**Sakarya’nın Karasu İlçesindeki Kıyı Şeridinin Landsat Görüntülerinin Nesne Tabanlı Sınıflandırma Teknikleri Kullanılarak Zamansal Analizi**

**Aycan M. Marangoz1,\*, K. Sedar Görmüş1, Murat Oruç1, Ş. Hakan Kutoğlu1, Zübeyde Alkış2**

*1Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü, 67100, Zonguldak.*

*2Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 34220, İstanbul.*

*Özet*

Türkiye’nin Karadeniz’e olan kıyı kesiminde en savunmasız kısmı Sakarya ili içerisinde yer almaktadır. 50km uzunluğundaki kıyı şeridi bu havzada milyonlarca yıldır Sakarya Nehri’nin taşıdığı çökelti ile oluşmuştur (Kutoğlu vd. 2010). 1996 yılında Sakarya nehri yakınındaki Karasu ilçesinde, nehrin 1km doğusuna balıkçı limanı kurulmuştur. Projenin ilerleyen aşamalarında bu liman 1.5km uzunluğunda dalgakıranı olan bir limana dönüştürülmüş ve inşaatı 2008 yılında tamamlanmıştır. İnşaat sırasında, kıyı şeridi çizgisinin kıyı kesiminde bulunan evlere doğru yaklaştığı gözlemlenmiştir. Daha sonra şiddetini giderek arttıran kıyı erozyonu, 2010 yılının Ocak ayında kıyı kesiminin ön plandaki evlere zarar vermiştir.

Bu çalışmada Karasu kıyı şeridindeki değişikliklerin, nesne tabanlı görüntü analizi yaklaşımları kullanılarak elde edilen sınıflandırma sonuçlarının zamansal analiz çalışmalarına yer verilmiştir. Bu amaçla, test alanı için 1987, 2001, 2006 ve 2010 yıllarına ait Landsat 5 ve Landsat 7 uydu görüntüleri kullanılmıştır. Bu görüntüler, eCognition yazılımın ana adımları olan segmentasyon ve sınıflandırma aşamalarından geçirilerek işlenmiştir. Diğer yandan, nesne tabanlı sınıflandırma sonuçları, piksel tabanlı sınıflandırma sonuçları, referans vektör haritaları ve ekran üzerinden manuel vektörleştirme sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Belirtilen sınıflandırma sonuçlarının doğruluk analizleri sunulmuş ve yorumlanmıştır.

Bu sonuçlara göre; Landsat görüntülerinin zamansal analiz için uygun veri kaynağı olmalarının yanında, yüksek doğruluk isteyen analizlerde kullanılamadığı, nesne-tabanlı sınıflandırma tekniği ile kıyı şeridinin yarı-otomatik olarak çıkarımının hızlı bir şekilde yapılabildiği ve bu çıkarımların ekran üzerinden manuel vektörleştirme sonuçlarına benzer olduğu görülmüştür. Çalışmada kıyı şeridine dik oluşturulan üç kesitin değerlendirilmesi sonucunda, nesne-tabanlı sınıflandırma yaklaşımı ile 2006 ve 2010 Landsat görüntüleri kullanılarak kıyı erozyonunun çıkarılamadığı, diğer görüntülerde ise, karşılaştırılan tüm yaklaşımların birbirlerine yakın sonuçlar verdiği belirlenmiştir. Çıkarılan sonuçlar doğrultusunda, bu tür kıyı erozyonu çalışmalarında yüksek çözünürlüklü görüntülerin kullanılması ile zamansal analizin başarı ile yapılabileceği ve Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ortamına entegre edilebileceği görülmüştür.

Anahtar Sözcükler

Zamansal Analiz, Kıyı Şeridi, Nesne Tabanlı Görüntü Analizi, eCognition, Landsat 5, Landsat 7, Karasu, Türkiye

**1. Giriş**

Kıyı alanları; kıyı şeridi, kıyı (art kıyı, ön kıyı), yakın kıyı ve açık kıyı unsurlarından oluşur. Kıyı; kıyı kenar çizgisi ve kıyı çizgisi ile sınırlanır. Kıyı şeridi; Deniz, doğal ve yapay göl ile akarsularda, taşkın durumları dışında suyun karaya değdiği noktaların birleştiği çizgidir. Alçak kıyılarda örneğin kumsal ve deltalarda dalgalar kıyı çizgisinden kumsal üzerine ilerler ki ulaşılan sınır kıyı kenar çizgisini oluşturur. Kıyı bölgelerinin morfolojisinin gelişiminde esas olarak dalgaların aşındırma, taşıma ve biriktirme faaliyetleri etkili olmakla birlikte, aralarında karmaşık ilişkiler bulunan çok çeşitli etmen ve süreçlerin etkili olduğu görülür. Bu nedenle kıyılar ve onların morfolojisi yer sisteminde oluşan değişmelere karşı duyarlı alanlar olup bu değişimi yansıtırlar. Bu değişimin çarpıcı olarak görüldüğü kıyı elemanlarından, kıyı çizgisinin zamansal ve mekânsal değişimleri son yıllarda başlıca kıyı araştırma konularından birisi haline gelmiştir. Bu durum kıyı bölgelerinin insan faaliyetleri için arz ettiği önemin yanı sıra doğal sistemlerin işleyişindeki değişimleri tespit etmek ve önlem almak bakımından da önem arz etmektedir. Diğer yandan uzaktan algılama ve coğrafi bilgi teknolojilerindeki gelişmeler ile yüksek çözünürlüklü uydu verilerinin ulaşılabilir hale gelmesi ise kıyı araştırmalarında nitelik ve nicelik artışına sebep olmuştur (İkiel ve Ustaoğlu 2011).

Sakarya ili Karasu ilçesi, Türkiye’nin Batı Karadeniz Bölgesi’nde; İstanbul’a 100km mesafede olan bir sahil kentidir. Kent, yaklaşık 50 km’lik kesintisiz kıyı şeridine sahip olması ve İstanbul’a yakınlığı nedeniyle bölgenin turizm noktası konumundadır. Bu nedenle, kıyı şeridinde yazlıklar, villalar ve otellerden oluşan yoğun bir yerleşim söz konusudur. Ancak söz konusu yerleşim, son yıllarda kıyı erozyonu tehdidi altındadır (Şekil 1). Kıyı şeridinin jeolojisinin 1 km içeriye kadar kumul olması, erozyon hızını daha da arttıran bir unsur oluşturmaktadır. Sakarya nehrinin denizle buluştuğu noktanın doğusunda kalan kıyı bandında erozyon, yaklaşık 100m’lere kadar ulaşmaktadır. Bu durum, erozyonun Sakarya nehrinin doğusunda inşa edilen dalgakıranla ilişkili olduğunu düşündürmektedir. Söz konusu dalgakıran inşaatı 1996 yılında başlamış ve 2008 yılında tamamlanmıştır. Aynı şekilde, Karadeniz’in yıllık 3.5-4.5 mm gibi okyanusların çok üzerinde bir yükselme eğilimi göstermesi de erozyonu tetikleyici bir durum oluşturabileceği belirtilmektedir (Kutoğlu vd. 2010).

|  |
| --- |
|  |
| calalan |

*Şekil 1: Karasu test alanının 2001 yılı Landsat görüntüsü*

Dalgakıran inşaatının yapımı süresince ve sonrasında, kıyı şeridinin zaman içinde yer değiştirdiği, kıyı alanında bulunan ev sahipleri tarafından gözlemlenmiştir. Gerçekten de 2010 yılı Ocak ayındaki fırtına sonrasında, kıyı şeridi yer değişmiş ve denize yakın evler üzerinde ciddi tahribat meydana getirmiştir (Kutoğlu vd. 2010).

Bu çalışmada, Karasu test alanını kaplayan düşük çözünürlüklü Landsat görüntü verilerinden nesne-tabanlı sınıflandırma yaklaşımları kullanılarak kıyı şeridinin zamansal değişiminin belirlenmesi ve bu yaklaşımların bu tür uygulamalarda kullanılabilirliği araştırılmıştır. Bu amaçla ilk olarak görüntüler ortak bir koordinat sisteminde tanımlanması amacıyla konumlandırılmıştır. Daha sonra bu görüntüler, nesne tabanlı sınıflandırmada test edilmek üzere eCognition yazılımına entegre edilmiştir. Birkaç test sonrasında, kullanılan yazılımda uygun segmentasyon sonuçları ile birlikte, üyelik fonksiyonları da girilerek sınıflandırmalar sonuçlandırılmıştır. Böylelikle, kıyı şeridinin nesne-tabanlı sınıflandırması sonucunda vektörler elde edilmiştir. Son olarak, bu vektör sonuçları, referans vektör haritaları ve ekran üzerinden manuel vektörleştirme sonuçları ile karşılaştırılmış; böylelikle bahsedilen erozyonun nedenleri ve zamansal hızı araştırılmış, risk perspektifi ortaya konulmaya çalışılmıştır. Yazarlar, çalışmanın sonunda erozyonun nedenlerini ayrıntılı olarak açıklamış ve bu tür bir uygulamada düşük çözünürlüklü görüntülerden nesne tabanlı sınıflandırma yaklaşımının artı ve eksileri hakkında yorum yapmıştır.

**2. Görüntü Verisi ve Metot**

Karasu kıyı şeridindeki erozyon 1996 yılında başlanan liman inşaatıyla birlikte tetiklendiyse veya zaten var olan erozyon daha da hızlandıysa, bu durumun ortaya koyulması ancak geçmişe dönük geniş bir arşive sahip uydu görüntüleme sistemleriyle mümkün olmaktadır. Çalışmanın hazırlık aşamasında, çeşitli uydu görüntüleme sistemlerine ilişkin geniş bir arşiv taraması yapılmış ve Landsat-5 ile Landsat-7 görüntü verilerinden oluşan, bölgenin 1987, 2001, 2006 ve 2010 yıllarına ait arşiv görüntülerinin mevcut olduğu belirlenmiştir (Şekil 2).

Her ne kadar Landsat verisinin 30m Yer Örnekleme Aralığı (YÖA) değeri genel anlamda kıyı değişimlerini belirlemeye uygun olmasa da, meydana gelen erozyonun boyutlarının büyüklüğü nedeniyle Karasu özelinde bu durumun bir sıkıntı yaratmayacağı değerlendirilmektedir (Kutoğlu vd. 2010). Tablo 1’de görüntülerin algılayıcı türü ve çözünürlük bilgileri verilmiştir. Diğer yandan, görüntülerden elde edilen sonuçların doğruluğunu doğrulamak için, Ocak 2010 yılında kıyı şeridinde gerçekleştirilen GNSS ölçmeleri de kullanılmıştır. Ayrıca, görüntülerin ekran üzerinden manuel vektörleştirme sonuçları da elde edilerek diğer sonuçlarla karşılaştırılmıştır (Marangoz vd. 2006).

*Tablo 1: Kullanılan Landsat uydu görüntüleri ve özellikleri*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Uydu/Tarih** | **Algılayıcı** | **Radyometrik Çözünürlük** | **Yersel Çözünürlük** |
| Landsat-5, 1987 | TM | 8 bit | 30 m |
| Landsat-7, 2001 | ETM | 8 bit | 30 m |
| Landsat-7, 2006 | ETM+ | 8 bit | 30 m |
| Landsat-5, 2010 | TM | 8 bit | 30 m |

|  |
| --- |
| 1987  1987 |
| 2001  2001  2006  2006 |
| 2010  2010 |

*Şekil 2: Test alanına ait farklı tarihlerdeki Landsat görüntüleri*

Çalışmanın amacı, kıyı şeridinin düşük çözünürlüklü görüntülerinden nesne-tabanlı sınıflandırma yaklaşımının performansını test etmek olduğu için, aynı YÖA değerine sahip Landsat görüntü verileri kullanılmıştır.

Görüntü sınıflandırma işlemleri öncesinde, görüntülerin geometrik düzeltme işlemleri tamamlanmış olup, Landsat görüntüleme sistemlerinin geometrik düzeltme işlemlerinin detaylı sonuçları Oruç vd. (2004)’de verilmiştir. Çalışmada gerçekleştirilen tüm işlem adımlarında, görüntülerin termal bantları hariç tüm spektral bandları kullanılmıştır.

Uzaktan algılama teknolojilerindeki gelişimler, birçok uygulamada uydu görüntüleri kullanılması için kesinlikle fırsat sağlamıştır. Dijital fotogrametri açısından düşünüldüğünde bu durum, farklı görüntü işleme tekniklerinin kullanılmasına neden olmuştur. Günümüz görüntü işleme ve dolayısıyla uzaktan algılama teknolojilerinde, klasik sınıflandırma yaklaşımlarından olan piksel-tabanlı yöntemlerin yanında nesne-tabanlı yöntemler de kullanılmaya başlanmıştır. Yüksek çözünürlüklü görüntülerden elde edilen zengin bilgi içeriği, piksel-tabanlı sınıflandırma yaklaşımlarında tam olarak yansıtılamamaktadır. Bunun nedeni, bu sınıflandırma yaklaşımlarının temelinin tekil piksellerin gri değerlerine dayanması ve böylelikle sınıflandırma için sadece spektral bilgi kullanılmış olmasıdır. Örneğin, yüksek çözünürlüklü Ikonos ve QuickBird uydu görüntüleri, bu tür sınıflandırma uygulamalarında tutarsız sınıflandırma sonuçları vermekte ve araştırılan nesnenin çıkarımında beklentileri karşılayamamaktadır. Bahsedilen piksel-tabanlı klasik yöntemlerin yapısından dolayı bu durum, yeni bir yaklaşım olan nesne-tabanlı sınıflandırma yöntemlerinin kullanımını gerektirmektedir. Bunun yanında, düşük çözünürlüklü görüntüler de bu yaklaşımla değerlendirilmelidir. Böylelikle nesne-tabanlı görüntü analizi, özellikle görüntü sınıflandırma işlemleri için çok önemli hale geldiği görülmektedir (Marangoz vd. 2012). Ayrıca nesne-tabanlı görüntü analizi, yüksek çözünürlüklü görüntüler kullanıldığında, çok daha uygun ve tatmin edici sınıflandırma sonuçları sağlamaktadır (Marangoz 2009). Bu yüzden, düşük çözünürlüklü görüntülerin işleneceği bu çalışmada, sınıflandırma yaklaşımının performansı ve sonuçlarının doğruluğu ilgi çekici olacaktır.

Çalışmada, görüntü segmentasyonu ve nesne-tabanlı sınıflandırma aşamaları eCognition v4.0.6 yazılımı kullanılarak yürütülmüştür. eCognition yazılımı, görüntü bilgisinin nesne tabanlı işlenmesi üzerine kuruludur. Bununla birlikte, segmentasyon ve sınıflandırma için yaklaşımı destekleyici, olanaklarını arttırıcı ve işlem optimizasyonunu sağlayan özgün yöntemler seçilebilmektedir. Bu yöntemler; veri giriş-çıkışı, vektörleştirme, çalışma, bilgi arayüzleri, doğruluk analizi ve istatistiğiyle bütünü tamamlar.

İlk segmentasyon, uygulamanın en önemli adımını oluşturmaktadır. İlk segmentasyon için orijinal görüntü bilgisinin, istenilen herhangi bir çözünürlükte ve ileriki sınıflandırma işlemlerine uyacak nesne blokları şeklinde çıkarılması gerekir. eCognition bu tip özellikleri karşılayamayan ve nitelik bakımından iyi segmentlerin oluşturulabilmesi için gerekli olan görüntü nesne primitifleri gibi yaklaşımları tam olarak desteklemeyen tüm bilinen segmentasyon yöntemlerini dışarıda bırakmaktadır. Bu yüzden eCognition altında çoklu segmentasyon adı verilen bir yöntem kullanılmaktadır. İstenilen ölçekte, görüntü nesne primitiflerini üretme olasılığına bağlı olarak eCognition, birden fazla nesne düzeyi üretmeye ve bu düzeylerin hiyerarşik bir yapıda ilişkilendirilmesine izin verir. Görüntü nesnelerinin bu hiyerarşik yapısı içine entegre edilmiş olarak, her nesne onun bitişik nesnesini, alt ve üst nesnelerini tanır. Nesneleri düşeyde ilişkilendirerek, ölçeğe ve gelişmiş doku özelliklerine ulaşmak mümkündür. Nesne hiyerarşisi, farklı ölçeklerde, eş zamanlı görüntü bilgisi sunmaya izin verir.

Yazılım altında özel vektörleştirme algoritmaları uygulanabilmekte ve görüntü nesnelerine vektör bilgisi eklenebilmektedir. Böylelikle, eCognition altındaki görüntü nesneleri eş zamanlı raster ve vektör sunumu haline gelir. Oluşan poligonlar, şekil özelliklerini hesaplamak için dış hat gösteriminde veya sonuçların vektör formatta dışarı verilmesinde kullanılabilir.

Bütün sınıflandırma süreci, bulanık mantık üzerine kuruludur. Bulanık mantık, karışık kural setlerine rağmen sezgisel ve şeffaf düzenlemeye ve işlemeye izin verir. Sınıflandırma bilgi tabanının iskeleti sınıf hiyerarşisidir ki, bu sınıflandırma planındaki tüm sınıfları içerir. Her sınıf, bulanık kurallarla tanımlanabilir. Bu tek boyutlu fonksiyonlar üzerine veya çok boyutlu özellik uzayında bile çalışabilen, bir en yakın komşuluk sınıflandırıcısı üzerine de kurulu olabilir. İkisi de kontrollü sınıflandırma metotlarıdır. İlki doğrudan düzenlenebilir ve görüntü içeriği hakkındaki bilgileri formülize etmesine olanak tanır; ikincisi, istenilen sınıf özelliklerine belirlemek için uygun örneklerin seçimine ihtiyaç duyar. Örnekler manuel olarak seçilebilir veya çalışılan alanların maskelemesine göre seçilebilir. Farklı sınıflandırıcılar, bulanık mantık kullanılarak bir sınıf tanımlaması altında birleştirilebilir. Bu örneğin “ve” ve “veya” gibi işleçlerle sağlanır. Sınıflandırma sonuçları, semantik kontekst kullanarak farklılaştırılabilir ve geliştirilebilir. Örneğin nesneler fiziksel ve topolojik özelliklerine göre sınıflandırıldıkları gibi, sınıflandırma semantik özellikler kullanılarak hatalarından arındırılabilir (çoğunlukla komşuluk ilişkilerini tanımlayarak veya alt nesnelerin bir araya getirilmesiyle yapılır).

Sınıf hiyerarşisi, sınıfların semantik gruplamasını destekler. Bu farklı özelliklerdeki sınıfların, semantik anlamca üst bir genel sınıfa atanmasında kullanılabilir. Bu bağlamda, üst sınıf, kendi açık sınıf tanımlamalarına ihtiyaç duymaz. Kentsel yeşil alan ve kentsel geçirimsiz, örneğin kentsel sınıfı altında gruplandırılabilir. Bu durumun kendine özgü bir avantajı, üst sınıfla olan kontekst ilişkileri tarif etmektedir: kentsel sınıfı içinde olmak hem kentsel geçirimsizi hem de kentsel yeşili gösterir. Bunlara ek olarak, sınıf hiyerarşisi, kalıtsal olarak sınıf tanımlamalarının, alt sınıflara geçmesini sağlar. Örneğin yeşil alan gibi bir sınıf, sınıf tanımlamalarını, kentsel yeşil veya kırsal yeşil gibi alt sınıflara kalıtsal olarak geçirerek değiştirilebilir. Bu bilgi tabanının şeklini oluşturur yani, bir sınıfın tanımlamasının detay seviyesi arttıkça, hiyerarşi kolları derinleşir.

Bu imkanlarla, sınıf hiyerarşisi şaşırtıcı semantik zenginlikte, iyi kurulmuş bir bilgi tabanının, etkin bir şekilde oluşturulmasını sağlar. Bulanık mantıkla birlikte bu nesne tabanlı görüntü analizi yaklaşımına çok fazla güç katar. Burada dikkat edilmesi gereken en önemli husus; sınıf hiyerarşisinin farklı bir şey olduğu ve görüntü nesnesi hiyerarşisinden bağımsızlığıdır. Sonunda, nesnelerin şekilleri, sınıflandırmayla ve bilgi tabanlı segmentasyonla geliştirilebilir. Genellikle bu durum; yeni özellikli ve semantik ilişkili, sırasıyla, yeni üretilen özelliklerine göre sınıflandırılan yeni nesnelere yol açar (Baatz vd. 2005).

Nesne-tabanlı sınıflandırma işlemlerinden sonra, görüntülerin ekran üzerinden manuel olarak vektörleştirme işlemi yapılmıştır. Bunun için bir CAD ortamında, görüntüdeki ilgili detayların sınırlarından vektör çizgilerin elle çizilmesiyle vektörel çizim sonuçları elde edilmiştir.

**3. Nesne-Tabanlı Sınıflandırma ve Ekran Üzerinden Vektörleştirme Sonuçları**

Nesne-tabanlı sınıflandırma yaklaşımının segmentasyon aşamasında ilk olarak, test alanındaki deniz ve kara adında iki farklı sınıf oluşturulmuş, sonrasında da uygun segmentasyon seviyeleri kullanarak ve üyelik fonksiyonları tanımlamak suretiyle sınıflandırma işlemi yürütülmüştür. Sınıflandırma analizlerinin sonucunda, genel doğrulukta %80-83, ve Kappa istatistiğinde de 0.80-0.83 olmak üzere her bir görüntü için doğruluk istatistikleri elde edilmiştir. Bu aşamalardan sonra, elde edilen nesne-tabanlı sınıflandırma sonuçlarının .dxf vektör formatına çevrilmesi işlemi eCognition yazılımının format çevirme özelliği yardımı ile gerçekleştirilmiştir (Marangoz vd. 2012).

Bunun yanında kıyı şeridini oluşturan vektör sonuçları, bir CAD ortamında görüntüler açılarak ve ekran üzerinden manuel olarak vektörleştirilerek elde edilmiştir. Görüntüden detay çıkarma yöntemleri ile elde edilen vektörler ve Karasu referans haritasından elde edilen vektörler, bölgedeki balıkçı limanını içeren 2010 tarihli Ikonos uydu görüntüsü üzerinde CAD ortamında açılarak Şekil 3a ve 3b’de gösterilmiştir.

|  |
| --- |
| a  b |

*Şekil 3: Detay çıkarma yöntemleri sonuç vektörlerinin Ikonos uydu görüntüsü üzerinde gösterimi;   
a: nesne-tabanlı sınıflandırma, b: ekran üzerinden manuel vektörleştirme*

**4. Detay Çıkarma Yöntemlerinden Elde Edilen Vektörlerin Referans Vektörle Karşılaştırılması**

Görüntüden detay çıkarma yöntemlerinden olan nesne-tabanlı sınıflandırma yaklaşımı ve ekran üzerinden manuel vektörleştirme yaklaşımı sonuçlarından elde edilen vektör sonuçları, bir CBS yazılımında görüntülerin alım yıllarına göre, bölgenin 1/5000 ölçekli topoğrafik haritasından elde edilen referans vektör sonuçları ile karşılaştırılmıştır (Şekil 4).

|  |
| --- |
| 1987  2001    2006    2010 |

*Şekil 4: Vektör sonuçlarının karşılaştırılması;*

***Mavi****: nesne-tabanlı,* ***kırmızı****: ekran üzerinden manuel vektörleştirme,* ***camgöbeği****: referans vektör*

En ciddi erozyonun meydana geldiği bölgede, yaklaşık 5 km’lik bu kıyı şeridindeki alansal değişikliklerin belirlenmesi için üç adet kesit oluşturularak incelenmiştir. İlk kesit Sakarya Nehri'nin doğu kısmını, ikinci kesit nehrin doğu tarafındaki limanın dalgakıranına kadar olan kısmını ve son kesit ise şehir merkezine denk gelen diğer 3 km’lik kısmı kapsamaktadır. Bu üç kesit (T1, T2 ve T3), kıyı erozyonunun meydana geldiği özel bölgelerde, tüm görüntülerin kullanılmasıyla belirlenmiştir. Şekil 5’de bu kesitler; nesne-tabanlı vektör sonuçları, ekran üzerinden manuel vektörleştirme sonuçları ve referans vektörün karşılaştırılması ile birlikte 1987 yılı Landsat görüntüsü üzerinde gösterilmiştir.

|  |
| --- |
|  |

*Şekil 5: Kesitler ve vektör sonuçlarının karşılaştırılması;*

***Mavi****: nesne-tabanlı,* ***kırmızı****: ekran üzerinden manuel vektörleştirme,* ***camgöbeği****: referans vektör*

Şekil 6a ve 6b’de bu durum detaylı olarak açıklanmaktadır. Örneğin Şekil 6a’da, kıyı erozyonunun Sakarya Nehri yakınında oluştuğu açıkça görülmektedir. Ayrıca elde edilen vektörlerin karşılaştırılması sonucunda, nesne-tabanlı vektör sonuçları ve ekran üzerinden manuel vektörleştirme sonuçları bu durumu doğrulamaktadır. Diğer yandan Şekil 6b’deki T2’nin incelenmesiyle, balıkçı limanının yapımı sonucunda Sakarya Nehri’nden taşınarak biriken sediment yapının liman bölgesine yerleştiği belirlenmiştir.

|  |
| --- |
| a  b |

*Şekil 6: Kesit 1 ve Kesit 2; Vektör sonuçlarının karşılaştırılması;****Mavi****: nesne-tabanlı,* ***kırmızı****: ekran üzerinden manuel vektörleştirme,* ***camgöbeği****: referans vektör,* ***yeşil****: kesitler*

Şekil 7’de, Karasu İlçesi’nin bahsi geçen bölgesinin 2010 yılı yaz aylarındaki güneşli bir günde planörden çekilmiş fotoğrafı gösterilmektedir. Burada, Sakarya Nehri tarafından taşınan sediment yapının dağılımının denize döküldüğü yeri ve yönü açık bir şekilde görülebilmektedir. Şekil 7’deki fotoğraf incelendiğinde, kıyı şeridi civarındaki sediment yapının limanın batı kısmında yayıldığı görülmekte ve limanın doğu kısmına doğru oluşan sediment dağılımının, limanın mevcudiyetinden dolayı önlendiği gözlenmektedir. Ayrıca T1 ve T2 Kesitleri de Şekil 7’de gösterilmiştir.

|  |
| --- |
|  |

*Şekil 7: Karasu kıyı şeridinin fotoğrafı*

Şekil 4’de gösterilen vektör ürünlerin karşılaştırılmasına göre, nesne-tabanlı görüntü analizi (NTGA) vektör sonuçları ve ekran üzerinden manuel vektörleştirme sonuçlarının birbirlerine yakın oldukları belirlenmiştir. İki yaklaşım arasında belirlenen farklılıkların, eCognition yazılımındaki segmentasyon ve sınıflandırma aşamalarındaki uygunsuz sonuçlardan ve ayrıca ekran üzerinden manuel vektörleştirme sırasındaki vektörleştirme hatalarından oluştuğu söylenebilir. Ayrıca, kıyı erozyonu her iki yaklaşımla da tüm Landsat görüntüleri kullanılarak T1, T2 ve T3 kesitlerinde belirlenmiştir. Tablo 1’de, kıyı erozyonunun bu kesitlerdeki metre cinsinden uzunluk değerleri verilmiştir.

*Tablo 1: Kıyı erozyonunun kesitler üzerindeki uzunluk değerleri*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Karşılaştırılan Ürün** | **T1 (m)** | **T2 (m)** | **T3 (m)** |
| Landsat 1987 (NTGA) – Referans Vektör | 201 | -207 | 41 |
| Landsat 1987 (Manuel) – Referans Vektör | 230 | -114 | 95 |
| Landsat 2001 (NTGA) – Referans Vektör | 15 | -45 | 89 |
| Landsat 2001 (Manuel) – Referans Vektör | 30 | -67 | 67 |
| Landsat 2006 (NTGA) – Referans Vektör | 0 | 149 | 24 |
| Landsat 2006 (Manuel) – Referans Vektör | 33 | -18 | 14 |
| Landsat 2010 (NTGA) – Referans Vektör | 50 | 32 | 104 |
| Landsat 2010 (Manuel) – Referans Vektör | -9 | -13 | 47 |

Tablodan da görülebileceği gibi üç kesitin metrik bilgilerine bakıldığında, T1 kesitinde, çalışmada kullanılan iki yaklaşım da benzer sonuçlar vermiştir. Burada sadece nesne-tabanlı yaklaşım 2010 yılı Landsat görüntüsünde kıyı erozyonunu belirleyememiştir. T2 kesitindeki değerler incelendiğinde, balıkçı barınağının yapımı ile Sakarya Nehri’nin taşıyarak getirdiği ve biriktirdiği sediment yapının her iki yaklaşım ile belirlenebildiği görülmektedir. Burada sadece nesne-tabanlı yaklaşımın 2006 yılı Landsat görüntüsündeki kıyı erozyonunu belirleyemediği anlaşılmaktadır. T3 kesitinde ise, kıyı erozyonu için iki yaklaşımın da benzer sonuçlar ortaya koyduğu görülmüştür.

**5. Sonuç ve Öneriler**

Bu çalışmada Karasu İlçesi’ndeki kıyı şeridinin zamansal analizi, nesne-tabanlı görüntü analizi yaklaşımı ile elde edilen sınıflandırma sonuçlarına göre belirlenmiştir. Bu amaçla, test alanının 1987, 2001, 2006 ve 2010 yıllarına ait çok bantlı Landsat görüntüleri kullanılmıştır. Görüntüler, segmentasyon ve sınıflandırma aşamaları için eCognition v4.0.6 yazılımında yürütülmüştür. Böylece nesne-tabanlı sınıflandırma yaklaşımı ile kıyı şeridinin vektörleri oluşturulmuştur. Daha sonra bu vektörler, ekran üzerinden manuel vektörleştirme sonuçları ve test alanının referans vektörleri ile karşılaştırılmıştır. Bu sonuçlara göre aşağıdaki sonuçlar bulunmuştur:

* Landsat görüntüleri zamansal analiz uygulamaları için uygun bir veri olmasına rağmen, bu görüntüler yüksek hassasiyet beklenen analizler için kullanılmamalıdır.
* Detay çıkarım yöntemlerinden biri olan nesne-tabanlı sınıflandırma yaklaşımı, kıyı şeridinin görüntü üzerinden belirlenmesi ve çıkarımı işlemini en kısa sürede ve yarı-otomatik gerçekleştirilmesine olanak tanımıştır. Çünkü sonuç vektörleri, aynı test alanına ait manuel vektörleştirme sonuçlarına yakın çıkmıştır.
* Ekran üzerinden manuel vektörleştirme yaklaşımında işlemler, nesne-tabanlı sınıflandırma yaklaşımındakilerden daha uzun ve ağır olmakta, fakat bu işlem sonuçları referans vektör sonuçlarına daha yakın çıkmıştır.
* Elle vektörleştirmede operatör bilgisi kullanılabilirken, aynı durum nesne-tabanlı yaklaşımda geçerli olmamaktadır. Örneğin devam eden bir yolun ağaç altında kalması veya tünelle devam etmesi durumunda elle vektörleştirme yapan bir operatör, bilgisi dahilinde bu yol yapısını devam ettirebilirken, nesne-tabanlı yaklaşımın operatör bağımsız olması bu duruma izin vermemektedir. Buna karşın, nesne-tabanlı detay çıkarım yaklaşımda uygulanan bulanık üyelik fonksiyonları, bu sorunun bir miktar giderilmesinde yardımcı olmakta ve spektral analizin dışında da imkanlar sağlamaktadır (Marangoz ve Alkış 2012)
* Nesne-tabanlı yaklaşımda çalışılan ve “Alan Büyütmesi – Region Growing” algoritması kullanan eCognition yazılımında alansal detayların çıkarımında daha fazla başarı elde edildiği bilinmektedir. Bu bağlamda, yol yapıları gibi çizgisel detayların otomatik olarak çıkarımında sorunlar yaşanmıştır. Bu yüzden, kıyı şeridinin çıkarımında bazı yanlış çıkarım sonuçları oluşmuştur. Bazı benzer sorunlar 2010 yılı Landsat görüntüsündeki T1 kesiti ve 2006 Landsat görüntüsündeki T2 kesitinde ortaya çıkmıştır.
* Bahsedilen sorunlara karşın, görüntüden başarılı şekilde çıkarılan yapıların nesne-tabanlı sonuçları, vektör yapıya çevrilebildiği için CBS uygulamalarına altlık oluşturma açısından oldukça fazla kolaylıklar sağlamaktadır. Sonuç ürünlerin bir CBS yazılımı altında toplanmasıyla, test alanına ait diğer grafik ve öznitelik bilgileriyle birlikte analiz ve sorgulamaları yapılabilmektedir. Bu bağlamda, ilgi alanı için mevcut raster ve vektör verilerle birlikte CBS tabanlı analiz ve karşılaştırmalarının yapılması, güncel durumun ortaya koyması açısından önem taşımaktadır. Böylece kentsel oluşum sürecinde analizler yapılarak ileriye yönelik projeler için bir sayısal altlık oluşturulması sağlanmaktadır.

**Teşekkür**

Sunulan sonuçların bazı bölümleri 2012-YDP-17-06 no’lu BEUN Bilimsel Araştırma Projesi tarafından desteklenmiştir.

**Kaynaklar**

Baatz M., Benz U., Dehghani S., Heynen M., Höltje A., Hofmann P., Lingenfelder I., Mimler M., Sohlbach M., Weber M., Willhauck G., (2005), *eCognition Professional: User Guide 5*, Definiens-Imaging, Munich.

Darwish A, K Leukert, Reinhart W., (2003), *Image Segmentation for the Purpose of Object-Based Classification*, Proceedings of IGARSS 2003 IEEE, Toulouse.

İkiel C., Ustaoğlu B., (2011), *Sakarya Deltasının Doğu Kesiminde Kıyı Çizgisi Değişiminin Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Yöntemleriyle Analizi*, Fiziki Coğrafya Araştırmaları; Sistematik ve Bölgesel, Türk Coğrafya Kurumu Yayınları, No:5, 483-492, İstanbul 2011.

Kaya S., Seker D.Z., Kabdasli S., Musaoglu N., Yuasa A., Shrestha B.M., (2006), *Monitoring Turbid Fresh Water Plume Characteristics by Means of Remotely Sensed Data*, Journal of Hydrological Processes, 201, 24292440.

Kutoğlu H., Oruç M., Şeker D.Z., Görmüş K.S., Gazioğlu C., Tutkun N., *Batı Karadeniz Bölgesi Karasu Sahil Kesiminde Kıyı Erozyonu’nun Zamansal Analizi*, Türkiye Kıyıları’10 – Türkiye’nin Kıyı ve Deniz Alanları VIII. Ulusal Kongresi, 27 Nisan-01 Mayıs 2010, Trabzon, Türkiye.

Marangoz A. M., Alkış Z., (2012), *Nesne-Tabanlı Görüntü Sınıflandırma Yöntemlerini Kullanarak Uydu Görüntülerinden Kentsel Detayların Belirlenmesi, Haritaların Güncellenmesi ve CBS’ye* Entegrasyonu, IV. Uzaktan Algılama ve CBS Sempozyumu, 16-19 Ekim 2012, Zonguldak, Türkiye.

Marangoz A. M., Görmüş K.S., Oruç M., Kutoğlu Ş. H., Alkış Z., (2012), *Verification of Temporal Analysis of Coastline Using Object-Based Image Classification Derived from Landsat-5 Images of Karasu, Sakarya – Turkey*, Proceedings of 4th GEograhic Object-Based Image Analysis Conference - GEOBIA2012, 07-09 May 2012, Rio de Janerio, Brazil.

Marangoz A. M., (2009), *Uydu Görüntülerinden Kentsel Ayrıntıların Nesne-Tabanlı Sınıflandırma Yöntemiyle Belirlenmesi ve CBS Ortamında Bütünleştirilmesi*, Doktora Tezi, Danışman: Prof. Dr. Zübeyde ALKIŞ, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeodezi ve Fotogrametri Müh. ABD, Uzaktan Algılama ve CBS Programı, Ekim 2009.

Marangoz A. M., Karakış S., Oruç M., (2006) *Analysis of Object-Oriented Classification Results Derived From Pan-sharpened LANDSAT 7 ETM+ and ASTER Images*, Proceedings of ISPRS Ankara Workshop 2006, WG I/5 & I/6 Workshop on Topographic Mapping from Space (with Special Emphasis on Small Satellites), 14-16 February 2006, Ankara, Turkey.

Oruç M., Marangoz A. M., Büyüksalih G., (2004), *Comparison of Pixel-based and Object-oriented Classification Approaches Using Landsat-7 ETM Spectral Bands*, ISPRS XX. Kongresi, 12-23 Temmuz 2004, İstanbul.

Şeker D.Z., Kaya S., Alkan R.M., Tanik A., Saroglu E., (2010), *3D Coastal Erosion Analysis of Kilyos Karaburun Region Using MultiTemporal Satallite Image Data*, Fresenius Environmental Bulletin, 17(11b), 19771982, 2010.