KORUNAN ALANLARIN ZAMANSAL DEĞİŞİMİNİN LANDSAT UYDU GÖRÜNTÜLERİ İLE ANALİZİ: İĞNEADA LONGOZ ORMANLARI ÖRNEĞİ

Merve TOKER¹, Filiz SUNAR²

¹ Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 06560, Yenimahalle, Ankara, m.toker@ormansu.gov.tr

² Prof. Dr. İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü, 34469, Maslak, İstanbul, fsunar@itu.edu.tr

ÖZET

Korunan alanlar sahip oldukları biyoçeşitlilik, çeşitli flora, fauna alanları ile koruma statüsü bulunan önemli kara ya da su kütlelerine sahip ekosistemlerdir. Millî parklar da 2873 sayılı Millî Parklar Kanunu'na göre yönetilen koruma alanlarından biridir. İğneada Longoz Ormanları Millî Parkı sahip olduğu ve ülkemizde ender görülen ekosistemi ile Türkiye'nin 39. millî parkıdır. Yıldız (Istıranca) Dağları'ndan Karadeniz'e doğru akan derelerin kıyı kumullarından dolayı denize ulaşamayıp birikmesi ve mevsime bağlı olarak sular altında kalmasıyla oluşan longoz ormanları, Türkiye'nin sahip olduğu iklimsel özellikler nedeniyle ender görülen ekosistemlerdendir. Bu ender alanın sahip olduğu hassas dinamiklerin belirlenmesi ve korunması ekosisteminin sağlıklı olarak devamlılığı için önemlidir. Korunan alanların planlaması koruma/kullanma dengesi gözetilerek çeşitli yöntemlerle yapılmaktadır. Planlama sırasında ya da planlama sonrası koruma alanlarını izleme-kapasite faaliyetleri için uzaktan algılama teknolojisinin kullanımı sürdürülebilirlik ve sağlıklı yönetimi için gereklidir. Bu çalışmada İğneada Longoz Ormanlarının sahip olduğu özelliklerin belirlenmesi ve millî park statüsü kazanması sonrasında olası değişimi ve yönünü incelemek amacıyla 1987 yılından 2007 yılına kadar 5 yıllık periyotlarda alınan Landsat TM görüntüleri ile millî park olarak ilan edilen 2007 yılından 2017 yılına kadar olan sürede 2 yıllık periyotlarda alınan Landsat TM ve OLI görüntüleri kullanılmıştır. Orman örtüsündeki değişimin saptanması amacıyla öncelikle Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI) uygulanmıştır. Daha sonra bu spektral dönüşümün kullanıldığı Landtrendr analizi ile İğneada Longoz Ormanlarının 1987 yılından 2017 yılına kadar değişimi ve değişimin yönü incelenmiştir.

Anahtar Sözcükler: korunan alanlar, Landsat, Landtrendr algoritması, zaman serileri, değişim saptama

ABSTRACT

Protected areas are important land or water body ecosystems that have biodiversities, flora and fauna spaces. National Parks are the protected areas which are managed by 2873 number National Park Law. İğneada Floodplain Forests National Park is also one of the rare ecosystems in Turkey. The Floodplain forests are occurred, that the creeks flowing from Yıldız Mountains to the Black Sea cannot reach the sea due to the coastal dunes and they are flooded depending on the season. The floodplain forests one of the rare ecosystem due to climatic conditions that Turkey possesses. The identification and conservation of the sensitive dynamics of this rare area is important for healthy continuity. Planning the protected areas is carried out by several methods considering the protection / usage balance. Taking advantage of using satellite imagery during planning or using remote sensing technology for monitoring-capacity activities after planning, is essential for nature's sustainability and healthy management of protected areas. In this study national park, from 1987 to 2007, the change has been analyzed with Landsat time series quinquennially. After declaration of national park in 2007, two years' interval up to 2017 Landsat TM and OLI images has been analyzed. Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) was applied to determine the change in forest cover. This spectral transformation (NDVI) was arranged as input data in the Landtrendr algorithm and trend analysis performed at National Park. Through this analysis, the change and the direction of change at İğneada floodplain forests from 1987 to 2017 has been examined.

Keywords: protected areas, Landsat, Landtrendr algorithm, time series, change detection

1. GİRİŞ

İğneada Longoz (subasar) Ormanları millî parkı içinde barındırdığı farklı yaşam alanları ve Türkiye'nin sahip olduğu iklimsel özellikler nedeniyle ender görülen ekosistemlerdendir. Longoz ormanlarının asıl yaşam alanı tropikal bölgelerdir. Ülkemizde Karadeniz'de küçük bir bölgede de yer almakla birlikte ekosistem olarak en büyüğü İğneada Longoz Ormanlarıdır. Bu alan Bern Sözleşmesi'ne göre 'tehlike altında habitat tipi' olarak tanımlanan longoz ekosistemlerindendir. İğneada Longoz Ormanları, Yıldız Dağları'ndan Karadeniz'e akan göllerin önlerindeki kumullar nedeniyle ilkbaharda fazla şişerek suyun geriye doğru taşması ve araziye kaplamasıyla oluşmuştur. Kış ve ilkbahar aylarında sularla kaplı, yaz aylarında ise kısmen suyu çekilen ormanlardan oluşmaktadır. Ayrıca birçok flora ve faunayı içinde barındıran, kuş göç yolları üzerinde yer alan, endemik türlere ev sahipliği yapan bu alan kıyı kumulları ile beraber sulak alanlara da sahiptir (Çevre ve Orman Bakanlığı ve Agrin Konsorsiyum, 2010).

Bu ender alanın sahip olduğu hassas dinamiklerin korunması ekosisteminin sürdürülebilirliği açısından önemli olduğundan bölgede meydana gelebilecek değişimlerin saptanması ve izlenmesi gerekmektedir. Günümüzde uydu

Uzaktan algılamanın ilk uygulama alanı askerî amaca yöneliktir ancak zaman ve teknolojinin ilerlemesine paralel olarak daha sonraları sivil amaçlara yönelik olarak kullanılmaya başlanmıştır. Landsat uydu sistemi de 1970'li yıllarda arazi örtüsü hakkında detayların toplanması ve haritalandırılması için oluşturulmuştur (Sunar vd., 2011). Bu çalışmada 1987 yılından 2007 yılına kadar 5 yıllık aralıklarla ve 2007 yılından 2017 yılına kadar 2 yıllık aralıklarla alınan toplam 10 Landsat uydu görüntüsü kullanılmıştır. Çizelge 1'de kullanılan uydu verilerinin genel karakteristikleri verilmiştir.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan Landsat uydu verilerinin teknik özellikleri.

Uydu	Tarih	Spektral çözünürlük (µm)		Mekansal çözünürlük (m)	Zamansal çözünürlük (gün)
Landsat TM	15.08.1987	Band1	0.45 - 0.52	30	16
	28.08.1992	Band2	0.52 - 0.60		
	25.07.1997	Band3	0.63 - 0.69		
	14.06.2002	Band4	0.76 - 0.90		
	05.07.2007	Band5	1.55 – 1.75		
	24.06.2009	Band6	10.40 – 12.50		
	17.08.2011	Band7	2.08 – 2.35		
Landsat OLI	06.08.2013 12.08.2015 01.08.2017	Band1	0.435 – 0.451	30	16
		Band2	0.452 – 0.512		
		Band3	0.533 - 0.590		
		Band4	0.636 – 0.673		
		Band5	0.851 – 0.879		
		Band6	1.566 – 1.651		
		Band7	2.107 – 2.294		
		Band8	0.503 – 0.676		
		Band9	1.363 – 1.384		
		Band10	10.60 – 11.19		
		Band11	11.50– 12.51		

3. YÖNTEM

Bu çalışmada orman örtüsündeki değişimin saptanması amacıyla öncelikle Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI) uygulanmış ve daha sonra bu spektral dönüşümün kullanıldığı Landtrendr analizi ile İğneada Longoz Ormanlarının 1987 yılından 2017 yılına kadar değişimi ve değişimin yönü incelenmiştir.

NDVI (Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi) bitki örtüsü indeksleri arasında yaygın olarak kullanılan oransal bir yöntemdir ve $NDVI = (Yakın\ kızılötesi\ bant - Kırmızı\ bant) / (Yakın\ kızılötesi\ bant + Kırmızı\ bant)$ şeklinde matematiksel olarak ifade edilir. Eşitliğin yakın kızılötesi ve kırmızı bantlarla normalize edilmesi ile farklı güneş ve bakış açıları etkileri giderilmektedir. NDVI indeks değerleri -1 ile 1 aralığındadır. Sağlıklı bir bitki örtüsü alanının indeks değeri +1 değerine doğru yaklaşırken bitki örtüsü taşımayan kayalık alanlar ya da kırıç topraklarda indeks değeri 0 ile -1 aralığında yer alır (Sunar vd., 2011).

Landtrendr algoritması; Landsat uydu görüntüleri kullanılarak arazi örtüsündeki bozulma ve iyileşmeleri piksellerin zamansal değişiminden yola çıkarak zaman serileri ile ortaya koyan bir analiz yöntemidir (Kennedy vd., 2010). Algoritmanın uygulanmasında öncelikle uydu görüntülerinden NDVI indeksleri hesaplanarak normalize edilir. Daha sonra seçilen bölgenin tüm yıllara ait piksel değerleri ile zaman serisi oluşturulur ve regresyon analizinden önce aykırı ölçüler testi yapılır. Aykırı ölçülerden temizlenen zaman serisine lineer trend modeli uygulanır. Analiz sonuçlarına bakılarak modelden sapmanın en fazla olduğu noktadan seri ikiye ayrılır ve her iki zaman serisi için yeniden lineer regresyon modeli uygulanır. Bu işleme maksimum segmentasyon sayısına ulaşıncaya kadar devam edilir. Oluşturulan modeller arasından seçim yapılırken her model için F-test büyüklüğü ve buna karşılık olasılık değerleri (p-değeri) hesaplanır. P olasılık değerlerine bakılarak model seçimine karar verilir (Kayıkçı ve Sopacı, 2015). Yöntemin akış şeması Şekil 2'de verilmektedir.

Şekil 2: Landtrendr algoritmasının akış şeması.

4. UYGULAMA

Bu çalışmada Longoz ormanlarının değişimini ve yönünü analiz edebilmek için Landsat uydu görüntülerine Landtrendr analizi uygulanmıştır. Alınan görüntülerde mevsimsel etkilerinin olmaması için görüntülerin yakın mevsim ve tarihlerde alınmış olmasına dikkat edilmiş, vejetasyon dönemi olarak haziran, temmuz ve ağustos aylarına ait görüntüler kullanılmıştır.

İlk adım olarak görüntüler alana uygun olarak kesilerek geometrik düzeltmeleri yapılmış ve NDVI indeksi ile (-1, 1) aralığına getirilerek normalize edilmiştir. Daha sonra değişimin inceleneceği test bölgeleri belirlenmiş ve zaman serileri oluşturulmuştur. Regresyon analizlerinden önce aykırı değerler de-spike algoritması ile giderilmiştir. Aykırı değerlerden temizlenen zaman serilerine tekrarlı regresyon analizleri yapılmıştır. Her regresyon sonrasında veri en büyük artış değerden ikiye bölünmüştür. Bölünen zaman serileri için yeniden regresyon analizleri yapılmıştır. Bu işleme tekrarlı olarak maksimum segmentasyon değerine ulaşıncaya kadar devam edilmiştir. Oluşturulan birçok regresyon modelleri için F dağılımındaki p olasılık değerleri hesaplanarak modellerin veriye uygunlukları karşılaştırılmıştır. Elde edilen test sonuçları değerlendirilerek zamansal değişimler ve yönleri (örn., gerileme, iyileşme vb.) saptanmıştır.

4.1. Test bölgelerinin seçimi

Test bölgeleri seçiminde değişim olabileceği düşünülen alanlar göz önüne alınmıştır (Şekil 3). Şekilde kırmızı renk ile gösterilen 3 test bölgesi alanın kuzeyindeki longoz ormanları, Mert Gölü bölgesindeki sulak alan çevresi ve alanda yer alan karışık orman mesçeresine karşılık gelmektedir.

Şekil 3: Çalışmada göz önüne alınan test bölgeleri.

4.2.Landtrendr Algoritması uygulaması

İlk bölge olarak alanın kuzeyinde bulunan longoz ormanı ele alınmış ve bölgeye ait zamansal uydu görüntüleri ile regresyon modelleri Şekil 4ve Şekil 5’te gösterilmiştir. Şekil 5(a)’ da görüldüğü gibi 2011 yılındaki değişim, ani bir düşüş sonrasında yine aynı hızla yükselerek eski halini aldığından de-spike algoritması ile aykırı değer olarak saptanmıştır. İlk modelde sadece yukarı yönlü bir trend görülmektedir (Şekil 5(b)). İkinci modelde ise trend 2002 yılına kadar bir eğim değerine, 2007 yılından sonra başka bir eğim değerine sahiptir. Üçüncü model 1997 yılındaki değişimi de saptamıştır. 1997 yılında bu bölgede hem yaşanan kış şartları hem de ağaç kesiminden dolayı ekşi yönde değişim yaşanmıştır (Türkiye Büyük Millet Meclisi 2004). Bu dönemden sonra ağaç kesimleri durdurulmuş ve 2002 yılından sonra hızlı bir toparlanma saptanmıştır. Grafikte gösterilen bu değişimler yersel ve yardımcı veriler ile uyum göstermektedir. Ayrıca son model, hem 1997 yılında kaynaklanan ağaç kesilmelerini hem de 2002 yılından sonraki vejetasyondaki toparlanmayı daha doğru bir şekilde saptamıştır. F testi olasılık değerlerine bakıldığında da en uygun model son modeldir.

Şekil 4: Korunan alanın kuzey bölümündeki longoz ormanı test bölgesinin zamansal uydu görüntüleri.

Şekil 5: Korunan alanın kuzey bölümündeki longoz ormanı test bölgesi landtrendr algoritması sonuçları

(a) Ham hâldeki zaman serisi (b) F testi sonucu olasılık değerlerine (p value) göre regresyon analizleri.

Şekil 6'da korunan alanın orta bölümünde yer alan karışık orman mesçeresine ait test bölgesine ait zamansal uydu görüntüleri gösterilmektedir. Şekil 7'de ise test bölgesine ait landtrendr algoritması sonuçları verilmektedir. İlk model düzenli artan bir trend eğiliminde olmakla beraber 1997 yılındaki düşüşü göz ardı etmektedir. Son modelde hem 1997 yılındaki düşüş gözlemlenmiş hem de 2011 yılındaki değişim de-spike algoritması ile aykırı değer olarak saptanmıştır.

Şekil 6: Korunan alanın orta bölümünde yer alan karışık orman alanına ait test bölgesinin zamansal uydu görüntüleri.

Şekil 7: Korunan alanın orta bölümünde yer alan karışık orman alanına ait test bölgesi landtrendr algoritması

sonuçları (a) Ham hâldeki zaman serisi (b) F testi sonucu olasılık değerlerine (p value) göre regresyon analizleri.

Son test bölgesi olan Mert Gölü yakınında yer alan bölgeye ait zamansal uydu görüntüleri Şekil 8’de gösterilmektedir. Mert Gölü, korunan alanı ikiye bölen İğneada beldesine çok yakın bir konumdadır. Şekil 9’da ise Mert Gölü yakınındaki test bölgesine ait landtrendr algoritması sonuçları verilmektedir. Şekil 9(b)’de gösterilen grafikte yer alan ilk modelde sürekli artan bir trend gözükmemektedir. İkinci modelde 2002 yılına kadar sert bir düşüş sonrasında ise bir toparlanma görülmektedir. İğneada beldesinden Mert Gölü’ne bırakılan kanalizasyon atıklarının yol açtığı düşüş, 2005 yılından itibaren kullanılan arıtma sisteminin etkisiyle ekosistemin kendini toparlamaya başladığını göstermektedir (World Wildlife Foundation ve Çevre ve Orman Bakanlığı 2007).

Şekil 8: Mert Gölü yakınında yer alan test bölgesinin zamansal uydu görüntüleri.

Şekil 9: Mert Gölü yakınında yer alan test bölgesi landtrendr algoritması sonuçları (a) Ham hâldeki zaman serisi
(b) F testi sonucu olasılık değerlerine (p value) göre regresyon analizleri.

5. SONUÇ

Bu çalışmada Longoz ormanlarının değişimini ve yönünü analiz edebilmek için çok-zamanlı Landsat uydu görüntülerine Landtrendr analizi uygulanmış ve elde edilen model sonuçlarının yersel verilerle uyumlu olduğu saptanmıştır. Landtrendr yöntemine göre 1992 - 1997 yılları arasında orta bölümünde yer alan karışık orman alanlarındaki düşüşler bu yıllar arası zorlu geçen kış şartları ile devrilen ağaçlar ve yine aynı alanda Orman İşletme Müdürlüğü tarafından kesilen ağaçlar neticesinde yaşanmıştır. Sulak alan bölgesindeki düşüşlerin nedeni ise Mert Gölü'ne bırakılan kanalizasyon atıklarından dolayıdır. Koruma alanı statüsü yıllar içinde sürekli değişen, zaman zaman nükleer zaman zaman termik santral yapılması tehlikesi ile karşı karşıya kalan benzer hassas ekosistemlerin dinamiklerinin korunması, izlenmesi, sürdürülebilirliğinin sağlanması açısından çok önemlidir. Algoritmanın daha fazla sayıda uydu görüntüsü ve farklı doğrulama yöntemleri kullanılarak ülkemizdeki mevcut korunan alanlar için etkin bir izleme ve yönetim aracı olarak kullanılabilirliği bu çalışmada gösterilmiştir.

KAYNAKLAR

- Aslan, Z., Skidmore E., Feoli, E., Maktav, D., Erol, H., Erbek, F.S., Okçu, D., Söğüt, A., Giacomich, P., Mauro S. ve Mighozzi, K., 2002. The Use of Conventional Data and Remote Sensing for Classification of Erosion and Land Degradation. *Agro Environ*, Konferans yayını: 1-12.
- Çevre ve Orman Bakanlığı, Agrin Konsorsiyum, 2010. *Yıldız Dağları Biyosfer Projesi*, Çevre ve Orman Bakanlığı. Ankara, 154 sayfa.
- Fragal, E.H., Silva, T.S.F. ve Novo, E.M.L.M., 2016. Reconstructing Historical Forest Cover Change in the Lower Amazon Floodplains Using the LandTrendr Algorithm. *Acta Amazonica*.46: 13-24.
- Kayıkçı, E.T., ve Sopacı, E., 2015. Testing the Normality of the Residuals of Surface Temperature Data at VLBI/GPS Co-located Sites by Goodness of Fit Tests. *Arabian Journal of Geosciences*, 8: 10119-10134.
- Kennedy, R.E., Yang, Z. ve Cohen, W.B., 2010. Detecting Trends in Forest Disturbance and Recovery Using Landsat Time Series:1.Landtrendr-Temporal Segmentation Algorithms. *Remote Sensing of Environment*, 2897: 2910 - 2010.

- Schneibel, A., Frantz, D., Röder, A., Stellmes, M., Fischer K. ve Hill, J.,** 2017. Using Annual Landsat Time Series for the Detection of Dry Forest Degredation Processes in South-Central Angola. *Remote Sensing*, 9, 905: 1 - 14.
- Sunar, F., Özkan, C. ve Osmanoğlu, B.,** 2011. *Uzaktan Algılama*, 1.basım, Anadolu Üniversitesi Web-Ofset, Eskişehir, 210 sayfa.
- Türkiye Büyük Millet Meclisi** , 27.10.2004. *Tutanak Dergisi*, Ankara, 284 sayfa.
- World Wildlife Foundation ve Çevre ve Orman Bakanlığı,** 2007. *İğneada Koruma Alanı Planlama ve Yönetimi*, Çevre ve Orman Bakanlığı. Ankara, 230 sayfa.