

# Sayısal Fotogrametri ile Kıyı Alanlarındaki Değişimin İzlenmesi

Faik Ahmet SESLİ<sup>1</sup>

## Özet

Yeryüzünde en hızlı değişime uğrayan birimler kıyı alanlarıdır. Özellikle son 25 yıl boyunca, iç ve dış turizm talebine bağlı olarak yoğun bir nüfus artış baskısı altına girmesi, ikinci konut ve tatil siteleri yapımı, sanayi kuruluşları, kum ocağı haline dönüştürülen kumsallar, arazi kazanmak için yapılan dolgular, ulaşım sorununun çözümü adına gerçekleştirilen otoyollar ve daha bir çok uygulamalar, kıyılarımızın günümüzde büyük baskı altında olduğunu göstermektedir. Trabzon şehri de son yıllardaki hızlı ve plansız kentleşme sorunuyla karşılaşılacak yerlerden biridir.

Bu çalışmada sayısal fotogrametri yöntemi kullanılarak farklı tarihlerde çekilmiş hava fotoğraflarının değerlendirilmesi ile Trabzon ilinde, seçilen çalışma alanında kıyı çizgisi ve kıyı bölgesinde kullandığımızdaki değişimin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma sonucunda; kıyı çizgisindeki zamansal değişimler saptanarak dolgu yapılan alanlar ile kıyı erozyonu, kum çekimi, v.b. nedenlerle meydana gelen kıyı alanı kayıplarının büyüklükleri tespit edilmiş, 1973-2002 yılları arasında yol genişlikleri ve bina sayılarında meydana gelen farklılıklar ortaya konulmuştur.

## Anahtar Sözcükler

Kıyı, Kıyı Bölgesi, Sayısal Fotogrametri, Kıyı Kullanımı, Zamansal Değişim

## Abstract

### Monitoring Changes in Coastal Land Use with Digital Photogrammetry

Coastal areas are the most variable units on earth. Especially for the last 25 years, coastal areas of Turkey have been under tremendous repression mainly because of population explosion arising from the domestic and foreign tourism demands, and also settlements by holiday dwellers and industrial companies, highways constructed to overcome traffic problems, intentions to convert beaches to sand supplying quarries and the other applications. The city of Trabzon has recently had its share of this shoreline exploitation causing fast and unplanned urbanization.

This paper introduces an efficient method for monitoring environmental changes using a different approach for the images taken from the same geographical location within the province of Trabzon but at different times. After the completion of orientation process, the differences between consecutive data sets displayed in one picture immediately reveal environmental changes that took place in the meantime, regarding e.g. urban development, roads or coast lines. Results obtained so far are precise and clear enough to confirm the findings of the introduced method and to indicate that digital photogrammetry is an effective approach for monitoring coastal land use status of a large area.

## Key Words

Coast, Coastal Region, Digital Photogrammetry, Coastal Land Use, Change Detection

## 1. Giriş

Kıyıları ilk çağlardan bugüne gelinceye kadar büyük medeniyetlerin en çok yerleştiği alanlar olmuştur. Kıyılarıdaki; tarım alanları, deniz ulaşım ve taşımacılığı, su kaynakları, kumçakıl yatakları, denizden kazanılmış dolgu alanları, petrol-doğal gaz yatakları, deniz ürünleri, v.b. kaynaklar, toplumun ekonomik ve sosyal gelişmesine imkan sağlamış, kıyı bölgelerinin ve hatta ülkenin kalkınmasında diğer alanlara nazaran daha önemli roller üstlenmiştir.

Üç tarafı denizlerle çevrili, Marmara gibi büyük bir iç denizi bulunan ve dolayısıyla uzun bir kıyı şeridinde sahip olan ülkemizde kıyıları; özellikle son yıllarda kamu kuruluşlarının, turizm yatırımlarının ve ikinci konut taleplerinin yoğun baskısı altında kalmıştır. Ayrıca bu denli çeşitli baskıların iç içe olduğu kıyılarda, kentsel mekanlara ilişkin kararlar ekolojik, estetik, bilimsel yaklaşımlarla değil, ekonomik kriterler ve politik beklentiler doğrultusunda oluşturulmaktadır (KOZLOWSKI ve HILL 1993).

Kıyı kullanımı konusundaki sorumluluk uygulamada yeterince işletilememektedir. Özellikle hukuki ve idari sorumluluk yok denecek kadar az uygulanmaktadır. Mali sorumluluk ise, özel kişilerin kıyı kullanımı konusunda kirlenme, kum çekimi, kazı yapma yasaklarını ihlal etmeleri durumunda ortaya çıkmaktadır. Günümüzde ülkemiz kıyı belediyelerinin % 80'i davalı konumdadır (AKKAYA ve DOĞAN 2002).

Geçmişten günümüze kadar ticaret ve kültür açısından önemli bir kıyı şehri olma özelliğini kaybetmeyen ve Karadeniz Bölgesinin en eski yerleşik alanlarından biri olan Trabzon şehri de son yıllardaki hızlı ve plansız kentleşmeden fazlasıyla etkilenmiştir. Trabzon ilinde büyük bir kısmı kamu kuruluşları ve vatandaşlar tarafından yasalara ve kamu yararına aykırı kullanılan kıyı alanlarına yapılmış yerleşimlerle, artan nüfusun gıda ihtiyacı için çok değerli olan tarım alanları, rekreasyon ve manzara ihtiyacını giderecek kıyı alanları, geçen zaman içinde sürekli azalmıştır (AKYOL vd. 1997).

Trabzon ili ve çevresinde de günümüzde; sağlıksız ve plansız yapılaşmalar, ulaşım yetersizliği, kentte oluşan atıkların arıtılmadan alıcı ortam olarak Karadeniz'e boşaltımı sonucu ortaya çıkan su kirliliği, çöplerin denize dökülmesi, trafik, sanayi ve ısınma amaçlı gazların oluşturduğu hava

<sup>1</sup> Dr., KTÜ, Müh. Fak., Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü, 61080 Trabzon.

kirliliği, gürültü kirliliği, yeşil alan ve rekreasyon alanlarının eksikliği gibi pek çok sorunla karşı karşıya kalınmaktadır. Hızla büyümekte ve gelişmekte olan Trabzon şehrinde, denizler, özellikle ulaşım problemlerinin çözümü adına doldurulmakta, çok geniş dolgu alanları üzerinde karayolu inşa edilerek kumsallar yerini betonlaşmaya bırakmaktadır.

Kıyı bölgelerinin önemli özelliklerinden biri, bu bölgelerdeki koşulların büyük bir bölümünün, yıllık, mevsimsel ve hatta günlük olarak değişime uğramasıdır. Bu değişimlerin saptanabilmesi için, belirli bölgelerde ve zamanlarda, belirli periyotlarla bu bölgelerin izlenmesi gereklidir. Bu işlemlerin, klasik yöntemlerle yapılmasının oldukça zaman alıcı olması nedeniyle, fotogrametri ve uzaktan algılama teknolojileri kullanılabilir (KAPDAŞLI vd. 1997).

Zamanla değişime uğrayan alanların değişiminin belirlenmesi, geleceğe yönelik akılcı kararlar almada büyük yarar sağlamaktadır. Zamansal değişimin belirlenmesi, geçmişe ait veriler ile güncel verilerin karşılaştırılması ile mümkün olmaktadır. Güncel veri mevcut olmasa da üretilebilir, ancak asıl olan sorun geçmişe ait verilerin ortaya konulabilmesi ve değerlendirilebilmesidir. Bu nedenle özellikle korunması ve kamu yararına kullanılması gereken kıyıların bu amaçla kullanılıp kullanılmadığının belirlenmesi önem taşımaktadır, Trabzon ili kıyı kullanımının belirlenmesi ve kıyı bölgesindeki zamansal değişimlerin izlenmesi amacı ile 1973 ve 2002 tarihli hava fotoğrafları temin edilerek sayısal fotogrametri yöntemi kullanılmıştır.

## 2. Tanımlar

Sözlük anlamı ile kıyı; deniz, göl, akarsu gibi her türlü doğal su kitlesini çevreleyen toprak çeşidi veya denizin en alçak çizgisi ile kara arasındaki temas bölgesidir (KAY ve ALDER 1999). Başka bir tanıma göre, kara ile denizin birleşimini gösteren arazi olarak düşünülebilir (KETCHUM 1972). Ülkemizde, yürürlükte olan 3621 ve bu kanunun bazı maddelerinde değişiklik yapılmasına dair 3830 Sayılı Kıyı Kanunu'na göre;

**Kıyı Çizgisi :** Deniz, doğal ve yapay göl ve akarsularda taşkın durumları dışında suyun kara parçasına değdiği noktaların birleşmesinden oluşan doğal çizgi,

**Kıyı Kenar Çizgisi:** Deniz, doğal-yapay göl ve akarsuların, kıyı özelliği gösteren kesimlerinde kıyı çizgisinden sonraki kara yönünde su hareketlerinin oluşturduğu alanların doğal sınırı,

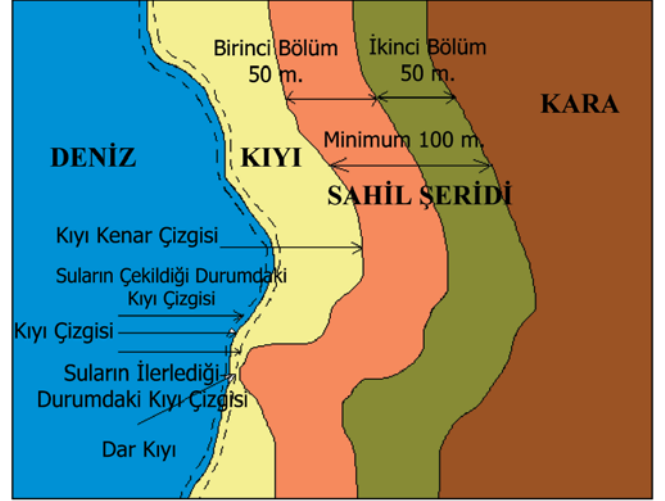
**Kıyı:** Deniz, göl ve akarsuların kıyı çizgisi boyunca uzanan kıyı hareketlerinin düştüğü kumluk, çakıllık, taşlık ve bataklık alanlarının kara yönündeki doğal çizgisi arasında kalan alan,

**Sahil Şeridi:** Deniz, doğal ve yapay göllerin kıyı kenar çizgisinden itibaren kara yönünde yatay olarak en az 100 m. genişliğindeki alan olarak tanımlanmaktadır (Şekil 1).

**Kıyı Bölgesi :**Nehir deltaları, düz sahiller, kumsal ve kumullar, kayalıklar, bataklık ve lagünler v.b. çok değişik yapıları içeren,

sahil hattı çevresini kara kesiminde ve kıyı sularını da içerecek şekilde kucaklayan, karanın denizle birleştiği ortak yüzey olarak tanımlanabilmektedir (ÜNSAL 1997).

Bu çalışmada; Kıyı Kanunu'nda belirtilen kıyı, sahil şeridi ve bunların kara yönündeki mücavir sahanın bütünü, *kıyı bölgesi* olarak tanımlanmıştır.



Şekil 1: Kıyı kanununa göre kıyı tanımlarını gösterir kroki

## 3. Türkiye'de ve Dünyada Kıyı Kullanımı

Bugün kıyıya yakın alanlardaki nüfus, 1950'lerdeki tüm dünya nüfusuna eşittir. Çeşitli değerlendirmelere göre, dünya kıyı alanlarındaki nüfus, toplam dünya nüfusunun %50-70'ini oluşturmaktadır. Amerika Birleşik Devletleri'nde, kıyısı bulunan eyaletlerin ortalama nüfus yoğunluğu, olmayanlara göre 5 kat daha büyüktür. Dünya nüfusunun 2050 yılına kadar 8,5 milyara ulaşacağı tahmin edilmekte ve kıyı alanlarındaki gelişmenin çok daha fazla olacağı hesaplanmaktadır (FERNANDES ve READ 1993).

Uzunluklarının toplamı 8333 km olan Türkiye kıyılarının 1707 km'si Akdeniz, 1701 km'si Karadeniz, 3484 km'si Ege ve 1441 km'si de Boğazlar'la birlikte Marmara denizi kıyılarına aittir. Az sayıda olan adalarına ait kıyıların uzunluğu da yaklaşık 500 km civarındadır (DOĞAN vd. 2005). Karadeniz, Marmara, Ege ve Akdeniz kıyılarında toplam 28 il, sadece sahilde 220'nin üzerinde belediye vardır. Bu iller toplam illerimizin % 35'ini oluştururken, ülke nüfusunun yaklaşık % 53'ünü barındırmaktadır. Tamamen sahilde bulunan yerleşimlerde toplam nüfusun % 20'si yaşamakta, buna ek olarak kıyı illeri nüfusları, yeni turizm politikalarının izlenmeye başlaması ve turizm teşviklerinin artırılması ile 1985 sonrasında hızla yükselen bir artış sergilemektedir (ONGAN 1997).

## 4. Sayısal Fotogrametri

Günümüzde analog ve analitik fotogrametri alet ve yöntemlerinden sayısal fotogrametri alet ve yöntemlerine doğru hızlı bir geçişin olduğu gözlenmektedir. Bu hızlı geçişin en önemli nedenleri olarak; çok çeşitli ürünlerin, ortofoto, fotomozaik, sayısal ve vektörel harita bilgileri, fotogrametrik nirengi ölçüm

ve dengeleme sonuçları gibi sistemlerden elde edilmesi ve bu ürünlerin fotogramerik açıdan pek çok beklenti ve gereksinimlere cevap verebilmesi sayılabilir.

Sayısal fotogrametri; klasik fotogrametri teorisi ile sayısal görüntü işleme tekniklerinin birleştirilmesi şeklinde oluşan yeni bir tekniktir. Bu yöntemi kullanan sistemlere “*digital yada sayısal fotogrametrik iş istasyonu*” denir. Sayısal fotogrametrimin temeli, sayısal formda hava fotoğraflarının kullanımına dayanır.

Uydu görüntüleri ya da hava fotoğrafları, görüntü işleme sistemlerinde, görsel ve sayısal görüntülere dönüştürülürler. Bu görüntüler, zenginleştirme ve sınıflandırma teknikleri kullanılarak, çevre sorunlarının geniş bölgelerde hangi boyutlarda yaşandığını gösterebilmektedir. Bu özelliklerinin yanı sıra, söz konusu veriler, geçmişte yaşanan çevre sorunlarının gelişme seyrini adım adım verebilmektedir. Bu sayede değişimin boyutları ve etkilerinin hesaplanması mümkün olabilmektedir (GAZİOĞLU vd. 1997).

Fotogrametri yardımı ile kıyı çizgisinde meydana gelen değişimin izlenmesi, yersel ölçümlere göre çok daha pratik olmaktadır. Kıyıda değişimi izleyebilmek için seçilen bölgeye ait eski ve yeni tarihli hava fotoğrafları kullanılarak, bu iki farklı zamandaki fotoğrafların değerlendirilmesi sonucu değişim ortaya çıkarılabilir.

Değerlendirmede öncelikle fotoğraf ile arazi arasındaki ilişkiyi kurabilmek için arazide belirli sayıda kontrol noktaları tesis edilir veya bu noktalar doğruluk ihtiyacına göre uygun haritalardan temin edilir. Arazide noktaların belirlenmesinden sonra sayısal hale dönüştürülmüş fotoğrafların yöneltmeleri yapılır.

Fotogrametride yöneltme işlemi, kullanılan fotoğrafların fotoğraf çekim anındaki konumuna getirilmelerinden ibarettir. Yöneltme işleminin tamamlanması ile artık fotoğraf ile arazi arasında bağlantı kurulduğundan, bundan sonraki işlemler ayrıntıların belirlenmesi ile devam eder.

Dış yöneltmenin ilk aşaması olan karşılıklı yöneltme ile fotoğraf üzerinde seçilen standart noktalar en az 6 adet olmalıdır. Bu noktalar ile model ölçülür ve böylece obje uzayında

arazinin üç boyutlu bir modeli şekillendirilmiş olur. Bu model, arazi referans sisteminden bağımsız olması nedeniyle, ikinci aşamada mutlak yöneltme işlemiyle bu sisteme dönüştürülür.

Bunun için model üzerinde kontrol noktalarının model koordinatları ölçülür. Üç boyutlu bir benzerlik dönüşümü yapılarak, karşılıklı yöneltme ile oluşturulan stereo model arazi koordinat sistemine yerleştirilir. Bu aşamadan sonra model üzerindeki tüm detayların arazi koordinat sistemindeki değerleri alınabilir ki bu işlem de sayısallaştırma ve detay alımı şeklinde tanımlanabilir.

Hava fotoğrafları siyah-beyaz, renkli veya renkli kızıl ötesi olabilmektedirler. Şekil 2’de çalışmada kullanılan siyah-beyaz ve renkli kızıl ötesi hava fotoğraflarına birer örnek gösterilmektedir.

## 5. Kıyı Çizgisindeki ve Kıyı Bölgesinin Kullanımındaki Değişimin Sayısal Fotogrametri Yöntemiyle Belirlenmesi

Kıyı çizgisindeki ve kıyı bölgesinin kullanımındaki değişimin izlenmesi, özellikle son yıllarda gelişen teknoloji ile birlikte hava fotoğrafları ve uydu görüntüleri yardımıyla mümkün olabilmektedir. Çalışmanın bu kısmında; farklı tarihlerde çekilmiş hava fotoğrafları kullanılarak kıyı çizgisindeki ve kıyı bölgesinin kullanımındaki değişikliklerin izlenmesi, gelişim ve değişimlerin ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu amaçla Orman Genel Müdürlüğü’ne bağlı Trabzon Bölge Müdürlüğü’nden 1973 tarihli, 1/23.000 ölçekli siyah-beyaz hava fotoğrafları temin edilerek, bölüm laboratuvarında taranmıştır.

Son 30 yıllık süreçteki değişimin belirlenebilmesi amacıyla; 2002 tarihli, 1/15.000 ölçekli, renkli kızıl ötesi hava fotoğrafları Orman Genel Müdürlüğü’nden temin edilmiş, Genel Müdürlük bünyesindeki tarayıcı vasıtası ile taranmıştır.

Temin edilen hava fotoğraflarından renkli kızıl ötesi olanlar 800 dpi, siyah-beyaz olanlar ise 1200 dpi çözünürlükte taranmış, bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Buradaki tarama çözünürlüğünün farklı olmasının nedeni, kullanılan tarayıcıların farklı teknik özelliklere sahip olmalarıdır.



Şekil 2: Çalışmada kullanılan 1973 ve 2002 tarihli hava fotoğraflarına örnekler



Şekil 3: Çalışma alanı

Tablo 1: Çalışmada kullanılan 1973 ve 2002 tarihli hava fotoğraflarının teknik özellikleri

Çekim Yılı	Ölçek	Özelliği	Uçuş Amacı	Kullanılan Fotoğraf Numaraları	Alındığı Kurum
1973	1/23.000	Siyah Beyaz	Standart Topografik Haritaların Revizesi	6986, 6987, 6988, 6989, 6990, 6991, 6992, 6993	Orman Bölge Müdürlüğü (Trabzon)
2002	1/15.000	Renkli	Ormancılık	4766, 4765, 4764, 4763, 4762, 4761, 4760, 4759, 4758, 4757, 7265, 7264	Orman Bölge Müdürlüğü

Bu çalışmada kullanılan hava fotoğraflarının teknik özellikleri yukarıda Tablo 1’de belirtilmiştir. Hava fotoğrafları, Trabzon Belediyesinin batı hudutu olan Yıldızlı Deresinden itibaren Trabzon-Rize Devlet Yolu üzerinde, şehrin doğu yönündeki Yalincak Petrol Ofisi Tesislerine kadar uzanan yaklaşık 18 km’lik çalışma alanındaki kıyı bölgesini kapsamaktadır (Şekil 3) (SESLİ 2005).

Çalışmada Zeiss ve Integrapp firmasının ortaklaşa üretilen Z/I Imaging Digital Fotogrametri Sistemi kullanılmıştır. Sistemde fotogrametrik işlemler Zeiss SSK (Stereo Softcopy Kit) yazılımı ile yapılmıştır. Bu yazılımın modülleri; ISPM (Image Station Project Management), ISMS (Image Station Model Setup), Image Station (IS) Match-T, ISDM (Image Station Digital Mensuration), ISSD (Image Station Stereo Display), ISFC (Image Station Feature Collection), ISBR (Base Rectifier-Orthophoto) olarak tanımlanmaktadır. Donanım olarak; üç boyutlu fare (3D Mouse), Stereo Kristal Gözlük, Grafik Kart, 21’monitör, çift işlemci 866 Mhz Pentium IV, donanımlı sistem, verilerin grafik gösterimi için ise, CAD Tabanlı Microstation V.8 yazılımı kullanılmıştır.

## 5.1. Fotoğrafların Değerlendirilmesi

Fotogrametrik sistemde, sayısal hale dönüştürülen görüntülerin değerlendirilmesi için ön işlemler yapılmıştır. İlk aşamada, yazılımın Many-Files-Converter modülü ile büyük boyuttaki görüntüler kullanılır hale getirilerek görüntü piramitleri oluşturulmuştur.

Bu işlem sistemin hızını arttırmakta, görüntü hacminin kullanılması yerine, daha düşük hacimli piramitlere ayrılmış şekli kullanılmaktadır. Bu işlemlerden sonra değerlendirme için yöneltme işlemlerine geçilmiştir.

### 5.1.1. İç Yöneltme

İç yöneltme bir görüntü üzerinde yapılan ilk yöneltme işlemidir. Bu yöneltme ile fotoğraf işaretleri koordinatları ve bunların piksel koordinatları arasındaki ilişki kurulmaktadır. Kısaca iç yöneltme, fotoğraf koordinat sistemi ile piksel koordinat sistemi arasındaki dönüşüm olarak tanımlanabilir. Mevcut kalibrasyon raporları ile fotoğraf orta nokta bulucuları kullanılarak, görüntülerin iç yöneltme işlemleri ISMS (Image Station Model Setup) modülünde yapılmıştır. Bu işlemi aynı modülde karşılıklı yöneltme ve mutlak yöneltme işlemleri izlemiştir. Uygulamada iç yöneltme işlemi için genellikle Afın Dönüşüm kullanılmaktadır. Böylece sayısal görüntü üzerinde piksel koordinatları ölçülen her noktanın, otomatik olarak resim koordinat sistemindeki koordinatları hesaplanabilmektedir. Burada fotoğraf koordinat sistemine geçiş nedeni, daha sonraki yöneltme işlemlerine ilişkin izdüşüm denklemlerinde bu koordinatların kullanılmasıdır.

### 5.1.2. Karşılıklı Yöneltme

Karşılıklı yöneltme, bindirmeli çekilmiş bir veya daha fazla fotoğraf çiftinin yöneltme parametrelerinin belirlendiği bir yöntemdir. Bu yöneltmede görüntü üzerinde belirgin bütün detay ya da kontrol noktaları ölçü amacıyla kullanılmıştır. Model üzerinde uygun dağılmış en az 6 adet yöneltme noktasının bulunması gerekmektedir. Bu noktalarda yapılan ölçüler yardımıyla paralaks (düşey paralaks) bulunmuştur.

Kullanıcının isteğine bağlı olarak kontrol noktalarında da paralaks ölçülebilmektedir. Bu yöneltme ile fotoğraf çiftlerinden oluşan model üç boyutlu hale getirilmiştir. Ancak bu model uzayda keyfi bir konumda yerleşmektedir. Bu modelin istenilen koordinat sistemine dönüştürülmesi, mutlak yöneltme ile gerçekleştirilmiştir.

### 5.1.3. Mutlak Yöneltme

Mutlak Yöneltme ile; fotoğraf koordinat sistemi ve belirlenen nesne (obje) uzayı koordinat sistemi (Arazi Koordinat Sistemi) arasındaki bağlantı sağlanır. Mutlak Yöneltme yapılabilmesi için model alanına uygun dağılmış en az üç kontrol noktasına ihtiyaç vardır. Bu noktaların arazi koordinatları ya jeodezik yada çoğunlukla fotogrametrik nirengi yöntemi ile daha önce belirlenmektedir. Bu kontrol noktalarının her iki sistemdeki koordinatları kullanılarak bir üç boyutlu benzerlik dönüşümü yapılır. Böylece modelin mutlak yöneltmesi yapılmış olur. Çalışma bölgesinde fotoğraf üzerinden belirlenen detay

noktalarından, özellikle fotoğrafın çekildiği yıldan günümüze kadar özelliği değişmemiş noktaların istikşafının yapılması gerekir. Bu çalışmada; uzun yıllar zeminde değişmemiş olduğu anlaşılan ayrıntıların (bina, cami, okul köşesi, v.b.) x,y koordinatları ve yükseklikleri halihazır haritadan alınmıştır. Mutlak yöneltme işleminden sonra değerlendirme yapılabilmesi için her bir modelde zeminde x,y koordinatları ve yüksekliği bilinen 4 veya daha fazla sayıda kontrol noktası ölçülmüştür. Bunların ikisi x,y ekseninde üçüncüsü de z ekseninde tanımlanmıştır. En az dört noktanın ölçümü ile mutlak yöneltme işlemi tamamlanmıştır.

#### 5.1.4. Sayısallaştırma ve Detay Alımı

Mutlak yöneltmesi de yapılarak arazi koordinat sistemine dönüştürülmüş olan her bir model üzerinde üç boyutlu imleç ve stereo kristal gözlük yardımıyla fotogrametrik değerlendirme işlemi gerçekleştirilerek istenilen detaylar çizgisel olarak belirlenmiştir. 1973 tarihli hava fotoğraflarının değerlendirilmesi ile 7, 2002 tarihli hava fotoğraflarının değerlendirilmesi ile de 11 model oluşturulmuştur. Söz konusu her bir model üzerinden sayısallaştırma işlemleri gerçekleştirilirken 3 farklı katman oluşturulmuştur. Bunlar kıyı çizgisi, yol ve bina-benzeri yapı katmanlarıdır. Yazılımın ISDM (Image Station Digital Mensuration) modülünde yapılan çizim işlemleri, üzerinde çalıştığı Microstation CAD yazılımına otomatik olarak aktarılmakta ve istenilen formata dönüştürülebilmektedir. DXF formatına dönüştürülen çizimlere ait gerekli düzeltmeler NETCAD programında yapılmıştır. 1973 ve 2002 tarihlerine ait çizimler NETCAD programında üst üste çakıştırılarak kıyı çizgisi ve kıyı bölgesinin kullanımındaki değişimin belirlenmesi için gerekli incelemeler yapılmıştır.

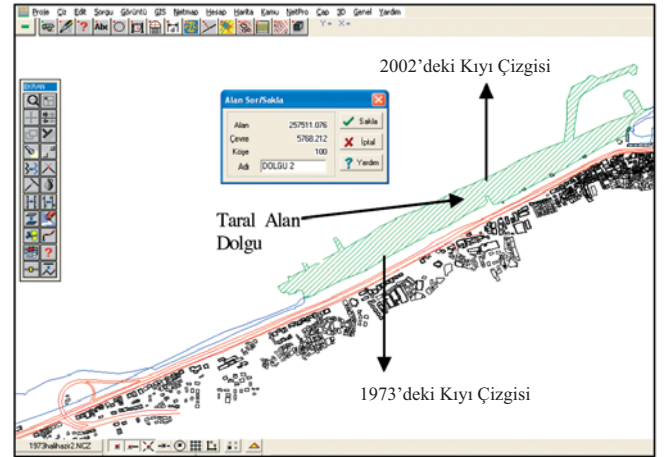
Çalışmada yaklaşık 18 km'lik kıyı bölgesini içeren, 1973 ve 2002 tarihli hava fotoğraflarının sayısal fotogrametri yöntemiyle değerlendirilmesinden sonra, oluşturulan modeller üzerinden o tarihlerdeki mevcut kıyı çizgisi, karayolu ve binalar ayrı ayrı katmanlar halinde sayısal hale getirilerek mevcut durumu gösteren haritalar oluşturulmuştur.

Söz konusu haritalar üzerinden, kıyı çizgisindeki değişiklikler alan çevirmek suretiyle belirlenmiş, denizi doldurmak suretiyle kazanılan dolgu alanları ve kıyı erozyonu, denizden kum çekimi v.b. nedenlerle kaybedilen kıyı alanları da ayrıca hesaplanmıştır.

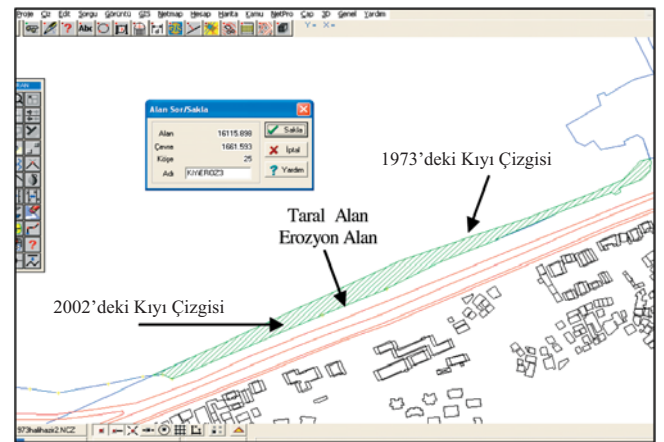
Burada 1973 ve 2002 tarihlerindeki kıyı çizgilerinin çakıştırılması ile arada kalan alanlar hesaplanmıştır. 2002 tarihli kıyı çizgisinin 1973 tarihliye göre deniz yönünde olması, dolgu yapıldığını, 2002'deki kıyı çizgisinin 1973'dekine göre kara yönünde kalması ise kıyı erozyonu yada malzeme alımı ile alan kaybı gerçekleştiğini göstermiştir.

Aşağıda denizlerin doldurulması ile kazanılan dolgu alanlarının (Şekil 4) ve kıyı erozyonu, kum çekimi, malzeme alımı, v.b. nedenlerle kaybedilen kıyı alanlarının (Şekil 5) yüzölçümlerinin hesaplanmasına örnekler verilmiştir.

Yaklaşık 18 km uzunluğundaki çalışma bölgesinde farklı tarihlerdeki kıyı çizgisi incelendiğinde; 16 farklı yerde dolgu



Şekil 4: Dolgu alanı mikatının belirlenmesine örnek



Şekil 5: Kıyı erozyonu miktarının belirlenmesine örnek

ile kazanılmış alanlar, 19 farklı yerde ise kıyı erozyonu, kum çekimi, malzeme alımı, v.b. nedenlerle kaybedilmiş olabileceği düşünülen alanlar saptanmış, yüzölçümleri ayrı ayrı hesaplanmıştır. 1973 ve 2002 tarihli hava fotoğraflarının sayısal fotogrametri ile oluşturulan üç boyutlu modeller üzerinden sayısallaştırma ve detay alımı sonucunda oluşturulan çizim dosyası DXF formatında kaydedilip düzeltme işlemleri gerçekleştirildikten sonra, ARC/INFO programında topoloji kurulmuş ve 1973-2002 tarihleri için bina ve benzeri yapıların sayısı ayrı ayrı belirlenmiştir.

## 6. İrdeleme

1973 ve 2002 tarihli hava fotoğraflarının sayısal fotogrametri yöntemiyle değerlendirilmesinden sonra oluşturulan modeller üzerinden o tarihlerdeki mevcut kıyı çizgisi, karayolu ve binalar ayrı ayrı katmanlar halinde sayısal hale getirilerek, mevcut durumu gösteren haritalar oluşturulmuştur.

1973-2002 yılları arasında 16 farklı yerde toplam 101 hektarlık alanın denizin doldurulması ile kazanıldığı saptanmıştır. Hava fotoğrafları incelendiğinde; dolgu alanlarında daha çok karayolu, ulaşım amaçlı diğer tesisler, yeşil alan, yürüyüş bandı, park, v.b. alanların oluşturulduğu, bir liman kenti olan Trabzon'da liman sahasında da dolgu yapılarak alan kazanıldığı, liman ve tesislerinin genişletildiği görülmüştür

(Şekil 6, 7). Trabzon ilinde, son yıllarda geliştirilen karayolu ve üniversitenin getirdiği önemli sosyal etkiler sonucu, kıyı boyunca yoğunlaşan yerleşim talepleri, karayolu boyunca artan bir kentsel rant kimliği ile tanımlanmıştır. Karayolunun gerek deniz tahribatından korunması, gerekse kentin gereksinimi olan rekreatif kıyı kullanım alanlarının oluşumuna zemin hazırlamak için, zaman içinde kıyı dolgu alanları deniz yönünde genişletilmiş ve kamusal alanlar oluşturulmaya ve imar planı tadilatlarıyla her geçen yıl azalan kamu alanları arttırılmaya çalışılmıştır.



Şekil 6. Bölünmüş yola dönüştürülmüş karayolu (Trabzon Akçakale)



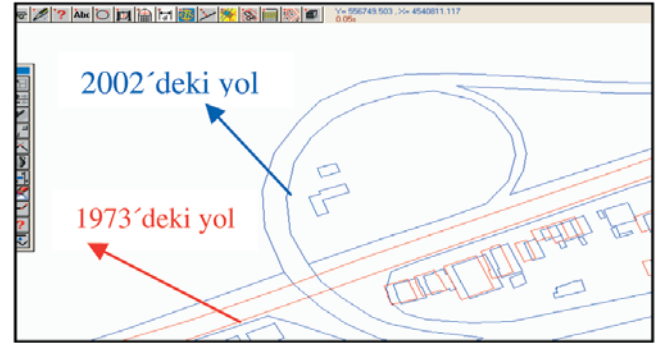
Şekil 7. Arafilboyu mevki dolgu yapılarak genişletilmiş liman sahası

Doğu Karadeniz Bölgesi'nde (DKB) etkin rüzgarlar kuzey batı-kuzey yönünde estiğinden etkin dalga yönü de bu yöndedir. Kıyı boyu malzeme taşınımı ise batıdan doğuya doğrudur. Ancak kıyıda projelendirilmiş bir yapı, madde taşınımını etkileyeceğinden yapının batısında aşırı miktarda malzeme yığılması, doğusunda ise oyulmalar oluşmaktadır.

Bunun sonucunda kıyı hidrodinamik dengesi bozulmakta, kıyı erozyonu oluşmaktadır. Karayolu genellikle denize dolgu yapılarak kıyıya paralel geçirilmiştir ve geçirilmeye devam edilmektedir. Yol yapımı öncesinde yatık meyilli sahillerde enerjisi daha kolay kırılarak kıyıya gelen dalgalar, yol yapımı sonrası dik şevli yol dolgularına veya tahkimatlara çarparak yansımaktadırlar. Böylece dalgaların sahip oldukları enerji daha da büyümekte, dalgalar beraberlerinde taşıdıkları katı maddeyi kıyıya bırakmadan tekrar derin denize doğru taşımaktadırlar. Bu durum, doğal dengenin bozulmasıyla kıyı erozyonuna sebep olmaktadır (YÜKSEL ve YÜKSEK 2003). Kıyılarından mühendislik esaslarına uyulmadan kum-çakıl alınması da malzeme kaybı olarak değerlendirileceğinden kıyı erozyonu sayılmaktadır.

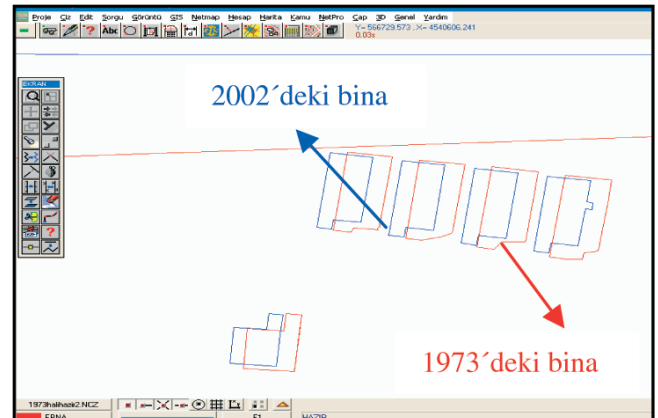
Yapılan çalışmada 1973-2002 yılları arasında 19 farklı yerde toplam 11.3 hektarlık alanın kıyı erozyonu, kum çekimi, malzeme alımı v.b. nedenlerle kaybedilmiş kıyı alanları olduğu saptanmıştır.

Kıyı çizgisi değişiminin belirlenmesi ile dolgu ve erozyon alanlarının saptanması dışında, mevcut yapılaşma ve karayollarındaki değişimler de sayısal fotogrametri ile belirlenebilmektedir. Buna göre; çalışma bölgesinde yapılan incelemelerde 1973 yılında ortalama 10-15 metre genişliğinde olan karayolu, 2002 yılına gelindiğinde çoğu yerde bölünmüş yol olmak üzere ortalama 30-35 metre genişliğine ulaşmıştır (Şekil 8).



Şekil 8. 1973 ve 2002 tarihindeki yolların karşılaştırılmasına örnek

1973 ve 2002 tarihli hava fotoğraflarının sayısal fotogrametri ile oluşturulan üç boyutlu modelleri üzerinden sayısallaştırma ve detay alımı neticesinde oluşturulan çizim dosyası DXF formatında kaydedilip, düzeltme işlemleri gerçekleştirildikten sonra, Arc/Info programında topoloji kurulmuş ve 1973-2002 tarihleri için bina ve benzeri yapıların sayısı ayrı ayrı belirlenmiştir. Buna göre; çalışma bölgesinde 1973 yılında 989, 2002 yılında ise 2763 adet bina ve benzeri yapı bulunduğu saptanmıştır. Üç boyutlu model üzerinden sayısallaştırma yaparken, bitişik nizam evler çözünürlükten ötürü tek bir yapı gibi algılanmış ve bu nedenle söz konusu bina ve benzeri yapıların sayısı hatalı olarak belirlenmiş olabilir. 1973 ve 2002 tarihli hava fotoğraflarının her ikisinde de mevcut olan ve geçen zaman içerisinde her hangi bir değişiklik yapılmayan binalar incelendiğinde ise; binaların üst üste çakışmadığı, cephelerinde ortalama 1,5-3 m arasında farklar meydana geldiği görülmüştür (Şekil 9). Bunun nedenleri; 1973 tarihli fotoğrafların 1/23000, 2002 tarihli fotoğrafların ise 1/15000



Şekil 9. 1973 ve 2002 tarihindeki binaların karşılaştırılmasına örnek

ölçekli olması, 2002 tarihli fotoğrafların daha modern kameralarla ve yüksek çözünürlükte çekilmiş olması, fotogrametrik değerlendirme ve sayısallaştırma aşamalarında meydana gelen hatalar olarak yorumlanmıştır.

Daha büyük ölçekli (örneğin 1/1000) harita üretimini sağlayan 1/3000-1/5000 gibi daha büyük ölçekli hava fotoğrafları çekilmesi durumunda bu fark azaltılabilecektir.

Çalışma bölgesinde ve diğer alanlarda, Karadeniz Sahil Yolu inşaatı sırasında çok sayıda kumsal, yerini dolgu alanları ve ulaşım tesislerine bırakmıştır (Şekil 10).

## 7. Sonuçlar

- Fotogrametri ve uzaktan algılama, planlama faaliyeti için



Şekil 10. Yanbolu köyünde aynı yere ait karayolu inşaatından önceki ve sonraki durumu gösteren fotoğraflar

## Kaynaklar

- AKKAYA M. A. ve DOĞAN E. : **Kıyı Kullanımının Sorumluluk Hukuku Açısından İncelenmesi**, Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları 4. Ulusal Konferansı, Kasım 2002, s. 349-355, İzmir, 2002.
- AKYOL N., TÜFEKÇİ M., SEYHAN K. ve DEMİR O. : **Türkiye'de Kıyıların Kullanımı ve Kamu Yararı İlişkileri: Trabzon İli Kıyı Kullanımı ve Sonuçları**, Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları 1. Ulusal Konferansı, Haziran 1997, s. 195-205, Ankara, 1997.
- DOĞAN E., BURAK S. ve AKKAYA M. A. : **Türkiye Kıyıları Kavramsal Tanımlama-Planlama-Kullanım**, Beta Basım Yayım Dağ. Şti., ISBN: 975-295-495-2, İstanbul 2005.
- GAZİOĞLU C., YÜCEL Z.Y., DOĞAN E. ve KURTER A. : **Kilyos-Karaburun Arasında Kıyının Kötü Kullanımı ve Kıyı Çizgisinin Değişimi**, Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları 1. Ulusal Konferansı, Haziran 1997, s. 567-577, Ankara, 1997.
- KAPDAŞLI S., MAKTAV D. ve SUNAR F. : **Kıyı Mühendisliğinde Ölçüm Teknikleri ve Uzaktan Algılama Teknolojisi Gereksinimi**, 3. Uzaktan Algılama ve Türkiye'deki Uygulamaları Semineri, 1997, Bursa.
- KAY R. ve ALDER J. : **Coastal Planning and Management**, First Published, ISBN: 0-419-24340-2, London and New York : E & FN Spon, 1999.

büyük önem taşıyan analizler ve veri elde edilmesi hususunda oldukça önemli rol üstlenmektedir. Sağlıklı, güncel verinin temini, hızla elde edilmesi, zamansal değişimin izlenmesi, ekolojik ve çevresel kaynakların takibi gibi konularda yarar sağlamaktadır.

- Bu çalışmada kıyı alanlarındaki kullanım-değişimin izlenmesi amacıyla sayısal fotogrametri yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde temin edilen hava fotoğraflarının farklı ölçek ve hassasiyette olmaları nedeniyle bazı hatalar söz konusu olmuştur.
- Sayısal fotogrametri yöntemiyle geniş kıyı alanlarındaki değişimlerin izlenmesi mümkün olabilmekte, kıyı alanları için ihtiyaç duyulacak haritalar üretilebilmektedir.

- KETCHUM B. H. : **The Water's Edge: Critical Problems of The Coastal Zone**, In Proceedings of The Coastal Zone Workshop, Woods Hole, Massachusetts, 22 May-3 June 1972, MIT Pres, Cambridge, MA.
- KOZLOWSKI J. ve HILL G. : **Towards Planning for Sustainable Development**, A Guide for Ultimate Environmental Treshold (UET) Method, 1993.
- ONGAN S.E. : **Arazi Kullanımı ve Kıyı Alanlarının Yönetimi**, Ulusal Çevre Eylem Planı, T. C. Başbakanlık DPT Müsteşarlığı, Ankara, Mart 1997.
- SESLİ F. A. : **Türkiye'de Kıyı-Mülkiyet İlişkilerinin İrdelenmesi: Trabzon Sahil Geçiş Yolu Örneği**, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 2005.
- URL1 Web P. : [www.lifesciences.napier.ac.uk/maraquafern.htm](http://www.lifesciences.napier.ac.uk/maraquafern.htm), 20,05,2006.
- FERNANDES T.F. ve READ P.A. : **Aquaculture and the Management of Coastal Zones**, 1993.
- ÜNSAL S. : **Kıyı Yönetimi Kavramında Yaşanan Evrim ve Kıyı Kullanımı ve Yönetimi (Düzenleme) Bütünlüğü İlkeleri**, Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları 1. Ulusal Konferansı, Haziran 1997, s.9-14, Ankara, 1997.
- YÜKSEL İ. ve YÜKSEK Ö. : **Doğu Karadeniz Bölgesindeki Erozyonların Son Gelişmelerle Yeniden Analizi**, Tabiat ve İnsan Dergisi, Cilt 37, Sayı 2, 2003, s.2-8., Ankara.