

UZAKTAN ALGILAMA YOLUYLA YAPILAN SU KALİTESİ ARAŞTIRMALARINDA ZEMİN ÖZELLİKLERİNİN YANSIMA DEĞERLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

*Impact of Different Bottoms on the Response of Volume Reflectance in Water Quality Studies
Using Remote Sensing*

Murat KARABULUT¹, Nihal CEYLAN²

ÖZET

Son yıllarda yüzey sularının kaliteleri ile ilgili çalışmalarda uzaktan algılama (Remote Sensing) yoluyla toplanan veriler önemli veri kaynakları haline gelmiştir. Çünkü uzaktan algılama yolu ile sürekli ve geniş alanlara ait bilgileri daha kısa sürede elde etmek mümkündür. Araştırmanın amacı yüksek çözünürlüklü spektrometre kullanılarak farklı seviyelerdeki alg konsantrasyonlarının farklı zeminler üzerindeki yansımaya etkilerini ölçmektir. Sonuçlar uzaktan algılama verileri üzerinde zemin renginin çok belirgin bir öneminin olduğunu göstermiştir. Siyah zemin üzerinde toplanan reflektans değerlerinin genel olarak beyaz zemin ile karşılaştırıldığında çok daha düşük olduğu ancak tipik klorofil reflektans grafiğinin ortadan kalktığı anlaşılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Uzaktan Algılama, Su kalitesi, Yakın Mesafe, Alg, Spektrometre.

ABSTRACT

Remote sensing data are becoming an important source of information for assessment of surface water quality. Traditional methods are time consuming, expensive and labor intensive. The purpose of this experiment is to determine the effect of different bottoms on the reflectance volume of different level of algae concentration by using high spectral resolution spectroradiometer. The experiment summarized in this report demonstrates that using hyperspectral remote sensing is useful for estimating algal concentration. Bottom effect on remote sensing studies is very crucial. This experiment proves that there is an apparent importance of bottom color on pigments signal. That effect consists of an increased difference between red absorption and NIR as compared to data acquired above a black bottom,

Key words: Remote Sensing, Water Quality, Close Range, Algae, Spectroradiometer.

1. GİRİŞ

Göl, gölet ve barajların akarsular tarafından taşınan sedimentlerle doldurulması ve yüksek oranda alg birikimi Türkiye’de ve dünyada en önemli su kalitesi sorunlarından birini oluşturur. Çünkü bu tür birikme ve yoğunlaşmalar bir taraftan zaman içerisinde baraj ve göletlerin kullanılabilme sürelerinin kısılmasına sebep olurlarken diğer taraftan da bu alanlardaki biyolojik hayatı olumsuz yönde etkilemektedirler. Örneğin, yoğun sediment ve alg içeriği, güneş ışınlarının su içerisindeki hareketini sınırlandırmak suretiyle güneş ışığına muhtaç olan bitki ve hayvanların yaşam şartlarını olumsuz yönde etkilemektedir (Bhargava ve Mariam, 1990; Karabulut ve Ceylan, 2005). Bu nedenle sediment ve alg içeriği gibi suların kaliteleri üzerinde etkileri bulunan parametrelerin araştırılması zorunlu hale gelmektedir.

Son yıllarda yüzey sularının kaliteleri ile ilgili çalışmalarda uzaktan algılama yoluyla toplanan veriler önemli veri kaynakları haline gelmiştir (Rundquist ve diğerleri, 1995; Han ve diğerleri, 1996; Lodhi ve diğerleri, 1997). Çünkü uzaktan algılama teknikleri ile sürekli ve geniş alanlara ait bilgileri kısa sürede, ucuz ve daha az iş gücü kullanarak elde etmek mümkündür. Uzaktan algılama yoluyla yüzey sularının incelenmesi suların yüzey özellikleri ile ilgili yansımaya değerlerinin elde edilmesi prensibine dayanır. Böyle bir çalışmada göl yada akarsuların zeminlerinden yansıyan güneş ışınları ile çoğu zaman ilgilenilmez. Yani reflektans değerlerinden hareketle sadece su ile ilgili parametrelerin tespit edilmesi esastır. Halbuki sıvı ve rölatif olarak bulanık olmayan su yüzeylerinin bulunduğu alanlarda algılayıcı sensör sadece su yüzeyinden yansıyan ışığı değil aynı zamanda zeminden sisteme dahil olan ışık yansımaya değerlerini de kayıt etmektedir. Böyle bir durum oluştuğunda ortaya çıkan bütünleşmiş yansımaya değerleri zeminden kaynaklanan gürültü verileriyle birlikte kaydedilmiş olmaktadır (Rundquist ve diğerleri, 1995; Rundquist ve diğerleri, 1996; Tolc ve diğerleri, 2000; Lodhi ve Rundquist, 2001). Bu nedenle uzaktan algılama yoluyla sıvı su kütleleri üzerinden toplanan verilerin kaliteleri her zaman hata içermekte veya potansiyel olarak hata üretme ihtimaline sahip

¹ Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Coğrafya Bölümü, mkarabulut@ksu.edu.tr.

² TAGEM, Ankara, nihal_ceylan@ankara.tagem.gov.tr

olabilmektedir. Neticede doğru olmayan ve gerçeği yansıtmayan sonuçların ortaya çıkması kaçınılmaz olmaktadır. Bütün bu sebeplerden dolayı zemin özelliklerinin yansıma değerleri üzerindeki etkilerinin araştırılması zorunlu hale gelmektedir.

Bu makale beyaz ve siyah zeminler üzerinde farklı seviyelerde mavi-yeşil alg (MYA) yoğunluğuna sahip suda meydana gelen yansıma miktarını tespit etmek amacıyla yapılan laboratuvar deneyinin sonuçlarını içermektedir. Araştırmamızın amacı yüksek çözünürlüklü spektrometre kullanılarak farklı seviyelerdeki alg konsantrasyonlarının farklı zeminler üzerindeki yansıma etkilerini ölçmektir. Bu amaca ulaşmak için ; (1) siyah ve beyaz zemin üzerinde sudan yansıyan spektral değerler ve çeşitli mavi-yeşil alg konsantrasyonları arasındaki ilişkiler belirlenmiş ve (2) sudan yansıyan spektral değerler ile farklı yeşil alg konsantrasyonları arasındaki ilişkiler tespit edilmiştir.

2. MATERYAL VE METOT

Bu laboratuvar deneyi Nebraska Üniversitesi arazi kullanım inceleme merkezi (CALMIT) spektrometre laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Deneyde 600 litrelik siyah renkli polietilen tank kullanılmıştır. Tank 80 cm derinlikte olup 73 cm'ye kadar su ile doldurulmuştur (Şekil 1). Dış yansımaları ortadan kaldırmak amacı ile tank siyah renge boyanmıştır. Deney istenmeyen çevresel yansımaları önlemek ve ışımayı kontrol etmek amacıyla siyah renge boyanmış küçük bir odada yapılmıştır.

Reflektans değerlerini toplamak amacıyla Spectron Engineering SE-500 spektrometresi kullanılmıştır. Bu sensör 15°lik optik ile su üzerinde ölçüm yapmaktadır. Spektron 368,5-1113,7 nm (nanometre) arasında değişen 252 farklı dalga boyunda veri toplama kapasitesine sahiptir. Nadir noktası olarak tankın merkezi seçilmiş ve sensör 1,07 m yükseklikteki platforma yerleştirilmiştir (Şekil 1). Spektronun taradığı alanın çapı yaklaşık olarak 36 cm'dir (IFOV 36 cm). Spektrometre spektralon adı verilen bir panel vasıtası ile kalibre edilmiştir.

Yansıma faktörü aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır (Han ve Rundquist, 1994).

$$R(\lambda) = L(\lambda) / S(\lambda) * Cal(\lambda) * 100$$

Burada, $L(\lambda)$ hedefin radyant dalga boyunu (su yüzeyinden ölçülen yansıma değeri), $S(\lambda)$ kalibrasyon panelinden elde edilen yansıma değerlerini, $Cal(\lambda)$ ise kalibrasyon faktör değerini göstermektedir.

Birinci tarama kalibrasyon amaçlı olarak boş tank üzerinde yapılmıştır. İkinci tarama ise temiz su üzerinde yapıldıktan sonra, tanka içerisinde yüksek derecede mavi yeşil alg bulunan su ilave edilmiş ve reflektans ölçümleri yapılmıştır. Bu deneydeki seyreltme düzeneği, çok geniş aralıklı alg konsantrasyonları elde etme, açık ve koyu zeminler üzerinde meydana gelen ışık yansıma değerlerini kayıt etme amacına yönelik olarak tasarlanmıştır. Seyreltme işlemi sırasında ilk olarak mavi-yeşil alg konsantrasyonu hesaplanan su miktarı tanktan boşaltılmış ve hesap edilen klorofil konsantrasyonunu oluşturmak için tanka boşaltılan miktar kadar temiz su ilavesi yapılmıştır. Sulandırma işlemi, bu nedenle; (1) pompayla tanktan hesaplanan alg içeren suyun boşaltılması, (2) yerine aynı miktarda temiz suyun konulması ve bunların karıştırılması şeklinde yapılmıştır. Tank her seyreltmeden sonra siyah ve beyaz zemin koşullarında en az üç kez spektrometre ile taranmıştır. Taramalar neticesinde elde edilen yansıma miktarını gösteren değerlerin ortalamaları alınmış ve gürültü hatalarının etkisini azaltmak için elde edilen ortalama değerler yumuşatılmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Şekil 2 ve 3 farklı seyrelti adımlarındaki su için hem siyah hem de beyaz zemin üzerinden toplanan mavi-yeşil alg konsantrasyonlarının spektral eğrisini göstermektedir. Yüksek yoğunluktaki alg içeriği nedeniyle mavi ışık MYA pigmentleri tarafından büyük oranda absorbe edilmiştir. Mavi ışık bölgesinde, bu deneydeki maksimum yutulma 440 nm civarında meydana gelmiştir. Yeşil ışık bölgesinde, klorofilin yansıma miktarını artırmasından dolayı görünen ışık için maksimum yansıma değerleri 550-560 nm civarında meydana gelmiştir. 620 ve 670 nm dalga boyları civarında iki klorofil absorpsiyon alanı belirgin hale gelmiştir. Ancak siyah zemin üzerinde ışık yutulma maksimumu 620 nm'de gerçekleşirken, beyaz zemin üzerinde 670 nm civarında meydana gelmiştir. 450 nm civarında meydana gelen maksimum absorpsiyon alanı siyah zemin üzerinde daha da belirginleşmiştir. Bunun temel sebebi siyah panel üzerinden kısa dalga ışık yansıma miktarının daha az olmasından ileri gelmektedir. 620 nm civarındaki yutulmanın su içerisindeki diğer pigment özellikleri ile yakından ilgili olduğu söylenebilir. Özellikle *klorofil b* bu bölgede yutulma miktarını artıran bir etki yapabilmektedir.

Her iki zemin koşulunda belirgin bir yakın infrared (NIR) yansıma maksimumu 690 ve 700 nm civarında yer almıştır. Literatüre göre bu durum klorofil floresansı ile yakından ilişkilidir. Bu nedenle elektromanyetik spektrumun (EMS) bu bölgesi alglerin biokütellerinin belirlenmesi için çok kullanışlıdır. Beyaz ve siyah zemin üzerinde seyreltme işlemleri süresince NIR ve yeşil reflektans pikleri uzun dalga boyuna doğru değişmiştir. 750 nm civarında suyun bu dalga boyunda ışığı yutma eğiliminden dolayı diğer bir absorpsiyon bölgesinin her iki zemin koşulunda da meydana geldiği görülmektedir. Organik madde içeriği veya daha az ışık yutulması sonucu meydana gelen geri saçılmayla ilişkili olabilecek 820 nm civarında küçük bir zirve daha meydana gelmiştir.

Siyah ve beyaz zemine ait yansıma değerleri incelendiğinde, sulandırma işlemlerinin yansıma miktarını etkilediği açıkça görülebilir. Siyah zemin üzerinde seyreltme işleminden önce özellikle yeşil dalga bölgesinde yansımanın minimum olduğu, daha az algal yoğunlukta yansıma miktarının arttığı görülmektedir. Nitekim görünen bölgede maksimum yansıma değerlerine seyreltmenin en son aşamasında rastlanmıştır. Bunun nedeni klorofil a'nın yeşil dalga boyuna hassas olmasına karşın, suyun ve içerisinde bulunan diğer içeriklerin görünen ışık dalgalarının büyük bir bölümünü yansıma eğilimi göstermesinden ileri gelmektedir. Diğer taraftan NIR bölgesinde maksimum yansıma değerlerine alg yoğunluğunun en yüksek olduğu durumda gerçekleştiği görülmektedir. Seyreltme işlemlerinin devamı sürecinde yansıma değerlerinde de belirgin bir azalışın gerçekleştiği, sonuçlardan anlaşılmaktadır. Bu durum NIR dalga boyundaki ışıkların klorofil a'ya karşı çok hassas olmaları ve aynı zamanda da suyun bu tür ışığın büyük bir kısmını yutma eğiliminden kaynaklanmaktadır.

Yeşil ve MYA yansıma değerleri incelendiğinde, görünen ışık dalga boylarında yeşil alg'e ait spektral değerleri çok belirgin bir yükseliş trendine sahiptir. Yeşil alg için farklı seyreltme aşamalarına ait yansıma değerlerinin kavramsal algal ışık yansıma modeliyle uyumlu olduğu görülmektedir (Şekil 4). Kırmızı ışık yutulma miktarı yüksek klorofil konsantrasyonuna bağlı olarak artış göstermiştir. Ancak MYA aynı trendi göstermemiştir (Şekil 4).

4. SONUÇ

Bu raporda özetlenen deney hiperspektral uzaktan algılama kullanılmasının algal konsantrasyonunu belirlemede kullanışlı olduğunu göstermektedir. Laboratuvar ortamında yapılan bu deney doğal su ortamlarında yaşayan bitkilerin uzaktan algılama yöntemleri ile incelenmesi sırasında koyu renkli zemin koşullarında ve temiz suyun daha doğru ve güvenilir sonuçlar verebileceğini ortaya koymuştur. Ayrıca elektro manyetik spektrumun yakın infrared bölgesinin özellikle 690-730 nm lik bölümünün alg yoğunluğunun belirlenmesinde önemli dalga boyu aralığı olduğunu deney sonuçları açıkça göstermiştir. Kızılötesi ışık yansıma pik değerlerinin yoğunluğa bağlı olarak daha büyük dalga boylarına doğru kaydığı görülmektedir. Ancak bu değişim zemin ve su kalitesine bağlı olarak farklılık göstermektedir.

Netice olarak, göl, gölet ve barajların uzaktan algılama yolu ile periyodik olarak izlenmesi, su kalitesi hakkında bize önemli bilgiler sağlayacak ve havza içerisinde kritik alanların tespiti kolaylaştıracaktır. Ancak zemin koşullarının veri kalitesi üzerindeki etkilerinin de bilinmesi bu tür çalışmalar sırasında dikkat edilmesi gereken en önemli konulardan birisini oluşturmaktadır.

Teşekkür

Nebraska Üniversitesi (CALMIT, www.calmit.unl.edu) Profesörlerinden Prof. Dr. Donald Rundquist'e fikir aşamasında ki katkılarından ve yüksek lisans öğrencisi Eric Wilson'a da ölçümler sırasındaki yardımlarından dolayı teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Bhargava, D. Ve D. W. Mariam, 1990, "Spectral relationships to turbidity generated by different clay materials" Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, v.56, pp.255-229.
- Han, L., ve Rundquist, D.C., 1996, "Spectral characterization of suspended sediments generated from two texture classes of clay soil" Remote Sensing Letters, pp. 643-649.
- Karabulut, M. ve Ceylan, N., 2005, "The Spectral Reflectance Responses of Water with Different Levels of Suspended Sediment in The Presence of Algae" Turkish J. Eng. Env. Sci. 29 (2005) , 351 – 360.
- Lodhi, M.A., D.C., Rundquist, L. H an, ve M.S. Kuzila, 1997. "The potential for remote sensing of loess soils suspended in surface waters" Journal of the American Water Resource, v.33, pp. 111-117.

- Lodhi, M.A. ve Rundquist, D.C., 2001. "A spectral analysis of bottom-induced variation in the colour of Sand Hills lakes, Nebraska, USA" *Int. J. of Remote Sensing*, vol. 22, n0. 9, s. 1665-1682.
- Rundquist, D.C., Schalles, J.F. ve Peake, J.S. 1995. "The response of volume reflectance to manipulated algal concentration above bright and dark bottoms at various depths in an experimental pool" *Geocarto international*, Sayı 10, s. 5-14.
- Rundquist, D.C., Han, L., Schalles, J.F.. Ve Peake, J.S. 1996. "Remote measurement of algal chlorophyll in surface waters: The case for the first derivative of reflectance near 690" *PERS*, Sayı 62, s.195-200.
- Tolk, B.L., Han, L. ve Rundquist, D.C., 2000, "The impact of bottom brightness on spectral reflectance of suspended sediments" *International Journal of Remote Sensing*, Sayı 21(11), s. 2259-2268.