

CO RAF B LG TEKNOLOJ LER N N S V L B L MDEK YER

Sultan Kocaman^{1,*}, Berk Anbaro lu¹, Ay enur U urlu², Nusret Demir³

¹ Hacettepe Üniversitesi, Geomatik Müh. Böl., Ankara - (sultankocaman, banbar)@hacettepe.edu.tr

² Hacettepe Üniversitesi, Çevre Müh. Böl., Ankara - ugurlu@hacettepe.edu.tr

³ Akdeniz Üniversitesi, Uzun Bilimleri ve Teknolojileri, Antalya - nusretdemir@akdeniz.edu.tr

Anahtar Sözcükler: Sivil Bilim, Gönüllü Co rafı Veri, Açık Veri, Açık Bilim

ÖZET:

Sivil Bilim (Citizen Science), alanında profesyonel veya bilim insanı olmayan ki ilerinin bilimsel süreçlere katılımını ifade eder. Sivil Bilimin amacı, gönüllülerin bilimsel ara tırma süreçlerine katılımını sa lamak ve bunun için gerekli altyapıyı olu turmaktır. Mobil teknolojilerin hızla geli ti i günümüzde, sivil katılımın sa lanabilmesi için ihtiyaç duyulan temel kaynakların ve e itim materyallerinin hazırlanması, sivil katılımın motivasyonunun nasıl artırılabilce inin ara tırılması, teknik altyapının geli tirilmesi ve yapılan çalı manın sürdürülebilir olması gibi çalı maları kapsamaktadır. Sivil Bilim, Türkiye’de çok yeni bir ara tırma alanıdır ve uygulamaları sınırlıdır. Bunun yanında geli mi ölkelerin birço unda güncel ve geli mekte olan bir ara tırma alanıdır ve bu alanda birçok ba arılı çalı ma gerçekte tirilmi tir. Sivil katılım sa landı nda toplumsal duyarlılık da geli ece inden, “bilim” de daha kapsayıcı olacaktır. Bu bildirinin amacı, Sivil Bilim alanında günümüze kadar yapılmı çalı maları özetlemek ve Türkiye’deki geli meleri de erlendirmektir.

Keywords: Citizen Science, Volunteer Geographic Information, Open Data, Open 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.

1. G R

Günümüzde gerek e itim gerekse ara tırma dünyası Bilim 2.0 olarak adlandırılan süreci ya amaktadır. Bu süreçte, disiplinler arası çalı ma, açık veri, açık bilim gibi kavramlar öne çıkmaktadır. Disiplinler arası çalı ma ile ara tırmacıların farklı disiplinlerden ara tırmacılarla ortak çalı malar yapması te vik edilmekte, açık veri kavramı ile ço u zaman belirli kurumların tekelinde olan “veri”nin tüm toplumla payla ılması hedeflenmekte ve açık bilim ile yapılan bilimsel çalı maların toplumun her kesimine eri iminin sa lanması hedeflenmektedir. Bu geli melerin temel nedeni de, artık herhangi bir toplumsal veya bilimsel sorunun tek bir uzmanlık alanında çalı an ki ilerce çözümleninin mümkün olmamasıdır. Günümüzün karma ık sorunlarına çözüm yolları aramak için belirtilen kavramların benimsenmesi bir ihtiyaç haline gelmi tir. Bu geli meler sadece günümüz sorunlarının çözümüne katkı sa lamakla kalmayacak, aynı zamanda da bilimde daha effaf ve katılımcı bir ortam sa lanmasına da katkıda bulunacaktır.

Bu kapsamda bilimsel süreçlere sivil katılımın sa lanması da büyük önem arz etmektedir. Ancak bu ekilde günümüzün karma ık sorunlarına daha ço ulcu bir yakla ım getirilebilir ve toplumun bu sorunlar karısında bilinçlendirilmesine katkı sa lanmı olur. Sivil Bilim, ço unlukla profesyonel bilim insanları ve enstitülerin denetiminde, halkın katılımıyla gerçekte tirilen bilimsel çalı malarla ilgili çalı malarla Vatanda Bilimi veya Halk Tabanlı Bilim olarak da adlandırılmı tir (Wikipedia, 2017). Sivil Bilimin amacı,

gönüllülerin bilimsel ara tırma süreçlerine katılımını sa lamak ve bunun için gerekli altyapıyı olu turmaktır.

Mobil teknolojilerin hızla geli mesiyle sivil bilim üzerine yapılan çalı malar da günümüzde hız kazanmı tir (Luther vd., 2009). Bilimsel ara tırma projelerinin ço unlukla vatandaşların vergileriyle kar ılandı ı dü ünüldü ünde, siviller bu ara tırma sonuçlarının kendi ya amalarına ne gibi etkileri olaca nını ö renmek ve dolayısıyla da bilimsel süreçlere dahil olmak istemektedirler (Silvertown, 2009). En önemlisi, geni katılımlı çalı maların proje hedeflerine ula mada kritik öneme sahip oldu u dü ünülmektedir (Lottig vd., 2014).

Co rafı bili imin geli imi, sivil bilimin geli imine de ya amsal bir katkı sa lamaktadır. Mobil teknolojilerin de yaygınla masıyla mekansal veri toplamak da oldukça kolayla mı tir. Bu makalenin yazıldı ı 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 dı mekanlarda GSM hattı üzerinden Internet ba lantısı tercih edilmektedir.

Bunun yanında, mobil ve web tabanlı co rafı bilgi sistemi (CBS) uygulamaları ise, özellikle veri giri i, görüntülenmesi, saklanması ve farklı kaynaklardan toplanan verilerin konumsal analizinde yardımcı olmaktadır. Aynı bölgede farklı zamanlarda

* Sorumlu yazar

ve farklı konular için yürütülmü sivil bilim projeleri, co rafi veritabanları ve CBS analizleri yardımıyla kolaylıkla bir araya getirilebilir ve aralarında ili ki kurulabilir. Ayrıca aynı sivil bilim projesi içinde kullanılacak bir CBS, veri entegrasyonu, analiz, kalite kontrol ve görselle tirme/sunum platformu olarak kullanılabilir.

Di er yandan, Sivil Bilim, eskiden sadece sorumlu kurum ve kurulu lar tarafından toplanabilen co rafi veriler için de önemli bir veri kayna ı olmaya ba lamı tır (See vd., 2016). Alan dı ı ki iler tarafından konum ve öznitelik bilgilerinin toplanması kavramı literatürde farklı isimler almaktadır. Bu terimlerden co rafi sivil bilim dı ında en yaygın kullanılanları arasında gönüllü co rafi bilgi (volunteered geographic information (VGI)), yeni co rafya (neogeography), kitle kaynak (crowdsourcing), ve kullanıcı kaynaklı içerik (user-generated content), katılımcı algılama (participatory sensing), harita çözümlene (map hacking) ve i birlikçi haritalama (collaborative mapping) sayılabilir. See vd. (2016) tarafından yapılan ara tırma, bu terimler arasında en yaygın olanının Sivil Bilim oldu unu göstermi tir.

Bu bildirin ikinci bölümünde sivil bilim alanında yapılmı çalı malarla ilgili bir yazın ara tırması sunulacaktır. Üçüncü bölümde Türkiye’de bu alanda yapılan “ilk giri imler” de erlendirilecektir. Sonuç bölümünde de, sivil bilim alanındaki mevcut ara tırma ve uygulama olanakları de erlendirilecektir.

2. YAZIN ARA TIRMASI

Sivil katılımın bilimsel süreçlere dahil olması aslında güncel bir geli me sayılmaz. “Bilim insan”lı ı 1800’lü yılların sonlarına do ru bir meslek haline gelmi tir ve bu tarihten önce bilimsel geli meleri gerçekle tiren insanlar merak ve ara tırma heyecanına sahip sivillerdi (Vetter, 2011). Örnek olarak Fransa’da arap üreticileri üzüm hasat tarihlerini 640 yıldır yazmaktadırlar. Japonlar kiraz a acının çiçek açtı ı 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 i ten geçimini sa layan bilim insanlarının sayısının artmasıyla, sivillerin bilimsel ara tırmalara dahil olmasına gerek kalmadı ı gibi bir dü ünçe hakim olmaya ba lamı tır. Ancak sivil katılım bilimsel geli imin önündeki bazı önemli zorlukları azaltabilecek veya ortadan kaldırmabilecektir. Örne in, izleme çalı malarında veri toplama faaliyetlerini yürüten kamu kurulu ları ancak kısıtlı maddi ve personel kaynaklarıyla çalı maktadırlar ve dolayısıyla kısıtlı mekanlarda ve zaman aralıklarında ölçüm yapabilmektedirler. Sivil katılımı bu önemli kısıt ortadan kalkmaktadır. Bununla ilgili çe itli giri imler bulunmaktadır (Amerikan Fenoloji Programı, <https://www.usanpn.org/>; Dünya Su zleme Programı, <http://www.monitorwater.org/>) ve ancak böyle giri imler ile daha bütüncül çalı malar yapılabilmektedir. Örne in, güncel bir ba arı hikayesi olarak, eBird (<http://ebird.org/>) veritabanında sivil katılımı sa lanan milyonlarca gözlem olmasaydı; göçmen ku ların bahar ve güz göç yolları tespit edilemeyecekti (Sorte vd., 2016).

Di er yandan, bilim insanları zaman ve kaynak kısıtlamalarından dolayı, yerel sorunlarla (örnek olarak hava/su/toprak kirlili i, ha ere istilası vb.) yeterince ilgilenemeyebilirler. Ayrıca ilgili alanda çalı an profesyonellerin ve yasal mercilerin çabaları da aynı nedenlerden yetersiz kalabilir. Ancak, yerel sorunlar da son derece önemlidir ve orada ya ayan 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 iyile tirilmesine yönelik yerel bir proje olarak ba layan “Save our Waters” (Firehock ve West, 1995), ülke çapında tanınarak nehirlerin iyile tirilmesine yönelik bir öncü model niteli i ta ıtmaktadır.

u anda aktif olan ve dünyaca tanınır hale gelmi çe itli sivil bilim giri imleri vardır. Bunlardan belki de en bilineni, herkese ve her dilde eri ime açık olan, herkesin bir ba lık hakkında bilgi ekleyip-güncelleyebilece i, çevrimiçi ansiklopedi Wikipedia’dır. Wikipedia’nın içeri inin en köklü ansiklopedi olan Encyclopaedia Britannica ile benzer nitelikte oldu unu belirten çalı malar prestijli dergilerde yayınlanmı tır (Giles, 2005). Bir di er ba arılı sivil bilim giri imiyse, 2004 yılında dünyayın haritalanması hedefiyle hayatımıza giren OpenStreetMap’tir (OSM, 2017). Yakla ık üç milyon kayıtlı kullanıcısıyla, günlük on binlerce yeni yolun eklendi i OSM, hem sosyal hem de teknik birçok sorunun çözümüne katkı sa lamaktadır (Haklay ve Weber, 2008; Arsanjani vd., 2017). Her ne kadar ba arılı sivil bilim giri imlerinin hepsini burada belirtmek mümkün olmasa da, Zooniverse (2017) ve Scistarter (2017) gibi çatı proje giri imlerinden de bahsetmek gerekir. Galaksilerin sınıflandırılmasından, tarihsel belgelerin çözümlenmesine kadar birçok sivil bilim projesine ev sahipli i yapan bu tür sayfalarla kullanıcılar ilgi alanlarına giren projeleri inceleyebilirler.

Haklay (2013), Sivil Bilim projelerine katılımın seviyelerini dört farklı a amada de erlendirmi tir (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
)	birlikçi bilim: problem tanımlama, veri toplama ve analiz
Seviye 3	Katılımcı bilim
)	Problem tanımlama ve veri toplamaya katkı
Seviye 2	Da ıtık akıl
)	Sivillerin basit yorumcu olmaları
)	Gönüllü dü ünme
Seviye 1	Kitle Kaynak
)	Sivillerin sensör görevi görmeleri
)	Gönüllü hesaplama

Sivil bilim her ne kadar toplumun bilinçlenmesinde, e lenerek ve bilimsel çalı malarla katılarak ö renmesinde ve sorunların çözümüne ço ulcu yakla ım getirilmesine katkı sa lasa da, çe itli kısıtlamaları da vardır. İlk olarak; sivil izleme alanında yapılan çalı malarda bir bölgeye ait ölçümler farklı ki iler tarafından, farklı zaman aralıklarında yapılabilir. Aynı soruna farklı bakı açıları / tanımlamalar (örne in bir çiçek hangi durumda açmı sayılır), farklı örnekleme boyutları ve örnekleme sıklıkları ile yakla ıldı ında, farklı sonuçlar elde edilebilir (Miller-Rushing ve Primack, 2008). Bir ba ka deyi le sivil bilimde öznel de erlendirmelerin en aza nasıl indirilebilece i halen önemli bir ara tırma konusudur. Bu açıdan pek çok proje için katılımcıların ö itimi önemli olmaktadır. İkinci olarak, sivil katılımı sa lanan verinin kalitesi üzerine de önemli ara tırmalar yapılmaktadır (Flanagin ve Metzger, 2008). Ucuzlayan sensörler ve Internet’e eri imin kolayla masıyla sivil katılımı sa lanan veri miktarındaki artı lar toplanan verinin ne ölçüde güvenilir oldu unu tartı maya açmaktadır. Bunun yanında sayıları azalan profesyonel denetim personeli ve ihmal

edilen kalite kontrol standartları ile sivil katılımı toplanan veriye güven konusunda endişeler vardır (Tulloch, 2007). Son olarak sürekli katılım için motivasyonunun sağlanması halen aktif olan bir ara tırma alanıdır. Bu açıdan, oyunla tırma tekniklerinin sivil bilim projelerine entegrasyonu önemli olabilmektedir.

3. TÜRK YE'DE YAPILAN ÇALI MALAR

Türkiye'de sivil bilim çok yeni bir ara tırma 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 yaklaşımla sivil bilimden ayrılan temel fark, rasatçıların çalışan olarak gözükmeleri ve dolayısıyla beraberinde gelen hukuksal süreçlerin daha farklı olmasıdır. 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 (TAMBS)" mobil uygulamasını geliştirmiştir (DSİ, 2016). Bu uygulamanın da sivil bilim yaklaşımlarından ayrılan bir noktası yapılan şikayetlerin diğer kişiler tarafından görünmemesidir. Bunun temel nedeni veri kalitesini mümkün olduğunca iyileştirmektir. Nitekim, uygulamaya sadece TC kimlik numarasıyla ad-soyad bilgileri giren kullanıcılar girilebilir ve bu da şikayetlerin uzmanlarca kontrol edilmesi süreci uzatacağıdır.

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 sağlanmaları hedeflenmiştir (NTV, 2016). 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 (WOW, 2016). "Fahri Meteorolog" imzalı bir bildiri de ise, gönüllü meteorologların adı sıkıntılarının yanında bilgiyi yorumlama, verilere ulaşma ve bilginin asli kaynağına ulaşma konusunda olduğu belirtilmektedir (Fahri Meteorolog, 2013).

Çevresel izleme, özellikle su kalitesinin izlenmesinde de ülkemizde gelişmektedir. 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 artırılacağı, eğitimcilerin eğitimi, veri kalitesi, güvenli 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 parametrelerini izleyebilecekleri belirtilmiştir. Ayrıca, sivil bilim gönüllülerinin, su kaynaklarında bulunan istilacı türlerin azaltılması ve su kaynaklarının rehabilite edilmesi çalışmalarında yer alabileceği vurgulanmıştır.

4. SONUÇ

Bu makalenin amacı Sivil Bilim kavramına, coğrafi veri ile ilgili konulara 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 ara tırma alanı olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu ara tırma alanı, disiplinler arası bir yapıdadır. Mobil teknolojilerin geliştirilmesi konusunda mühendisler görev almaktayken, ilgili uygulama alanı hakkında eğitim materyallerinin hazırlanması konusunda da ilgili alanın uzmanları çalışmaktadır. Bunun yanında, gönüllülerin motivasyonlarının nasıl artırılacağı ise sosyal bilim insanlarını ilgilendirmektedir. Farklı uzmanlık alanlarından insanların ortak bir amaç için çalışmasını sağlayan Sivil Bilimin, gönüllülerin bilinçlenmesine ve bilgi paylaşımı kültürünün gelişmesine de katkı sağlanacağı düşünülmektedir.

Coğrafi bilim 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 kaynaklı bir platform olarak görev yapmaktadır. Coğrafi verinin gönüllüler aracılığıyla toplanması ise veri toplama maliyetlerinin düşürülmesi, mekansal ve zamansal frekansın artırılması ve basit yorumlama ve analizlerin kısa sürede yapılması açısından önemlidir. Bu tür çalışmaların ülkemizde de hızla yaygınlaşacağı düşünülmektedir.

5. KAYNAKLAR

- Arsanjani, J.J., Zipf, A., Mooney, P., Helbich, M., 2015. *OpenStreetMap in GIScience*. 324 s. ISBN 978-3-319-14279-1
- DSİ, 2013. *Tes-i Türkiye enerji, su ve gaz işçileri sendikası ile kamu - kamu işçileri sendikası arasında dsi devlet su işleri genel müdürlüğü ve bağlı yerleri için yapılan 15. Dönem işletme toplu sözleşmesi*.
- DSİ, 2016. *DS TAMBS*, Ba arsoft, 25 Temmuz.
- Fahri Meteorolog, 2013. *Meteoroloji Biliminde Son Yillardaki Gelişmeler Ve Amatör (Gönüllü) Meteorologların Önemi 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 zleme Günü Çali tayi*. http://www.jmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=9206&tipi=1&sube=0#.WBMvsCT6u94. [Eri im: 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.

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.

NTV, 2016. *Gönüllü meteorolojistler i ba nda*. <http://arsiv.ntv.com.tr/news/359028.asp>. [Eri im: 28-Eki-2016].

Open Street Map, 2017. <https://www.openstreetmap.org>. [Eri im: 07-Nis-2017]

Scistarter, 2017. <http://scistarter.com/>. [Eri im: 07-Nis-2017]

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.

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.

Wikipedia, 2017. *Vatanda bilimi*. https://tr.wikipedia.org/wiki/Vatanda%C5%9F_bilimi. [Eri im: 7-Nis-2017].

WOW, 2016. *istanbul için kar tahminleri-WOW Meteoroloji (Gönüllü Meteorologlar Kar Sevdalıları)*. <http://wowturkey.com/forum/viewtopic.php?t=107231>. [Eri im: 28-Eki-2016].

Zooniverse, 2017. <https://www.zooniverse.org/>. [Eri im: 07-Nis-2017]