

Fətəliyev T.X.AMEA İnformasiya Texnologiyaları İnstitutu, Bakı, Azərbaycan
depart3@iit.science.az**VƏTƏNDAŞ ELMİNİN FORMALAŞMASI VƏ ELM SAHƏLƏRİNİN İNKİŞAFINA
TƏSİRİ MƏSƏLƏLƏRİ**

Məqalə vətəndaş elminin formalaşması və elm sahələrinin inkişafına təsiri məsələlərinin tədqiqinə həsr olunmuşdur. Vətəndaş elminin inkişafının müasir vəziyyəti, elm sahələrinin inkişafında daha çox maraq doğuran nümunələri və onların xarakterik xüsusiyyətləri araşdırılmışdır. İnformasiya texnologiyalarının son nailiyyətlərinin vətəndaş elminin inkişafında rolu misallarla izah olunmuşdur. Beynəlxalq elmi bazaların resurslarının bibliometrik analizi nəticəsində elm sahələrinin inkişafına onun təsiri imkanları göstərilmişdir.

Açar sözlər: e-elm, vətəndaş elmi, vətəndaş elmi layihələri, elm sahələri, bibliometrik analiz.

Giriş

İnformasiya texnologiyalarının cəmiyyətin müxtəlif sahələrinə sürətlə tətbiqi insanlar arasında münasibətlərin xarakterinin dəyişilməsinə, yeni informasiya münasibətlərinin yaranmasına, onların müəyyən informasiya maraqları üzrə qruplaşmasına və nəticədə, müxtəlif məqsədli virtual cəmiyyətlərin formalaşmasına səbəb olmuşdur. İnformasiya cəmiyyətinə xas olan bu proseslər elmi fəaliyyətdə də müşahidə olunmaqla elmi-tədqiqatların xarakterini dəyişir və yeni formalarını yaradır. İnformasiya cəmiyyəti ideyalarının ayrılmaz tərkib hissələrindən biri olan elektron elmin (e-elm) inkişafının yeni bir istiqaməti kimi formalaşan vətəndaş elmi bu yeniliklərdəndir.

Vətəndaş elminin yaranmasında informatika elminin, xüsusilə, böyük həcmli verilənlərin emalı prosesinin inkişafı, İnternet, veb texnologiyalarına əsaslanan qrafiki istifadəçi interfeysləri və coğrafi informasiya sistemləri, smart sensorlar, Əşyaların İnterneti və mobil texnologiyalar, smartfon, planşet kompüterlər və digər portativ cihazlar son onilliklər ərzində mühüm rol oynamışdır.

“Vətəndaş elmi” termini bir sıra mənbələrdə müxtəlif cür şərh olunur. O, ilk dəfə 1990-cı illərin ortalarında Birləşmiş Ştatlarda Rik Bonni və İngiltərədə Alan İrvin tərəfindən müstəqil olaraq müəyyən edilmişdir. Bu termin 2014-cü ildə “Oksford ingilis dili lüğəti”ndə “elmi müəssisələrlə əməkdaşlıq yolu ilə cəmiyyətin geniş nümayəndələri tərəfindən həyata keçirilən elmi iş”, “Kembric ingilis dili lüğəti”ndə isə “Alimlər üçün və ya onların köməyi ilə adi insanlar tərəfindən həyata keçirilir” kimi izah edilmişdir. Bu terminin izahı ilə əlaqədar elmi ədəbiyyatdakı digər yanaşmaları da nəzərə alaraq, vətəndaş elmini əksəriyyətinin ixtisas üzrə ilkin hazırlığı olmayan (ola da bilər) çoxlu sayda həvəskar vətəndaşın elmi tədqiqatların aparılmasına könüllü cəlb olunması konsepsiyası kimi qəbul etmək olar. Bu konsepsiyanın reallaşdırılmasını həyata keçirən həvəskar iştirakçılar “vətəndaş alim” adlandırılır [1].

Vətəndaş elmində iştirakçılar elmə, əsasən, iki yolla töhfə verirlər:

- intellektual səy və biliklərini paylaşmaqla – verilənlərin toplanmasında, birgə elmi əməkdaşlıqda, ekspert qiymətləndirmələrində və s.
- rəqəmsal alət və resursları ilə – fərdi kompüter, planşet, smartfon və s. qurğuların istifadə olunmamış hesablama və yaddaş resurslarını, proqram təminatlarını könüllü təqdim etməklə.

Vətəndaş elmi - elm, cəmiyyət və siyasətdə innovasiyaların inkişafında mühüm əhəmiyyətə malikdir və bu kontekstdə müxtəlif elm sahələrində tədqiqatlara vətəndaşların cəlb olduğu bir tədqiqat sahəsi kimi formalaşır. Elmi fəaliyyətdə könüllülərin iştirakının uzunmüddətli tarixi vardır və son onilliklər ərzində bu tendensiya daha sürətlə inkişaf etməkdədir. Elmdə ictimai iştiraka, elmin ictimai anlaşılmasına, kroudsorsinqə və elmi birliklərə müxtəlif yanaşmalar “vətəndaş elmi” adı altında birləşmişdir. O, elmlə cəmiyyət arasında qarşılıqlı əlaqələrin inkişafının yeni bir istiqaməti olaraq genişlənən global vətəndaş

elmi birliyi. Vətəndaş elmi artıq müxtəlif elm sahələri üzrə vətəndaşların iştirakı ilə həyata keçirilən elmi layihələr, elmi nəşrlərlə dəstəklənən ayrıca tədqiqat sahəsi kimi tanınmışdır.

Məqalədə e-elmin inkişafının yeni istiqaməti olan vətəndaş elminin formalaşması məsələləri və onun elm sahələrinin inkişafı üçün yaratdığı imkanlar araşdırılmışdır.

Vətəndaş elminin inkişafının müasir vəziyyəti

Əksər elmi layihələrin rəhbər və icraçı tədqiqatçılar kollektivi konkret elm sahələri üzrə biliklərə malik mütəxəssis və alimlərdən formalaşır. Lakin maraq doğuran digər bir məsələ konkret elm sahəsi üzrə təhsili olmayan yüzlərlə, minlərlə həvəskarın konkret qlobal layihələrdə iştirakıdır. Bu layihələrin tədqiqat obyektini böyük məkan və zaman ölçüləri ilə xarakterizə olunur və çoxlu sayda ilkin vətəndaş alimlərin toplanmasını tələb edir. Ona görə də belə layihələrin təkə alim və mütəxəssislər kollektivi tərəfindən işlənməsi səmərəli deyildir və əksər hallarda uğursuzluqla nəticələnir. Qlobal xarakterli elmi layihələrdə qeyri-məhdud sayda könüllünün iştirakı böyük həcmdə vətəndaş alimlərin toplanmasına və nəticədə, buraxılan xətalara minimuma endirilməsinə gətirir. Vətəndaşların elmi-tədqiqatlarda iştirakı ilə xarakterizə olunan bu tip layihələr vətəndaş elminin inkişafına böyük təkan vermişdir.

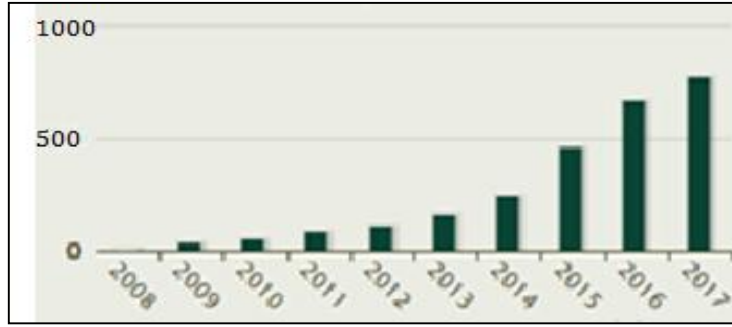
Ümumi halda, vətəndaş elmi onlayn mühitlər vasitəsi ilə elmdə vətəndaşların iştirakı və qarşılıqlı elmi əməkdaşlığı nəticəsində formalaşır (Şəkil 1). Vətəndaş elmi təşəbbüslərinin sayında sürətli artımla yanaşı, onun əhatə dairəsinin genişlənməsi də müşahidə olunur. Məsələn, təkə “birgə edə biləcəyimiz elm” şüarını əsas götürmüş *SciStarter* təşkilatının verilənlər bazasında 1600-dən çox vətəndaş elmi layihəsi və 100 000 həvəskar qeydiyyatdan keçmişdir [2].



Şəkil 1. Vətəndaş elmini formalaşdırən amillər

Dünyada vətəndaş elmi layihələrinin sayının artım dinamikası olduqca böyükdür, bu fakt *CitSci.org* portalının təmsalında öz təsdiqini tapır (şəkil 2). Hazırda sayta qoşulan könüllü koordinatorlar yaratdıqları 693 layihə üzrə lokal, regional və (və ya) qlobal problemlərin həlli üçün, ümumilikdə, 936 102 ölçmə (analiz üçün verilənlər) təqdim ediblər.

E-elmin inkişafının yeni bir istiqaməti kimi formalaşan vətəndaş elmini xarakterizə edən cəhətlər geniş məkan və zaman kateqoriyalı kəmiyyət ölçmələri və müşahidələr, böyük həcmli verilənlərin toplanması, məlumatların toplanmasında açıq təbii şəraitdə çoxlu sayda könüllünün iştirakı, maliyyələşmənin olmaması, vətəndaş alimlərin onlayn toplanması, tədqiqatların aparılmasına dəstək üçün yaxşı işlənmiş mexanizmlərin, yardımçı materialların və peşəkar köməyin təqdim olunmasıdır [3].



Şəkil 2. *CitSci.org* - da layihələrin sayının artım dinamikası

Qeyd etmək lazımdır ki, elm və intellektual əməyin intensiv inkişafı keçən əsrin ilk onilliklərindən başlamışdır. İntellektual əməklə məşğul olan insanların sayının sürətlə artması elmin inkişafında mühüm rol oynayır. Digər əsas amil isə informasiya texnologiyalarının tətbiqi nəticəsində elmi tədqiqatların xarakterinin dəyişməsidir. Bunlardan birincisi qlobal problemlərin həlli layihələrinə dünyanın müxtəlif ölkələrinin aparıcı mütəxəssislərinin cəlb olunmasıdır ki, bu da müasir elmə xas olan beynəlxalq əməkdaşlıq və qloballaşmanın nəticəsidir. İkincisi isə bu problemlərin həllinə müxtəlif elm sahələrinin inteqrasiyasıdır. Hər iki amilin reallaşmasında vətəndaş elminin də xüsusi rolu vardır.

Qlobal problemlərin həllində sosial qüvvə kimi vətəndaş elminin əhəmiyyətli dəstəyi vardır. Məlumdur ki, bu problemlər, əsasən, geniş məkan və zaman ölçüləri ilə xarakterizə olunur. Araşdırılan problemin xarakterindən asılı olaraq onun həlli üçün tələb olunan ilkin verilənlər məkana görə paylanmış və sayca olduqca böyük olur. Onların toplanması və ilkin emalı, hətta alimlər kollektivinin imkanı xaricindədir. Ona görə də məsələnin həllində vətəndaş elminin imkanları qaçılmazdır.

Vətəndaş elmi müxtəlif həyat tərzini olan insanların elmi-tədqiqatda iştirakı, elmi müəssisədə ictimai iştirakın vacib forması kimi xarakterizə olunur və elmi fəaliyyətin yeni keyfiyyətdə inkişafına səbəb olur. Onun miqyası sürətlə genişlənir və beynəlxalq qurumlar tərəfindən dəstəklənir. Məsələn, Avropa Vətəndaş Elmi Assosiasiyasının təşəbbüsü ilə vətəndaş elminin 10 prinsipi bəyan edilmişdir. Onlardan birincisində vətəndaş elmi “yeni biliklər və ya anlayışlar yaradan elmi cəhd” kimi qeyd olunur. Yeni vətəndaş elmi layihələrinin təşkili və həyata keçirilməsi üçün bu sənədə vətəndaş elmi sahəsində mövcud qabaqcıl təcrübə əsasında hazırlanmış tövsiyələr daxil edilmişdir. Burada təqdim olunmuş prinsiplər yaxşı təcrübənin normativ əsası kimi müxtəlif elm sahələrində tətbiq oluna bilən çevik konsepsiyaları təmin edir.

Vətəndaş elmi sahəsində iri həcmli layihələrin bir neçə onilliklər ərzində, bəzilərinin isə yüz ildən artıq fəaliyyət göstərməsinə baxmayaraq, son zamanlar onların sayı kəskin artmağa başlamışdır. Bu artım informasiya texnologiyaları yönümlü innovativ texnologiyaların inkişaf səviyyəsi ilə sıx bağlıdır. Həmin asılılıq vətəndaş elmi layihələrinin həyata keçirilməsinin müxtəlif mərhələlərində müasir texniki və program vasitələrinin təyinatlı və səmərəli tətbiqi ilə izah oluna bilər.

Aşağıda bu tətbiqlərin bəziləri nəzərdən keçirilmişdir:

Purple Martin Conservation Association (PMCA) təşkilatı müasir tədqiqat və idarəetmə təcrübəsinin köməyi ilə Şimali Amerikada Martin quşlarının (su quzğunu) populyasiyasının öyrənilməsi və artırılması üçün məqsədlə vətəndaş elmi layihələri həyata keçirir [4]. *Geolokator* sensorundan istifadə etməklə Martin quşlarının uçuş marşrutlarının monitorinqi belə layihələrdəndir: 1,6 qram ağırlığında olan bu sensor quşun ayağından asılır və təsribə müddətində onun hərəkət marşrutunu qeyd edir. Təcrübənin sonunda quşu tutaraq sensor götürülür və onu kompüterə qoşaraq toplanmış verilənlər emal edilir və nəticələr təhlil olunur.

Vətəndaş elmi sahəsində ən böyük layihələrdən biri könüllülərin qlobal şəbəkəsi *eBird*-dür. Onlayn rejimdə işləyən sistemin verilənlər bazası bu sahədə mövcud müxtəlif aspektli verilənlər bazaları ilə inteqrasiya olunmuşdur. Onun istifadəyə verilmiş *eBird Mobile* tətbiqi *Android* və *iPhone* əməliyyat sistemləri üçün açıqdır [5]. Ondan istifadə müşahidəni asanlaşdırır, geolokasiyanı dəqiq təyin edir, müşahidənin nəticələrinin (şəkil və ya video formatda) ötürülməsini sürətləndirir, baza məlumatları ilə müqayisə edilməsi və növün müəyyənləşdirilməsinə imkan verir və s.

Qeyd etmək lazımdır ki, vətəndaş elmi layihələrinin əsas problemlərindən biri İnternetin trafikidir. Ona görə də problemin həlli yolu kimi qrid və hesablama buludları texnologiyalarından istifadəni göstərmək olar [6].

Müasir informasiya texnologiyalarının tətbiqi vətəndaş elmi tədqiqatlarında toplanan verilənlərin miqyasının və həcmnin artması, informasiyanın çatdırılması, ideyaların ötürülməsi, könüllü iştirakçıların prosesə cəlb edilməsi üsulları, verilənlərin emalı, vizuallaşma, interaktiv iştirak və s. üçün geniş imkanlar spektri yaratmışdır. Xüsusən də, mobil İnternetin və smart sensorların istifadəsi nəticəsində verilənlərin kütləvi toplanması həyata keçirilir. Bundan başqa, texnoloji nailiyyətlər vətəndaş elmi verilənlərini daha əlçatan edir və vətəndaş alimlərə verilənlərin toplanmasından əlavə, vizuallaşma və təhlil üçün alətlər təklif edir. Beləliklə, bu texnoloji vasitələrin tətbiqi e-elmin inkişafının yeni istiqaməti kimi vətəndaş elminin və nəticədə isə, elmin müxtəlif sahələrinin inkişafında mühüm rol oynayır. Bu inkişaf isə aşağıdakı əsas əməkdaşlıq formaları üzrə baş verir:

- peşəkar və könüllü alimlərin elmi əməkdaşlığı;
- vətəndaşların qaldırdığı məsələ və problemlərin elmi əsaslandırılması və birgə təhlili;
- vətəndaşların elmi məlumatların toplanması və təhlilində könüllü iştirakı.

Vətəndaş elminin çox da böyük olmayan iştirakçılar qrupuna vətəndaşın və daha kütləvi iştirakla xarakterizə olunan qrupa alimlərin başçılıq etdiyi fərqli layihə növləri mövcuddur. Cəmiyyətin müxtəlif təbəqələrindən olan insanların alimlərlə belə qarşılıqlı əlaqəsi sosial media və tədqiqatçılar tərəfindən get-gedə daha çox tanınır.

Elmi biliklərin inkişafı və yayılmasında vətəndaş elmi layihələri olduqca uğurludur. Belə layihələr dəyərli tədqiqat vasitəsinə çevrilmişdir. Məlumatların toplanması, emalı və ekspertizanın müxtəlif səviyyələrində çoxlu sayda adamın iştirakı toplanan məlumatlara olan inamın artmasına və yüksək keyfiyyətli nəticələrin əldə olunmasına əsas verir. Artıq vətəndaşlar yalnız verilənlərin təchizatçısı deyil, eyni zamanda, elmi-tədqiqat prosesinin iştirakçısıdırlar. Belə ki, onlar toplanmış məlumatları təhlil edir, dizayn işləri, eksperimentlər, məlumat toplamaq və digər məsələlər üçün proqram vasitələri yaradırlar.

Vətəndaş elmi layihələrinin müvəffəqiyyəti Şəkil 3-də təqdim olunmuş göstəricilərin ödənilməsindən çox asılıdır.

Yuxarıda qeyd etdiyimiz kimi, vətəndaş elmi geniş məkan və zaman ölçüləri ilə xarakterizə olunur. Bu istiqamətdə aparılmış araşdırmaların nəticələri aşağıdakılara əsas verir:

- vətəndaş elmi layihələrini yerli, şəhər, regional, ölkə və qitə (qlobal) səviyyələrində araşdırmaq maraq doğurur;
- vətəndaş elmi onu dəstəkləyə bilən müvafiq təşkilati strukturların mövcudluğu sayəsində, xüsusən, yerli, şəhər və milli səviyyələrdə effektivdir;
- Son texnoloji nailiyyətlər vətəndaş elmi iştirakçılarının məşğul olduqları yeni fəaliyyət sahələrini dəstəkləməklə bərabər, artıq mövcud layihələri də inkişaf etdirməklə onların miqyasını genişləndirməyə imkan yaradır.

Vətəndaş elminin formalaşması mərhələləri. Məlumdur ki, elmin təkamülü: a) informasiyanın toplanması (qeydiyyatı); b) yadda saxlanması; c) informasiyanın emalı (məntiq və hesablama vasitələri); d) informasiyanın ötürülməsi (əldə olunmuş biliklərin uzaq məsafəyə yayılması) kimi problemlərin həlli vasitələrinin təkmilləşdirilməsi və ya inkişaf etdirilməsi ilə bağlıdır.



Şəkil 3. Vətəndaş elmi layihələrinin əsas göstəriciləri

Elmin tarixi insan sivilizasiyasının yaranması ilə başlamış və məhz qeyd olunmuş problemlərin həllindən asılı olaraq bu günə kimi müxtəlif mərhələlərdən keçmişdir. Hazırkı mərhələ e-elmə xarakterizə olunur və vətəndaş elmi də onun bir istiqaməti sayılır. XXI əsrdə və sivilizasiyanın keçdiyi formasiyalarda bu problemlərin analizi müasir texnologiyaların yaratdığı imkanlar nəticəsində elmi fəaliyyətdə köklü dəyişiklər baş vətəndaş elmirdiyini əks etdirir.

Beləliklə, elmin keçdiyi inkişaf mərhələləri ilə yanaşı, vətəndaş elmi də inkişaf etmiş və hazırda global problemlərin həllində aparıcı mövqeyə malikdir.

Elm sahələrinin inkişafında vətəndaş elmi nümunələri

Vətəndaş elminin böyük tempə formalaşması və elm sahələrinin inkişafına təsiri məsələləri beynəlxalq səviyyədə yaradılmış assosiasiyaların, fondların, şəbəkələrin və digər uyğun təyinatlı vətəndaş elmi təşkilatlarının fəaliyyətləri ilə bağlıdır. Belə ki, vətəndaş elmi təşəbbüslərində təkrarçılığa yol verilməməsi və tədqiqatların səmərəliliyinin yüksəldilməsi məqsədi ilə təşkil olunmuş bu qurumlar oxşar təcrübənin və alınmış nəticələrin, o cümlədən yaradılmış proqram vasitələrinin bölüşdürülməsi, yayılması və təkrar istifadə olunmasında, birgə fəaliyyətin təşkilində, yeni layihələrin formalaşdırılmasında mühüm rol oynayır. Bu kontekstdə, aşağıdakı misallar təqdim olunur:

Avropa Komissiyasının maliyyələşdirdiyi 2 illik *Socientize* layihəsi açıq elm paradigması üçün əsas yaradaraq inteqrasiya olunmuş elmi infrastrukturların tətbiqini, peşəkar və həvəskar alimlər daxil olmaqla, birgə iştirakı və elektron elmi cəmiyyət üçün təbliğ etmişdir. “Cəmiyyət texnologiya, yenilik və yaradıcılığı istifadə edən e-infrastruktur kimi” adlanan layihənin əsas məqsədləri aşağıdakılardır:

- vətəndaş elmi iştirakçıları – tədqiqatçılar, resurs təminatçıları, sistem administratorları və könüllülər arasında qarşılıqlı əlaqə və koordinasiya yaratmaq;
- vətəndaş elmi infrastrukturlarının imkanlarını yalnız ümumi mənada deyil, həmçinin konkret nəticələr təqdim etməklə təbliğ etmək;
- mövcud həlləri və təcrübəni bölüşmək istəyən istifadəçilərin inteqrasiyası və birgə həllərin yaradılmasının yeni yollarını tapmaq;
- elmi tədqiqatçılar, infrastruktur istifadəçiləri və xidmət təminatçıları ilə əlaqəli ən yaxşı istifadəçi təcrübələrini, həmçinin vətəndaş elmini həyata keçirmək üçün direktiv orqanların təkliflərini toplamaq və birgə istifadə etmək.

Mental Modeler fərdlər və cəmiyyətlərə öz biliklərini ssenarilərin təhlili üçün istifadə oluna biləcək standartlaşdırılmış formatda təqdim etməyə kömək edən proqram təminatıdır [7]. Bu proqram təminatı istifadəçilərə real zaman rejimində sistem haqqında öz fərziyyələrini birgə təqdim etmək və yoxlamaq imkanı verən qrup qərarlarının qəbuluna dəstək üçün yaradılmışdır. Əlavə olaraq, o, həmçinin qərar qəbul etməni şərtləndirən fərdi və ya ümumi “mental modelləri” ölçmək üçün sosial elmi tədqiqat aləti kimi də tətbiq olunur. Vətəndaş elmi layihələri üçün işlənmiş onlayn proqram təminatı vətəndaş alimlərə real dünya problemlərini həll etməyə yardımçı olur. Belə ki, ətraf mühitin qorunması üzrə aparılmış araşdırmalar göstərir ki, uyğun təlimlər və son dövrlərdə quraşdırılmış onlayn proqram təminatı və veb-portal vasitəsi ilə vətəndaş alimlər elmi əsaslarla bu sahədə qərarların qəbulunu təkmilləşdirir, həmçinin ekoloji problemlərin həllinin maliyyələşdirilməsini təmin edə bilirlər. Miçiqan Dövlət Universitetinin bir qrup tədqiqatçısının araşdırmaları göstərir ki, bu vasitələrin hazırkı üstünlükləri təkcə vətəndaş elmində deyil, həm də biologiyanın qorunması sahəsində də inkişafa imkan yaratmasıdır. Tədqiqatçılar qrupu *Mental Modeler* və xüsusi onlayn proqram təminatından istifadə edərək suyun çirklənməsini azaltmaq üçün optimal həll yolu da tapmışlar.

The Collaborative Science layihəsi Kolorado Dövlət Universitetində təqribən 400 layihəyə və 3400 iştirakçıya yardım etmiş *CitSci.org* ilə birgə işləmək üçün yaradılmışdır. Layihədə açıq, şəffaf mühitdə iştirak edən hər kəs potensial tədqiqat və ya idarəetmə variantlarını müzakirə etməklə bərabər, vətəndaş elminin tədqiqat planlarını inkişaf etdirə bilər [8].

CitSci.org vətəndaş elmi layihələrini İnternetdə birləşdirməyə imkan verən veb-portaldır və təbii resursların ekologiyasının müxtəlif məsələlərinin həlli üçün yaradılmışdır. Onun məqsədləri aşağıdakılarla müəyyən olunur:

- vətəndaş elminin ehtiyaclarının bütöv spektrinin dəstəklənməsi;
- vətəndaş elmi verilənlərinin dəqiqliyinin artırılması;
- verilənlərin standartlaşdırılması, qarşılıqlı təsiri, inteqrasiyası, əlyətərliliyi və yayılmasının təkmilləşdirilməsi.

CitSci.org yeni layihələr yaratmaq, toplanmış verilənlərin təhlili, iştirakçıların rəylərinin toplanması və s. kimi məsələlərin həllində proqram vasitələri və texniki resurslar təqdim etməklə yeni başlanmış tədqiqatlara dəstək verir. Vətəndaş alimlər *CitSci.org*-a üzv olaraq, özlərinin elmi işlərini bölüşməklə yanaşı, mövcud olan layihələrə könüllü qoşulmaq imkanı əldə edirlər. *CitSci.org* tədqiqata kreativlik qatmaq imkanı yaradan xüsusiyyətlərinə görə digər oxşar portallardan fərqlənir. Portal yeni layihələrin yaradılması, idarə olunması, hər hansı bir layihəyə üzv olmaq, verilənlərin təhlil edilməsi kimi funksiyaları yerinə yetirir. İstifadəçilər layihələr üzrə çoxlu sayda müxtəlif məqsədli ölçmələr aparırlar, ixtiyari ölçməni əlavə etmək və onun vahidini təyin etmək imkanına malikdirlər. Bu mənada, *CitSci.org* vətəndaş alimlərə kreativlik üçün şərait yaradır. *CitSci.org* təkcə tədqiqat araşdırmaları üçün geniş sahə deyil, həmçinin bazada toplanmış verilənlərin və modellərin axtarışı imkanlarına malikdir. Tədqiqatçılara vətəndaş elminin reallaşması prosesini və toplanmış verilənlərin keyfiyyətini daha yaxşı başa düşmək üçün təhlillər və araşdırmalar aparmaq imkanı yaradılır. Onlar vətəndaş elmi haqqında bilikləri daha çox öyrənməklə bərabər, həmçinin paylaşılmış layihələrin nəticələrindən istifadə edə bilirlər. Nəticədə müxtəlif mənbələr tərəfindən aparılmış oxşar araşdırmaların inteqrasiyasından alınmış meta-təhlil verilənləri daha geniş olan məsələnin həlli üçün istifadə edilir. *CitSci.org*-un yeni layihələrin yaradılması, iştirakçıların idarə olunması, verilənlərin emalı, təhlili və nəticələrin qiymətləndirilməsi üçün işlənmiş proqram vasitələri hazır xidmətlər kimi istifadəçilər üçün açıqdır.

Panoptes - astronomik müşahidələr üçün istifadə edilə bilən ucuz robotlaşdırılmış teleskoplar qurmaq məqsədi daşıyan vətəndaş elmi layihəsidir [9]. Layihə dünyada belə layihələrdən ən uğurlusu olan *Zoonivətəndaş elmirse*-i dəstəkləyir və son istifadəçilərə – tipik olaraq böyük verilənlər toplusu ilə işləyən alimlər və tədqiqatçılara brauzerlə sadə alətlərdən

istifadə etməklə layihədə işləmək imkanı verir. *Panoptes*-in təqdim etdiyi proqram vasitələrindən *PIAA* təsvirlərin analizi üçün hazırlanmış platformadır. Onun ilkin, aralıq və son emal nəticəsində alınmış verilənlərin saxlanması və təhlili imkanları vardır. *PEAS* ətraf mühitin analizi sistemi isə küləyin sürətini, havanın temperaturunu, rütubəti və s. parametrləri ölçən sensorlardan alınmış verilənlərin analizini həyata keçirən proqram vasitəsinə malikdir.

DataONE yer haqqında verilənlərin müşahidəsi üçün mövcud arxiv təşəbbüsləri, kitabxanalar, ətraf mühitin müşahidəsi sistemləri və tədqiqat şəbəkələri, verilənlərin və informasiyanın idarə edilməsi, elmi mərkəzlər və peşəkar cəmiyyətlər də daxil olmaqla, müxtəlif sahələrdə on ildən artıq təcrübəsi olan iştirakçı təşkilatlar arasında təcrübə və əməkdaşlıq əlaqələri qurmaq məqsədi ilə yaradılmış şəbəkədir. Onun təqdim etdiyi proqram vasitələri və tərkibində fəaliyyət göstərən işçi qrupları kiber-infrastrukturun müəyyən edilməsi və ictimaiyyətin cəlb olunması ilə tədqiqatların aparılmasında, eyni zamanda, konkret tədqiqat, təhsil və kiber-infrastruktur problemləri üçün fəaliyyətin təşkilində və həllərin təklif edilməsində mühüm rol oynayır [10].

Geniş məkan və zaman ölçülərinə malik olan böyük həcmdə verilənlərin toplanması, ilkin və son emalı, həmçinin saxlanması ilə xarakterizə olunan vətəndaş elmi layihələri müasir qrid və bulud texnologiyalarının tətbiqi ilə sürətlə inkişaf edir. Həmin layihələr könüllülərin iştirakı ilə, onların kompüterləri, planşetləri, smartfonları və s. qurğularının istifadə olunması hesabına və yaddaş resurslarının birləşdirilərək istifadəsi əsasında həyata keçirilir.

BOINC - mərkəzi servetəndəş elmirində könüllü resurslarını koordinasiya edən paylanmış hesablama infrastrukturudur [11]. Məlumdur ki, paylanmış hesablama texnologiyası riyazi, tibbi-bioloji, fiziki, klimatoloji və s. layihələrdə daha geniş yayılmışdır. Onun mahiyyəti hesablama tapşırıqlar şəklində kiçik "hissələrə" bölüb İnternet vasitəsilə könüllü iştirakçılara göndərməkdir. Belə bir blok üzrə hesablama başa çatdıqda nəticə təşkilatçılara qaytarılır və onların əsasında serverdə ümumi nəticə alınır. Beləliklə, təşkilatçılar kiçik xərclər hesabına böyük hesablama gücü əldə edir və problemlərini həll edirlər. Onların hesablamalara görə superkompüterləri icarəyə götürməsi xərcləri könüllülərin hesablama resurslarının paylanmış hesablama layihələrində iştirakı ilə kompensasiya olunur. Könüllülərin layihələrdə iştirakını elmə kömək, maraq, ünsiyyət və rəqabət kimi faktorlarla izah etmək olar. *BOINC* ilk dəfə *SETI@home* layihəsi üçün yaradılmışdır, lakin sonralar Berkeley Universitetinin mühəndisləri platformanı digər layihələr üçün də hazırladılar. Hazırda o, riyaziyyat, molekulyar biologiya, tibb, astrofizika və iqlimşünaslıq və s. sahələrdə 100-dən çox layihə üçün universal bir platformadır. *BOINC* tədqiqatçılara dünyanın hər yerindən qoşulmuş fərdi kompüterlərin resurslarının cəmindən alınmış böyük hesablama gücündən istifadə etmək imkanı vətəndaş elmirir [12]. Müvafiq proqram əsasında vətəndaş elmi layihələri 720 000-dən çox kompüterin gündəlik toplam olaraq təqribən 7 petaflops hesablama gücünü istifadə edir.

BOINC-in tətbiq edildiyi aşağıdakı layihələr mövcuddur:

SETI@home layihəsi radioteleskopdan alınan verilənlərin paylanmış emalı vasitəsilə yerdən kənar sivilizasiyaları axtarır [13]. Layihəyə qoşulan ixtiyari könüllünün radiosiqnalları emal edən proqramı öz kompüterinə yükləməsi kifayətdir. Bu proqram Furye çevirməsi aparmaqla əlaqədar böyük həcmli hesablama yerinə yetirir. Saytda verilmiş statistikada layihədə istifadə olunan kompüterlərin ümumi gücünün top 500-ə daxil olan superkompüterlərin gücündən dəfələrlə çox olduğu göstərilir.

World Community Grid bu günə qədər 650 000-dən çox fiziki şəxsin və 460 təşkilatın fəaliyyəti ilə sağlamlıq, yoxsulluq və davamlı inkişaf ilə bağlı aktual mövzular üzrə (xərçəng, HIV/AIDS və tropik xəstəliklər üzrə daha effektiv müalicə üçün tədqiqatlar daxil olmaqla) 24 vətəndaş elmi layihəsini dəstəkləmişdir [14]. Bu sistemin digər layihələrinə ucuz su süzgəci sistemlərini və günəş enerjisinin alınması üçün yeni səmərəli materialların axtarışını aid etmək olar.

Quake-Catcher Network (QCN) ənənəvi seysmik stansiyalar arasındakı boşluqlarda sensorların yerləşdirilməsi yolu ilə kritik zəlzələ məlumatlarını daha dəqiq təyin etmək üçün könüllü paylanmış hesablamalar həyata keçirən seysmoloji şəbəkədir [15]. Bu vətəndaş elmi layihəsinin könüllü iştirakçıları titrəmələri aşkar edən mikroelektromexaniki sensor (akselerometr) və xüsusi proqram təminatı ilə təchiz olunurlar. Onlar bu vasitələrin quraşdırıldığı, İnternetə qoşulmuş kompüterlərinin resurslarını təmənnəsiz olaraq layihəyə təqdim edirlər. Beləliklə, seysmik stansiyalar arasında yerləşdirilmiş yüz minlərlə sensor hesablamalar vasitəsi ilə zəlzələnin aşkarlanmasının dəqiqliyinin artırılmasına səbəb olurlar. Layihə *BOINC* əsasında hazırlanmışdır.

Distributed.net ümumi təyinatlı paylanmış hesablamalar layihəsidir. İnkişaf, genişləndirmək və təbliğat kimi üçtərəfli məqsəd daşıyır və 1997-ci ildən indiyə kimi müxtəlif məqsədli layihələrin mürəkkəb tapşırıqlarını paylanmış rejimdə həll etmək üçün kompüter, mobil telefon və planşetlərinin resurslarını dünyanın müxtəlif yerlərindən təklif edən 200 000-dən artıq İnternet istifadəçisini birləşdirir [16].

Rusiyada da *BOINC* əsaslı vətəndaş elmi layihələri həyata keçirilir. Bir sıra aparıcı tədqiqat institutlarının təsisçiliyi ilə 27 mart 2017-ci il tarixində işə salınmış *Acoustics@home* layihəsini buna misal göstərmək olar. Layihəyə dünyanın müxtəlif ölkələrindən öz hesablamalar resursları ilə qoşulmuş minlərlə könüllü sualtı akustikada tərs problemlərin həllində iştirak edəcəkdir [17].

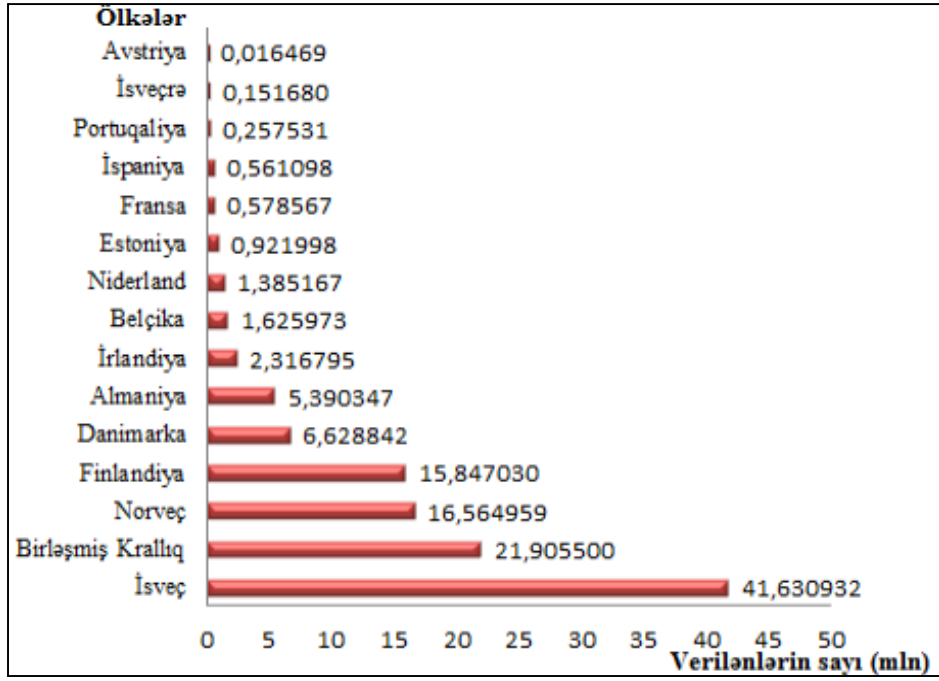
Qısa nümunələrlə təqdim olunmuş layihələrin həll etdiyi problemlər və onların əhatə dairəsi informasiya cəmiyyəti quruculuğunda Vətəndaş elminin e-elmin perspektiv istiqaməti olmasını və onun inkişaf etdirilməsinin vacibliyini bir daha təsdiqləyir.

Elm sahələrinin inkişafına vətəndaşların iştirakının təsiri

Vətəndaş elmi yeni bir elm sahəsi kimi inkişaf edir, onun elmi-nəzəri və praktiki problemlərinə dair tədqiqatlar genişlənilir. Tədqiqatların istiqamətləri elmin bütün sahələrinin, xüsusilə, sosial və humanitar, təbiət, coğrafiya, ətraf mühitin tədqiqi, astronomiya elmlərinin, proqram vasitələrinin inkişafına aiddir. Biomüxtəlifliyin müşahidəsi ilə bağlı tədqiqatlar isə bu elm sahələrinə nəzərən daha çox inkişaf etmişdir. Avropada bu sahədə çalışan vətəndaş alimlərin və institutların müxtəlif cəmiyyətləri vardır. Onların fəaliyyətinin inteqrasiyası məqsədi ilə Avropa Birliyinin tədqiqat, texnoloji inkişaf və nümayiş üçün Yeddinci Proqramı ilə maliyyələşdirilmiş Avropa Biomüxtəlifliyin Müşahidə Şəbəkəsi (*EU BON*) yaradılmışdır [18]. Vətəndaş elminin biomüxtəlifliyin müşahidəsi üzrə nailiyyətlərini qiymətləndirmək üçün bir misal Qlobal biomüxtəliflik üzrə informasiya fondu (*GBIF*) - biomüxtəliflik üzrə açıq verilənlərin tədqiqat infrastrukturudur [19]. Fondada ümumilikdə 1 milyarda yaxın verilənlər toplanmışdır. Avropanın aparıcı ölkələrinin Fonda təqdim etdiyi vətəndaş elmi verilənləri Şəkil 4-də göstərilmişdir [20]. Toplanmış verilənlərin miqyasının böyüklüyü tədqiqatların dəqiqliyinin artmasına və elm sahəsinin yeni keyfiyyətdə inkişafına zəmin yaradır.

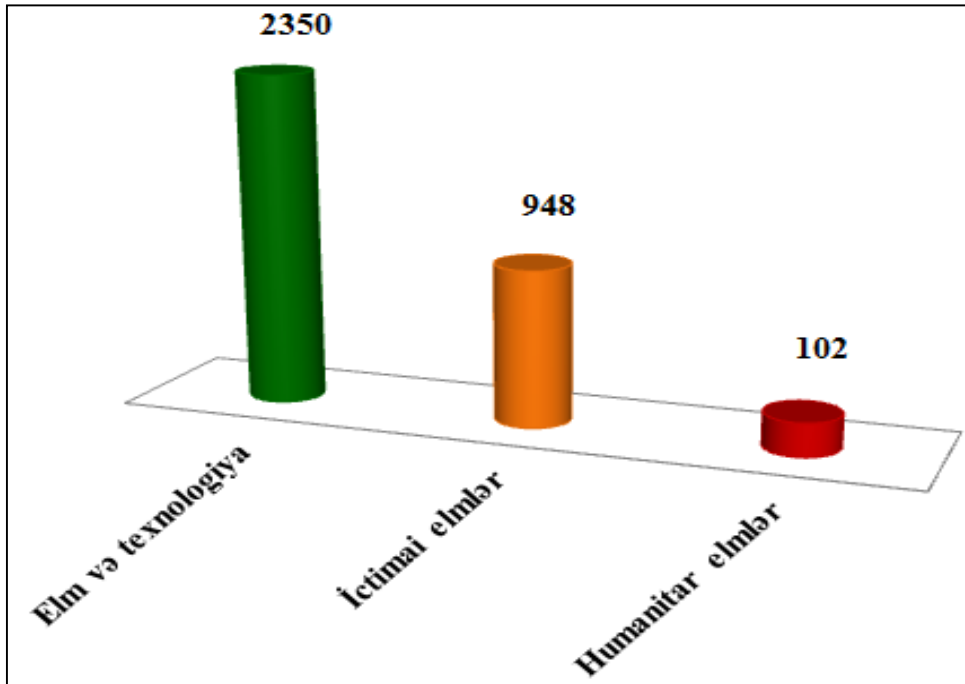
Vətəndaş elminin, elmin inkişafına təsirini beynəlxalq bazalarda ona dair resurslar əsasında araşdırmaq olar. “*Citizen science*” açar sözü üzrə *Google*-da, ümumilikdə, 30 830 000, son 10 ildə isə artan dinamika ilə 1 100 000, *Google Scholar*-da isə uyğun olaraq 43 100 və 21 300 sayda resurs aşkar olunmuşdur [21, 22].

Web of Science (WoS) elmi bazasında vətəndaş elmi sahəsində bibliometrik analizin nəticələri göstərir ki, *həmin* bazada “*citizen science*” açar sözü üzrə, ümumilikdə, 2 500, son on ildə isə artan dinamika ilə 2 450, adında “*citizen science*” olan resurslar isə uyğun olaraq 786 və 767 sayda resurs aşkar olunmuşdur [23].



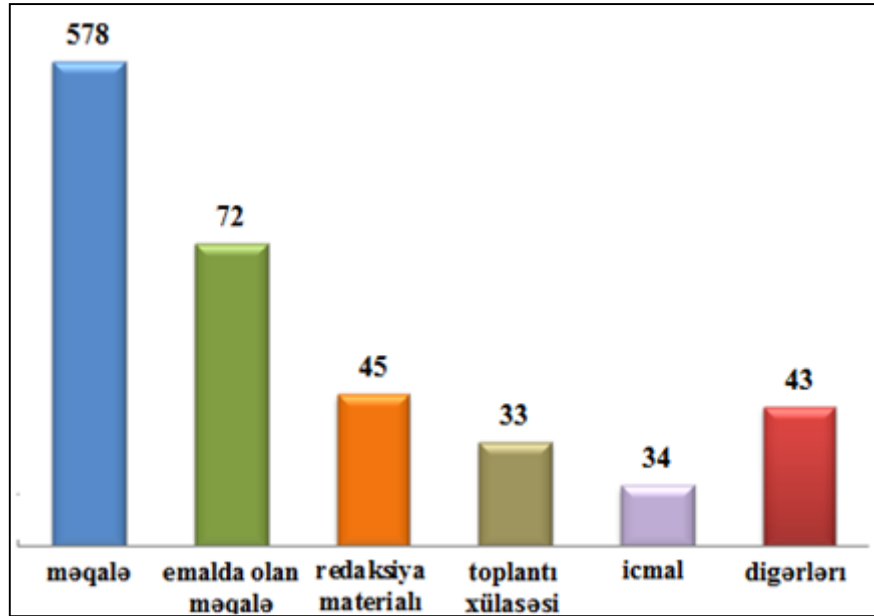
Şəkil 4. Avropanın aparıcı ölkələrinin vətəndaş elmi verilənlərinin statistikas (2016)

Elmi resursların ümumiləşdirilmiş elm sahələri üzrə paylanması aşağıdakı kimidir (Şəkil 5).



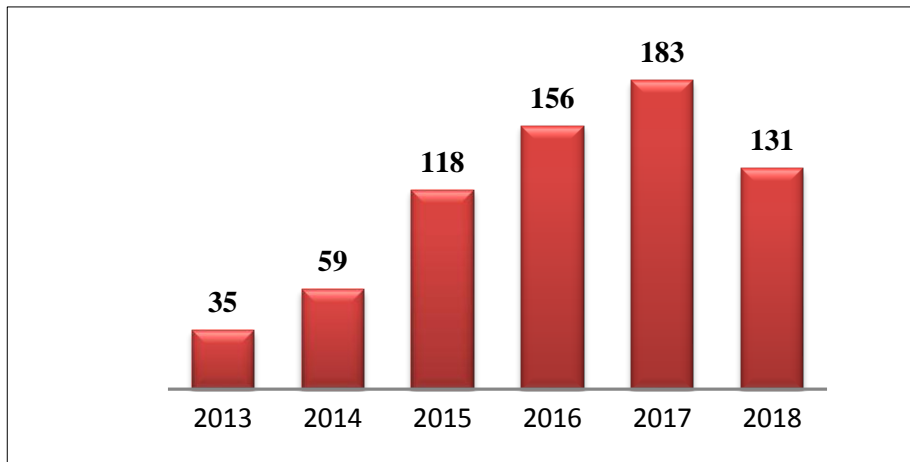
Şəkil 5. Elmi resursların ümumiləşdirilmiş elm sahələri üzrə paylanması

Adında «*citizen science*» olan resursların tipinə görə təsnifatı Şəkil 6-da göstərilmişdir.



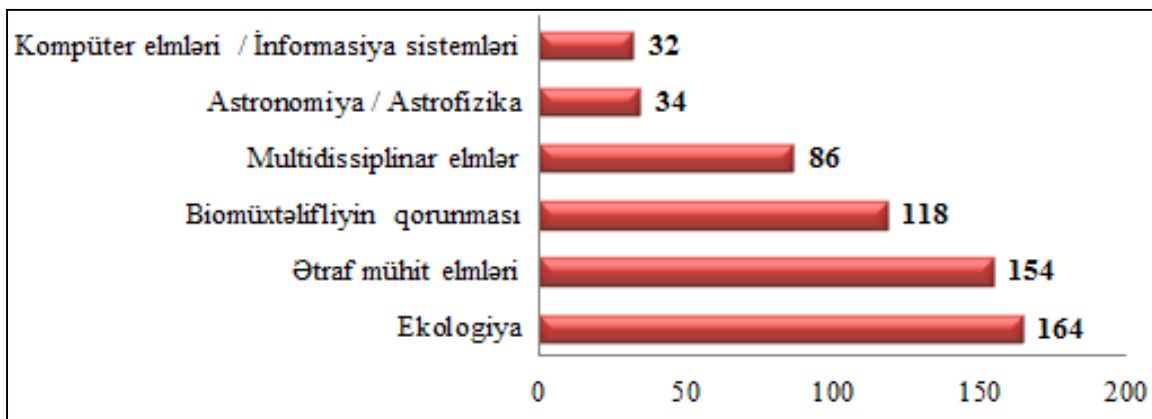
Şəkil 6. Elmi nəşrlərin tipinə görə təsnifatı

Elmi nəşrlərin son illər üzrə statistikası isə Şəkil 7-də verilmişdir.



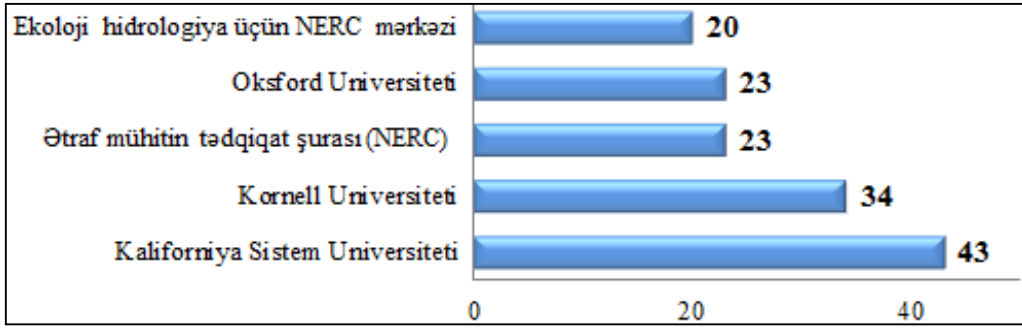
Şəkil 7. Elmi nəşrlərin illər üzrə statistikası

Elmi nəşrlərin sayına görə ilk onluğa düşən elm sahələri üzrə statistika Şəkil 8-də göstərilmişdir.



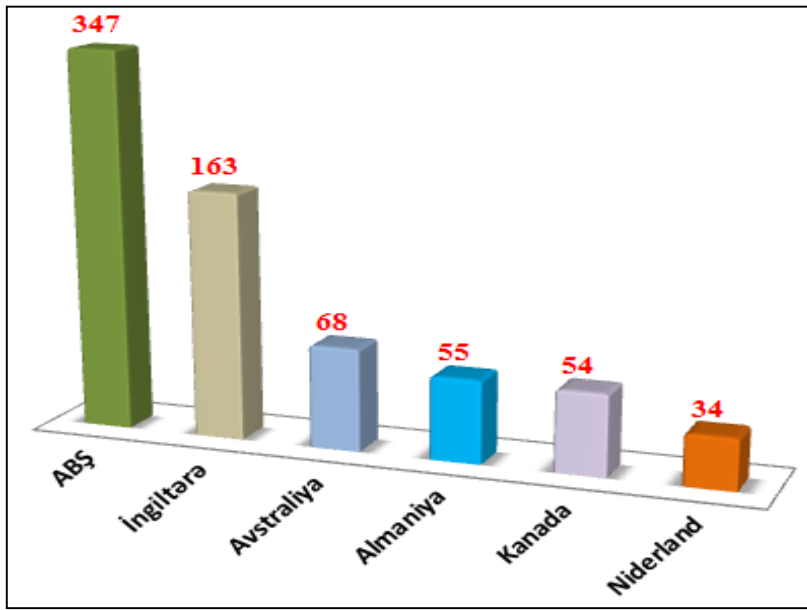
Şəkil 8. Elm sahələri üzrə elmi nəşrlərin statistikası

Ən çox elmi nəşri olan təşkilat üzrə statistika Şəkil 9-da verilmişdir.



Şəkil 9. Ən çox elmi nəşri olan 10 təşkilat üzrə statistika

WoS bazasında “*citizen science*” açar sözü üzrə elmi nəşrlərin ölkələr üzrə statistikasını Şəkil 10-da vətəndaş elmirilmişdir.



Şəkil 10. Elmi nəşrlərin ölkələr üzrə statistikasını

Elmi nəşrlərin WoS indeksi aşağıdakı kimidir:

- *Science Citation Index Expanded* – 492;
- *Social Sciences Citation Index* – 180;
- *Conference Proceedings Citation Index-Science* – 60;
- *Emerging Sources Citation Index* – 56;
- *Arts and Humanities Citation Index* – 13;
- *Conference Proceedings Citation Index-Social Sciences and Humanities* – 11;
- *Book Citation Index-Science* – 5;
- *Book Citation Index-Social Sciences and Humanities* – 2.

WoS elmi bazasında indeksləşən vətəndaş elmi sahəsindəki elmi nəşrlərin bibliometrik analizinin nəticələri əsasən yekun olaraq aşağıdakıları demək olar:

- ABŞ, Böyük Britaniya, Kanada, Almaniya və digər inkişaf etmiş ölkələrdə bu sahə üzrə ciddi tədqiqatlar aparılır;
- tədqiqatların əksəriyyəti ekologiya, ətraf mühitin və biomüxtəlifliyin mühafizəsi, multidissiplinar, astronomiya, astrofizika, kompüter elmləri, informasiya sistemləri və digər sahələrdə müşahidə olunur;
- elmi nəşrlərdə artan dinamika vardır və əsasən, son 10 ilə aiddir.

Ətraf mühit məsələləri timsalında vətəndaş elminin verdiyi innovativ imkanlar keçirilmiş onlayn sorgunun nəticələri əsasında [24]-də təsvir olunmuşdur. Sorgunun məqsədi yeni biliklərin generasiyası, cəmiyyətdə maarifləndirmənin inkişaf etdirilməsi və biliklərin əldə olunması prosesinin asanlaşdırılması və elmi tədqiqatlarda vətəndaşların iştirakı üçün imkanların yaradılması məsələlərinin tədqiqidir. Respondent kimi Almaniya, Avstriya və İsveçrədən olan 143 ekspert seçilmişdir. Sorgunun əsas nəticələrinə aşağıdakıları aid etmək olar:

- yeni biliklər əldə etmək marağı;
- elmi tədqiqatda iştirak:
 - vətəndaş elmirilənlərin toplanmasında – 90%,
 - nümunələrin təhlilində – 42%,
 - digər mərhələlərdə – 40%,
 - tədqiqat məsələsinin müəyyən edilməsində – 10%;
- layihələr çərçivəsində generasiya olunan biliklərin yayılması və nəşri:
 - veb-saytlarda – 80%,
 - hesabatlarda – 77%,
 - planlaşdırılmış elmi məqalələrdə – 27%,
 - nəşr olunmuş elmi məqalələrdə – 23%.

Beləliklə, e-elmə bərabər elm sahələrində ictimai iştirakın vacib forması kimi, müxtəlif həyat tərzli insanların iştirakı ilə xarakterizə olunan vətəndaş elmi də böyük sürətlə formalaşır və elmi fəaliyyətin yeni keyfiyyətdə inkişafına səbəb olur.

Nəticə

Araşdırmalar göstərir ki, vətəndaş elmi intensiv olaraq formalaşır və nəticədə, elm sahələrinin inkişafına müsbət təsir göstərir. Bütün bunlar informasiya texnologiyalarının son nailiyyətlərinin tətbiqi ilə birbaşa bağlıdır. Belə ki, vətəndaş elmi layihələrinin təbliğində, müvafiq təlimlərin təşkilində, könüllülərin layihələrə cəlb olunmasında, verilənlərin toplanmasında, alınmış nəticələrin müzakirəsi və paylaşılmasında bu yeni texnologiyalardan istifadə əhəmiyyətli rol oynayır. Beynəlxalq elmi bazaların resurslarının bibliometrik analizi göstərir ki, vətəndaş elmi sahəsində tədqiqatlar ekologiya, ətraf mühitin və biomüxtəlifliyin mühafizəsi, multidissiplinar, astronomiya, astrofizika, kompüter elmləri və informasiya sistemlərini əhatə edir. Bununla da, vətəndaş elmi, elmi araşdırmalarda ictimai iştirakı təmin etməklə elm və cəmiyyət arasında qarşılıqlı əlaqələri gücləndirir və elm sahələrini yeni keyfiyyətdə inkişaf etdirir.

Ədəbiyyat

1. Əliquliyev R.M., Fətəliyev T.X. Vətəndaş elmi. “İnformasiya Texnologiyaları” nəşriyyatı, Bakı, 2018, 138 s.
2. SciStarter, <https://www.scistarter.com>
3. Fətəliyev T.X. Vətəndaş elmi e-elmin inkişafının yeni istiqaməti kimi // İnformasiya cəmiyyəti problemləri, 2014, №1, s. 57-64.
4. Purple Martin Conservation Association, www.purplemartin.org
5. eBird Mobile Apps Overview, <http://www.help.ebird.org/customer/portal/articles/1848031-ebird-mobile-apps-overview>
6. Amazon Web Services - Cloud Computing Services, <http://www.aws.amazon.com>
7. Mental Modeler, <http://www.mentalmodeler.org>
8. Collaborative Science, <http://www.collaborativescience.org>
9. PANOPTES, <http://www.projectpanoptes.org>
10. DataONE, <http://www.dataone.org>
11. Open-source software for volunteer computing, <https://boinc.berkeley.edu>
12. Choosing BOINC projects. <http://www.boinc.berkeley.edu/projects.php>
13. SETI@home, <http://www.setiathome.berkeley.edu/index.php>

14. World Community Grid, <http://www.worldcommunitygrid.org>
15. Cochran E., Lawrence J. The quake-catcher network: Citizen science expanding seismic horizons // *Seismological Research Letters*, 2009, Volume 80, Issue 1, pp. 26-30.
16. Distributed computing project, <http://www.distributed.net>
17. Acoustics @ home, <http://www.acousticsathome.ru/boinc>
18. European Biodiversity Observation Network, <http://www.eubon.eu>
19. Global Biodiversity Information Facility, <http://www.gbif.org>
20. Veiljo R. et al. Summary report and strategy recommendations for EU citizen science gateway for biodiversity data, <http://www.riojournal.com/articles.php?id=11563>
21. Google LLC, <https://www.google.com>
22. Google Scholar, <http://www.scholar.google.com>
23. Web of Science, <http://www.webofknowledge.com>
24. Turrini T. et al. The threefold potential of environmental citizen science - Generating knowledge, creating learning opportunities and enabling civic participation // *Biological Conservation*, 2018, volume 225, issue 9, pp.176-186.

УДК 001:004.7

Фаталиев Тахмасиб Х.

Институт Информационных Технологий НАНА, Баку, Азербайджан
depart3@iit.ab.az

Вопросы формирования и влияния гражданской науки на развитие научных областей

Статья посвящена вопросам формирования гражданской науки и ее влияния на развитие различных областей науки. Исследуются современное состояние развития гражданской науки, примеры повышенного интереса к ней, ее характерные особенности. Последние достижения ИКТ в развитии гражданских науки иллюстрируются примерами. Приведенный библиометрический анализ ресурсов международных научных баз показывает его положительное влияние на развитие научных областей.

Ключевые слова: э-наука, гражданская наука, проекты гражданской науки, научные области, библиометрический анализ.

Tahmasib Kh. Fataliyev

Institute of Information Technology of ANAS, Baku, Azerbaijan
depart3@iit.ab.az

Formation of citizen science and issues of its influence on the development of scientific fields

The article examines the formation of citizen science and its impact on the development of various fields of science. The development status of citizen science, its more interesting examples for the development of the fields of science and their characteristic features are studied. The role of the recent achievements of ICT in the development of citizen science are exemplified. As the results of the bibliometric analysis of the resources of international scientific bases, the positive impact of citizen science on the development of scientific fields is shown.

Keywords: e-science, citizen science, citizen science projects, scientific fields, bibliometric analysis.