



Engineering Sciences  
ISSN: 1308 7231 (NWSAENS)  
ID: 2018.13.1.1A0399

Status : Original Study  
Received: October 2017  
Accepted: January 2018

**Ekrem Saralioğlu  
Oğuz Güngör**

Karadeniz Teknik University, Trabzon-Turkey  
ekrem.saralioğlu@ktu.edu.tr, ogungor@ktu.edu.tr

DOI	<a href="http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2018.13.1.1A0399">http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2018.13.1.1A0399</a>	
ORCID ID	0000-0002-0609-3338	0000-0002-3280-5466
CORRESPONDING AUTHOR	Ekrem Saralioğlu	

**KİTLE KAYNAĞIN UZAKTAN ALGILAMADA KULLANIMI**

**ÖZ**

Uzaktan algılama yöntemleri ile elde edilen veriler ile arazi okyanus ve atmosfer özellikleri hakkında bilgi sağlanır. Bu veriler işlenerek çok çeşitli çevresel araştırmalar ve Coğrafi Bilgi Sistemi uygulamaları yapılmaktadır. Bilgisayar teknolojilerinde meydana gelen büyük gelişmelere rağmen, uydu verilerinin analizi ve yorumlamasında çeşitli zorluklar meydana gelmektedir. Bu zorlukların aşımında kitle kaynak kullanılabilir. Kitle kaynak; veri elde etme, problem çözme gibi çeşitli uygulamalarda insanların kullanılmasıdır. Kitle kaynak ile kolayca çözümlenemeyen problemlere çözüm bulunabildiği gibi, çeşitli uygulamaların yapımında harcanan zaman, maliyet ve çaba da azalmaktadır. Bu çalışmada sistematik bir literatür taraması yapılarak, uzaktan algılama biliminde kitle kaynağın kullanım alanları incelenmiştir. Yapılan çalışma, uzaktan algılama biliminde kitle kaynağın kullanımının oldukça yeni olduğunu göstermektedir. Ayrıca bu konudaki makalelerin çoğunluğunun 2016 ve sonrasında yayınlanmaya başladığı görülmektedir. Basılan yayınlara göre kitle kaynak, uzamsal problemlerin çözümünde geleneksel algoritmalara oranla çok daha doğru sonuç veren çözümler üretebilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Kitle Kaynak, Gönüllü Coğrafi Bilgi, Uzaktan Algılama, Toplum Bilimi, Sistematik Literatür İncelemesi

**USE OF CROWDSOURCING IN REMOTE SENSING**

**ABSTRACT**

The data obtained by remote sensing define the characteristics of the ocean, atmosphere and land. A wide variety of environmental research and Geographic Information System applications are carried out by processing these data. Despite the great technological advances in remote sensing, there are still various challenges. Use of crowds in data acquisition, problem solving and various applications are called crowdsourcing. Crowdsourcing can deal with most difficult problems by reducing time, cost and effort needed to solve them. In this study, a systematic literature review was conducted to investigate if the crowdsourcing has been used in the research in remote sensing. It is observed that the use of crowdsourcing in remote sensing is relatively new and majority of the articles regarding this topic has been published since 2016. Published articles also show that crowdsourcing may offer huge potential contributions to researchers to solve geospatial problems with more accuracy than traditional algorithms.

**Keywords:** Crowdsourcing, Volunteered Geographic Information, Remote Sensing, Citizen Science, Systematic Literature Review

**How to Cite:**

Saralioğlu, E. ve Güngör, O., (2018). Kitle Kaynağın Uzaktan Algılamada Kullanımı, **Engineering Sciences (NWSAENS)**, 13(1):37-52, DOI: 10.12739/NWSA.2018.13.1.1A0399.



## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Uzaktan algılama, bir cisimle direkt temas etmeksizin yeryüzünün doğal ve yapay objeleri hakkında veri toplama ve daha sonra matematiksel ve istatistiksel algoritmaları kullanarak bu verilerden değerli bilgilerin çıkarıldığı bir bilimdir [1 ve 2]. Uzaktan algılama çoğunlukla, hem görünür ışık aralığında hem de görünür ışık aralığının ötesindeki (kızılötesi gibi) frekanslardaki çoklu spektral görüntülemeye dayanır. Uzaktan algılamadaki en büyük zorluklardan biri elde edilen büyük verilerin işlenmesi ve analiz edilmesidir. Elde edilen bu verilerin analiz edilip yorumlanması insan ve çevresine hizmet etmekte son derece önemlidir. Bu veriler; ormancılık, tarım, jeoloji, arkeoloji, doğal kaynak, arazi örtüsü tespiti, kent gelişimi, kaçak yapı tespiti, orman, doğal yapıların uğradığı zararların tespiti, afet bilgi sistemleri, kent bilgi sistemleri gibi birçok uygulama alanında kullanılmaktadır [3, 4, 5, 6 ve 7]. Verilerin analiz edilip yorumlanması; işlenmiş verilerin haritalara ve modellere dönüştürülmesi, görüntü kalite değerlendirme, görüntü zenginleştirme, görüntü ön işleme, boyut indirgeme, görüntü kaynaştırma, görüntü filtreleme, bant oranlama ve bitki indeksleri, hassasiyet değerlendirmeleri, değişim analizleri, görüntü sınıflandırma gibi görüntü işleme yöntem ve tekniklerini içerir. Uydu sensörlerinde ki gelişmenin neden olduğu veri yığını, bilim insanlarının bu verileri incelemesinde büyük bir zorluk oluşturmaktadır. Çoğu veri toplama ve işleme süreci otomatik olarak tamamlanabilmesine rağmen, uzaktan algılama verileri için veri analizi ve yorumlanması, makine öğrenmesinin şimdilik tek başına yeterli bir şekilde yerine getiremediği karmaşık bir görevdir. Ayrıca küresel uydu verilerinin günlük indirilmesi birkaç terabayttan daha fazla yer kapladığından bu verilerin analiz edilip yorumlanması oldukça zaman alıcı ve zor bir iştir. Bu nedenle, bu denli büyük bir veri ile başa çıkabilmek için kolektif zekâyı kullanmak uygun olacaktır [8].

Resmi kayıtlara göre kitle kaynak (crowdsourcing) terimini, 2006 yılında Howe "Wired" dergisinde ki makalesinde kullanmasına rağmen belirli bir sorunun çözümü için kitlelerin kullanımı anlayışı yüzyıllar öncesine dayanmaktadır [9]. Örneğin, 1714 yılında Britanya'da bir komisyon oluşturulmuş ve bu komisyon bir geminin bulunduğu boylamı güvenilir bir yöntem ile hesaplayabilecek herhangi bir kimseye 20.000 pound ödül vereceğini açıklamıştı [10]. Daha az bilinen bir örnek ise, Japon otomobil üreticisi Toyota'nın, 1936'da 27.000 kişinin katıldığı ve logosunun seçildiği bir yarışma düzenlemesidir. Bu tür problemlerin çözümünde kitlelerin kullanımı ile ilgili çeşitli örnekler tarih boyunca mevcuttur. Literatürde bu yaklaşım, farklı disiplinlerde de kullanılmaya başlanmış ve bu anlamda pek çok terim ortaya çıkmıştır [11]. Bunlardan bazıları; gönüllü coğrafi bilgi (volunteered geographic information) [12] ve neocoğrafya [13] gibi verilerin konumsal doğasına odaklanırken, diğerleri ise kitle kaynak (crowdsourcing) [14], toplum bilimi (citizen science) [15] ve kullanıcı tarafından üretilen içerik (user-generated content) [16] gibi daha geniş bir alanda uygulanabilirliğe sahiptir. Aralarındaki farklılıklarına rağmen bu terimler, vatandaşların katılımıyla coğrafi bilgi bilimiyle ilgili çeşitli etkinliklerin yapılmasında aynı temel uğraş için genellikle birbirinin yerine kullanılabilir [17]. Kitle kaynak uygulamalarında ki en büyük ve hızlı gelişme World Wide Web'in ve özellikle Web 2.0 teknolojilerinin ortaya çıkmasıyla gerçekleşmiştir. İnternet, Dünya üzerindeki neredeyse her yerden katkıda bulunanların işe alınmasına, kaynakların kolaylıkla paylaşılmasına ve sonuçların hızlıca iletilmesine izin verir. Günümüzde kitle kaynak sitelerinden en bilindik olan "Amazon Mechanical Turk" web sitesidir. Başlangıçta bir fotoğraftaki



nesneleri tanımlamak ve listelemek gibi insanların bilgisayarlardan daha iyi yapabileceği pek çok görev olduğu fikrine dayanarak ortaya çıktı. Kişiler veya işletmeler, Mechanical Turk forumuna yapılması gereken işleri, nasıl yapılacağına dair açıklamaları ve parça başına/saat başına ödenecek ücreti belirtirler. İşlere talip olan kişiler başvuruda bulunur. İş alırlarsa istenen sürede bitirip paralarını alırlar [18]. Bunların dışında Wikipedia, I-Stock Photo, innocentive.com, OpenStreetMap kitle kaynak ile gerçekleştirilmiş diğer büyük projelerdir.

## 2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Kitle kaynak ile çok büyük boyuttaki projeler küçük parçalara ayrılmakta ve kitlelerden bu küçük ve kendi başına çok basit olan işleri yapmaları istenmektedir. Bu sayede çok büyük işler çok kısa sürelerde tamamlanmaktadır. Uydu ve kamera sistemlerindeki gelişmeler dolayısıyla günümüzde yüksek konumsal çözünürlüklü görüntüler rahatlıkla elde edilebilmektedir. Fakat bu verilerin işlenmesi, incelenmesi ve analiz edilmesi de zorlaşmaktadır. Bu çalışma kitle kaynağın uzaktan algılama problemlerinin çözümünde şimdiye kadar hangi problemlerin çözümlendiğini kapsamlı bir literatür araştırması olarak ortaya koymakta ve değerlendirmektedir. Bu sayede, yeni yapılacak çalışmalara için fikir sağlamaktadır. Ayrıca literatür olarak da konu ile ilgili diğer yapılacak çalışmalara fayda sağlayacaktır.

## 3. İLGİLİ ÇALIŞMALAR (RELEATED WORK)

Kitle kaynağın Uzaktan algılama problemlerinin çözümünde kullanılmasına yönelik çalışmaların ilk örneklerinden biri Amerika Birleşik Devletleri Jeolojik Araştırma'nın 1990'ların başında daha kitle kaynak kavramının Howe (2006) tarafından resmi hale getirilmeden önce başlatılan "Did You Feel It" [19] projesidir. Bu proje kitle kaynağın doğal afet yönetimine uygulanan ilk kayda değer örneği olarak görülebilir [9]. Bir diğer proje ise NASA tarafından 2000 yılında deneme amaçlı başlatılan Clickworkers adlı projedir. Marstaki kraterlerin tanımlanması ve sınıflandırılması üzerine olan bu projede binlerce katılımcı veri tabanındaki her görüntüyü başarıyla analiz etmiştir. Gönüllüler profesyonel bir jeoloğun iki yılda bitirebildiği bir işi 1 ay gibi bir sürede bitirip hızlandırmakla kalmamış aynı zamanda dikkate değer bir hassaslıkta bitirmiştir [10]. Bu başarılı sonuçların ardından 2006 yılında NASA Clickworkers projesini bu sefer deneme amaçlı değil uygulama amaçlı olarak yeniden başlatmıştır.

Küresel Deprem Modeli (GEM, 2006), kuruluşların ve kişilerin deprem riskinin şeffaf değerlendirmesi için araçlar ve kaynaklar geliştirmek, kullanmak ve paylaşmak üzere bir araya geldiği uluslararası bir forumdur. GEM projesinin en önemli ürünlerinden biri, GEM topluluğunun birlikte çalışarak geliştirdiği, verilerin kullanımına ve uygulamaların yapılmasına izin veren açık kaynaklı yazılım paketi olan OpenQuake modülüdür. Küresel Deprem modeli kitle kaynak kavramını projenin iki farklı evresinde kullanmaktadır. Bunlar; risk değerlendirme uygulamalarının tanımlanması ve tanımlanan uygulamalar için kullanılacak verilerin toplanması aşamalarıdır. İlk uygulama, dünyanın dört bir yanından uzmanların ve profesyonellerin GEM Nexus aracılığıyla en son teknoloji küresel deprem risk değerlendirmesi konusunda çalışmalarını içermektedir. İkinci uygulama da, katılımcıların uydu görüntülerini işlemesine olanak tanıyan ve sisteme veri üreten Envanter Verileri Yakalama (IDCT: Inventory Data Capture) araç setidir [9]. Diğer önemli bir proje de 2009'dan beri devam etmekte olan Geo-Wiki projesidir [20]. Geo-Wiki projesi MODIS, GlobCover ve GLC-2000 arazi örtüsü haritalarındaki belli yerlerdeki



büyük uyumsuzlukların var olması sebebiyle küresel arazi örtüsü haritalarının doğruluğunu arttırmak için oluşturulmuş, çevrimiçi bir gönüllü ağıdır. Bu kitle kaynak faaliyeti, dünyanın dört bir yanından gelen kullanıcıların sürecin bir parçası olmasına izin vererek küresel ölçekte arazi örtüsü haritalarının doğruluğunun arttırılması ve güncellenmesini sağlar. Gönüllüler, GLC-2000, MODIS ve GlobCover adlı üç arazi örtüsü veri kümesinden türetilen ekilen arazileri ve orman uyumsuzluk haritalarını görüntüleme, Google Earth'ın mevcut yüksek çözünürlüklü resimleri yardımıyla seçme ve görselleştirme, ayrıca coğrafi etiketlenmiş fotoğrafları (Panoramio.com, Confluence.org), yükleme veya görüntüleme olanağına sahiptir. Bu sayede gönüllüler inceledikleri bölgedeki arazi örtüsü türünü belirler ve hangi veri kümesinin doğru, yanlış veya güncel olmadığına karar verirler. Sonuçlar, mekânsal bir veri tabanına kaydedilir [21]. Ayrıca kitle kaynak uygulamalarına kurumların da ilgileri oldukça yüksektir.

COST çatısı altında toplanan Avrupa Birliği projeleri mevcuttur. "Harita Oluşturma ve Toplum Algılayıcısı" adlı bir eylem adı TD1202 (2012) Avrupa Bilim Vakfı tarafından onaylanmıştır. Uluslararası Dünya Gözlem Grubu, 2012-2015 iş planında, Küresel Dünya Gözlem Sistemi'ni kurma çabalarını koordine ederek, veri kaynakları ve bilgi kaynağı olarak kitle kaynak ve vatandaş bilimi gözlemini desteklemek için çeşitli teşvikler yapmaktadır. Bu desteklenen projeler, harita üretimi ve değerlendirmesi yönünde çalışan amatör ve profesyonel toplulukları kapsamaktadır. Temel nokta, mevcut geniş miktardaki coğrafi bilgiden faydalanmaktır. Örneğin, uzaktan algılama eşsiz bir şekilde haritalama için görüntüler sağlar fakat harita üretiminde ve değerlendirmede ihtiyaç duyulan yer referans verilerini edinmek zordur. COST Action TD1202 Kasım 2012'den Kasım 2016'ya kadar sürmüştür. Fakat web sitesi eylem sırasında gerçekleşen etkinlikler hakkında bilgi vermeye devam etmektedir [22]. Başarılı kitle kaynak uygulamalarından bir tanesi de ticari uydu şirketi Digital Globe [23] tarafından gerçekleştirilmiştir. Oluşturdukları Tomnod [24] platformu sayesinde uydu görüntüleri ile kitle kaynak araştırmaları ve analizleri yapabilmektedirler. 2 milyonu aşkın internet kullanıcısı 2014 yılında kaybolan Malezya hava yollarına ait uçağı bulmak için çok geniş bir alanda Tomnod sistemi ile arama kurtarma ekiplerine yardım etmeye çalışmışlardır [25]. Türkiye' de kitle kaynak ile ilgili TÜBİTAK BİLGEM'de VİSKON-CS platform geliştirilmiştir. VİSKON-CS' nin öncelikli olarak afetlere hazırlık, afet sonrası hasar analizi ve arama kurtarma faaliyetleri ile envanter dökümü alanlarında kullanılması beklenmektedir [26].

#### 4. YÖNTEM (METHODOLOGY)

Kaynakların incelenmesinde Sistematik Literatür İncelemesi (SLİ) yöntemi kullanılmıştır. SLİ araştırma soruları yardımıyla literatürdeki tüm çalışmalarını değerlendiren ve yorumlayan bir araştırmacı [27]. Sistematik araştırmalar yürütmek, daha önce hazırlanmış kurallara uygun olarak iyi tanımlanmış ve titiz metodolojik basamakların sırasını izlemektedir [28]. Kitchenham and Charters'a (2007) göre bir SLİ planlama, yürütme ve sonuçlar olmak üzere üç kısımdan oluşur. Planlama aşamasında, araştırma soruları SLİ kuralları ile birlikte tanımlanır. Yürütme aşamasında, planlama elektronik veri tabanlarında yürütülür ve uygun olan çalışmaların bir seçimi yapılır. Son olarak, uygun olan çalışmalar değerlendirilir ve veriler çıkarılır [29].

Araştırma soruları, planlama aşamasında önemli bir rol oynamaktadır, çünkü SLİ'nin uygulanmasında [28] uygulanan etkinlikleri ve süreçleri tanımlamak için kılavuz olarak kullanılacaktır. Bu



çalışmanın temel amacı, kitle kaynağın, uzaktan algılama uğraş alanlarında ne kadar etkili olduğunu tespit etmektir. Bu nedenle aşığıdaki araştırma soruları seçilmiştir:

- S1 Uzaktan algılamada hangi çalışma alanında kitle kaynak kullanıldı?
- S2 Hangi uygulama alanlarında kitle kaynak kullanılıyor?
- S3 Uzaktan algılama da kitle kaynak kullanılan araştırmalarda ne tür metodolojiler kullanılıyor?
- S4 Yapılan çalışmalar hangi yıllarda yapıldı?

Araştırma süreci, bu çalışma için önemli olan makaleleri belirlemek amacıyla (Tablo 1, bu veri tabanlarını göstermektedir) elektronik veri tabanlarında gerçekleştirilmiştir. "Uzaktan Algılama (Remote Sensing)" ve "Kitle Kaynak (Crowdsourcing)" terimlerinden oluşan araştırılacak kelimeler her arama motoru tarafından kabul edilen sözdiziminin ve kodlamanın olacağı şekilde ayarlamalar yapılarak gerçekleştirilmiştir. Başlangıçta, her bir makaleye ait başlık ve özeti ön olarak değerlendirilmiş ve buna göre makalelerin dahil edilip edilmeyeceğine karar verilmiştir. Daha sonra, her birinin tam metni elde edilmiş ve içeriği incelenmiştir. Bunu yaparken, 96 makale tam olarak okunmuş ve yine çıkarılıp çıkarılmamaları gerekenler incelenmiştir. Son olarak ana veriler özetlenmiş ve ilgili çalışmalar kategorize edilmiştir.

##### 5. İSTATİSTİKSEL SONUÇLAR (STATISTICAL RESULTS)

Yapılan arama işlemlerinde toplam 192 makale bulunmuştur. Daha sonra bu makaleler incelenmiş ve çalışma ile ilgili olmayanlar çıkartılmıştır. Bu işlem sonucu 96 adet ilgili makale bulunmuştur. Bunların arasında en çok ilgili makale sayısı 41(%43) ile Web of Science'e ait olmuştur. Tablo 1'de, bu veriler daha ayrıntılı olarak görülmektedir.

Tablo 1. Bilimsel veri tabanlarında çalışma konusu ile ilgili bulunan sonuçlar

(Table 1. Conclusions related to the study topic in scientific databases)

Kaynak	Sonuçlar	İlgili Makaleler	Toplam Yüzdellik	İlgili Makalelerin Yüzdeliđi
IEEEExplore	29	26	%15	%27
Web of Science	48	41	%25	%43
Science Direct	8	6	%4	%6
SpringerLink	107	23	%56	%24
Toplam	192	96	%100	%100

96 çalışma ayrıntılı olarak incelenmiştir. Bunlardan bazıları tam konuyu kapsamadığından çıkartılmıştır. Ayrıca yayın arama motorlarında tekrar eden çalışmalar olduğundan sonuç makale sayısı 63 olarak kalmıştır. Tablo 2'de bu makaleler gösterilmektedir.

Tablo 2. Çalışma alanı ile ilgili makalelerin araştırma yöntemi, çalışma alanı, konu ve yıla göre dağılımı



(Table 2. Distribution of the articles related to the field of study by research method, field of study, subject and year)

No/Atıf No	Yazar Adı	Araştırma Yöntemi	Çalışma Alanı	Uygulama Alanı	Yıl
1/[30]	(See vd., 2015)	(Dİ)	Detay çıkarma	Kentsel bilgiler	2015
2/[31]	(Huynh vd., 2014)	(Dİ)	Detay çıkarma, Sınıflandırma	Doğal afet sonrası durum tespiti	2014
3/[32]	(Liu vd., 2017)	(YYTU)	Detay çıkarma	Orman envanter çıkarımı	2017
4/[33]	(Berriel vd., 2017)	(YYTU)	Sınıflandırma	Yaya geçidi tespiti	2017
5/[34]	(Chi vd., 2017)	(YYTU)	Sınıflandırma	Arazi örtüsü sınıflandırma	2017
6/[35]	(de Oca vd., 2017)	(YYTU)	Sınıflandırma		2017
7/[36]	(Semen vd., 2015)	(YYTU)	Detay çıkarma	Taşkın tahmin sistemi	2015
8/[37]	(Huynh vd., 2013)	(YYTU)	Sınıflandırma, filtreleme		2013
9/[38]	(Hu vd., 2012)	(YYTU)	Veri analizi ve yorumlama		2012
10/[39]	(Dell'Acqua., 2017)	(Dİ)			2017
11/[40]	(Kaiser vd., 2017)	(YYTU)	Sınıflandırma		2017
12/[41]	(Gueguen vd., 2017)	(YYTU)	Detay çıkarma, Sınıflandırma	Nüfus yoğunluğu Tahmini	2017
13/[42]	(Tang vd., 2016)	(YYTU)	Detay Çıkarma	Yol şeritlerinin tespiti	2016
14/[43]	(Galeazzo, 2015)	(YYTU)	Sınıflandırma	Su kalitesi	2015
15/[44]	(Foody, 2015)	(Dİ)	Detay Çıkarma	Tematik haritalama	2015
16/[45]	(Pyhälahti vd., 2015)	(Dİ)	Sınıflandırma	Su kalitesi izleme	2015
17/[46]	(Rossi vd., 2015)	(YYTU)		Taşkın acil yönetimi	2015
18/[47]	(Kahraman vd., 2015)	(YYTU)	Görüntü işleme	Acil durumlar için kitle kaynak platformu	2015
19/[48]	(Oba vd., 2014)	(YYTU)	Sınıflandırma	Arazi örtüsü Sınıflandırma	2014
20/[49]	(Fritz vd., 2017)	(YYTU)	Sınıflandırma Doğruluğu Arttırma	Arazi Örtüsü Sınıflandırma	2017
21/[50]	(Ali vd., 2017)	(YYTU)	Sınıflandırma	Arazi Örtüsü Sınıflandırma	2016
22/[51]	(Bayas vd., 2016)	(YYTU)	Detay çıkarma	Arazi Örtüsü Sınıflandırma	2016
23/[52]	(Kosmala vd., 2016)	(YYTU)	Detay çıkarma, doğrulama	Bitki özellikleri inceleme	2016
24/[53]	(Salk vd., 2016)	(YYTU)	Sınıflandırma	Arazi Örtüsü Sınıflandırma	2016
25/[54]	(Liu vd., 2016)	(YYTU)	Detay Çıkarma	Orman Envanteri	2016
26/[55]	Estes vd., 2016)	(YYTU)	Sınıflandırma, doğruluk arttırma	Arazi Örtüsü Sınıflandırma	2016
27/[56]	(Ofli vd., 2016)	(YYTU)	Sınıflandırma	Afet yönetimi	2016
28/[57]	(Foulser-Piggott vd., 2016)	(YYTU)	Sınıflandırma	Derem sonrası bina hasar tespiti	2016
29/[58]	(Li vd., 2016)	(YYTU)	Sınıflandırma	Doğal afet sonrası hasar tespiti	2016
30/[59]	(Schepaschenko vd., 2015)	(YYTU)		Orman alanı tahmini	2015
31/[60]	(Garaba vd., 2015)	(YYTU)	Sınıflandırma	Su kalitesi	2015
32/[61]	(Fekete vd., 2015)	(Dİ)		Doğal afet risk yönetimi	2015
33/[62]	(See vd., 2015)	(YYTU)	Sınıflandırma, doğruluk arttırma	Küresel orman haritası	2015
34/[63]	See vd., 2015)	(YYTU)	Sınıflandırma, doğruluk arttırma	Arazi Örtüsü Sınıflandırma	2016
35/[64]	Wan vd., 2014)	(YYTU)	Detay çıkarma	Taşkın Envanteri	2014
36/[65]	(Romanovs vd., 2014)	(Dİ)		Doğal ve yapay nesnelere izleme	2014
37/[66]	(Bello vd., 2014)	(Dİ)		Doğal Afet Yönetimi	2014
38/[67]	(See vd., 2013)	(Dİ)	Sınıflandırma, doğruluk arttırma	Kitle kaynak veri kalitesi	2013
39/[68]	(Kerle vd., 2013)	(YYTU)		Acil Durum Haritası	2013
40/[69]	(Frye vd., 2013)	(Dİ)	Detay çıkarma	Afet Yönetimi	2013
41/[70]	(Corbane vd., 2012)	(YYTU)		Deprem sonrası bina zarar tespiti	2012



42/[71]	(Ghosh vd., 2011)	(YYTU)	Detay çıkarma	Afet sonrası hasar tespiti	2011
43/[72]	Clark vd.,2011)	(YYTU)	Sınıflandırma	Arazi örtüsü sınıflandırma	2011
44/[73]	(Pistorius vd., 2014)	(YYTU)	Sınıflandırma	Arazi örtüsü sınıflandırma	2014
45/[74]	(Barrington vd., 2012)	(Dİ)		Deprem zarar tespiti	2011
46/[75]	(Heipke, 2010)	(Dİ)			2010
47/[76]	(Fritz vd.,2009)	(YYTU)	Doğruluk arttırma	Arazi örtüsü Sınıflandırma	2009
48/[77]	(Qi vd., 2016)	(YYTU)	Detay çıkarma	Depreme bina hassasiyetleri	2016
49/[78]	Boulos vd.,2011	(Dİ)		Kriz Yönetimi	2011
50/[79]	Daume vd.,2014	Literatür Taraması	Detay çıkarma	Orman İzleme	2014
51/[80]	Bogaert vd.,2017	(YYTU)		Tarım Ürünü	2017
52/[81]	(Ogie vd., 2017)	(Dİ)		Doğal afet yönetimi	2017
53/[82]	(Zhao vd.,2016)	(Dİ)		Göl sınırı çıkarımı	2016
54/[83]	Maisonneuve vd., 2012)	(Dİ)		Uydu görüntüsü işleme	2012
55/[84]	(Baklanov vd., 2017)	(Dİ)			2017
56/[85]	Comber vd,2013	(Dİ)	Sınıflandırma	Arazi Örtüsü Sınıflandırma	2013
57/[86]	(Baklanov vd., 2016)	(Dİ)		Tarım Ürünü	2016
58/[87]	(Estima vd.,2013)	(YYTU)		Arazi Örtüsü	2013
59/[88]	(Fritz vd.,2011)	(Dİ)		Kentsel alan ve Nüfus Yoğunluğu	2011
60/[89]	(Mancini vd., 2015)	Literatür Çalışması		Heyelan Risk Değerlendirme	2015
61/[90]	(Núñez-Redó vd., 2011)	(Dİ)	Detay çıkarma	Yangın İzleme	2011
62/[91]	Ali vd., 2014	(YYTU)		Veri Kalitesi	2014
63/[92]	Ding vd., 2014	(YYTU)	Sınıflandırma	Yol Tipi Belirleme	2014

Dİ: Durum İncelemesi, YYTU: Yeni Yöntem Teknik Uygulama

Aşağıda Tablo 2'nin araştırma sorularına göre kapsamlı incelenmesi yapılacaktır. S1 Uzaktan algılamada hangi çalışma alanında kitle kaynak kullanıldı?

- Detay çıkarma: Kitle kaynak ile arazi üzerinden hasar sonrası bina resmi çekme, yer doğrusu noktası oluşturma, arazideki sınıfları belirleme gibi veri toplama içerikli çalışmalar detay çıkarma başlığında toplanmıştır.
- Sınıflandırma: Görüntü üzerinde etiketleme yapma, görüntüyü sayısallaştırarak sınıflandırma, platformda verilen bir görüntünün neye ait olduğunu şıklardan seçme gibi çalışmalar sınıflandırma başlığı altında toplanmıştır.
- Veri analizi ve yorumlama: Elde edilen verilerin kitle kaynak tarafından yorumlanıp analiz edildiği çalışmalar bu başlıkta toplanmıştır.
- Sınıflandırmada doğruluk arttırma: Sınıflandırılmış bir görüntü üzerinde kitle kaynağın hatalı yerleri tespit edip düzelttiği çalışmalar sınıflandırmada doğruluk arttırma başlığında toplanmıştır.

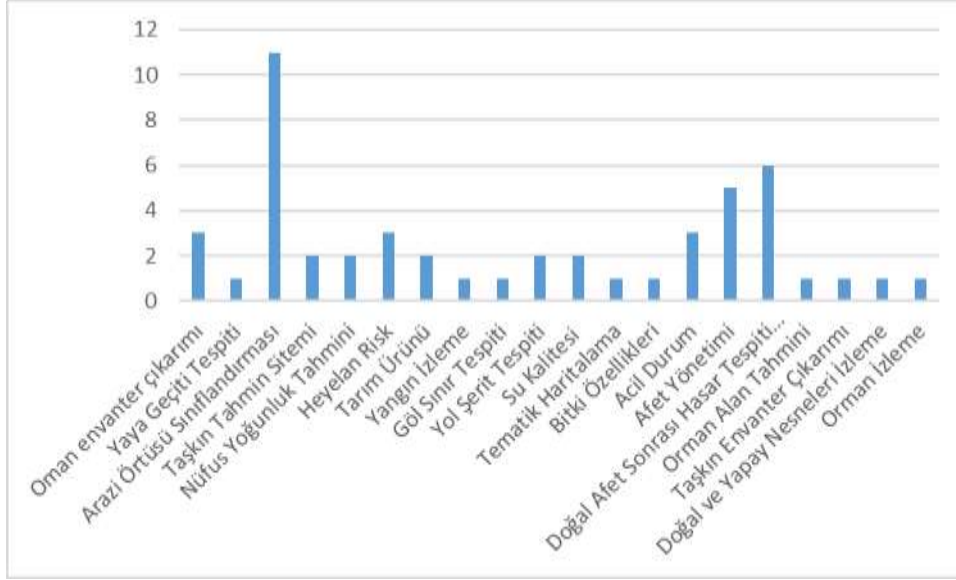
Tablo 3. Çalışma alanlarının kullanıldığı makaleler  
(Table 3. Articles using study areas)

Çalışma Alanı	İlgili Çalışma Sayısı
Detay Çıkarma	14
Sınıflandırma	24
Veri Analizi ve Yorumlama	1
Sınıflandırmada Doğruluğu Arttırma	6



Tablo 3, ilgili makalelerde yapılan çalışmalarda hangi yöntemlerin kullanıldığını göstermektedir. Yapılan çalışmaların çoğunluğunu detay çıkarma ve sınıflandırma oluşturmaktadır.

S2 Hangi uygulama alanlarında kitle kaynak kullanılıyor?  
Şekil 1'de görüldüğü gibi yapılan çalışmaların çoğunluğunu arazi örtüsü sınıflandırma, acil durum, afet yönetimi ve doğal afet sonrası hasar tespiti oluşturmaktadır.



Şekil 1. Kitle kaynak uygulama alanları  
(Figure 1. Crowdsourcing application areas)

S3 Uzaktan algılamada kitle kaynak kullanılan araştırmalarda ne tür çalışma yöntemleri kullanılıyor?

Tablo 4. Uzaktan algılamada kitle kaynak kullanılan araştırmaların çalışma yöntemleri

(Table 4. Study methods of research using crowdsourcing in remote sensing)

Yöntem	İlgili Makale Sayısı	Yüzdellik
Araştırma Makalesi	20	%32
Yeni Yöntem, Teknik, Uygulama, Deneysel çalışmalar...	41	%65
Litaratür Taraması	2	%3
Toplam	63	%100

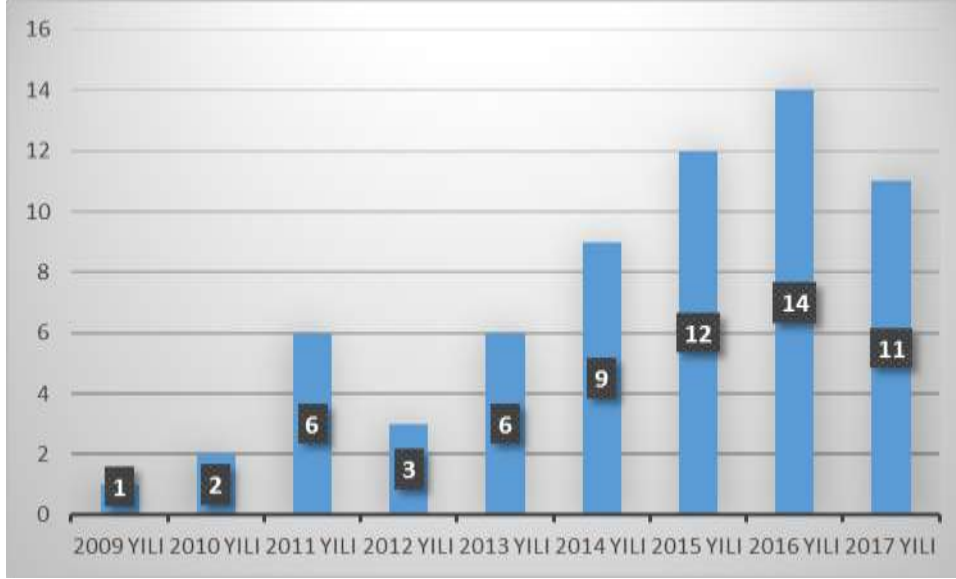
Yapılan çalışmaların çoğunluğu kitlelerin katılabileceği web platformları oluşturulup değerlendirilmesi üzerine dayanmaktadır.

S4. Yapılan çalışmalar hangi yıllarda yapıldı?

Şekil 2'de görüldüğü üzere uzaktan algılama ile ilgili kitle kaynak çalışmalarının ilki 2009 yılında başlatılan Küresel Arazi Örtüsü doğruluğunu arttırmaya yönelik olan Geo-Wiki projesine aittir.

Yapılan çalışmaların 2013 yılından itibaren artarak devam ettiği görülmektedir. 2017 yılı daha bitmediğinden bu yılda ki toplam çalışma sayısı bilinmemektedir.





Şekil 2. Yapılan çalışmaların yıllara göre dağılımı  
(Figure 2. Distribution of study by years)

## 6. SONUÇLAR VE TARTIŞMA (CONCLUSIONS AND DISCUSSION)

Bu çalışmada, uzaktan algılama da kitle kaynak kullanımına ilişkin mevcut araştırmaların değerlendirilmesi amacıyla sistematik literatür taraması yapılmıştır. Literatür taraması işlemi IEEEExplore, Web of Science, Science Direct ve SpringerLink olmak üzere önemli 5 veri tabanı seçilmiştir. "Remote sensing" and "Crowdsourcing" kelimeleri ile arama yapıldığında en fazla sonuç SpringerLink (107) olmasına rağmen çalışmalar incelendiğinde ilgili olan çalışma sayısı 23'e inmiştir. Tarama sonucu 48 makale bulan ve incelemeler sonucu 41'e düşen Web of Science %43'lük ilgili makale sayısı ile en iyi sonucu vermiştir. Science Direct ise 8 sonuç bulmuş ve incelendiğinde ilgili makale sayısı 6'ya düşerek %4'lük katkıyla en kötü sonucu vermiştir. Uzaktan algılama çalışma alanlarında kitle kaynak ile yapılan çalışmalara bakıldığında en fazla çalışmanın 24 ile sınıflandırma konusunda, ikinci en fazla çalışmanın ise 14 çalışma ile detay çıkarma çalışmaları olduğu görülmektedir. Sınıflandırma sonrası doğruluğun arttırılması için ise 6 çalışma mevcuttur.

Kitle kaynak kullanılan uygulama alanlarına bakıldığında, en çok yapılan çalışmaların arazi örsü sınıflandırması (11), doğal afet sonrası hasar tespiti(6), afet yönetimi(5), acil durum(3) orman envanter çıkarımı (3) olduğu görülmektedir. Yapılan büyük projeler ve geliştirilen kitle kaynak platformlarının da çoğunu doğal afet ve acil durum yönetimi ile arazi örtüsü sınıflandırma oluşturmaktadır. Yapılan çalışmalar incelendiğinde; kitle kaynak kullanımı için tasarlanan sitelerin çoğunluğu katılımcılar hakkında yeterli bilgi toplamamaktadır. Bu durum, kişilerin platformlara katılımını kolaylaştırabilir, ancak veri kalitesi ve demografi arasındaki ilişkiler veya motivasyon faktörlerinin anlaşılması üzerine çok az araştırma yapılabileceği anlamına gelmektedir. Katılımcılarla ilgili bilgi eksikliği uygulama faaliyetleri için bir olumsuzluk gibi düşünülebilir. Kitle kaynak ile yapılacak uygulamalar, uygulamadan uygulamaya göre yapılacak iş için kullanılacak materyal çeşitleri ve görevlerin zorluğunun bir fonksiyonudur. Katkıda bulunanların bilgi eksikliği, katılımcıların geçmişi, uzmanlığı ve becerileri elde edilecek verilerin kalitesine yönelik bazı şüpheler oluşturmaktadır. Bu nedenle kitle kaynak ile elde edilen veriler veya yapılan işlerde bir doğruluk değerlendirmesi yapılması gereklidir. Bu doğruluk



değerlendirmesi kitlelerden elde edilen verilerin, varsa mevcutta bulunan doğru verilerle karşılaştırılması ile olabilir. Yapılacak uygulamada uzmanlar tarafından üretilen bilgilerle karşılaştırma ile olabilir. Kitlelerden elde edilen verilerin tekrarlı olarak elde edilmesi sonucu istatistiksel analizlerle de daha doğru sonuçları elde etmek mümkün olabilmektedir. Bu çalışmanın bulgularında biri de, uzaktan algılama bilimi uğraş alanlarında kitle kaynak kullanımı ile ilgili bilimsel literatürün büyümesi ve son üç yıldaki yayın sayısının (2015-2017) belirgin bir şekilde artış göstermesidir. Uzaktan algılama araştırmalarının ilerlemesinde kitle-kaynak çok önemli bir rol oynamaktadır. Kitle kaynak ile çok hızlı güvenilir çözümler üretilmektedir. Ayrıca binlerce insanın kayıp bir uçağın bulunması, dünya arazi örtüsü sınıflandırması, ya da acil durum anında veri toplama gibi manalı bir görev olduğunda hiçbir karşılık beklemeden bu platformlara katkı sağlayacağı açıktır.

#### **NOT (NOTICE)**

Bu bildiri 21-23 Eylül 2017 tarihinde Bayburt'ta düzenlenen International Conference on Advanced Engineering Technologies (ICADET) Konferansında sözlü bildiri olarak sunulmuş ve yeniden yapılandırılmıştır.

#### **KAYNAKLAR (REFERENCES)**

1. Jensen, J.R., (2009). Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective 2/E. Pearson Education India.
2. Lillesand, T.M. and Kiefer, R.W., (1994). Remote Sensing and Photo Interpretation. 3rd. Edition, John Wiley & Sons: New York.
3. Silvestri, S. and Omri, M., (2008). A Method for the Remote Sensing Identification of Uncontrolled Landfills: Formulation and Validation. International Journal of Remote Sensing, 29(4), 975-989.
4. Tang, A.P., Ran, C., Wang, L.F., Gai, L.H., and Dai, M., (2009). Intelligent Digital System in Urban Natural Hazard Mitigation, World Congress on Software Engineering, 2, 355-359.
5. Jha, R.K., Karnataka, H.C., and Pant, D.N., (2009). Forest Land Use Planning for Thanu Range, Dehradun Forest Division, Uttaranchal, Range Management and Agroforestry, 30(1), 72-77.
6. Du, P.J., Liu, P., and Luo, Y., (2009). Urban Thermal Environment Simulation and Prediction Based on Remote Sensing and GIS, IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, 1-5, 2357-2360.
7. Zhang, X.C., Kang, T.J., Wang, H.Y., and Sun, Y., (2010). Analysis on Spatial Structure of Landuse Change Based on Remote Sensing and Geographical Information System, International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 12(2), 145-150.
8. Hu, Z. and Wu, W., (2012). A Satellite Data Portal Developed for Crowdsourcing Data Analysis and Interpretation. In E-Science (E-Science), IEEE 8th International Conference On (Pp. 1-8). IEEE,
9. Thenkabil, P.S., (Ed.), (2015). Remotely Sensed Data Characterization, Classification, and Accuracies. CRC Press.
10. Howe, J., (2008). CROWDSOURCING Kalabalıkların Gücü, Bir İşin Geleceđine Nasıl Şekil Verebilir?. Koçsistem Yayınları.
11. Mcconchie, A., (2015). Hacker Cartography: Crowdsourced Geography, Openstreetmap, and The Hacker Political Imaginary. ACME Int. E-J. Crit. Geogr., 14, 874-898.
12. Goodchild, M.F., (2007). Citizens as Sensors: The World of Volunteered Geography. Geojournal, 69, 211-221.
13. Turner, A., (2006). Introduction to Neogeography; O'Reilly: Sebastopol, CA, USA.



14. Howe, J., (2006). The Rise of Crowdsourcing. *Wired Mag.*, 14, 1-4.
15. Bonney, R., Cooper, C.B., Dickinson, J., Kelling, S., Phillips, T., Rosenberg, K.V., Shirk, J., (2009). Citizen Science: A Developing Tool for Expanding Science Knowledge and Scientific Literacy. *Bioscience*, 59, 977-984.
16. Krumm, J., Davies, N., and Narayanaswami, C., (2008). User-Generated Content. *IEEE Pervasive Comput.*, 7, 10-11.
17. See, Linda, et al., (2016). Crowdsourcing, Citizen Science or Volunteered Geographic Information? The Current State of Crowdsourced Geographic Information. *ISPRS International Journal of Geo-Information* 5.5, 55.
18. Behrend, T.S., et al. (2013). The Viability of Crowdsourcing for Survey Research. *Behavior Research Methods* 43.3,800.
19. Wald, D.J., Quitoriano, V., Worden, B., Hopper, M., Dewey, J.W., (2011). USGS "Did You Feel It?" Internet-Based Macroseismic Intensity Maps. *Ann. Geophys.*, 54(6), 688-707. Doi: 10.4401/Ag-5354.
20. Baklanov, A. and Fritz, S., (2017). Khachay, M., Nurmukhametov, O., Salk, C., See, L., & Shchepashchenko, D. Vote Aggregation Techniques in The Geo-Wiki Crowdsourcing Game: A Case Study. In *International Conference on Analysis of Images, Social Networks and Texts* (pp:41-50). Springer, Cham.
21. Fritz, S., McCallum, I., Schill, C., Perger, C., Grillmayer, R., Achard, F., and Obersteiner, M., (2009). Geo-Wiki. Org: The Use of Crowdsourcing to Improve Global Land Cover. *Remote Sensing*, 1(3), 345-354.
22. <http://www.citizensensor-cost.eu>, Eriřim tarihi:08/11/2017.
23. Digitalglobe: <http://www.digitalglobe.com>, Eriřim tarihi:08/11/2017.
24. Tomnod: <http://www.tomnod.com>, Eriřim tarihi:08/11/2017.
25. Kahraman, Fatih, et al., (2015). Enterprise Crowdsourcing Platform for Geospatial Image Analysis. *Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU)*, IEEE.
26. Kitchenham, B.A. and Charters, S., (2007). Guidelines for Performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering. Tech. Rep. EBSE 2007-001, Keele University and Durham University Joint Report.
27. Biolchini, J., Mian, P.G., Natali, A.C.C., and Travassos, G.H., (2005). Systematic Review in Software Engineering. Technical Report, Systemas Engineering and Computer Science Department/UFRJ.
28. Horita, F.E.A., et al., (2007). The Use of Volunteered Geographic Information (VGI) and Crowdsourcing in Disaster Management: A Systematic Literature Review.
29. Dyba, T., Dingsøy, T., and Hanssen, G.K., (2007). Applying Systematic Reviews to Diverse Study Types: An Experience Report. In *First International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement*.
30. See, L., Perger, C., Duerauer, M., Fritz, S., Bechtel, B., and Ching, J.S., (2015). I. Developing a Community-Based Worldwide Urban Morphology and Materials Database (WUDAPT) Using Remote Sensing and Crowdsourcing for Improved Urban Climate Modelling. In *Urban Remote Sensing Event (JURSE)*, 2015 Joint (pp:1-4). IEEE.
31. Huynh, A., Eguchi, M., Lin, A.Y.M., and Eguchi, R., (2014). Limitations of Crowdsourcing Using the EMS-98 Scale in Remote Disaster Sensing. in *Aerospace Conference*, IEEE (pp:1-7).
32. Liu, J., Hyyppä, J., Yu, X., Jaakkola, A., Kukko, A., and Kaartinen, H.H., (2017). A Novel GNSS Technique for Predicting Boreal Forest Attributes at Low Cost. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 55(9), 4855-4867.



33. Berriel, R.F., Lopes, A.T., De Souza, A.F., and Oliveira-Santos, T., (2017). Deep Learning-Based Large-Scale Automatic Satellite Crosswalk Classification. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, 14(9), 1513-1517.
34. Chi, M., Sun, Z., Qin, Y., Shen, J., and Benediktsson, J.A., (2017). A Novel Methodology to Label Urban Remote Sensing Images Based on Location-Based Social Media Photos. *Proceedings of the IEEE*, 105(10), 1926-1936.
35. De Oca, A.M.M., Bahmanyar, R., Nistor, N., and Datcu, M., (2017). Earth Observation Image Semantic Bias: A Collaborative User Annotation Approach. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*.
36. Semen, P., Boris, S., and Viacheslav, Z., (2015). River Floods Short-Term Forecasting System Based on Integrated Use of Space-Ground Data. In *Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS)*, IEEE International (pp:1377-1380).
37. Huynh, A., Ponto, K., Lin, A. Y. M., and Kuester, F., (2013). Visual Analytics of Inherently Noisy Crowdsourced Data on Ultra High Resolution Displays. In *Aerospace Conference*, IEEE (Pp. 1-8).
38. Hu, Z. and Wu, W., (2012). A Satellite Data Portal Developed for Crowdsourcing Data Analysis and Interpretation. In *E-Science (E-Science)*, IEEE 8th International Conference On (pp:1-8).
39. Dell'Acqua, F., and De Vecchi, D., (2017). Potentials of Active and Passive Geospatial Crowdsourcing in Complementing Sentinel Data and Supporting Copernicus Service Portfolio. *Proceedings of The IEEE*, 105(10), 1913-1925.
40. Kaiser, P., Wegner, J.D., Lucchi, A., Jaggi, M., Hofmann, T., and Schindler, K., (2017). Learning Aerial Image Segmentation from Online Maps. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 55(11), 6054-6068.
41. Gueguen, L., Koenig, J., Reeder, C., Barksdale, T., Saints, J., Stamatiou, K., and Johnston, C., (2017). Mapping Human Settlements and Population at Country Scale from VHR Images. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 10(2), 524-538.
42. Tang, L., Yang, X., Dong, Z., and Li, Q., (2016). CLRIC: Collecting Lane-Based Road Information Via Crowdsourcing. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 17(9), 2552-2562.
43. Galeazzo, D.A., De Vecchi, D., Dell'Acqua, F., and Demattei, P.A., (2005). Small Step towards the Citizen Sensor: A Multi-Purpose Framework for Mobile Apps. In *Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS)*, 2015 IEEE International (pp:1348-1350).
44. Foody, G.M., (2015). Citizen Science In Support of Remote Sensing Research. In *Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS)*, IEEE International (pp:5387-5390).
45. Pyhälähti, T., Toivanen, T., Kallio, K. Y., Järvinen, M., Molinier, M., Koponen, S., and Lindholm, M., (2015). Advances in Combining Optical Citizen Observations on Water Quality with Satellite Observations as Part of an Environmental Monitoring System. In *Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS)*, IEEE International (pp:5395-5398).
46. Rossi, C., Stemberger, W., Bielski, C., Zeug, G., Costa, N., Poletto, D., and Dominici, F., (2015). Coupling Crowdsourcing, Earth Observations, and E-GNSS in a Novel Flood Emergency Service in the Cloud. In *Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS)*, IEEE International (pp:2703-2706).
47. Kahraman, F., Huroglu, C., Imamoglu, M., Ozcan, B.Y., Kalkan, M. I., Hocaoglu, M.A., and Kurt, B., (2015). Enterprise Crowdsourcing



- Platform for Geospatial Image Analysis. In Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU), 2015 23th (pp:1813-1816).
48. Oba, H., Hirota, M., Chbeir, R., Ishikawa, H., and Yokoyama, S., (2014). Towards Better Land Cover Classification Using Geo-Tagged Photographs. In Multimedia (ISM), 2014 IEEE International Symposium on (pp:320-327).
  49. Fritz, S., See, L., Perger, C., Mccallum, I., Schill, C., Schepaschenko, D., and Lesiv., M., (2017). A Global Dataset of Crowdsourced Land Cover and Land Use Reference Data. *Scientific Data*, 4, 170075.
  50. Ali, A.L., Falomir, Z., Schmid, F., and Freksa, C. (2017). Rule-Guided Human Classification of Volunteered Geographic Information. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 127, 3-15.
  51. Laso Bayas, J.C., See, L., Fritz, S., Sturn, T., Perger, C., Dürauer, M., and Mccallum, I., (2016). Crowdsourcing In-Situ Data on Land Cover and Land Use Using Gamification and Mobile Technology. *Remote Sensing*, 8(11), 905.
  52. Kosmala, M., Crall, A., Cheng, R., Hufkens, K., Henderson, S., and Richardson, A.D., (2016). Season Spotter: Using Citizen Science to Validate and Scale Plant Phenology from Near-Surface Remote Sensing. *Remote Sensing*, 8(9), 726.
  53. Salk, C., Sturn, T., See, L., and Fritz., (2016). S. Local Knowledge and Professional Background Have a Minimal Impact on Volunteer Citizen Science Performance in A Land-Cover Classification Task. *Remote Sensing*, 8(9), 774.
  54. Liu, J., Hyyppä, J., Yu, X., Jaakkola, A., Liang, X., Kaartinen, H., and Hyyppä., H., (2016). Can Global Navigation Satellite System Signals Reveal the Ecological Attributes of Forests? *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 50, 74-79.
  55. Ofli, F., Meier, P., Imran, M., Castillo, C., Tuia, D., Rey, N., and Joost, S., (2016). Combining Human Computing and Machine Learning to Make Sense of Big (Aerial) Data for Disaster Response. *Big Data*, 4(1), 47-59.
  56. Foulser-Piggott, R., Spence, R., Eguchi, R., and King, A., (2016). Using Remote Sensing for Building Damage Assessment: GEOCAN Study and Validation for 2011 Christchurch Earthquake. *Earthquake Spectra*, 32(1), 611-631.
  57. Li, D., Tian, K., Wang, F., and Wang, F., (2016). Home Damage Estimation After Disasters Using Crowdsourcing Ideas and Convolutional Neural Networks, ICMA.
  58. Schepaschenko, D.G., Shvidenko, A.Z., Lesiv, M.Y., Ontikov, P.V., Shchepashchenko, M.V., and Kraxner, F., (2015). Estimation of Forest Area and Its Dynamics in Russia Based on Synthesis of Remote Sensing Products. *Contemporary Problems of Ecology*, 8(7), 811-817.
  59. Garaba, S.P., Friedrichs, A., Voß, D., and Zielinski, O., (2015). Classifying Natural Waters with The Forel-Ule Colour Index System: Results, Applications, Correlations and Crowdsourcing. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(12), 16096-16109.
  60. Fekete, A., Tzavella, K., Armas, I., Binner, J., Garschagen, M., Giupponi, C., and Serre., D., (2015). Critical Data Source; Tool or Even Infrastructure? Challenges of Geographic Information Systems and Remote Sensing for Disaster Risk Governance. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 4(4), 1848-1869.



61. Schepaschenko, D., See, L., Lesiv, M., Mccallum, I., Fritz, S., Salk, C., and Kovalevskyi, S., (2015). Development of a Global Hybrid Forest Mask Through the Synergy of Remote Sensing, Crowdsourcing and FAO Statistics. *Remote Sensing of Environment*, 162, 208-220.
62. See, L., Schepaschenko, D., Lesiv, M., Mccallum, I., Fritz, S., Comber, A., and Siraj, M.A., (2015). Building A Hybrid Land Cover Map with Crowdsourcing and Geographically Weighted Regression. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 103, 48-56.
63. Wan, Z., Hong, Y., Khan, S., Gourley, J., Flamig, Z., Kirschbaum, D., and Tang, G., (2014). A Cloud-Based Global Flood Disaster Community Cyber-Infrastructure: Development and Demonstration. *Environmental Modelling & Software*, 58, 86-94.
64. Romanovs, A., Sokolov, B.V., Lektauers, A., Potryasaev, S., and Shkodyrev, V., (2014). Crowdsourcing Interactive Technology for Natural-Technical Objects Integrated Monitoring. In *International Conference on Speech and Computer* (pp:176-183). Springer, Cham.
65. Bello, O.M. and Aina, Y.A., (2014). Satellite Remote Sensing as a Tool in Disaster Management and Sustainable Development: Towards a Synergistic Approach. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 120, 365-373.
66. See, L., Comber, A., Salk, C., Fritz, S., Van Der Velde, M., Perger, C., and Obersteiner, M., (2013). Comparing The Quality of Crowdsourced Data Contributed by Expert and Non-Experts. *Plos One*, 8(7), E69958.
67. Kerle, N. and Hoffman, R.R., (2013). Collaborative Damage Mapping for Emergency Response: The Role of Cognitive Systems Engineering. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 13(1), 97-113.
68. Frye, S., Percivall, G., Moe, K., Mandl, D., Handy, M., and Evans, J., (2013). Towards A Sensor Web Architecture for Disaster Management: Insights from The Namibia Flood Pilot. In *Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS), International* (pp:807-810).
69. Corbane, C., Lemoine, G., and Kauffmann, M., (2012). Relationship Between the Spatial Distribution of SMS Messages Reporting Needs and Building Damage in 2010 Haiti Disaster. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 12(2), 255-265.
70. Ghosh, S., Huyck, C.K., Greene, M., Gill, S.P., Bevington, J., Svekla, W., and Eguchi, R.T., (2011). Crowdsourcing for Rapid Damage Assessment: The Global Earth Observation Catastrophe Assessment Network (GEO-CAN). *Earthquake Spectra*, 27(S1), S179-S198.
71. Clark, M.L. and Aide, T.M., (2011). Virtual Interpretation of Earth Web-Interface Tool (VIEW-IT) for Collecting Land-Use/Land-Cover Reference Data. *Remote Sensing*, 3(3), 601-620.
72. Pistorius, T. and Poona, N., (2014). Accuracy Assessment of Game-Based Crowdsourced Land-Use/Land Cover Image Classification. In *Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS), IEEE International* (pp:4780-4783).
73. Barrington, L., Ghosh, S., Greene, M., Har-Noy, S., Berger, J., Gill, S., Yu-min, A., and Huyck, C., (2012). Crowdsourcing Earthquake Damage Assessment Using Remote Sensing Imagery. *Annals of Geophysics*, 54(6).
74. Heipke, C., (2010). Crowdsourcing Geospatial Data. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 65(6), 550-557.
75. Fritz, S., Mccallum, I., Schill, C., Perger, C., Grillmayer, R., Achard, F., and Obersteiner, M., (2009). Geo-Wiki. Org: The Use of





- Crowdsourcing to Improve Global Land Cover. *Remote Sensing*, 1(3), 345-354.
76. Qi, W., Su, G., Sun, L., Yang, F., and Wu, Y., (2017). "Internet+" Approach to Mapping Exposure and Seismic Vulnerability of Buildings in A Context of Rapid Socioeconomic Growth: A Case Study in Tangshan, China. *Natural Hazards*, 86(1), 107-139.
  77. Boulos, M.N.K., Resch, B., Crowley, D.N., Breslin, J.G., Sohn, G., Burtner, R., and Chuang, K.Y.S., (2011). Crowdsourcing, Citizen Sensing and Sensor Web Technologies for Public and Environmental Health Surveillance and Crisis Management: Trends, OGC Standards and Application Examples. *International Journal of Health Geographics*, 10(1), 67.
  78. Daume, S., Albert, M., and Von Gadow, K., (2014). Assessing Citizen Science Opportunities in Forest Monitoring Using Probabilistic Topic Modelling. *Forest Ecosystems*, 1(1), 11.
  79. Bogaert, P. and Gengler, S., (2017). Bayesian Maximum Entropy and Data Fusion for Processing Qualitative Data: Theory and Application for Crowdsourced Cropland Occurrences in Ethiopia. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 1-17.
  80. Ogie, R.I., Forehead, H., Clarke, R.J., and Perez, P., (2017). Participation Patterns and Reliability of Human Sensing in Crowdsourced Disaster Management. *Information Systems Frontiers*, 1-16.
  81. Zhao, J., Wang, X., Lin, Q., and Li, J., (2015). Exploration of Applying Crowdsourcing in Geosciences: A Case Study of Qinghai-Tibetan Lake Extraction. In *International Conference on Collaborative Computing: Networking, Applications and Worksharing* (pp:329-334). Springer, Cham.
  82. Maisonneuve, N. and Chopard, B., (2012). Crowdsourcing Satellite Imagery Analysis: Study of Parallel and Iterative Models. In *International Conference on Geographic Information Science* (Pp. 116-131). Springer, Berlin, Heidelberg.
  83. Baklanov, A., Fritz, S., Khachay, M., Nurmukhametov, O., Salk, C., See, L., and Shchepashchenko, D., (2016). Vote Aggregation Techniques in the Geo-Wiki Crowdsourcing Game: A Case Study. In *International Conference On Analysis of Images, Social Networks and Texts* (pp:41-50). Springer, Cham.
  84. Comber, A., Brunsdon, C., See, L., Fritz, S., and McCallum, I., (2013). Comparing Expert and Non-Expert Conceptualisations of the Land: An Analysis of Crowdsourced Land Cover Data. In *International Conference on Spatial Information Theory* (pp.. 243-260). Springer, Cham.
  85. Baklanov, A., Fritz, S., Khachay, M., Nurmukhametov, O., and See, L., (2016). The Cropland Capture Game: Good Annotators Versus Vote Aggregation Methods. In *Advanced Computational Methods for Knowledge Engineering* (pp:167-180). Springer International Publishing.
  86. Estima, J. and Painho, M., (2013). Flickr Geotagged and Publicly Available Photos: Preliminary Study of Its Adequacy for Helping Quality Control of Corine Land Cover. In *International Conference on Computational Science and Its Applications* (pp:205-220). Springer, Berlin, Heidelberg.
  87. Fritz, S., See, L., McCallum, I., Schill, C., Perger, C., and Obersteiner, M., (2011). Building A Crowd-Sourcing Tool for The Validation of Urban Extent and Gridded Population. In *International Conference On Computational Science and Its Applications* (pp:39-50). Springer, Berlin, Heidelberg.
  88. Mancini, F., Capra, A., Castagnetti, C., Ceppi, C., Bertacchini, E., and Rivola, R., (2015). Contribution of Geomatics Engineering





- and VGI within the Landslide Risk Assessment Procedures. In International Conference On Computational Science and Its Applications (pp:635-647). Springer, Cham.
89. Núñez-Redó, M., Díaz, L., Gil, J., González, D., and Huerta, J., (2011). Discovery and Integration of Web 2.0 Content into Geospatial Information Infrastructures: A Use Case in Wild Fire Monitoring. In International Conference on Availability, Reliability, and Security (pp:50-68). Springer, Berlin, Heidelberg.
  90. Ali, A.L. and Schmid, F., (2014). Data Quality Assurance for Volunteered Geographic Information. In International Conference on Geographic Information Science (Pp. 126-141). Springer, Cham.
  91. Ding, Y., Zheng, J., Tan, H., Luo, W., and Ni, L.M., (2014). Inferring Road Type in Crowdsourced Map Services. In International Conference on Database Systems for Advanced Applications (pp:392-406). Springer, Cham.