

## **YAYLA ALANLARINDAKİ DEĞİŞİMİN HAVA FOTOĞRAFLARI VE WORLDVIEW-II UYDU GÖRÜNTÜSÜ İLE TESPİTİ : TRABZON İLİ HİDIRNEBİ YAYLASI ÖRNEĞİ**

A. Akar<sup>a,\*</sup>, E. Gökalp<sup>a</sup>

<sup>a</sup> KTU, Harita Mühendisliği, 61080 Trabzon, Türkiye - (alperakar24@gmail.com, ertan@ktu.edu.tr)

**ANAHTAR KELİMELER:** Uydu Görüntüsü, Sınıflandırma, Mera, Yayla, Kaçak Yapılaşma, Değişim Analizi.

### **ÖZET:**

Yayla ve meralar birçok canlının bir arada yaşamasına imkân sağlayan doğal ekosistemlerdir. Geçmişten günümüze bu alanlar çeşitli sebeplerle zarar görmekte ve bu bölgelerde büyük alan kayıpları yaşanmaktadır. Bunlardan en önemlisi özellikle kış aylarında yaylalardaki nüfus yoğunluğunun azalması nedeniyle artan kaçak yapılaşmadır. Bu problemde yola çıkarak çalışmada, belirli yılları kapsayan ve farklı özellikteki veriler kullanılarak doğru ve hızlı bir şekilde değişimin izlenmesi ve bu değişime neden olan etkenlerin belirlenerek çözüm önerilerinin sunulması amaçlanmaktadır. Çalışma bölgesi olarak değişimin hızlı ve yoğun bir şekilde görüldüğü Trabzon ili Akçaabat ilçesi Hıdırnebi, Kuruçam ve Balıklı yaylalarının olduğu bölge seçilmiştir. Çalışmada kullanılan veriler 1973 ve 1982 yıllarına ait hava fotoğrafları ve 2012 yılına ait yüksek çözünürlüklü WorldView-II uydu görüntüsüdür. Öncelikli olarak hava fotoğraflarının değerlendirilmesi ve uydu görüntülerinin geometrik olarak düzeltilmesi için CORS-TR GPS tekniği ile arazide iyi bir şekilde dağılmış yer kontrol noktaları ölçülmüştür. Bu noktalar kullanılarak hava fotoğrafları değerlendirilmiş ve çalışma alanının ortofoto görüntüleri elde edilmiştir. Bu görüntüler üzerinden sayısallaştırma yapılarak yayla, bina yol gibi katmanlar oluşturulmak suretiyle bölgeye ait vektörel haritalar elde edilmiştir. WorldView-II Multi Spektral(MS) uydu görüntüsünün geometrik düzeltme işlemi için Sayısal Yükseklik Modeli (SYM), uydu görüntüsünün RPC dosyası (.RPB uzantılı) ve yer kontrol noktaları kullanılmıştır. Geometrik düzeltmesi yapılan uydu görüntüsü üzerinden 7 sınıf (Orman, çayır, bina, toprak, yol, göl ve gölge) için örnek eğitim pikselleri toplanmış ve bu görüntü piksel tabanlı En Çok Benzerlik (EÇB) sınıflandırıcısı ile sınıflandırılmıştır. Hava fotoğrafları sonucu elde edilen haritalar ile uydu görüntüsünün sınıflandırılması sonucu oluşturulan tematik harita karşılaştırılarak elde edilen sonuçlar analiz edilmiştir. Yapılan analiz sonucunda yayla alanlarında 1973-1982 yılları arasında 14.72 dönüm, 1982-2012 yılları arasında 73.46 dönüm azalma olduğu tespit edilmiştir.

## **CHANGE DETECTION IN PLATEAUS WITH AERIAL PHOTOS AND WORLDVIEW-II SATELLITE IMAGE: EXAMPLE OF HİDIRNEBİ PLATEAU OF TRABZON**

### **ABSTRACT:**

Plateau and grasslands are natural ecosystems that provide many livings live together. From past to present, these areas have been getting harmed and there are large area losses. Most important of them is ascending illegal construction because of decreasing population in plateaus especially in the winter months. Considering this problem, aim of the study is to detect and monitor of the change as accurately and quickly as possible. By use of data which are different characteristics and belong to specific years. The causing factors of the change are determined and solutions are suggested. Hıdırnebi, Kuruçam and Balıklı plateaus on the Akçaabat district of Trabzon, which have highly and quickly change, were selected as the study area. Aerial photos for the years 1973 and 1982 and WorldView-II high resolution satellite image taken in 2012 were used in the study. Firstly, in order to evaluate aerial photos and correct satellite images geometrically, ground control points, which were distributed well on the land, measured with CORS-TR GPS technique. Aerial photos were evaluated using these points and orthophoto images of the study area were obtained. Vectorial maps of the area were obtained as the result of digitizing these images with generating layers as plateau, building and road. For geometrically correction of WorldView-II Multi Spektral (MS) satellite image Digital Elevation Model (DEM), RPC file of the satellite image (has .RPB extension) and ground control points were used. Using geometrically corrected satellite image, training pixels were collected for 7 classes (Forest, pasture, building, soil, road, lake and shadow) and this image was classified with pixel based Maximum Likelihood (ML) classifier. Obtained maps from aerial photos and generated thematic map from classification result of the satellite image were compared and obtained results were analyzed. As the result of the analysis 14.72 acres decrease in plateau areas between the years of 1973-1982 and 73.46 acres decrease between the years of 1982-2012 were detected.

**KEY WORDS:** Satellite Image, Classification, Grassland, Plateau, Illegal Construction, Change Detection.

\* Corresponding author. This is useful to know for communication with the appropriate person in cases with more than one author.

## 1. GİRİŞ

Günümüzde meralar daha çok hayvancılık yapılan ve hayvansal üretimin temel besin kaynağı olan kaliteli kaba yemin üretildiği önemli alanlar olarak kabul edilirken, yaylalar insanlara yaşama, eğlenme ve dinlenme imkânı sağlayan önemli doğal turizm alanları olarak kullanılmaktadır.

Karadeniz bölgesinde yayla ve mera alanları çok geniş alanları kaplamakta bu yüzden bu alanların kontrolü periyodik bir şekilde yapılamamaktadır. Bu durum da bu alanların korunması yerine, bilinçsiz bir şekilde çeşitli yollarla tahrip edilmesine ve dokusunun bozulmasına yol açmaktadır. 1997'de çayır, mera, yem bitkileri ve karma yem komisyonu tarafından hazırlanan rapora göre meralar ve yaylalar yıllar boyu süre gelen kontrolsüz kullanım sonucu verimliliklerini kaybetmişlerdir. Bunun sonucu olarak da 1940'larda 44 milyon hektar olan mera alanları son yıllarda 12.3 milyon hektara kadar gerilemiştir (Balabanlı, vd., 2006).

Klasik yöntem ile haritalama işlemi, arazi ölçümleri ve hesaplamaları açısından uzun bir çalışma süresi gerektirmektedir. Örneğin; klasik yöntemde çevre planında kullanılan 1/25000'lik haritaların üretimi yaklaşık 3 yıl, 1/5000'lik haritaların kartografik üretimi 4 yıl sürmektedir. Bu nedenle, bu yöntemle hazırlanan 1/25000 ya da daha küçük ölçekli haritalar güncelliğini koruyamamaktadır. Dinamik bir planlama için haritalar kısa zamanda hazırlanmalı ve güncellenebilmelidir. Dijital yöntemlerle üretilen vektör haritalar buna imkân sağlamaktadır. Bu nedenle üretilen ortofoto haritalar maliyet ve zaman açısından optimum çözümler sunmaktadır (Akdeniz, 2004).

Dijital fotogrametri ile hava fotoğrafları ve uydu görüntülerinden yararlanarak, güncel ve konumsal bilgiler elde edilmektedir. Planlama çalışmalarında da sıklıkla tercih edilen dijital fotogrametrik bir ürün olan ortofoto haritalar, hava fotoğrafları ya da uydu görüntüleri yardımıyla üretilmektedir. Özellikle uydu görüntüleriyle üretilen ortofoto haritalar, klasik haritalara ekonomik yönden alternatif oluşturmaktadır (Erden, 2006).

Günümüzde, özellikle belediyeler tarafından, hızlı kentleşmenin getirdiği düzensiz ve plansız gelişim gibi birçok sorunu önlemek için bir takım çalışmalar yapılmaktadır. İzmir, İstanbul, Kocaeli gibi birçok belediyede, kentsel gelişimi izlemek ve imara aykırı kaçak yapılaşmayı önlemek için projeler geliştirmektedir. Örneğin; İzmir Büyükşehir Belediyesi tarafından, belediye sınırları içerisinde kalan alanlara ait uydu görüntüleri, ulaşım, altyapı, afet planlama, su havzaları, kaçak yapı ve coğrafi bilgi sistemi projelerinde etkin biçimde kullanılmıştır (URL 1, 2011).

Günümüzde kentlerdeki kaçak yapılaşmaların yanı sıra mera ve yayla gibi turizm açısından önemli zenginliğe sahip alanlarda da kaçak yapı inşaatlarının yaygınlaşması bu doğal güzelliklerin tahribatı, doğal dokunun bozulması yönünden önemli bir problem haline gelmiştir. Bu durum yayla turizminin yapıldığı yayla alanları ile meracılık yapılan alanları olumsuz yönde etkilemektedir. Özellikle kış aylarında yaylaların boşalması kaçak yapıların yapılmasına zemin hazırlamaktadır. Bu kaçak yapıların periyodik olarak uydu görüntüleri ile takibi ve denetiminin yapılması zamanında müdahale imkânı sunarak bu problemi çözmeye büyük kolaylık sağlayacaktır.

Özellikle son yıllarda yaylalarda ikinci konut edinmenin popüler olmasından sonra Karadeniz Yaylaları ile mevsim nedeniyle yaylaların yoğun olarak kullanıldığı Mersin, Adana yöresinde Toros Yaylaları yeni sorunları karşımıza getirmektedir. Yayla Turizminin desteklenmesi yaylalarda ev

edinmeyi de kışkırtmış bulunmaktadır. Toros Dağlarında Tahtacı adıyla anılan göçerlerin kullandıkları ahşap evler kalıcı konutlar haline getirilmiştir (URL 2, 2011). Bu bölgelerde yetkili kurumlara bildirilen ihbarlar da kaçak yapılaşmanın hızla arttığını ve yaygınlaştığını göstermektedir. Örneğin Giresun Valiliği tarafından Giresun ile birlikte Trabzon ve Gümüşhane'nin ortak kullandığı Sis dağı Yaylası'nda, 838 ev, 144 ahır ve samanlık, 15 inşaat temeli ve 748 çevirge (telle çevrili alan) olmak üzere toplam bin 745 kaçak yapılaşma tespit edilmiştir (URL 3, 2012). Bayındırlık ve İskân Bakanlığı'nın verilerine göre, Ordu, Giresun, Trabzon, Rize ve Artvin'e bağlı yaylalarda 100 bin civarında kaçak yapı belirlenmiştir (URL 4, 2011).

Mera ve yaylalarımızdaki yaşam alanlarının sürdürülebilirliğini sağlamak amacıyla yukarıda verilen örneklerden de anlaşıldığı gibi bu alanların amaç dışı kullanımının ve kaçak yapılaşmaya karşı en kısa zamanda önlem alınarak mera ve yaylalardaki tahribatın önüne geçilmesi gerekmektedir.

Ülke genelinde meydana gelen bu bozulma ve tahribatın Karadeniz yayla ve mera alanlarını ne kadar etkilediğinin tespitinin yapılması amacı ile yörede oldukça popüler yaylalardan olan Hıdırnebi, Kuruçam ve Balıklı yaylalarının olduğu bölge çalışma alanı olarak seçilmiştir. Bu amaçla bölgeye ait eski tarihli hava fotoğrafları, güncel uydu görüntüsü, kadastral veriler ve 1/25000'lik haritalar elde edilerek zaman içerisinde meydana gelen değişimin miktarı belirlenmiş, bu değişime sebep olabilecek etkenler tespit edilmiş ve bu alanların korunabilmesi için çözüm önerileri sunulmuştur.

Bildiride ilk olarak; CORS-TR Ölçüm Tekniğine, ortofoto üretimine ve En Çok Benzerlik (EÇB) sınıflandırma yöntemine değinilmiştir. Sonraki aşamada çalışma alanı ve veri seti bölümünde çalışma alanı ile kullanılan veriler anlatılmıştır. Uygulama bölümünde de yapılan çalışmaya ve değişim analizlerine yer verilmiştir. Son olarak sonuç ve öneriler bölümünde elde edilen sonuçlar ele alınarak irdelenmiştir.

### 1.1. Konum Ölçmeleri

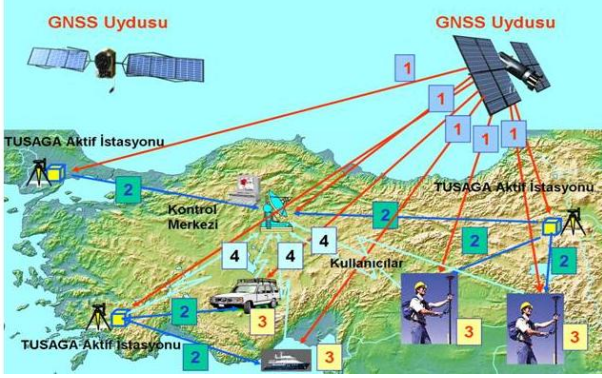
#### 1.1.1. CORS-TR Ölçüm Tekniği

Gerçek Zamanlı Kinematik (RTK) CORS ağlarının kurulması tüm dünyada yeni bir devir açmıştır. Sürekli gözlem yapan referans istasyonları-Türkiye (CORS-TR) projesi, yeni bir RTK CORS ağı olarak Türkiye'de kurulmuştur (Yıldırım, vd., 2009). Sistem kapsamında, Türkiye geneline dağılmış (KKTC'de 4 istasyon dahil) 146 sabit GPS istasyonu kurulması tamamlanmıştır.

TUSAGA-Aktif sisteminin işletilmesi ve düzeltme parametrelerinin hesaplanması kontrol ve analiz merkezlerinde yapılmaktadır. Kontrol merkezlerinde bulunan sunucular, tüm istasyonlardan bir saniye aralıklı gelen ham gözlem verilerden yararlanarak atmosferik modelleme yapmakta ve hassas düzeltme verileri hesaplanmaktadır (URL 5, 2013). Gerçek Zamanlı Kinematik (RTK) düzeltme verileri en güncel RTCM (Radio Technical Commission for Aeronautics) iletişim formatında olup GSM, GPRS, NTRIP (Internet Protokolü Üzerinden RTCM Verisinin Ağ Dağıtımı) vasıtalarından biri veya birkaçı yardımıyla gezici alıcılara gönderilmektedir (Erkan, vd., 2010). Kullanıcı kendi alıcısında, "koordinat belirleme" işlemini başlattığı andan itibaren, bu gezici alıcı için kontrol merkezinden üretilen düzeltme bilgisi GPRS iletişimi ile her bir saniye de bir olmak üzere gelir ve istenilen noktada hassas koordinatlar belirlenmiş olur. Bu şekilde tek frekanslı bir GNSS alıcısı metre altı doğrulukta, çift frekanslı bir GNSS alıcısı 1-13 santimetre doğrulukta konum belirleyebilmektedir

(URL 5, 2013). Yapılan uygulamada kontrol noktalarının konumunu hesaplarken beklenen hassasiyeti sağlaması, tek bir GNSS alıcısı ile hızlı ve kolay bir şekilde koordinat hesaplayabilmesi ve koordinatı bilinen başka bir noktaya ihtiyaç duyulmaksızın konum hesaplanabilmesi nedenleri ile konum bilgileri CORS-TR GPS tekniği ile belirlenmiştir.

Aşağıdaki şekilde TUSAGA-AKTİF (CORS-TR) Sistemi işleyişi ve bileşenleri görülmektedir (Şekil 1).



Şekil 1. TUSAGA-AKTİF (CORS-TR) Sistemi işleyişi ve bileşenleri (URL 6, 2013)

### 1.1.2. Ortofoto Harita Üretimi

Fotogrametrik yöntemlerle üretilen ortofoto haritalar, günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır. Ortofoto görüntüleri, uçuş yüksekliği, kamera merceği ve fotoğrafik alım sırasındaki kamera eğiklikleri nedenleriyle oluşan distorsiyonları düzeltilmiş fotoğraflardır (Rossi,2004).

Dijital ortofoto üretiminde kullanılan başlıca girdi verileri Analog resimlerin taranmasıyla elde edilen dijital resimler, kamera kalibrasyon bilgileri ve metrik resimlerin iç yöneltme işleminin yapılabilmesi için gerekli olan müşir koordinatları, yer kontrol bilgileri ve her bir resmin dış yöneltme elemanlarının tanımlanması için ölçülmüş resim koordinatları ve rektife edilecek her bir objenin yüksekliğinin tanımlanması için sayısal yükseklik modelidir. Yükseklik kaymalarını gidermek için Sayısal Yükseklik Modeli (SYM), dış yöneltme elemanlarını belirlemek için yer kontrol noktaları kullanılmaktadır. Hava fotoğraflarının ortofoto işleminde ilk işlem, analog resmin dijital formata çevrilmesidir. Sonrasında yer kontrol noktalarıyla yapılan işlem ve son olarak SYM ile ilişkilendirilmesi yer alır.

Ortofoto görüntüde, radyometrik, sensör ve topoğrafik distorsiyonlar düzeltilmiştir. Genelde, ortofoto işlemi için, SYM ve jeodezik noktalar kullanılır. Bu şekilde, görüntü referanslandırılır ve projeksiyondırılır (Alexandrov, 2004). Her bir pikselin elektronik izdüşümü, izdüşüm denklemleriyle (collinearity denklemleri) yapılır ve rektifikasyon düzlemi, SYM kullanılarak arazi, yükseklik bilgileriyle yüklenir.

Her bir fotoğraf demeti,  $(x_0, y_0, f)$  olmak üzere üç iç yöneltme elemanı ve  $(X_L, Y_L, Z_L, \omega, \phi, \chi)$  olmak üzere altı tane dış yöneltme elemanı içerir. Izdüşüm denklemleri kullanılarak çözüme ulaşılır. Yöneltmenin dokuz elemanı demetteki tüm ışınlar için sabittir. Fotoğraf, üç boyutlu objelerin iki boyutlu gösterimi olduğundan, resimler arasındaki ölçek farklıdır.  $\lambda$  ölçek faktörü, her bir ışın için farklı değeri temsil eder. Genelde  $\lambda$ , bilinmediğinden elimine edilir (Moffitt ve Mikhail, 1980).

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \lambda M \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} \quad M = \begin{bmatrix} m_{11} & m_{12} & m_{13} \\ m_{21} & m_{22} & m_{23} \\ m_{31} & m_{32} & m_{33} \end{bmatrix}$$

$$M = \begin{pmatrix} \cos\phi\cos\chi & -\cos\phi\sin\chi & \sin\phi \\ \cos\omega\sin\chi + \sin\omega\sin\phi\cos\chi & \cos\omega\cos\chi - \sin\omega\sin\phi\sin\chi & \sin\omega\cos\phi \\ \sin\omega\sin\chi - \cos\omega\sin\phi\cos\chi & \sin\omega\cos\chi + \cos\omega\sin\phi\sin\chi & \cos\omega\cos\phi \end{pmatrix} \quad [1]$$

1 nokta için;

$$x - x_0 = -f \frac{m_{11}(X-X_0) + m_{12}(Y-Y_0) + m_{13}(Z-Z_0)}{m_{31}(X-X_0) + m_{32}(Y-Y_0) + m_{33}(Z-Z_0)} \quad [2]$$

$$y - y_0 = -f \frac{m_{21}(X-X_0) + m_{22}(Y-Y_0) + m_{23}(Z-Z_0)}{m_{31}(X-X_0) + m_{32}(Y-Y_0) + m_{33}(Z-Z_0)}$$

Yukarıdaki formülde belirtilen  $\lambda$  ölçek faktörünü;  $X, Y, Z$  arazi koordinatlarını;  $X_0, Y_0, Z_0$ , izdüşüm merkezinin koordinatlarını;  $f$ , asal uzaklığı;  $\omega, \phi, \chi$  parametreleri dönüklük parametrelerini ve  $x(= \xi), y(= \eta)$  resim koordinatlarını temsil etmektedir. Formül [1]'de belirtilen  $M$  dönüklük matrisi ile Formül [2]'de belirtilen izdüşüm denklemleri çözülür.

Görüntü pikselleri harita düzlemine izdüşürülür. Yapılan izdüşümde, düzensiz gridlerden oluşan SYM' nin her bir gridinin gri değerleri baz alınır. Bu işlemde, yer yüzeyi objelerinin fotoğrafik yoğunluğu ve yükseklikleri aynı yatay düzlemde yer alır. Eğer SYM gridlerinin karşılığı, ham resimde yoksa yüksekliklerin resimdeki karşılıkları için enterpolasyon yapılmalıdır. Dijital ortofotonun doğruluğunu belirlemek için koordinatları bilinen kontrol noktaları ile fotogrametrik yöntemle ölçülmüş kontrol noktaları arasındaki RMSE değeri kullanılır (Smimard, 1997).

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum r_i^2}{n-1}} \quad [3]$$

Formül [3] 'de  $r$ , noktanın ölçülen ve bilinen koordinatları arasındaki kalanı ve  $n$ , doğruluk araştırmasına katılan noktaların sayısını temsil etmektedir.

### 1.1.3. Sınıflandırma

#### 1.1.3.1. En Çok Benzerlik Sınıflandırma Yöntemi

En Çok Benzerlik sınıflandırma yöntemi uzaktan algılamada en çok kullanılan sınıflandırma yöntemlerinden biri olmakla birlikte eğitilmiş istatistiksel bir yaklaşımdır. Bu yaklaşımda her bir pikselin olasılığı hesaplanır ve piksel olasılığı en yüksek olan sınıfa atanır. Ortalama vektörü ve kovaryans matrisi her bir sınıfı karakterize etmekte kullanılır (Tso ve Mather, 2009). En çok benzerlik yöntemi, bir pikselin her bir sınıfa ait olma olasılıklarını belirlemek için eğitim verilerinin ortalama ve varyans, kovaryans verilerini kullanır.

En Çok Benzerlik sınıflandırma yöntemi olasılık yoğunluk fonksiyonuna dayanır. Bu yöntem, bir sınıfın koşullu olasılığını belirleyen Bayesian karar terorisine dayanır. [3] eşitliğinde verilen  $p(\omega_i|x)$ , aday pikselin  $i$  sınıfına ait olasılık yoğunluk fonksiyonunu temsil eder.

$$p(\omega_i|x) = \frac{p(\omega_i)p(x|\omega_i)}{p(x)} \quad [3]$$

[4] eşitliği kullanılarak  $i$  sınıfının eğitim vektörünün kovaryans ve ortalaması için  $p(x|\omega_i)$  çok değişkenli normal olasılık yoğunluk fonksiyonu hesaplanır.

$$p(x|\omega_i) = \max_j p(x|\omega_j) \quad [4]$$

En çok benzerlik diskriminant fonksiyonu;

$$g_k(x) = \ln p(\omega_i) - \frac{1}{2} \ln |C_i| - \frac{1}{2} [(x - m_i)^T C_i^{-1} (x - m_i)] \quad [5]$$

olarak yazılabilir (Yıldırım, vd., 2005).

[5] eşitliğinde,  $i$ , örnek sınıfı;  $x$ , aday pikselin ölçüm vektörü;  $m_i$ ,  $i$  örnek sınıfının ortalama vektörü;  $\omega_i$  aday pikselin  $i$  sınıfına ait olma yüzdesi;  $C_i$ ,  $i$  örnek sınıfındaki piksellerin varyans-kovaryans matrisini göstermektedir.

## 2. Çalışma Alanı ve Veri Seti

Çalışma alanı olarak Trabzon ili Akçaabat ilçesi Hıdırnebi, Kuruçam ve Balıklı yaylalarının olduğu bölge seçilmiştir (Şekil 2). Ülkemizin Doğu Karadeniz kıyısında bulunan Akçaabat; 38.2 doğu boylamı ile 40.4 kuzey enlemi arasında, deniz seviyesinden 10 metre yükseklikte 385 kilometrekarelik yüzölçümü ile Trabzon ilinin hemen batısında yer alır. Akçaabat, yörede bulunan yayla ve meraların geçiş noktasındadır. Hıdırnebi, Karadağ, Haçka, Işıklar ve Büyük oba başlıca yaylaları olmakla beraber bölgede yer alan mera alanları da oldukça fazladır.



Şekil 2. Çalışma Alanı

Çalışma alanında zaman içerisinde meydana gelen değişimin incelenebilmesi amacı ile 1973 yılına ait 1/23000 ölçekli 2 adet siyah beyaz hava fotoğrafı, 1982 yılına ait 1/25000 ölçekli 2 adet siyah beyaz hava fotoğrafı ve son olarak 2012 yılına ait 0.5m yersel çözünürlüklü pankromatik ve 2m yersel çözünürlükte multispektral görüntü sağlayabilen WorldView-II uydu görüntüsü temin edilmiştir. Ayrıca çalışma bölgesine ait kadastral veriler ve 1/25000' lik haritalar kullanılmıştır.

## 3. UYGULAMA

### 3.1 Arazi Çalışmaları

Çalışma alanında değişim analizi yapabilmek amacı ile 1973 ve 1982 yıllarına ait hava fotoğrafları ile 2012 yılına ait WorldView-II uydu görüntüsü kullanılmıştır. Hava

fotoğraflarının değerlendirilmesi ve uydu görüntülerinin rektifiye edilebilmesi için zeminde kontrol noktaları olması gerekmektedir. Çalışma alanının yayla alanlarını kapsaması ve hava fotoğraflarının çok eski yıllara ait olması nedeni ile değerlendirme yapabilmek için zeminde sabit nokta bulunamadığından, ilk önce hava fotoğraflarında ve aynı zamanda uydu görüntüsünde de bulunan ve günümüze kadar gelen detay noktaları tespit edilmiştir. Yaylalarda yollar toprak olduğundan ve günümüze kadar geçen süreçte bu yolların değişmesi nedeni ile yol kesişimleri detay noktaları olarak kullanılamamıştır. Bu yüzden geçmişte arazide var olan ve günümüze kadar gelen eski binaların köşeleri, evleri birbirinden ayıran duvarların kesişim noktaları vb. sabit nokta olarak kullanılmaya karar verilerek arazi çalışmalarında kontrol noktası olarak bu noktalar kullanılmıştır.

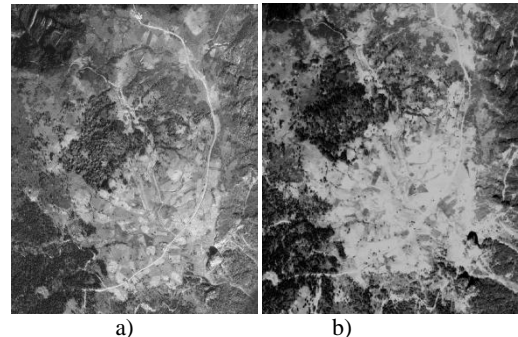
Görüntüler üzerinde tespit edilen bu noktalar araziye gidilerek CORS-TR GPS tekniği kullanılarak ölçülmüştür. Ölçüm tekniği olarak CORS-TR GPS tekniğinin kullanılması ile arazide anlık ve hızlı olarak, cm inceliğinde, koordinatı bilinen başka nokta arayışına gerek kalmadan ve tek GPS alıcısı ile hassas konum elde edilebilmiştir. Bu yüzden yapılan bu çalışmada araziye iyi bir şekilde dağılmış toplam 12 adet kontrol noktasının konum ölçmelerinde CORS-TR GPS tekniği kullanılmıştır.

### 3.2 Hava Fotoğraflarının ve Uydu Görüntülerinin Değerlendirilmesi ve İşlenmesi

Öncelikle 1973 ve 1982 yıllarına ait HGK tarafından 1200 dpi' de taranmış hava fotoğrafları ve kullanılan kameralara ait kalibrasyon değerleri temin edilmiştir. Fotoğrafların iç yöneltme bilinmeyenleri bu kalibrasyon değerleri ve her fotoğrafta yer alan müşirler kullanılarak yapılmıştır. Daha sonra görüntü üzerinde iyi bir şekilde dağılmış kontrol noktaları yardımıyla dış yöneltme işlemi yapılmıştır. Yöneltilmiş fotoğraflardan sayısal arazi modeli oluşturulmuştur. Son işlem adımı olarak üretilen sayısal arazi modeli kullanılarak çalışma alanına ait ortofoto harita üretilmiştir (Şekil 3). 1973 yılına ait ortofoto harita için toplam RMS değeri 0.0637m, 1982 yılına ait ortofoto harita için toplam RMS değeri ise 0.0163m olarak hesaplanmıştır.

Hava fotoğrafları kullanılarak oluşturulan ortofoto haritalar Arc GIS programında açılmıştır. Burada bina, orman, yayla gibi katmanlar oluşturularak vektörel haritalar üretilmiştir. Böylece programda zamansal değişimin tespiti yapılmış ve tematik haritalar üretilmiştir.

Uydu görüntülerinin geometrik düzeltme işlemi için de aynı kontrol noktaları kullanılmıştır. Uydu görüntülerinin geometrik düzeltme işleminde 10 adet kontrol noktası ile beraber uydu görüntüsüne ait RPB dosyası ve sayısal yükseklik modeli kullanılmıştır. Bu işlem sonucunda görüntü X yönünde 0.7733m, Y yönünde 1.0564m olmak üzere toplam RMS değeri, 1.3092m olarak düzeltilmiştir.

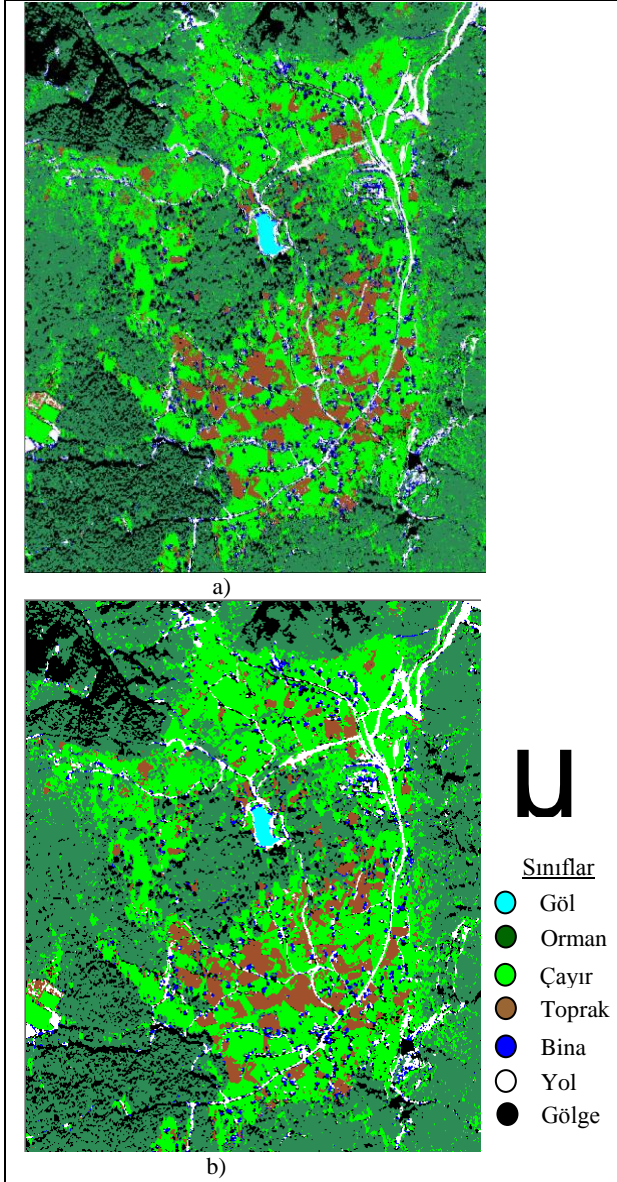


Şekil 3. a)1982, b)1973 yıllarına ait ortofoto hava fotoğrafları



### 3.2 Uydu Görüntüsünün Sınıflandırılması

Düzeltilme işleminden sonra görüntü üzerinden bina, orman, çayır, yol, toprak, göl ve gölge sınıfları için eğitim işlemi kullanılmak üzere örnek pikseller toplanmıştır. Toplanan bu örnek piksellere göre görüntü EÇB yöntemi kullanılarak ENVI programında sınıflandırılmıştır. Daha sonraki aşamada sınıflandırılan bu görüntüye 3x3 pencere boyutunda majority filtresi uygulanmış ve sınıflar daha belirgin hale getirilmiştir (Şekil 4).



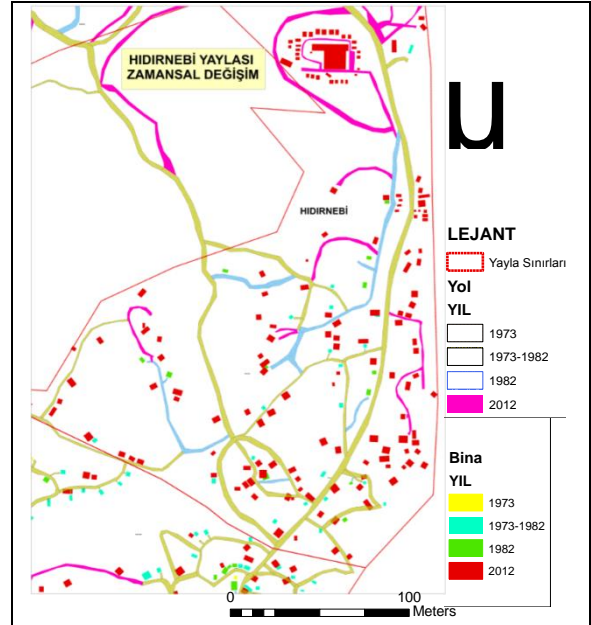
Şekil 4. a) EÇB ile sınıflandırılmış görüntü b) Sınıflandırılmış görüntüye filtrenin uygulanmış hali

Sınıflandırma işlemi piksellerin spektral özelliklerine göre sınıflandırıldığından binaların ve yolların geometrisi hassas olarak belirlenemediği görülmüştür. Bunun sonucu olarak bu sınıfların alanları tam olarak tespit edilememiştir. Bunun yanında spektral özellikleri benzer olan bina ve yol sınıfında karışmalar olmuştur. Ancak orman, çayır ve toprak alanlarının mevcut arazi yapısını daha doğru bir şekilde yansıttığı tespit edilmiştir. Sınıflandırılmış ve filtrelenmiş görüntüden elde edilen vektör harita ArcGIS programında açılarak bina olmadığı

tespit edilen pikseller temizlenmiştir. Temizleme işlemi elle sayısallaştırma sonucu elde edilen en küçük bina alanı referans alınmıştır. Bu işlem sonucunda bina sayısında geçmiş yıllara göre 197 adet artış olduğu tespit edilmiştir. Sınıflandırmadaki bu problemin çözümüne yönelik olarak ileriki çalışmalarda nesne tabanlı sınıflandırma yaklaşımları denenecektir.

### 3.3 Değişim Analizlerinin Yapılması

Değişim analizi için ortofoto görüntülerden ve sınıflandırılmış uydu görüntüsünden üretilen vektör haritalar kullanılmıştır (Şekil 5).



Şekil 5. Hava fotoğraflarından üretilen vektör harita

Yıllara göre yayla alanlarındaki değişimi tespit etmek amacıyla yayla alanı içerisinde bulunan yol ve bina alanları toplam alandan çıkarılmıştır. Sonuçlar incelendiğinde yol alanında en çok değişimin yaklaşık 24 dönüm artışla Hıdırnebi yaylasında olduğu görülürken bina anlamındaki artışın da yaklaşık 19 dönüm ile yine Hıdırnebi yaylasında olduğu tespit edilmiştir. Genel olarak yayla alanındaki değişim incelendiğinde de Hıdırnebi yaylasında yaklaşık 43 dönümlük bir alanın azaldığı tespit edilmiştir.

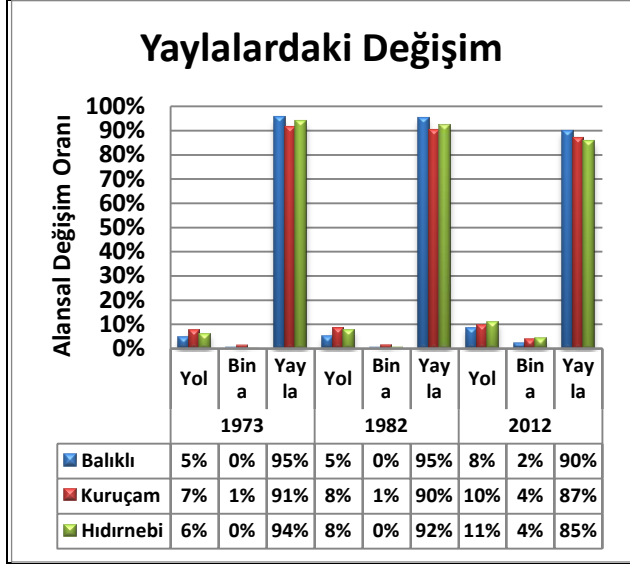
Tablo 1. Yıllara göre yaylalardaki yol ve bina alanlarındaki değişim

Yıl	Cins	Yaylalar		
		Balıkli	Kuruçam	Hıdırnebi
1973	Yol (m <sup>2</sup> )	25301.364	25349.659	31216.765
	Bina (m <sup>2</sup> )	1531.335	3849.505	1168.533
1982	Yol (m <sup>2</sup> )	26871.146	28711.967	39244.814
	Bina (m <sup>2</sup> )	1764.243	4481.745	2067.896
2012	Yol (m <sup>2</sup> )	45153.791	32320.927	55099.765
	Bina (m <sup>2</sup> )	11176.056	12524.746	20329.174

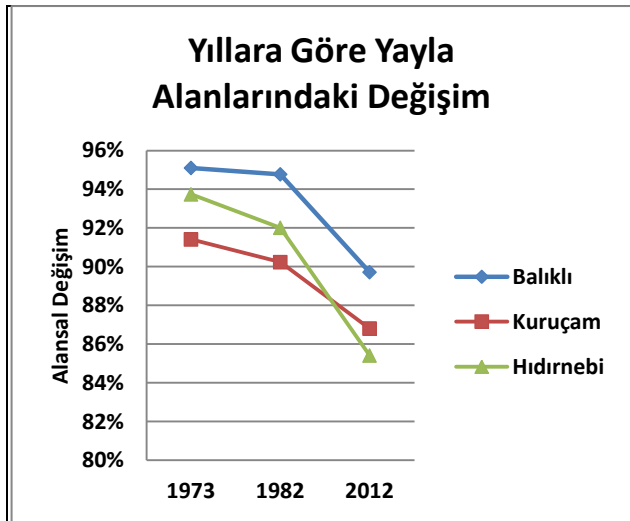
Tablo 2. Yıllara göre yayla alanlarındaki değişim

Yayla Adı	Yayla Genel Sınır (m <sup>2</sup> )	Yayla Alan (m <sup>2</sup> )		
		1973	1982	2012
Balıkli	547648.931	520816.232	519013.542	491319.084
Kuruçam	339837.513	310638.349	306643.801	294991.840
Hıdırnebi	517044.323	484659.025	475731.613	441615.384

Aşağıda tablo 1 ve tablo 2' deki veriler grafiksel olarak Şekil 6'da ve Şekil 7'de gösterilmiştir.



Şekil 6. Yaylalardaki değişim



Şekil 7. Yıllara göre yayla alanlarındaki değişim

#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan çalışma kapsamında hava fotoğrafları kullanılarak ortofoto haritalar üretilmiş, bu haritaların sayısallaştırılması ile tematik haritalar oluşturulmuştur. Ayrıca çalışma alanını

kapsayan güncel Worldview-II uydu görüntüsü sınıflandırılmış ve değişim analizinde kullanılmıştır. Üretilen vektör haritalar ve sınıflandırılmış uydu görüntüsü kullanılarak yapılan değişim analizleri sonucunda 1973-1982 yılları arasında yaylalardaki yol alanında yaklaşık 13 dönüm, bina alanlarında ise 2 dönüm artış olduğu, 1982-2012 yılları arasında yol alanlarındaki toplam artışın yaklaşık 38 dönüm, bina alanlarındaki artışın yaklaşık 36 dönüm olduğu tespit edilmiştir. Yayla alanlarındaki değişim incelendiğinde 1973-1982 yılları arasında 15 dönüm, 1982-2012 yılları arasında yaklaşık 74 dönüm azalma olduğu tespit edilmiştir.

Bu analiz sonuçları bize doğal hayata ve ekosisteme sayısız faydası olan bu alanların düzenli ve sistematik bir şekilde izlenmesi ve bu suretle korunarak yaşatılması gerektiğini göstermektedir. Bunun yapılabilmesi için bu alanlar belirli periyotlarla uydu görüntüleri ya da hava fotoğrafları ile izlenmelidir. Bu sayede değişim tespit edilerek yaylalarda oluşabilecek tahribata zamanında müdahale edilebilecektir.

#### Teşekkür

Bu çalışmada kullanılan veriler "Doğu Karadeniz Bölgesindeki Mera ve Yayla Alanlarındaki Değişimin Uzaktan Algılama Teknolojileriyle Tespiti ve Bilgi Sistemi Tasarımı: Trabzon İli Akçaabat İlçesi Örneği" adlı 1119 Numaralı Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Projesi (BAP-01) kapsamında temin edilmiştir. KTÜ BAP birimine desteğinden dolayı teşekkür ederiz.

#### Kaynaklar:

Akdeniz, H. 2004. The opportunities that digital orthophotos can supply in urban planning, XXth ISPRS Congress, 12-23 July, İstanbul, PS WG VII/4, <http://www.isprs.org/istanbul2004/comm7/papers/112.pdf>

Alexandrov, A., Hristova, T., Ivanova, K., Koeva, M., Madzharova, T., Petrova, V. 2004. Application of quickbird satellite imagery for Updating cadastral information, XXth ISPRS Congress, 12-23 July, İstanbul, PS WG II/4, <http://www.isprs.org/istanbul2004/comm2/papers/160.pdf>

Balabanlı, C., Albayrak, S., Türk, M. Ve Yüksel, O., 4342 Sayılı Mera Kanunu Uygulamasında Karşılaşılan Sorunlar ve Çözüm Yolları, Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Sayı:1, 2006,75-81.

Erden,Ö., 2006. "Hava Fotoğrafları Ve Uydu Görüntüleri İle Dijital Ortofoto Üretimi Ve Kentsel Gelişimin İzlenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği, Trabzon.

Erkan, Y., Aktuğ, B., Lenk, O., Parmaksız, E., Mert, İ., Bacanlı, H. (2010) TUSAGA-Aktif Sistemi ve Atmosferik Çalışmalara Ait Ön Sonuçlar, Uluslararası Katılımlı 1. Meteoroloji Sempozyumu, 27-28 Mayıs 2010, Ankara.

Moffitt, F. H. ve Mikhail, M.E., 1980. Photogrammetry, Third edition, Harper& Row, New York.

Rossi, Tiffiny A., 2004. Application Of Digital Photogrammetric Methods In The Of Land Cover Change On The Coastal Dunes Of Warren Dunes State Park, Berrien Country, Master Thesis, The Michigan State University, Michigan.

Smimard, P. G., 1997. Accuracy Of Digital Orthophotos, Master Thesis, The University Of New Brunswick, Canada.

Tso, B. ve Mather P. M., 2009. Classification Methods For Remotely Sensed Data, Second Editon, Taylor & Francis Group, United States of America.

Yıldırım, İ., Ersoy, O.K. ve Yazgan B., 2005. Improvement of classification accuracy in remote sensing using morphological filter, Advances in Space Research 36 (2005) 1003–1006.

URL 1, <http://www.izmir.bel.tr/Projelerb.asp?pID=90>, 12 Haziran 2011.

URL 2, [www.hgk.msb.gov.tr/dergi/makaleler/135\\_9.pdf](http://www.hgk.msb.gov.tr/dergi/makaleler/135_9.pdf), 11 Mayıs 2011.

URL 3,  
[http://nik.com.tr/2008/tr/sistem/uydu\\_goruntuleri/eo1.html](http://nik.com.tr/2008/tr/sistem/uydu_goruntuleri/eo1.html), 11 Mayıs 2012.

URL 4,  
<http://v3.arkitera.com/news.php?action=displayList&cID=3>, 13 Haziran 2011.

URL 5,  
[http://www.hgk.msb.gov.tr/haritalar\\_projeler/jeodezi/TUSAGA\\_Aktif\\_Genel\\_Bilgi\\_internete.pdf](http://www.hgk.msb.gov.tr/haritalar_projeler/jeodezi/TUSAGA_Aktif_Genel_Bilgi_internete.pdf), 13 Mayıs 2013.

URL 6,  
[http://www.hgk.msb.gov.tr/haritalar\\_projeler/jeodezi/tusaga\\_aktif.htm](http://www.hgk.msb.gov.tr/haritalar_projeler/jeodezi/tusaga_aktif.htm), 10 Mayıs 2013.