

**T.C.**  
**ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**ABANT GÖLÜ METABOLİZMA BİLEŞENLERİNİN**  
**LANDSAT 7 ETM<sup>+</sup> VERİLERİ İLE İLİŞKİLENDİRİLMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**BERNA TEMİZ**

**BOLU, HAZİRAN - 2017**

**T.C.**  
**ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**



**ABANT GÖLÜ METABOLİZMA BİLEŞENLERİNİN**  
**LANDSAT 7 ETM<sup>+</sup> VERİLERİ İLE İLİŞKİLENDİRİLMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**BERNA TEMİZ**

**BOLU, HAZİRAN - 2017**

**KABUL VE ONAY SAYFASI**

**Berna TEMİZ** tarafından hazırlanan “**ABANT GÖLÜ METABOLİZMA BİLEŞENLERİNİN LANDSAT 7 ETM<sup>+</sup> VERİLERİ İLE İLİŞKİLENDİRİLMESİ**” adlı tez çalışması Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı'nda 12.06.2017 tarihinde Abant İzzet Baysal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

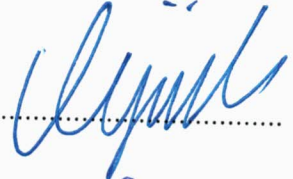
**Jüri Üyeleri**

Danışman  
Doç. Dr. Nusret KARAKAYA  
Abant İzzet Baysal Üniversitesi

Üye  
Prof. Dr. Fatih EVRENDİLEK  
Abant İzzet Baysal Üniversitesi

Üye  
Doç. Dr. Elçin GÜNEŞ  
Namık Kemal Üniversitesi

**İmza**

  
.....  
  
.....  
  
.....

**12.06.2017**

**Prof.Dr. Duran KARAKAŞ**



**Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü**



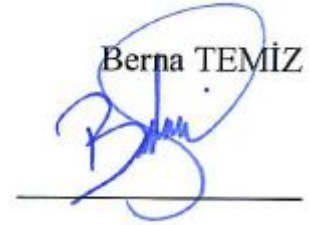
**Canım Aileme,**

## ETİK BEYAN

Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

1. Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
  2. Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
  3. Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
  4. Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
  5. Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,
- bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Berna TEMİZ



## ÖZET

**ABANT GÖLÜ METABOLİZMA BİLEŞENLERİNİN LANDSAT 7 ETM<sup>+</sup>  
VERİLERİ İLE İLİŞKİLENDİRİLMESİ  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
BERNA TEMİZ  
ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
(TEZ DANIŞMANI: DOÇ. DR. NUSRET KARAKAYA)**

**BOLU, HAZİRAN - 2017**

Bolu ilinde bulunan göller, bölgenin yaşam kalitesi, refahı ve ekonomik istikrarına yarar sağlayan stratejik doğal kaynaklardır. Bu göllerin herhangi bir baskıya karşı su kalitesinin korunması, izlenmesi ve sürdürülebilir yönetimi, hem yerel hem de bölgesel karar alıcılar için öncelikli konular arasında yer almaktadır. Bu stratejik doğal kaynakların Bolu gibi bölgelerde hızlı, ucuz ve etkin bir şekilde izlenmesi şarttır. Bu nedenle uzaktan algılama yöntemiyle göllerde su kalite ve metabolizma bileşenlerinin izlenip izlenemeyeceğinin ortaya çıkartılması gerekmektedir. Bu çerçevede bu çalışmada uzaktan algılama yöntemi kullanılarak Abant gölü örneğinde göl metabolizma bileşenlerinin zamansal ve mekânsal değişimlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Çalışmada kullanılan göl metabolizması bileşenleri diel oksijen tekniği ile tahmin edilmiştir. Bu amaçla; çözünmüş oksijen konsantrasyonu, çözünmüş oksijen doygunluk değeri, pH, elektriksel iletkenlik, klorofil-*a* ve su sıcaklığı sahaya tesis edilen YSI Marka su kalite izleme sondaları ile yerinde sürekli ölçülmüştür. Diel oksijen tekniği ile brüt birincil üretim, ekosistem solunumu, net ekosistem üretim değişimleri gün ölçeğinde tahmin edilebilmektedir. Çalışmada kullanılan göl metabolizması bileşenleri iki farklı yol izlenerek hesaplanmıştır: (1) Gece ve gündüz saatlerinde ekosistem solunumunun eşit kabul edilmesi (2) gece ve gündüz ekosistem solunumunun eşit kabul edilmemesi.

Göl metabolizması bileşenleri ile uydu görüntülerini ilişkilendirmek amacıyla çalışma kapsamında 2012-2014 yılları arasında yaz aylarında Landsat 7 ETM<sup>+</sup> uydusu ile elde edilen görüntüler kullanılmıştır. Landsat 7 ETM<sup>+</sup> görüntülerinden elde edilen dijital numara (DN) değerleri kullanılarak göl metabolizma bileşenlerini tahmin edebilmek için çoklu doğrusal regresyon (MLR) ve çoklu doğrusal olmayan regresyon (MNLr) modelleri geliştirilmiştir.

**ANAHTAR KELİMELER:** Diel Oksijen Tekniği, Göl Metabolizması, Uzaktan Algılama, Model

## **ABSTRACT**

### **RELATING LAKE METABOLISM COMPONENTS OF LAKE ABANT TO LANDSAT 7 ETM<sup>+</sup> DATA**

**MSC THESIS**

**BERNA TEMİZ**

**ABANT İZZET BAYSAL UNIVERSITY GRADUATE SCHOOL OF  
NATURAL AND APPLIED SCIENCES  
DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING  
(SUPERVISOR: ASSOC. DR. NUSRET KARAKAYA)**

**BOLU, JUNE 2017**

Lakes in the province of Bolu are the strategic natural resources that benefit life quality, well-being and economic stability of the region. Monitoring, protecting and sustainably managing water quality of these lakes against pressures are among the prioritized issues for the local and regional decision makers. It is a must for regions such as Bolu to possess a rapid, cost efficient and continuous monitoring of water resources. Therefore, it is required to be shown whether or not lake water quality and metabolism components can be monitored using remote sensing methods. Within this context, to detect spatiotemporal changes in lake metabolism components of Lake Abant based on remote sensing methods was aimed at.

Lake metabolism components used in the thesis were estimated using the diel oxygen technique. For this purpose, dissolved oxygen concentration, dissolved oxygen saturation value, pH, electrical conductivity, chlorophyll-*a* and water temperature were continuously measured in situ with YSI water quality monitoring probes installed. With the diel oxygen technique, changes in gross primary production, net ecosystem production and ecosystem respiration can be estimated on the daily scale. In the thesis, lake metabolism components were calculated following the following two assumptions (1) that ecosystem respiration is equal during  $R_{\text{night}}$  and  $R_{\text{day}}$ ; and (2) that ecosystem respiration is not equal during  $R_{\text{night}}$  and  $R_{\text{day}}$ .

Landsat 7 ETM<sup>+</sup> satellite images were used in order to relate the components of the lake metabolism to the satellite images acquired in the summer months between 2012 and 2014. Multiple linear (MLR) and nonlinear regression (MNLR) models were used to relate ecosystem metabolism to digital number (DN) values derived from Landsat 7 ETM<sup>+</sup> images.

**KEYWORDS:** Diel Oxygen Technique, LakeMEtabolism, Remote Sensing, Model

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa

|                                                                             |             |
|-----------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>ÖZET.....</b>                                                            | <b>v</b>    |
| <b>ABSTRACT .....</b>                                                       | <b>vi</b>   |
| <b>İÇİNDEKİLER.....</b>                                                     | <b>vii</b>  |
| <b>ŞEKİL LİSTESİ.....</b>                                                   | <b>viii</b> |
| <b>ÇİZELGELİSTESİ.....</b>                                                  | <b>ix</b>   |
| <b>KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ.....</b>                                   | <b>x</b>    |
| <b>TEŞEKKÜR.....</b>                                                        | <b>xi</b>   |
| <b>1. GİRİŞ.....</b>                                                        | <b>1</b>    |
| <b>2. KURAMSAL TEMELLER VE LİTERATÜR ÖZETİ.....</b>                         | <b>3</b>    |
| 2.1 Uzaktan Algılama (UA).....                                              | 3           |
| 2.1.1 Uzaktan Algılamanın Tanımı ve Tarihçesi.....                          | 3           |
| 2.1.2 Uzaktan Algılama Tekniklerinin Sınıflandırması.....                   | 5           |
| 2.1.3 Uzaktan Algılamada Kullanılan Verilerin Özellikleri .....             | 7           |
| 2.2 Uzaktan Algılamanın Kullanım Alanları.....                              | 10          |
| 2.3 Uzaktan Algılama Tekniği İle Göllerde Yapılan Çalışmalar .....          | 12          |
| 2.4 Diel Oksijen Tekniği ile Göl Metabolizma Bileşenlerinin Tahmini .....   | 13          |
| <b>3. MATERYAL ve METOD .....</b>                                           | <b>15</b>   |
| 3.1 Çalışma Sahası.....                                                     | 15          |
| 3.2 Göl Metabolizması Bileşenlerinin Hesabı .....                           | 16          |
| 3.3 Uydu Verisi ve Görüntü İşleme.....                                      | 18          |
| 3.4 İstatistik Analizler.....                                               | 23          |
| <b>4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....</b>                                         | <b>24</b>   |
| 4.1 Göl Metabolizması ve Uydu Verileri.....                                 | 24          |
| 4.2 Uzaktan Algılama Verileri ile Yersel Verilerin İlişkilendirilmesi ..... | 25          |
| <b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>                                           | <b>31</b>   |
| <b>6. KAYNAKLAR .....</b>                                                   | <b>33</b>   |
| <b>7. EKLER .....</b>                                                       | <b>36</b>   |
| Çizelge EK A. ....                                                          | 36          |
| <b>8. ÖZGEÇMİŞ.....</b>                                                     | <b>40</b>   |

## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

|                                                                                                                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 2.1. Uzaktan Algılamanın Şematik Gösterimi (Önder,1997).....                                                                                              | 3  |
| Şekil 2.2. Yer Platformunun Görünümü (Önder,1997) .....                                                                                                         | 5  |
| Şekil 2.3. Hava Aracının Görünümü (Önder,1997) .....                                                                                                            | 6  |
| Şekil 2.4. Uzak Platformlarının Görünümü (Önder,1997) .....                                                                                                     | 6  |
| Şekil 2.5. Elektromanyetik Spektrumda Bölgeler (Anonymous, 2002) .....                                                                                          | 8  |
| Şekil 3.1. Çalışma Sahasının Konumu (Karakaya, 2011).....                                                                                                       | 16 |
| Şekil 3.2. İzleme İstasyonlarının Konumu (Karakaya, 2011).....                                                                                                  | 17 |
| Şekil 3.3. Abant Gölü'nün Landsat 7 ETM <sup>+</sup> Görüntüsü<br>( <a href="https://earth.google.com/web">https://earth.google.com/web</a> ).....              | 19 |
| Şekil 3.4. 2012, 2013 ve 2014 Yıllarına Ait Uydu Görüntülerinin İndirilmesi<br>( <a href="https://earth.google.com/web">https://earth.google.com/web</a> )..... | 19 |
| Şekil 3.5. İndirilen Landsat 7 ETM <sup>+</sup> Görüntüsü.....                                                                                                  | 20 |
| Şekil 3.6. Bulutlu Uzaktan Algılama Görüntüsü<br>( <a href="https://earth.google.com/web">https://earth.google.com/web</a> ).....                               | 21 |
| Şekil 3.7. Landsat 7 ETM+SLC off Modundaki Uydu Görüntüleri.....                                                                                                | 21 |
| Şekil 3.8. ArcGIS 9.2 Mekansal Analiz Aracı Kullanılarak DN'lerin Elde<br>Edilmesi.....                                                                         | 22 |

# ÇİZELGELİSTESİ

## Sayfa

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Çizelge 3.1.</b> Landsat 7 ETM <sup>+</sup> bandlarının özellikleri (Esat 2010.....                                                                                                                                                                                                           | 20 |
| <b>Çizelge 4.1.</b> Çalışmada kullanılan dijital numara ve göl metabolizması bileşenlerine ait tanımlayıcı istatistikler (2012-2014 yılları arası) .....                                                                                                                                         | 24 |
| <b>Çizelge 4.2.</b> Brüt birincil üretim ve ekosistem solunumunun zamana ve dijital numaralara bağlı olarak değişimini açıklayan en uyumlu çoklu doğrusal model sonuçları (gece ve gündüz solunumlarının eşit olmadığı kabulü ile yapılan metabolizma bileşenleri için) .....                    | 26 |
| <b>Çizelge 4.3.</b> Brüt birincil üretim ve ekosistem solunumunun zamana ve dijital numaralara bağlı olarak değişimini açıklayan en uyumlu çoklu doğrusal olmayan model sonuçları (gece ve gündüz solunumlarının eşit olduğu kabulü ile yapılan metabolizma bileşenleri için).....               | 27 |
| <b>Çizelge 4.4.</b> 1 nolu istasyon için geliştirilen modellerin düzeltilmiş belirleme katsayıları ve çapraz validasyon belirleme katsayıları (gece ve gündüz solunumlarının eşit olması E, eşit olmaması EO ile gösterilmiştir) ...                                                             | 28 |
| <b>Çizelge 4.5.</b> Brüt birincil üretim ve ekosistem solunumunun zamana, mekana ve dijital numaralara bağlı olarak değişimini açıklayan en uyumlu çoklu doğrusal olmayan model sonuçları (gece ve gündüz solunumlarının eşit olduğu kabulü ile tüm istasyonlardaki veriler kullanılmıştır)..... | 29 |
| <b>Çizelge 4.6.</b> Tüm istasyonlardan elde edilen verilerle geliştirilen modellerin düzeltilmiş belirleme katsayıları ve çapraz validasyon belirleme katsayıları .....                                                                                                                          | 29 |

## KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ

|                                     |                                                 |
|-------------------------------------|-------------------------------------------------|
| <b>ABD</b>                          | : Amerika Birleşik Devletleri                   |
| <b>C</b>                            | : Karbon                                        |
| <b><i>Chl-a</i></b>                 | : Klorofil-a                                    |
| <b>ÇO</b>                           | : Çözünmüş Oksijen Konsantrasyonu               |
| <b>DN</b>                           | : Dijital Numara                                |
| <b>DOC</b>                          | : Çözünmüş Organik Karbon                       |
| <b>E</b>                            | : Gece ve Gündüz Solunumun Eşit Olması Kabulü   |
| <b>EC</b>                           | : Elektriksel İletkenlik                        |
| <b>EMR</b>                          | : Elektromanyetik Enerji                        |
| <b>EO</b>                           | : Gece ve Gündüz Solunumun Eşit Olmaması Kabulü |
| <b>DOY</b>                          | : Yılın Takvim Günü                             |
| <b>GPP</b>                          | : Brüt Birincil Üretimi                         |
| <b>IFOV</b>                         | : Anlık Görüntü Alanı                           |
| <b>LAT</b>                          | : Enlem                                         |
| <b>LON</b>                          | : Boylam                                        |
| <b>MLR</b>                          | : Çoklu Lineer Regresyon                        |
| <b>MNLR</b>                         | : Çoklu Doğrusal Olmayan Regresyon              |
| <b>NEP</b>                          | : Net Ekosistem Üretimi                         |
| <b>O<sub>2</sub>doygunluk</b>       | : Oksijen Doygunluk Değeri                      |
| <b>P</b>                            | : Önem Düzeyi                                   |
| <b>R</b>                            | : Ekosistem Solunumu                            |
| <b>R<sup>2</sup><sub>adj</sub></b>  | : Düzeltilmiş Belirleme Katsayısı               |
| <b>R<sup>2</sup><sub>pred</sub></b> | : Çapraz Validasyon Belirleme Katsayısı         |
| <b>SE</b>                           | : Standart Hata                                 |
| <b>SD</b>                           | : Secchi Diski Derinliği                        |
| <b>SR</b>                           | : Solar Radyasyon                               |
| <b>T<sub>w</sub></b>                | : Su Sıcaklığı                                  |
| <b>UA</b>                           | : Uzaktan Algılama                              |
| <b>VIF</b>                          | : Varyasyon Enflasyon faktörü                   |
| <b>WS</b>                           | : Rüzgar Hızı                                   |

## TEŞEKKÜR

Danışmanlığımı yürüten, tezin tüm aşamalarında ilgi ve desteğini esirgemeyen Doç. Dr. Nusret KARAKAYA' ya, çalışmalarım sırasında bilgi ve görüşlerinden yararlandığım Prof. Dr. Fatih EVRENDİLEK' e, arkadaşım Çevre Yüksek Mühendisi Gonca Sılağan TURAN' a, Abant İzzet Baysal Üniversitesi Mimarlık Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü çalışanlarına teşekkürlerimi sunarım. Bu çalışmanın her aşamasında manevi destekleriyle beni yalnız bırakmayan annem, babam ve ablama en derin duygularla teşekkür ederim.

Bu tez TÜBİTAK tarafından desteklenen 111Y059 nolu proje kapsamında hazırlanmıştır. Bu nedenle TÜBİTAK'a destekleri için teşekkür ederim.

## 1. GİRİŞ

Su canlıların yaşamını devam ettirebilmeleri için gerekli olan en önemli unsurlardan biridir. Artan nüfus yoğunluğu ve teknolojik gelişme sonucu suya olan ihtiyaç gün geçtikçe artmaktadır. Sucul ekosistemler hem evsel hem de endüstriyel atıklar (atık su deşarjı, zirai ilaç girdileri vb.) ile gün geçtikçe kirlenmektedir. Kirlenmenin boyutunu ortaya çıkartmak, sucul ekosistemlerin dinamiğini anlamak, su kalitesinin korunması için alınacak önlemleri saptamak için izleme çalışmalarını yapılması zorunludur (Karakaya vd., 2010).

Uzaktan algılama, incelenecek nesne veya alan ile tema etmeksizin, algılayıcı sistemleri kullanarak yeryüzü hakkında bilgi edinme teknolojisi olarak tanımlanabilir. Uzaktan algılama tekniği yer yüzeyindeki objelerden yansıyan ve yayılan elektromanyetik enerjinin algılayıcılar ile toplanması, kaydedilmesi, elde edilen verinin bilgi üretmek üzere işlenmesi ve analiz edilmesinde kullanılmaktadır. Arazi kullanım haritaların oluşturulması, tarım, jeoloji, hidroloji, ormancılık uygulamaları ve çevre kalitesinin izlenmesi (su, hava ve toprak kalitesinin, katı atık ve zararlı atık depolama sahalarının izlenmesi) uzaktan algılama teknolojilerinin en önemli kullanım alanlarını oluşturmaktadır (Karakaya vd., 2010).

Uzaktan algılama yöntemi, su kalite verilerinin (klorofil  $a$ , bulanıklık, askıda katı madde, çözünmüş organik madde, Secchi diski derinliği, sıcaklık) üretilmesi ve sucul ekosistemlerin trofik durumunun belirlenmesi için sayısal verilerin oluşturulmasında başarıyla kullanılmıştır (Campell, 2008).

Uzaktan algılama teknikleri ile elde edilen görüntülerde su kalite verilerinin üretilmesi için çok sayıda model (analitik, yarı analitik yarı ampirik ve ampirik modeller) geliştirilmiştir. Analitik ve yarı analitik modeller arasında; Ters Modeller ve Biooptik Modeller bulunmaktadır. Ampirik modelleri ise basit doğrusal regresyon, çoklu doğrusal regresyon, çoklu regresyon ve yapay sinir ağları oluşturmaktadır (Campell, 2008).

Su kaynaklarının izlenmesinde Landsat, Quickbird, ASTER, MODIS, SeaWiFS, IKONOS, MERIS ve NOAA uydularından elde edilen görüntüler yaygın olarak kullanılmaktadır (Campbell, 2008).

Literatürde göl metabolizması bileşenleri ile uydu verilerinin ilişkilendirilmesi ile ilgili bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle bu çalışma diel oksijen tekniği ile tahmin edilen göl metabolizması bileşenlerinin uydu verileri ile ilişkilendirilmesi üzerine odaklanmıştır.

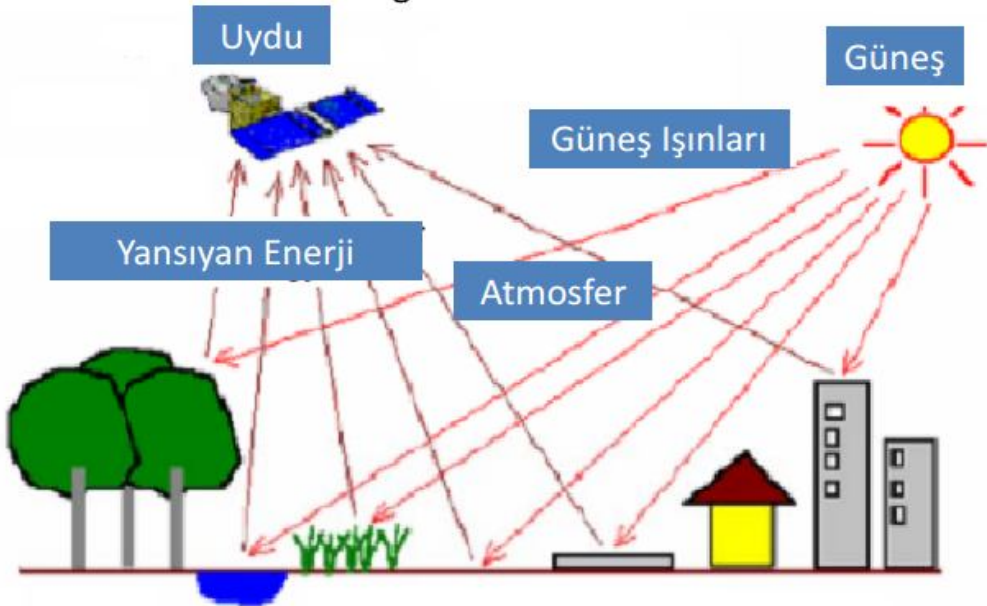


## 2. KURAMSAL TEMELLER VE LİTERATÜR ÖZETİ

### 2.1 Uzaktan Algılama (UA)

#### 2.1.1 Uzaktan Algılamanın Tanımı ve Tarihçesi

Uzaktan algılama, incelenecek nesne veya alan ile doğrudan temas kurmaksızın, çeşitli algılayıcı sistemler kullanarak incelenen alan veya nesne hakkında bilgi toplama teknolojisi olarak tanımlanabilir. Şekil 2.1’ de de görüldüğü üzere uzaktan algılama teknolojileri ile bilgi üretimi şu aşamalardan oluşmaktadır: (1) yer yüzeyinde ki objelerden yansıyan ve yayılan elektromanyetik enerjinin algılanması, (2) verinin kaydedilmesi, (3) elde edilen veriden bilgi üretmek amacıyla işlenmesi ve analiz edilmesidir. Arazi kullanım haritalarının oluşturulması, tarımsal faaliyetler, jeoloji, hidroloji, ormancılık uygulamaları ve çevre kalitesinin izlenmesi (su, hava ve toprak kalitesinin, katı atık ve zararlı atık depolama sahalarının izlenmesi) uzaktan algılama teknolojilerinin en önemli kullanım alanlarını oluşturmaktadır (Karakaya vd., 2010).



Şekil 2.1. Uzaktan Algılamanın Şematik Gösterimi (Önder, 1997)

Uzaktan algılama ile izleme çalışmaları ilk olarak askeri amaçlı kullanılmıştır. Ayrıca yeryüzü hakkında da söz konusu teknikle veri toplanmıştır (Önder, 1997). Daha sonra uzaktan algılama teknolojileri; meteorolojik gözlemlerin yapılmasında, arazi kullanımında meydana gelen değişimlerin takip edilmesinde, su kaynaklarının izlenmesinde ve doğal felaketlerin sonuçlarının ortaya konulmasında kullanılmıştır (Sesiören, 1998). Hali hazırda uzaktan algılama teknolojileri haritacılık, hidroloji, ormancılık, jeoloji, ziraat, havza yönetimi, denizcilik ve kıyı yönetimi gibi alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Campell, 2008).

Uzaktan algılama teknolojisinin gelişimini Fischer (1975), Simonett (1983) ve Stone (1974) detaylı olarak ele almışlardır. Fotoğraf tekniğinin gelişmesi ile birlikte balonlardan fotoğraf çekimleri ile başlayan teknolojik gelişim bugün itibari ile hayli yol almıştır. Uçaklara monte edilen hava fotoğrafı platformları uzaktan algılama tekniğinin gelişimi için önemli bir köşe taşı olmuştur. I. ve II. Dünya Savaşları sırasında keşif uçaklarına monte edilen algılayıcılar sayesinde hava fotoğrafçılığı ve fotogrametri uygulamaları gelişme kaydetmiştir. Meteoroloji ve klimatolojik gözlem amaçlı TIROS-I uydusunun 1960 yılında yörüngesine oturtulmasıyla uzaktan algılama açısından yeni bir çağ başlamıştır. 1972 yılında uzaya fırlatılan Landsat 1 uydusu yeryüzü ile ilgili sürekli ve sistematik veri sağlamıştır (Campell, 2008). Bu gelişmelerden sonra uzaktan algılama ile yapılan çalışmalar hız kazanmış ve ABD, Hindistan, Rusya, Japonya, İsrail, ve birçok Avrupa ülkesi doğal kaynakları izlemek amacı ile uzaya kendi uydularını yerleştirmiştir. 1950'li yıllarda bitki örtüsünü izlemek için kullanılan kızılötesi fotoğrafların yanında, Side-Looking Airbone Radar ve Synthetic Aperture Radar sistemleri başarılı uygulamalar olarak ortaya çıkmıştır.

1960'lı yıllardan itibaren algılayıcı sistemler çeşitlenmiş olup (linescanner, pushbroom ve yansıma duyarlılığı fazla olan dedektörler) elde edilen veriler ticari ve sivil uygulamalarda kullanılmaya başlanmıştır (Hilker, 2014).

Uzaktan algılama ile izleme tekniğinin asıl gelişimi, ikinci dünya savaşının son bulmasıyla birlikte ülkeler arası şeffaflık ilkesinin benimsenmesi, daha açık politik kurumlarının oluşması ve küresel ölçekte bilgi ve iletişim teknolojilerinin yaygınlaşması ile yaşanmıştır. Uydular aracılığı ile veri toplama ve işleme daha önce hükümetlerin kontrolü altındayken 1990'lı yıllardan itibaren bu durum değişmeye başlamıştır. 1990'lı yılların başında Yeni Rusya Federasyonu'nun askeri amaçla elde

ettiği uydu görüntülerini kişi ve kurumlara satma isteği, Amerika Birleşik Devletleri (ABD) Parlamentosu'nun da özel şirketlerin kendi verilerini toplayarak işlemesini sağlayacak yasal düzenlemelerin yapılması konusunda adım atmasına neden olmuştur. Daha sonra uzaktan algılama ile veri toplamak için uydu kullanmak isteyen ABD merkezli şirketlerin Land Remote Sensing Policy Act of 1992 ve Presidential Decision Directive 23 adlı kanunlar ile lisans almaları sağlanmıştır (Baker, 2001).

### 2.1.2 Uzaktan Algılama Tekniklerinin Sınıflandırması

Uzaktan algılama teknikleri kullanılan platforma göre 3 temel başlıkta altında incelenmektedir:

**1. Yer platformları:** Bu platformlar çok ayrıntılı çalışmalarda kullanılmaktadır. Bu platformların veri topladıkları alan oldukça küçüktür. Toplanan verinin mekânsal çözünürlüğü ise oldukça yüksektir (Bkz şekil 2.2) ( nder, 1997).



**şekil 2.2.** Yer Platformunun Görünümü ( nder, 1997).

**2. Hava araçları:** Bu sistemler uçaklara monte edilen sensörlerden oluşan sistemlerdir. Bu sistemlerin veri topladıkları alan oldukça büyüktür (Bkz. Şekil 2.3) (Önder, 1997).



**Şekil 2.3.** Hava Aracının Görünümü (Önder, 1997).

**3. Uydu platformları:** Bu platformlar uzay platformlarına veya uydulara monte edilen sensörlerden oluşmuştur (Bkz. Şekil 2.4) (Önder, 1997).



**Şekil 2.4.** Uzay Platformlarının Görünümü (Önder, 1997).

Kullanılan enerjiye göre uzaktan algılama tekniğini iki temel grupta incelemek mümkündür (Önder, 1997):

**1. Pasif Sistemler:** Bu sistemler uzaktan algılama için güneş enerjisini kullanırlar, enerji üretmemektedirler. Cisimden yansıyan güneş enerjisini kullanırlar

**2. Aktif Sistemler:** Pasif sistemlerin aksine bu sistemler kendi ürettiği enerjiyi cisim üzerine gönderip yansıyan enerjiyi ölçerler.

Pasif algılama ile toplanan verilere örnek vermek gerekirse; ozon miktarı ve konsantrasyonu, bulutluluk, yağış miktarının tespiti, kara ve deniz yüzeyi sıcaklıklarının belirlenmesi, atmosferik sıcaklık ve nem profillerinin tespiti edilmesidir. Aktif algılamaya ise okyanuslarda dalga boyu ölçümü, dalga yüksekliklerinin ölçümü, deniz yüzeyi rüzgâr hızı ve yönünün tespiti örnektir. ERS-1 uyduları aktif algılama yöntemlerini kullanırken, meteorolojik çalışmalar için kullanılan uydular (METEOSAT, GMS, NOAA vs.) pasif algılama yöntemlerini kullanmaktadır (Anonymous, 2002).

### 2.1.3 Uzaktan Algılamada Kullanılan Verilerin Özellikleri

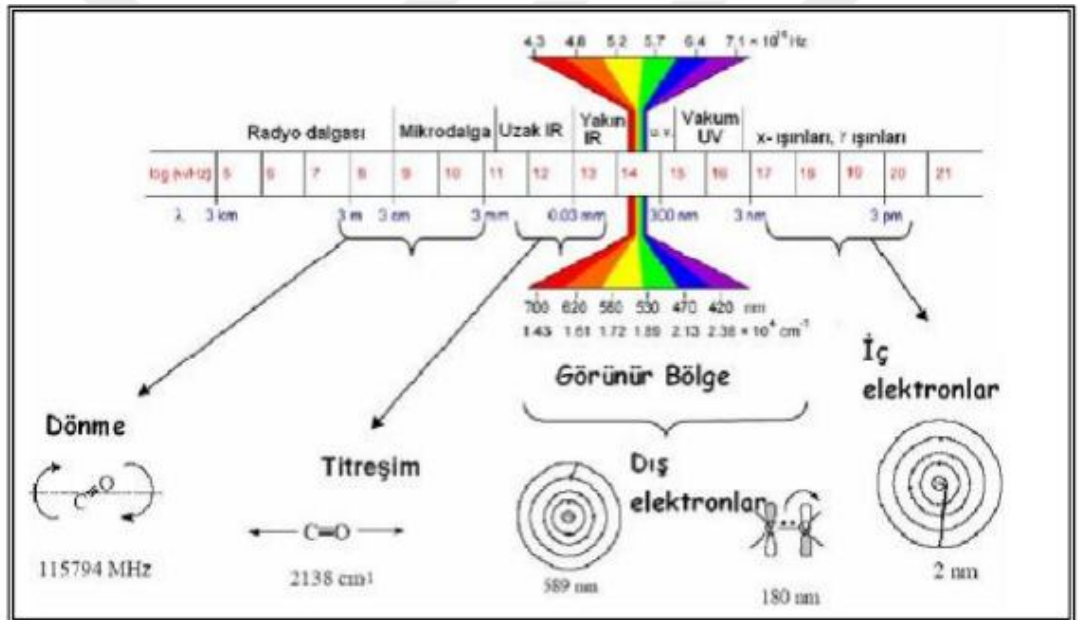
Yeryüzüne çarparak geri yansıyan ışık, çarptığı toprak, su veya vejetasyonun, kimyasal, biyolojik ve fiziksel özellikleri hakkında bilgi sağlar. Yeryüzünden yansıyan elektro manyetik bu ışınlar çeşitli teknikler ile kayıt edilir. Kayıt edilen bu veriler kullanılarak yeryüzü hakkında bilgi üretilir (Meydan, 2008).

Elektromanyetik enerjinin (EMR) izlenmesi uzaktan algılama sisteminin ana bileşenini oluşturmaktadır. Elektromanyetik ışın; yayılma eksenine ve birbirlerine dik açılarda olan aynı fazda yayılan sinüs salınımları şeklinde elektrik ve manyetik alanların varlığı ile tanımlanmaktadır. Elektromanyetik enerji yeryüzü özelliklerine bağlı olarak nesne ile 3 değişik şekilde etkileşebilir (Meydan, 2008):

- a) Yansıma: Nesneye çarpan ışığın yön ve doğrultu değiştirerek geldiği ortama geri dönmesi,
- b) Geçirme: Enerjinin nesne içinde yayılması,
- c) Gelen radyasyonun kısmen veya tamamen nesne tarafından tutularak ısı gibi diğer enerji şekillerine dönüşmesi.

Elektromanyetik enerji spektrumu,  $10^{-10}$   $\mu\text{m}$  dalga boyu ile  $10^{10}$   $\mu\text{m}$  dalga boyları arasındaki sürekli bir enerji ortamıdır. Uzaktan algılama da, özellikle 0.3-15  $\mu\text{m}$  arasındaki optik dalga boyları ve 1-1000 mm arasındaki mikrodalga bölgeleri ile ilgilenilmektedir. Optik bölgenin 0.38-3  $\mu\text{m}$  arasındaki bölgesi yansıtıcı bölge olarak

adlandırılmaktadır. Bu dalga boylarında algılanan enerji öncelikle yeryüzündeki cisimlerden yansıyan ışınlardır (Maktav ve Sunar, 1991). Spektrumun yansıtıcı bölgesi, yansıtıcı kızıl ötesi dalga boyları ve görünür dalga boyları olarak ikiye ayrılmıştır. İnsan gözü, yaklaşık 0.38 ile 0.72  $\mu\text{m}$  dalga boyları arasındaki ışınımaya duyarlı olduğundan bu dalga boylarına görünür dalga boyları adı verilmiştir. 0.72 ile 3.0  $\mu\text{m}$  arasındaki bölgeye ise spektrumun yansıtıcı kızılötesi bölgesi adı verilmiştir. Yansıtıcı kızılötesi bölge de kendi içinde yakın (0.72- 1.3  $\mu\text{m}$ ) ve orta (1.3-3.0  $\mu\text{m}$ ) kızıl ötesi olmak üzere iki alt bölgeye ayrılmıştır. 3.0 ile 7.0  $\mu\text{m}$  ye arasında kalan bölge için herhangi bir adlandırma yapılmamıştır. 7.0-15.0  $\mu\text{m}$  arasındaki dalga boylarındaki elektromanyetik enerji, spektrumun uzak kızıl ötesi bölgesi olarak adlandırılmıştır (Bkz. Şekil 2.5) (Anonymous, 2002).



**Şekil 2.5.** Elektromanyetik Spektrumda Bölgeler (Anonymous, 2002).

Yer, zaman, yansıma ve radyometrik özellikler uzaktan algılama verisini oluşturan temel bileşenlerdir. Yer, zaman, yansıma ve radyometrik bileşenler bir görüntüde “çözünürlük” olarak adlandırılmaktadır. Genel olarak çözünürlük piksel sayısını veya görüntüdeki bir pikselin yeryüzündeki karşılığını ifade etmek için kullanılmaktadır. Uzaktan algılamada 4 farklı çözünürlük tipi bulunmaktadır. Bunlar;

(1) tayfsal çözünürlük, (2) yersel çözünürlük, (3) radyometrik çözünürlük ve (4) zamansal çözünürlüktür (Anonymous, 2002).

Uzaktan algılama ile görüntülenen en küçük birim alanının büyüklüğü yersel çözünürlük olarak tanımlanmaktadır. Pasif bir algılayıcının yersel çözünürlüğü, IFOV'a (Instantaneous Field of View) bağlı olarak değişmektedir. Bir detektör tarafından görüntüleme açısı IFOV olarak isimlendirilmektedir. Görüntülenen alanın büyüklüğü; IFOV ile algılayıcının görüntülenecek yere olan uzaklığının çarpımına eşittir. Uzaktan algılama uygulamalarında en fazla ilgi çeken veriler, kullanımı yaygınlaşmaya başlayan ve ağırlıklı olarak ABD tarafından geliştirilen yüksek yer çözünürlüğüne sahip verilerdir. Yüksek yer çözünürlüğü, görüntüdeki piksel boyutlarının gerçek yer düzleminde 10x10 m ve daha azına karşılık gelen şekilde ifade edilmektedir. Piksel çözünürlüğünün yüksekliği yanında, stereo görüntü alabilme özellikleri, haritalamanın ve görüntü rektifikasyonlarının yüksek doğrulukla yapılması ve kullanıcılara sunulan verilerdeki çeşitlilik (DEM, pankromatik çözünürlükteki renkli görüntüler, ortho düzeltme vb.) de oldukça önemlidir (Aplin vd., 1985).

Radyometrik çözünürlük; görüntünün EMR şiddetine karşı hassasiyeti olarak tanımlanmaktadır. Bir uzaktan algılama sisteminin radyometrik çözünürlüğü, enerjideki çok küçük değişimleri belirleyebilme kabiliyetine karşılık gelmektedir. Algılayıcının sinyal/bozulma oranına da bağlı olarak değişmektedir. Maksimum parlaklık sayısı kaydedilen enerjiyi temsil eden bit sayısına bağlı olarak değişmektedir. 8 bitlik bir veride 256 sayısal değer bulunmaktadır. Bit sayısı azaldıkça radyometrik çözünürlük de azalmaktadır (Aplin vd., 1985).

Zamansal çözünürlük ise, algılayıcının herhangi bir bölge için veriyi hangi sıklıkta elde ettiğini tanımlamaktadır. Zamansal çözünürlük olası değişimleri saptamak açısından oldukça önemli bir faktördür. LANDSAT uydusu yeryüzündeki belirli bir bölgenin görüntüsünü her 16 günde, SPOT 26 günde, IKONOS 36 saatte, QUICKBIRD ise 48 saatte bir elde etmektedir (Aplin vd., 1985).

## 2.2 Uzaktan Algılamanın Kullanım Alanları

Uzaktan algılamanın kullanıldığı en önemli uygulama alanlarından birisi arazi örtüsü haritalarının üretilmesidir. Arazi örtüsünde meydana gelen değişimlerin belirlenmesi doğal çevrenin korunması için stratejilerin geliştirilmesi açısından son derece önemlidir (Kavzoğlu ve Çölkesen 2011).

Su kalitesinin belirlenmesi, su kaynaklarının yönetimi, deniz, göl ve akarsulardaki kirliliklerin incelenmesi, buzullarda meydana gelen değişimlerin tespit edilmesi, kıyı çizgisi değişimlerinin incelenmesi, organik ve inorganik atıklar ile sanayi bölgesinden kaynaklanan atıkların çevresel etkilerinin incelenmesi ve kirlilik önleme stratejilerinin geliştirilmesi gibi birçok alanda uzaktan algılama tekniği ile elde edilmiş görüntüler kullanılmaktadır (Kavzoğlu ve Çölkesen 2011).

Risk analizi uzaktan algılama tekniğinin kullanıldığı bir başka alandır. Risk analizi ve planlaması üzerine yapılan araştırmalar incelendiğinde sel, heyelan, deprem, gibi doğal afetlerin tespit, plan ve analizlerinde uzaktan algılama tekniği yaygın olarak kullanılmaktadır. Yüksek çözünürlükte pankromatik görüntüler ile birlikte çok sayıda analize imkân tanıyan çok bantlı görüntüler sayesinde detaylı risk analizleri yapılabilmektedir. Analizlere uygun, doğruluk derecesi yüksek haritalar elde edilen uzaktan algılama verileri ile üretilabilmektedir (Kavzoğlu ve Çölkesen 2011).

Konuma dayalı problemlerin çözümünde uzaktan algılamanın kullanıldığı temel alanlar aşağıda sıralanmıştır (Kavzoğlu ve Çölkesen 2011):

### *Haritacılık;*

- Topografik haritaların üretimi,
- Sayısal arazi modellerinin hazırlanması,
- Yeryüzünde meydana gelen deformasyonların izlenmesi ve tespiti

#### *Tarım;*

- Toprak türünün belirlenmesi,
- Bitki çeşitlerinin ayrımı,
- Bitki gelişiminin izlenmesi,

#### *Çevre ve Hidroloji;*

- Su kalitesinin izlenmesi,
- Sel haritalarının oluşturulması ve izlenmesi,
- Buzullarda meydana gelene değişimin izlenmesi,
- Gemi atıklarının izlenmesi, Arazi örtüsünün haritalanması,
- Akarsu, göl ve denizlerin su kirliliklerinin izlenmesi,
- Kıyı alanlarındaki değişimlerin izlenmesi,
- Arazi kullanımının ve değişiminin tespit edilmesi,
- Kaçak yapılaşmanın tespit edilemesi

#### *Jeoloji;*

- Yapı araştırmaları,
- Fay hatlarının izlenmesi,
- Deprem araştırmaları,
- Volkanik araştırmalar,
- Petrol araştırmaları,
- Kayaç tiplerinin tespiti,

#### *Ormancılık;*

- Orman türlerinin haritalanması,
- Ağaç hastalıklarının incelenmesi,
- Orman yangınlarının ve etkilerinin izlenmesi,

### 2.3 Uzaktan Algılama Tekniği İle Göllerde Yapılan alışmalar

Su kalitesi, suyun fiziksel, kimyasal, biyolojik ve estetik özellikleri ile tanımlanır. Su kalitesini etkileyen bileşenler; bulanıklık, sıcaklık, bakteri, alg, askıdaki maddeler ve çözünmüş katılar, pH, tuzluluk, azot, fosfor gibi besi maddeleri, çözünmüş oksijen ve de organik ve inorganik bileşiklerdir. Ayrıca bu bileşenler izlenebilen bileşik özelliğindedirler. Arazi tabanlı su kalitesi örnekleme, mekânsal ve zamansal sınırlama özelliğine sahiptir. Son yıllarda, su kalitesinin izlenmesi için uydu, havadan ve yere sabitlenmiş farklı platformlardan elde edilen uzaktan algılama teknikleri ile değerlendirme yapılmaktadır (Cüce ve Bakan, 2009).

G l kalite karakteristiği için uydu tabanlı ölçümler, suyun optik özellikleri ile ilişkili karakteristikler olmasalar da uygulanabilir alternatiflerden olabilmektedir. Günümüzdeki uydu teknolojisi, geniş bölge üstündeki g llerin belirli karakteristik özellikleri hakkındaki mekânsal olarak tarafsız bilgileri sağlayabilmektedir. Ayrıca yer tabanlı izlemede güncel, hızlı ve ekonomik şekilde hizmet edebilen öneme sahiptir. Uydu sensörleri ile ölçülen izgesel (spektral) parlaklık, g l n optik özelliklerini bazı su kalite parametreleri ile ilişkilendirilebilir. Bu parametreler; bulanıklık, humik maddeler, askıda katılar, secchi diski derinliği (SD), renk ve klorofil-a konsantrasyonunu içerir. Yapılan bazı çalışmalarda, uydu sistemleri tarafından elde edilen parlaklık verileri ile bunların su kalite değerşkenleri arasında kuvvetli ilişkilerin olduğunu göstermektedir. Ancak g l çalışmalarında uydu verilerinin kullanımına yönelik önceki çabalar kısa dönemli ölçümleri kapsamaktadır (Cüce ve Bakan, 2009).

Uzaktan algılama yöntemi, göllerde su kalite verilerinin (bulanıklık, klorofil-a, çözünmüş organik madde, askıda katı madde, sıcaklık, secchi diski derinliği)  retilmesi ve sucul ortamların trofik durumunun karakterize edilmesi için sayısal verilerin elde edilmesinde başarı ile kullanılmıştır. Araştırma sonuçları göstermiştir ki uydu görüntüleri ile arazi çalışmalarından elde edilen veriler arasında güvenilir ilişkiler kurulabilir. Klorofil-a ve bulanıklık konsantrasyonu su kütlelerinin spektral (tayfsal) duyarlılığını doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle de değerşkenler ile uydu görüntülerinde elde edilen spektral veriler arasında güvenilir bir korelasyon bulunduğu bilinmektedir. Su kalitesi izleme çalışmalarında bantlar kullanılır. Bu bantlar aşağda verilmiştir (Karakaya vd., 2010):

1. **Mavi:** Temiz su tarafından soğurulur ve suda askıda duran materyal tarafından yansıtılır.
2. **Yeşil:** Sudaki Fitoplanktonlar tarafından yüksek oranda yansıtılır.
3. **Kırmızı:** Fitoplankton tarafından fotosentezde kullanıldığı için yüksek oranda soğurulur.
4. **Yakın Kızılötesi:** Fitoplanktonlar tarafından yüksek oranda yansıtılır (Karakaya vd., 2010).

Uzaktan algılama teknikleri ile elde edilen görüntülerde su kalite verilerinin üretilmesi için çok sayıda model (analitik, yarı analitik, ampirik ve yarı ampirik modeller) geliştirilmiştir. Analitik ve yarı analitik modellerde; Ters Modeller ve Biyoptik Modeller bulunmaktadır. Ampirik modelleri ise basit doğrusal regresyon, çoklu doğrusal regresyon, çoklu regresyon ve yapay sinir ağları oluşturmaktadır (Campell, 2008).

Göllerin ve diğer su kaynaklarının izlenmesinde Landsat, Quickbird, ASTER, MODIS, SeaWiFS, IKONOS, MERIS VE NOAA uydularından elde edilen görüntüler yaygın olarak kullanılmaktadır (Campell, 2008).

## 2.4 Diel Oksijen Tekniği ile Göl Metabolizma Bileşenlerinin Tahmini

Bu tez kapsamında göl metabolizması bileşenlerinin hesaplanması ile ilgili herhangi bir çalışma yürütülmemiştir. TÜBİTAK tarafından desteklenen 111Y059 nolu proje kapsamında hesaplanan göl metabolizması bileşenleri bu çalışma kapsamında uydu verileri ile ilişkilendirilmiştir. Bununla birlikte söz konusu teknikle ilgili bilgiler aşağıda sunulmuştur.

Diel oksijen tekniğini son yıllarda göl metabolizması bileşenlerinin tahmininde yoğun bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Söz konusu metot kullanılarak akarsularda, göllerde ve lagünlerde brüt birincil üretim, net ekosistem üretimi ve ekosistem solunumunun tahmin edilebilmektedir (Karakaya, 2011).

Brüt birincil üretim (GPP), net ekosistem üretimi (NEP) ve ekosistem solunumu (R) kavramları literatürde göl metabolizmasını oluşturan bileşenler olarak

adlandırılmaktadır. Diel oksijen tekniği bir su kütlesinde çözülmüş oksijen konsantrasyonundaki değişimi; fotosentetik oksijen üretimi, solunum ve havadan oksijen alışverişinden kaynaklandığını kabul etmektedir (Karakaya, 2011).

Diel oksijen tekniği ile göl metabolizması bileşenlerinin tahmin edilebilmesi için; çözülmüş oksijen konsantrasyonu ( $\text{CO}$ ,  $\text{mg L}^{-1}$ ) ve su sıcaklığı ( $T_w$ ,  $^{\circ}\text{C}$ ), değişkenleri maksimum 15 dakika aralıklarla ölçülmektedir. Ayrıca rüzgâr hızı ( $WS$ ,  $\text{m s}^{-1}$ ) ve solar radyasyon ( $SR$ ,  $\text{W m}^{-2}$ ) gibi destekleyici değişkenlerinde izleme programına dâhil edilmektedir. Ayrıca elde imkânların mevcut olması durumunda çözülmüş organik karbon ( $\text{DOC}$ ,  $\text{mg L}^{-1}$ ), besi maddeleri (azot ve fosfor türleri) ve klorofil-a ölçümlerinin yapılması tavsiye edilmektedir (Karakaya, 2011).

Diel oksijen tekniği diğer metotlarla karşılaştırıldığında (örneğin  $^{14}\text{C}$ ) uygulanması kolay ve ucuzdur. Ayrıca teknik ile brüt birincil üretim, net ekosistem üretimi ve ekosistem solunum değişimleri gün ölçeğinde tahmin edilebilmektedir (Van de Bogert vd., 2007). Hava ile su kütlesi arasındaki oksijen akışının sayısal olarak ifade edilmesinde karşılaşılan zorluklar ile brüt birincil üretim, net ekosistem üretimi ve ekosistem solunum değerlerindeki mekânsal heterojenliğin (düşey ve yatay yönde) nasıl ele alınacağı konuları metotla ilgili en önemli belirsizliklerdir. Bununla birlikte Van de Bogert vd., (2007) mekânsal değişimi ortaya koyabilmek amacıyla bir çalışma yapmıştır (Karakaya, 2011).

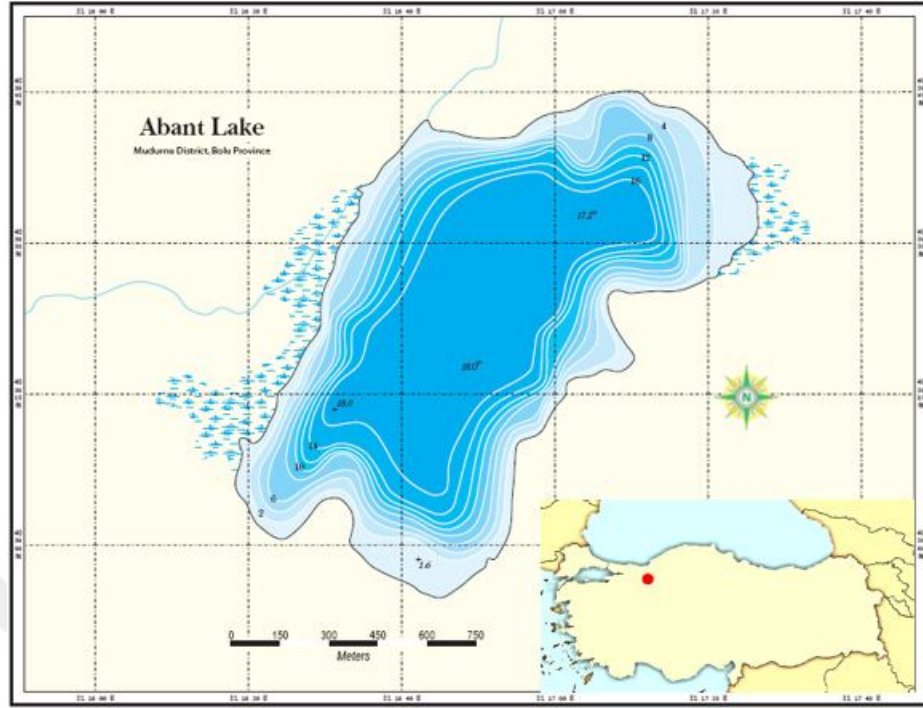
Gece gündüz saatlerindeki ekosistem solunumunun ( $R_{\text{gece}}$  ve  $R_{\text{gündüz}}$ ) eşit olduğu varsayım söz konusu metodun en önemli kabullerinden birisidir. Literatürde bu varsayımı ile hareket edilerek değişim sucul ekosistemler için söz konusu metotla brüt birincil üretim, net ekosistem üretimi ve ekosistem solunumu tahmin edilmiştir (Hanson vd., 2003). Bu kabul nedeniyle  $R_{\text{gündüz}}$  ve buna bağlı olarak brüt birincil üretimi daha düşük tahmin edilmektedir.

### 3. MATERYAL ve METOD

#### 3.1 Çalışma Sahası

Abant Gölü; Batı Karadeniz Bölgesinde, Bolu İl sınırları içinde kuzey 40° 35' 32"-40° 37' 36" enlemleri ile doğu 31° 14' 48"-31° 18' 34" boylamları arasında yer almaktadır (Bkz. Şekil 3.1). Abant Gölü, Abant ve Mudurnu Sıradağları arasında yer alan oval biçimli bir vadi içinde bulunmaktadır. Deniz yüzeyinden yaklaşık 1350 m. olan gölün maksimum derinliği 18 metredir. Göl, kış aylarında donmaktadır. Göl'ü besleyen ana kaynaklar yeraltı suları ve küçük yan derelerdir. Abant Gölü'nü besleyen belli başlı dereler batıda, Beşpoyraz ile doğuda Fındıklı Deresi'dir. Göl'ün tek çıkışı vardır ve kuzeydoğu ucundan Büyüksu Deresi (Abant Deresi) adı ile çıkar ve Filyos Çayı'nın iki ana kolundan biri olan Bolu Suyu'nu oluşturur (Külköylüoğlu vd., 2003).

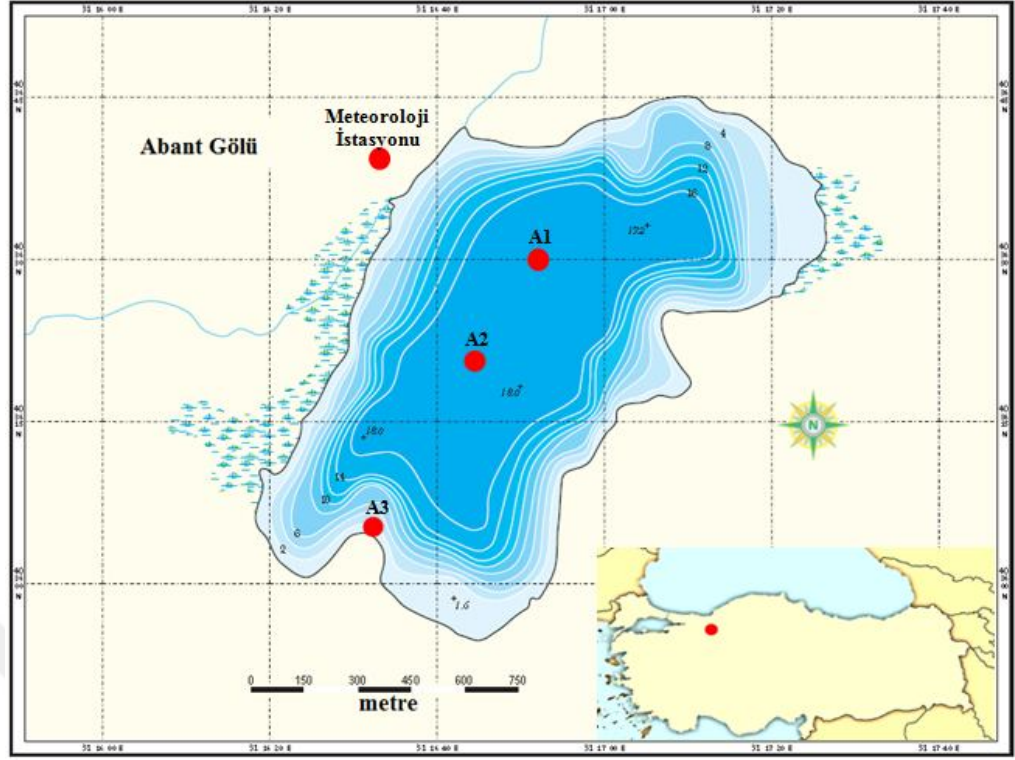
Abant Gölü ulusal öneme sahip sulak alan olarak ilan edilmiştir ve tabiat koruma parkı içinde yer almaktadır. Abant Gölü'nün tektonik oluşumlu bir göl olduğu düşünülmektedir. Kışın yarı-nemli, yazın ise orta derecede su eksikliği bulunan bir iklim tipi bölgede hüküm sürmektedir. Abant Gölü hafif alkali özellikte bir göldür. Yapılan çalışmalar Abant Gölü'nün mezotrofik karakterde bir göl olduğunu göstermektedir. Göl içerisinde; Alabalık (*Salmo trutta abanticus*, Tontonese, 1954), Bıyıklı balık (*Barbus capito*, Güldenstaedt, 1773) ve Tatlısu kefali (*Leuciscus cephalus* Linnaeus, 1758) bulunmaktadır. Abant Gölü için; literatüre *Salma trutta abanticus*, Tortonose olarak geçen alabalık türü endemiktir (Külköylüoğlu vd., 2005).



**Şekil 3.1.** Çalışma Sahasının Konumu (Karakaya, 2011).

### 3.2 Göl Metabolizması Bileşenlerinin Hesabı

111Y059 nolu proje kapsamında Abant Gölü'nde göl metabolizması bileşenlerinin tahmin edilebilmesi için izleme çalışmaları sürdürülmüştür. Söz konusu projede göl metabolizması bileşenlerini diel oksijen tekniği ile tahmin edebilmek için çözülmüş oksijen konsantrasyonu ( $\text{ÇO}$ ,  $\text{mg L}^{-1}$ ), çözülmüş oksijen doygunluk değeri ( $\text{O}_{2\text{doygunluk}}$ , %), pH, elektriksel iletkenlik ( $\text{EC}$ ,  $\mu\text{S cm}^{-1}$ ), klorofil- $a$  ( $\text{Chl-}a$ ,  $\mu\text{g L}^{-1}$ ) ve su sıcaklığı ( $T_w$ ,  $^{\circ}\text{C}$ ) sahaya tesis edilen YSI Marka su kalite izleme sondaları ile yerinde sürekli ölçülmüştür. Metabolizma tahminlerinde kullanılan solar radyasyon ( $\text{SR}$ ,  $\text{W m}^{-2}$ ), rüzgâr hızı ( $\text{WS}$ ,  $\text{m s}^{-1}$ ) ve hava sıcaklığı gibi meteorolojik değişkenlerin izlenmesi için T107 T Marka meteoroloji istasyonu göl kenarına kurulmuştur. İzleme istasyonlarının konumu Şekil 3.2'de verilmiştir (Karakaya, 2011).



Şekil 3.2. İzleme İstasyonlarının Konumu (Karakaya, 2011).

111Y059 nolu proje kapsamında göl metabolizmasını oluşturan bileşenlerin (GPP, NEP ve R) hesaplanması için kullanılan denklem aşağıda verilmiştir (Staehr vd., 2010):

$$\Delta O_2 / \Delta t = GPP - R \pm F \pm A \quad (1)$$

Burada  $\Delta O_2 / \Delta t$  ( $mg \ O_2 \ m^{-3} \ h^{-1}$ ) çözülmüş oksijen konsantrasyonunun zamanla değişimini, GPP ( $mg \ O_2 \ m^{-3} \ h^{-1}$ ) brüt ekosistem üretimini, R ( $mg \ O_2 \ m^{-3} \ h^{-1}$ ) ekosistem solunumunu, F atmosferik oksijen alış verişini ( $mg \ O_2 \ m^{-2} \ h^{-1}$ ) ve A ( $mg \ O_2 \ m^{-3} \ h^{-1}$ ) ise çözülmüş oksijen konsantrasyonunda değişime neden olan diğer prosesleri (örneğin yatay ve düşey yöndeki adveksiyon) içermektedir. F değeri, ölçülen çözülmüş oksijen konsantrasyonu doygunluk değerinin altında ise pozitif, üstünde ise negatif olmaktadır. Bu çalışma kapsamında yapılacak hesaplamalarda A değeri ihmal edilmiştir (Staehr vd., 2010).

F değeri aşağıdaki bağıntı ile hesaplanmıştır (Staehr vd., 2010)

$$F \ (mg \ O_2 \ m^{-2} \ h^{-1}) = k \ (C_{O_2} - C_{O_{2,doygunluk}}) / Z_{mix} \quad (2)$$

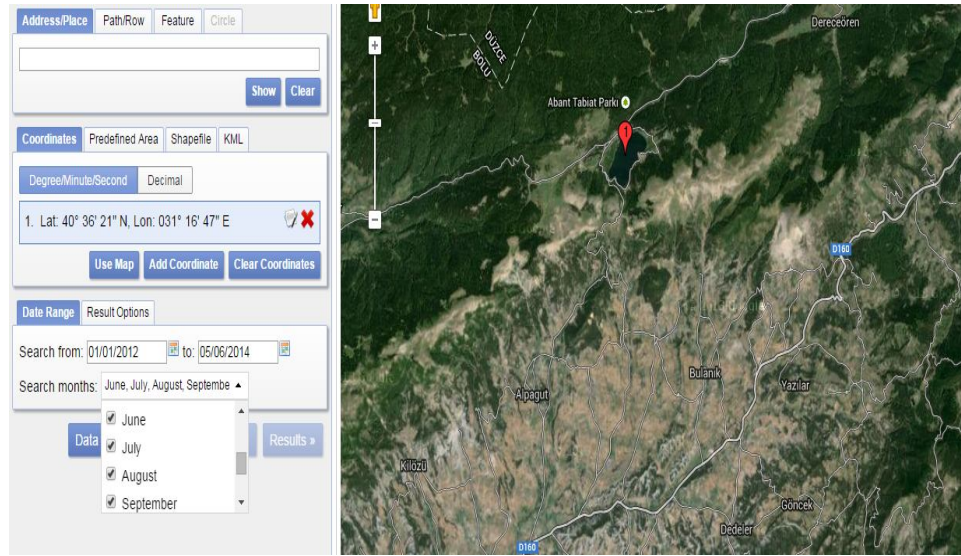
Burada  $\text{CO}_2$  doygunluk ( $\text{mg L}^{-1}$ ) çözülmüş oksijen konsantrasyonunun doygunluk değerini,  $\text{CO}$  ( $\text{mg L}^{-1}$ ) ise çözülmüş oksijen konsantrasyonunu göstermektedir.  $Z_{\text{mix}}$  (m) ise rüzgar nedeniyle su kolonunda meydana gelebilecek olan karışımın derinliğini göstermektedir.  $Z_{\text{mix}}$  değeri her 15 günde bir yapılmış olan sıcaklık profili ölçümleri ile belirlenmiştir. Su sıcaklığının 1 metrede 1 °C düşmeye başladığı derinlik  $Z_{\text{mix}}$  olacaktır (Staehr vd., 2010).  $k$  ( $\text{m h}^{-1}$ ) katsayısı; Schmidt sayısına ( $Sc$ ) ve  $k_{600}$  ( $\text{m h}^{-1}$ ) bağlı olarak hesaplanmıştır.  $Sc$  su sıcaklığına bağlı olarak Wanninkhof (1992) eşitliği ile hesaplanmıştır.  $k_{600}$  ise 10 metre yükseklikteki rüzgar hızına bağlı olarak Cole ve Caraco (1998) tarafından verilen eşitlik ile hesaplanmıştır. 10 metre yüksekliğindeki rüzgar hızı ise meteoroloji istasyonunda ölçülen rüzgar hızına bağlı olarak Smith (1985) tarafından verilen eşitlik ile hesaplanmıştır (Staehr vd., 2010).

Söz konusu çalışmada göl metabolizması bileşenleri iki farklı yol izlenerek hesaplanmıştır: (1) gece ve gündüz saatlerinde ekosistem solunumunun eşit olduğu varsayımı ile hesaplamalar yapılmıştır (bundan sonra  $E$  olarak anılacaktır) (2)  $R_{\text{gece}}$ ;  $T_w$ , klorofil- $a$  ve pH'nın bir fonksiyonu olarak ifade edilmiş ve elde edilen çoklu doğrusal regresyon modeli (MLR) ile gündüz saatlerindeki ekosistem solunumu ( $R_{\text{gündüz}}$ )  $T_w$ , pH ve klorofil- $a$ ' ya bağlı olarak hesaplanmıştır. Gece ve gündüz solunumun eşit olmaması kabulü ile sadece A1 istasyonu için göl metabolizması bileşenleri hesaplanmıştır (Karakaya, 2011).

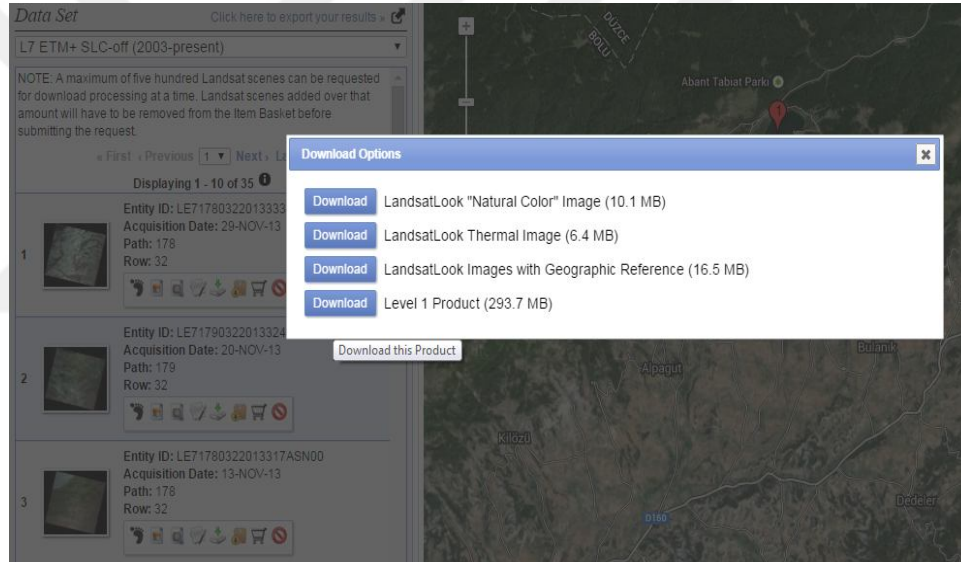
### 3.3 Uydu Verisi ve Görüntü İşleme

Bu çalışmada Landsat 7 ETM<sup>+</sup> uydu verileri kullanılmıştır. Abant Gölü kış aylarında donmaktadır. Bu nedenle 2012, 2013 ve 2014 yılları yaz aylarındaki görüntüler indirilmiş ve işlenmiştir. Görüntü indirme ve işleme adımları aşağıda açıklanmıştır:

**1. Adım:** Abant Göl' ünün uydu görüntüleri Şekil 3.3 ve Şekil 3.4' te görüldüğü gibi U.S. Geological Survey (<http://earthexplorer.usgs.gov/>) internet sitesinden indirilmiştir.

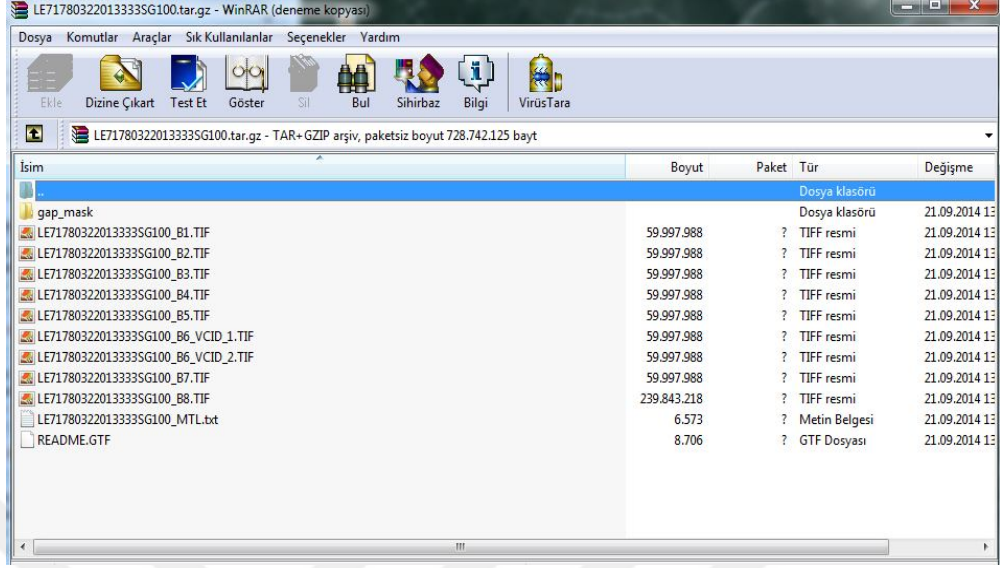


**Şekil 3.3.** Abant Gölü'nün Landsat 7 ETM<sup>+</sup> Görüntüsü



**Şekil 3.4.** 2012, 2013 ve 2014 Yıllarına Ait Uydu Görüntülerinin İndirilmesi (<http://earthexplorer.usgs.gov/>).

**2. Adım:** İndirilen Landsat 7 ETM<sup>+</sup> görüntüleri Şekil 3.5’ te görüldüğü üzere 8 banttan oluşmaktadır.



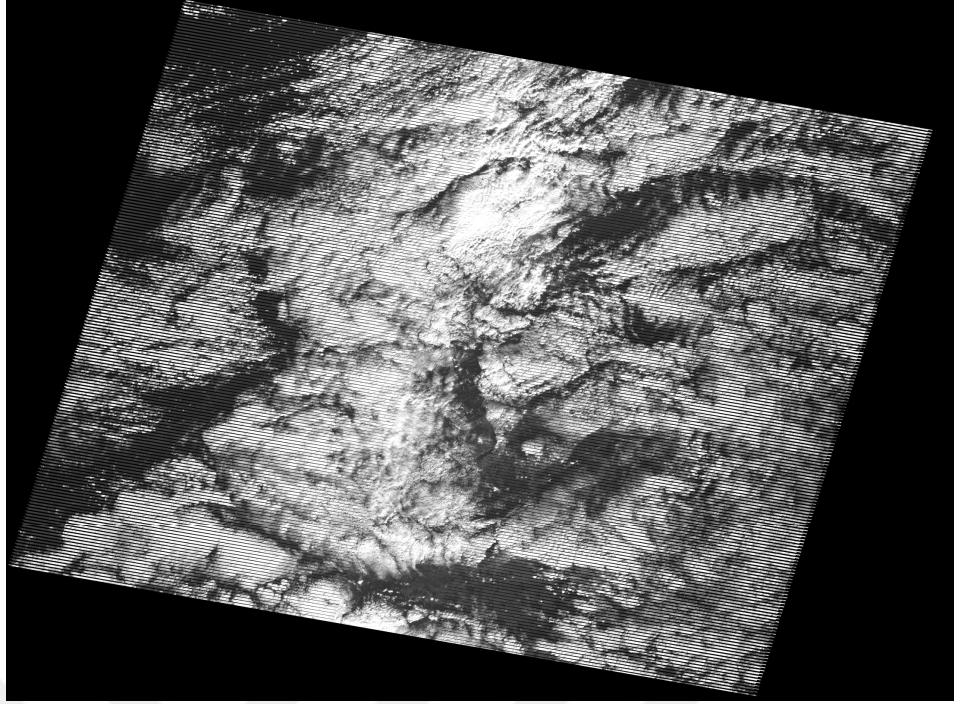
**Şekil 3.5.** İndirilen Landsat 7 ETM<sup>+</sup> Uydu Görüntüsü

Landsat 7 ETM<sup>+</sup> görüntülerindeki 8 band için elde edilen dijital numara (DN) değerleri istatistiksel modellerin geliştirilmesinde kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan Landsat 7 ETM<sup>+</sup>’ın 8 bandına ait özellikler Çizelge 3.1’de verilmiştir.

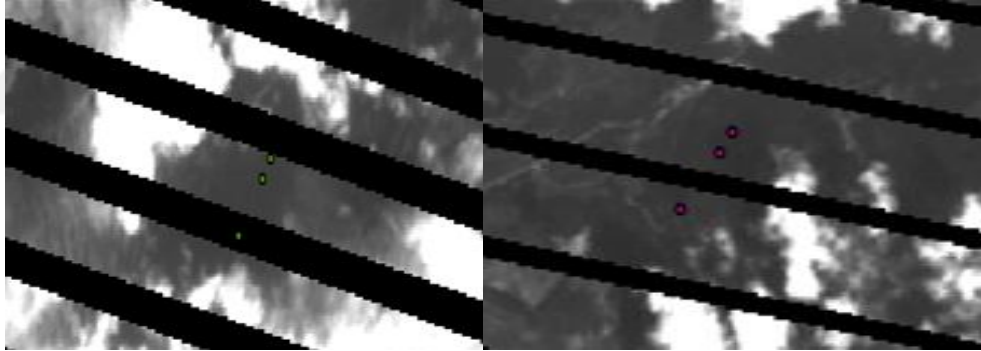
**Çizelge 3.1.** Landsat 7 ETM<sup>+</sup> bandlarının özellikleri (Esat, 2010).

| Band | Özellik                                                   |
|------|-----------------------------------------------------------|
| 1    | 0.45-0.52 $\mu\text{m}$                                   |
| 2    | 0.53-0.61 $\mu\text{m}$                                   |
| 3    | 0.63-0.69 $\mu\text{m}$                                   |
| 4    | 0.75-0.9 $\mu\text{m}$ NIR (Yakın Kızılötesi)             |
| 5    | 1.55-1.75 $\mu\text{m}$ SWIR (Kısa Dalga Boyu Kızılötesi) |
| 6    | 10.4-12.5 $\mu\text{m}$ TIR (Termal Kızılötesi)           |
| 7    | 2.1-2.35 $\mu\text{m}$ SWIR (Kısa Dalga Boyu)             |
| 8    | 0.52-9 $\mu\text{m}$ Pankromatik (Siyah – Beyaz)          |

**3. Adım:** Uydu geçiş zamanı ile arazi ölçüm günlerini örtüştürecek şekilde ve bulutluluktan etkilenmeyen Landsat 7 ETM<sup>+</sup> görüntüleri U.S. Geological Survey (<http://earthexplorer.usgs.gov/>)’ den temin edilmiştir. Şekil 3.6’ da bir örneği verilen bulutlu görüntülerden DN’ler elde edilememiştir. Yine Landsat 7 uydusu meydana gelen bir arıza nedeniyle SLC off modunda çalışmaktadır. Bu nedenle çeşitli tarihlerde DN’ler bazı istasyonlar için elde edilememiştir (Bkz. Şekil 3.7)

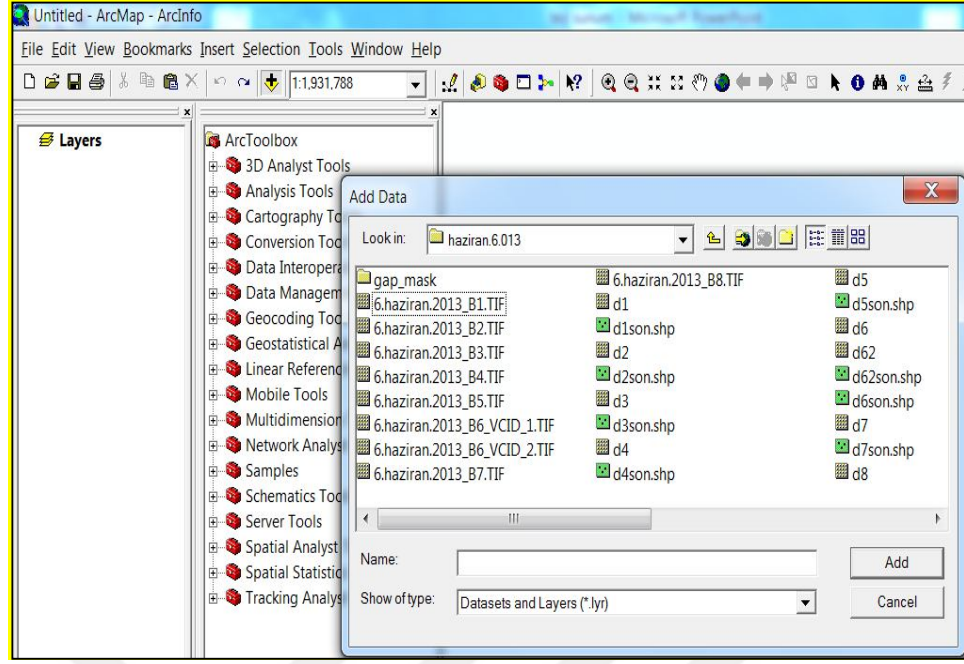


**Şekil 3.6.** Bulutlu Uzaktan Algılama Görüntüsü  
(<http://earthexplorer.usgs.gov/>).



**Şekil 3.7.** Landsat 7 ETM<sup>+</sup> SLC off Modundaki Uydu Görüntüleri  
(<https://earth.google.com/web>).

**4. Adım:** İndirilen görüntülerden ArcGIS 9.2 Mekânsal Analiz Aracı kullanılarak dijital numaralar (DN) elde edilmiştir (Bkz. Şekil 3.8).



**Şekil 3.8.** ArcGIS 9.2 Mekânsal Analiz Aracı Kullanılarak DN’lerin Elde Edilmesi

Göl yüzeyinden su numunelerinin toplanması sırasında GPS’den kaynaklanabilecek muhtemel hataları gidermek için numune alma noktasını çevreleyen 1x1, 3x3 ve 5x5’ lik pencerelerinde elde edilen dijital numaralar istatistik modelleri geliştirmek için kullanılmıştır.

1x1, 3x3 ve 5x5’lik raster penceresi üzerinden (ArcGIS 9.2 mekânsal analizci araçlarından) “noktalara-değerleri-çıkart” (extract-values-to-points) çıkarma fonksiyonunu kullanmak suretiyle Landsat 7 ETM<sup>+</sup> görüntülerinin 8 bandının her birinden ayrı ayrı 1x1, 3x3 ve 5x5 pencerelerde ortanca DN’ler tahmin edilmiştir. Böylece, “Komşu alan istatistiksel toplulaştırmanın” (neighborhood statistical aggregation) blok fonksiyonları kullanılarak, raster verilerinin çözünürlüğü daha kaba hücre büyüklüğüne dönüştürülmüştür. Basitliği sağlamak ve uzaktan algılama temelli doğrusal ve doğrusal olmayan modellerin kullanımını kolaylaştırmak için dijital numara değerleri spektral parlaklık değerlerine dönüştürülmemiştir. Esasında DN’lerin spektral parlaklık değerlerine sistematik bir şekilde dönüştürülmesi bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ampirik ilişkiyi değiştirmeyecektir.

**5. Adım:** Uzaktan algılama verileri ile göl metabolizmaları kullanılarak istatistiksel modeller geliştirilmiştir.

### 3.4 İstatistik Analizler

Tüm istatistiksel analizler Minitab 17 yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Uydu verilerinin bir fonksiyonu olarak göl metabolizması bileşenlerinin tahmini için en iyi uyumlu doğrusal veya doğrusal olmayan regresyon modelleri geliştirilmiştir. Regresyon modellerinin performans istatistikleri olarak düzeltilmiş belirleme katsayısı ( $R^2_{\text{adj}}$ ) ve çapraz validasyon ( $R^2_{\text{pred}}$ ) belirleme katsayısı kullanılmıştır.



## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1 Göl Metabolizması ve Uydu Verileri

111Y059 nolu proje kapsamında Abant Gölü'nde göl metabolizması bileşenleri Bölüm 3.2'de anlatıldığı gibi hesaplanmış ve söz konusu projede elde edilen tüm sonuçlar Çizelge Ek A'da sunulmuştur. Bu çalışma kapsamında Landsat 7 ETM<sup>+</sup> görüntülerinden elde edilen dijital numaralar ile göl metabolizması bileşenlerine ait tanımlayıcı istatistikler Çizelge 4.1'de verilmiştir. Çalışmada kullanılan tüm DN verileri ise Çizelge Ek A'da sunulmuştur. 1, 2 ve 3 nolu istasyonda ortalama brüt birincil üretim, gece ve gündüz solunumun eşit kabul edilmesi ile sırasıyla 9.94 mmol. m<sup>-3</sup>.gün<sup>-1</sup>, 8.84 mmol. m<sup>-3</sup>.gün<sup>-1</sup> ve 15.18 mmol. m<sup>-3</sup>.gün<sup>-1</sup> olarak hesaplanmıştır. Ekosistem solunum değerleri ise 1, 2 ve 3 nolu istasyonda yine aynı metot kullanılarak sırasıyla 9.24 mmol. m<sup>-3</sup>.gün<sup>-1</sup>, 8.95 mmol. m<sup>-3</sup>.gün<sup>-1</sup> ve 12.71 mmol. m<sup>-3</sup>.gün<sup>-1</sup> olarak hesaplanmıştır. 1 nolu istasyonda ise gece ve gündüz solunum eşit kabul edilmemesi durumu ile ortalama brüt birincil üretim ve ekosistem solunumu sırasıyla 27.05 mmol. m<sup>-3</sup>.gün<sup>-1</sup> ve 27.18 mmol. m<sup>-3</sup>.gün<sup>-1</sup> olarak hesaplanmıştır.

**Çizelge 4.1.** Çalışmada kullanılan dijital numara ve göl metabolizması bileşenlerine ait tanımlayıcı istatistikler (2012-2014 yılları arası)

|             | B1 | B2 | B3  | B4 | B5 | B7 | B8  | GPP*  | R*    | NEP*   | Metot** | İstasyon |
|-------------|----|----|-----|----|----|----|-----|-------|-------|--------|---------|----------|
| Veri sayısı | 31 | 31 | 31  | 31 | 31 | 31 | 28  | 31    | 31    | 31     | E       | A1       |
| Maksimum    | 77 | 53 | 41  | 68 | 25 | 19 | 35  | 18.36 | 15.06 | 3.3    | E       | A1       |
| Minimum     | 20 | 13 | 10  | 2  | 5  | 4  | 1   | 4.43  | 1.78  | -4.58  | E       | A1       |
| Ortalama    | -  | -  | -   | -  | -  | -  | -   | 9.94  | 9.24  | 0.7    | E       | A1       |
| Std. Sapma  | -  | -  | -   | -  | -  | -  | -   | 3.62  | 3.47  | 2.03   | E       | A1       |
| Veri sayısı | 38 | 38 | 38  | 38 | 38 | 38 | 38  | 38    | 38    | 38     | E       | A2       |
| Maksimum    | 89 | 71 | 100 | 61 | 61 | 52 | 126 | 19.42 | 17.65 | 3.26   | E       | A2       |
| Minimum     | 19 | 12 | 9   | 4  | 4  | 4  | 1   | 2.24  | 1.59  | -10.21 | E       | A2       |
| Ortalama    | -  | -  | -   | -  | -  | -  | -   | 8.84  | 8.95  | -0.10  | E       | A2       |
| Std. Sapma  | -  | -  | -   | -  | -  | -  | -   | 4.56  | 5.17  | 3.19   | E       | A2       |

\*Birim: mmol. m<sup>-3</sup>.gün<sup>-1</sup>; \*\*E: Gündüz solunumunun eşit kabul edilmesi durumu; EO: Gece ve gündüz solunumunun eşit kabul edilmemesi durumu

**Çizelge 4.1. (Devam)**

|             | B1 | B2 | B3 | B4 | B5 | B7 | B8 | GPP*  | R*    | NEP*  | Metot** | İstasyon |
|-------------|----|----|----|----|----|----|----|-------|-------|-------|---------|----------|
| Veri sayısı | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 | 27    | 27    | 27    | E       | A3       |
| Maksimum    | 76 | 52 | 41 | 33 | 26 | 21 | 30 | 33.78 | 23.23 | 10.55 | E       | A3       |
| Minimum     | 46 | 29 | 21 | 14 | 10 | 10 | 13 | 6.21  | 3.35  | -1.35 | E       | A3       |
| Ortalama    | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | 15.18 | 12.71 | 2.47  | E       | A3       |
| Std. Sapma  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | 8.29  | 7.07  | 3.41  | E       | A3       |
| Veri sayısı | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 21 | 23    | 23    | 23    | EO      | A1       |
| Maksimum    | 77 | 53 | 41 | 68 | 25 | 19 | 35 | 38.27 | 38.82 | 2.64  | EO      | A1       |
| Minimum     | 20 | 13 | 10 | 2  | 5  | 4  | 1  | 12.86 | 11.88 | -5.6  | EO      | A1       |
| Ortalama    | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | 27.05 | 27.18 | -0.13 | EO      | A1       |
| Std. Sapma  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | 10.10 | 10.72 | 1.67  | EO      | A1       |

\*Birim : mmol. m<sup>3</sup>.gün<sup>-1</sup>; \*\*E: Gündüz solunumunun eşit kabul edilmesi durumu; EO: Gece ve gündüz solunumunun eşit kabul edilmemesi durumu

## 4.2 Uzaktan Algılama Verileri ile Yersel Verilerin İlişkilendirilmesi

Göl metabolizması bileşenleri ile uydu verilerinin ilişkilendirilmesi 2 ayrı şekilde yapılmıştır. İlk olarak 1 nolu istasyonda gece ve gündüz solunumu eşit kabul edilmesi ve eşit kabul edilmemesi kabulü ile yapılan göl metabolizması bileşenleri ile uydu verileri ve zaman arasında çoklu doğrusal/doğrusal olmayan istatistiksel modeller tüm pencereler için ayrı ayrı geliştirilmiştir. Gece solunumunun gündüz solunumuna eşit olması (E) ve olmaması (EO) durumu sadece 1 nolu istasyonda ele alınabilmektedir. Bu nedenle bu yaklaşımda sadece 1 nolu istasyon verileri kullanılmıştır. İkinci olarak tüm istasyonlarda elde edilen veriler kullanılarak genel çoklu doğrusal olmayan model elde edilmiştir.

1 nolu istasyon için elde edilen model sonuçları gece ve gündüz solunumunun eşit kabul edilmemesi durumu için (EO) Çizelge 4.2’de, gece ve gündüz solunumunun eşit kabul edilmesi durumu için (E) ise Çizelge 4.3’ de verilmiştir.

**Çizelge 4.2.** Brüt birincil üretim ve ekosistem solunumunun zamana ve dijital numaralara bağlı olarak değişimini açıklayan en uyumlu çoklu doğrusal model sonuçları (gece ve gündüz solunumlarının eşit olmadığı kabulü ile yapılan metabolizma bileşenleri için).

|                                                                       | Açıklayıcı Değişken | Katsayı | SE*     | T      | P*    | VIF*  |
|-----------------------------------------------------------------------|---------------------|---------|---------|--------|-------|-------|
| <b>GPP</b><br>(mmol. m <sup>-3</sup> .gün <sup>-1</sup> )<br>(EO-1x1) | Kesen               | -19.06  | 4.45    | -4.29  | 0.003 | -     |
|                                                                       | B4                  | -0.0987 | 0.0176  | -5.62  | 0.000 | 1.11  |
|                                                                       | DOY*                | 0.2035  | 0.0187  | 10.87  | 0.000 | 1.11  |
| <b>R</b><br>(mmol. m <sup>-3</sup> .gün <sup>-1</sup> )<br>(EO-1x1)   | Kesen               | -21.61  | 5.81    | -3.72  | 0.006 | -     |
|                                                                       | B4                  | -0.0927 | 0.0230  | -4.04  | 0.004 | 1.11  |
|                                                                       | DOY*                | 0.2156  | 0.0245  | 8.81   | 0.000 | 1.11  |
| <b>GPP</b><br>(mmol. m <sup>-3</sup> .gün <sup>-1</sup> )<br>(EO-3x3) | Kesen               | -4547   | 1257    | -3.62  | 0.036 | -     |
|                                                                       | B1                  | 0.0567  | 0.0226  | 2.51   | 0.087 | 1.31  |
|                                                                       | Yıl                 | 2.246   | 0.625   | 3.59   | 0.037 | 1.21  |
|                                                                       | DOY*                | 0.23009 | 0.00973 | 23.65  | 0.000 | 1.22  |
| <b>R</b><br>(mmol. m <sup>-3</sup> .gün <sup>-1</sup> )<br>(EO-3x3)   | Kesen               | 31.95   | 4.66    | 6.86   | 0.002 | -     |
|                                                                       | B5                  | 2.105   | 0.790   | 2.66   | 0.056 | 5.84  |
|                                                                       | B8                  | -1.965  | 0.522   | -3.76  | 0.020 | 5.84  |
| <b>GPP</b><br>(mmol. m <sup>-3</sup> .gün <sup>-1</sup> )<br>(EO-5x5) | Kesen               | 25.400  | 0.539   | 47.09  | 0.014 | -     |
|                                                                       | B4                  | -1.019  | 0.163   | -6.24  | 0.101 | 32.15 |
|                                                                       | B5                  | -4.655  | 0.308   | -15.12 | 0.042 | >40   |
|                                                                       | B7                  | 9.105   | 0.473   | 19.23  | 0.033 | >40   |
|                                                                       | B8                  | -1.2836 | 0.0478  | -26.83 | 0.024 | 6.98  |
| <b>R</b><br>(mmol. m <sup>-3</sup> .gün <sup>-1</sup> )<br>(EO-5x5)   | Kesen               | 26.73   | 1.29    | 20.65  | 0.002 | -     |
|                                                                       | B5                  | -3.625  | 0.755   | -4.80  | 0.041 | >40   |
|                                                                       | B7                  | 6.905   | 0.919   | 7.51   | 0.017 | >40   |
|                                                                       | B8                  | -1.517  | 0.118   | -12.87 | 0.006 | 6.21  |

\*DOY: yılın takvim günü, VIF: varyasyon enflasyon faktörü; SE: standart hata, *p*: önem düzeyi

**Çizelge 4.3.** Brüt birincil üretim ve ekosistem solunumunun zamana ve dijital numaralara bağlı olarak değişimini açıklayan en uyumlu çoklu doğrusal olmayan model sonuçları (gece ve gündüz solunumlarının eşit olduğu kabulü ile yapılan metabolizma bileşenleri için).

|                                                                      | Açıklayıcı Değişken | Katsayı   | SE*      | T         | P*    | VIF*  |
|----------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------|----------|-----------|-------|-------|
| <b>GPP</b><br>(mmol. m <sup>-3</sup> .gün <sup>-1</sup> )<br>(E-1x1) | Kesen               | 25.7466   | 0.0023   | 11428.60  | 0.000 |       |
|                                                                      | B2                  | -1.45080  | 0.00024  | -6126.36  | 0.000 | >40   |
|                                                                      | B2*B2               | 0.056235  | 0.000007 | 8043.06   | 0.000 | >40   |
|                                                                      | B7*B7               | -0.240121 | 0.000022 | -10963.54 | 0.000 | >40   |
|                                                                      | B1*B1*B1*B8         | 0.000002  | 0.000000 | 2193.56   | 0.000 | >40   |
|                                                                      | B2*B2*B3*B7         | -0.000001 | 0.000000 | -308.65   | 0.002 | >40   |
|                                                                      | B2*B2*B8*B8         | -0.000076 | 0.000000 | -6201.73  | 0.000 | >40   |
|                                                                      | B4*B5*B8*B8         | 0.000020  | 0.000000 | 6585.42   | 0.000 | 6.78  |
| <b>R</b><br>(mmol. m <sup>-3</sup> .gün <sup>-1</sup> )<br>(E-1x1)   | B7*B7*B8*B8         | 0.000447  | 0.000000 | 4588.57   | 0.000 | >40   |
|                                                                      | Kesen               | 25.1489   | 0.0439   | 573.35    | 0.001 |       |
|                                                                      | B7*B7               | -1.22379  | 0.00345  | -355.09   | 0.002 | >40   |
|                                                                      | B2*B5               | -0.098653 | 0.000463 | -213.11   | 0.003 | >40   |
|                                                                      | B7*B7*B7            | 0.232893  | 0.000617 | 377.75    | 0.002 | >40   |
|                                                                      | B7*B7*B7*B7         | -0.016547 | 0.000047 | -352.29   | 0.002 | >40   |
|                                                                      | B1*B3*B3*B4         | 0.000005  | 0.000000 | 30.99     | 0.021 | >40   |
|                                                                      | B2*B2*B4*B8         | -0.000008 | 0.000000 | -24.66    | 0.026 | >40   |
| <b>GPP</b><br>(mmol. m <sup>-3</sup> .gün <sup>-1</sup> )<br>(E-3x3) | B2*B5*B7*B7         | 0.002592  | 0.000011 | 245.37    | 0.003 | >40   |
|                                                                      | B3*B3*B5*B8         | -0.000216 | 0.000001 | -155.94   | 0.004 | >40   |
|                                                                      | Kesen               | -80.03    | 4.11     | -19.48    | 0.033 |       |
|                                                                      | B5                  | 13.904    | 0.611    | 22.76     | 0.028 | >40   |
|                                                                      | B7                  | -6.313    | 0.674    | -9.37     | 0.068 | >40   |
|                                                                      | DOY                 | 0.6822    | 0.0359   | 19.02     | 0.033 | >40   |
|                                                                      | B7*B7               | -0.0532   | 0.0204   | -2.60     | 0.233 | >40   |
|                                                                      | DOY*DOY             | -0.001411 | 0.000073 | -19.23    | 0.033 | >40   |
| <b>R</b><br>(mmol. m <sup>-3</sup> .gün <sup>-1</sup> )<br>(E-3x3)   | B5*DOY              | -0.07008  | 0.00397  | -17.66    | 0.036 | >40   |
|                                                                      | B7*DOY              | 0.02950   | 0.00332  | 8.88      | 0.071 | >40   |
|                                                                      | B5*DOY*DOY          | 0.000095  | 0.000008 | 11.47     | 0.055 | >40   |
|                                                                      | B7*B7*DOY           | -0.000905 | 0.000124 | -7.32     | 0.086 | >40   |
|                                                                      | Kesen               | 0.39      | 5.70     | 0.07      | 0.947 |       |
|                                                                      | B2*B7*DOY*DOY       | -0.000001 | 0.000000 | -2.54     | 0.035 | >40   |
|                                                                      | B3*DOY*Yıl*Yıl      | 0.000000  | 0.000000 | 2.20      | 0.059 | >40   |
|                                                                      | Kesen               | 142.928   | 0.177    | 808.52    | 0.001 |       |
| <b>GPP</b><br>(mmol. m <sup>-3</sup> .gün <sup>-1</sup> )<br>(E-5x5) | B7                  | -1.87002  | 0.00131  | -1430.06  | 0.000 | >40   |
|                                                                      | DOY                 | -1.20068  | 0.00248  | -484.37   | 0.001 | >40   |
|                                                                      | DOY*DOY             | 0.003990  | 0.000011 | 360.38    | 0.002 | >40   |
|                                                                      | DOY*DOY*DOY         | -0.000005 | 0.000000 | -285.26   | 0.002 | >40   |
|                                                                      | B7*B7*B7*B7         | -0.000097 | 0.000000 | -609.12   | 0.001 | >40   |
|                                                                      | B1*DOY*DOY*DOY      | 0.000000  | 0.000000 | 62.33     | 0.010 | 22.56 |
|                                                                      | B4*B8*B8*B8         | 0.000013  | 0.000000 | 830.72    | 0.001 | 30.00 |
|                                                                      | B8*B8*DOY*DOY       | 0.000000  | 0.000000 | 745.89    | 0.001 | >40   |
| <b>R</b><br>(mmol. m <sup>-3</sup> .gün <sup>-1</sup> )<br>(E-5x5)   | Kesen               | 612.138   | 0.334    | 1833.24   | 0.000 |       |
|                                                                      | B3                  | -8.09635  | 0.00580  | -1395.59  | 0.000 | >40   |
|                                                                      | DOY                 | -4.23688  | 0.00287  | -1476.77  | 0.000 | >40   |
|                                                                      | DOY*DOY             | 0.009334  | 0.000012 | 764.47    | 0.001 | >40   |
|                                                                      | DOY*DOY*DOY         | -0.000007 | 0.000000 | -361.82   | 0.002 | >40   |
|                                                                      | B3*DOY*DOY          | 0.000208  | 0.000000 | 1638.45   | 0.000 | >40   |
|                                                                      | B1*B1*B3*B4         | 0.000001  | 0.000000 | 810.24    | 0.001 | 7.20  |
|                                                                      | B1*DOY*DOY*DOY      | -0.000000 | 0.000000 | -1888.16  | 0.000 | >40   |
|                                                                      | B2*B2*B3*B5         | 0.000003  | 0.000000 | 235.93    | 0.003 | >40   |

\*DOY: yılın takvim günü, VIF: varyasyon enflasyon faktörü; SE: standart hata, p: önem düzeyi

Gece ve gündüz solunumlarının eşit olması (E) ve olmaması (EO) durumunda geliştirilen modellerin düzeltilmiş belirleme katsayıları ve çapraz validasyon katsayıları Çizelge4.4’de verilmiştir. EO kabulünde brüt birincil üretim için 3x3 ve ekosistem solunumu için 5x5 pencerelerinden elde edilen dijital numaralar ile kurulan

modeller, çapraz validasyon belirleme katsayıları esas alındığında en iyi sonucu vermiştir (Bkz. Çizelge 4.4). Gece ve gündüz solunumun eşit kabulünde ise hem brüt birincil üretim hem de ekosistem solunumu için 1x1 ve 5x5 pencerelerinden elde edilen dijital numaralar ile kurulan modeller çapraz validasyon belirleme katsayıları esas alındığında en iyi sonucu vermiştir. Gece ve gündüz solunumun eşit kabul edildiği ve eşit kabul edilmediği durumları karşılaştırıldığında brüt birincil üretim ve ekosistem solunumu için elde edilen çapraz validasyon belirleme katsayıları gece ve gündüz solunumun eşit kabul edildiği durumu için daha iyi sonuç vermiştir (Bkz. Çizelge 4.5).

**Çizelge 4.4.** 1 nolu istasyon için geliştirilen modellerin dzeltişmiş belirleme katsayıları ve çapraz validasyon belirleme katsayıları (gece ve gündüz solunumlarının eşit olması E, eşit olmaması EO ile gösterilmiştir).

|                                                             | $R^2_{adj} (\%)^*$ | $R^2_{pred} (\%)$ |
|-------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------|
| GPP (mmol. m <sup>-3</sup> .gün <sup>-1</sup> )<br>(EO-1x1) | 92.40              | 87.26             |
| GPP (mmol. m <sup>-3</sup> .gün <sup>-1</sup> )<br>(EO-3x3) | 99.15              | *                 |
| GPP (mmol. m <sup>-3</sup> .gn <sup>-1</sup> )<br>(EO-5x5) | 99.79              | 88.60             |
| R (mmol. m <sup>-3</sup> .gn <sup>-1</sup> )<br>(EO-1x1)   | 88.55              | 85.01             |
| R (mmol. m <sup>-3</sup> .gn <sup>-1</sup> )<br>(EO-3x3)   | 72.19              | 60.92             |
| R (mmol. m <sup>-3</sup> .gn <sup>-1</sup> )<br>(EO-5x5)   | 98.65              | 91.88             |
| GPP (mmol. m <sup>-3</sup> .gn <sup>-1</sup> )<br>(E-1x1)  | 100.00             | 100.00            |
| GPP (mmol. m <sup>-3</sup> .gn <sup>-1</sup> )<br>(E-3x3)  | 99.91              | 80.87             |
| GPP (mmol. m <sup>-3</sup> .gn <sup>-1</sup> )<br>(E-5x5)  | 100.00             | 100.00            |
| R (mmol. m <sup>-3</sup> .gn <sup>-1</sup> )<br>(E-1x1)    | 100.00             | 99.92             |
| R (mmol. m <sup>-3</sup> .gün <sup>-1</sup> )<br>(E-3x3)    | 47.24              | 22.26             |
| R (mmol. m <sup>-3</sup> .gün <sup>-1</sup> )<br>(E-5x5)    | 100.00             | 99.92             |

$R^2_{adj}$ : dzeltişmiş belirleme katsayısı;  $R^2_{pred}$ : Çapraz validasyon belirleme katsayısı

Gece ve gündüz solunumunun eşit kabul edilmesi durumu için (E) tüm istasyonlarda elde edilen verilerin kullanılması ile elde edilen model sonuçları, izelge4.5’ de verilmiştir. Geliştirilen modellerin dzeltişmiş belirleme katsayıları ve çapraz validasyon katsayıları ise izelge 4.6’ da verilmiştir.

**Çizelge 4.5.** Brüt birincil üretim ve ekosistem solunumunun zamana, mekana ve dijital numaralara bağlı olarak değişimini açıklayan en uyumlu çoklu doğrusal olmayan model sonuçları (gece ve gündüz solunumlarının eşit olduğu kabulü ile tüm istasyonlardaki veriler kullanılmıştır).

|                                                                      | Açıklayıcı Değişken | Katsayı   | SE*      | T     | P*    | VIF*  |
|----------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------|----------|-------|-------|-------|
| <b>GPP</b><br>(mmol. m <sup>-3</sup> .gün <sup>-1</sup> )<br>(E-1x1) | Yıl*Yıl*Yıl*Yıl*Yıl | 0.000001  | 0.000001 | 3.07  | 0.005 | 11.90 |
|                                                                      | B1*Yıl*Yıl*Yıl*Yıl  | -0.000001 | 0.000001 | -2.91 | 0.007 | >40   |
|                                                                      | B1*Yıl*Yıl*Lat*Lon  | 0.000001  | 0.000001 | 2.93  | 0.007 | >40   |
|                                                                      | B1*Lon*Lon*Lon*Lon  | -0.00313  | 0.00106  | -2.95 | 0.007 | >40   |
|                                                                      | B3*DOY*DOY*DOY*DOY  | -0.000001 | 0.000001 | -2.95 | 0.007 | 2.32  |
| <b>R</b><br>(mmol. m <sup>-3</sup> .gün <sup>-1</sup> )<br>(E-1x1)   | Yıl*Yıl*Yıl*Yıl*Yıl | 0.000001  | 0.000001 | 8.40  | 0.000 | 1.53  |
|                                                                      | B3*B3*B3*B3*Yıl     | 0.000003  | 0.000001 | 3.52  | 0.001 | >40   |
|                                                                      | B3*B3*B3*B3*Lon     | -0.000164 | 0.000047 | -3.52 | 0.001 | >40   |
| <b>GPP</b><br>(mmol. m <sup>-3</sup> .gün <sup>-1</sup> )<br>(E-3x3) | Kesen               | 12.09     | 1.68     | 7.20  | 0.000 | -     |
|                                                                      | B1*B3*B3*B3         | 0.01878   | 0.00421  | 4.46  | 0.000 | >40   |
|                                                                      | B1*B3*B3*B3*Lon     | -0.000600 | 0.000135 | -4.46 | 0.000 | >40   |
|                                                                      | B1*DOY*DOY*DOY*DOY  | -0.000001 | 0.000001 | -2.08 | 0.047 | 27.65 |
|                                                                      | B2*DOY*DOY*DOY*Yıl  | 0.000001  | 0.000001 | 1.54  | 0.136 | 31.41 |
| <b>R</b><br>(mmol. m <sup>-3</sup> .gün <sup>-1</sup> )<br>(E-3x3)   | Kesen               | 8.711     | 0.986    | 8.83  | 0.000 | -     |
|                                                                      | B3*B3*B3*B3*Yıl     | 0.000003  | 0.000001 | 3.57  | 0.001 | >40   |
|                                                                      | B3*B3*B3*B3*Lon     | -0.000162 | 0.000045 | -3.57 | 0.001 | >40   |
| <b>GPP</b><br>(mmol. m <sup>-3</sup> .gün <sup>-1</sup> )<br>(E-5x5) | Kesen               | -97897    | 63846    | -1.53 | 0.138 | -     |
|                                                                      | B1                  | 2259      | 1006     | 2.25  | 0.034 | >40   |
|                                                                      | DOY                 | -0.0523   | 0.0234   | -2.24 | 0.035 | 1.71  |
|                                                                      | Lon                 | 3130      | 2041     | 1.53  | 0.138 | 25.58 |
|                                                                      | B1*Lon              | -72.2     | 32.2     | -2.25 | 0.034 | >40   |
|                                                                      | B1*B3*Lon*Lon       | -0.000002 | 0.000001 | -1.57 | 0.128 | 2.87  |
|                                                                      | Kesen               | 16.43     | 4.33     | 3.80  | 0.001 | -     |
| <b>R</b><br>(mmol. m <sup>-3</sup> .gün <sup>-1</sup> )<br>(E-5x5)   | DOY                 | -0.0323   | 0.0174   | -1.86 | 0.074 | 1.09  |
|                                                                      | B3*B3*B3            | 0.547     | 0.350    | 1.56  | 0.130 | >40   |
|                                                                      | B3*B3*B3*Yıl        | 0.000057  | 0.000033 | 1.76  | 0.090 | >40   |
|                                                                      | B3*B3*B3*Lon        | -0.0212   | 0.0102   | -2.07 | 0.049 | >40   |
|                                                                      | Kesen               | 16.43     | 4.33     | 3.80  | 0.001 | -     |

\*DOY: yılın takvim günü; Lon: boylam; Lat: enlem; VIF: varyasyon enflasyon faktörü; SE: standart hata, p: önem düzeyi

**Çizelge 4.6.** Tüm istasyonlardan elde edilen verilerle geliştirilen modellerin düzeltilmiş belirleme katsayıları ve çapraz validasyon belirleme katsayıları.

|                                                               | $R^2_{adj}$ (%)* | $R^2_{pred}$ (%) |
|---------------------------------------------------------------|------------------|------------------|
| <b>GPP (mmol. m<sup>-3</sup>.gün<sup>-1</sup>)</b><br>(E-1x1) | 83.89            | 79.29%           |
| <b>GPP (mmol. m<sup>-3</sup>.gün<sup>-1</sup>)</b><br>(E-3x3) | 45.49%           | 24.72%           |
| <b>GPP (mmol. m<sup>-3</sup>.gün<sup>-1</sup>)</b><br>(E-5x5) | 39.44%           | 12.26%           |
| <b>R (mmol. m<sup>-3</sup>.gün<sup>-1</sup>)</b><br>(E-1x1)   | 83.45            | 83.07%           |
| <b>R (mmol. m<sup>-3</sup>.gün<sup>-1</sup>)</b><br>(E-3x3)   | 31.67            | 27.91%           |
| <b>R (mmol. m<sup>-3</sup>.gün<sup>-1</sup>)</b><br>(E-5x5)   | 34.71            | 19.85%           |

$R^2_{adj}$ : düzeltilmiş belirleme katsayısı;  $R^2_{pred}$ : çapraz validasyon belirleme katsayısı

Çapraz validasyon belirleme katsayıları esas alındığında en iyi sonucu brüt birincil üretim ve ekosistem solunumu için 1x1 penceresinden elde edilen dijital numaralar ile kurulan modeller vermiştir (Bkz. Çizelge 4.6). 1x1 penceresinde GPP

için elde edilen  $R^2_{\text{pred}}$  % 79.29 olurken  $R^2_{\text{adj}}$  için bu değer % 83.89 olmuştur. ). 1x1 penceresinde R için elde edilen  $R^2_{\text{pred}}$  % 83.07 olurken  $R^2_{\text{adj}}$  için bu değer % 83.45 olmuştur.



## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Göller, insanın yaşam kalitesi, refahı ve ekonomik istikrarına katkıda bulunan stratejik doğal kaynaklardır. Göl su kalitesinin korunması, izlenmesi ve sürdürülebilir yönetimi, hem yerel hem de karar alıcılar için öncelikli çözülmesi gerekli sorunlar arasında bulunmaktadır. Su kaynaklarının korunabilmesi için öncelikle mevcut kalitelerinin belirlenmesini gerektirmektedir. Bir su kaynağı dışarıdan gelecek her türlü baskıya (atıksu deşarjı, zirai ilaç girdileri vb.) göl metabolizma bileşenlerinde meydana gelen değişimi ile de cevap vermektedir. Bu nedenle göl metabolizması, her türlü baskının en önemli göstergesidir. Su kalitesinin korunması ve kontrolü için alınan önlemlerin etkinlik derecelerinin saptanması için de rutin izleme çalışmalarının yapılması zorunludur. Arazide ölçüm ve izlemenin yüksek maliyeti ve zorluğu, Bolu gibi göllerin çok olduğu bölgelerde uzaktan algılama yöntemleri kullanılarak su kaynaklarına ait dinamik bilgilerin daha yüksek hızda ve maliyet etkinliğinde elde edilmesini gerekli kılmaktadır.

Her ne kadar uzaktan algılama verileri göl çalışmaları için yersel olarak toplanan verilerin yerini alamaz ise de, bu veriler ile değişimin tespiti ve izlenmesi irili ufaklı birçok gölün bulunduğu Bolu gibi bölgelerde hızlı, ucuz ve etkin bir izleme için şarttır. Bu nedenle uzaktan algılama yöntemiyle Abant gölü örneğinde bir kalite göstergesi olarak göl metabolizma bileşenlerinin izlenebileceğinin ortaya çıkartılması önemlidir.

Literatürde, uzaktan algılama yöntemi ile sucul ekosistemlerde *Chl-a* ve diğer su kalite değişkenlerinin tahmin edilmesi konusunda çok sayıda çalışma bulunmasına rağmen göl metabolizma bileşenlerinin (brüt birincil üretim ve ekosistem solunumu) aynı yöntem ile tahmin edilmesine dair herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle bu çalışma her ne kadar tek bir göl örneğinde yapılmış olsa bile literatüre önemli bir katkı sunacaktır.

Bu çalışma kapsamında elde edilen sonuçlar göl metabolizma bileşenlerinin uydulardan elde edilen veriler ile ilişkilendirilebileceğini göstermektedir. 1 nolu istasyon için gece ve gündüz solunumunun eşit veya eşit olmaması durumu model performansları açısından bir fark ortaya çıkarmamıştır. Bununla birlikte 1x1'lik

pencerede gece ve gündüz solunumunun eşit olmaması durumu için geliştirilen model (GPP için) sadece B4'ü içermektedir. Bilindiği üzere B4 yakın kızılötesidir ve fitoplankton tarafından yüksek oranda yansıtılır. Buna karşılık 5x5'lik pencerede B4'ün yanında B5, B7 ve B8 bantları da modelde yer almaktadır.

Bütün istasyonlardan elde edilen verilerin kullanılması ile geliştirilen model performansı sadece 1 nolu istasyon için geliştirilen model performansından (gece ve gündüz solunumlarının eşit kabul edilmesi durumu için) daha düşüktür. Bilindiği üzere 3 nolu istasyon litoral bölgede bulunmaktadır ve bu durumun model performanslarını etkilediği düşünülmektedir. Brüt birincil üretim (GPP) modelinde tüm pencerelerde B1 ve B3 bantları yer almaktadır. Bu bulgular birincil üretimin dolaylı bir göstergesi olan *Chl-a* için yapılan çalışmalardan elde edilen bulgular ile uyumludur (Sass vd., 2007).

Bu çalışmada elde edilen sonuçlarının genelleştirilebilmesi için çok sayıda gölde benzer çalışmaların yürütülmesi yararlı olacaktır. Bu çalışmada Landsat 7 ETM<sup>+</sup> uydusundan elde edilen veriler kullanılmıştır. Uzaktan algılama teknolojilerindeki gelişmeye paralel olarak yersel ve zamansal çözünürlüğü çok yüksek veriler toplamak mümkündür. Bu tip veriler ile söz konusu çalışmanın derinleştirilebilmesi potansiyel araştırma alanlarından birisidir.

## 6. KAYNAKLAR

- Anonymous (2002) "Fish collection database of the American Museum of Natural History", American Museum of Natural History, Central Park West, NY 10024-5192, USA.
- Aplin, AC and Cronan DS (1985) "Ferromanganese oxide deposits from the Central Pacific Ocean", II. Nodules and associated sediments, *Geochim. Cosmochim. Acta*, 49:427-436.
- Baker MS Jr, Charles AW and Van Gent DL (2001) "Age validation of red snapper, *Lutjanus campechanus*, and red drum, *Sciaenops ocellatus*, from the northern Gulf of Mexico using  $^{210}\text{Pb}$  disequilibria in otoliths. p. 63-73. In R. LeRoy Creswell (ed.) *Proc. 52nd Gulf and Caribbean Fisheries Institute*", Key West, November 1999, Florida, Fort Pierce, Florida.
- Campbell JB (2008) "Introduction to Remote Sensing" Fourth Edition, The Guilford Press, New York, USA.
- Cüce H ve Bakan G (2009) "Sürdürülebilir Su Kaynakları Yönetimi Açısından Uzaktan Algılama Ve Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Önemi", [http://www.hkmo.org.tr/resimler/ekler/404a5adbf90e096\\_ek.pdf](http://www.hkmo.org.tr/resimler/ekler/404a5adbf90e096_ek.pdf), 15 Mart 2016.
- Cole JJ and Caraco NF (1998) "Atmospheric Exchange of Carbon Dioxide in a Low-wind Oligotrophic Lake Measured by The Addition of  $\text{SF}_6$ ", *Limnol. Oceanogr.*, 43:647-656.
- Erbay A (2005) "Uydu Görüntüleri Rehber Kitapçığı", Kitapçık, NİK Sistem, İstanbul.
- Esat K (2010) "Uydu Görüntüleri ve Jeolojideki Kullanımına Genel Bir Bakış", Tektonik Araştırma Gurubu, Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara.
- Google Earth, Uydu Görüntüleri, <https://earth.google.com/web>, 2014
- Hanson PC, Bade DL and Carpenter SR (2003) "Lake Metabolism: Relationships with Dissolved Organic Carbon and Phosphorus", *Limnol. Oceanogr.*, 48:1112-1119.
- Hilker T, Hall FG, Coops N, Black AT, Jassal R, Mathys A and Grant N (2014) "Potentials and Limitations for Estimating Daytime Ecosystem Respiration by Combining Tower-Based Remote Sensing and Carbon Flux Measurements", *Remote Sensing of Environment*, 150:44-52, doi:10.1016/j.rse.2014.04.018.
- Karakaya N, Evrendilek F, Karakaş D, Güngör K, Pakdil NB, Aslan G, Gülbeyaz Ö ve Arı A (2010) "Uzaktan Algılama Yöntemiyle Abant Gölünde Su Kalitesinin

İzlenmesi ve Değerlendirilmesi”, AİBÜ-BAP Proje Sonuç Raporu. Proje No: Bap – 2008.09.04.292.

Karakaya N (2011) “Does Different Versus Equal Daytime and Nighttime Respiration Matter for Quantification of Lake Metabolism Using Diel Dissolved Oxygen Cycles?” *Annales de Limnologie-International Journal of Limnology*, 47(3), 251-257.

Kavzaoglu, T ve Çölkesen, İ (2011) “Uzaktan Algılama Teknolojileri ve Uygulama Alanları“ Türkiye’de Sürdürülebilir Arazi Yönetim Çalıştayı, 26-27 Mayıs, Okan Üniversitesi, İstanbul.

Külköylüoğlu O, Kılıç M, Dügel M ve Usta E (2003) “Abant Gölü (Bolu) ve Çevre Sularında Mevsime Bağlı Su Kalitesi Değişimi ve Ostrakoda (Crustacea) Dağılımı” TUBİTAK Proje Raporu, Proje No: YDABAG-101Y030.

Külköylüoğlu O, Obalı O, Dügel M, Kılıç M ve Çelekli A (2005) “Abant Gölü ve Gököy Göleti Arasında Mevsime Bağlı Su Kalite Değişimi ve Alg Potansiyelinin Karşılaştırmalı Analizi”, TUBİTAK Proje Raporu, Proje No: TBAG 103T028.

Maktav D ve Sunar F (1991) “Uzaktan Algılama - Kantitatif Yaklaşım - (Remote Sensing - A Quantitative Approach; Swain / Davis)”, Çeviri Kitap, Hürriyet Ofset, İstanbul.

Meydan S (2008) “Yukarı Seyhan Havzası’nda Uzaktan Algılama Yöntemleri İle Arazi Örtüsünün Sınıflandırılması Ve Bazı Orman Meşcerelerinde Verimliliğin Modellenmesi”, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çukurova.

Önder M (1997) “Uydu Görüntülerinden -Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemine Temel Oluşturacak Nitelikte Topografik Harita Üretimine Yönelik Analiz ve Öneriler”, YTÜ FBE, Doktora Tezi.

Sass GZ, Creed IF, Bayley SE and Devito KJ (2007) “Understanding Variation in Trophic Status of Lakes on The Boreal Plain: A 20 Year Retrospective Using Landsat TM Imagery”, *Remote Sensing of Environment*, 109:127-141.

Sesiören, A (1998) “Uzaktan Algılamada Temel Kavramlar”, 1. Baskı, Birsan Yayınevi, İstanbul.

Staehr PA, Bade D, Van de Bogert MC, Koch GR, Williamson C, Hanson P, Cole JJ and Kratz T (2010) “Lake Metabolism And The Diel Oxygen Technique: State Of The Science”, *Limnol. Oceanogr.-Meth.*, 8: 628–644.

Van De Bogert MC, Carpenter SR, Cole JJ and Pace M L (2007) “Assessing Pelagic and Benthic Metabolism Using Free Water Measurements”, *Limnol. Oceanogr.-Meth.*, 5:145–155.



# **EKLER**

## 7. EKLER

**Çizelge EK A.** Çalışmada kullanılan DN ve göl metabolizması bileşenlerine ait veriler

| DOY | Gün | Ay | Yıl  | B1 | B2 | B3  | B4 | B5 | B7 | B8  | GPP   | R     | NEP    | Pencere | Metot | İstasyon |
|-----|-----|----|------|----|----|-----|----|----|----|-----|-------|-------|--------|---------|-------|----------|
| 171 | 19  | 6  | 2012 | 26 | 16 | 11  | 5  | 5  | 4  | 16  | 10.48 | 9.50  | 0.98   | 1x1     | E     | A1       |
| 189 | 12  | 7  | 2012 | 62 | 40 | 28  | 13 | 13 | 12 | 19  | 10.11 | 9.54  | 0.57   | 1x1     | E     | A1       |
| 210 | 28  | 7  | 2012 | 77 | 53 | 41  | 21 | 20 | 16 | 25  | 4.43  | 1.78  | 2.65   | 1x1     | E     | A1       |
| 267 | 23  | 9  | 2012 | 48 | 30 | 22  | 68 | 11 | 10 | 14  | 9.35  | 8.75  | 0.60   | 1x1     | E     | A1       |
| 274 | 30  | 9  | 2012 | 52 | 32 | 24  | 12 | 12 | 11 | 15  | 6.15  | 5.44  | 0.71   | 1x1     | E     | A1       |
| 290 | 16  | 10 | 2012 | 20 | 13 | 10  | 7  | 5  | 5  | 2   | 10.40 | 10.96 | -0.56  | 1x1     | E     | A1       |
| 157 | 6   | 6  | 2013 | 71 | 43 | 31  | 15 | 13 | 11 | 19  | 18.36 | 15.06 | 3.30   | 1x1     | E     | A1       |
| 241 | 28  | 8  | 2014 | 64 | 42 | 32  | 16 | 16 | 13 | 21  | 7.63  | 12.21 | -4.58  | 1x1     | E     | A1       |
| 257 | 13  | 9  | 2014 | 27 | 17 | 12  | 2  | 5  | 4  | 1   | 13.48 | 11.42 | 2.06   | 1x1     | E     | A1       |
| 296 | 22  | 10 | 2014 | 45 | 29 | 21  | 14 | 10 | 9  | 13  | 8.98  | 7.43  | 1.55   | 1x1     | E     | A1       |
| 162 | 10  | 6  | 2012 | 77 | 53 | 43  | 21 | 23 | 20 | 26  | 19.42 | 17.01 | 2.41   | 1x1     | E     | A2       |
| 171 | 19  | 6  | 2012 | 39 | 24 | 15  | 8  | 6  | 6  | 13  | 8.82  | 8.91  | -0.09  | 1x1     | E     | A2       |
| 178 | 26  | 6  | 2012 | 89 | 64 | 54  | 29 | 31 | 26 | 34  | 4.85  | 1.59  | 3.26   | 1x1     | E     | A2       |
| 189 | 12  | 7  | 2012 | 63 | 41 | 28  | 13 | 13 | 12 | 18  | 11.47 | 11.51 | -0.04  | 1x1     | E     | A2       |
| 251 | 9   | 7  | 2012 | 53 | 43 | 100 | 15 | 11 | 9  | 21  | 2.24  | 1.68  | 0.56   | 1x1     | E     | A2       |
| 267 | 23  | 9  | 2012 | 54 | 33 | 22  | 61 | 11 | 10 | 14  | 9.42  | 9.13  | 0.29   | 1x1     | E     | A2       |
| 274 | 30  | 9  | 2012 | 19 | 12 | 9   | 4  | 4  | 4  | 1   | 6.58  | 5.90  | 0.68   | 1x1     | E     | A2       |
| 283 | 9   | 10 | 2012 | 83 | 71 | 78  | 61 | 61 | 52 | 126 | 4.67  | 6.45  | -1.78  | 1x1     | E     | A2       |
| 157 | 6   | 6  | 2013 | 72 | 42 | 31  | 14 | 12 | 11 | 20  | 16.05 | 15.98 | 0.07   | 1x1     | E     | A2       |
| 180 | 29  | 6  | 2013 | 79 | 55 | 44  | 22 | 20 | 18 | 29  | 7.44  | 17.65 | -10.21 | 1x1     | E     | A2       |
| 241 | 28  | 8  | 2014 | 64 | 43 | 31  | 15 | 15 | 13 | 20  | 8.47  | 7.65  | 0.82   | 1x1     | E     | A2       |
| 257 | 13  | 9  | 2014 | 41 | 26 | 19  | 9  | 7  | 6  | 18  | 9.63  | 8.15  | 1.48   | 1x1     | E     | A2       |
| 296 | 22  | 10 | 2014 | 45 | 29 | 21  | 14 | 10 | 10 | 13  | 6.07  | 4.75  | 1.32   | 1x1     | E     | A2       |
| 274 | 30  | 9  | 2012 | 53 | 35 | 26  | 16 | 15 | 12 | 17  | 18.08 | 19.21 | -1.13  | 1x1     | E     | A3       |
| 283 | 9   | 10 | 2012 | 75 | 49 | 41  | 33 | 26 | 21 | 30  | 13.75 | 15.10 | -1.35  | 1x1     | E     | A3       |
| 290 | 16  | 10 | 2012 | 49 | 33 | 23  | 20 | 14 | 12 | 14  | 6.21  | 5.13  | 1.08   | 1x1     | E     | A3       |
| 299 | 25  | 10 | 2012 | 66 | 41 | 32  | 22 | 13 | 11 | 19  | 7.19  | 5.08  | 2.11   | 1x1     | E     | A3       |
| 157 | 6   | 6  | 2013 | 76 | 49 | 37  | 21 | 20 | 16 | 22  | 11.77 | 7.18  | 4.59   | 1x1     | E     | A3       |
| 180 | 29  | 6  | 2013 | 75 | 52 | 38  | 21 | 16 | 12 | 27  | 33.78 | 23.23 | 10.55  | 1x1     | E     | A3       |
| 241 | 28  | 8  | 2014 | 66 | 47 | 37  | 25 | 25 | 19 | 22  | 18.63 | 18.17 | 0.46   | 1x1     | E     | A3       |
| 257 | 13  | 9  | 2014 | 63 | 41 | 31  | 18 | 17 | 13 | 19  | 20.34 | 17.96 | 2.38   | 1x1     | E     | A3       |
| 296 | 22  | 10 | 2014 | 46 | 29 | 21  | 14 | 10 | 10 | 13  | 6.92  | 3.35  | 3.57   | 1x1     | E     | A3       |
| 171 | 19  | 6  | 2012 | 26 | 16 | 11  | 5  | 5  | 4  | 16  | 12.86 | 11.88 | 0.98   | 1x1     | NE    | A1       |
| 178 | 26  | 6  | 2012 | 58 | 43 | 37  | 22 | 25 | 19 | 35  | 14.95 | 14.39 | 0.56   | 1x1     | NE    | A1       |

**Çizelge EK A. (Devam)**

| DOY | Gün | Ay | Yıl  | B1 | B2 | B3 | B4 | B5 | B7 | B8 | GPP   | R     | NEP    | Pencere | Metot | İstasyon |
|-----|-----|----|------|----|----|----|----|----|----|----|-------|-------|--------|---------|-------|----------|
| 189 | 12  | 7  | 2012 | 62 | 40 | 28 | 13 | 13 | 12 | 19 | 17.38 | 14.74 | 2.64   | 1x1     | NE    | A1       |
| 210 | 28  | 7  | 2012 | 77 | 53 | 41 | 21 | 20 | 16 | 25 | 24.19 | 26.07 | -1.88  | 1x1     | NE    | A1       |
| 267 | 23  | 9  | 2012 | 48 | 30 | 22 | 68 | 11 | 10 | 14 | 30.19 | 29.59 | 0.60   | 1x1     | NE    | A1       |
| 274 | 30  | 9  | 2012 | 52 | 32 | 24 | 12 | 12 | 11 | 15 | 38.18 | 37.47 | 0.71   | 1x1     | NE    | A1       |
| 290 | 16  | 10 | 2012 | 20 | 13 | 10 | 7  | 5  | 5  | 2  | 38.27 | 38.82 | -0.55  | 1x1     | NE    | A1       |
| 257 | 13  | 9  | 2012 | 27 | 17 | 12 | 2  | 5  | 4  | 1  | 36.36 | 37.08 | -0.72  | 1x1     | NE    | A1       |
| 241 | 28  | 8  | 2014 | 64 | 42 | 32 | 16 | 16 | 13 | 21 | 27.38 | 32.98 | -5.60  | 1x1     | NE    | A1       |
| 296 | 22  | 10 | 2014 | 45 | 29 | 21 | 14 | 10 | 9  | 13 | 35.45 | 36.03 | -0.58  | 1x1     | NE    | A1       |
| 171 | 19  | 6  | 2012 | 26 | 16 | 11 | 5  | 5  | 4  | 16 | 10.48 | 9.50  | 0.98   | 3x3     | E     | A1       |
| 178 | 26  | 6  | 2012 | 58 | 43 | 37 | 22 | 25 | 19 | 35 | 10.25 | 9.83  | 0.42   | 3x3     | E     | A1       |
| 189 | 12  | 7  | 2012 | 62 | 40 | 28 | 13 | 13 | 12 | 19 | 10.11 | 9.54  | 0.57   | 3x3     | E     | A1       |
| 210 | 28  | 7  | 2012 | 77 | 53 | 41 | 21 | 20 | 16 | 25 | 4.43  | 1.78  | 2.65   | 3x3     | E     | A1       |
| 267 | 23  | 9  | 2012 | 48 | 30 | 22 | 68 | 11 | 10 | 14 | 9.35  | 8.75  | 0.60   | 3x3     | E     | A1       |
| 274 | 30  | 9  | 2012 | 52 | 32 | 24 | 12 | 12 | 11 | 15 | 6.15  | 5.44  | 0.71   | 3x3     | E     | A1       |
| 290 | 16  | 10 | 2012 | 20 | 13 | 10 | 7  | 5  | 5  | 2  | 10.40 | 10.96 | -0.56  | 3x3     | E     | A1       |
| 157 | 6   | 6  | 2013 | 71 | 43 | 31 | 15 | 13 | 11 | 19 | 18.36 | 15.06 | 3.30   | 3x3     | E     | A1       |
| 241 | 28  | 8  | 2014 | 64 | 42 | 32 | 16 | 16 | 13 | 21 | 7.63  | 12.21 | -4.58  | 3x3     | E     | A1       |
| 257 | 13  | 9  | 2014 | 27 | 17 | 12 | 2  | 5  | 4  | 1  | 13.48 | 11.42 | 2.06   | 3x3     | E     | A1       |
| 296 | 22  | 10 | 2014 | 45 | 29 | 21 | 14 | 10 | 9  | 13 | 8.98  | 7.43  | 1.55   | 3x3     | E     | A1       |
| 162 | 10  | 6  | 2012 | 77 | 53 | 43 | 21 | 23 | 20 | 26 | 19.42 | 17.01 | 2.41   | 3x3     | E     | A2       |
| 171 | 19  | 6  | 2012 | 39 | 24 | 15 | 8  | 6  | 6  | 13 | 8.82  | 8.91  | -0.09  | 3x3     | E     | A2       |
| 178 | 26  | 6  | 2012 | 89 | 64 | 54 | 29 | 31 | 26 | 34 | 4.85  | 1.59  | 3.26   | 3x3     | E     | A2       |
| 189 | 12  | 7  | 2012 | 63 | 41 | 28 | 13 | 13 | 12 | 18 | 11.47 | 11.51 | -0.04  | 3x3     | E     | A2       |
| 251 | 9   | 7  | 2012 | 53 | 43 | 10 | 15 | 11 | 9  | 21 | 2.24  | 1.68  | 0.56   | 3x3     | E     | A2       |
| 267 | 23  | 9  | 2012 | 54 | 33 | 22 | 61 | 11 | 10 | 14 | 9.42  | 9.13  | 0.29   | 3x3     | E     | A2       |
| 274 | 30  | 9  | 2012 | 19 | 12 | 9  | 4  | 4  | 4  | 1  | 6.58  | 5.90  | 0.68   | 3x3     | E     | A2       |
| 283 | 9   | 10 | 2012 | 83 | 71 | 78 | 61 | 61 | 52 | 12 | 4.67  | 6.45  | -1.78  | 3x3     | E     | A2       |
| 157 | 6   | 6  | 2013 | 72 | 42 | 31 | 14 | 12 | 11 | 20 | 16.05 | 15.98 | 0.07   | 3x3     | E     | A2       |
| 180 | 29  | 6  | 2013 | 79 | 55 | 44 | 22 | 20 | 18 | 29 | 7.44  | 17.65 | -10.21 | 3x3     | E     | A2       |
| 241 | 28  | 8  | 2014 | 64 | 43 | 31 | 15 | 15 | 13 | 20 | 8.47  | 7.65  | 0.82   | 3x3     | E     | A2       |
| 257 | 13  | 9  | 2014 | 41 | 26 | 19 | 9  | 7  | 6  | 18 | 9.63  | 8.15  | 1.48   | 3x3     | E     | A2       |
| 296 | 22  | 10 | 2014 | 45 | 29 | 21 | 14 | 10 | 10 | 13 | 6.07  | 4.75  | 1.32   | 3x3     | E     | A2       |
| 274 | 30  | 9  | 2012 | 53 | 35 | 26 | 16 | 15 | 12 | 17 | 18.08 | 19.21 | -1.13  | 3x3     | E     | A3       |
| 283 | 9   | 10 | 2012 | 75 | 49 | 41 | 33 | 26 | 21 | 30 | 13.75 | 15.10 | -1.35  | 3x3     | E     | A3       |
| 290 | 16  | 10 | 2012 | 49 | 33 | 23 | 20 | 14 | 12 | 14 | 6.21  | 5.13  | 1.08   | 3x3     | E     | A3       |
| 299 | 25  | 10 | 2012 | 66 | 41 | 32 | 22 | 13 | 11 | 19 | 7.19  | 5.08  | 2.11   | 3x3     | E     | A3       |
| 157 | 6   | 6  | 2013 | 76 | 49 | 37 | 21 | 20 | 16 | 22 | 11.77 | 7.18  | 4.59   | 3x3     | E     | A3       |
| 180 | 29  | 6  | 2013 | 75 | 52 | 38 | 21 | 16 | 12 | 27 | 33.78 | 23.23 | 10.55  | 3x3     | E     | A3       |
| 241 | 28  | 8  | 2014 | 66 | 47 | 37 | 25 | 25 | 19 | 22 | 18.63 | 18.17 | 0.46   | 3x3     | E     | A3       |
| 257 | 13  | 9  | 2014 | 63 | 41 | 31 | 18 | 17 | 13 | 19 | 20.34 | 17.96 | 2.38   | 3x3     | E     | A3       |
| 296 | 22  | 10 | 2014 | 46 | 29 | 21 | 14 | 10 | 10 | 13 | 6.92  | 3.35  | 3.57   | 3x3     | E     | A3       |

**Çizelge EK A. (Devam)**

| DOY | Gün | Ay | Yıl  | B1 | B2 | B3  | B4 | B5 | B7 | B8  | GPP   | R     | NEP    | Pencere | Metot | İstasyon |
|-----|-----|----|------|----|----|-----|----|----|----|-----|-------|-------|--------|---------|-------|----------|
| 171 | 19  | 6  | 2012 | 26 | 16 | 11  | 5  | 5  | 4  | 16  | 12.86 | 11.88 | 0.98   | 3x3     | NE    | A1       |
| 178 | 26  | 6  | 2012 | 58 | 43 | 37  | 22 | 25 | 19 | 35  | 14.95 | 14.39 | 0.56   | 3x3     | NE    | A1       |
| 189 | 12  | 7  | 2012 | 62 | 40 | 28  | 13 | 13 | 12 | 19  | 17.38 | 14.74 | 2.64   | 3x3     | NE    | A1       |
| 210 | 28  | 7  | 2012 | 77 | 53 | 41  | 21 | 20 | 16 | 25  | 24.19 | 26.07 | -1.88  | 3x3     | NE    | A1       |
| 274 | 30  | 9  | 2012 | 52 | 32 | 24  | 12 | 12 | 11 | 15  | 38.18 | 37.47 | 0.71   | 3x3     | NE    | A1       |
| 290 | 16  | 10 | 2012 | 20 | 13 | 10  | 7  | 5  | 5  | 2   | 38.27 | 38.82 | -0.55  | 3x3     | NE    | A1       |
| 257 | 13  | 9  | 2014 | 27 | 17 | 12  | 2  | 5  | 4  | 1   | 36.36 | 37.08 | -0.72  | 3x3     | NE    | A1       |
| 178 | 26  | 6  | 2012 | 58 | 43 | 37  | 22 | 25 | 19 | 35  | 10.25 | 9.83  | 0.42   | 5x5     | E     | A1       |
| 189 | 12  | 7  | 2012 | 62 | 40 | 28  | 13 | 13 | 12 | 19  | 10.11 | 9.54  | 0.57   | 5x5     | E     | A1       |
| 210 | 28  | 7  | 2012 | 77 | 53 | 41  | 21 | 20 | 16 | 25  | 4.43  | 1.78  | 2.65   | 5x5     | E     | A1       |
| 267 | 23  | 9  | 2012 | 48 | 30 | 22  | 68 | 11 | 10 | 14  | 9.35  | 8.75  | 0.60   | 5x5     | E     | A1       |
| 274 | 30  | 9  | 2012 | 52 | 32 | 24  | 12 | 12 | 11 | 15  | 6.15  | 5.44  | 0.71   | 5x5     | E     | A1       |
| 290 | 16  | 10 | 2012 | 20 | 13 | 10  | 7  | 5  | 5  | 2   | 10.40 | 10.96 | -0.56  | 5x5     | E     | A1       |
| 157 | 6   | 6  | 2013 | 71 | 43 | 31  | 15 | 13 | 11 | 19  | 18.36 | 15.06 | 3.30   | 5x5     | E     | A1       |
| 241 | 28  | 8  | 2014 | 64 | 42 | 32  | 16 | 16 | 13 | 21  | 7.63  | 12.21 | -4.58  | 5x5     | E     | A1       |
| 257 | 13  | 9  | 2014 | 27 | 17 | 12  | 2  | 5  | 4  | 1   | 13.48 | 11.42 | 2.06   | 5x5     | E     | A1       |
| 296 | 22  | 10 | 2014 | 45 | 29 | 21  | 14 | 10 | 9  | 13  | 8.98  | 7.43  | 1.55   | 5x5     | E     | A1       |
| 162 | 10  | 6  | 2012 | 77 | 53 | 43  | 21 | 23 | 20 | 26  | 19.42 | 17.01 | 2.41   | 5x5     | E     | A2       |
| 171 | 19  | 6  | 2012 | 39 | 24 | 15  | 8  | 6  | 6  | 13  | 8.82  | 8.91  | -0.09  | 5x5     | E     | 2        |
| 178 | 26  | 6  | 2012 | 89 | 64 | 54  | 29 | 31 | 26 | 34  | 4.85  | 1.59  | 3.26   | 5x5     | E     | 2        |
| 189 | 12  | 7  | 2012 | 63 | 41 | 28  | 13 | 13 | 12 | 18  | 11.47 | 11.51 | -0.04  | 5x5     | E     | 2        |
| 251 | 9   | 7  | 2012 | 53 | 43 | 100 | 15 | 11 | 9  | 21  | 2.24  | 1.68  | 0.56   | 5x5     | E     | 2        |
| 274 | 30  | 9  | 2012 | 19 | 12 | 9   | 4  | 4  | 4  | 1   | 6.58  | 5.90  | 0.68   | 5x5     | E     | A2       |
| 283 | 9   | 10 | 2012 | 83 | 71 | 78  | 61 | 61 | 52 | 126 | 4.67  | 6.45  | -1.78  | 5x5     | E     | A2       |
| 157 | 6   | 6  | 2013 | 72 | 42 | 31  | 14 | 12 | 11 | 20  | 16.05 | 15.98 | 0.07   | 5x5     | E     | A2       |
| 180 | 29  | 6  | 2013 | 79 | 55 | 44  | 22 | 20 | 18 | 29  | 7.44  | 17.65 | -10.21 | 5x5     | E     | A2       |
| 241 | 28  | 8  | 2014 | 64 | 43 | 31  | 15 | 15 | 13 | 20  | 8.47  | 7.65  | 0.82   | 5x5     | E     | A2       |
| 257 | 13  | 9  | 2014 | 41 | 26 | 19  | 9  | 7  | 6  | 18  | 9.63  | 8.15  | 1.48   | 5x5     | E     | A2       |
| 296 | 22  | 10 | 2014 | 45 | 29 | 21  | 14 | 10 | 10 | 13  | 6.07  | 4.75  | 1.32   | 5x5     | E     | A2       |
| 274 | 30  | 9  | 2012 | 53 | 35 | 26  | 16 | 15 | 12 | 17  | 18.08 | 19.21 | -1.13  | 5x5     | E     | A3       |
| 283 | 9   | 10 | 2012 | 75 | 49 | 41  | 33 | 26 | 21 | 30  | 13.75 | 15.10 | -1.35  | 5x5     | E     | A3       |
| 290 | 16  | 10 | 2012 | 49 | 33 | 23  | 20 | 14 | 12 | 14  | 6.21  | 5.13  | 1.08   | 5x5     | E     | A3       |
| 299 | 25  | 10 | 2012 | 66 | 41 | 32  | 22 | 13 | 11 | 19  | 7.19  | 5.08  | 2.11   | 5x5     | E     | A3       |
| 157 | 6   | 6  | 2013 | 76 | 49 | 37  | 21 | 20 | 16 | 22  | 11.77 | 7.18  | 4.59   | 5x5     | E     | A3       |
| 180 | 29  | 6  | 2013 | 75 | 52 | 38  | 21 | 16 | 12 | 27  | 33.78 | 23.23 | 10.55  | 5x5     | E     | A3       |
| 241 | 28  | 8  | 2014 | 66 | 47 | 37  | 25 | 25 | 19 | 22  | 18.63 | 18.17 | 0.46   | 5x5     | E     | A3       |
| 257 | 13  | 9  | 2014 | 63 | 41 | 31  | 18 | 17 | 13 | 19  | 20.34 | 17.96 | 2.38   | 5x5     | E     | A3       |
| 296 | 22  | 10 | 2014 | 46 | 29 | 21  | 14 | 10 | 10 | 13  | 6.92  | 3.35  | 3.57   | 5x5     | E     | A3       |
| 171 | 19  | 6  | 2012 | 26 | 16 | 11  | 5  | 5  | 4  | 16  | 12.86 | 11.88 | 0.98   | 5x5     | NE    | A1       |
| 178 | 26  | 6  | 2012 | 58 | 43 | 37  | 22 | 25 | 19 | 35  | 14.95 | 14.39 | 0.56   | 5x5     | NE    | A1       |
| 210 | 28  | 7  | 2012 | 77 | 53 | 41  | 21 | 20 | 16 | 25  | 24.19 | 26.07 | -1.88  | 5x5     | NE    | A1       |

**Çizelge EK A. (Devam)**

| DOY | Gün | Ay | Yıl  | B1 | B2 | B3 | B4 | B5 | B7 | B8 | GPP   | R     | NEP   | Pencere | Metot | İstasyon |
|-----|-----|----|------|----|----|----|----|----|----|----|-------|-------|-------|---------|-------|----------|
| 274 | 30  | 9  | 2012 | 52 | 32 | 24 | 12 | 12 | 11 | 15 | 38.18 | 37.47 | 0.71  | 5x5     | NE    | A1       |
| 290 | 16  | 10 | 2012 | 20 | 13 | 10 | 7  | 5  | 5  | 2  | 38.27 | 38.82 | -0.55 | 5x5     | NE    | A1       |
| 257 | 13  | 9  | 2014 | 27 | 17 | 12 | 2  | 5  | 4  | 1  | 36.36 | 37.08 | -0.72 | 5x5     | NE    | A1       |

## 8. ÖZGEÇMİŞ

**Adı Soyadı** : Berna Temiz

**Doğum Yeri ve Tarihi** : Gölcük – 16.01.1990

**Lisans Üniversite** : Abant İzzet Baysal Üniversitesi

**Elektronik posta** : bernaa\_tmz@hotmail.com

**İletişim Adresi** : İçerenköy Mah. Özyurt Sk. Uzak Apartmanı

No: 27 Kat:5 Daire: 15 Ataşehir/İSTANBUL