DMSP-OLS, LANDSAT VERİLERİ VE LİNEER SPEKTRAL UNMIXING YÖNTEMİ KULLANILARAK KENTSEL DEĞİŞİM ALANLARININ BELİRLENMESİ: İZMİT ÖRNEĞİ

Cihan Uysal[1], Derya Maktav[1]

[1] İstanbul Teknik Üniversitesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye

ÖZET

Kentleşme Türkiye'de ve dünyada son 30 yıldır artarak devam etmektedir. Özellikle de gelişmekte olan ülkeler için kentleşme, kentsel büyümenin sürdürülebilmesi açısından gerekli bir olgudur. Fakat bu büyüme kontrollü ve planlı bir şekilde olmalıdır, aksi durumda birçok çevresel sorun ortaya çıkabilir. Bu yüzden, dinamik yapıya sahip olan kentsel alanların periyodik olarak izlenmesi gerekir. Kentsel çevredeki değişimlerin izlenmesi, 'maximum likelihood' ve 'isodata' tekniklerini kullanan piksel tabanlı sınıflandırma yöntemleriyle elde edilen arazi örtüsü/arazi kullanımı haritalarıyla da sağlanabilmektedir. Fakat elde edilen bu tematik haritalar, özellikle de düşük mekansal çözünürlüklü uydu verilerinin kullanıldığı heterojen alanlarda hatalı sınıflandırma sonuçlarına yol açabilmektedir, çünkü bu yaklaşımlarda her bir piksel yalnızca bir sınıf değeriyle temsil edilmektedir.

Bu çalışmada kullanılan spektral karışım analizi (spectral mixture analysis (SMA)) ile her bir piksel, kendisini oluşturan 'endmember fractionlar' tarafından temsil edilmektedir. Lineer karışım modeli üzerine kurgulu bu analiz ile yeryüzü, 'substrate (S)', 'green vegetation (V)' ve 'dark surfaces (D)' spektral endmember yansıtımları cinsinden daha hassas bir biçimde temsil edilmektedir. Bu çalışmada, Türkiye'nin en çok endüstriyelleşmiş bölgelerinden biri olan İzmit Körfezi çevresi çalışma alanı olarak seçilmiştir. Çalışmada SMA, 1984, 1999 ve 2009 yıllarına ait LANDSAT görüntülerine uygulanmıştır. Ayrıca 1992, 1999 ve 2009 yıllarına ait DMSP-OLS verileri de kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, arazi örtüsündeki ve arazi kullanımındaki değişimler ve özellikle de kentsel büyüme alanları SMA yöntemi kullanılarak hassas biçimde saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kentsel büyüme, spektral karışım analizi, spektral unmixing yöntemi, LANDSAT, DMSP-OLS.

1. GİRİŞ

Kentleşme 1950'lerden beri dünyada hızla artmaktadır. 1950'lerde dünya nüfusunun % 30'u kentlerde yaşarken bu rakam 2010'da 50'yi aşmıştır [18]. Türkiye'de ise kentleşme 1980'lerden sonra ivme kazanmıştır. Türkiye'de kentlerde yaşayan nüfus, 1950 yılında %25 iken, 1980 yılında %43'e ve 2010 yılında da %76'ya yükselmiştir [13]. Dolayısıyla Türkiye, kent nüfusu ve kentsel nüfus artış oranı ile dünyanın önde gelen ülkeleri arasında yer almaktadır. Kentleşmedeki bu hızlı artış genellikle plansız altyapı ve kontrolsüz kentsel büyüme gibi sorunlara yol açmaktadır. Ayrıca bu plansız ve kontrolsüz kentleşme, yeşil alanların, tarım alanlarının ve su kaynakları gibi doğal kaynakların yanlış kullanılmasına ve zarar görmesine de sebep olabilmektedir [1]. Bu yüzden, başta doğal kaynaklar olmak üzere kentsel çevre sürekli izlenmeli ve kontrol altında tutulmalıdır. Uzaktan algılama verileri ve teknolojileri sağladıkları güncel mekansal bilgi nedeniyle kentsel çevrenin izlenmesinde karar vericiler ve yöneticiler için vazgeçilmez bir kaynaktır [2]. Arazi örtüsü/arazi kullanımı haritalarının elde edilmesinde genellikle 'isodata' ve 'maximum likelihood' sınıflandırma teknikleri kullanılmaktadır. Fakat bu tekniklerde her bir piksel yalnızca bir sınıf ile temsil edilmektedir. Bu durum, yeryüzünde homojen alanlara karşılık gelen saf (pure) pikseller için doğru olmasına rağmen, kentsel alanlar gibi birçok heterojen alana karşılık gelen karışık (mixed) pikseller için düşük doğruluklu sınıflandırma sonuçlarına yol açabilmektedir [3, 4]. Global ölçekte arazi örtüsü/arazi kullanımını belirlemek amacıyla kullanılan uydu verilerinin düşük mekansal çözünürlüğü nedeniyle, elde edilen bu haritaların doğruluğu da sınırlı olmaktadır. Bu yüzden alt piksel seviyesinde arazi örtüsü/arazi kullanımı haritalaması için çeşitli yaklaşımlar vardır. Bunlar arasında, lineer spektral karışım modeli en yaygın yaklaşım olarak benimsenmiştir [5, 6 ve 7]. SMA yöntemi bu model üzerine kurgulanmış olup karışık pikseller, seçilen endmember yansıtımları cinsinden yüzdesel olarak hesaplanarak ifade edilmektedir [8 ve 9].

Bu çalışmanın amacı, SMA yöntemini kullanarak İzmit Körfezi çevresinde arazi örtüsü/arazi kullanımı değişimlerini ve kentsel büyüme alanlarını izlemek ve analiz etmektir. LANDSAT TM ve ETM görüntülerine atmosferik kalibrasyon uygulanarak, DN (digital number) değerleri önce radyans, sonra da yansıtım değerlerine çevrilmiştir. Atmosferik kalibre edilen bu görüntülere global endmember yansıtımları kullanılarak SMA yöntemi uygulanmıştır. 1984, 1999 ve 2009 yıllarına ait LANDSAT verilerinden SVD, δSVD (difference SVD) ve substrate haritalar hazırlanarak kentsel değişim alanları tespit edilmiştir.

2. ÇALIŞMA ALANI VE VERİLER

Bu çalışmada, Marmara Bölgesi'nde Marmara Denizi'nin doğusunda yer alan İzmit Körfezi ve çevresi çalışma alanı olarak seçilmiştir (Şekil 1). İzmit 40^0 41^1 kuzey enlemleri ve 29^0 31^1 doğu boylamları arasında kalmaktadır.

Şekil 1. Çalışma alanı.

Bu çalışmada 25.09.1984 (TM), 27.09.1999 (ETM) ve 30.09.2009 (TM) tarihlerine ait 30 m mekansal çözünürlüklü LANDSAT görüntüleri kullanılmıştır. Bu veriler, WGS-84 datumunda, UTM projeksiyonlu 'Level 1' seviyesinde arazi düzeltmesi yapılmış olup 'GeoTIF' formatında kullanılabilir durumdadır. 'L1T' seviyesinde elde edilen bu görüntüler için radyometrik ve sistematik geometrik düzeltmeler ile birlikte dijital yükseklik modeli ve yer kontrol noktaları yardımıyla prezisyonlu düzeltmeler USGS tarafından uygulanmıştır. Ayrıca çalışmada 1992, 1999 ve 2009 yıllarına ait DMSP-OLS verileri de kullanılmıştır. Çalışmada atmosferik kalibrasyon ve SMA yöntemi uygulanırken ENVI 4.8 yazılımı kullanılmıştır.

3. YÖNTEM

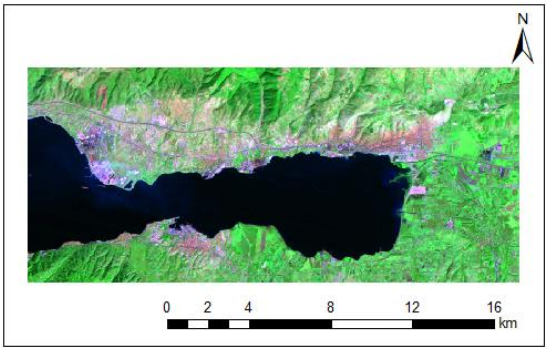
Bu çalışmada önce potansiyel LANDSAT verileri USGS-Glovis'ten seçilerek indirilmiştir [14]. Çalışma alanındaki kentsel değişim alanlarını izlemek ve analiz etmek amacıyla potansiyel LANDSAT verileri arasından 1984, 1999 ve 2009 yıllarına ait görüntüler seçilmiştir. Bu veriler seçilirken bulutsuz veya bulut oranının %10' dan az olmasına özen gösterilmiştir. Seçilen bu görüntülere SMA yöntemi uygulanmadan önce atmosferik kalibrasyon işlemi yapılmıştır. Normal koşullarda, LANDSAT algılayıcıları tarafından algılanan spektral radyans 8 bitlik DN olarak depolanır. Fakat bu değerler, güneş-dünya uzaklığından, solar geometriden ve spektral bant farklılıklarından kaynaklanan değişimleri minimize etmek amacıyla önce radyans ve sonra da 'top of atmosferik reflectance (ToA)' değerlerine çevrilmek zorundadır. Bu işlem uzun zaman periyodu veya geniş alanlar için kullanılan LANDSAT verileri için önemlidir. Bu çalışmada da yaklaşık 30 yıllık bir periyot içerisindeki değişimler izleneceğinden ToA değerleri hesaplanmıştır.

Atmosferik kalibre edilen bu görüntülere daha sonra SMA yöntemi uygulanmıştır. Bu aşamada temel olan, karışım uzayını bir koordinat sistemi içerisine en uygun biçimde yerleştirmektir. Karışım uzayının boyutunu ve topolojisini nicel olarak belirlemek için eksenler arasındaki korelasyonu minimize eden ana bileşenler (PC)

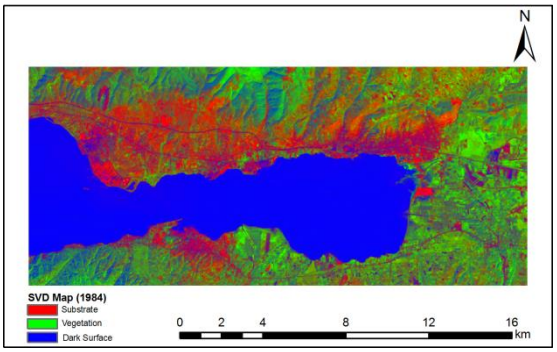
dönüşümleri kullanılmaktadır. Bu çalışmada, yüksek varyansa sahip ilk iki en düşük dereceden PC bant, karışım uzayının oluşturulmasında kullanılmıştır. Bu karışım uzayının topolojisi ancak seçilecek spektral endmemberler aracılığıyla doğru bir şekilde ifade edilebilir [10, 11, 12]. Bu çalışmada kullanılan endmemberler, tüm dünyadaki çalışma alanları için uygulanabilen ve farklı coğrafi bölgelerden seçilen görüntülerin değerlendirilmesiyle elde edilmiş global SVD endmemberlerden oluşmaktadır [11]. Global ölçekte kullanılmakta olan bu SVD endmemberleri ile karışık pikseller yüzdesel olarak ifade edilerek lineer spektral karışım modeli elde edilmiştir. Farklı tarihler için elde edilen SVD katmanların birbirlerinden farkları alınarak ayrıca δSVD haritalar da hazırlanmıştır. Elde edilen bu fark haritaları uzun zaman periyotlarında arazi örtüsü/arazi kullanımında meydana gelen değişimleri belirlemek açısından önem taşımaktadır. Son olarak, özellikle de kentleşmedeki değişimlerin değerlendirilmesi için, seçilen farklı üç yıla ait S katmanları kullanılarak analizler yapılmıştır.

4. ANALİZ

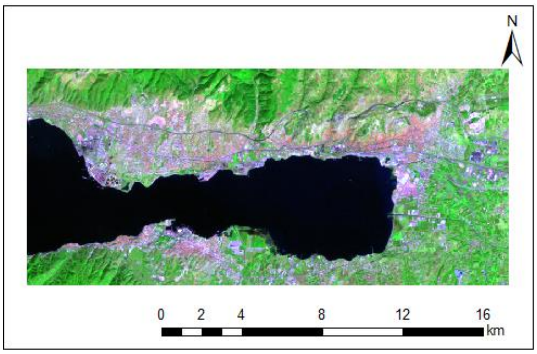
Çalışmada kullanılan kalibre edilmiş 30 m mekansal çözünürlüklü 1984, 1999 ve 2009 LANDSAT görüntüleri (bant: 7, 4, 2) Şekil 3a, b, c'de verilmiştir. Kalibre edilmiş bu LANDSAT görüntülerine global endmemberler kullanılarak lineer karışım modeli uygulanarak SVD haritalar üretilmiştir (Şekil 4a, b, c). Farklı yıllara ait SVD değerlerinin birbirinden farkı alınarak δSVD haritalar elde edilmiştir. Bu haritalar S, V ve D değerlerindeki değişimleri yansıtmaktadır (Şekil 5, 6 ve 7). S değerleri 1984'ten 2009'a kadar artış içindedir. Şekil 4a, b ve c'ye bakıldığında S değerlerindeki yayılışın ve artışın özellikle de kentin doğusunda ve güneyinde olduğu açıkca görülmektedir.



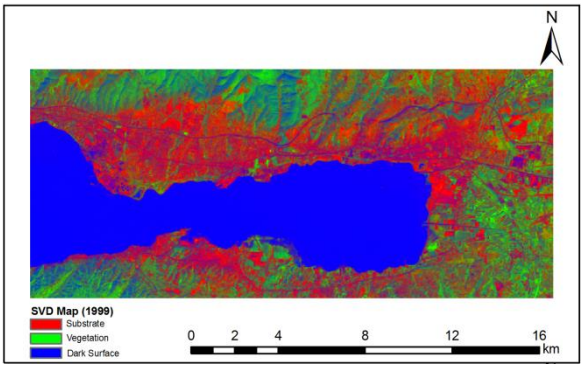
Şekil 3a. Kalibre edilmiş LANDSAT TM (25.09.1984).



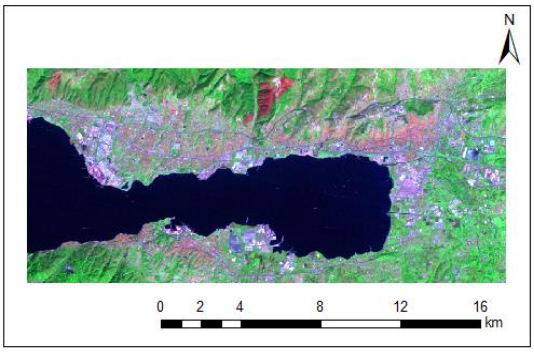
Şekil 4a. SVD harita (25.09.1984).



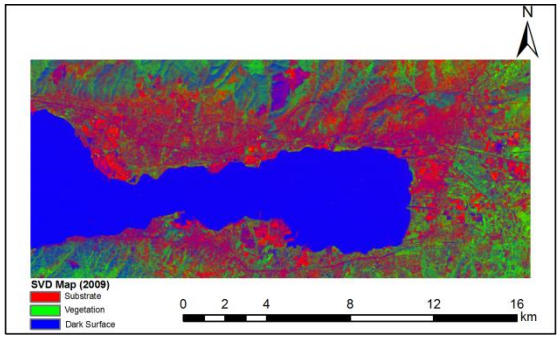
Şekil 3b. Kalibre edilmiş LANDSAT TM (27.09.1999).



Şekil 4b. SVD harita (27.09.1999).

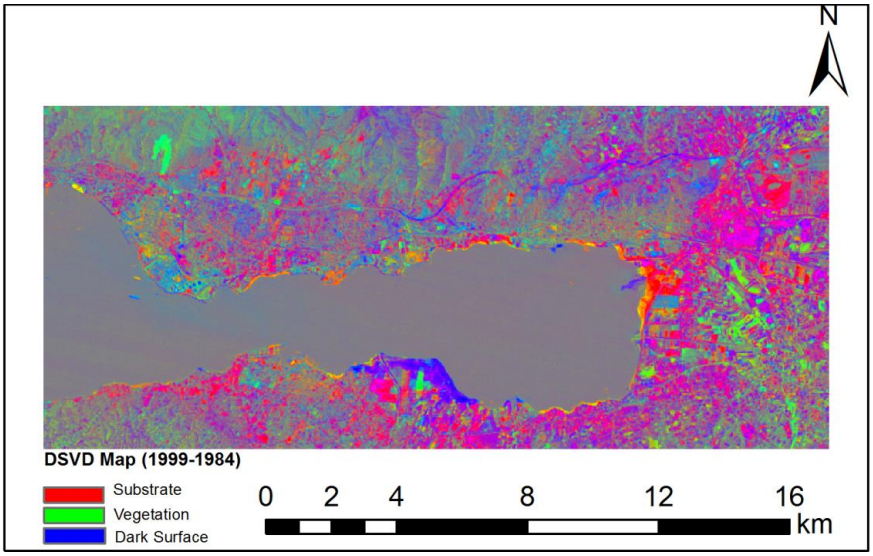


Şekil 3c. Kalibre edilmiş LANDSAT TM (30.09.2009).

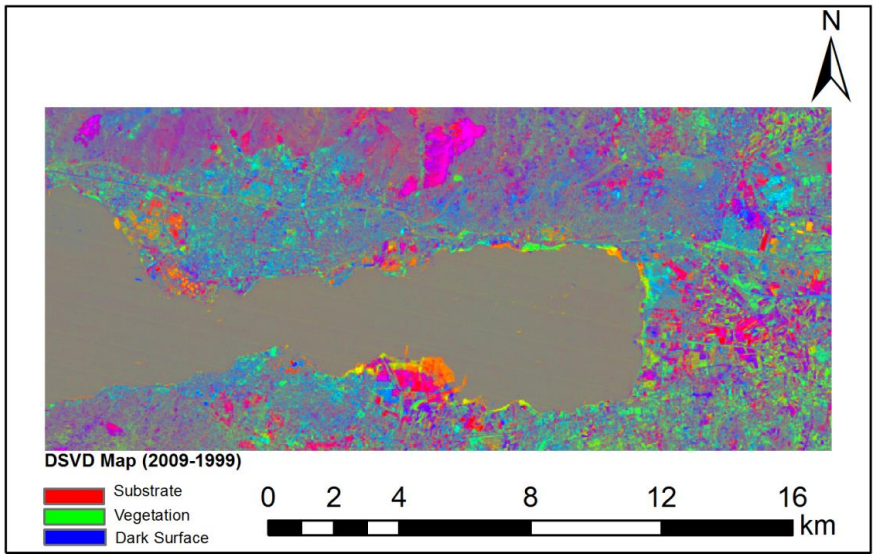


Şekil 4c. SVD harita (30.09.2009).

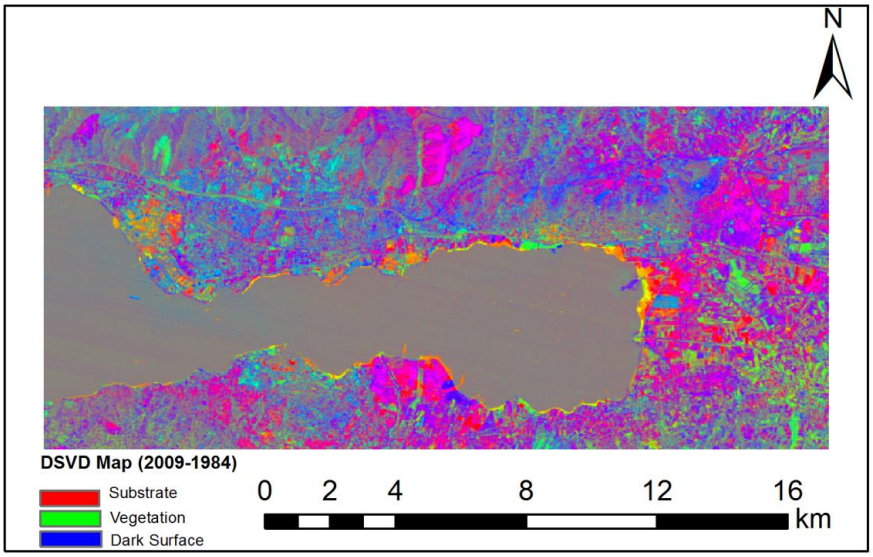
Şekil 5, 1984 ve 1999 yılları arasındaki SVD 'fraction' larındaki değişimi göstermektedir. Şekil 6 ise 1999 ve 2009 yılları arasındaki SVD değerlerindeki on yıllık değişimi yansıtmaktadır. Bu süreçte substrate alanların artışında sınırlı değişimler olduğu fakat D değerlerinin özellikle de kentin kuzeyinde artış gösterdiği görülmektedir. Şekil 7' de 1984 ile 2009 yılları arasındaki SVD değişimleri incelendiğinde, hem 1984 yılından sonra kazanılan yeni substrate alanlar, hem de yapılaşmanın arttığı kentsel alanlar görülmektedir. Şekil 3 ve 4'te görüldüğü gibi yeni kentsel alanlar özellikle de 1984 ve 1999 yılları arasında önemli artış göstermiştir. S değerlerine karşılık gelen bu artış 1999- 2009 yılları arasında azalmıştır. Fakat 1999 yılından sonra kentsel alanların yoğunlaştığı alanlarda D yansıtımında artışlar gözlenmiştir. Bu durum da substrate değerlerindeki azalış ve beraberinde D değerlerindeki artışa karşılık gelmektedir. Bu değişim özellikle de kentsel alanların yoğun olduğu İzmit Körfezi'nin kuzeyinde yer almaktadır. Ayrıca bu çalışmada kullanılan SMA metotu kullanılarak, elde edilen δSVD haritalar yardımıyla depremden zarar gören alanlar da tespit edilmiştir. 17 Ağustos 1999'da, Kuzey Anadolu fay hattı üzerinde bulunan İzmit Körfezi'nde 7.4 şiddetinde deprem meydana gelmiş ve çok sayıda can kaybına yol açmıştır. İzmit ve Gölcük bu depremden en çok hasar gören bölgelerdir [15, 16]. Şekil 5'e bakıldığında İzmit Körfezi'nin güney sahilinde, Gölcük'te, koyu mavi yansıtım görülmektedir. Bu yansıtım D değerlerindeki artışı yansıtmaktadır. Bu alanda yer alan Gölcük deniz donanma üssü ve otomobil fabrikası depremden zarar görmüş ve bir kısmı sular altında kalmıştır. Depremden zarar gören diğer bir alan ise İzmit Körfezi'nin kuzeybatısında yer alan Tüpraş petrol rafinerisidir. Deprem sonrası çıkan yangın uzun bir süre kontrol altına alınamamıştır ve tesislerin çok büyük bir kısmı kullanılamaz hale gelmiştir [17]. Rafinerinin bulunduğu alanda, şekil 5'te görüldüğü gibi, D yansıtımı baskındır çünkü bu alanda yer alan su ve yangın söndürülmesi için kullanılan kimyasal sıvılar D yansıtımını artırırken S yansıtımını düşürmektedir. Şekil 6' da ise hem Gölcük hem de Tüpraş rafineri bölgelerinde substrate yansıtımlarının arttığı görülmektedir çünkü deprem sonrasında bu bölgelerde inşa ve tamir işlemleri yapılmıştır.



Şekil 5. δSVD harita (1999 ve 1984 yılları arasındaki S,V ve D değerlerindeki değişimi göstermektedir).

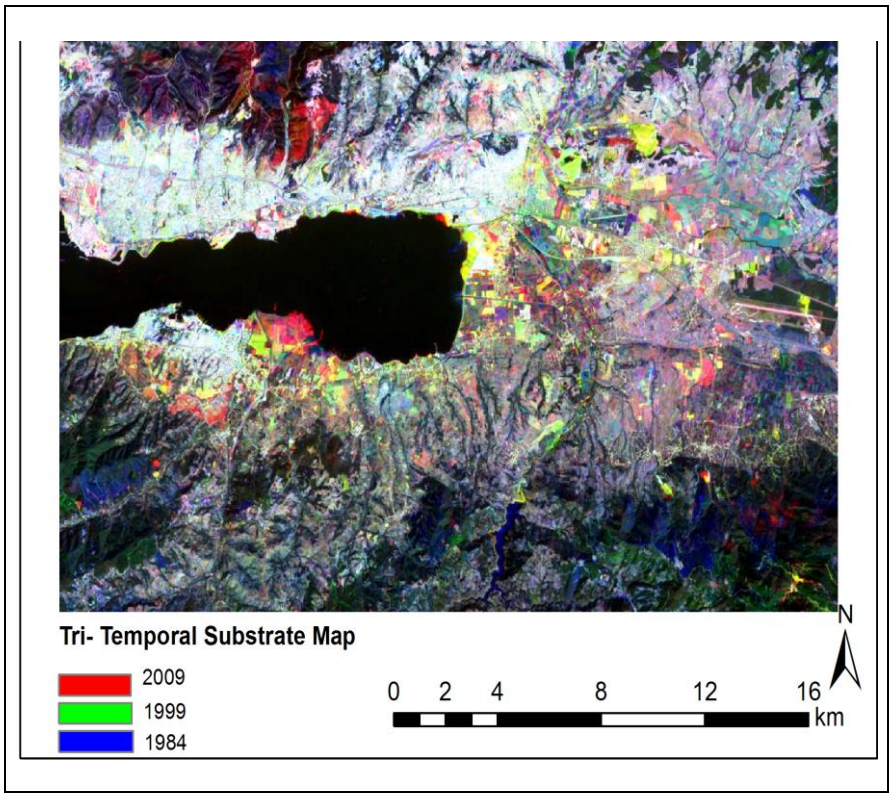


Şekil 6. δSVD harita (2009 ve 1999 yılları arasındaki S,V ve D değerlerindeki değişimi göstermektedir).

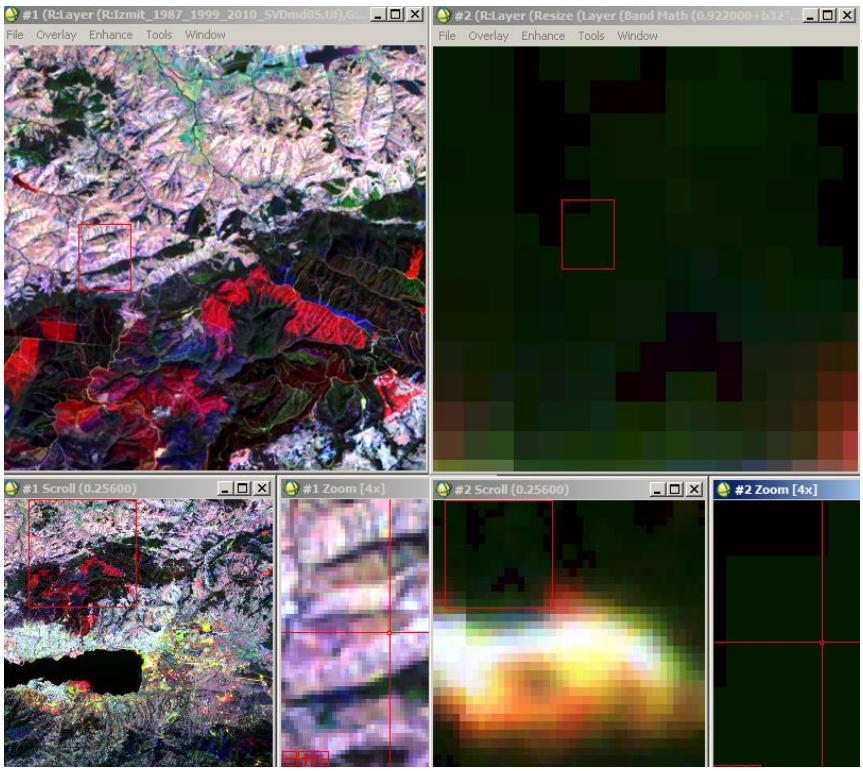


Şekil 7. δSVD harita (2009 ve 1984 yılları arasındaki S,V ve D değerlerindeki değişimi göstermektedir).

Ayrıca çalışmada kentsel alanları belirlemek ve değişimlerini tespit etmek amacıyla seçilen üç yıla ait sadece S 'fraction'ları seçilerek tri-temporal substrate harita oluşturulmuştur (Şekil 8). Bu haritada oluşturulan eşleştirme ile (R:2009, G:1999, B:1984) yeni oluşan substrate alanlar belirlenmiştir. Şekil 8'de görüldüğü gibi yeni S alanlar daha çok İzmit Körfezi'nin doğu ve güneyinde yer almaktadır. Ayrıca 'in kuzeyinde yer alan ormanların arasında oluşan S alanlarının kentsel alan olup olmadığını tespit etmek amacıyla DMSP-OLS verileri kullanılmıştır. Gece zamanlı uydulardan elde edilen yıllık ortalama gece ışıkları kullanılarak, 1992, 1999 ve 2009 yıllarına ait yansıtımlar RGB değerleriyle eşleştirilmiştir. Şekil 9'ta görüldüğü gibi bu alanların düzenli ve kontrollü olarak yapılan orman kesim alanları olduğu saptanmıştır.



Şekil 8. 'Tri-temporal substrate' harita (1984, 1999 ve 2009 yıllarındaki 'substrate' değerlerdeki değişimi göstermektedir).



Şekil 9. 'Tri-temporal substrate' harita (1984(blue), 1999(green) ve 2009(red)) ve DMSP-OLS verisi (sağda), (1992(blue), 1999(green) ve 2009(red)).

5. SONUÇLAR

Çalışmada elde edilen sonuçlarda, kentin 1984'ten 1999'a kadar hızlı bir kentsel büyüme sürecine girdiği, 1999'dan sonra bu sürecinin hızının düşmesine rağmen kentsel büyümenin özellikle de İzmit Körfezi'nin doğusuna doğru devam ettiği görülmektedir. Bu yöntem kullanılarak farklı türdeki arazi örtüsü ve arazi kullanımı değişimlerinin mekansal ve zamansal değişimini tespit etmek mümkündür. Bu yöntemin, doğal afetlerin sonrasında meydana gelen zararların tespitinde de kullanılabilineceği görülmüştür. Global endmember değerlerinin kullanılmasıyla, SMA yönteminin, sağlamış olduğu hızlı uygulanabilirlik nedeniyle, diğer şehirlerdeki arazi kullanımındaki değişimlerin tespit edilmesi için elverişli bir yöntem olduğu belirlenmiştir. Ayrıca bu yöntem, diğer klasik sınıflandırma yöntemlerinden farklı olarak sadece yatay kentsel büyüme ile sınırlı kalmayıp dikey kentsel büyüme hakkında da yararlı bilgiler verebilmektedir. Bu tür dikey kentsel büyümeden bahsedebilmek için mümkün olduğu kadar aynı zaman dilimine ait, atmosferik etkinin minumum olduğu veriler kullanılmalıdır. Dikey kentsel büyüme ile ilgili analiz yapabilmek için, kullanılan verilerin aynı koşullarda elde edilmiş olmasının yanısıra, bitki örtüsü fenolojisinin ve toprak nem faktörünün değişmemesi ve kentsel alanlardaki çatı yapı farklılıklarının olmaması gibi koşulların yerine getirilmesi gerekmektedir. Fakat bu gereksinimlerin atmosferik ve uygulama olarak sağlanması oldukça zordur. Ancak benzer koşullarda elde edilen veriler kullanılarak dikey boyutta büyük değişimlerin olduğu alanlarda genel anlamda analizler yapılabilir.

TEŞEKKÜR

Yazarlar olarak İTÜ, Lamont-Doherty Earth Observatory of Columbia University ve TÜBİTAK'a değerli desteklerinden dolayı ve çalışmada kullanılan analiz konusunda desteğini esirgemeyen Dr. Christopher Small' a teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Al-Rawashdeh, S. And Saleh, B., (2006), Satellite monitoring of urban spatial growth in the Amman Area, Jordan. Journal of Urban Planning and Development, 132, pp. 211-216.

D. Maktav, F. S. Erbek, C. Jürgens, (2005) Remote sensing of urban areas, International Journal of Remote Sensing Vol. 26, Iss. 4, 655-659.

J.R. Jensen Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective (second ed.)Prentice Hall, New Jersey (1996).

Palanisamy Shanmugama, Yu-Hwan Ahna, and Shanmugam Sanjeevib, 'A comparison of the classification of wetland characteristics by linear spectral mixture modelling and traditional hard classifiers on multispectral remotely sensed imagery in southern India,' ecological modelling, 194, pp. 379–394, 2006.

J. Adams, D. Sabol, V. Kapos. Classification of multispectral images based on fraction endmembers, application to land cover change in the Brazilian Amazon. Remote Sensing of Env., 52 (1995), pp.137–154.

N. Quarmby, J. Townshend et al. Linear mixture modeling applied to AVHRR data for crop area estimation International Journal of Remote Sensing, 13 (1992), pp. 415–42.

J.J. Settle, N.A. Drake. Linear mixing and the estimation of ground cover proportions. International Journal of Remote Sensing, 15 (1993), pp. 2381–239.

Adams, J. B., Smith, M. O., & Gillespie, A. R. (1993).Imaging Spectroscopy: Interpretation based on spectral mixture analysis. In C. M. Pieters, & P. Englert (Eds.), Remote geochemical analysis: elemental and mineralogical composition, pp. 145–166. New York: Cambridge University Press.

Gillespie,A.R.,Smith,M.O.,Adams,J.B.,Willis,S. C.,Fischer,A.F.,& Sabol,D.E. (1990). Interpretation of residual images: spectral mixture analysis of AVIRIS images, Owens Valley, California. Proceedings of the 2nd Airborne

Visible/Infrared Imaging Spectrometer (AVIRIS) Workshop(pp. 243–270). Pasadena, CA: NASA Jet Propulsion Laboratory.

Small, C. (2001b). Spectral dimensionality of urban radiance. In Proceedings of 10th JPL Airborne Earth Science Workshop, NASA Jet Propulsion Laboratory, Pasadena, CA.

Small, C., The LANDSAT ETM+ spectral mixing space. Remote Sensing of Environment 93 (2004) 1–17.

Price, J. C. (1997). Spectral band selection for visible-near infrared remote sensing: Spectral-spatial resolution tradeoffs. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 35(5), 1277 – 1285.

www.tuik.gov.tr/, 25.06.2014, TUİK

http://glovis.usgs.gov/ 2012

Aydöner C., Analysis of Land cover/Land use with Integration of Satellite Data and Ground Data after Earthquake. PHD Thesis, Istanbul Technical University, 2005.

http://earthobservatory.nasa.gov/IOTD/view.php?id=45390

Scawthorn, Eidinger, Schiff, ed. (2005). Fire Following Earthquake. Reston, VA: ASCE, NFPA. ISBN 9780784407394.

http://www.un.org/