

İha ve İha-Lidar Verilerinden Otomatik Üç Boyutlu Kıyı Çizgisi Çıkarılması Ve Analizi: Terkos Örneği

Bülent Bayram, Nusret Demir, Burak Akpınar, Abdülkadir İnce, Salih Bozkurt, Selen Oy, Dursun Zafer Şeker, Anıl Güler, Yalçın Yüksel

¹Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 34220, İstanbul.

²İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü, 34469, İstanbul.

ÖZET

Kıyı erezyonunun belirlenmesinin oldukça önemli olduğu bütünleşik kıyı alanları yönetimi için en önemli mekansal verilerden biri yüksek doğruluklu olarak belirlenmiş kıyı çizgileridir. Günümüzde bir çok farklı yöntem yardımıyla belirlenebilen kıyı çizgileri, ayrıca sediment taşınım hesabı için kullanılan nümerik modellere de girdi olarak ta değerlendirilmektedir. Bu çalışma kapsamında ise, İstanbul'un önemli oranda temiz su ihtiyacını karşılayan Terkos Gölü ile Karadeniz arasında kalan 5 km lik bir alanine seçildiği ve kıyı çizgilerinin otomatik olarak çıkarılmasının hedeflendiği bir araştırma projesinin öncül sonuçları ele alınmıştır. Çalışma süresince sağlanan insansız hava aracı ve gerçekleştirilen test uçuşları hakkında bilgiler verilmiş ve çalışmanın yöntemi ile birlikte tamamlandığı zaman sağlayacağı yararlar vurgulanmıştır.

Anahtar kelimeler: Fotogrametri, İnsansız Hava Aracı (İHA), LIDAR, Kıyı Çizgisi

AUTOMATIC 3D SHORELINE EXTRACTION USING UAV AND UAV-LIDAR DATA; A CASE STUDY OF TERKOS

One of the most important spatial data for integrated coastal zone management, where the identification of coastal erosion is very important, is the highly accurate coastal line. Today, coastlines that can be determined by means of many different methods and these data might also be evaluated as inputs to numerical models used for sediment transport calculations. Within the scope of this study, the preliminary results of a research project aiming at the automatic extraction of coastlines of a 5 km area between Black Sea and Terkos Lake which meet the significant portion of fresh water requirement of Istanbul are discussed. Information was provided with the unmanned aerial vehicle and the test flights carried out during the study, and it was emphasized that the methodology used in the study and the possible benefits of the project were discussed.

Keywords: Photogrammetry, Unmanned Aerial Vehicle (UAV), LIDAR, Shoreline

1. GİRİŞ

Kıyı Alanları Yönetimi; kıyı alanlarında sürdürülebilir gelişme için sürekli, önlem alıcı ve uyarlanmış bir kaynak yönetim süreci olarak tanımlanmaktadır. Kıyı Alanları Yönetiminin amacı, kıyı alanlarının duyarlı, sınırlı ve baskı altındaki mekanlar olduğu göz önüne alınarak, kamu ve yerel grupların uyumlu ve birlikte eylemlerine olanak verecek entegre politika ve stratejilere dayalı bir yönetim biçiminin oluşturulmasıdır.

Tarih boyunca en önemli yerleşim bölgeleri suya yakın bölgeler özellikle de kıyı alanları olagelmıştır. Üç tarafı denizlerle çevrili ülkemizde, kıyılarımız stratejik önem taşımaktadır. Geleceğe yönelik projeksiyonların yapılabilmesi için kıyı alanlarının periyodik olarak izlenmesi, insan-kıyı etkileşiminin sonuçlarının gözlenmesi kritik öneme sahiptir. Kıyılardaki çevre koruma politikalarının geliştirilmesi, doğal habitatın korunması ve zenginleştirilmesi, bu kaynakların ekonomiye entegre edilmesi amacıyla kıyı alanlarına ait bilgilerin hızlı, doğru ve ekonomik olarak mevcut verilerin de entegre edilebildiği bir yöntemle elde edilebiliyor olması gereklidir. Diğer taraftan alt yapı yatırımlarının, sosyal politikaların, kent politikalarının, şehirleşmenin etkilerinden kaynaklanan sorunların saptanabilmesi, simüle edilebilmesi amacıyla kıyı alanlarının yönetimi zorunludur. Buna ek olarak olası afet kestirimleri, alınacak önlemlerin önceden belirlenebilmesi açısından da kıyı yönetimi dünyada olduğu gibi ülkemizde de en önemli problemlerden biridir. Kıyılar ilk çağlardan günümüze büyük medeniyetlerin en çok yerleştiği alanlar olmuş, sahip olduğu tarım alanları, deniz ulaşım ve taşımacılığı, su kaynakları, kum-çakıl yatakları, denizden kazanılmış dolgu alanları, petrol-doğal gaz yatakları, deniz ürünleri vb. kaynaklar ile toplumun ekonomik ve sosyal gelişmesine katkı sağlamıştır (Sesli, 2006).

Atmosfer, hidrosfer ve yer kürenin birbirleri ile etkileşim içerisinde oldukları yegâne alanlar olan kıyı bölgelerindeki koşulların büyük bir bölümünün, yıllık, mevsimsel ve hatta günlük olarak insan etkisinde veya fırtına ve iklim değişikliği gibi doğal kaynaklı değişime uğraması, bu değişimlerin belirli bölgelerde ve zamanlarda, belirli periyotlarla izlenerek saptanmasını gerektirir. Doğal gelişim ve çevresel koruma açısından oldukça önemli olan bu işlemlerin klasik yöntemlerle yapılmasının oldukça zaman alıcı olması nedeniyle, uzaktan algılama teknolojileri kullanılabilir (Kapdaşlı, vd., 1997). Kıyı değişimlerinin izlenmesi on yıllar boyu araştırmaların konusu olmuştur (Dornbusch vd., 2006; Marques, 2006; Pierre ve Lahousse, 2006; Benumof ve Griggs, 1999). Hava fotoğrafları ve uydu görüntüleri yeryüzüne ilişkin verilerin toplanması ve görüntülenmesine yönelik geniş bir kullanım olanağı sunmaktadır (Benz, vd., 2004). Kara ile denizin sürekli etkileşim içinde olduğu kıyı alanları en çok tehdit altında olan eko-sistemlerden biridir. Kıyı alanları artan nüfus, şehirleşme ile artan bir oranda insan tehdidi altındadır ve eko-sistemi tehdit etmektedir (Bendell ve Wan, 2011). Bu nedenle kıyı alanlarının periyodik olarak izlenmesi ve değişimlerin analiz edilmesi gerekmektedir.

Kıyı alanları, gerek doğal süreçler, gerekse insan etkisinden dolayı hızla değişmektedir. Ülkemizde 1980 ler den sonar kıyı alanlarındaki değişim hızlanmıştır. Bu değişimin temel nedenleri arasında kıyılara çok yakın alanlarda gerçekleştirilen, turizm işletmeleri, sanayi alanları ve kültür balıkçılığı gibi faaliyetler yer almaktadır. Bu faaliyetler kıyı alanlarında denetlenemeyen çarpık yapılaşmayı beraberinde getirmiştir. Yanlış kararlar sonucu yapılan liman, mendirek, dalgakıran vb. gibi kıyı yapıları, arazi kazanmak için yapılan dolgular, kıyı düzenlemesi adına gerçekleştirilen kazılar ve hatta ulaşım sorunu adına otoyollar ve daha birçok farklı uygulama temel doğal varlıklarımız arasındadır sayılan kıyılarımızın geleceğini açık bir şekilde tehdit etmektedir.

Bu olumsuz gelişmeyi önlemenin en önemli yollarından bir tanesi kıyı alanlarının düzenli olarak izlenmesidir. Bu işlem ise, ancak yüksek doğrulukta konumsal verilerin hızlı, ekonomik olarak elde edilmesiyle mümkün olmaktadır. Bu amaca hizmet edebilecek çok farklı veri elde etme yöntemi geliştirilmiş ve yaygın olarak kullanılmaya başlamıştır. Bunlar arasında son dönemlerde yaygın olarak kullanılmaya başlanan insansız hava araçları (İHA) önemli bir yer tutmaktadır. Bilindiği üzere, bu sistemler bilgisayar ve kamera sistemlerindeki gelişmelere paralel olarak, özellikle lokal alanlarda ekonomik, yüksek doğrulukta ve hızlı veri toplama sistemi olarak kabul edilmektedir.

Bu çalışmada, Nisan 2016 yılında başlanan ve Sürdürülebilir Kıyı Alanları Yönetimi için İHA ve İHA-LIDAR verilerinden kıyı çizgisi çıkarımıyla ilgili TÜBİTAK tarafından desteklenen bir araştırma projesinin öncül sonuçları paylaşılacaktır. Bu proje ile İHA elde edilen görüntüler ve İHA-LIDAR verileri kullanılarak kıyı alanlarının sürdürülebilir izlenmesi ve yönetimine olanak sağlayan bir alt yapının oluşturulması hedeflenmiştir. Proje kapsamında, İHA sistemlerinden elde edilecek verilerden otomatik olarak üç boyutlu kıyı çizgisi çıkartılması amacıyla algoritmalar ve yazılımlar geliştirilmesi hedeflenmektedir. Proje kapsamında İHA görüntülerinden elde edilen üç boyutlu kıyı çizgisi algoritması İHA-LIDAR verileri ile entegre edilebilecektir. Bu çalışmada söz konusu 115Y618 numaralı TÜBİTAK projesi kapsamında elde edilen öncül sonuçlar ele alınmış ve tartışılmıştır.

2. ÇALIŞMA ALANI

Projede çalışma alanı olarak İstanbul-Terkos Gölünün kuzeyinde kalan 5 km uzunluğundaki Karadeniz kıyı şeridi seçilmiştir. Terkos Gölü tüm Türkiye'deki şebeke suyuna ismini vermiş ilk içme suyu kaynağıdır. Göl İstanbul su sistemi içinde Avrupa yakasının yaklaşık yüzde 95'ini, tüm İstanbul'un su ihtiyacının ise yaklaşık yüzde 40'ını karşılamakta olan en önemli su kaynaklarımızdan birisidir. Terkos Gölü, Karadeniz kıyı şeridinde dalga ve akıntı etkilerinin yanı sıra bilimsel yöntemlere dayanmayan kum alımları ve hatalı kıyı tahkimatları nedeniyle Karadeniz'in tuzlu suyunun nüfuz etme riskiyle karşılaşmıştır. Terkos kıyı alanındaki erozyonun başlıca sebeplerini araştırırken dalga, rüzgâr etkilerini ve insan faktörünü göz önünde tutmak gerekmektedir. Terkos kıyı alanı 1883 yılında inşa edilen Terkos Gölü Barajı Havzası ile Karadeniz kıyısı arasında kalan Karaburun-Ormanlı bölgesinde bulunmaktadır. Proje kapsamında ele alınan çalışma alanı Şekil 1'de verilmiştir.



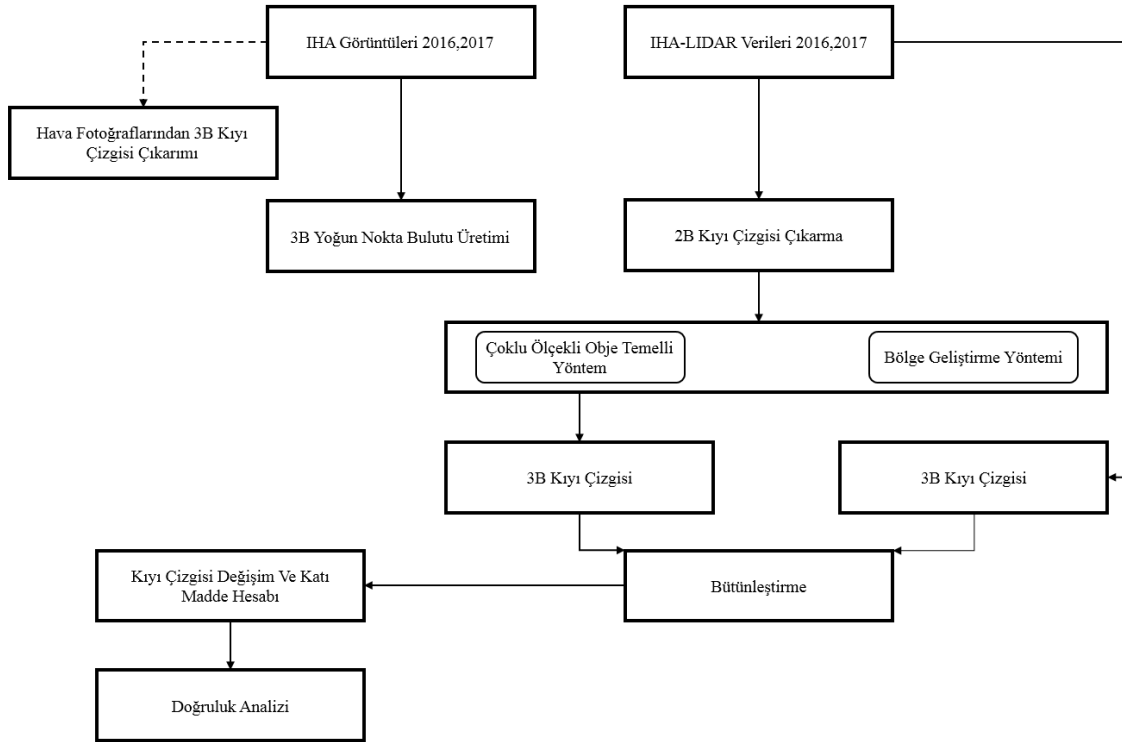
Şekil 1. Çalışma alanı

3. VERİ ve YÖNTEM

Çalışma kapsamında kıyı çizgisinde ortaya çıkan değişimlerin farklı yıllara ait hava fotoğraflarından üretilmesinin yanında, proje kapsamında bütünleşik kıyı alanları yönetimi için kıyı çizgisi değişimi ve katı madde taşınımı modellenmesinin bütünleşik olarak gerçekleştirilebileceği, İHA görüntüleri ve insansız hava aracına takılı LIDAR (İHA-LİDAR) teknolojisinin içerildiği bütünleşik bir yaklaşım geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda seçilen çalışma alanında;

- İHA görüntülerinden yararlanılarak üç boyutlu (3B) otomatik kıyı çizgisi elde etmeye yönelik bir algoritma ve yazılım geliştirilmesi,
- İHA-LİDAR verilerinden 3B otomatik kıyı çizgisi elde etmeye yönelik bir algoritma ve yazılım geliştirilmesi ve İHA görüntüleri ile İHA-LİDAR verilerinin entegre edilebilirliği,
- Otomatik olarak elde edilen 3B kıyı çizgisi verilerinin girdi olarak kullanılması ile kıyı çizgisi değişimi ve katı madde taşınımının nümerik model yardımıyla hesaplanması

Planlanmaktadır. Böylece İHA ve İHA-LİDAR teknolojisinin kıyı değişimi ve katı madde taşınımı hesaplanma sürecindeki katkıları da ortaya konulmuş olacaktır. Çalışmada kullanılan yöntemle ilişkin iş akış diyagramı Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2. Kullanılacak yönteme ilişkin iş akış diyagramı

Havadan lazer tarama sistemi ile çok geniş alanlardan kısa bir sürece olarak veri alımı sağlanabilir. LIDAR teknolojisinin geliştirilmesi ile otomatik yöntemler araştırmalarda yer bulmaya başlamıştır. LIDAR verileri ile kıyı şeridi elde etmede en çok tercih edilen yöntemlerden birisi ortalama su yükseklik seviyesinin belirlenmesi yöntemidir. Çalışma kapsamında kullanılmak üzere, bir adet insansız hava aracı sağlanmıştır. Bu çalışmaya özel olmak üzere sağlanan bu araç nokta bulutu üretmek amacıyla fotogrametrik resim çekimleri yapabilirken aynı zamanda üzerine takılan bir LIDAR aracılığıyla da nokta bulutu toplama özelliğine sahiptir. Bu açıdan bakıldığında ülkemizde ki ilk İHA-LIDAR çalışması olma özelliğine sahiptir. Projenin sonuçlanması farklı ver gruplarının entegrasyonu ve doğruluk analizleri konusunda da oldukça yararlı sonuçlar sağlayacaktır.

İnsansız Hava Araçları (İHA), İnsansız hava araçları ile elde edilen verilerin işlenmesi, bunların kullanım alanları özellikle 2004 yılından günümüze dek bilim insanlarınca odaklanılan önemli araştırma konularından biridir. İHA teknolojisinin uzaktan algılama ile entegrasyonu ile arazi kullanımı/örtüsü ve çevre ile ilgili araştırmalara yönelik veri analiz ve modelleme işlemleri olanaklı hale gelmiştir. Her ne kadar günümüzde insanlı araçlarla geniş alanların fotoğraflarının çekilebilmesi ile yüksek doğrulukta yüzey modelleri elde edilebiliyorsa da (nokta bulutu ve ortofotolar), bu yöntemle lokal kıyı alanlarının kısa periyotlarda ölçülebilmesi ve değişimlerinin izlenebilmesinin maliyeti çok yüksektir. İnsansız hava araçlarının, insanlı hava araçlarına göre diğer avantajları; ucuz olması, operatörler için geliştirilmiş güvenlik sistemlerine sahip olmaları ve pilotlu uçaklara göre daha hızlı intikal kapasitesine sahip olmalarıdır. Diğer taraftan, geleneksel hava fotogrametrisi ile kıyaslandığında, özellikle bulutlu havalarda da aktif olarak kullanılabilir olmaları İHA sistemlerini lokal alanlarda ön plana çıkartmaktadır. İHA' lar alçak irtifada monte edilen kamera ya bağlı olarak mekânsal ve zamansal yüksek çözünürlüklü görüntü kaydetme yeteneğine sahiptir.

Kıyı çizgisini belirlemede kullanılan topografik özellikler düşey ve yatay düzlemde uyumsuzluk gösterdiğinden farklı fiziksel parametrelerin elde edilmesinde üstünlük sağlayacak yöntemler kullanılması, kıyı çizgisinin tespiti ve modellenmesinde yüksek doğrulukta sonuçlar elde edilmesine olanak sağlayacaktır. İHA görüntülerinin kullanılması ile ilgili alana ait yoğun nokta bulutu elde edilebilmekte, görüntü işleme algoritmaları ve yazılımlar yardımıyla da 3B kıyı çizgisinin otomatik çıkartılması mümkün olacaktır. İHA-LİDAR verisi ile kıyı alanlarında mevcut olan bitki örtüsünün arazi topografyasından ayrışımı da mümkün olacaktır. Bu çalışma kapsamında, İHA ve İHA LİDAR uçları

aynı zamanda yapılacağı için verilerin entegrasyonunda herhangi bir zaman farklılığı parametresi söz konusu da olmayacaktır. Böylelikle İHA görüntüleri ve İHA-LIDAR verilerinin entegre edildiği bütünleşik bir çözüm üretilmiş olacaktır.

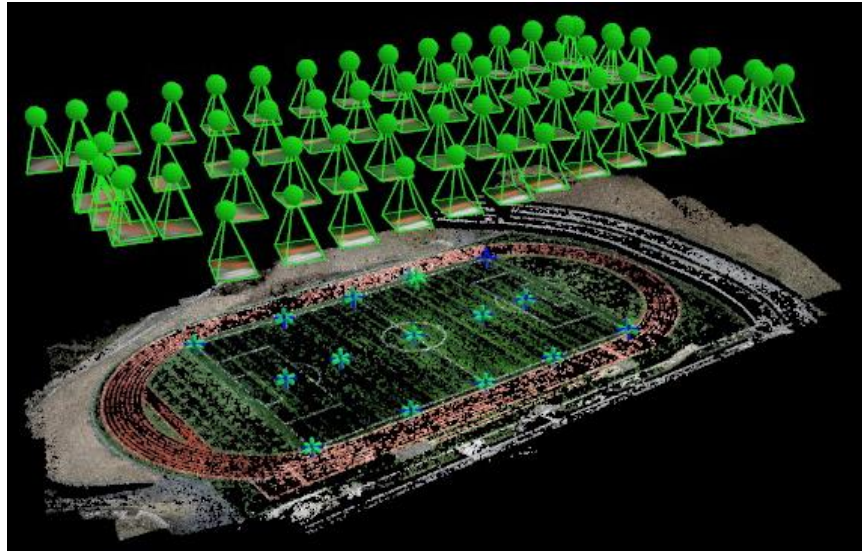
4. ÖNCÜL SONUÇLAR ve DEĞERLENDİRMELER

Çalışma kapsamında sağlanan İHA'nın test uçuşları YTÜ Davutpaşa kampüsünde başarıyla gerçekleştirilmiştir. Şekil 3'te proje kapsamında sağlanan İHA ve test uçuşları sırasında alınmış 2 adet fotoğraf görülmektedir. Meteorolojik koşulların elverdiği en kısa sürede ise proje kapsamında değerlendirilemn çalışma alanında gerekli fotoğraf çekimleri ve LIDAR verilerinin toplanması işlemleri gerçekleştirilecektir.

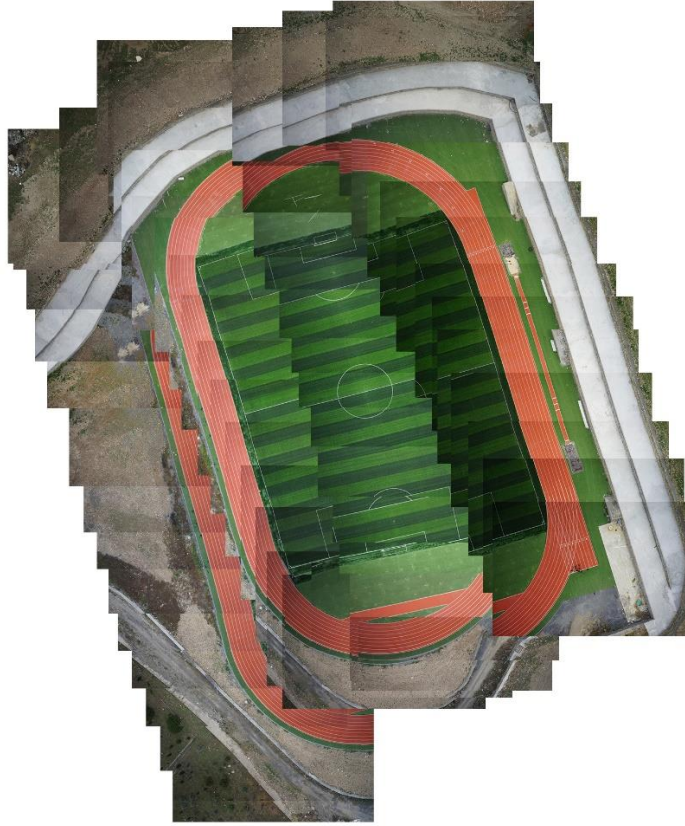


Şekil 3. Çalışma kapsamında sağlanan İHA ve test uçuşları sırasında elde edilen resim örnekleri

Test uçuşları sırasında test objesi olarak ele alınan YTÜ stadyumuna ilişkin resimler Şekil 4'te verilen uçuş planı doğrultusunda Şekil 5'teki gibi elde edilmiştir. Bu resimlerin kullanılmasıyla üretilen nokta bulutunun kullanılmasıyla katı model ise Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 4. Test uçuşu için gerçekleştirilen uçuş planı



Şekil 5. Test uçuşunda elde edilen ardışık resimler



Şekil 6. İHA yardımıyla elde edilen fotoğraflardan üretilen nokta bulutundan üretilmiş katı model

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bu projenin sonucunda kıyı alanlarının sürdürülebilir izlenmesine yönelik İHA görüntülerinden ve İHA-LİDAR verilerinden otomatik, hızlı, doğru ve kullanılabilirliği kanıtlanmış bir veri üretim sistemi geliştirilmiş ve test edilmiş olacaktır. Yapılan çalışmalar irdelendiğinde, lazer tarama verisinden kıyı şeridi çıkarılması özellikle ağaç ve bitki örtüsü alanlarında bu yapıların belirlenmesi ile birlikte kıyı çizgisinin detayları ile 3B olarak çıkarılması çalışmaları

ortalama su seviyesinin ve profil belirlemeden öteye gidememiştir. Bunun için proje kapsamında, İHA görüntülerinden ve İHA-LİDAR verilerinden 3B kıyı çizgilerinin elde edilmesine yönelik geliştirilmesi planlanan algoritma ve yazılımlar kıyı alanlarında kıyı çizgisi değişimi ve katı madde taşınımı modellemesi çalışmalarında, bu alandaki önemli bir açığı kapatacağı değerlendirilmektedir. Yine yapılan çalışmalar irdendiğinde, bu çalışmada önerildiği gibi bütünsel bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu durum, sunulan projenin literatürde önemli bir boşluğu dolduracağını göstermektedir. Sonuçlar kıyı alanlarında; kıyı çizgisi değişimi ve katı madde taşınımı belirlenmesine yönelik süreçte entegre edilecektir. Ayrıca kıyı alanları için özgün bir kıyı izleme ve modelleme metodolojisi de ortaya konularak kıyı alanlarının izlenmesi ve analizine yönelik bir model geliştirilmiş olacaktır.

Teşekkür

Bu çalışma 115Y618 numaralı Sürdürülebilir Kıyı Alanı İzleme Modeli İçin İHA ve İHA-LİDAR Verilerinden Otomatik Üç Boyutlu Kıyı Çizgisi Çıkarılması ve Analizi: Terkos (İstanbul) Örneği başlıklı TÜBİTAK Projesi kapsamında gerçekleştirilmiştir.

Kaynaklar

Bendell, L. I., Wan, P.C. 2011. "Application of aerial photography in combination with gis for coastal management at small spatial scales: a case study of shellfish aquaculture", Journal of Coastal 282 Conservation, vol. 15, no. 4, 417–431.

Benumof, B.T., Griggs, G.B. 1999. "The dependence of seacliff erosion rates on cliff material properties and physical processes: San Diego County, California", Shore Beach, 67, 29–41.

Dornbusch, U., Robinson, D.A., Moses, C.A., Williams, R.B.G. 2006. "Chalk coast erosion and its contribution to the shingle budget in East Sussex", Z. Geomorphol. N.F., 144, 215–230.

Kapdaşlı, S., Maktav, D., Sunar, F. 1997. "Kıyı Mühendisliğinde Ölçüm Teknikleri ve Uzaktan Algılama Teknolojisi Gereksinimi", 3. Uzaktan Algılama ve Türkiye'deki Uygulamaları Semineri, Bursa.

Marques, F.M.S.F. 2006. "Rates, patterns, timing and magnitude-frequency of cliff retreat phenomena", A case study on the west coast of Portugal. Z. Geomorphol. Suppl., 144, 231–257.

Pierre, G., Lahousse, P. 2006. "The role of groundwater in cliff instability: an example at Cape Blanc-Nez (Pas-de-Calais, France)", Earth Surf. Process. Landf., 31, 31–45.

Sesli, F. A. 2006. "Sayısal Fotogrametri ile Kıyı Alanlarındaki Değişimin İncelenmesi", Jeodezi, Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi, 95, 11-17.