



ISSN:1306-3111

e-Journal of New World Sciences Academy
2010, Volume: 5, Number: 2, Article Number: 5A0025

ECOLOGICAL LIFE SCIENCES

Received: September 2009

Accepted: March 2010

Series : 5A

ISSN : 1308-7258

© 2010 www.newwsa.com

Ayhan Ateşoğlu

Metin Tunay

Bartın University

aatesoglu@yahoo.com

Bartın-Turkey

**ORMANLIK ALANLARA İLİŞKİN UYDU GÖRÜNTÜ VERİLERİNDE ATMOSFERİK ETKİNİN
GİDERİLMESİ YÖNTEMLERİ**

ÖZET

Uydu teknolojisindeki gelişmeler sonucu, çeşitli özellikteki uydu verileri kullanıcılara sunulmuştur. Uydu görüntü verilerinin kullanılabilirliği ile ilgili, değişik ülkelerde birçok uygulama ve araştırma yapılmıştır. Dünya atmosferindeki çeşitli değişimler ve engebeli arazilerden kaynaklanan farklı aydınlanmalar nedeniyle, uydu görüntü verilerinin spektral yansıma değerleri değişmektedir. Bu makalede, özellikle ormanlık alanlardaki engebeli araziler için yaygın olarak kullanılan uzaktan algılama görüntü işleme yazılımlarından PCI'nin önemli modüllerinden ATCOR-3 uygulamasındaki bazı hususlar ve bu modülün kullanılması durumunda, gözletilmesi gereken başlıca faktörler ele alınmıştır. Özellikle Türkiye'nin ormanlık alanları baz alındığında, özellikle pasif uzaktan algılama çalışmalarında, optik kamera görüntüleri için atmosferik düzeltmenin gerekliliği belirtilmiştir. Yansıma değerlerinin analizine dayalı görüntü işleme ve sınıflama uygulamalarında, özellikle yapılacak çalışmanın güvenilirliğini ve doğruluğunu arttırması açısından atmosferik düzeltme büyük önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Atmosferik Düzeltme, Ormanlık Alan,
Pasif Uzaktan Algılama, ATCOR-3,
Optik Uydu Görüntü Verileri

**METHODS FOR ELIMINATION OF ATMOSPHERIC EFFECTS ON SATELLITE IMAGE DATA
FOR FOREST REGION**

ABSTRACT

As a result of developments in the satellite technology, satellite data having different facilities have been presented to user. Many application and research relating to using possibilities of satellite data are realized in different countries. Spectral reflectance values of satellite image data for forest region are changed due to different brightness inflicted rugged terrain and different changes in earth atmosphere. In this article, important cases of ATCOR-3 module of PCI, which is one of the remote sensing software, application extensively using for rugged terrain and main factors using were investigated. Especially when turkey's forest areas are based, using atmospheric correction for optical cameras images in passive remote sensing study was emphasized. For the image processing and classification studies based on the analysis of reflectance values, in particular work to be done to increase the reliability and accuracy are of great importance in terms.

Keywords: Atmospheric Correction, Forest Region, Passive Remote Sensing, ATCOR-3, Optical Satellite Images Data

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Dünya atmosferindeki çeşitli değişimler ve engebeli arazilerden kaynaklanan farklı aydınlanmalar nedeniyle, uydu görüntü verilerinin spektral yansıma değerleri değişmektedir. Atmosferik düzeltme, uydu görüntü verileri üzerinden yüzey sıcaklıklarına ve nesneye ilişkin gerçek yansıma değeri bilgilerinin elde edilmesine yönelik bir uygulamadır. Ayrıca Atmosferik düzeltme, yeryüzündeki yansımaların görüntü üzerinde en iyi şekilde temsil edilebilmesi için hatalara neden olan aydınlanma etkilerini önlemek için de kullanılır.

Atmosferik düzeltmenin genel olarak faydaları;

- Uydu görüntü verisi üzerindeki spektral yansıma değerlerinin, atmosferden kaynaklı hatalardan arındırılmış olarak elde edilmesini sağlamak,
- Özellikle gölge etkisi gibi arazi yüzey değişimlerinden kaynaklı farklı aydınlanma şartları sonucu oluşan farklı yansıtma etkilerinin azaltılması,
- Algılayıcıya ulaşan herhangi bir objeye ait elektromanyetik enerjinin, ilgili objenin gerçekte verdiği elektromanyetik enerjiye yakın değerler taşınmasına olanak sağlanarak yapılacak analiz ve sorgulamalarda en yüksek doğruluğa ulaşmak,
- Çok algılayıcıya dayalı ve farklı zamanda alınan uydu görüntülerinin performanslarının karşılaştırılması
- Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI), Leaf Area Index (LAI), Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) gibi bitki indekslerinin daha doğru sonuçlar içermesi, şeklinde sıralanabilir [9 ve 1].

Atmosferden kaynaklanan hataların düzeltilmesi işlemine gerek olup olmadığına açıklık getirmek için, uydu görüntü verilerinin hangi amaçla kullanılacağı, algılayıcının bulunduğu platformun yüksekliği ve bölgenin elektromanyetik enerjiye olan duyarlılığına bağlı bilgilerin irdelenmesi gereklidir. Ayrıca atmosferik düzeltme ile belirli bir zaman diliminde ve atmosferik koşulda algılayıcı tarafından algılanan yansıma değerlerinin (Digital Number (DN)), analiz ve sorgulamalar için nesnenin gerçek yansıma değerlerine yakın DN'ler ile ele alınması sağlanır. Burada asıl hedeflenen, algılayıcıya ulaşan elektromanyetik enerji değerini (radyometrik ölçümleme), gerçek objenin yansıtım değerine dönüştürmek ve ölçülen spektral yansıma değerindeki atmosferik etkileri dikkate almaktır. Bu şekilde farklı algılayıcı veya platformdan alınan yansıma değerlerinde, atmosferden ve bazı teknik problemlerden kaynaklanan farklılaşmalar engellenmiş olmaktadır. Özellikle ormanlık alanlar ve bitki dokusuna yönelik çalışmalar için algılayıcının farklı yansıma değerlerine sahip her bir bandı için oluşabilecek hataların giderilmesinde oldukça faydalıdır. Bu yönleri ile atmosferik düzeltme yerin gerçek spektral yansıtım değerine ulaşmak için oluşan tüm hataların giderildiği bir uygulama olarak düşünülmemelidir. Ancak gerçek değere yakın yansıtım değerine ulaşmak için önemli birçok hatanın giderildiği bir uygulamadır [13].

Uydu görüntü verileri radyometrik düzeltme olmaksızın elde edilmektedir. Özellikle farklı algılayıcıların karşılaştırmaları söz konusu olduğunda ise yer gerçeğini ortaya çıkarmak amacıyla, fiziksel temelli yaklaşımlarda radyometrik düzeltme oldukça avantajlıdır. Atmosferik ve topografik etkilerin giderilmesi için oldukça faydalı fiziksel modeller olmasına rağmen, en doğru ve güvenilir bilgi için uygun renk bandına ve radyometrik algılayıcının kalibrasyonuna ihtiyaç duyulmaktadır. Aynı zamanda topografyadan kaynaklı hataların

giderilmesi hususunda da Sayısal Yükseklik Modeli (SYM)'nin kullanımı oldukça önemlidir. Bunlara ek olarak arazinin farklı aydınlanma koşulları, algılayıcının bakış geometrisi gibi faktörlerinin de dikkate alınması gerekmektedir. Bu etkilerin giderilmesi ve arazi üzerindeki objenin gerçek yansıtım değerine ulaşmak için atmosferik düzeltme uygulamasının, uydu görüntü verilerine uygulanması yapılan çalışmaların doğruluğu ve güvenilirliğini arttıracaktır [12 ve 2].

2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

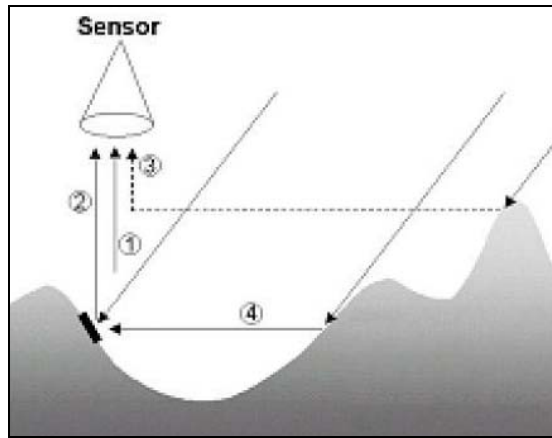
Bu çalışmada, özellikle ormanlık alanlardaki engebeli araziler için yaygın olarak kullanılan uzaktan algılama görüntü işleme yazılımlarından PCI'nin önemli modüllerinden ATCOR-3 uygulamasındaki bazı hususlar ve bu modülün kullanılması durumunda, gözlemlenmesi gereken başlıca faktörler ele alınmıştır. Özellikle Türkiye'nin ormanlık alanları baz alındığında, özellikle pasif uzaktan algılama çalışmalarında, optik kamera görüntüleri için atmosferik düzeltmenin gerekliliği belirtilmiştir. Yansıma değerlerinin analizine dayalı görüntü işleme ve sınıflama uygulamalarında, özellikle yapılacak çalışmanın güvenilirliğini ve doğruluğunu arttırması açısından atmosferik düzeltme büyük önem taşımaktadır.

3. ATMOSFERİK DÜZELTME (ATMOSPHERIC CORRECTION)

PCI uzaktan algılama görüntü işleme yazılımıyla atmosferik düzeltme işlemlerinde, iki farklı uygulamanın gerçekleştirilmesi söz konusudur [9]. Yapılan çalışmalar incelendiğinde düz ve düze çok yakın araziler için ATCOR-2 kodlu yazılım modülü ile atmosferik düzeltme uygulaması [7], engebeli araziler için ise ATCOR-3 modülü kullanılmaktadır [8]. Çalışmada engebeli araziler için özellikle ATCOR-3 modülünün uygulamasına değinilmiştir.

Eğimli araziler için herhangi bir algılayıcının toplam sinyalinin dört bileşeni vardır (Şekil 1).

- Atmosferdeki zararlı gazlar nedeniyle yeryüzüne ulaşmadan saçılım meydana gelmesi nedeniyle tekrar algılayıcıya geri dönen ışınım (Path Radiance),
- Gerçek gri değerine karşılık gelen yerin ışınımı,
- Algılayıcının bakış yönü içerisindeki saçılma nedeniyle komşu çevreden farklı ışınım (adjacency radiation),
- Arazinin topografyasına bağlı olarak farklı yansımalar.



Şekil 1. Eğimli araziler için ışınım bileşenleri [9]
(Figure 1. Radiation components in rugged terrain [9])

Hedef piksel için algılayıcıda kaydedilen enerjinin gri değeri, yukarıda bahsedilen farklı bileşenler nedeni ile istenilen yansıma değerini vermez. Şekil 1'de görüldüğü gibi gerçek piksel yansıma değerini (2) numaralı ışınım değeri vermektedir. Diğer bileşenler ise hatayı beraberinde getirmektedirler. Herhangi bir görüntüdeki gri değeri için yansıma değeri; su buharı içeriği, zararlı gazların tipi ve görünürlük gibi atmosferik şartlar kestirilerek, görüntü alanındaki gerçeğe en yakın seçilmiş atmosferik parametrelerin bir fonksiyonu şeklinde elde edilebilir [10]. Bu aşamada, atmosferik düzeltme (ATCOR-3) uygulamasında öne çıkan parametreler incelenmiştir. Bu bağlamda, yükseklik bilgileri (SYM), algılayıcı bilgileri, mevcut atmosferik şartların tanımlanması öne çıkan parametreler olarak sıralanabilir.

3.1. Sayısal Yükseklik Modeli (Digital Elevation Model)

Atmosferik düzeltmenin en önemli kritik noktası, kullanılan sayısal yükseklik modelinin (SYM) çözünürlüğüdür [6]. Atmosferik düzeltmeye konu olan eğim ve bakı analizlerinin doğruluğu, hedef piksel dışındaki yansınım etkileri tamamen çözünürlüğe bağlı oluşturulan sayısal yükseklik modeline bağlıdır [3]. Genel olarak uydu görüntü verisinin mekansal çözünürlüğünün 0.25 katı bir SYM çözünürlüğü yeterlidir [6]. Fakat bazı orta çözünürlüklü ve özellikle yüksek çözünürlüklü görüntüler için gerekli olan bu çözünürlükteki SYM verilerinin elde edilmesindeki maliyetler fazla olacağından daha düşük çözünürlüklü SYM verileri pratikte kullanılmaktadır.

3.2. Aerosol Tipleri (Aerosol Types)

Aerosol tipi, görüntünün alım anındaki mevcut alan içerisindeki hakim olan partikülleri tanımlar. Alan içerisindeki rüzgar yönü ve hava şartları gaz tipine önemli derecede etki ederler. Kırsal, Yerleşim, Çöl ve Deniz kıyısında oluşmak üzere 4 farklı aerosol tipi mevcuttur [1].

3.3. Atmosferik Tanımlama (Standard Atmospheric)

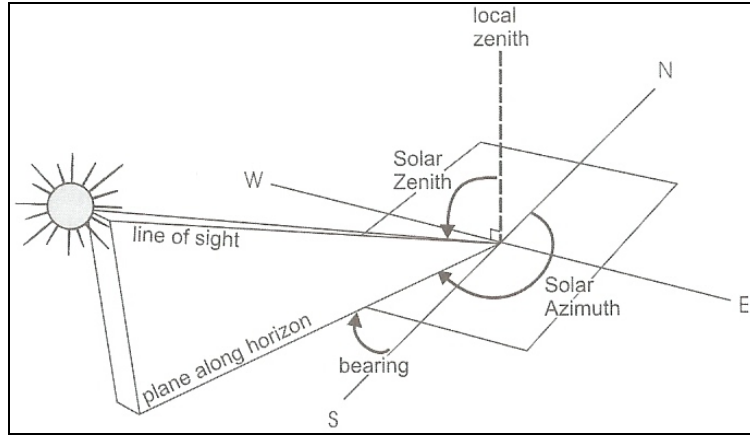
Standart atmosferik tanımlama; basınç, sıcaklık, su buharı ve ozon yoğunluğunun değerleri ile ifade edilir. Atmosferik düzeltmenin performansını etkileyen ve seçilecek standart atmosferin belirlenmesindeki anahtar rol toplam su buharı içeriğidir. Algılayıcıların bandlarında su buharı içeriği olarak herhangi bir bilgi bulunmadığı için, görüntü alım zamanındaki toplam su buharı içeriği kullanıcının seçimine kalmaktadır.

Toplam su buharı içeriğine göre standart atmosfer tanımları aşağıdaki gibi yapılmıştır [1].

- Çöl (Dry or dry desert): Toplam su buharı içeriği 0.41 gr/cm²
- Bahar (Fall, spring): Toplam su buharı içeriği 1.14 gr/cm²
- Nemli (Humid): Toplam su buharı içeriği 4.94 gr/cm²
- Orta enlem yaz (Mid-latitude summer): Toplam su buharı içeriği 2.92 gr/cm²
- Orta enlem kış (Mid-latitude winter): Toplam su buharı içeriği 0.85 gr/cm²
- Yarı arktik yaz (Sub-arctic summer): Toplam su buharı içeriği 2.08 gr/cm²
- Yarı arktik kış (Sub-arctic winter): Toplam su buharı içeriği 0.42 gr/cm²
- Kurak (Arid): Toplam su buharı içeriği 2.15 gr/cm²
- Standart: Toplam su buharı içeriği 1.42 gr/cm²

3.4. Güneş Işınlarnının Geliş Açısı Ve Açıklığı (Solar Zenith and Azimuth)

Bu parametreler, görüntüleme uydusunun güneşe göre konumunu ifade eder. Güneşin açıklık açısı, yatay pozisyonda obje üzerine gelen ışınımın saat yönünde kuzeyle yaptığı açıyı ifade eder. Güneş ışınlarının geliş açısı ise, başucu noktası (lokal zenit) ile güneşin geliş yönü arasındaki açıyı ifade eder (Şekil 2). Uydü görüntüsünün meta veri dosyaları içinde verilen bu bilgiler için göz önünde bulundurulması gereken önemli bir durum, güneş ışınlarına ilişkin açının hesaplanmasında yaşanmaktadır. Meta veri dosyası içinde verilen açı değerinin ışınların yataydan itibaren verilmiş olması durumunda (solar elevation açısı), hesaplama "solar zenit = 90- solar elevation" şeklinde olmalıdır.



Şekil 2. Güneş-uydu geometrisi [1]
(Figure 2. Solar zenith and solar azimuth [1])

3.5. Görünürlük (Visibility)

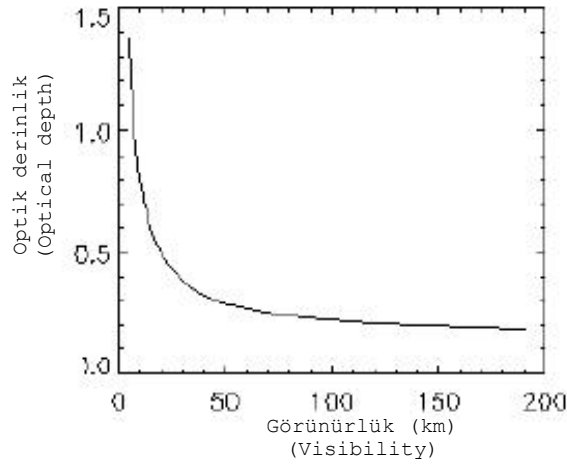
Görünürlük, optik derinlik, kesin bir zaman dilimi ve yerdeki atmosferin ışık geçirmezliğinin hesaplandığı bir meteorolojik istatistik değeridir. Bu değer bir kişinin görebileceği en uzak mesafeyi ölçer. Kullanılacak program için bu değer 5-180 km arasında değişmektedir. Görünürlük değeri görüntüdeki her bir piksel için bir görünürlük değeri hesaplar. Görünürlük parametresi genellikle spesifik atmosferik şartlarda daha yüksek doğruluk çalışmaları için kullanılır.

Görünürlük değeri tanımlanarak, suya ilişkin bilgileri kontrol eden yakın kızılötesi ve bitki dokusunu (vejetasyonu) kontrol eden kırmızı bantlardaki karanlıkta kalmış yüzeyler için negatif piksel yansıtımları giderilmeye çalışılmaktadır [5]. Bu durumdaki negatif yansıtım yapan piksellerin yüzdelerini %1'in altına çekmek için, program maksimum 60 km.'ye kadar Çizelge 1'deki değerler doğrultusunda iterasyona devam etmektedir.

Tablo 1. Negatif yansıtım pikselleri için görünürlük tekrarları (Kırmızı ve yakın kızıl ötesi bantlar)
(Table 1. Visibility iterations on negative reflectance pixels (red, NIR bands))

Görünürlük (km)	Görünürlük tekrarı (km)
5-15	3
15-20	4
20-28	5
28-50	10

Örneğin Vis. 10 km değeri verildiğinde tekrarlama 13, 16, 20, 24, 29, 39, 49, 59 km. şeklinde devam etmektedir. Eğer kırmızı ve yakın kızıl ötesi bandlardaki piksellerin karanlık yüzeyde kalmış negatif yansıtımlarının sayısı, 20km için görüntü piksellerinin sayısının %1'inden daha az ise, program 3 tekrardan sonra döngüyü sonlandıracaktır. Eğer vis. değeri 21 km verilmiş (döngü= 26,31,41,51) ve istenilen değere 26 km için ulaşılmışsa tek döngüde program sonlanacaktır. Görüntü verileri için yaklaşık görünürlük tahminleri, düşük kontrast için görünürlük değeri 10 km'den küçük (VIS<10 km), normal kontrast için VIS =15 km ve iyi bir kontrast için VIS= 25 km şeklinde olmaktadır (Şekil 3).



Şekil 3. Görünürlüğün bir fonksiyonu şeklinde optik derinlik [11]
(Figure 3. Optical depth as a function of visibility and visibility index)

3.6. Yakınlık (Adjacency)

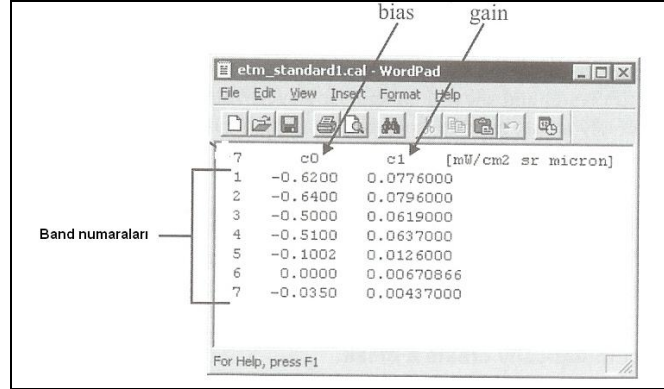
Yakınlık (bitişik olma), Şekil 1'de görülen komşu pikseller üzerinde geri saçılımın bir etkisidir. Yakınlık etkisi (Adjacency effect), farklı yüzey yansıtımlarına sahip alanlar arasında atmosferik parazit tarafından sebep olan fiziksel bir parametredir. Yakınlık etkisi farklı yansıtımların olduğu yakın çevrenin ışınım değerlerini, istenilen hedef piksel yansıtım değerini etkilememesi için kullanılan bir değer tanımlamadır [4]. Şekil 2 incelendiğinde algılayıcıya ulaşan dört farklı ışınım bileşeni vardır. 3. ve 4. bileşenler yakınlık etkisini tarif etmektedir. Atmosfer tarafından yerden geri saçılan ışınım ve anlık görüş alanı içerisindeki geri plandaki saçılan ışınımın toplamını ifade eder. Yerin gerçek yansıtım değerini 2 nolu bileşen vermektedir. Bu nedenle diğer bileşenlerin hesaplamalardan çıkarılması gerekmektedir.

Yakınlık etkisi maksimum 200 piksele kadar her bir pikselin etrafındaki bir alan için hesaplanır. Örneğin, 30 m yer çözünürlüğüne sahip Landsat görüntü verisi için, yakınlık değeri 6 olmalıdır. Çünkü 200 piksel için (200 x 30) 6000 m değerine ulaşılır. Sonuçlanan (6 km) değeri kullanılabilir maksimum değer bir ifadesidir. Bu durumda yakınlık etkisi değeri, 0-6 arasında bir değerde olmalıdır.

3.7. Kalibrasyon Dosyaları (Calibration Files)

Standart kalibrasyon dosyaları çalışmada kullanılan PCI Geomatica yazılımı için Dr. Richter tarafından oluşturulmuştur (Şekil

4). Atmosferik doğruluk için en iyi sonuçlar her bir algılayıcı için hazırlanan standart kalibrasyon dosyaları ile elde edilir. Görüntü alımları sırasında meta veri dosyalarını yanında kalibrasyon dosyaları mevcut olmadığı durumlarda yazılımdaki her bir algılayıcı için geçerli kalibrasyon dosyaları kullanılabilir

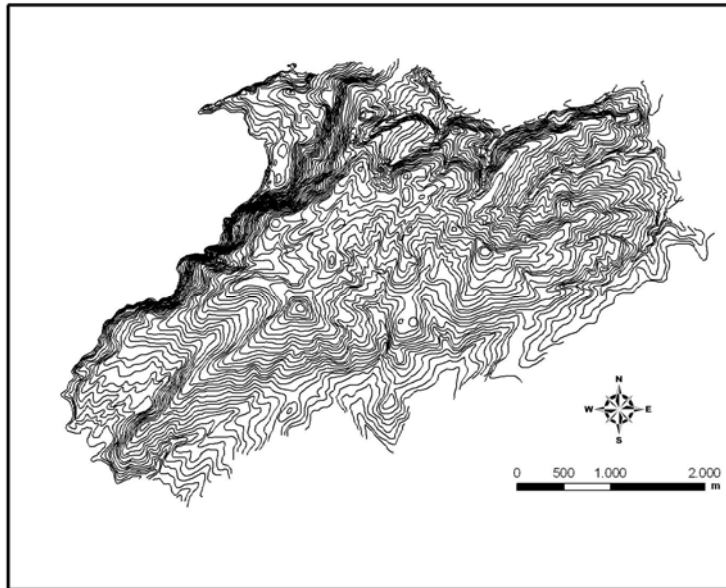


Band numaraları	c0	c1
1	-0.6200	0.0776000
2	-0.6400	0.0796000
3	-0.5000	0.0619000
4	-0.5100	0.0637000
5	-0.1002	0.0126000
6	0.0000	0.00670866
7	-0.0350	0.00437000

Şekil 4. Kalibrasyon dosyası örneği
(Figure 4. Example of a calibration file)

4. DENEYSEL UYGULAMA (EMPIRICAL APPLICATION)

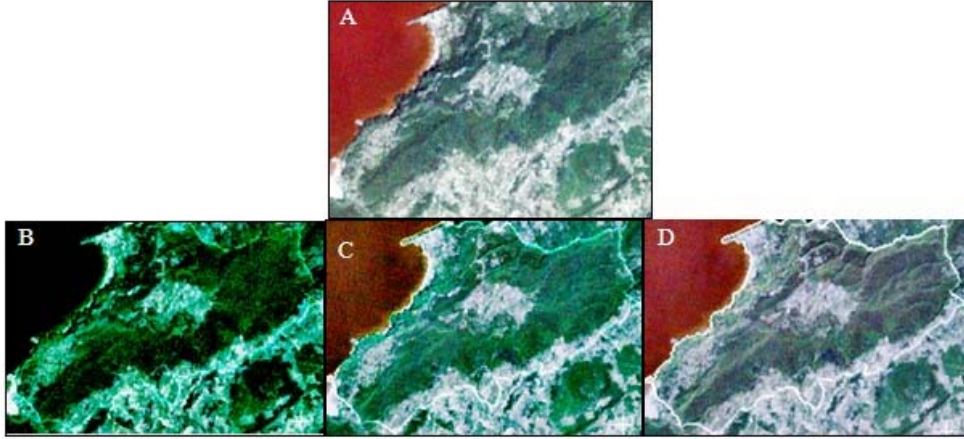
Atmosferik düzeltmenin en önemli kritik noktası kullanılan sayısal arazi modelinin (SAM) çözünürlüğüdür. Bazı orta çözünürlüklü ve özellikle yüksek çözünürlüklü görüntüler için gerekli olan bu çözünürlükteki SAM verilerinin elde edilmesindeki maliyetler fazla olacağından daha düşük çözünürlüklü SAM verileri pratikte kullanılmaktadır. Özellikle ülkemiz şartlarında orman varlıkları için gerekli SAM oluşturabilecek kaynak 1:25000 ölçekli topografik haritalar olduğu için, buradan oluşturulacak SAM verisi 10m. çözünürlükte olmaktadır. Bu deneysel uygulamada her bir uydu görüntü verisi içinde, 1:25000 ölçekli topografik harita üzerinden sayısallaştırma yolu ile oluşturulan 10 m. çözünürlüklü sayısal yükseklik modeli kullanılmıştır (Şekil 5)



Şekil 5. Eşyüksekti eğrisi
(Figure 5. Contour line)

4.2. Landsat 7 ETM+ Görüntü Verisinin Atmosferik Düzeltmesi (Atmospheric Correction of Landsat 7 ETM+ Image Data)

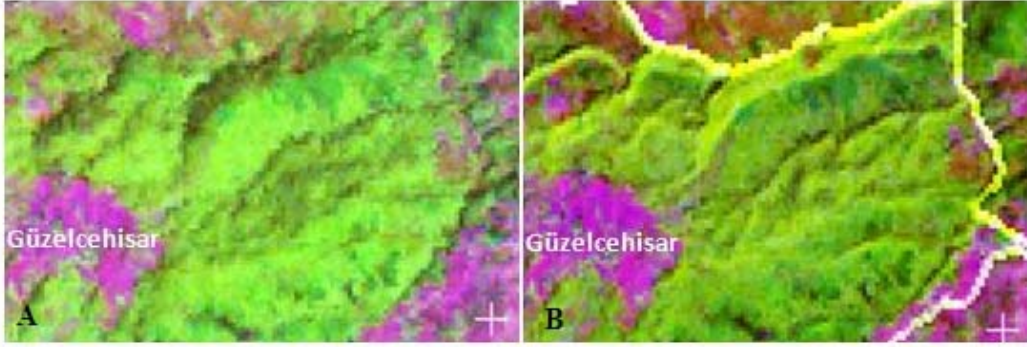
Çalışmada kullanılan 04.07.2000 tarihli Landsat 7 ETM+ görüntüsü ile ilgili olarak çalışma alanının ormanlık bir alan olması nedeniyle aerosol tipi olarak "kırsal" seçilmiştir. Atmosferik düzeltme aşamasındaki görünürlük kriteri olarak, düşük kontrast için görünürlük değeri 10 km'den küçük ($VIS < 10$ km), normal kontrast için $VIS = 15$ km ve iyi bir kontrast için $VIS = 25$ km için ayrı ayrı oluşturularak çalışma alanı için görsel değerlendirme yapılmıştır (Şekil 6). İyi kontrast değeri kullanılarak yapılan atmosferik düzeltme işlemi, özellikle topografyadan kaynaklı farklı manzara aydınlanmalarındaki olumsuzlukları giderdiği gözlenmiştir. Özellikle düşük kontrasta sahip görünürlük değeri ile yapılan atmosferik düzeltme sonrası görünür bölgede yansıma değerlerinin birbirine çok yakın, düşük değerlerde gri değerleri taşıdığı görülmektedir. Normal kontrasta sahip görünürlük değeri ile yapılan atmosferik düzeltme sonrası görüntüsünde ise topografyadan kaynaklı gölge etkisinin az da olsa olumsuz etkisinin devam ettiği gözlenmiştir.



Şekil 6. Landsat 7 ETM+ uydu görüntü verisi (A); Düşük kontrast ($VIS < 10$) (B), normal kontrast ($VIS = 15$) (C), Yüksek kontrast ($VIS = 25$) (D).

(Figure 6 Original Image Data, Landsat 7 ETM+ (A); Low contrast ($VIS < 10$) (B)., Average Contrast ($VIS < 15$) (C), Clear Contrast ($VIS = 25$) (D))

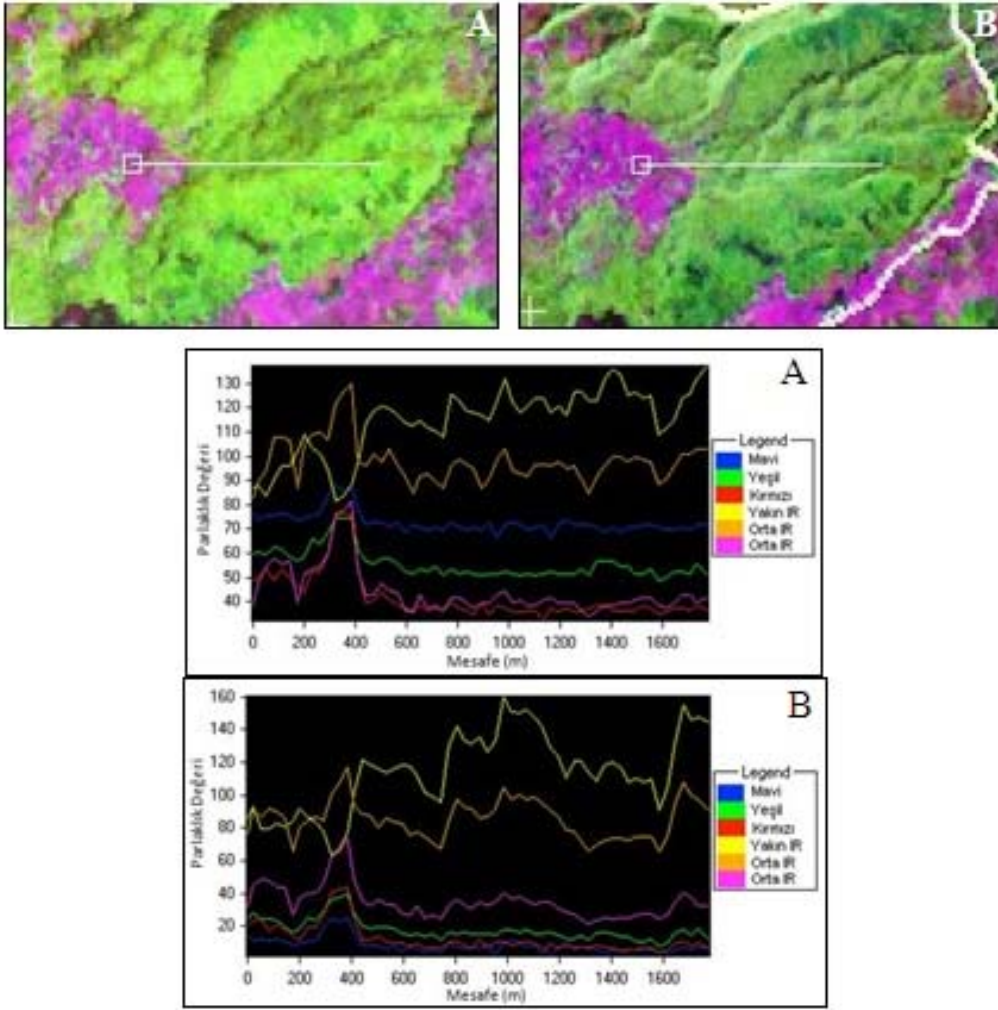
Çalışma alanındaki topografik farklılıklardan kaynaklanan gölge etkisi, aynı türe ait meşcerenin gölgede kalmış ve ışık alan kısımları için, farklı bir yapıdaymış gibi görünmesine neden olan spektral farklılıklar meydana getirmektedir. Atmosferik düzeltme prosedürü ile topografyadan kaynaklı bu tür hataların önüne geçilmekte ve meşcere içinde spektral farklılıklar giderilerek bir homojenlik sağlanmaktadır (Şekil 7).



Şekil 7. Atmosferik düzeltmesinden önceki (A) ve sonraki (B) spektral yansıtımların değişimi.

Figure 7. Spectral reflectance changes; Before Atmospheric Correction (A), After Atmospheric Correction (B).

Landsat 7 ETM+ görüntü verisinin düzeltme öncesi ve düzeltme sonrası çalışma alanına ait her bir band için spektral yansıtım değerleri incelendiğinde (Şekil 8), görünür bölgede olan yansıtımların DN değerleri 400 m. sonrası ormanlık alan içinde 0-40 aralığında değişirken, özellikle yakın kızıl ötesi bölgede 100-160 arasında değişim gösteren yansıtım değerleri görülmektedir. Atmosferik düzeltme öncesi yakın kızıl ötesi bölgede yansıtım değerleri seçilen ormanlık alan içerisinde 100-130 arasında değişmektedir. Yansıtım değerleri arasındaki bu fark ormanlık alana ilişkin fazla bilgi çıkarımı için bir avantaj olmaktadır. Özellikle kızılötesi ve kırmızı bölgenin yoğunlukta kullanıldığı ve farklı algoritmalarla desteklenen vejetasyon indeksleri için bilgi içeriği yönünden daha farklı sonuçlara ulaşılabileceği kesindir.



Şekil 8. Çalışma alanının ilişkin Landsat 7 ETM+ görüntü verisinin her bir bandı için atmosferik düzeltme öncesi (A) ve düzeltme sonrası (B) spektral yansıtım değerleri.

(Figure 8. Spectral reflectance values; Before Atmospheric Correction (A), After Atmospheric Correction (B))

Landsat görüntü verisinin atmosferik düzeltme öncesi ve sonrası görüntü verisi üzerindeki band korelasyonları incelendiğinde görünür bölge için yüksek korelasyonun devam ettiği görülmektedir. Ayrıca düzeltme sonrasında, düzeltme öncesi tüm negatif korelasyonların aynı oranda pozitif yönde değişim göstermektedir. Atmosferik düzeltme sonrasında en düşük korelasyon Yakın kızılötesi band ile mavi band arasında (0.20) görülmesine karşın, vejetasyon indeksleri için önemli olan yakın kızılötesi ve kırmızı band korelasyon değeri 0.39 olarak gerçekleşmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Landsat görüntü verisinin atmosferik düzeltme öncesi ve sonrası spektral band değerleri arasındaki korelasyon katsayıları.
(Table 2. Correlation coefficient between spectral reflectance values before and after atmospheric correction of Landsat image data)

	Mavi	Yeşil	Kırm.	Yakın IR	Orta IR	Uzak IR		Mavi	Yeşil	Kırm.	Yakın IR	Orta IR	Uzak IR
Mavi	1						Mavi	1					
Yeşil	0,78	1					Yeşil	0,92	1				
Kırm.	0,81	0,97	1				Kırm.	0,91	0,96	1			
Yakın IR	-	0,30	0,22	1			Yakın IR	0,20	0,47	0,39	1		
Orta IR	0,20	0,70	0,66	0,84	1		Orta IR	0,52	0,73	0,70	0,85	1	
Uzak IR	0,54	0,88	0,87	0,55	0,90	1	Uzak IR	0,71	0,86	0,83	0,63	0,89	1

5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME (RESULTS AND EVALUATION)

Farklı geometrik çözünürlüğe sahip uydu görüntü verilerinin atmosferik olarak düzeltilmesi işleminde öne çıkan işlemlerin başında, sayısal yükseklik bilgileri (SYM), algılayıcı bilgileri, mevcut atmosferik şartların tanımlanması gelmektedir. Özellikle SYM bilgisinin hassasiyeti, çalışma yaptığımız uydu görüntü verisinin geometrik çözünürlüğü ile ilişkilidir. SYM bilgisi üzerinden elde edilecek eğim ve bakı analizlerinin doğruluğu, hedef piksel dışındaki olumsuz etkiye sahip yansımaları telafi edecektir. Tüm bunlar kullanılacak sayısal yükseklik modelinin çözünürlüğüne bağlıdır. Genel olarak uydu görüntü verisinin mekansal çözünürlüğünün 0.25 katı bir SYM çözünürlüğünün yeterliliğini belirtmektedir. Fakat bazı orta çözünürlüklü ve özellikle yüksek çözünürlüklü görüntüler için gerekli olan bu çözünürlükteki SYM verilerinin elde edilmesindeki maliyetler fazla olacağından, daha düşük çözünürlüklü SYM verileri pratikte kullanılmaktadır.

Deneyisel uygulamaya ilişkin Landsat görüntü verisinin atmosferik düzeltme öncesi ve sonrasındaki görsel analizler sonucunda iyi kontrast değerine sahip (Visibility= 25 km.) görüntü verisi seçilmiştir. Seçilen düzeltilmiş görüntü verisinin topografyadan kaynaklı olumsuzlukları giderdiği tespit edilmiştir. Düzeltme öncesi ve sonrası spektral yansıma değerleri arasındaki değişimler incelendiğinde, kızılötesi bölge yansıma değerlerinin öne çıktığı (özellikle orman alanları için belirgin farklılıklar göstermesi) ormanlık alanlara ilişkin bilgi içeriğinin çıkarımı konusunda önemli avantajlar sağladığı görülmüştür. Düzeltme öncesi ve sonrası görüntü verisi üzerindeki band korelasyonları incelendiğinde önemli bir değişiklik gözlenmemekle beraber, görünür bölge ve kızılötesi bölge arasındaki ilişkiler olması gereken düşük katsayılarla sonuçlanmıştır. Özellikle Mavi bandın tüm bandlarla olan korelasyonunda artış olduğu gözlenmiştir.

Farklı zamanlarda veya konumlarda yeryüzü özelliklerinin yansıtımalarındaki değişimleri incelemek ve alana ilişkin bilgi çıkarımına yönelik uygulamalara sıkça rastlanmaktadır. Bu tür uygulamalarda herhangi bir uydu görüntü verisi için hedef piksel üzerinde ölçülen radyans, bakış alanının aydınlığına, atmosferik şartlara ve algılayıcının bakış geometrisine bağlı olarak değişim gösterir. Atmosferik düzeltmeye konu olan eğim ve bakı analizlerinin

doğruluğu, hedef piksel dışındaki yansınım etkileri tamamen çözünürlüğe bağlı oluşturulan sayısal yükseklik modeline bağlıdır. Yapılan atmosferik düzeltme sonucunda, topografyadan kaynaklı olumsuzlukları da ortadan kaldırmaktadır. Bu sayede daha yüksek doğruluklara ulaşılabilmesi gibi, özellikle mekansal çözünürlüğün etkili olduğu bilgi içeriği düzeyinin araştırıldığı uzaktan algılama çalışmaları için olumlu sonuçlar sağlayacaktır.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Anon. (2005). Geomaica Focus User Guide. PCI Geomatica 2005, Canada.
2. Atesoglu, A., (2009). Farklı Uydu Görüntü Verileri İle Meşcere Parametreleri Arasındaki İlişkilerin Araştırılması (Bartın-Mugada Örneği), Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü (Doktora Tezi), Bartın, ss:111.
3. Carter, J.R., (1992). The Effect of Data Precision on The Calculation of Slope And Aspect Using Gridded Dems. Cartographica, 29: 22-34.
4. Dave, J.V., (1980). Effect of Atmospheric Conditions on Remote Sensing of A Surface Nonhomogeneity, Photogrammetric Engineering And Remote Sensing, 46: 1173-1180.
5. Geosystems. (2004). ATCOR for IMAGINE 8.7. User Manual ATCOR 2 and ATCOR 3. Germering. Germany, 190 p.
6. Goodenoughl, D.G., Deguisel, J., and Robson, M.A., (1990). Multiple Expert Systems for Using Digital Terrain Models. Proc. IGARS'90, Washington. pp. 96.
7. Richter, R., (1996). A Spatially Adaptive Fast Atmospheric Correction Algorithm, Int. J. RemoteSensing, 17: 1201-1214
8. Richter, R., (1998). Correction of Satellite Imagery over Mountainous Terrain" Applied Optics, 37: 4004-4015.
9. Richter, R., (2008). Atmospheric / Topographic Correction for Satellite Imagery. ATCOR-2/3 User Guide, DLR IB 565-01/08, Wessling.
10. Richter, R. and Schlapfer, D., (2002). Geo-Atmospheric Processing of Airborne Imaging Spectrometry Data. Part 2: Atmospheric / Topographic Correction. Int. J. Remote Sensing, 23: 2631-2649.
11. Richter, R., Schlapfer, D., and Müller, A., (2006). An Automatic Atmospheric Correction Algorithm for Visible/NIR Imagery", Int. J. Remote Sensing, Vol. 27, 2077-2085.
12. Tunay, M. and Ateşoğlu, A., (2009). Effect of Atmospheric Correction for Different Land Use on Landsat 7 ETM+ Satellite Imagery", 4th International Conference on Recent Advances in Space Technologies Space for the Developing World, RAST 2009, İstanbul.
13. URL(2008).http://www.ncaveo.ac.uk/special_topics/atmospheric_correction/. NCAVEO, special topics, 12 Mayıs 2008.