



Araştırma Makalesi/Research Article

Kentleşmenin Tarım Alanları Üzerine Etkisinin Uzaktan Algılama ile İncelenmesi – Çanakkale Örneği

Emre Özelkan^{1*} Alper Sağlık² Sarp Korkut Sümer³ Mustafa Bedir⁴
Abdullah Kelkit²

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü

²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü

³Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü

⁴Çanakkale İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü

*Sorumlu Yazar: emreozelkan@comu.edu.tr

Geliş Tarihi: 07.02.2018

Kabul Tarihi: 01.03.2018

Öz

Bu çalışmada, çok zamanlı uydudan uzaktan algılama ile kent alanlarındaki genişlemenin tarım alanları üzerindeki etkisi incelenmiştir. Çalışma alanı Türkiye'nin batısında bulunan ve tarımsal zenginliği ile ünlü Çanakkale ilinin merkez ilçesi olarak seçilmiştir. Öncelikle Landsat uydu görüntüleri coğrafi nesne tabanlı görüntü analizi (GEOBIA) yöntemi ile sınıflandırılarak çalışma alanının güncel arazi örtüsü haritası oluşturulmuştur. Sonrasında yıllar içerisindeki kent ve tarım alanlarındaki değişim tespit edilmiştir. Sınıflandırma işleminde nesnelerin sınıf atanmasında uydu görüntülerinden elde edilen indis görüntüleri (normalize fark bitki örtüsü indisi (NDVI), normalize fark yapılaşma indisi (NDBI), nem stres indisi (MSI), modifiye normalize fark su indisi (MNDWI)) kullanılmıştır. Genel sınıflandırma doğruluğu %85 ve üzeri olarak belirlenmiştir. Elde edilen tarım alanları sınıfı, Çanakkale Tarım Gıda ve Hayvancılık İl Müdürlüğü'nde oluşturulmuş kadastro bilgileri ile doğrulanmıştır ve iyileştirilmiştir. Uzaktan algılama yöntemleri ile elde edilen çok zamanlı alansal değişim verileri, nüfus, ürün miktarı ve verim değerleri ile regresyon analizi kullanarak ilişkilendirilmiştir. Kent alanlarındaki yayılmanın daha çok şehrin bitişiğindeki tarım arazileri üzerine yoğunlaştığı ve baskı yaptığı ve kentleşmedeki yayılma ile tarım alanları arasında yüksek bir negatif korelasyon ($r=-0,985$) olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tarım, Kentleşme, Uzaktan Algılama

Examination of the Effect of Urbanization on Agricultural Areas Using Remote Sensing – A Case Study in Çanakkale

Abstract

In this study, the effect of the urban sprawl on agricultural areas was examined by multitemporal satellite remote sensing. The study area was selected as the Çanakkale City Central District being famous with agricultural diversity located in the west of Turkey. Firstly, Landsat satellite images were classified by geographic object-based image analysis (GEOBIA) method and current land cover map of the study area was created. Subsequently, changes in urban and agricultural areas over the years were determined. In the classification process, indices images (normalized difference vegetation index (NDVI), normalized difference built-up index (NDBI), moisture stress index (MSI) and modified normalized difference water index (MNDWI)) obtained from satellite images were used in the class assignment of objects. The overall classification accuracy was found to be 85% and over. The generated agricultural areas were confirmed and improved by using the cadastral information established by Çanakkale Agricultural Food and Livestock Provincial Directorate. The multi-temporal spatial change data obtained by remote sensing methods are correlated with population, product quantity and yield values using regression analysis. It was revealed that a high negative correlation between urbanization and agricultural areas ($r=-0.985$) is available and the spread of urban areas concentrates and exerts pressure on agricultural areas close to the city.

Key Words: Agriculture, Urbanization, Remote Sensing

Giriş:

Türkiye'de, kırsal alanlardan kentsel alanlara doğru artan göçe bağlı olarak hızlı bir kentleşme süreci yaşanmaktadır. Özellikle son 20 yıllık süreçte tarımda yeni teknolojik araçların kullanımının kaçınılmaz olarak artması, söz konusu göç üzerinde etkili unsurlardandır. Makinalaşma nedeniyle kırsal bölgelerde azalan iş gücü, miras yoluyla bölünmüş tarım arazileri, işsizlik artışı ve eğitim, sağlık



ve sosyal ihtiyaçların karşılanamaması gibi önemli unsurlar da kentlere olan göç üzerinde önemli etkiler oluşturmaktadır (Karaman, 2003; Zeren ve Savrul, 2012). Sıralanan nedenlerle kentlerde oluşan nüfus artışları, şehirlerin çevresindeki verimli tarım alanlarında kaçınılmaz olarak tarım dışı amaçla kullanımı ve betonlaşmayı da artırmaktadır (Sağlık ve Kelkit, 2012). Sanayi devrimi ile birlikte, tarım çalışanlarının şehirlere kayması; tarım sektörü, kentleşme ve nüfus dağılımı üzerinde etkiler oluşturmuştur. 20. Yüzyılın başından bu yana, söz konusu değişimler ve nedenleri, çok sayıda araştırmacının ilgisini çekmiştir (Gee, 1935; Zipper ve ark., 2017).

Çok sayıda araştırmacı sözü edilen değişimleri ülkelerin, bölgelerin sosyal özellikleri ya da teknolojik gelişim ya da gelişmişlik düzeylerini dikkate alarak incelemiştir. Zeren ve Savrul (2012), Türkiye’de kentleşmeyi etkileyen faktörleri mekânsal ekonometrik bir yaklaşım ile değerlendirmişlerdir. Çalışmada, şehirleşmenin hız kazanmasının, ekonomik ve kültürel yapıda değişimlere yol açtığı vurgulanmıştır. Genç (2007) yürütmüş olduğu çalışmada kentleşme ve göçleri doğal afetler ile ilişkilendirmiş ve bu olağan üstü durumların kentleşme üzerindeki etkilerini incelemiştir.

Son yıllarda uydu teknolojilerindeki gelişmeler, kentleşme ile ilgili özellikler ve değişimlerin, uzaktan algılama ile değerlendirilebilmesini olanaklı hale getirmiştir (Singh ve ark., 2017). Özellikle çok zamanlı olarak geniş alanların tek seferde değerlendirilmesine olanak tanıdığı için uzaktan algılama kentleşmenin tarım üzerine etkisinin incelenmesinde büyük kolaylık sağlamaktadır (Su ve ark., 2014; Pandey ve Seto, 2015; Inalpulat ve Genç, 2016). Uydulardan alınan görüntüler, sınıflandırma yöntemleri ile arazi kullanımı ve ürün deseni haritalarına dönüştürülebilmektedir (Chen ve ark., 2017). Ayrıca bu yöntemlerle belirlenen veriler, alansal ve mekânsal istatistik değerleri ile farklı kaynaklardan veriler ile ilişkilendirilebilir (Uça Avcı ve ark., 2014). Böylece uzaktan algılama ile zaman içerisinde değişimin sebepleri, gelecek ile ilgili öngörüler ve durumu tanımlayan modeller sunulabilir (Karaman ve ark., 2015). Tarım alanlarında gerek alansal gerekse ürün deseni ve verim gibi özelliklerin incelenmesinde/ilişkilendirilmesinde, uydu teknolojileri kaynaklı uzaktan algılama yöntemlerinin kullanımı, sunduğu kolaylıklar ve olanaklar nedeniyle son yıllarda daha fazla tercih edilmektedir.

Bu çalışmada, Çanakkale ili kent alanlarındaki genişlemenin tarım üzerine etkisinin uzaktan algılama yöntemleri ile belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın adımları şu şekilde sıralanabilir: 1) Öncelikle uzaktan algılama yöntemleri ile uydu görüntüleri coğrafi nesne tabanlı görüntü analizi (GEOBIA) ile sınıflandırılarak yıllar içerisindeki yerleşim ve tarım alanlarındaki değişim incelenmiştir. 2) Elde edilen tarım alanları sınıflandırması Çanakkale Tarım Gıda ve Hayvancılık İl Müdürlüğü’nden (ÇTGHİM) elde edilen kadastro bilgileri ile iyileştirilmiştir. 3) Uzaktan algılama yöntemleri ile oluşturulan veriler Türkiye İstatistik Enstitüsü (TÜİK)’den elde edilen ilçe bazında ürün miktarı ve rekolte değerleri ile ilişkilendirilmiştir.

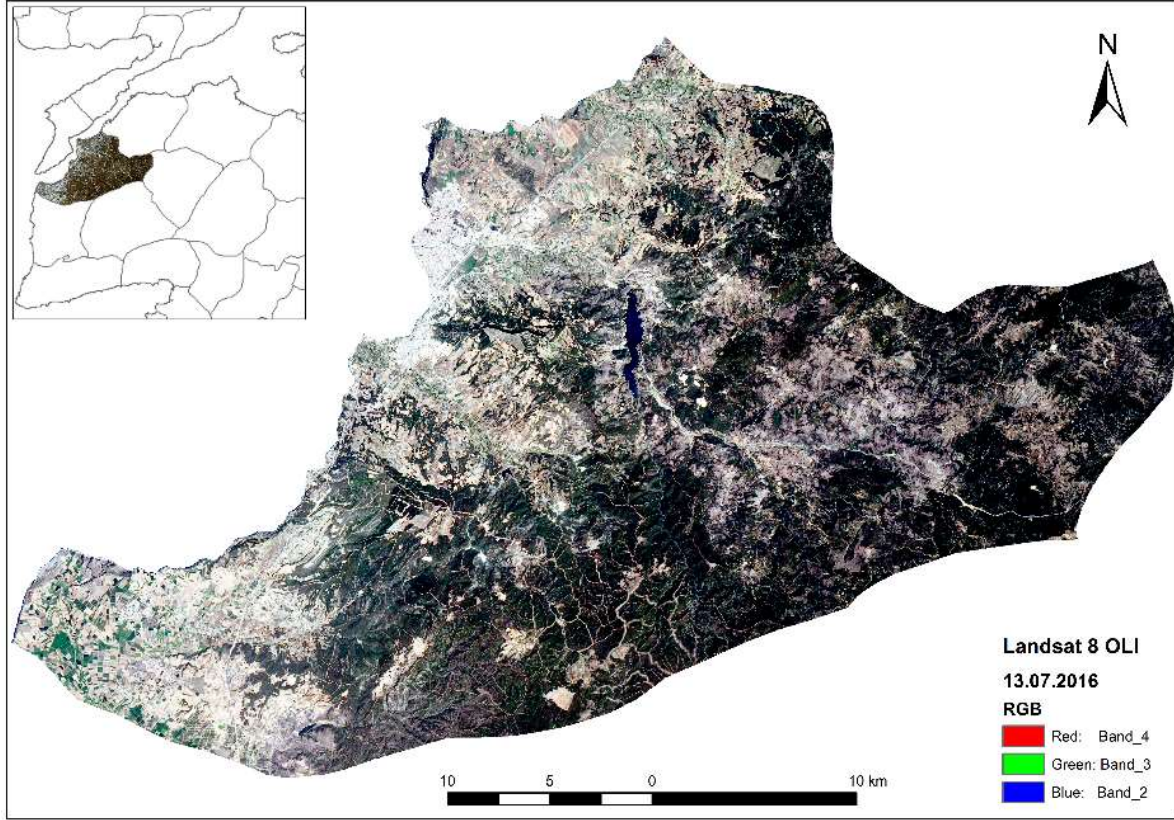
Materyal ve Yöntem:

Çalışma Alanı

Çalışma alanı 26°10'9,038" - 26°50'15,531" doğu meridyenleri ve 39°54'28,858" - 40°14'15,771" kuzey paralelleri arasındaki 102.637 hektar büyüklüğündeki Çanakkale Merkez İlçedir (Şekil 1). TÜİK verilerine göre 2016 yılı için Çanakkale Merkez İlçe nüfusu 165.517’dir. Bölgede Karadeniz ikliminden Akdeniz iklimine bir geçiş iklimi olan ılıman Marmara iklimi hakimdir (Şensoy ve ark. 2008).

Uzaktan Algılama Verisi ve Ön İşlemesi

Çalışma alanı bir Landsat multispektral uydu görüntüsü ile kapsamaktadır. Altısı 30 metre mekânsal çözünürlüklü Landsat 5 TM ve dördü 15 metre mekânsal çözünürlüklü Landsat 8 OLI olmak üzere toplamda 10 Landsat uydu görüntüsü kullanılmıştır (Çizelge 1). On görüntü iki dönemde sınıflandırılmıştır, bunlar birinci (bahar) ve ikinci (yaz) dönem görüntüleridir. Birinci dönemde ekili araziler ikinci dönemde boş arazi ve birinci dönemde boş olan arazilerse ikinci dönemde ekili arazi olur mantığından yola çıkarak her yıl için iki dönemli bir değerlendirme yapılmıştır (Şekil 2). Böylece tarım arazileri sınıflandırması daha doğru bir şekilde gerçekleşmiştir. Bu da tarım arazisi olmayan ancak tarla görünümü çayır-çimen alanlarının tespitinde çok önemlidir. İmara açılan alanların tarım alanı olup olmadığının tespitinde ve tarıma kazandırılan çayır-çimen alanların tespitinde çok zamanlı değerlendirmeler büyük önem taşımaktadır.



Şekil 1: Çalışma alanı.

Çizelge 1: Uzaktan algılama verisi olarak kullanılan Landsat uydu görüntüleri.

Uydu	1. Dönem	2. Dönem
Landsat 8 OLI	7.03.2016	13.07.2016
Landsat 8 OLI	18.05.2013	21.07.2013
Landsat 5 TM	26.05.2010	13.07.2010
Landsat 5 TM	15.03.2007	21.07.2007
Landsat 5 TM	23.04.2004	12.07.2004

Görüntülerin geometrik düzeltmeleri dağıtıcı (Birleşik Devletler Jeolojik Araştırma Kurumu (USGS)) tarafından yapılmış olup radyometrik düzeltmeleri bu çalışmada gerçekleştirilmiştir. Ayrıca görüntülerin atmosferik düzeltmeleri yakın kızılötesi dalga boylarını kullanarak multispektral ve hiperspektral görüntülerin atmosferik düzeltmesi için kullanılabilen Hızlı Atmosferik Düzeltme (QUAC) yöntemi yapılmıştır (Bernardo ve ark., 2017; Harris Geospatial Solutions, 2018). Görüntülerin mekânsal çözünürlüklerinin 15 metreye yükseltilmesinde yani pan-keskinleştirmesinde NNDiffuse (Nearest-neighbor diffusion-based pansharpening) yöntemi kullanılmıştır (Harris Geospatial Solutions, 2018). Sınıflandırma aşamasında sınıf atama işleminin gerçekleşmesinde kullanılmak için Normalize Fark Bitki Örtüsü İndisi (NDVI), Normalize Fark Yapılaşma İndisi (NDBI), Nem Stres İndisi (MSI) ve Modifiye Normalize Fark Su İndisi (MNDWI) üretilmiştir (Çizelge 2). NDVI bitkinin fotosentetik faaliyetleri ve su içeriğinin (Özelkan ve ark., 2016), NDBI yapılaşmanın (Zha ve ark., 2003), MSI yine bitkinin su içeriği (Hunt ve Rock, 1989), MNDWI ise yerleşim, bitki ve toprak alanlarının (Xu, 2006) tespitinde sıklıkla kullanılan indislerdir (Harris Geospatial Solutions, 2018).

Yersel Veri

Çanakkale İl Merkezine ait kadastro parsel bilgileri Tarım Gıda ve Hayvancılık İl Müdürlüğü'nden (ÇTGHİM) temin edilmiştir. Bu veriler doğruluk analizi ve sınıflandırmış haritaları

iyileştirme amacıyla kullanılmıştır. TÜİK tarafından toparlanan tarımsal ekilen alan, üretim ve verim verileri ve nüfus verileri (TÜİK-2) bu çalışmanın sonuçların ile ilişkilendirmek için kullanılmıştır.



Şekil 2: 07.03.2016 ve 13.07.2016 tarihli 2016 yılı birinci ve ikinci dönem görüntüleri.

Çizelge 2: Kullanılan İndisler (Yakın Kıızıl Ötesi: YKÖ, Kırmızı: K, Kısa Dalga Kıızıl Ötesi: KDKÖ, Yeşil: Y).

İndis	Denklem
NDVI	$(YKÖ - K) / (YKÖ + K)$
NDBI	$(KDKÖ - YKÖ) / (KDKÖ + YKÖ)$
MSI	$KDKÖ / YKÖ$
MNDWI	$(Y - KDKÖ) / (Y + KDKÖ)$

Yöntem:

Geometrik, radyometrik ve atmosferik olarak düzeltilmiş uydu görüntülerinin sınıflandırmasında eCognition yazılımının coğrafi nesne tabanlı görüntü analizi (GEOBIA) yöntemi uygulanmıştır. Farklı ölçek değerlerinde imge segmentasyonu yani görüntü bölümlendirmesi denenmiştir. Denemeler sonucunda görüntüyü pikseller gibi eşit büyüklükte gridlere bölen satranç tahtası (chess board) bölümlendirmesinin (Trimble, 2014) bu çalışma için en uygun olduğu belirlenmiştir. Bölümlendirmeden sonraki aşama ise oluşturulan bölümlerin yani segmentlerin sınıflandırılmasıdır (Chen ve ark., 2018). Bu aşamada iki yol vardır. Birincisi oluşturulan bölümlerin tanımlanan sınıf hiyerarşisine göre alınan örneklerle en yakın komşuluk sınıflandırma algoritmasının uygulanmasıdır ki bu yöntem temelinde denetimli sınıflandırma yaklaşımına benzemektedir (Kalkan ve Maktav, 2010). İkincisi ise tematik sınıflar için, o sınıflara ait uydu görüntüsünden ya da bu görüntülerden oluşturulan indis görüntülerinden ve hatta farklı kaynaklardan elde edilen ilişkili sayısal verilerden sınıfları tanımlayarak oluşturulacak eşik değerlerinin, bu sınıflar için oluşturularak bir karar seti içerisinde sınıf atamasında kullanılmasıdır (Kalkan ve Maktav, 2010; Nanda ve ark., 2016).

Bu çalışmada çalışma alanı Kent, Su, Ağaç, Çayır - Çimen, Boş (Çıplak) Arazi ve Ekili Tarım Arazisi olmak üzere altı sınıfta değerlendirilmiştir. İlk olarak her sınıf için çalışma alanında homojen dağılımlı örnekler alınarak en yakın komşuluk sınıflandırma algoritması uygulanmıştır. Bu aşamada bazı sınıfların tam olarak ayrılamadığı ve yakın sınıfların birbirine karıştığı belirlenmiştir. Mesela ağaç, çayır-çimen ve ekili tarım alanları birbirine karışabilirken diğer taraftan da boş alanlar ile kent alanları birbirine karışabilmektedir. Bu sorundan dolayı sınıflandırmanın ikinci aşamasında indis değerlerinden belirlenen eşik değerlerine göre sınıf atama yoluna da gidilmiştir. Yani ilk sınıflandırmanın ikinci yol ile geliştirilmiştir. Bu amaçla karışan sınıflarda kullanılan eşik değerleri şu şekildedir: Çayır - Çimen = $MSI < 1,2$ ve $NDVI < 0,7$, Boş Arazi = $MSI > 1,2$ ve $NDBI > 0,4$, Ekili Tarım Arazisi = $NDBI < -0,25$ ve $NDVI > 0,7$ ve Su = $MNDWI > 0,1$.

Bu sınıflandırma işlemi 2016 yılı için her iki dönem uydu görüntüsü için de gerçekleştirilmiştir. Her iki dönemde ekili tarım sınıfına giren alanlar birleştirilerek tüm tarım alanlarını ifade eden Tarım Arazisi sınıfı oluşturulmuştur. İki dönemde de yeşil kalan ve tarım arazisi görünümü alanların Çayır-Çimen sınıfında olabileceği belirlenmiştir (Şekil 3). Doğruluk analizi için

bu çalışmada oluşturulan 2016 sınıflandırma sonuçlarının genel doğruluk yüzdesi ve Kappa istatistiği hesaplanmıştır. Doğruluk analizinde her sınıf için 30 tane olacak şekilde arazide homojen dağılımlı 180 yer kontrol noktası belirlenmiştir. İki ayrı dönem için oluşturulan ekili tarım arazileri birleştirilerek tek bir Tarım sınıfı oluşturulmuştur. Bu Tarım sınıfı için ise ayrıca 100 yer kontrol noktası ile doğruluk analizi gerçekleştirilmiştir. Tarım sınıfı içerisinde karışan sınıfların en aza indirmek amacıyla 3×3 majority filtre uygulanmıştır. Sonrasında sınıflandırmayı geliştirmek için ÇTGHİM’den temin edilen kadastro parsel bilgileri sınıflandırmaya entegre edilmiştir ve 2016 için nihai sınıflandırılma oluşturulmuştur. Geçmiş yıllara ait sınıflandırmalar ise 2016 sınıflandırmasını geriye sararak değişim belirleme yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Diğer bir deyişle sırasıyla 2013’den 2016’ya, 2010’dan 2013’e, 2007’den 2010’a, ve 2004’den 2007’ye olan değişim uydu görüntüleri ve bunlardan oluşturulan indis görüntüleri ile belirlenmiştir. Sınıfların oluşturulmasında tüm uygulamalara rağmen eksik kalan yerlerde, en iyi sonucu alabilmek adına, manuel editlemeye de başvurulmuştur. Bu aşamada tarıma açılan araziler (Şekil 4), yerleşime açılan araziler (Şekil 5) ve yerleşime açılan arazileri tarım mı yoksa çayır-çimen mi olduğu ile ilgili tüm değerlendirmeler yapılmıştır.

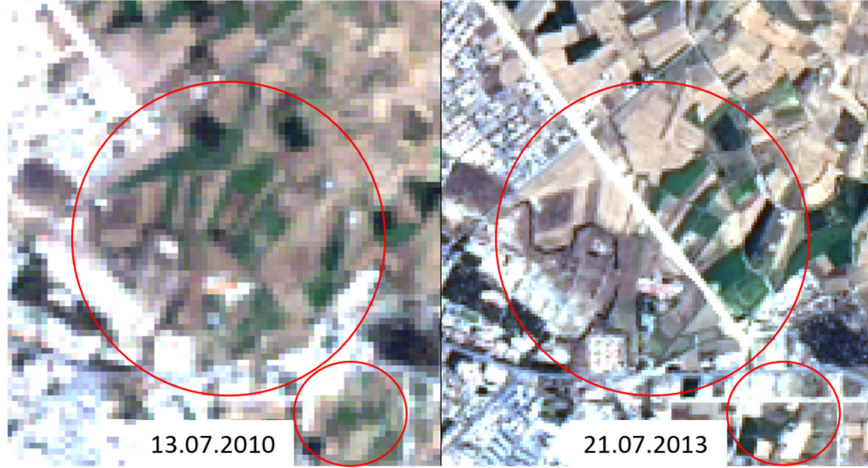


Şekil 3: Çayır-Çimen alanlarının tespiti.



Şekil 4: Tarıma açılan arazilerin tespiti.

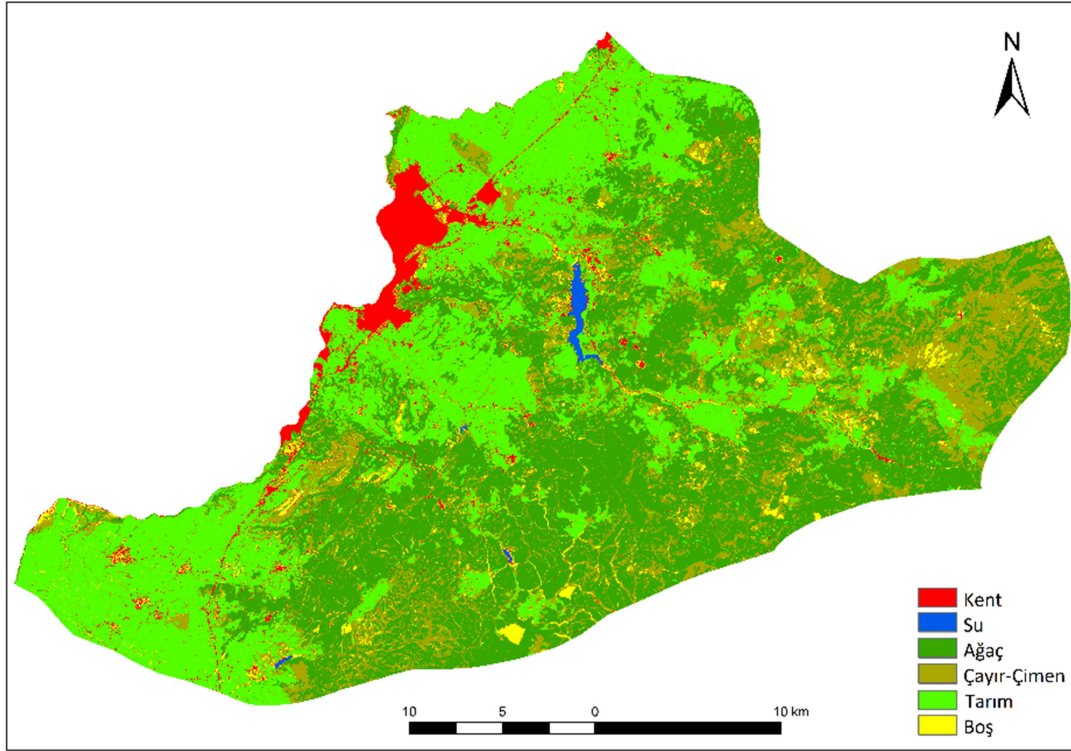
Çalışmanın son aşamasında TÜİK’in tarımsal üretim ve verim verileri ve nüfus verileri ile sınıflandırma sonuçları arasındaki regresyon analizi gerçekleştirilmiştir. Pearson korelasyon katsayıları (r) hesaplanmıştır. Ayrıca regresyon analizinde ilişkinin istatistiksel tutarlılığının belirlenmesi oldukça önemlidir (Kul 2014). İstatistiksel tutarlılığı belirlemek için ANOVA’nın (Varyans Analizi) anlamlılık olasılığı olan Anlamlılık F (AF) değerleri %95 güvenirlilik düzeyinde hesaplanmıştır.



Şekil 5: Kentleşen alanların tespiti.

Bulgular ve Tartışma:

Tek bir Tarım Sınıfı ve diğer beş sınıfın bulunduğu 2016 yılı arazi örtüsü haritası Şekil 6'da verilmiştir. Bu çalışmada konu gereği Kent ve Tarım alanları sınıflarına odaklanılmıştır ve diğer sınıflar sonraki aşamalar için kapsam dışıdır. İlk olarak birinci ve ikinci dönem için her sınıf için 30 adet olacak şekilde 180 yer kontrol noktasında ayrı ayrı doğruluk analizi gerçekleştirilmiştir (Çizelge 3a, 3b, 3c ve 3ç). Birinci dönem için toplam doğruluk (genel sınıflandırma doğruluğu) %85 ve Kappa değeri ise 0,82'dir. İkinci dönem ise %88,89 ve 0,87 şeklindedir. Sonuçlar iki dönem için de sınıflandırmaların anlamlı olduğunu ifade etmektedir. Bu çalışmada incelenen Ekili Tarım Arazisi sınıfının birinci ve ikinci dönem kullanıcı doğrulukları %83,33 ve %86,67 ve üretici doğrulukları ise %86,21 ve 89,66'dır. Ekili arazi sınıfının her iki dönemde de Ağaç ve Çayır bitki sınıfları ile karıştığı belirlenmiştir. Kent sınıfının birinci ve ikinci dönem kullanıcı doğrulukları %86,67 ve %93,33 ve üretici doğrulukları ise %81,25 ve 87,50'dir. Kent sınıfının her iki dönemde de Boş Arazi ve Çayır sınıfı ile karıştığı belirlenmiştir. Karışan sınıfları en aza indirmek amacıyla 3×3 majority filtre uygulanmıştır. İki döneme de ait Ekili alanlarının birleştirilmesinden elde edilen tek bir tarım alanı yani Tarla sınıfı için 100 yer kontrol noktası ile gerçekleştirilen doğruluk analizi ise %89 olarak belirlenmiştir (Çizelge 3d).



Şekil 6: Çalışma alanı 2016 arazi örtüsü haritası.

Çizelge 3: Doğruluk analizi sonuçları.

(a)

Landsat 8	13.07.2016						
Sınıflar	Ekili Arazi	Boş Arazi	Ağaç	Çayır	Şehir	Su	Toplam
Ekili	25		3	2			30
Boş		24		2	4		30
Ağaç	2		25	3			30
Çayır	2	1	2	23	2		30
Kent		2		2	26		30
Su						30	30
Toplam	29	27	30	32	32	30	180

(b)

Landsat 8	07.03.2016						
Sınıflar	Ekili Arazi	Boş Arazi	Ağaç	Çayır	Şehir	Su	Toplam
Ekili	26		2	2			30
Boş		26		1	3		30
Ağaç	1		25	4			30
Çayır	2		2	25	1		30
Kent		1		1	28		30
Su						30	30
Toplam	29	27	29	33	32	30	180

(c)			(ç)		
Landsat 8	13.07.2016		Landsat 8	07.03.2016	
Sınıflar	Kullanıcı	Üretici	Sınıflar	Kullanıcı	Üretici
Ekili	83,33	86,21	Ekili	86,67	89,66



Boş	80,00	88,89	Boş	86,67	96,30
Ağaç	83,33	83,33	Ağaç	83,33	86,21
Çayır	76,67	71,88	Çayır	83,33	75,76
Kent	86,67	81,25	Kent	93,33	87,50
Su	100,00	100,00	Su	100,00	100,00
	Toplam doğruluk (%)	85,00		Toplam doğruluk (%)	88,89
	Kappa	0,82		Kappa	0,87

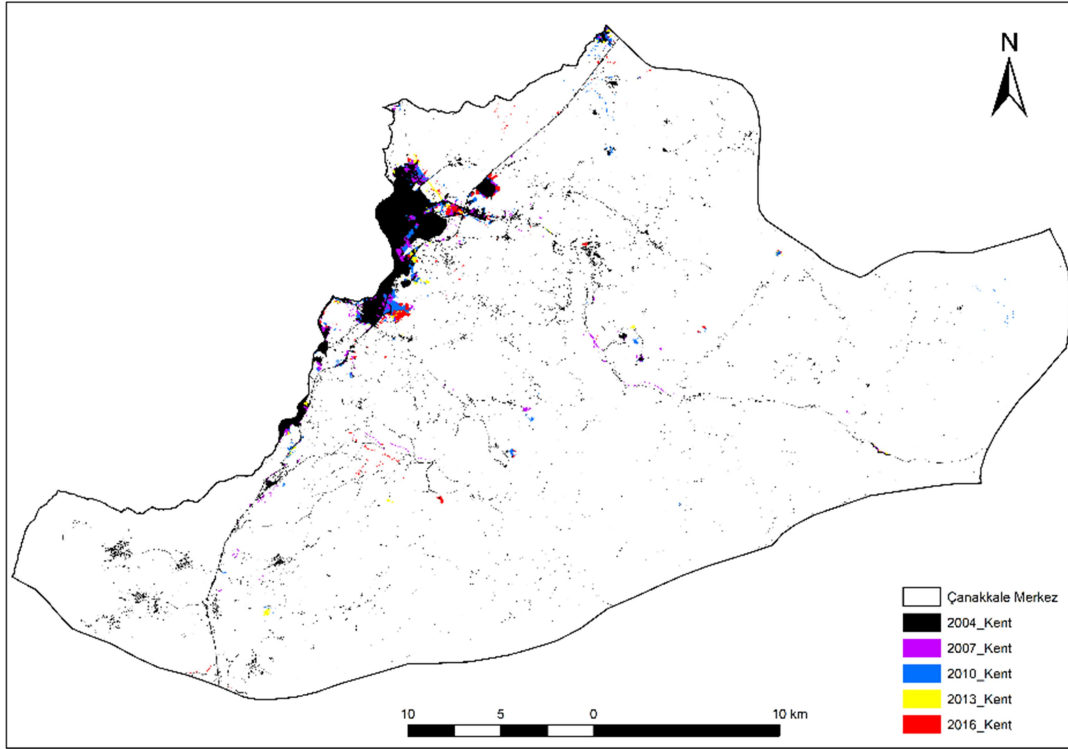
(d)

Sınıflar	Tarla	Boş Arazi	Ağaç	Çayır	Şehir	Su	Toplam	Kullanıcı Doğruluğu (%)
Tarla	89	1	6	4			100	89

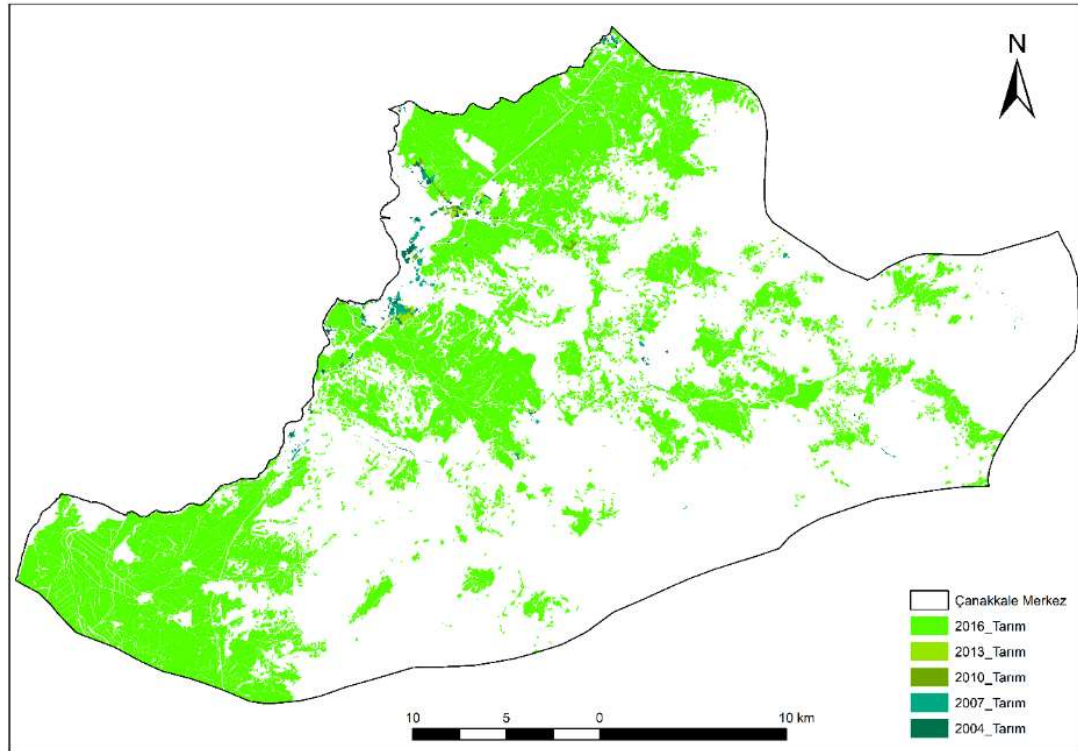
ÇTGHİM'den temin edilen kadastro parsel bilgileri ile de sonuçlar kontrol edilmiştir ve iyileştirilmiştir. ÇTGHİM'den temin edilen tarım alanı-tarla bilgisi 32.444 ha olup bu çalışmada elde edilenden 1936 ha daha azdır ve eğer ÇTGHİM verilerini doğru kabul edersek bu çalışmada elde edilen sonuçların sadece %5,97 hata payı ile fazla olduğu belirlenmiştir. 2016 yılı için oluşturulan arazi örtüsü haritasındaki Kent alanları sınıfı için %93,33 kullanıcı doğruluğu ile belirlenen ikinci dönem görüntüsünden elde ettiğimiz değerler kullanılmıştır. Nihai 2016 yılı arazi örtüsü haritasında Kent 4.712 ha, Tarım 34.380 ha, Ağaç 39.997 ha, Boş 3.031 ha, Çayır-Çimen 20.149 ha ve Su 369 ha olarak belirlenmiştir. Sonrasında 2014-2016 yılları arasındaki tüm Kent ve Tarım Alanı sınıfları değişim belirleme yöntemi ile oluşturulmuştur (Şekil 7 ve Şekil 8). Kent alanlarındaki artış ve Tarım alanlarındaki azalmanın büyük ölçüde Çanakkale şehir merkezi etrafında gerçekleştiği zamansal analizde açıkça ortadadır. Şehir merkezi dışındaki değişiklikler ise çoğunlukla az miktarda tesisleşme ve yol açma-genişletme faaliyetleri oluşmuştur.

2004, 2007, 2010, 2013 ve 2016 yılları için oluşturulan Kent ve Tarım alan bilgileri TÜİK'den elde edilen nüfus, tarımsal üretim ve verim bilgileri ile bir arada değerlendirilmiştir (Çizelge 4a ve 4b). Kent alanlarının 2004-2007 yılları ve 2007-2010 yılları arasında %8'in üstünde en hızlı büyüdüğü ve sonrasında yavaşladığı, ancak 2013-2016 yılları arasında tekrar hızlandığı görülmektedir. 2004'den 2016'ya Kent alanlarında %26,94'lük bir büyüme gerçekleşmiştir. Nüfusta en hızlı artış 2007-2010 aralığında %17,94 ve 2013-2016 %10,43 ile gerçekleşmiştir. Tarım alanlarında ise en hızlı azalma %0,78 ile 2004-2007 ve en az ise 2013-2016 aralığında %0,1 ile gerçekleşmiştir. Bu azalma tüm ilçe oranında az gibi görünse de neredeyse tamamı şehir merkezi civarında olduğundan toplu bir değişim oluşmuştur. Üretimde yıllar içerisinde sürekli bir artış vardır. Ancak bu artış düzenli ve katlanarak değildir. Verim değerleri 2004-2007 aralığı dışında sürekli artmaktadır. Bu da 2004-2007 arasında ve öncesinde eksilen tarım alanlarının verim açısından daha kıymetli olabileceğini akla getirmektedir. Ancak bununla ilgili kesin sonuca varabilmek için o dönemdeki meteorolojik koşulların etkili olup olmadığı da incelemelidir.

Kent alanlarının zaman içerisindeki değişiminin diğer veri setleri ile olan regresyon analizi sonuçları incelendiğinde (Şekil 9), tarım alanları ile -0,985 r değeri ile negatif bir korelasyon içerisinde olduğu belirlenmiştir. Kent ile tarım ilişkisinin AF değeri 0,002 yani %99,8 yüksek düzeyde ve tutarlı bir korelasyon ve eşleşme olduğu anlamına gelmektedir. Kent ile nüfus ilişkisi incelendiğinde 0,971 r değeri ile pozitif korelasyon ve 0,006 AF değeri yani %99,4 yüksek düzeyde istatistiksel anlamlılık elde edilmiştir. Kent alanlarının artışı ile üretim ve verim arasında anlamlı AF değerli pozitif korelasyonlar elde edilmiştir. Bu veriler arasındaki ilişkiler, elde edilen sonucu güçlendirmek amacıyla eklenmiştir. Diğer bir ifadeyle, iki gelişen değişken arasındaki oranlar incelendiğinde, kent alanları zamana bağlı olarak büyümekte, diğer yandan bunun sonucu olarak tarım alanlarının küçülmesine rağmen, tarımda teknoloji kullanımı sonucu verim artışının bu olumsuzluğu kısmen telafi ettiği sonucuna varılmıştır.



Şekil 7: 2004-2016 yılları Kent sınıfı dağılımı.



Şekil 8: 2004-2016 yılları Tarım sınıfı dağılımı.

Çizelge 4: 2004-2016 Yılları arasındaki Kent, Nüfus, Tarım Alanı, Tarımsal Üretim ve Tarımsal Verim bilgileri (a) ve % cinsinden değişimi (b)

(a)					
Yıl	Kent (ha)	Nüfus	Tarım (ha)	Üretim (ton)	Verim (kg/ha)
2004	3106	110327	35138	60435	9252
2007	3366	115775	34863	69932	5777



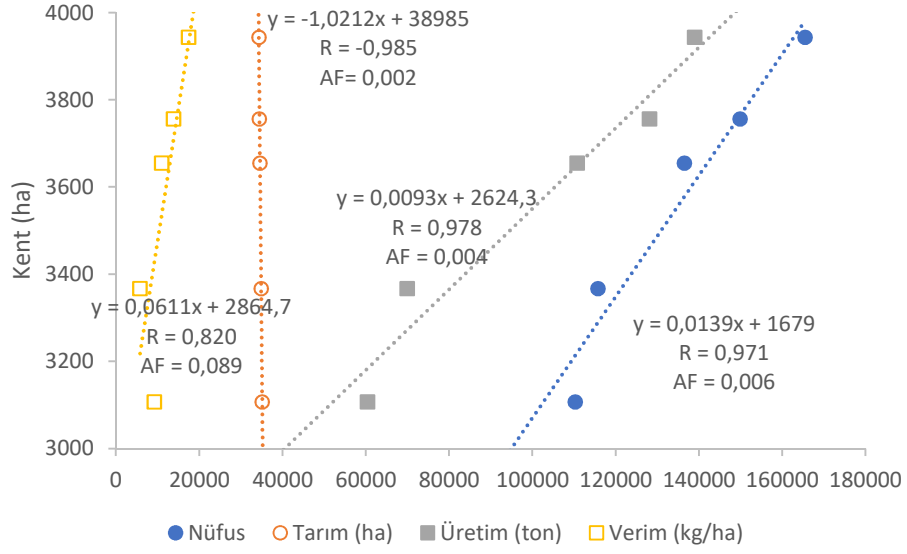
2010	3654	136484	34629	110741	10973
2013	3756	149881	34413	128146	13877
2016	3943	165517	34380	138969	17415

(b)

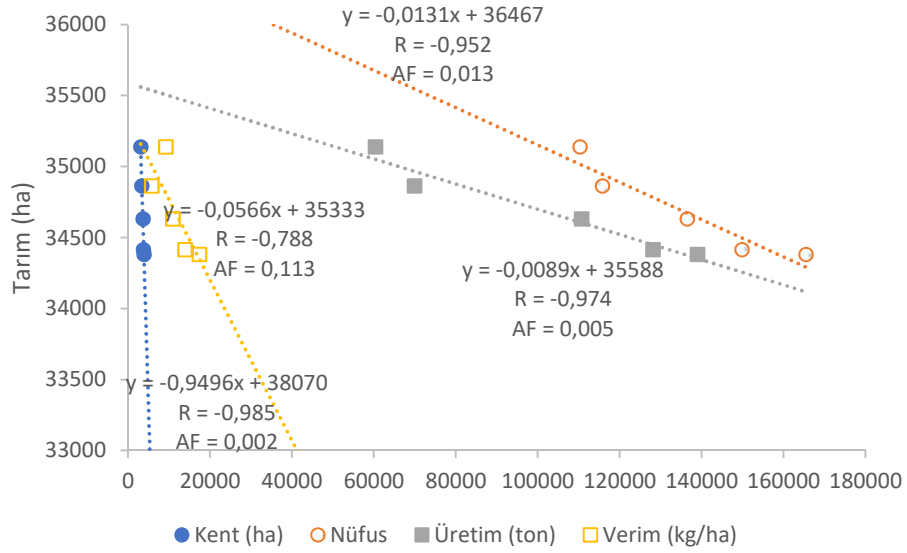
Yıl	Kent (ha)	Nüfus	Tarım (ha)	Üretim (ton)	Verim (kg/ha)
2004 - 2007	8,38	4,94	-0,78	15,71	-37,56
2007 - 2010	8,55	17,89	-0,67	58,36	89,95
2010 - 2013	2,78	9,82	-0,62	15,72	26,46
2013 - 2016	4,98	10,43	-0,10	8,45	25,50
2004 - 2016	26,94	50,02	-2,16	129,95	88,23

Kent alanlarının zaman içerisindeki değişiminin diğer veri setleri ile olan regresyon analizi sonuçları incelendiğinde (Şekil 9), tarım alanları ile -0,985 r değeri ile negatif bir korelasyon içerisinde olduğu belirlenmiştir. Kent ile tarım ilişkisinin AF değeri 0,002 yani %99,8 yüksek düzeyde ve tutarlı bir korelasyon ve eşleşme olduğu anlamına gelmektedir. Kent ile nüfus ilişkisi incelendiğinde 0,971 r değeri ile pozitif korelasyon ve 0,006 AF değeri yani %99,4 yüksek düzeyde istatistiksel anlamlılık elde edilmiştir. Kent alanlarının artışı ile üretim ve verim arasında anlamlı AF değerli pozitif korelasyonlar elde edilmiştir. Bu veriler arasındaki ilişkiler, elde edilen sonucu güçlendirmek amacıyla eklenmiştir. Diğer bir ifadeyle, iki gelişen değişken arasındaki oranlar incelendiğinde, kent alanları zamana bağlı olarak büyümekte, diğer yandan bunun sonucu olarak tarım alanlarının küçülmesine rağmen, tarımda teknoloji kullanımı sonucu verim artışının bu olumsuzluğu kısmen telafi ettiği sonucuna varılmıştır.

Tarım alanları ile diğerleri arasındaki regresyon analizi sonuçları incelendiğinde (Şekil 10) Kent alanları ile arasındaki -0,985 r ve %99,8 anlamlılık taşıyan ilişkiden daha önce bahsetmiştik. Tarım alanları zaman içerisinde yerini kent alanlarına bırakmaktadır. Tarım alanları ile Nüfus arasında -0,952 r değerli negatif bir korelasyon vardır. AF değeri 0,013 yani %98,7 ile tutarlı istatistiksel anlamlılık seviyesindedir. Tarım alanları ile üretim arasında -0,974 r ile negatif bir korelasyon vardır ve 0,005 AF yani diğer bir deyişle %99,5 yüksek düzeyde istatistiksel anlamlılık seviyesindedir. Tarım alanları azalırken üretim artmaktadır ki bu da yine daha önce ifade edildiği gibi tarımsal üretim tekniklerindeki ve teknolojilerindeki ilerlemeden kaynaklanmaktadır. Tarım alanları ile verim arasındaki negatif korelasyon ise -0,788 r ve 0,113 AF yani %88,7 seviyesindedir ki bu istatistiksel anlamlılığın düşük olduğu anlamına gelmektedir. Bu durum üretim ile verim değerlerinin tam paralel olmadığı ve kaybedilen tarım alanlarının verim açısından değerli alanlar olabileceği anlamına gelmektedir.



Şekil 9: 2004-2016 arası Kent Alanı değişim ile diğer sınıflar arasındaki ilişkiler.



Şekil 10: 2004-2016 arası Tarım Alanı değişimi ile diğer sınıflar arasındaki ilişkiler.



Sonuç ve Öneriler:

Çalışmada kentleşmenin tarım üzerine etkisinin zamansal olarak belirlenmesi, uzaktan algılama yöntemleri kullanarak incelenmiştir. Uydu görüntüleri GEOBIA yöntemi ile sınıflandırılmıştır ve bu işlemde indis görüntülerinin sınıf atamalarında kullanılması büyük kolaylık sağlamıştır. Gerçekleştirilen uydu görüntüleri sınıflandırmalarında %85 ve üzeri doğruluk ve 0,82 üzeri Kappa değerleri elde edilmesi sınıflandırma işleminin güvenilirliğini göstermektedir. Sınıflandırma sonucunda son 12 yıllık süreçte şehir alanlarının tarım alanlarından eksilterek %26,94 büyüdüğü belirlenmiştir. Bu süreç sonunda tarım alanlarının çok büyük oranda şehir merkezi etrafında olmak üzere toplamda %2,16 oranında azaldığı saptanmıştır. 758 hektarlık kaybolan tarım alanında tahıl üretimi yapıldığı varsayılırsa Çanakkale koşullarında 2016 verim değerlerine göre 3.064 ton üretimden mahrum kalındığı çıkarılabilir. Tarım alanlarındaki azalma miktarı tüm Çanakkale Merkez ilçe için hesaplandığından oransal olarak küçük görünse de azalmalar şehir merkezi etrafında gerçekleştiği için son derece belirgin ve çevre tahribatı açısından etkilidir. Gerçekleştirilen regresyon analizinde özellikle kent, nüfus ve tarım değerlerinin arasında son derece yüksek korelasyonu ve istatistiksel olarak anlamlı sonuçlara varılmıştır. Nüfusun artması ve buna bağlı olarak kent alanların artması ve yayılması ile tarım arazilerinin azalması ile hem istatistiksel hem de görsel olarak belirlenmiştir ve zamansal değişim haritalanmıştır. Kentleşmenin ormanlık ve dağlık alanlar gibi coğrafi etkenler ve askeri bölgeler ve havalimanı gibi arazi kullanımları sebebiyle tarım alanlarına doğru yayıldığı belirlenmiştir. Diğer taraftan tarım teknolojileri ve tarımda kullanılan teknikler sürekli gelişmektedir. Buna bağlı olarak üretimde yıllar içerisinde sürekli bir artış vardır, ancak bu artış düzenli ve katlanarak değildir. Verim değerleri de 2004-2007 arasındaki yıllar dışında sürekli artmaktadır. Bu da özellikle 2004-2007 yılları arasında veya hemen öncesinde eksilen tarım alanlarının verim ve üretim açısından daha önemli olabileceğini göstermektedir. Ancak bu durum ile ilgili kesin kaniya varılabilmesi için o dönemdeki meteorolojik koşulların da verimde etkili olup olmadığının da incelenmesi gerekmektedir.

Çanakkale için tarım temel ekonomik faaliyetlerden biridir ve özellikle sanayii büyük oranda tarıma dayalı olarak yapılanmakta ve gelişmektedir (Kelkit, 2003). Bunun yanında Çanakkale Türkiye tarım ekonomisi için de çok önemli bir bölgedir. Ancak kentleşmenin plansız ve acele yapılması ülkenin pek çok yerinde olduğu gibi Çanakkale’de de özellikle tarımsal açıdan geçmişten günümüze sıkıntılara sebep olmaktadır (Özel Cengiz ve ark., 2014). Bu nedenle Çanakkale İli özelinde tarım alanları başta olmak üzere tüm arazi kullanımının takibinde uzaktan algılamaya dayalı sürdürülebilir bir Coğrafi Bilgi Sisteminin varlığı çok önemlidir. Diğer taraftan, Tarım alanlarının daha dikkatli bir şekilde izlenmesi özellikle son dönem devlet politikalarında değinilse de maalesef uygulamada bazı sıkıntılar halen devam etmektedir. Uzaktan algılama teknikleri ile uydu görüntülerinin farklı zamanlarda sürekli işlenmesi ve güncel arazi örtüsü haritalarının oluşturulması, tarım alanlarının yönetiminde ve korunmasında çok önemlidir. Bu çalışma bu alandaki çalışmaların güncellenerek ve katlanarak devam etmesi gerektiğini bulgularıyla açıkça ortaya koymaktadır.

Teşekkür:

Tarım Gıda ve Hayvancılık İl Müdürlüğü’ne kadastro parsel verileri ve USGS’e uydu görüntüleri için teşekkür ederiz.

Kaynaklar:

- Bernardo, N., Watanabe, F., Rodrigues, T., Alcântara, E., 2017. Atmospheric correction issues for retrieving total suspended matter concentrations in inland waters using OLI/Landsat-8 image. *Advances in Space Research*, 59 (9): 2335-2348. <https://doi.org/10.1016/j.asr.2017.02.017>.
- Chen, G., Özelkan, E., Singh, K.K., Zhou, J., Brown, M.R., Meentemeyer, R.K., 2017. Uncertainties in mapping forest carbon in urban ecosystems. *Journal of Environmental Management*, 187: 229-238, ISSN 0301-4797. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.11.062>.
- Chen, G. Weng, Q., Hay, G.J., He, Y., 2018. Geographic object-based image analysis (GEOBIA): emerging trends and future opportunities. *GIScience & Remote Sensing*, online: 1-24. DOI: 10.1080/15481603.2018.1426092
- Gee, W., 1935. The Effects of Urbanization on Agriculture. *Southern Economic Journal*. 2 (1): 3-15. DOI: 10.2307/1053520.
- Genç, F.N., 2007. Türkiye’de Kentleşme ve Doğal Afet Riskleri ile İlişkisi. *Afet Sempozyumu, TMMOB, İnşaat Mühendisleri Odası*, s.: 349-358, Ankara.
- Harris Geospatial Solutions, 06.01.2018. Documentation Center - Using ENVI. <http://www.harrisgeospatial.com/docs/home.html>



- Hunt, E.R., Rock, B.N., 1989. Detection of changes in leaf water content using Near- and Middle-Infrared reflectances. *Remote Sensing of Environment*, 30 (1): 43-54. [https://doi.org/10.1016/0034-4257\(89\)90046-1](https://doi.org/10.1016/0034-4257(89)90046-1).
- Inalpulat, M., Genc, L., 2016. Land Use Land Cover Changes in Response to Urban Sprawl within North-West Anatolia, Turkey. *International Journal of Environmental, Chemical, Ecological, Geological and Geophysical Engineering*, 10 (7): 796 - 804. <http://scholar.waset.org/1307-6892/10005129>.
- Kalkan, K., Maktav, D., 2010. Nesne Tabanlı ve Piksel Tabanlı Sınıflandırma Yöntemlerinin Karşılaştırılması (IKONOS Örneği). III. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu. 12.10.2010 - 15.10.2010, Gebze – Kocaeli, Türkiye.
- Karaman, K., 2003. Türkiye’de Şehirleşme Olgusu ve Gecekondu Sorunu, Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları Dergisi, 2(1): 108-117.
- Karaman, M., Budakoglu, M., Uca Avcı, Z.D., Özelkan, E., Bulbul, A., Civas, M., Tasdelen, S., 2015. Determination of seasonal changes in wetlands using CHRIS/Proba Hyperspectral satellite images: A case study from Acıgöl (Denizli), Turkey. *Journal of Environmental Biology*, 36: 73-83.
- Kelkit, A., 2003. Çanakkale İlinde Sanayi ve Çevre İlişkisi Üzerinde Bir Araştırma. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 34 (2): 179-186.
- Kul, S., 2014. İstatistik Sonuçlarının Yorumu: P Değeri ve Güven Aralığı Nedir?. *Bulletin Of Pleura / Plevra Bülteni*, 8 (1): 11-13. DOI: 10.5152/pb.2014.003.
- Nanda, S., Palanivel, V.Y., Annadurai, R., 2016. SVM and OBIA based Comparative Analysis on LANDSAT Multi Temporal Data for Wetland Mapping. *Indian Journal of Science and Technology*, 9 (48): 1-12. Doi:10.17485/ijst/2016/v9i48/99041.
- Özel Cengiz, A.E., Çavuş, C.Z., Koç, T., 2014. Çanakkale ve Kepez Yerleşmelerinde Sulu Tarım Alanları Kentleşme İlişkisi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 12 (1): 69 – 88.
- Özelkan, E., Chen, G., Üstündağ, B.B., 2016. Multiscale_object-based drought monitoring and comparison in rainfed and irrigated agriculture from Landsat 8 OLI imagery. *International Journal of Applied Earth Observation And Geoinformation*, 44: 159-170. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2015.08.003>
- Pandey, B., Seto, K.C., 2015. Urbanization and agricultural land loss in India: Comparing satellite estimates with census data. *Journal of Environmental Management*, 148: 53-66. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.05.014>.
- Sağlık, A. ve Kelkit, A., 2012. Kentleşmenin Tarım Toprakları Üzerindeki Etkileri: Çanakkale Kenti Örneği. Çanakkale Tarımı Sempozyumu, 10-11 Ocak 2012, Çanakkale, Türkiye.
- Şensoy, S., Demircan, M., Ulupınar, Y., Balta Z., 2008. Türkiye İklimi. Türkiye Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, http://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/turkiye_iklimi.pdf.
- Su, S., Ma, X., Xiao, R., 2014. Agricultural landscape pattern changes in response to urbanization at ecoregional scale. *Ecological Indicators*, 40: 10-18. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2013.12.013>.
- Singh, P., Kikon, N., Verma, P., 2017. Impact of land use change and urbanization on urban heat island in Lucknow city, Central India - A remote sensing based estimate. *Sustainable Cities and Society*, 32: 100-114. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.02.018>.
- Trimble, 2014. eCognition Developer 9.0 User Guide. 2014 Trimble Documentation, München, Germany.
- TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu)-1, (07.01.2018). Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları. <http://www.tuik.gov.tr/PreTabloArama.do?metod=search&araType=vt>
- TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu)-2, (07.01.2018). Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>
- Uca Avcı, Z.D., Karaman, M., Özelkan, E., Kumral, M., Budakoglu, M., 2014. OBIA based hierarchical image classification for industrial lake water. *Science of The Total Environment*, 487: 565-573. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.04.048>.
- Xu, H., 2006. Modification of Normalised Difference Water Index (NDWI) to Enhance Open Water Features in Remotely Sensed Imagery. *International Journal of Remote Sensing*, 27 (14): 3025-3033. DOI: 10.1080/01431160600589179.
- Zeren F., Savrul B.K., 2012. Türkiye’de Şehirleşmeyi Etkileyen Faktörler: Mekansal Ekonometri Analizi. *Journal of Yasar University* 28(7):4749 - 4765
- Zha, Y., Gao, J., Ni, S., 2003. Use of normalized difference built-up index in automatically mapping urban areas from TM imagery. *International Journal of Remote Sensing*, 24 (3): 583-594. DOI: 10.1080/01431160304987.
- Zipper, S.C., Soylu, M.E., Kucharik, C.J., Loheide S.P., 2017. Quantifying indirect groundwater-mediated effects of urbanization on agroecosystem productivity using MODFLOW-AgroIBIS (MAGI), a complete critical zone model. *Ecological Modelling*, 359: 201-219. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2017.06.002>

