik bir artış, kimyasal ve biyolojik reaksiyonlarda iki veya üç katlık artışa sebep olur. Örneğin; balıkların 30 C'de tükettikleri oksijen 20 C'de tükettikleri oksijenden iki-üç kat fazladır, bu nedenle balıkların çözülmüş oksijen gereksinimleri ılık sulara soğuk sulara göre daha fazla kritik önem taşır. Örnekte de görüldüğü üzere ufak bir değişken zincirleme bir reaksiyona yol açarak sudaki çözülmüş oksijen miktarını değiştirmekte ve buda suda yaşayan bitki türlerinden deniz ürünleriyle beslenen balıkçıl kuşları hatta insanoğluna kadar etkilemektedir.

1.1.2 Çözülmüş Oksijen

Denizlerde de çözülmüş gazların en önemlisini oksijen oluşturur. Su Sıcaklığının Uzaktan Algılama teknolojisini verdiği imkânlar sayesinde belirlenebilmesi su kalitesini doğrudan etkileyen etkenlerden biri olan Sudaki Çözülmüş Oksijen miktarının da yorumlana bilmesine olanak sağlamaktadır. Çünkü yapılan çalışmalarla sonraki sayfalarda yer alan sonuçlarda da görüleceği üzere su sıcaklığının artışı ile beraber sudaki çözülmüş oksijen miktarının düştüğü görülmüştür.

Sudaki çözülmüş oksijen miktarının düştüğünün tespit edilmesiyle birlikte suyun kirlenme eğiliminin arttığı, oksidasyon olaylarını içeren çeşitli kimyasal ve biyolojik olayların (organik maddelerin çürümesi v.b.) başladığı yorumu yapılabilir. Denizel ortamda oksijenin korunması, geriye dönüşü zor şartların oluşumunu engellemek açısından çok önemlidir (Hacı, 2003).

1.1.3 Klorofil-a

Klorofil-a, denizde gerçekleşen kimyasal ve biyokimyasal proseslerin açıklanabilmesi amacıyla uzaktan algılama teknolojisi ile belirlenebilen ve yorumlanabilen bir parametredir. Chl-a parametresinin bölgelere göre değişen bir büyüklükte olması, ortamdaki temel yaşamsal fonksiyonların doğru işlediğine ait bir belirti olmasının yanında su kalitesi hakkında olumlu bir ifadedir. Uzaktan algılama ile yapılan Chl-a tespitlerinde, dar bant ya da bant oranlarındaki ısınım ya da yansıma miktarları ve Chl-a konsantrasyonları arasındaki deneysel bağıntılar kullanılarak yapılır (Ambarwulan, 2002).

1.1.4 Askıda Katı Madde

Askıda Katı Madde, Topraklardan kopan parçacıklar su ile uzun mesafelere taşınabildiği gibi su içerisinde uzun süre asılı kalabilir. Askıdaki bu zerrecikler suyun bulanıklığını artırdığından, güneş ışınlarının su bitkilerine ulaşmasını engeller. Bu olay, sudaki çözülmüş oksijenin azalmasına neden olur. Suyu kahverengimsi bulanık bir renk verirler (Karpuzcu, 1984). Askıda katı maddeler, suyun yüzeyinden spektrumun görünür ve yakın kızılötesi kısmında yansıyan ısınım miktarını artırır (Ritchie vd., 1976).

2. UYGULAMA

2.1 Çalışma Alanı

Çalışmamızda uygulama alanı olarak Ege Bölgesinin güneyinde bulunan Muğla İli (Şekil 1a) seçilmiştir. Bunun sebebi;

- Kıyı şeridi uzunluğunun 1400' km den fazla olması, (Karadeniz bölgesinin tüm kıyı uzunluğu 1700 km),
- 1982 yılında imzalamış olduğumuz Bern Sözleşmesi sonucunda korumakla yükümlü olduğumuz birçok doğal flora alanlarına ve aralarında deniz kaplumbağalarının da (Şekil 1b) bulunduğu üreme noktalarına sahip olması,
- Kıyı şeridi boyunca bir çok balık üreme çiftliğinin yer alması, bünyesinde barındırdığı yat bağlama, tekne çekek alanları ile ülkemizin deniz turizminde başı çeken merkezlerinden biri niteliği taşıması,
- Bütün bu özellikler ile birlikte kıyı alanlarının büyük bir çoğunluğunun Özel Çevre Koruma ve Doğal Sit alanı sınırları içerisinde yer almasıdır (Şekil 1c).

Şekil 1a: Çalışma alanı.

Dalyan Kumsalında 2013 yılı yuvalarının harita üzerinde işaretlenmesi (Google Earth).
(*Caretta caretta* yuvaları)

Kaynak: Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü Dalyan Kumsalında *Caretta caretta*, *Chelonia mydas* ve *Trionyx triunguis* Popülasyonlarının Araştırılması, İzlenmesi ve Korunması Projesi (2013)

Şekil 1b

Avrupa Doğal Hayatı ve Doğal Ortamların Korunmasına ilişkin "Bern Sözleşmesi", Avrupa Ekonomik Topluluğu ve 19 ülke tarafından 1982'de imzalanmış ve bu sözleşme Türkiye'de 1984 yılında yürürlüğe girmiştir. Sözleşmeyi imzalayan taraflar, doğal flora ve aralarında deniz kaplumbağalarının da bulunduğu fauna popülasyonlarını korumak ve göçmen olarak gelen tehlike altındaki türler de dahil olmak üzere tüm hayvanların korunmasına ilişkin özel bir çaba sarf etmekle yükümlüdür.

Şekil 1c: Muğla İli sınırları içerisinde bulunan koruma alanları.

Belli tarih aralıklarıyla daha önceden belirlenen konumlarda (23 adet) (Şekil 1d.) farklı mevsimlerde klasik yersel yöntemler ile toplanan su numunelerinin laboratuvar ortamında analizi yapılmış olup su kalitesinin belirleyen parametrelerin analizi gerçekleştirilmiştir. (Su sıcaklığı, Askıda Katı Madde, Klorofil-a, Çözünmüş Oksijen)

2.2 Uydu Sistemi Hakkında Bilgi ve Uydu Görüntülerinin İşlenmesi ile Değişkenler Arasında İlişki Analizi

Çalışmamızda kullandığımız uydu görüntüleri Landsat 8 uydu teknolojisinin sağladığı imkanlar dahilinde edinilmiştir. Landsat 8 (Önceden Landsat Veri Devam Görevi veya LDCM) NASA’ nın bu serideki sekizinci uydusu olup, yiyecek, su ve ormanlar gibi insan geçim kaynakları için gerekli kaynakların düzenlenmesi, izlenmesi ve anlaşılmasında Landsat programının en önemli rolünün devam etmesi sağlanmıştır.

Şekil 2: Landsat 8 uydusunun spektral özellikleri.

Çalışmanın bu bölümünde veri kaynağı olarak tercih edilen Landsat 8 uydusuna ait uydu görüntüleri görüntü işleme algoritmaları kullanılarak işlenmiş ve istatistik analizler gerçekleştirilmiştir. Öncelikle çalışmada kullanılacak tüm görüntülerdeki kalibre edilmiş DN değerleri alıcı tarafından kaydedilen spektral radyans değerlerine (1) dönüştürülmüştür. Bu işlemin yapılmasındaki temel amaç görüntü verisinin farklı platformlarda ve çalışmalarda kullanılan literatürle uyumlu olması ve genel manada bir fiziksel ölçüm birimi olan radyans değerlerinin kullanılmak istenilmesidir. (Şener, 2016).

$$L_{\lambda} = M_i Q_{cal} + A_L \quad (1)$$

L_λ=Algılayıcıya ulaşan spektral parlaklık değeri

M_L=Uydu veri dosyasında yer alan Radiance Mult değeri

Q_{cal}=Kuantize ve kalibre standart ürün piksel değerlerini göstermektedir.

A_L= bant için kalibrasyon ötelemesi

Landsat 8 uydusuna ait termal bandın yansıma değerleri radyansa, radyans değerleri ise parlaklık sıcaklıklarına (brightness temperature) dönüştürülmüştür (2). Böylelikle Uydu görüntülerinden elde etmiş olduğumuz değerler, yersel yöntemler aracılığıyla ölçülen sıcaklık değerleriyle karşılaştırılabilir hâle gelmiştir.

2.2.1 Su Sıcaklığı Analizi ve Çözünmüş Oksijen ile Arasındaki İlişkinin İncelenmesi

Landsat 8 uydu görüntüleri kullanılarak Datça Yarımadası Kıyıları, Köyceğiz Gölü, Dalyan kanalları, Ala Göl, Sülüngür Gölü yüzey suyu sıcaklıkları belirlenmiş ve uydu görüntüleri ile aynı tarihte yersel yöntemler aracılığıyla elde edilen veriler karşılaştırılmıştır.

Söz konusu uydu görüntüleri <https://earthexplorer.usgs.gov> arşivlerinden taranarak temin edilmiştir.

$$T = ((K2) / (\ln(K1 / L_{\lambda}) + 1)) - 273,15 \quad (2)$$

T = Parlaklık Sıcaklığı (Kelvin)

K1 = Landsat 8 uydusunun birinci termal dönüşüm sabiti

K2 = Landsat 8 uydusunun ikinci termal dönüşüm sabiti

L_λ =Algılayıcıya ulaşan spektral parlaklık değeri

Şekil 2a: 19/05/2016 yılına ait uydu görüntüsü.

Bir sonraki sayfada yer alan analiz eğrilerinde görüldüğü üzere daha önceden de bahsettiğimiz gibi Sıcaklık ile Çözünmüş Oksijen arasında doğrudan bir ilişki vardır. Sıcaklık değerleri Landsat uydusunun 2 adet termal bandı sayesinde kolaylıkla ölçülebilmekte (Şekil 3) olup bu olanak sayesinde su içerisinde yer alan Çözünmüş Oksijen yoğunluğunun az olduğu bölgeler Şekil 4 de görüldüğü üzere yüksek doğrulukta tespit edilebilmektedir.

2.2.2 Klorofil-a Analizi

Chl-a konsantrasyon değişikliğinin suyun spektral yansıma eğrisi üzerinde yaptığı değişiklikler görülmektedir. Yapılan çalışmalar sonucunda Chl-a konsantrasyonundaki artışlar, suyun mavi dalga boyu aralığındaki yansımaya azalttığı, yeşil ve kırmızı dalga boyu aralığındaki yansımaya artırdığı görülmüştür (Bukata vd, 1995). (Şekil 5)

Sağlıklı bitki örtüsünü ölçülebilir hâle getirebilmek amacıyla bitki örtüsü ölçekleri oluşturulmuştur, bunlardan en basit ve en yaygın olanı NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) indeksidir.

Şekil 5: Klorofil-a yansıma eğrisi.

NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) = (NIR – Kırmızı) / (NIR + Kırmızı)

Bitkiler, yapraklarında bulunan klorofil maddesini ve gün ışığını inorganik maddeden organik madde üretmek için kullanırlar. Fotosentez diye anılan bu işlem esnasında Güneş'ten gelen elektromanyetik enerjinin 0,63 μm – 0,69 μm dalga boyunda olan ve kırmızı ışığa karşılık gelen kısmı kullanılır. Bu yüzden, kırmızı ışığın yansımaları ölçen bir uydu görüntüsü, canlı bitki örtüsünün yoğun olduğu alanlarda düşük sayısal değerlere sahip olacaktır. Öte yandan bitkiler 0,7 μm ve daha yüksek dalga boyuna sahip elektromanyetik enerjiyi bünyelerine almaz, geri yansıtırlar. Dolayısıyla canlı bitki örtüsünün yoğun olduğu alanlar, yakın kızılötesi elektromanyetik enerjinin yansımaları ölçen bir uydu görüntüsünde yüksek sayısal değerlere sahip olacaktır. (E.Kandemir 2010)

NDVI indeksi kırmızı ve yakın kızılötesi bant görüntüleri kullanılarak üretilir. Her piksel için o piksele ait yakın kızılötesi bant sayısal değerinden aynı piksele ait kırmızı bant sayısal değeri çıkartılır. Farkları alınan bu iki sayının toplanması ve farkın toplama bölünmesi ile [-1,+1] aralığında bir değer elde edilir. Yeşil bitki örtüsünün fazla olduğu yerlerde NDVI değeri +1'e doğru yaklaşırken zayıf bitki örtüsünün olduğu durumlarda bu değer sıfıra yaklaşmaktadır. Klorofil-a değişkeninin analizi için Yansıma (Reflectance) değerlerinin hesaplanmasından (3a), (3b) sonra kırmızı ve yakın kızılötesi bant görüntüleri kullanılarak NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) (4) oluşturulmuştur.

NDVI indexinin uygulanabilmesi için uydu görüntüsü üzerinde yapılacak düzeltmeler.

Uydu görüntüleri üzerinden Yansıma (Reflectance) değerleri hesaplanır.

$$\rho_{\lambda}' = M \rho_{Qcal} + A \rho \quad (3a)$$

Yansıma Değerleri Güneş açısı düzeltim işlemi.

$$\rho_{\lambda} = \rho_{\lambda}' / \cos \theta_{SZ} = \rho_{\lambda}' / \sin \theta_{SE} \quad (3b)$$

$$NDVI = (NIR - Kızıl) / (NIR + Kızıl)$$

(4)

$\Sigma x=115.4$, $\Sigma y=-2.04$, $(\Sigma x)^2=13317.16$, $(\Sigma y)^2=4.1616$, $\Sigma(xy)=-29.452$, $\Sigma x^2=2190.34$, $\Sigma y^2=0.6828$ $r = 0.828896097360976$
Yüksek pozitif ilişki.

Şekil 6. 28/01/2016 tarihine ait Gökova Körfezine Klorofil-a haritası.

2.2.3 Askıda Katı Madde

Ritchie ve arkadaşlarının yaptığı yersel çalışmalar sonucunda, su yüzeyindeki AKM miktarını belirlemek için 700 ila 800 nm aralığındaki dalga boylarının en uygun olduğu görülmüştür (Ritchie ve dig., 1976), (Şekil 7). Fakat Curron ve Novo' nun yaptığı çalışmalar sonucunda en uygun dalga boyunun, AKM konsantrasyonuna göre değiştiği belirlenmiştir. (Curron ve Novo, 1988).

En yüksek korelasyon düzeyine ulaşabilmek amacıyla uzaktan algılama çalışmalarında kullanılan bant kombinasyonu işlemlerinden faydalanılmıştır.

Şekil 7. Askıda Katı Madde miktarı ile Dalga Boyu arasındaki ilişki.

Farklı kombinasyonlar arasında doğrusal regresyon analizleri yapılmış ve en yüksek korelasyonlu eşitlik;
Band 5 -Yakın Infrared (0.845 - 0.885 μm) ile Band 2 - Mavi (0.450 - 0.515 μm) kombinasyonu ile elde edilmiştir.

$\Sigma x=100$, $\Sigma y=-0.875$, $(\Sigma x)^2=10000$, $(\Sigma y)^2=0.765625$, $\Sigma(xy)=-21.922$, $\Sigma x^2=2278$, $\Sigma y^2=0.261795$ $r = 0.810245632248448$
Yüksek negatif ilişki (Şekil 8)

Askıda Katı Madde Analizi için elde edilen uydu görüntülerinin, numune toplanan tarihler ile uyuma sorunu ve hava durumundan kaynaklanan görüntü kirliliği sebebiyle işlem yapılabilecek görüntü sayısı altı adette kalmıştır. Gelecek ölçümler için faydalı sonuçlar elde edilmiştir ancak Daha doğru sonuçlar için, ölçümler istasyon sayısı artırılarak tekrarlanmalıdır.

Şekil 8. Askıda Katı Madde miktarı ile Yansıma Değerleri arasındaki ilişki.

3. SONUÇ

Çalışmada su kalitesini etkileyen başlıca faktörlerden olan Su Sıcaklığı, Çözünmüş Oksijen, Klorofil-a ve Askıda Katı Madde parametrelerinin analizine ilişkin geleneksel yöntemler yoluyla elde edilen veriler ile Uzaktan Algılama Teknolojisinin verdiği olanaklar dahilinde uydu görüntülerinin işlenmesi sonucunda elde edilen veriler karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde Su kalitesini doğrudan etkileyen parametrelerden biri olan Çözünmüş oksijen ile Su Sıcaklığı arasında yüksek ilişkinin bulunduğu, Klorofil-a dağılım haritalarının NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) indeksi ile rahatlıkla oluşturulabileceği, birçok bant kombinasyonunun geliştirilerek işlenmesi sonucunda Güneş ışınlarının su bitkilerine ulaşmasını engelleyen Askıda Katı Madde yoğunluğunun bulunduğu alanların tespitinin kolayca yapılabileceği görülmüştür.

Klasik Yersel Yöntemler ile Su Kalitesinin belirlenmesi çalışmalarında yaşanan en büyük zorluk çalışma yapılacak hedef sahanın ve örnek alınacak istasyon noktalarının belirlenmesidir. Bunun sebebi su kalitesini belirleyen etmenlerin birbirinden çok farklı bölgelerde yoğunlaşabilmesidir. Birçok nokta arıtma tesislerinin derin deniz boşaltım noktalarından ve akarsuların denizlere, göllere döküldüğü alanlardan seçilmektedir. Çalışmada elde edilen veriler ışığında; Uzaktan Algılama Teknolojisinin sağladığı imkânlarının, su kalitesinin belirlenmesinde yoğun olarak kullanılan klasik yersel yöntemlerin karşılaştığı bir çok soruna çözüm olabileceği, dolayısıyla her iki yöntemin uyum içinde çalışmasının sağlanmasıyla birlikte su kalitesi analizi belirleme projeleri için daha ekonomik, hızlı ve iş gücü tasarrufu sağlanan bir sistemin oluşturulabileceği görülmüştür. Bu gelişmeler Uzaktan Algılama Teknolojisinin su kalitesinin belirlenmesi çalışmalarında gelecekte kuvvetli bir alternatif seviyesine geleceğini kanıtlamaktadır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma AKÜ BAP tarafından 16.FEN.BİL.19 nolu proje ile desteklenmektedir.

KAYNAKLAR

Ritchie, J.C. and Cooper, C.M., 1991. An Algorithm for Estimation Surface Suspended Sediment Concentration with Landsat MSS Digital Data, Water Resources Bulletin, 27, 373–379.

Güneroğlu, A., 2007. Karadeniz Oşinografisinin Yerinde Ölçüm ve Uzaktan Algılama Teknikleri ile Araştırılması, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 103p.

Karpuzcu, M., 1975. Haliç'teki Kirlenme Probleminin Etüdü İçin Uygun Bir Matematik Modelin Araştırılması, Doktora Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Wang, J., XiXi L. and Zhou Y., 2007. Retrieval of Suspended Sediment Concentrations in the Turbid Water of the Upper Yangtze River Using Landsat ETM+ , Chinese Science Bulletin, 52, 273 – 280.

Sarıkaya, Ö.V., 2006. İkonos Uydu Görüntüsüyle Haliçte Su Kalitesi Anaizi Yüksek Linsans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

Şener, E., 2016 BURDUR GÖLÜ YÜZEY SUYU SICAKLIĞI MEVSİMSEL DEĞİŞİMİNİN LANDSAT 8 UYDU GÖRÜNTÜLERİ KULLANILARAK BELİRLENMESİ, Araştırma Makalesi, Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, Isparta

Shen, L., Li, C., 2010. Water Body Extraction from Landsat ETM+ Imagery Using Adaboost Algorithm. In Proceedings of 18th International Conference on Geoinformatics, 18–20 June 2010, Beijing, China,

Dihkan, M., Karşı, F., 2011. Karadeniz Kıyı Sularında Askıda Katı Madde Dağılımının Haritalanması, 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 8p.