

Coğrafi Bilgi Teknolojilerinin Sivil Bilimdeki Yeri

Sultan Kocaman¹, Berk Anbaroğlu¹, Ayşenur Uğurlu², Nusret Demir³

¹Hacettepe Üniversitesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü, Ankara

²Hacettepe Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Ankara

³Akdeniz Üniversitesi, Uzay Bilimleri ve Teknolojileri, Antalya
e-posta: sultankocaman@hacettepe.edu.tr

Geliş Tarihi: 01.02.2017 ; Kabul Tarihi: 24.07.2017

Özet

Sivil Bilim (Citizen Science), bir alanda profesyonel veya bilim insanı olmayan kişilerin o alandaki bilimsel süreçlere katılımını ifade eder. Sivil Bilimin amacı, gönüllülerin bilimsel araştırma süreçlerine katılımını sağlamak ve bunun için gerekli teknik ve idari altyapıyı oluşturmaktır. Sivil bilim, mobil teknolojilerin hızla geliştiği günümüzde, katılımın sağlanabilmesi için ihtiyaç duyulan temel kaynakların ve eğitim materyallerinin hazırlanması, gönüllülerin motivasyonun nasıl artırılabilirliğinin araştırılması, teknik altyapının geliştirilmesi ve yapılan çalışmanın sürdürülebilir olması gibi çalışmaları kapsamaktadır. Sivil Bilim aynı zamanda Türkiye’de çok yeni bir araştırma alanıdır ve uygulamaları sınırlıdır. Bunun yanında gelişmiş ülkelerin birçoğunda güncel ve gelişmekte olan bir araştırma alanıdır ve pek çok başarılı çalışma gerçekleştirilmektedir. Bir araştırma projesine sivil katılım sağlandığında toplumsal duyarlılık da gelişeceğinden, “bilim” de daha kapsayıcı olacaktır. Bu makalenin amacı, Sivil Bilim alanında günümüze kadar yapılmış çalışmalarını özetlemek ve Türkiye’deki gelişmeleri değerlendirmektir.

Anahtar kelimeler

Sivil Bilim; Gönüllü
Coğrafi Veri; Açık Veri;
Açık Bilim

The Role of Geospatial Technologies in Citizen Science

Abstract

Citizen Science refers to the contribution of ordinary citizens to scientific processes. The key components of a citizen science project are the development of training materials, searching for best-practices to improve citizen engagement, the development of the technical infrastructure for data collection and analysis, and ensuring sustainability with the help of mobile technologies. Even though citizen science is currently an active research agenda in developed countries, it is still considered to be a recent research endeavor in Turkey. Citizen participation in science would raise public awareness, which eventually contributes to the democratization of the scientific processes and information sharing. This paper aims to summarize the literature and discuss the progress made so far in Turkey.

Keywords

Citizen Science;
Volunteered
Geographic
Information; Open
Data; Open Science

© Afyon Kocatepe Üniversitesi

1. Giriş

Günümüzde gerek eğitim gerekse araştırma dünyası Bilim 2.0 olarak adlandırılan süreci yaşamaktadır (Szkuta, 2016). Bu süreçte, disiplinler arası çalışma, açık veri, açık bilim gibi kavramlar öne çıkmaktadır. Disiplinler arası çalışma ile araştırmacıların farklı disiplinlerden araştırmacılarla ortak çalışmalar yapması teşvik edilmektedir. “Açık veri” kavramı ile çoğu zaman belirli kurumların tekelinde olan “veri”nin tüm toplumla paylaşılması hedeflenmektedir. Son olarak da “açık bilim” ile

yapılan bilimsel çalışmaların toplumun her kesimine erişiminin sağlanması hedeflenmektedir ve akademik yayınlara ücretsiz erişim teşvik edilmektedir. Bu gelişmelerin temel nedeni, artık herhangi bir toplumsal veya bilimsel sorunun tek bir uzmanlık alanında çalışan kişilerce çözülmesinin mümkün olmamasıdır. Günümüzün karmaşık sorunlarına çözüm yolları aramak için belirtilen kavramların benimsenmesi bir ihtiyaç haline gelmiştir. Bu gelişmeler sadece günümüz sorunlarının çözümüne katkı sağlamakla kalmayacak, aynı zamanda da bilimde daha şeffaf

ve katılımcı bir ortam sağlanmasına da katkıda bulunacaktır.

Bu kapsamda bilimsel süreçlere sivil katılımın sağlanması büyük önem arz etmektedir. Ancak bu şekilde günümüzün karmaşık sorunlarına daha çoğulcu bir yaklaşım getirilebilir ve toplumun bu sorunlar karşısında bilinçlendirilmesine katkı sağlanmış olur. Sivil Bilim, çoğunlukla profesyonel bilim insanları ve enstitülerin denetimi altında, halkın katılımıyla gerçekleştirilen bilimsel çalışmalarlardır. Bu kavram, farklı çalışmalarda Vatandaş Bilimi veya Halk Tabanlı Bilim olarak da adlandırılmıştır (Int. Kyn. 4). Sivil Bilimin amacı, gönüllülerin bilimsel araştırma süreçlerine katılımını sağlamak ve bunun için gerekli altyapıyı oluşturmaktır (Anbaroğlu vd., 2017).

Mobil teknolojilerin hızla gelişmesiyle sivil bilim üzerine yapılan çalışmalar da günümüzde hız kazanmıştır (Luther vd., 2009). Bilimsel araştırma projelerinin çoğunlukla vatandaşların vergileriyle karşılandığı düşünüldüğünde, siviller bu araştırma sonuçlarının kendi yaşamlarına ne gibi etkileri olacağını öğrenmek ve dolayısıyla da bilimsel süreçlere dahil olmak istemektedirler (Silvertown, 2009). En önemlisi, geniş katılımlı çalışmaların proje hedeflerine ulaşmada kritik öneme sahip olduğu düşünülmektedir (Lottig vd., 2014).

Coğrafi bilişimin gelişimi, sivil bilimin gelişimine de yaşamsal bir katkı sağlamaktadır. Mobil teknolojilerin de yaygınlaşmasıyla mekansal veri toplamak da oldukça kolaylaşmıştır. Bu makalenin yazıldığı an için üst sınıf cep telefonlarında standart olarak GPS/GLONASS alıcısı, dönüklük ve ivme ölçerler, görüntü ve ses kayıt birimleri, manyetik alan ölçüm sistemi (pusula), lazer teknolojisi ile mesafe ölçümü ve barometre sensörleri bulunmaktadır. Ayrıca bu cihazlara termal kamera gibi ek sensörler kolayca entegre edilebilmektedir. Veri iletimi için ise özellikle dış mekanlarda GSM hattı üzerinden Internet bağlantısı tercih edilmektedir.

Bunun yanında, mobil ve web tabanlı CBS (Coğrafi Bilgi Sistemi) uygulamaları ise, özellikle veri girişi, görüntülenmesi, saklanması ve farklı kaynaklardan

toplanan verilerin konumsal analizinde yardımcı olmaktadır. Aynı bölgede farklı zamanlarda ve farklı konular için yürütülmüş sivil bilim projeleri, coğrafi veritabanları ve CBS analizleri yardımıyla kolaylıkla bir araya getirilebilir ve aralarında ilişki kurulabilir. Ayrıca aynı sivil bilim projesi içinde kullanılacak bir CBS, veri entegrasyonu, analiz, kalite kontrol ve görselleştirme/sunum platformu olarak kullanılabilir.

Diğer yandan, Sivil Bilim, eskiden sadece sorumlu kurum ve kuruluşlar tarafından toplanabilen coğrafi veriler için de önemli bir veri kaynağı olmaya başlamıştır (See vd., 2016). Alan dışı kişiler tarafından konum ve öznitelik bilgilerinin toplanması kavramı literatürde farklı isimler almaktadır. Bu terimlerden coğrafi sivil bilim dışında en yaygın kullanılanları arasında gönüllü coğrafi bilgi (volunteered geographic information (VGI)), yeni coğrafya (neogeography), kitle kaynak (crowdsourcing), kullanıcı kaynaklı içerik (user-generated content), katılımcı algılama (participatory sensing), harita çözümlene (map hacking) ve işbirlikçi haritalama (collaborative mapping) sayılabilir. See vd. (2016) tarafından yapılan araştırma, bu terimler arasında en yaygın olanının Sivil Bilim olduğunu göstermiştir.

Bu makalenin ikinci bölümünde sivil bilim alanında yapılmış çalışmalarla ilgili bir yazın araştırması sunulacaktır. Üçüncü bölümde Türkiye’de bu alanda yapılan “ilk girişimler” değerlendirilecektir. Sonuç bölümünde de, sivil bilim alanındaki mevcut araştırma ve uygulama olanakları değerlendirilecektir.

2. Yazın Araştırması

Sivil katılımın bilimsel süreçlere dahil olması aslında güncel bir gelişme sayılamaz. “Bilim insan”lığı 1800’lü yılların sonlarına doğru bir meslek haline gelmiştir ve bu tarihten önce bilimsel gelişmeleri gerçekleştiren insanlar merak ve araştırma heyecanına sahip sivillerdi (Vetter, 2011). Örnek olarak Fransa’da şarap üreticileri üzüm hasat tarihlerini 640 yıldır yazmaktadırlar. Japonlar kiraz ağacının çiçek açtığı tarihleri 1200 yıldır

izlemektedirler. Çin’de hem siviller hem de yetkililer, çekirge istilalarını 3500 yıldır takip etmektedirler (Miller-Rushing ve Primack, 2008).

Bilim’in bir meslek haline gelip, bu işten geçimini sağlayan bilim insanlarının sayısının artmasıyla, sivillerin bilimsel araştırmalara dahil olmasına gerek kalmadığı gibi bir düşünce hakim olmaya başlamıştır. Ancak sivil katılım bilimsel gelişimin önündeki bazı önemli zorlukları azaltabilecek veya ortadan kaldıracaktır. Örneğin, izleme çalışmalarında veri toplama faaliyetlerini yürüten kamu kuruluşları ancak kısıtlı maddi ve personel kaynaklarıyla çalışmaktadırlar. Dolayısıyla kısıtlı mekanlarda ve zaman aralıklarında ölçüm yapabilmektedirler. Sivil katılımı bu önemli kısıt ortadan kalkmaktadır. Bununla ilgili çeşitli girişimler bulunmaktadır (Amerikan Fenoloji Programı, <https://www.usanpn.org>; Dünya Su İzleme Programı, <http://www.monitorwater.org>). Böyle girişimler ile daha bütüncül çalışmalar yapılabilmektedir. Örneğin, güncel bir başarı hikayesi olarak, eBird (<http://ebird.org/>) veritabanında sivil katılımı sağlanan milyonlarca gözlem olmasaydı; göçmen kuşların bahar ve güz göç yolları tespit edilemeyecekti (Sorte vd., 2016).

Diğer yandan, bilim insanları zaman ve kaynak kısıtlamalarından dolayı, yerel sorunlarla (örnek olarak hava/su/toprak kirliliği, haşere istilası vb.) yeterince ilgilenemeyebilirler. Ayrıca ilgili alanda çalışan profesyonellerin ve yasal mercilerin çabaları da aynı nedenlerden yetersiz kalabilir. Ancak, yerel sorunlar da son derece önemlidir ve orada yaşayan halkın bu sorunların belirlenmesine ve çözümüne dönük katılımı son derece önemlidir (Vitos vd., 2013). Örnek olarak 1969 yılında A.B.D.’nin Maryland eyaletindeki nehirlerin korunması ve iyileştirilmesine yönelik yerel bir proje olarak başlayan “Save our Waters” (Firehock ve West, 1995), ülke çapında tanınarak nehirlerin iyileştirilmesine yönelik bir öncü model niteliği taşımaktadır.

Şu anda aktif olan ve dünyaca tanınır hale gelmiş çeşitli sivil bilim girişimleri vardır. Bunlardan belki de en bilineni, herkese ve her dilde erişime açık olan, herkesin bir başlık hakkında bilgi ekleyip-

güncelleyebileceği, çevrimiçi ansiklopedi Wikipedia’dır. Wikipedia’nın içeriğinin en köklü ansiklopedi olan Encyclopaedia Britannica ile benzer nitelikte olduğunu belirten çalışmalar prestijli dergilerde yayınlanmıştır (Giles, 2005). Bir diğer başarılı sivil bilim girişimi ise, 2004 yılında dünyanın haritalanması hedefiyle hayatımıza giren OpenStreetMap’tir (Int. Kyn. 6). Yaklaşık üç milyon kayıtlı kullanıcısıyla, günlük on binlerce yeni yolun eklendiği OSM, hem sosyal hem de teknik birçok sorunun çözümüne katkı sağlamaktadır (Haklay ve Weber, 2008; Arsanjani vd., 2017). Her ne kadar başarılı sivil bilim girişimlerinin hepsini burada belirtmek mümkün olmasa da, Zooniverse (Int. Kyn. 1) ve Scistarter (Int. Kyn. 2) gibi çatı proje girişimlerinden de bahsetmek gerekir. Galaksilerin sınıflandırılmasından, tarihsel belgelerin çözümlenmesine kadar birçok sivil bilim projesine ev sahipliği yapan bu tür sayfalarla kullanıcılar ilgi alanlarına giren projeleri inceleyebilirler.

Haklay (2013), Sivil Bilim projelerine katılımın seviyelerini dört farklı aşamada değerlendirmiştir (Tablo 1). Pek çok sivil bilim projesi, bu seviye tanımlarına göre sınıflandırılabilir.

Tablo 1. Gönüllülerin Sivil Bilim projelerine katılım seviyeleri (Haklay, 2013).

Seviye 4	Mutlak Sivil Bilim
	<ul style="list-style-type: none">İşbirlikçi bilim: problem tanımlama, veri toplama ve analiz
Seviye 3	Katılımcı bilim
	<ul style="list-style-type: none">Problem tanımına ve veri toplamaya katkı
Seviye 2	Dağıtık akıl
	<ul style="list-style-type: none">Sivillerin basit yorumcu olmalarıGönüllü düşünme
Seviye 1	Kitle Kaynak
	<ul style="list-style-type: none">Sivillerin sensör görevi görmeleriGönüllü hesaplama

Sivil bilim her ne kadar toplumun bilinçlenmesine, eğlenerek öğrenmesine ve sorunların çözümüne çoğulcu yaklaşım getirilmesine katkı sağlasa da, çeşitli kısıtlamaları vardır. İlk olarak; sivil izleme çalışmalarında bir bölgeye ait ölçümler farklı kişiler tarafından, farklı zaman aralıklarında yapılabilir. Aynı soruna farklı bakış açıları ve tanımlamalar (örneğin bir çiçek hangi durumda açmış sayılır), farklı örnekleme boyutları ve sıklığı ile yaklaşıldığında, farklı sonuçlar elde edilebilir

(Miller-Rushing ve Primack, 2008). Bir başka deyişle sivil bilimde öznel değerlendirmelerin nasıl en aza indirilebileceği halen önemli bir araştırma konusudur. Bu açıdan pek çok proje için katılımcıların eğitimi önemli olmaktadır. İkinci olarak, sivil katılımı sağlanan verinin kalitesi üzerine de önemli araştırmalar yapılmaktadır (Flanagin ve Metzger, 2008). Sivil katılımı sağlanan veri miktarındaki artışlar, toplanan verinin ne ölçüde güvenilir olduğunu tartışmaya açmaktadır. Bunun yanında sayıları azalan profesyonel denetim personeli ve ihmal edilen kalite kontrol standartları sivil katılımı toplanan veriye güveni azaltmaktadır (Tulloch, 2007). Son olarak katılım sürekliliği için motivasyonunun sağlanması halen aktif olan bir araştırma alanıdır. Bu açıdan, oyunlaştırma tekniklerinin sivil bilim projelerine entegrasyonu önemli olabilmektedir.

3. Türkiye’de Yapılan Çalışmalar

Türkiye’de sivil bilim çok yeni bir araştırma alanı olmakla birlikte, bu alanda çeşitli çalışmalar, farklı terminolojilerle altında, yapılmıştır. Örnek olarak Devlet Su İşleri, kısmi süreli çalışan rasatçılar sayesinde “nehir debisi” verisi toplamıştır (DSİ, 2013). Bu yaklaşımı sivil bilimden ayıran temel fark, rasatçıların çalışan olarak gözükmeleri ve dolayısıyla beraberinde gelen hukuksal süreçlerin daha farklı işlenmesidir. Ancak rasatçılar da, temel eğitim seviyesine sahip, sivil halktan kişilerdir. Bunun yanında, yine DSİ, gelişen mobil teknolojileri kullanarak “Taşkın, Arıza ve Müdahale Mekansal Bilgi Sistemi (TAMBİS)” mobil uygulamasını geliştirmiştir (DSİ, 2016). Bu uygulamanın da sivil bilim yaklaşımından ayrılan bir noktası bildirilen şikayetlerin diğer kişiler tarafından görünmemesidir. Bunun temel nedeni veri kalitesini mümkün olduğunca iyileştirmektir. Nitekim, uygulamaya sadece TC kimlik numarasıyla ad-soyad bilgileri uyuşan kişiler girdi sağlayabilmektedir. Böylece, aslında yasal olarak da geçerliliği olan bir süreç başlamaktadır (örnek olarak bir şikayetin belirli bir zaman içinde çözülmesi). Ancak bu yöntemin temel sıkıntısı, bir kişi tarafından girilen bir şikayetin diğer kişiler

tarafından görülememesidir. Böylece, aynı şikayet birden çok kişi tarafından girilebilir ve bu da şikayetlerin uzmanlarca kontrol edilmesi süreci uzatacaktır.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü de bu alanda çalışmalar yapmıştır. Proje ile, amatör gözlemcilerin çevrelerinde gördükleri meteorolojik olayları bir web adresi üzerinden Genel Müdürlüğe bildirerek, yurt genelindeki meteorolojik olayların gözlemlenmesinde destek sağlamaları hedeflenmiştir (Int. Kyn. 5). Bir aylık kısa bir süre içinde yaklaşık 2000 başvuru alan sistem, sivil bilimin ne kadar kısa sürede ne kadar çok kişiye ulaşabileceğini göstermektedir. Bunun yanında İstanbul için kar tahminlerinin gönüllüler tarafından paylaşıldığı, “Kar Sevdalıları” adında bir forum sitesi 2011 yılında kurulmuş olup, halen kullanıcıların ilgisi devam etmektedir (Int. Kyn. 3). “Fahri Meteorolog” imzalı bir bildiri ise, gönüllü meteorologların yaşadığı sıkıntıların başında bilgiyi yorumlama, verilere ulaşma ve bilginin asli kaynağına ulaşma konusunda olduğu belirtilmektedir (Fahri Meteorolog, 2013).

Çevresel izleme, özellikle su kalitesinin izlenmesinde de ülkemizde gelişmeler yaşanmaktadır. Geçtiğimiz günlerde Orman ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü bünyesinde gerçekleştirilen su izleme günü etkinlikleri kapsamında, “Sivil Bilim Çalışma Grubu” kurularak, su izlenmesinde sivil katılımın önemi, nasıl arttırılabileceği, eğitimcilerin eğitimi, veri kalitesi, iş güvenliği ve pilot bölge seçimi gibi konular tartışılmıştır (JMO, 2016). Sivil katılımı gönüllülerin su kaynaklarının fiziksel (debi, sıcaklık, iletkenlik), biyolojik (makro omurgasızlar, bakteri, klorofil-a) ve kimyasal (pH, metal, nutrient) su kalite parameterlerini izleyebilecekleri belirtilmiştir. Ayrıca, sivil bilim gönüllülerinin, su kaynaklarında bulunan istilacı türlerin azaltılması ve su kaynaklarının rehabilite edilmesi çalışmalarında yer alabileceği vurgulanmıştır.

4. Tartışma ve Sonuç

Bu makalenin amacı Sivil Bilim kavramına, coğrafi

veri ile ilişkisine ve bu alanda yapılan çalışmalara bir genel bakış sağlamaktır. Bu amaçla ülkemizde ve dünyada yapılan çalışmalar kısmen özetlenmiş ve temel sorunlar vurgulanmıştır.

Sivil Bilim mobil teknolojilerin yaygın kullanımıyla önemi hızla artan bir araştırma alanı olarak karşımıza çıkmaktadır. Gerekli teknik altyapının hazırlanmasından, toplanan veri kalitesini belirli bir seviyenin üzerinde tutulmasına ve gönüllülerin araştırma alanıyla ilgili bilgilendirilmesine kadar birçok farklı çalışma alanını içeren sivil bilim projeleri; dolayısıyla, disiplinler arası bir yapıdadır (Lukyanenko, 2011). Mobil teknolojilerin geliştirilmesi konusunda yazılım mühendisleri görev almaktayken, eğitim materyallerinin hazırlanmasında ilgili alanın uzmanları çalışmaktadır. Bunun yanında, gönüllülerin motivasyonlarının nasıl artırılabilirliği ise sosyal bilim insanları ile yine yazılım mühendislerinin ilgi alanına girmektedir. Farklı uzmanlık alanlarından insanların ortak bir amaç için çalışmasını sağlayan Sivil Bilimin, gönüllülerin bilinçlenmesine ve bilgi paylaşımı kültürünün gelişmesine de katkı sağlayacağını düşünüyoruz.

Coğrafi bilişim teknolojilerinin gelişimi ve coğrafi veri toplama araçlarının yaygınlaşması, sivil bilim ve coğrafi bilgi alanlarının etkileşimini arttırmış ve karşılıklı fayda sağlamıştır. Coğrafi bilgi sivil bilime veri toplama, entegrasyon, saklama, görselleştirme, verinin mekansal tabanlı kalitesinin incelenmesi ve mekansal analiz alanlarında önemli katkılar sağlamakta ve kaynaştırıcı bir platform olarak görev yapmaktadır. Coğrafi verinin gönüllüler aracılığıyla toplanması ise veri toplama maliyetlerinin düşürülmesi, mekansal ve zamansal frekansın arttırılması ve basit yorumlama ve analizlerin kısa sürede yapılması açısından önemli olmaktadır. Bu tür çalışmaların ülkemizde de hızla yaygınlaşacağı öngörülebilir.

5. Kaynaklar

Anbaroğlu, B., Kocaman, S., Uğurlu, A., Demir, N., 2017. Sivil Bilim: Mobil Çağda Bilimsel Süreçlerin Gelişimine Yeni Bir Yaklaşım. 19. Akademik Bilişim Konferansı AB 2017, 8-10 Şubat, Aksaray.

Arsanjani, J.J., Zipf, A., Mooney, P., Helbich, M., 2015. OpenStreetMap in GIScience. 324 s. ISBN 978-3-319-14279-1

DSİ, 2013. Tes-iş türkiye enerji, su ve gaz işçileri sendikası ile kamu - iş kamu işletmeleri işverenleri sendikası arasında dsi devlet su işleri genel müdürlüğü ve bağlı işyerleri için bağitlanan 15. Dönem işletme toplu iş sözleşmesi.

DSİ, 2016. DSİ TAMBİS, Başarsoft.

Fahri Meteorolog, 2013. Meteoroloji Biliminde Son Yillardaki Gelişmeler Ve Amatör (Gönüllü) Meteorologların Önem Kazanma Süreci.

Firehock, K., West, J., 1995. A Brief History of Volunteer Biological Water Monitoring Using Macroinvertebrates. J. North Am. Benthol. Soc., c. 14, sayı 1, ss. 197-202.

Flanagin, A. J., Metzger, M. J., 2008. The credibility of volunteered geographic information. GeoJournal, c. 72, sayı 3-4, ss. 137-148.

Giles, J., 2005. Internet encyclopaedias go head to head. Nature, c. 438, sayı 7070, ss. 900-901.

Haklay, M., 2013. Citizen science and volunteered geographic information: Overview and typology of participation. In Crowdsourcing geographic knowledge (pp. 105-122). Springer Netherlands. doi:10.1007/978-94-007-4587-2_7

Haklay, M., Weber, P., 2008. OpenStreetMap: User-Generated Street Maps. IEEE Pervasive Comput., c. 7, sayı 4, ss. 12-18.

JMO, 2016. Su İzleme Günü Çalıştayı. http://www.jmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=9206&tipi=1&sube=0#.WBMvsCT6u94. [Erişim: 28-Eki-2016].

Lottig, N. R., vd., 2014. Long-Term Citizen-Collected Data Reveal Geographical Patterns and Temporal Trends in Lake Water Clarity. PLOS ONE, c. 9, sayı 4, s. e95769.

Lukyanenko, R. vd. 2011. 'Citizen Science 2.0: Data Management Principles to Harness the Power of the

- Crowd'. In Service-Oriented Perspectives in Design Science Research, 465–73. Lecture Notes in Computer Science. Springer, Berlin, Heidelberg. doi:10.1007/978-3-642-20633-7_34.
- Luther, K., Counts, S., Stecher, K. B., Hoff, A., Johns, P., 2009. Pathfinder: An Online Collaboration Environment for Citizen Scientists. Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, New York, NY, USA, ss. 239–248.
- Miller-Rushing, A. J., Primack, R. B., 2008. Global Warming and Flowering Times in Thoreau's Concord: A Community Perspective. Ecology, c. 89, sayı 2, ss. 332–341.
- See, L. vd., 2016. Crowdsourcing, Citizen Science or Volunteered Geographic Information? The Current State of Crowdsourced Geographic Information. ISPRS Int. J. Geo-Inf., 5, 55; doi:10.3390/ijgi5050055
- Silvertown, J., 2009. A new dawn for citizen science. Trends Ecol. Evol., c. 24, sayı 9, ss. 467–471.
- Sorte, F. A. L., Fink, D., Hochachka, W. M., Kelling, S., 2016. Convergence of broad-scale migration strategies in terrestrial birds. Proc R Soc B, c. 283, sayı 1823, s. 20152588.
- Szkuta, K., ve Osimo, D., 2016. 'Rebooting Science? Implications of Science 2.0 Main Trends for Scientific Method and Research Institutions'. Foresight 18 (3): 204–23. doi:10.1108/FS-06-2014-0040.
- Tulloch, D.L., 2007. Many, many maps: Empowerment and online participatory mapping. First Monday, c.12, s.2.
- Vetter, J., 2011. Introduction: Lay Participation in the History of Scientific Observation. Sci. Context, c. 24, sayı 2, ss. 127–141.
- Vitos, M., Lewis, J., Stevens, M., Haklay, M., 2013. Making Local Knowledge Matter: Supporting Non-literate People to Monitor Poaching in Congo. Proceedings of the 3rd ACM Symposium on Computing for Development, New York, NY, USA, s. 1:1–1:10.
- 1- <https://www.zooniverse.org/> (07.04.2017)
- 2- <http://scistarter.com/>, (07.04.2017)
- 3- <http://wowturkey.com/forum/viewtopic.php?t=107231>. (28.10.2016)
- 4- https://tr.wikipedia.org/wiki/Vatanda%C5%9F_bilimi, (07.04.2017)
- 5- <http://arsiv.ntv.com.tr/news/359028.asp>, (28.10.2016)
- 6- https://www.openstreetmap.org, (07.04.2017)

İnternet kaynakları