

[957]

ORMAN PEYZAJINDA REDD EĞİLİM MODELLEMESİ: BOZDAĞ ÖRNEĞİ

Eylül MALKOÇ¹, Engin NURLU²

¹Doktora Öğrencisi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Ens. Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, 35100, İzmir, eylul.malkoc@hotmail.com

²Prof. Dr., Ege Üniversitesi Ziraat Fak. Peyzaj Mimarlığı Bölümü, 35100, İzmir, engin.nurlu@ege.edu.tr

ÖZET

Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) Raporuna göre, dünyadaki toplam sera gazı salınımlarının %17'si ormansızlaşma ve orman parçalanması sebebiyle meydana gelmektedir. Ormansızlaşma ve Orman Parçalanmasından Kaynaklanan Salınımların Azaltılması (REDD) Projesi, tehdit altında olan ormanları koruyarak karbon tutma yoluyla salınım azaltımını hedeflemektedir. Bu kapsamda araştırmanın amacı, Ege Bölgesi Bozdağ kütlesi örneğinde tarım ve orman tahribatı gibi insan ve doğal kaynaklı çevresel etkiler ile değişime uğrayan orman peyzajının 2025, 2035 ve 2045 yılları için değişimini, REDD Projesinin ilk basamağı olan 'Eğilim Modeli' ile tahmin etmektir.

Araştırma alanı olarak, İzmir ve Manisa illeri arasında konumlanan Bozdağ kütlesi seçilmiştir. Araştırmanın hedefi Bozdağ'da (1) 1986 ve 2015 yılları arasında orman peyzajında meydana gelen değişiminin uzaktan algılama verileri kullanılarak haritalandırılması (2) 29 yıl içinde ormansızlaşma miktarının hesaplanması, ve (3) yönlendirici faktörler aracılığıyla REDD Eğilim Modelinin oluşturulmasıdır. Yönlendirici faktörler olarak; yola uzaklık, yerleşim yerlerine uzaklık, Sayısal Yükseklik Modeli, eğim ve baki seçilmiştir. Araştırmada ileri görüntü işlemci ENVI 5.1 ve IDRISI Selva yazılımları ile 30m konumsal çözünürlüklü Landsat TM ve ETM+ görüntüleri kullanılmıştır.

Araştırmanın sonuçları; 1986 ve 2015 yılları arasında ormansızlaşmanın %22, yıllık ormansızlaşma miktarının ise 2.300 hektar olduğunu göstermiştir. Ayrıca REDD Eğilim Modellemesi ile orman peyzajının yıllara göre sırasıyla; 72.749, 56.505 ve 40.260 hektara düşeceği tahmin edilmektedir.

Anahtar Sözcükler: Orman Peyzajı, REDD Eğilim Modeli, Bozdağ kütlesi.

ABSTRACT

REDD BASELINE MODELING FOR FOREST LANDSCAPE: A CASE STUDY IN BOZDAG MOUNTAIN

Intergovernmental Panel of Climate Change (IPCC) Report states that %17 of the green house gas emissions caused from Deforestation and Forest Degradation. Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation is a potential climate change mitigation measure which aims at reduction of carbon sequestration by conservation of forests at risk of being lost. This study aims to model forest landscape change in Mountain Bozdağ for 2025, 2035, and 2045, by the REDD Baseline Scenario Modeling which is the first step of REDD Project.

The study area is Mountain Bozdağ which is located in between the cities of İzmir and Manisa. Objectives of the study are (1)map the forest landscape change between 1986-2015, using satellite remote sensing and Geographic Information System technologies. (2) calculate deforested area for 29 years (3) model REDD Baseline Scenario by determining the driving forces of deforestation in Mountain Bozdağ. Distance to roads, distance to settlements, Digital Elevation Model, slope and aspect were determined as the main driving forces of deforestation. This study uses image processing systems of ENVI 5.1, IDRISI Selva -Land Change Modeler- and remotely sensed data of Landsat TM/ETM+.

The results of the research shows that the deforestation rate between 1986-2015 is %22, while the annual deforestation is 2.300 ha. Additionally, REDD Baseline modeling predicted the forest landscape will decrease to 72.749, 56.505 ve 40.260 hectares among the predicted years.

Keywords: Forest Landscape, REDD Baseline Modeling, Bozdağ Mountain.

1.GİRİŞ

Hükümetlerarası İklim Değişikliği Panel (IPCC) raporunda, dünyadaki toplam sera gazı salınımlarının %17'sinin ormansızlaşma ve orman parçalanması sonucunda meydana geldiği ve bu miktarın, küresel salınımlar içerisindeki payının, enerji sektöründen sonra ikinci sırada yer aldığı bildirilmiştir (IPCC Report, 2013). Bu durumu azaltmak ve/veya ortadan kaldırmak için geliştirilen Ormansızlaşma ve Orman Parçalanmasından Kaynaklanan Salınımların Azaltılması (REDD) Projesi (UN-REDD Programme, 2016); tehlike altında olan ormanları koruyarak karbon tutma veya uzaklaştırma yoluyla salınım azaltımını hedeflemektedir.

Ülkemizde orman biyokütlesi 13.000 Gg karbon (1000Ton/Yıl) tutma kapasitesine sahiptir (Asan, 2011). Bu oranı arttırmak ve sera gazı salınımını azaltmak için 3 Mayıs 2010 tarihinde kabul edilen 'Ulusal İklim Değişikliği Eylem Planı (2012)'na göre ülkemiz; *Kısa Vadede*; iklim değişikliği ile mücadelede azaltım açısından önemli olan ormansızlaşma ve orman parçalanmasına ilişkin mevcut durumun ortaya konmasını, ve sorunların çözümüne yönelik strateji geliştirmeyi; *Orta Vadede*; 16.700 Gg karbon tutma kapasitesine ulaşmayı, *Uzun Vadede* ise; Sera Gazı Envanteri ile Ulusal Envanter Raporu'nun, IPCC rehberine uygun olarak hazırlanması amacıyla ülkemizdeki tüm arazi kullanımı sınıflarına ait merkezi bir coğrafi bilgi sistemi kurulmasını, ayrıca ormancılık faaliyetlerinde karbon piyasaları araçlarından (REDD+ vb.) yararlanarak, karbon tutma kapasitesinin belirlenmesini hedeflemiştir. Asan (2011), ülkemizdeki ormansızlaşma ve orman parçalanmasından kaynaklanan salınımların azaltılmasına yönelik olarak, karbon tutma alanlarının genişletilmesi ve mevcut ormanlardaki karbon tutma performansının yükseltilmesine yönelik politikalar oluşturması gerektiğini belirtmektedir.

Araştırmanın amacı, Bozdağ örneğinde, Birleşmiş Milletler REDD Projesinin ilk basamağı olan 'REDD Eğilim Modelini' uzaktan algılama verileri ve modelleme yazılımı aracılığıyla oluşturmak ve ormansızlaşma ve orman parçalanmasına ilişkin mevcut durumun ortaya konmasıdır.

2.ÇALIŞMA ALANI

Çalışmada araştırma alanı olarak, İzmir ve Manisa illeri arasında yer alan Bozdağ kütlesi seçilmiştir. Bozdağ, Ege Bölgesi'nde bulunan ve orman varlığı bakımından zengin olan bir alandır. Toplamda 310.165 hektar alanı kaplayan Bozdağ kütlesinde; düşük yükseltide tarım alanları ve kırsal yerleşimler bulunurken, yükselti arttıkça orman hâkimiyeti görülmektedir. Alanın batı sınırında İzmir ili, doğu sınırında Kula ve Eşme ilçeleri, kuzey sınırında Turgutlu ve Salihli ilçeleri, güney sınırında ise Ödemiş ilçesi bulunmaktadır (Şekil 1).

Ortalama yüksekliği 1000-1200m olan araştırma alanın, en yüksek noktası 2159m dir. Bozdağ kütlesinin orman vejetasyonunu; karaçam (*Pinus nigra*), kızılçam (*P. brutia*), kestane (*Castanea satvia*), kızılgağaç (*Alnus glutinosa*) oluşturmaktadır. Maki ve frigana vejetasyonunu ise, saçlı meşe (*Quercus cerris*), mazı meşesi (*Q. infectoria*), palamut meşesi (*Q. ithaburensis*), kermez meşesi (*Q. coccifera*) ile keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua*), akçakesme (*Phillyrea latifolia*), kızılçık (*Comus mas*), sandal (*Arbutus andrachne*) ve hayıt (*Vitex agnus castus*) türleri oluşturmaktadır. Araştırma alanında tipik Akdeniz iklimi görülmektedir; yaz ayları sıcak ve kurak kış ayları ise ılık ve yağışlı geçer (MGM, 2015).



3.MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırmanın ana materyalini ortorektifiye edilmiş, 30m konumsal çözünürlüklü 1986 (20.07.1986), 2000 (27.07.2000) ve 2015 (05.07.2015) yıllarına ait Landsat TM ve ETM+ uydu görüntüleri oluşturmaktadır. Uydu görüntülerinin seçiminde; bulutluluk oranının minimum, NDVI değerlerinin ise maksimum olmasına dikkat edilmiştir. Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) verisi, <http://www.gdem.aster.ersdac.or.jp/> 'den elde edilmiştir.

Araştırma yönteminin ana basamaklarını; uydu görüntülerinin temini ve ön hazırlık işlemleri, alan kullanım arazi örtüsü (AKAÖ) sınıflandırması, değişim analizi, dönüşüm potansiyeli haritasının oluşturulması ile 'REDD Eğilim Modellemesi' oluşturmaktadır. Uydu görüntülerinin ön hazırlık işlemleri ve sınıflandırma aşamasında ENVI 5.1 yazılımı; potansiyel dönüşüm haritası ve 'REDD Eğilim Modeli' oluşturulurken ise IDRISI Selva yazılımı kullanılmıştır.

3.1.Alan Kullanım Arazi Örtüsü Sınıflandırması

Uydu görüntülerindeki pus, aerosol vb. etkileri ortadan kaldırmak, en aza indirmek için ENVI 5.1 yazılımının FLAASH modülü kullanılarak, atmosferik düzeltme işlemi gerçekleştirilmiştir. Sınıflandırma işleminde her üç

görüntü görsel yorumlama tekniği ile sayısallaştırılmış ve piksel tabanlı sınıflandırmada En Çok Benzerlik Yöntemi (Maximum Likelihood) kullanılmıştır. Bayesian Olasılık Teorisine dayalı ve istatistiksel fonksiyonlara bağlı bir yöntem olan En Çok Benzerlik Yöntemi, sınıfların belirlenmesinde piksellerin varyans – kovaryans ve ortalama değerlerini kullanmaktadır. Yöntem ile her sınıfa ait olan ortalama değerler, sınıflar arasındaki sınırları belirlemektedir. Buna göre; her bir piksel, parlaklık değerine göre, kendisine en yakın ortalamaya sahip sınıfa atanır (Eastman, 2009; Kesgin ve Nurlu 2009).

3.2.Değişim Analizi

Değişim analizi, IDRISI Selva yazılımının Land Change Modeler (LCM) aracı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. 1986-2000 ve 2000-2015 yıllarına ait AKAÖ haritalarındaki sınıflar arasındaki farklar, her bir haritadaki piksel değerleri kıyaslanarak ortaya konmuştur. Farklı yıllara ait AKAÖ sınıfları arasındaki değişim oranı, Markov değişim analizi yöntemi ile hesaplanmıştır (IDRISI, 2013; Puyravaud, 2003):

$$R = (A_0 - A_1) / (T_1 - T_0) \quad (1)$$

R: AKAÖ sınıflarındaki yıllık değişimi, A_0 ve A_1 : yıllara ait orman alanı miktarını (ha), T_0 ve T_1 : yılları ifade etmektedir.

3.3.Potansiyel Dönüşüm Haritasının Oluşturulması ve Doğrulanması - REDD Eğilim Modeli

Potansiyel dönüşüm haritasının oluşturulmasındaki ilk basamak, yönlendirici faktörlerin girdi veri olarak hazırlanmasıdır. Araştırmada; yönlendirici faktör olarak *yola uzaklık*, *yerleşim yerlerine uzaklık*, *Sayısal Yükseklik Modeli (SYM)*, *eğim* ve *bakı* kullanılmıştır. 2000 yılına ait vektör formatındaki yol ve yerleşim katmanları, raster formatına çevrilmiş, ardından öklid uzaklığı baz alınarak yola ve yerleşim yerlerine uzaklık haritaları oluşturulmuştur (Akin, 2015). Eğim ve bakı katmanlarını oluşturmak için, SYM kullanılmıştır. Yönlendirici faktörlerin ağırlıklı etkinliği, Cramer's V istatistiğine göre hesaplanmıştır (Cramer, 1999; Eastman, 2009).

Potansiyel dönüşüm haritasının oluşturulmasındaki ikinci basamak, dönüşüm modellemesidir. LCM aracındaki Çok Katmanlı Algılayıcı (Multi Layer Perceptron - MLP) - Geriye Yayımlı Öğrenme (Back Propagation - BP) algoritması, dönüşüm modellemesini gerçekleştirir (Gautam ve Panigrahi, 2007). Geriye Yayımlı Öğrenme algoritması; bir girdi katmanı ile bir ve birden fazla saklı katman kullanarak, bir çıktı katmanı oluşturur (Areendran, 2013; Munsı ve ark., 2012). Bu çalışmada; yönlendirici faktörler girdi katmanlarını, 1986 ve 2000 yıllarına ait AKAÖ haritalarından elde edilen 'değişim analizi haritası' saklı katmanı, 2015 yılı potansiyel dönüşüm haritası ise çıktı katmanını oluşturmuştur.

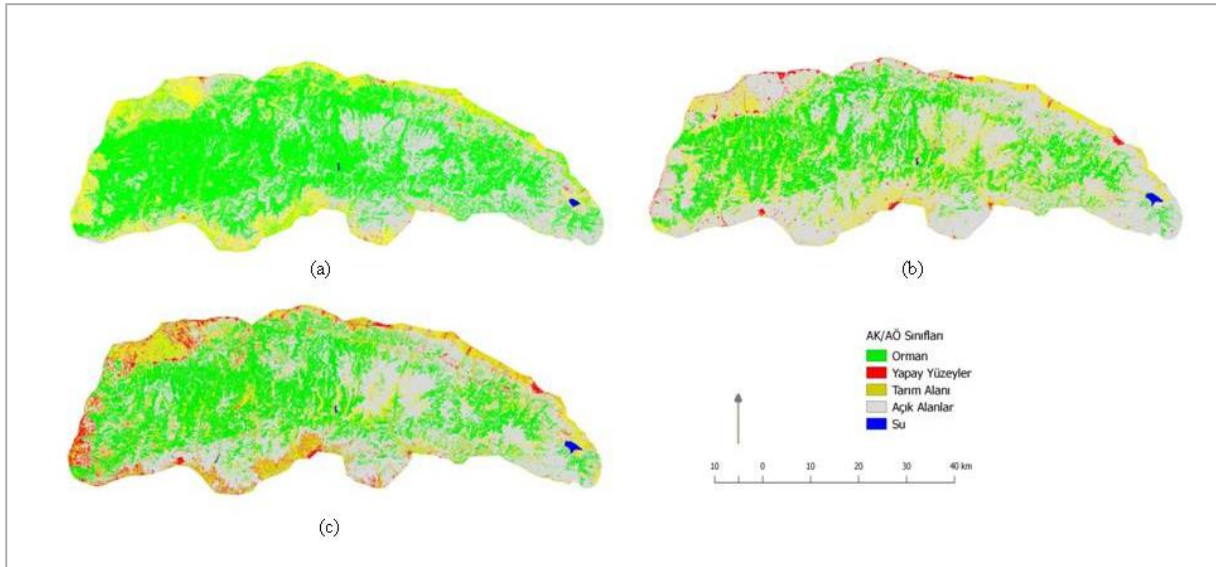
2015 yılı potansiyel dönüşüm haritası ile 2015 yılı AKAÖ haritası, LCM aracının VALIDATE modülü kullanılarak karşılaştırılmıştır. Modül, aynı yıla ait iki haritayı kıyaslayarak, piksellerin uyumunu ve herbir sınıf içindeki piksel konumunun uyumunu ölçerek potansiyel dönüşüm haritasının doğruluğunu hesaplar (Eastman, 2009). Araştırmanın son aşamasında, 2015 yılı potansiyel dönüşüm haritası, 'REDD Eğilim Modeli' oluşturulmasında kullanılarak (Philips ve ark., 2016), Bozdağ kütesinin 2025, 2035, 2045 yıllarına ait orman peyzajı konumsal dağılımını gösteren eğilim modeli haritaları oluşturulmuştur.

4.BULGULAR

4.1.Alan Kullanım Arazi Örtüsü Haritaları

Araştırma alanı olan Bozdağ kütesinin 1986, 2000, 2015 yıllarına ait uydu görüntülerine, En Çok Benzerlik Yöntemi kullanılarak kontrollü sınıflandırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Yer gerçeği verisi olarak Google Earth görüntüleri ve 2015 yılına ait 7.5 m konumsal çözünürlüklü TÜBİTAK RASAT uydu görüntüsü kullanılmıştır. 2015 yılı AKAÖ Haritası için hesaplanan sınıflandırma doğruluğu %80 ve Kappa değeri 0.71'dir.

AKAÖ sınıflandırmasında; orman, tarım, açık alanlar, yerleşim ve su olmak üzere toplam beş sınıf oluşturulmuştur (Şekil 2). Orman alanları sınıflandırılırken; orman vejetasyonunun yanı sıra orman altı örtüsünü oluşturan maki vejetasyonu da dikkate alınmıştır. Tarım alanları sınıfı; ekili ve ekili olmayan tarım arazilerini, yapay yüzeyler; kırsal yerleşim alanları ve seraları, açık alanlar ise çıplak-kayalık ve maden alanlarını kapsamaktadır.



Şekil 2. Bozdağ kütleli 1986 (a) 2000 (b) ve 2015 (c) yıllarına ait AKAÖ Haritaları

4.2.Değişim Analizi

Araştırma alanında 1986-2000 ve 2000-2015 yılları arasındaki AKAÖ değişimi, Markov değişim analizi yöntemi kullanılarak nicel olarak belirlenmiştir. 1986-2000 yılları arasındaki en büyük değişim, orman alanlarından açık alanlara (44.840 ha.) ve tarım alanlarına (31.123 ha.) olmuştur (Çizelge 1). 2000-2015 yılları arasında ise orman alanları ile açık alanlar ve tarım alanları arasında sırasıyla, 17.804 ha. ve 1.565 ha. değişim gerçekleşmiştir (Çizelge 2).

1986	2000			
	Orman	Yapay Yüzeyler	Tarım Alanları	Açık Alanlar
Orman	80.714	284	31.123	44.840
Yapay Yüzeyler	16	342	66	791
Tarım Alanları	81	2.275	3.121	22.110
Açık Alanlar	3.071	1.508	13.416	95.206

Çizelge 1.1986-2000 Değişim Matrisi (ha)

2000	2015			
	Orman	Yapay Yüzeyler	Tarım Alanları	Açık Alanlar
Orman	65.599	83	17.804	1.565
Yapay Yüzeyler	26	1.902	2.190	540
Tarım Alanları	10.970	428	26.376	4.059
Açık Alanlar	12.373	4.025	107.414	44.020

Çizelge 2. 2000-2015 Değişim Matrisi (ha)

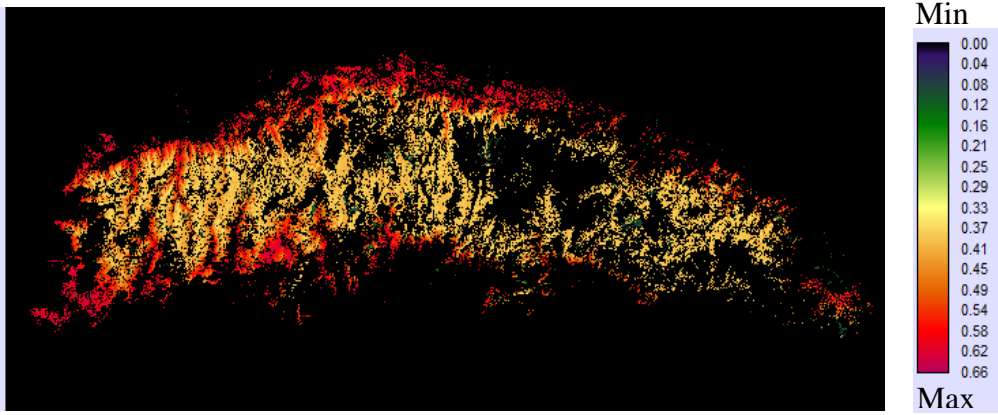
Araştırma ormansızlaşma üzerine yoğunlaştığından, Çizelge 3'de yıllık ormansızlaşma ve orman artışına yer verilmiştir. 1986-2015 yılları arasında ormansızlaşmanın yıllık 2.300 ha. olduğu ve diğer taraftan Türkiye ormanlarının 1986-2015 yılları arasında, yılda 62.000 ha. arttığı bilinmektedir (OGM, 2015) İki veri kıyaslandığında, Bozdağ ormanları üzerindeki baskının çok yüksek olduğu görülmektedir. Bozdağ kütleli ormansızlaşmanın, alan üzerindeki yoğun insan kullanımından kaynaklı tarım uygulamaları ve açık alanlara dönüşen maki ve frigana ile kaplı yüzeylerin neden olduğu düşünülmektedir. Bozdağ kütleli engebeli ve dik topografyası yerleşim alanlarındaki artışı engellemiş, dolayısıyla yerleşim alanlarındaki artış -göreceli olarak- az olmuştur.

Bozdağ Yıllık Ormansızlaşma (1986-2015)	Türkiye Yıllık Orman Artışı (1986-2015)
-2.300	+62.000

Çizelge 3. Yıllık Orman Değişimi (ha)

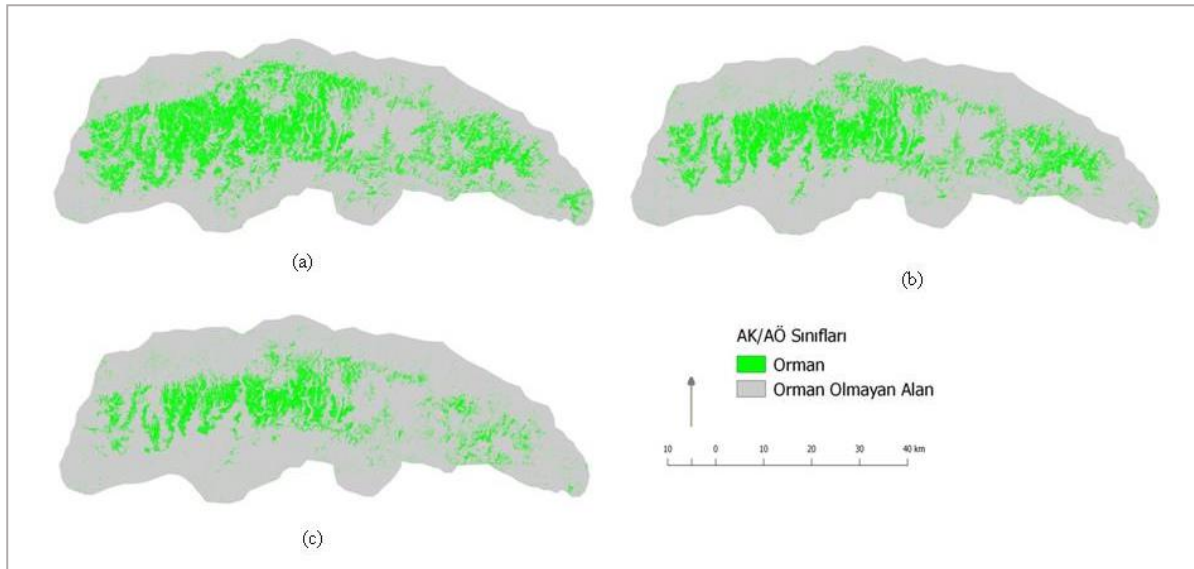
4.3. Potansiyel Dönüşüm Haritası - REDD Eğilim Modeli

Araştırma alanının kuzey, güney ve batı doğrultusundaki diğer bir ifadeyle İzmir ve Manisa illerine yakın olan bölgelerdeki orman peyzajının özellikle tehdit altında olduğu, yönlendirici faktörlerin kullanımı ile oluşturulan 2015 yılı potansiyel dönüşüm haritasında görülmektedir (Şekil 3). Şekil 3'te görülen minimum ve maksimum değerler; ormandan orman olmayan alana dönüşme ihtimali en yüksek ve en düşük olan pikselleri ifade etmektedir. Pembe ve kırmızı tonlar ormansızlaşma ihtimalinin en yüksek, sarı ve yeşil tonlar orta, mavi ve siyah tonlar ise en düşük olduğu alanları ifade eder.



Şekil 3. Bozdağ kütlesi Potansiyel Dönüşüm Haritası

Orman ve orman olmayan alan sınıflarını içeren; 2015 yılı potansiyel dönüşüm haritası (Şekil 3) kullanılarak -10 yıllık aralıklarla 2025, 2035 ve 2045 yılları- 'REDD Eğilim Modeli' oluşturulmuştur. Şekil 4'te görülen REDD eğilim modeli haritaları; 1986-2015 yılları arasında yaşanan dönüşümün aynı eğilimde devam edeceği varsayılarak, 2025, 2035 ve 2045 yıllarında ortaya çıkacak olan orman peyzajı konumsal dağılımını göstermektedir.



Şekil 4. 2025 (a) - 2035 (b) - 2045 (c) REDD Eğilim Modeli Haritaları

Araştırma alanında orman peyzajının, 2025 yılı için 84.212 - 2035 yılı için 100.456 - 2045 yılı için ise 116.701 ha. azalması beklenmektedir (Çizelge 4). Orman olmayan alanların ise, yıllara göre sırasıyla 237.419 ha., 253.663 ha., ve 269.907 ha. olacağı tahmin edilmektedir. Bu durum, orman olmayan alanların 1986-2045 yılları arasında %37 oranında artacağını göstermektedir.

AK/AÖ Sınıfları	1986	2000	2015	Tahmin		
				2025	2035	2045
Orman Alanı	156.961	85.798	88.993	72.749	56.505	40.260
Orman Olmayan Alan	153.204	226.075	221.172	237.419	253.663	269.907

Çizelge 4. Orman Peyzajı Değişimi (ha)

Bozdağ örneğinde, Birleşmiş Milletler REDD Projesinin ilk basamağı olan 'REDD Eğilim Modeli'nin uygulanmasıyla elde edilen ormansızlaşmaya ilişkin tahmin, projenin ikinci basamağını oluşturan REDD Azaltım Modelinin uygulanması gerekliliğini ortaya koyar niteliktedir.

5.SONUÇLAR

Araştırmanın sonucunda, orman peyzajının üç farklı döneme ait orman peyzajı konumsal dağılımı haritalandırılmış; geçmiş ve günümüzdeki durum incelenerek, gelecek (2025, 2035 ve 2045 yılları) için 'REDD Eğilim Modeli' oluşturulmuştur. Değişim analizi sonuçları, 1986 ile 2015 yılları arasında yıllık ormansızlaşma miktarının 2.300 ha., olduğunu ortaya koymuştur. Son 29 yıllık süreçte, Bozdağ kütleindeki orman peyzajında dikkati çeken oranda azalma olduğu ortaya çıkmıştır. Araştırma alanında %22 oranında azalmış olan orman peyzajının, 2045 yılına kadar 40.260 hektara düşeceği ve böylelikle %37.6 oranında azalacağı tahmin edilmektedir. Gerekli önlemler alınmadığı takdirde; ormansızlaşmaya neden olan tüm yönlendirici faktörlerin önümüzdeki yıllarda da etkin olmaya devam edeceği düşünülmekte, ve 'REDD Eğilim Modeli' sonuçlarının gerçekleşeceği öngörülmektedir.

'REDD Eğilim Modeli' ile 'REDD Azaltım Modeli', Birleşmiş Milletler Ormansızlaşma ve Orman Parçalanmasından Kaynaklanan Salımların Azaltılması Projesi-REDD Projesinin iki önemli basamağıdır. Eğilim Modelini oluştururken, geçmişe ait görüntü analizlerinin, yüksek doğrulukta gerçekleştirilmesi önemlidir. Uzaktan algılama verileri ve modelleme yazılımları; geçmişe ait AK/AÖ değişiminin incelenmesi, ormansızlaşma ve orman parçalanmasına neden olan yönlendirici faktörleri belirlenmesi, değişim analizinin gerçekleştirilmesi ve dönüşüm potansiyeli haritasının oluşturulmasında kullanılan gelişmiş araçlardır. Araştırma alanında ortaya çıkan yıllık 2.300 hektarlık ormansızlaşma, araştırma alanında koruma önlemi alınması gerektiğini göstermektedir. Araştırma; Bozdağ kütleinde gerçekleştirilebilecek olan 'REDD Azaltım Modeli' diğer bir ifadeyle REDD Projesinin gerekliliğinin ortaya konması bakımından önem taşımaktadır. Bu kapsamda, REDD Projesinin ülkemizdeki karbon temelli orman peyzajı planlama çalışmalarında öncü bir yaklaşım sergileyeceği düşünülmektedir. Ayrıca, REDD Projesinin ikinci basamağı olan 'REDD Azaltım Modeli'nin; orman peyzajı planlama, yönetim ve koruma çalışmalarında, orman peyzajı biyokütle tahmininde, karbon tutma kapasitesinin belirlenmesinde ve düşük karbon ekonomisi yaklaşımına uygun kullanım kararlarının geliştirilmesinde, özellikle karar mekanizmasında yer alan yöneticileri yönlendirici rol oynayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Akın, A., Sunar, F., Berberoğlu S., 2015, Urban Change Analysis and Future Growth of Istanbul. Environmental Monitoring and Assessment, 187: 506.

Areendran, G., K. Raj, S. Mazumdar, K. Puri, B. Shah, R. Mukerjee, and K. Medhi., 2013, Modelling REDD+ Baselines Using Mapping Technologies: A Pilot Study from Balpakram-Baghmara Landscape (BBL) in Meghalaya, India. International Journal of Geoinformatics, 9 (1), 61–71.

Asan, Ü., 2011, Ormanlarındaki Yıllık Karbon Stok Değişimi Trendinin İrdelenmesi ve 2023 Yılındaki Durumun Kestirilmesi I.Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu, 26-28 Kahramanmaraş Türkiye.

IPCC - Climate Change 2013, The Physical Science Basis, Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press.

Cramer, H., 1999, Mathematical Methods of Statistics, Princeton University Press, Princeton.

Eastman, R. J., 2009, IDRISI Taiga, Guide to GIS and Image Processing Worcester, 234-256.

IDRISI Selva Help System, 2013, Clark Laboratories, USA.

Gautam, R.K., Panigrahi, S., 2007, Leaf Nitrogen Determination of Corn Plant using Aerial Images and Artificial

Neural Networks, Canadian Biosystem Engineering, 49, 7.1-7.9.

Kesgin, B., Nurlu, E., 2009, Land Cover Changes on the Coastal Zone of Candarli Bay, Turkey Using Remotely Sensed Data. Environmental Monitoring and Assessment, 157:89–96.

Munsi, M., Areendran, G. and Joshi, P. K., 2012, Modeling Spatio-Temporal Change Patterns of Forest Cover: A Case Study from the Himalayan Foothills (India). Reg Environ Change doi: 10.1007/s 10113-011-0272-3.

Puyravaud, J., 2003, Standarizing the Calculation of the Annual Rate of Deforestation. Forest Ecology and Management, 11, 593-596

State of the World's Forests: Forest Genetic Resources, 2014. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, ISSN 1020-5705.

T.C Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2015.

T.C Orman ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü, 2015.

<http://unccelearn.org/REDD+Resources/story.html>