UYDU GÖRÜNTÜLERİNDEN ZAMANSAL DEĞİŞİM ANALİZİ İÇİN MATLAB TABANLI BİR ARA YÜZ TASARIMI

Gözde AYDIN¹, E. Özgür AVŞAR², Özgün AKÇAY³

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Coğrafi Bilgi Teknolojileri Anabilim Dalı, 17100, Çanakkale, gozdeaydin@stu.comu.edu.tr

²Dr. Öğr. Üyesi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 17100, Çanakkale, ozguravsar@comu.edu.tr

³Doç. Dr., Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 17100, Çanakkale, akcay@comu.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada amaç, aynı alana ait ve iki farklı zamanda elde edilmiş uydu görüntüleri, ortofoto, tematik haritalar ve/veya dijital görüntüler için geliştirilen bir Matlab ara yüzü ile değişim haritalarının belirlenmesi, her bir sınıf için değişim haritalarının oluşturulması ve geliştirilen ara yüzün doğruluğunun uzaktan algılama alanında sıklıkla kullanılan ticari bir yazılım ile karşılaştırılmasıdır. Kullanılan uydu görüntüleri ile geliştirilen ara yüzün sınıf sayısından ve mekânsal çözünürlükten bağımsız olduğunu doğrulamak için üç farklı mekânsal çözünürlüğe ve spektral yansıma kümesine sahip uydu görüntüleri kullanılmıştır. Çalışma alanlarının seçiminde farklı arazi kullanım/arazi örtüsü (AK/AÖ) bölgelerinin seçilmesine dikkat edilmiştir. Çalışmada kullanılan uydu görüntüleri Landsat TM, Sentinel-2A ve Spot-6 görüntüleridir. Uzaktan algılama ticari yazılımı ile uydu görüntülerinin ön işlemlerinden sonra kontrolsüz sınıflandırma yöntemi ile bölgedeki değişimi yansıtacak arazi kullanım/arazi örtüsü sınıfları oluşturulmuştur. Elde edilen sınıflandırılmış görüntüler kullanılarak sırası ile her bir uydu için 1984-1990, 2015-2018 ve 2014-2017 yıllarına ait değişim haritaları ve matrisleri oluşturulmuştur. Böylece sınıflandırma sonrası karşılaştırma tekniği kullanılarak arazi kullanım/arazi örtüsündeki değişimler dönemler hâlinde izlenmiştir. Geliştirilen ara yüzde ise sınıflandırma sonrası üretilen görüntüler girdi olarak kullanılmış ve her bir sınıf için ilgili sınıftan diğer sınıflara dönüşen alanların değişim haritaları ayrı ayrı oluşturulmuştur. Ara yüz ile elde edilen değişim matrisleri ticari yazılım sonucunda elde edilen değişim matrisleri ile doğrulanmıştır. Çalışmada önerilen ara yüzün Matlab tabanlı olmasından dolayı sadece sınıflandırma sonuçları için değil herhangi bir veriden üretilmiş tematik haritalar ve/veya dijital görüntüler için de kullanılabileceği değerlendirilmektedir.

Anahtar Sözcükler: değişim analizi, matlab, sınıflandırma, uzaktan algılama

ABSTRACT

A MATLAB-BASED INTERFACED DESIGN FOR SATELLITE IMAGES' PERIODICAL CHANGE DETECTION

The aim of the work is to identify change detection maps with the developed Matlab interface for satellite images, orthophotos, thematic maps and digital images which is belong to the same spatial domain but different acquiring times. Moreover, the proposed matlab algorithm produces maps indicating change directions for each class. Obtained results are compared to outcomes from a commercial software used in the remote sensing field for the validation. Three different type satellite images having various spatial resolutions and spectral reflections were used to verify the developed interface. Areas which cover different land use / land cover (LU/ LC) types were selected deliberately. The satellite images which were used in this study were Landsat TM, Sentinel-2A and Spot-6. After pre-processing of satellite images is applied with remote sensing commercial software, classification categories which reflected land use and land cover types were created. By using the obtained classified images, change maps and matrices of 1984-1990, 2015-2018 and 2014-2017 respectively for each satellite were produced. Thus, using comparison technique after classification implemented, the changes occurred in land use / land cover were monitored periodically. In the developed interface, post-classification images were used as inputs, then the change maps which show class transformation for each class were created separately. The change matrices obtained by the interface were compared to the change matrices produced from the commercial software. The proposed Matlab-based interface in the study can be used not only for classification validation, but also for any generated thematic maps and / or digital images.

Keywords: change detection, classification, matlab, remote sensing

1. GİRİŞ

Ülkemizde arazi kullanımı çok hızlı bir şekilde değişmektedir. Özellikle orman ve meraların tahribi bunun çok açık bir örneğidir. Ayrıca verimli tarım alanlarının amaç dışı, kontrolsüz ve plansız bir şekilde kullanımları, arazilerin geri dönüşümsüz bir şekilde yok olmalarına neden olmaktadır. Bu şekilde Türkiye’de kaybedilen arazi varlığı 573.239 hektara ulaşmış durumdadır (Cangir ve ark., 1998, Dengiz ve ark., 2006). Arazi kullanımı/arazi örtüsündeki zamansal değişimler, ekonomik, sosyal, politik ve ekolojik şartların bir fonksiyonudur ve bu değişimin yönü ve miktarı hakkında somut veriler gelecekteki nüfus artışını ve buna bağlı olarak kentsel yayılmanın yönünü ve gereksinimleri belirlemek açısından önemlidir (Öztürk ve ark., 2010). Bu nedenle arazi kullanımında/arazi örtüsünde meydana gelecek zamansal değişimler izlenmeli ve gerekli önleme/iyileştirme çalışmaları yapılmalıdır. İzleme sonucu elde edilen arazi kullanımı/arazi örtüsü özelliklerinin nitelik ve niceliğindeki değişimlere ait veriler, sürdürülebilir alan kullanım hedeflerine ulaşılmasında değerlendirilen önemli araçlardan birisidir (Doygun ve Berberoğlu, 2001). Uydu görüntüleri kullanılarak yapılan değişim izleme çalışmalarıyla; klasik yöntemlere göre daha başarılı bir şekilde istenilen sonuçları kısa sürede elde etmek mümkündür (Tunay ve Ateşoğlu, 2004). Değişim analizlerinde kullanılan yaklaşımlardan ilki, aynı bölgeye ait farklı zamanlarda algılanmış görüntülerin, görsel yorumlama amacıyla basitçe birleştirilmesi ve birleştirilmiş görüntülerde oluşan renk farklılıkları ile zamansal değişimin yorumlanmasıdır (Musaoğlu, 1999, Lillesand ve ark., 2004, Güney ve ark., 2015, Sarı ve ark., 2016). Diğer yandan literatürde “Seasonal Change Detection” ve “Multitemporal Change Detection” olarak adlandırılan iki tür değişim belirleme yöntemi bulunmaktadır. Bu yöntemler yardımıyla aynı yıla ait farklı mevsimlerde algılanan görüntüler ile mevsimsel değişimin belirlenmesi (Seasonal Change Detection) ve farklı yıllarda algılanan görüntüler ile zamansal değişimin belirlenmesi (Multitemporal Change Detection) işlemleri gerçekleştirilmektedir (Ekercin, 2008). Bu çalışma kapsamında farklı tarihli uydu görüntüleri kullanılarak arazi kullanımı/arazi örtüsü zamansal değişiminin üretilen Matlab ara yüzü ile belirlenip diğer ticari yazılımların değişim analizleri ile doğruluğunun karşılaştırılması amaçlanmıştır. Ara yüzün; sınıf sayısı, mekânsal çözünürlük ve değişim miktarından bağımsız olduğunun ortaya konulabilmesi için yüksek ve orta çözünürlükte uydulardan elde edilmiş, farklı değişim senaryoları gösteren alanlara ait görüntüler kullanılmıştır.

2. UYGULAMA

Çalışma alanlarının; arazi kullanımı/arazi örtüsü durumunun tespitinde Landsat TM, Sentinel-2A ve Spot-6 uydu görüntüleri kullanılmıştır. Kullanılan görüntülere ilişkin bilgiler Çizelge 1’de verilmektedir. Çalışma alanlarının seçiminde farklı değişim senaryoları gösteren bölgeler ve buna bağlı olarak kullanılacak görüntülerin zamanlarının seçiminde her bir bölge için açıklanan değişimleri gösterecek uygun tarihler seçilmiştir. Landsat TM uydu görüntülerinin kullanıldığı bölgede; yapılan barajın etkisiyle büyük oranda baraj rezerv alanı oluşumu ve buna bağlı kırsal alandan kentsel alana zorunlu göç olduğu gözlemlenmiştir. Bu sebepler doğrultusunda tarımsal alan, yerleşim alanı ve sulak alan değişiminin olduğu gözlemlenmiş ve kullanılan uydunun mekânsal çözünürlüğü de dikkate alınarak görüntü sınıflandırılmasında üç farklı sınıf (su, yeşil alan ve diğer) kullanılmıştır. Sentinel-2A uydu görüntülerinin kullanıldığı bölgede hızlı bir kentleşme ve mevsime bağlı tarım alanı değişimi olduğu gözlemlenmiştir. Bu nedenlerden dolayı görüntü sınıflandırılmasında beş farklı sınıf (su, yeşil alan, yol, yerleşim ve boş arazi) kullanılmıştır. Spot-6 uydusuna ait 2014 yılı için kullanılan görüntüde üç farklı sınıf (orman, tarım alanı, boş arazi), 2016 yılına ait görüntü için bölgede meydana gelen yapılaşmadan dolayı dört farklı sınıf (orman, tarım alanı, boş arazi, beton) kullanılmıştır. Bölgede mevsime bağlı tarımsal alan değişimi, yapılaşma sonucu tarım alanlarında meydana gelen değişim ve orman sınıfından yerleşim sınıfına geçiş gözlemlenmiştir.

Çizelge 1. Kullanılan uydu görüntüleri ve özellikleri.

Uydu	Tarih	Kullanılan Bantlar ve Dalga Boyları (µm)	Mekansal Çözünürlük (m)
Landsat 4-5 TM	11.06.1984 28.06.1990	Bant 1 (Mavi) : 0.45 - 0.52 µm Bant 2 (Yeşil) : 0.52 - 0.60 µm Bant 3 (Kırmızı) : 0.63 - 0.69 µm Bant 4 (Yakın Kızılötesi) : 0.76 - 0.90	30
Sentinel-2A	04.09.2015 28.04.2018	Bant 2 (Mavi) : 0.490 µm Bant 3 (Yeşil) : 0.560 µm Bant 4 (Kırmızı) : 0.665 µm Bant 8 (Yakın Kızılötesi) : 0.842 µm	10
SPOT-6	23.05.2014 10.10.2017	Bant 1 (Mavi) : 0.455 - 0.525 µm Bant 2 (Yeşil) : 0.530 - 0.590 µm Bant 3 (Kırmızı) : 0.625 - 0.695 µm Bant 4 (Yakın Kızılötesi) : 0.760 - 0.890 µm	6

2.1 Görüntü Ön İşleme

Görüntülerdeki sistematik veya sistematik olmayan hataların giderilmesi ve diğer işlemler için gereken süreç, ön işleme olarak adlandırılır. Ön işleme adımları genel olarak, geometrik, radyometrik ve atmosferik düzeltme işlemlerinden oluşur (Campbell ve Wynne, 2011). Geometrik düzeltme işlemi, görüntülerdeki sistematik olmayan hatalar nedeniyle oluşan geometrik distorsiyonların giderilmesi ve görüntülerin bir koordinat ve projeksiyon sisteminde tanımlanabilmesi amacıyla yapılmaktadır (Saroğlu vd. 2005). Bu çalışmada görüntüler için UTM koordinat sistemi ve WGS 84 datumu seçilerek farklı tarihlerde elde edilmiş uydu görüntülerinin aynı koordinat ve izdüşüm sistemine getirilmesi için geometrik düzeltme işlemi yapılmıştır. Görüntülerdeki sistematik hataları ortadan kaldırmak ve atmosferik etkilerden dolayı oluşan etkileri azaltmak için radyometrik ve atmosferik düzeltme işlemleri uygulanmıştır.

2.2 Uydu Görüntülerinin Sınıflandırılması ve Doğruluk Analizi

Sınıflandırma işlemi, görüntüdeki pikselleri, yeryüzü nesnelerinin spektral yansıtım değerlerine, şekillerine, konumlarına ve diğer farklı nesne özelliklerine göre yeryüzü sınıflarına atanmalarının gerçekleştirilmesini sağlamaktadır (Ateş vd. 2009). Çalışmada ön işleme adımlarından geçirilen uydu görüntüleri, Tekrarlı Veri Analizi (ISODATA) algoritması ile önce 150 spektral küme belirlenerek sınıflandırılmıştır. Görsel inceleme sonucunda, benzer kümeler birleştirilmiş ve çalışmanın amacına uygun spektral sınıfları gösteren tematik haritalar oluşturulmuştur. Sınıflandırma işleminin doğruluğunun belirlenmesi için, sınıflandırılmış görüntü ile referans görüntüden birbirine karşılık gelen alanlardan elde edilen pikseller karşılaştırılmış ve genel literatür doğrultusunda tahmin doğruluğunun % 80 ve üzerinde olması durumunda sınıflandırmanın doğru ve güvenilir olduğu kabul edilmiştir (Jensen, 1996). Çizelge 2’de uydu görüntülerinin kappa değerleri verilmektedir.

Çizelge 2. Kullanılan uydu görüntülerinin genel sınıflandırma doğruluğu.

Landsat TM 11.06.1984	Landsat TM 28.06.1990	Sentinel-2A 04.09.2015	Sentinel-2A 28.04.2018	Spot-6 23.05.2014	Spot-6 10.10.2017
0.8013	0.8283	0.9453	0.8169	0.8986	0.9389

2.3 Değişim Tespiti

Çalışmada arazi kullanımı ve arazi örtüsündeki değişimin belirlenebilmesi için 1984-1990 Landsat TM, 2015-2018 Sentinel-2A, 2014-2017 Spot-6 sınıflandırması sonucu elde edilen görüntü çiftlerinin değişim haritaları ve matrisleri oluşturulmuştur. Görüntülere ilişkin örnekler sırasıyla Şekil 1., Şekil 2. ve Şekil 3.’te verilmektedir. Böylece 1984-1990, 2015-218 ve 2014-2017 yılları arasındaki arazi kullanımı değişimini ortaya koyan üç adet değişim görüntüsü elde edilmiştir. Elde edilen yeni görüntüler bir ana bilgi sınıfından, diğer bir ana bilgi sınıfına geçişlerin mekânsal olarak incelenebildiği ve bu değişimlerin alansal değerlerinin de sorgulanabildiği tematik görüntülerdir. Görüntüler sıklıkla kullan görüntü analiz programında elde edildikten sonra karşılaştırma yapabilmek için geliştirilen arayüzde de değişim haritaları oluşturulmuştur. Geliştirilen ara yüz; sınıflandırma sonuçlarını girdi bilgisi olarak (görüntü formatından bağımsız) değerlendirmektedir. Dijital görüntüler piksel tabanlı olduğu için öncelikle her bir sınıfta bulunan piksel sayısını hesaplamaktadır. Daha sonra her bir görüntü çifti için her bir sınıftan diğer sınıflara zamana bağlı olarak oluşan değişimler hesaplamakta ve ayrı ayrı sonuç görüntüleri oluşturmaktadır. Görüntülerine ilişkin örnekler sırasıyla Şekil 1. g ve h, Şekil 2. g ve h ve Şekil 3. g ve h’ de verilmektedir. Bu aşamada eğer kullanıcı tarafından mekânsal çözünürlüğe ilişkin tanımlama yapılmış ise alansal büyüklükleri de hesaplamaktadır. Ayrıca kullanıcı tarafından istenmesi durumunda tüm bilgileri rapor olarak sunabilmektedir.

(a) 1984 görüntüsü

(b) 1990 görüntüsü

(c) Sınıflandırılmış 1984 görüntüsü

(d) Sınıflandırılmış 1990 görüntüsü

(e) 1984-1990 Değişim haritası

Row	Class_Names	Color	Area	Percent
0			1272.42	0.11%
1	SU>SU		71223.8	6.24%
2	SU>YEŞİL_ALAN		13476.4	1.18%
3	SU>DİĞER		620.91	0.05%
4	YEŞİL_ALAN>SU		4663.08	0.41%
5	YEŞİL_ALAN>YEŞİL_ALAN		104913	9.20%
6	YEŞİL_ALAN>DİĞER		99833.2	8.75%
7	DİĞER>SU		21324.3	1.87%
8	DİĞER>YEŞİL_ALAN		191509	16.79%
9	DİĞER>DİĞER		631694	55.39%

(f) Sınıflarda meydana gelen değişimler

(g) Yeşil alan sınıfından diğer sınıflara dönüşümleri gösteren ara yüz ile elde edilmiş değişim haritası

(h) Diğer sınıfından diğer sınıflara dönüşümleri gösteren ara yüz ile elde edilmiş değişim haritası

Şekil 1. Landsat TM uydu görüntüsü örnekleri.

(a) 2015 görüntüsü

(b) 2018 görüntüsü

(c) Sınıflandırılmış 2015 görüntüsü

(d) Sınıflandırılmış 2018 görüntüsü

(e) 2015-2018 Değişim haritası

Row	Class_Names	Color	Area	Percent
0	Unclassifieds		7.61	1.40%
1	SU>SU		15.86	2.93%
2	SU>YEŞİL_ALAN		0	0.00%
3	SU>YOL		0	0.00%
4	SU>YERLEŞİM		0	0.00%
5	SU>BOŞ_ARAZI		0	0.00%
6	YEŞİL_ALAN>SU		0.63	0.12%
7	YEŞİL_ALAN>YEŞİL_ALAN		121.53	22.43%
8	YEŞİL_ALAN>YOL		5.18	0.96%
9	YEŞİL_ALAN>YERLEŞİM		4.44	0.82%
10	YEŞİL_ALAN>BOŞ_ARAZI		18.07	3.34%
11	YOL>SU		0	0.00%
12	YOL>YEŞİL_ALAN		2.18	0.40%
13	YOL>YOL		25.97	4.79%
14	YOL>YERLEŞİM		41.61	7.68%
15	YOL>BOŞ_ARAZI		7.97	1.47%
16	YERLEŞİM>SU		0	0.00%
17	YERLEŞİM>YEŞİL_ALAN		0.38	0.07%
18	YERLEŞİM>YOL		1.68	0.31%
19	YERLEŞİM>YERLEŞİM		9.04	1.67%
20	YERLEŞİM>BOŞ_ARAZI		1.22	0.23%
21	BOŞ_ARAZI>SU		0	0.00%
22	BOŞ_ARAZI>YEŞİL_ALAN		84.47	15.59%
23	BOŞ_ARAZI>YOL		46.57	8.60%
24	BOŞ_ARAZI>YERLEŞİM		79.87	14.74%
25	BOŞ_ARAZI>BOŞ_ARAZI		67.52	12.46%

(f) Sınıflarda meydana gelen değişimler

(g) Yol sınıfından diğer sınıflara dönüşümleri gösteren ara yüz ile elde edilmiş değişim haritası

(h) Boş arazi sınıfından diğer sınıflara dönüşümleri gösteren ara yüz ile elde edilmiş değişim haritası

Şekil 2. Sentinel-2A uydu görüntüsü örnekleri.

(a) 2014 görüntüsü

(b) 2017 görüntüsü

(c) Sınıflandırılmış 2014 görüntüsü

(d) Sınıflandırılmış 2017 görüntüsü

(e) 2014-2017 Değişim haritası

Row	Class_Names	Color	Area	Percent
0	unclassified>unclassified		1.1412	1.27%
1	ORMAN>ORMAN		47.5416	52.77%
2	ORMAN>TARIM_ALANI		0.4788	0.53%
3	ORMAN>BOŞ_ARAZI		0.6552	0.73%
4	ORMAN>BETON		0.5724	0.64%
5	TARIM_ALANI>ORMAN		2.3004	2.55%
6	TARIM_ALANI>TARIM_ALANI		1.6344	1.81%
7	TARIM_ALANI>BOŞ_ARAZI		13.7088	15.22%
8	TARIM_ALANI>BETON		1.2204	1.35%
9	BOŞ_ARAZI>ORMAN		9.3708	10.40%
10	BOŞ_ARAZI>TARIM_ALANI		2.8224	3.13%
11	BOŞ_ARAZI>BOŞ_ARAZI		7.8336	8.70%
12	BOŞ_ARAZI>BETON		0.81	0.90%

(f) Sınıflarda meydana gelen değişimler

(g) Tarım alanı sınıfından diğer sınıflara dönüşümleri gösteren ara yüz ile elde edilmiş değişim haritası

(h) Boş arazi sınıfından diğer sınıflara dönüşümleri gösteren ara yüz ile elde edilmiş değişim haritası

Şekil 3. Spot-6 uydu görüntüsü örnekleri.

3. SONUÇLAR

Geliştirilen ara yüzün doğruluğunun ortaya konulabilmesi amacıyla sonuçlar; ticari yazılım sonuçları ile karşılaştırılmış ve tutarlılık gösterdiği gözlemlenmiştir. Landsat TM görüntüleri için oluşturulan değişim matrisi Çizelge 3, Sentinel-2A görüntüleri için oluşturulan değişim matrisi Çizelge 4 ve Spot-6 görüntüleri için oluşturulan değişim matrisi Çizelge 5'te verilmektedir. Önerilen ara yüz, görüntünün formatından, kaynağından ve sınıf sayısından bağımsız olarak çalışabilmektedir. Ayrıca uydu görüntülerin sınıflandırılması ile elde edilen görüntüler dışında farklı yöntemlerle üretilmiş tematik haritalar veya ortofotolar için de analiz yapabilmektedir. Bu da farklı üreticiler tarafından üretilmiş dijital görüntülerin analizinde de kullanabilmesini sağlayacaktır. Her bir sınıf için ayrı ayrı üretilen değişim görüntüleri sınıflar arası değişimin türünü, yönünü ve miktarını yorumlamaya olanak sağlamaktadır. Çalışmanın bundan sonraki aşamalarında; üretilen ara yüzün, derleyiciler kullanılarak Matlab yazılımında bağımsız hâle getirilmesi böylece olası kullanıcılar için ticari bağlantıyı ortadan kaldırmak hedeflenmektedir. Ayrıca algoritmaya vektörizasyon özelliğinin eklenmesi ve böylece değişimin vektörel analizlerinin yapılabilmesi hedeflenmektedir.

Çizelge 3. Landsat TM değişim matrisi.

		1990 Sınıfları				
		0	Su	Yeşil Alan	Diğer	Toplam
1984 Sınıfları	0	12158	1948	27	5	14138
	Su	0	791375	6899	149738	948012
	Yeşil Alan	0	236937	7018818	2127873	9383628
	Yol	0	51812	1109258	1165698	2326768
	Toplam	12158	1082072	8135002	3443314	12672546

Çizelge 4. Sentinel-2A değişim matrisi.

		2018 Sınıfları						
		0	Su	Yeşil Alan	Yol	Yerleşim	Boş Arazi	Toplam
2015 Sınıfları	0	761	0	0	0	0	0	761
	Su	0	1586	0	0	0	0	1586
	Yeşil Alan	0	63	12153	518	444	1807	14985
	Yol	0	0	218	2597	4161	797	7773
	Yerleşim	0	0	38	168	904	122	1232
	Boş Arazi	0	0	8447	4657	7987	6752	27843
	Toplam	761	1649	20856	7940	13496	9478	54180

Çizelge 5. Spot-6 değişim matrisi.

		2017 Sınıfları					
		0	Orman	Tarım Alanı	Boş Arazi	Beton	Toplam
2014 Sınıfları	0	317	0	0	0	0	317
	Orman	0	13206	133	182	159	13680
	Tarım Alanı	0	639	454	3808	339	5240
	Boş Arazi	0	2603	784	2176	225	5788
	Beton	0	0	0	0	0	0
	Toplam	317	16448	1371	6166	723	25025

TEŞEKKÜR

İstanbul Teknik Üniversitesi – Uydu Haberleşmesi ve Uzaktan Algılama UYG-Ar Merkezi (UHUZAM)’ne SPOT-6 uydu görüntülerini araştırma amacıyla sağladığı için teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR

- Ateş S. ve Demir E.,** 2009, Uzaktan Algılamada Çözünürlüğe Bağlı Veri Kazanımı Potansiyeli, *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, 11-15 Mayıs 2009, Ankara.
- Campbell, J. B., ve Wynne, R. H.,** 2011, Introduction to Remote Sensing, 5. Baskı, *The Guilford Press*, New York.
- Cangir, C., Kapur, S., Boyraz, D., Akça, E.,** 1998. Türkiye’de Arazi Kullanımı, Tarım Topraklarının Sorunları ve Optimum Arazi Kullanım Politikaları, *M. Sefik Yesilsoy International Symposium on Arid Region Soil*, Menemen İzmir,Turkey.
- Dengiz, O., Usul, M. ve Keçeci, M.,** 2006, Atatürk Orman Çiftliği Arazilerinin Tarımsal Kullanım Durumlarının Değerlendirilmesi, *OMÜ Zir. Fak. Dergisi*, 21(1): 55-64.
- Doygun, H. ve Berberoğlu, S.,** 2001, Kıyı Alanlarında Sürdürülebilir Yönetim Modeli Önerisi, *Türkiye Kıyıları’01-Türkiye’nin Kıyı ve Deniz Alanları III. Ulusal Konferansı Bildirileri Kitabı*, s. 11-20, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Ekercin, S.** 2008, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Entegrasyonu İle Tuz Gölü ve Yakın Çevresinin Zamana Bağlı Değişim Analizi, 29-40. *Doktora Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Güney, Y., Polat, S.,** 2015, Uzaktan Algılama Verileri ile Kıyı Çizgisi Değişiminin Belirlenmesi: Aliğa ve Çandarlı Örneği, *Journal of Aeronautics & Space Technologies/Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi*, 8(1).
- Jensen, R. J.,** 1996, Introductory Digital Image Processing A Remote Sensing Perspective, *Prentice Hall*, New Jersey, 318 s.
- Lillesand, T. M., Kiefer, R. W., Chipman, J. W.,** 2004, Remote Sensing and Image Interpretation, *John Wiley & Sons Pres.* New York.
- Musaoğlu, N.,** 1999, Elektro-Optik ve Aktif Mikrodalga Algılayıcılarından Elde Edilen Uydu Verilerinden Orman Alanlarında Meşcere Tiplerinin ve Yetiştirme Ortamı Birimlerinin Belirlenme Olanakları, *Doktora Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Öztürk, D., Şişman, A., Maraş, E. E., Şişman, Y.,** 2010, Samsun-Atakum’da arazi kullanımı/arazi örtüsündeki değişimlerin uzaktan algılama ve CBS ile belirlenmesi, *VI. Ulusal Coğrafya Sempozyumu*, Cilt 1, 21-29, 3-5 Kasım, Ankara.
- Sarı, H., Özşahin, E.,** 2016, CORINE Sistemine Göre Tekirdağ İlinin AKAÖ (Arazi Kullanımı/Arazi Örtüsü) Özelliklerinin Analizi, *Alinteri Ziraat Bilimler Dergisi*, 30(1): 13-26.
- Saroğlu E., Kaya Ş., Örmeci C.,** 2005, Farklı Çözünürlükteki Uydu Görüntülerinin Geometrik Dönüşümü, *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, 11-15 Nisan 2005, Ankara.
- Tunay, M. ve Ateşoğlu, A.,** 2004, Uzaktan Algılama Tekniği ve CBS Kullanılarak Bartın Çevresindeki Doğal Olmayan Değişikliklerin Belirlenmesi, 3. *Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri Bildiriler Kitabı*, s.435-444, Fatih Üniversitesi.