



# AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASININ PREZİDENTİ YANINDA ELMİN İNKİŞAFI FONDU

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında  
Elmin İnkişafı Fondunun 2015-ci ilin əsas qrant müsabiqəsi  
çərçivəsində təqdim olunmuş kompleks elmi-tədqiqat  
proqramlarının (EIF-KETPL-2015-1(25)) qalibi olmuş  
layihənin yerinə yetirilməsi üzrə

## YEKUN ELMİ-TEXNİKİ HESABAT

Layihənin adı: Azərbaycan ərazisində geodinamik və vulkanik aktivlik, gərginlik və deformasiya şəraitinin tədqiqi

Layihə rəhbərinin soyadı, adı və atasının adı: Səfərov Rafiq Tofiq oğlu

Qrantın məbləği: 300 000 manat

Layihənin nömrəsi: EIF-KETPL-2-2015-1(25)-56/27/2-M-16

Müqavilənin imzalanma tarixi: 13 yanvar 2017-ci il

Qrant layihəsinin yerinə yetirilmə müddəti: 24 ay

Layihənin icra müddəti (başlama və bitmə tarixi): 01 fevral 2017-ci il – 01 fevral 2019-cu il

**Diqqət! Bütün məlumatlar 12 ölçülü Arial şrifti ilə, 1 intervalla doldurulmalıdır**

**Diqqət! Uyğun məlumat olmadığı təqdirdə müvafiq bölmə boş buraxılır**

Hesabatda aşağıdakı məsələlər işıqlandırılmalıdır:

**1** Layihənin həyata keçirilməsi üzrə yerinə yetirilmiş işlər, istifadə olunmuş üsul və yanaşmalar

1. Geodinamik və vulkanik aktivliyin, gərginlik və deformasiya şəraitinin tədqiqinə dair beynəlxalq təcrübələrin araşdırılması, yeni elmi tədqiqat işlərinin analizi aparılmış, ümumiləşdirilmiş və nəticələr əsasında tədqiqat ərazisi üçün mövcud olan məlumat bazası genişləndirilmişdir. O cümlədən, tədqiqat ərazisində Qlobal Peyk Naviqasiya Sistemi GPS vasitəsilə aparılacaq geodinamik monitoring işlərinin metodikalarının işlənilməsi məqsədi ilə mövcud beynəlxalq nəzəri və praktiki təcrübə məlumatları təhlil edilmişdir.

Geodinamik problemləri öyrənmək məqsədi ilə dünyanın bir çox ölkələrində elmi tədqiqat işləri aparılır. Bu tədqiqat işlərindən layihə mövzusu baxımından böyük maraq kəsb edən beynəlxalq elmi nəşrlərə baxılmış və ümumiləşdirilmişdir:

- Calais E., Minster J. B. GPS, earthquakes, the ionosphere, and the Space Shuttle // Physics of the Earth and Planetary interiors, 1998, v.105, No 3, pp. 167-181.

- Kahle H.G., Straub C., Reilinger R. et al. The strain rate field in the eastern Mediterranean region, estimated by repeated GPS measurements // Tectonophysics, 1998, v.294, No 3, pp. 237-

- Reilinger R., Barka A.A. GPS constraints on slip rates in the Arabia-Africa-Eurasia plate collision zone: Implications for the earthquake recurrence times // NATO ASI Serisi, 1997, v.28, pp.91-108
- Reilinger R.E., McClusky S.C., Oral M.B. et al. Global Positioning System measurements of present-day crustal movements in the Arabia-Africa-Eurasia plate collision zone // Journal of Geophysical Research: Solid Earth (1978–2012), 1997, v.102, No B5, pp.9983-9999
- Allen M.B., Jones S., Ismail-Zadeh A. et al. Onset of subduction as the cause of rapid Pliocene-Quaternary subsidence in the South Caspian Basin // Geology, 2002, v. 30, No 9, pp. 775-778
- Reilinger R.E., McClusky S.C., Souter B.J. et al. Preliminary estimates of plate convergence in the Caucasus collision zone from global positioning system measurements // Geophysical research letters, 1997, v.24, No 14, pp.1815-1818
- Barka A., Reilinger R. Active tectonics of the Eastern Mediterranean region: deduced from GPS, neotectonic and seismicity data // Annali di geofisica, 1997, v.XL, No 3, pp. 587-610
- Djamour Y., Vernant P., Bayer R. et. al. GPS and gravity constraints on continental deformation in the Alborz mountain range, Iran // Geophysical Journal International, 2010, v.183, No 3, pp. 1287-1301
- Priestley K., Jackson J., McKenzie D. Lithospheric structure and deep earthquakes beneath India, the Himalaya and southern Tibet // Geophysical Journal International, 2008, v.172, No 1, pp.345-362
- Allmendinger R. W., Reilinger R., Loveless J. Strain and rotation rate from GPS in Tibet, Anatolia, and the Altiplano // Tectonics, 2007, v.26(3), TC3013, doi:10.1029/2006TC002030
- Shevchenko V.I., Guseva T.V., Lukk, A.A. et al. Recent Geodynamics of the Caucasus Mountains from GPS and Seismological Evidence // Izvestiya Physics of the Solid Earth, 1999, v.35, No 9, pp.691-704
- Reilinger R., McClusky S., Vernant P. et al. GPS constraints on continental deformation in the Africa-Arabia-Eurasia continental collision zone and implications for the dynamics of plate interactions // Journal of Geophysical Research: Solid Earth (1978–2012), 2006, v.111, B05411.
- Kadırov F., Floyd M., Alizadeh A. et al. Kinematics of the eastern Caucasus near Baku, Azerbaijan". // J. Nat. Hazards, 2012, v.63, No 2, pp.997-1006, doi:10.1007/s11069-012-0199-0.
- Kadırov F., Mammadov S., Reilinger R., McClusky S. Some new data on modern tectonic deformation and active faulting in Azerbaijan (according to Global Positioning System measurements) // Proc. Sci. Earth Azerbaijan Natl. Acad. Sci., 2008, v.1, pp. 82-88
- Reilinger R.E., McClusky S., Vernant, P. et al. Present-day kinematics of the Arabia-Eurasia collision zone and some possible implications for lithospheric dynamics / AGU Fall Meeting Abstracts, 2009, v.1, p.1534 və s.

Qafqaz uzunluğu 1500 km olan qitə daxili dağ silsiləsidir və sıxılma nəticəsində kontinental dağ əmələgəlmə prosesinə aydın bir misaldır. Burada əsas tektonik qüvvə Ərəbistan və Avrasiya plitələrinin kolliziyası ilə meydana gəlir və bu region hazırda dünyanın seysmik aktiv regionlarındanıdır. Burada seysmik hadisələrin sayının çox olmasına baxmayaraq güclü dağıdıcı zəlzələlər nadir hallarda baş verir və əksər hiss edilən zəlzələlər regional qırılmalar ətrafında cəmlənmişdir.

Azərbaycan ərazisi Ərəbistan və Avrasiya plitələrinin aktiv toqquşma zonasında yerləşir. Plitələr tektonikası Ərəb və Avrasiya plitələrinin kolliziyasının 10-30 mln il vaxt intervalında müasir dövrdə də davam etdiyini göstərir və Ərəbistan plitəsinin Avrasiyaya nəzərən şimala doğru hərəkət sürəti bu toqquşma başlayan vaxtdan sabit qalmış və 20 mm/il-ə bərabərdir.

Plitələr tektonikasının tərs probleminin həlli nəticələrinə əsasən Ərəbistan əvvəllər yerləşdiyi yerdən kontinental Avrasiya litosferinin yerləşdiyi yerə doğru 200-600 km hərəkət etmişdir. Ərəbistanın Avrasiyaya doğru davam edən bu hərəkəti Şərq-Qərb istiqamətində uzanan Əsas Qafqaz üstəgəlməsi (ƏQÜ) üzrə litosferin qısalmasına və sağtərəfli (dekstral) üfüqi yerdəyişmə tipli qırılma ilə toqquşma zonasında litosferin horizontal yerdəyişməsinə səbəb olur. Bu regional

tektonik proseslər yer qabığı deformasiyalarının səbəbi olmaqla tarixən bütün Qafqaz ərazisində qeydə alınan zəlzələlər yaratmışlar. Məlum olduğu kimi Böyük Qafqaz üstəgəlməsi, Qafqaz önü qırılmalar və digərləri aktiv olublar və burada yer qabığı səthinin qısalmaları baş verib. Yer səthi qısalmalarının baş verdiyi bölgələr də elə seysmik aktivliyi ilə fərqlənirlər. Bu bölgələrdə V, XII, XVII, XIX, XX əsrlərdə reallaşmış güclü zəlzələlər bir daha təkrarlana bilər.

Azərbaycan və qonşu ərazilərdə aparılan GPS müşahidələri yer qabığının səthində müasir hərəkətləri və onlarla əlaqədar olan yer qabığı deformasiyalarını qiymətləndirməyə imkan verir. Müşahidə olunan hərəkətlər (müşahidə məntəqələrindəki sürətlər) analiz edilərək gərginliyin sürətlə toplanma zonaları müəyyənləşdirilir. Belə ehtimal edilir ki, bu zonalar gələcəkdə zəlzələlərin baş verə biləcəyi zonalar ola bilər.

Bu regionda baş verən prosesləri öyrənmək və təhlükəli geoloji proseslərdən dəyən zərərlərin azaldılması yollarını müəyyən etmək üçün Yer qabığının müasir hərəkətlərinin öyrənilməsi mühüm əhəmiyyət daşıyır.

Qafqazda tektonik hərəkətlərin xüsusiyyətlərinin araşdırılması və deformasiyaların öyrənilməsi regiondakı geodinamik proseslərin tədqiqi və geodinamik modelin hazırlanması cəhətdən də əhəmiyyətlidir.

2. Tədqiqat ərazisində, xüsusilə Bakı şəhəri və Abşeron yarımadasında əhali sayının sürətlə artması və sənaye (xüsusilə neft və qaz sənayesi ilə əlaqədar olan) və digər infrastrukturların dayanmadan inkişafı ilə əlaqədar olaraq geodinamik və vulkanik aktivlik səbəbi ilə yarana biləcək təhlükələrin qiymətləndirilməsi məqsədilə yaşayış və istehsalat obyektlərinə yaxın yerləşən və onların fəaliyyətinə əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərə biləcək aktiv tektonik qırılmalar və palçıq vulkanlarının öyrənilməsi üçün mövcud təcrübə və nəzəri məlumatlar analiz edilmiş və tədqiq olunmuşdur. Aktiv tektonik qırılmaların və palçıq vulkanlarının geodinamik monitorinqinin həyata keçirilməsi məqsədilə Azərbaycan GPS şəbəkəsinə daxil olan 26 müşahidə məntəqəsində ölçü işləri aparılmışdır (Şəkil 2.1. və 2.2). GPS ölçü işləri Astara (ASTA), Yardımlı (YARD), Lerik (GOSM), Biləsuvar (BLVR), Salyan (SALN), Xıdırlı (KHİN), Səngəçal (SA03), Şıxlar (SHİK), Cəngi (JANG), Quxuroba (SAMU), Qusar (ANIX), Xızı (KIZC), Siyəzən (SIYE), Mədrəsə (MEDR), İsmayilli (ISMA), Oğuz (YAGB), Yevlax (YEVL), Mingəçevir (XANA), Katex (KTYX), Gürgan (GURK), Kürdəmir (KURD), İmişli (İMİS), Ucar (UCAR), Ağdaş (AGDA), Goranboy (GORA), Gədəbəy (GEDN) məntəqələrində yerinə yetirilmiş və hər bir məntəqə üçün 48 saatlıq müşahidə materialı toplanmış və GAMIT/GLOBK proqram paketi vasitəsilə emal olunmuşdur.

Azərbaycan GPS şəbəkəsi Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası və Amerika Birləşmiş Ştatları Massaçusets Texnologiya İnstitutunun birgə əməkdaşlığı ilə 1998-ci ildə yaradılmış və sonrakı illərdə genişləndirilmişdir. 1998-ci ildə olan 16 GPS ölçü nöqtələrinin sayı hal hazırda 26-ya çatmışdır. 1998-ci ildən başlayaraq AMEA Geologiya və Geofizika İnstitutu Massaçusets Texnologiya institutu ilə birlikdə qurmuş olduğu Azərbaycan GPS şəbəkəsində müntəzəm olaraq monitorinq aparır. Azərbaycan GPS şəbəkəsində və ətraf ərazilərdəki (Rusiya, Türkiyə, Gürcüstan, Ermənistan və İran) GPS məlumatları Qafqaz ərazisinin müasir geodinamikasını regional öyrənməyə və deformasiyaları qiymətləndirməyə imkan verir. Bundan əlavə Azərbaycan ərazisində Azərbaycan Respublikası Seysmik Xidmət Mərkəzinin rəqəmsal seysmik şəbəkəsi də müvəffəqiyyətlə fəaliyyət göstərir və mühüm seysmoloji məlumat bazası yaradılıb. GPS və seysmoloji məlumatların birlikdə müasir metodlarla interpretasiya edilməsi Azərbaycan və qonşu ərazilərin deformasiya xüsusiyyətlərini dəqiqləşdirmək üçün mühüm məlumat bazası kimi əhəmiyyət kəsb edir. Digər geofiziki sahələrin də zaman və məkan dəyişmələrinin GPS və seysmoloji məlumatlarla birlikdə interpretasiyası qırılma sisteminin konfiqurasiyasının dəqiqləşdirilməsi və aktiv hissələrinin müəyyən edilməsi üçün əhəmiyyətlidir.

Azərbaycan GPS şəbəkəsinin müşahidə nöqtələrinin yerləri ərazinin tektonik və geoloji quruluşu və seysmikliyi nəzərə alınaraq seçilmişdir.

Aktiv tektonik qırılmaların və palçıq vulkanlarının geodinamik monitorinqinin həyata

keçirilməsi məqsədilə Azərbaycan GPS şəbəkəsinə daxil olan 26 müşahidə məntəqəsində ölçü işləri aparılmışdır (Şəkil 2.1. və 2.2). GPS ölçü işləri Astara (ASTA), Yardımlı (YARD), Lerik (GOSM), Biləsuvar (BLVR), Salyan (SALN), Xıdırlı (KHİN), Səngəçal (SA03), Şıxlar (SHİK), Cəngi (JANG), Quxuroba (SAMU), Qusar (ANIX), Xızı (KIZC), Siyəzən (SIYE), Mədrəsə (MEDR), İsmayılı (ISMA), Oğuz (YAGB), Yevlax (YEVL), Mingəçevir (XANA), Katex (KTYX), Gürgan (GURK), Kürdəmir (KURD), İmişli (IMIS), Ucar (UCAR), Ağdaş (AGDA), Goranboy (GORA), Gədəbəy (GEDN) məntəqələrində yerinə yetirilmiş və hər bir məntəqə üçün 48 saatlıq müşahidə materialı toplanmış və GAMIT/GLOBK proqram paketi vasitəsilə emal olunmuşdur.



Şəkil 2.1. Azərbaycan GPS şəbəkəsinə daxil olan Yardımlı (YARD) müşahidə məntəqəsində çöl ölçü işləri.



Şəkil 2.2. Azərbaycan GPS şəbəkəsinə daxil olan Oğuz (YAGB) müşahidə məntəqəsində çöl ölçü işləri.

Azərbaycan GPS şəbəkəsinə daxil olan fasiləsiz olaraq fəaliyyət göstərən 7 stansiya – Bakı

(BAKU), Pirşağı (PIRS), Şəki (SEKC), Gəncə (GANJ), Neftçala (NEFT), Şamaxı (PIRG) və Sabirabad (SABD) GPS stansiyalarından (Şəkil 2.3) 2007-2018-ci illər ərzində əldə olunan məlumatlar, o cümlədən, AMEA Respublika Seysmoloji Xidmət Mərkəzinin fasiləsiz olaraq fəaliyyət göstərən 24 GPS stansiyasından Ağdam (AGDG), Şirvan (ALİG), Altiğac (ATGG), Füzuli (FZLG), Qobustan (GBSG), Gədəbəy (GDBG), Gəncə (GENG), Cəlilabad (GLBG), Qobu (GOBG), İsmayilli (İMLG), Çilov (JLVG), Lənkəran (LKRG), Lerik (LRKG), Mingəçevir (MNGG), Nardaran (NARD), Pirqulu (PQLG), Qala (QALG), Qəbələ (QBLG), Qusar (QSRG), Qazax (QZXG), Saatlı (SATG), Xınalıq (XNQG), Yardımlı (YRDG) və Zaqatala (ZKTG) 2012-2018-ci illər ərzində əldə olunan məlumatlar GAMIT/GLOBK proqram paketi vasitəsilə emal olunmuşdur.



Şəkil 2.3. Bakı, Şəki və Neftçala fasiləsiz işləyən CGPS stansiyaları.

Bu stansiyalar məsafədən idarə edilir və stansiyanın məlumatları UNAVCO (ABŞ) məlumat mərkəzinə ötürülür və sərbəst olaraq bütün tədqiqatçılar tərəfindən istifadə edilir. Eyni zamanda bu stansiyaların məlumatları UNAVCO tərəfindən digər ölkələrə GPS məlumatlarının emalı zamanı baza vektorlarının hesablanması üçün istifadəsi məsləhət bilinmişdir.

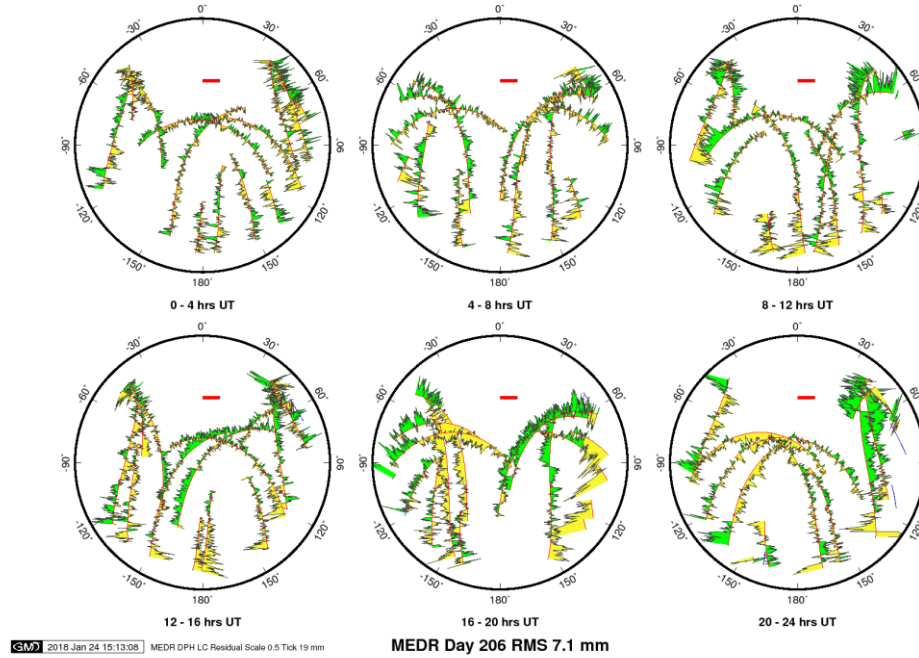
AMEA Geologiya İnstitutunun Massaçusets Texnologiya İnstitutu ilə birlikdə qurduğu Azərbaycan GPS şəbəkəsi nöqtələrinin yeri, adı, koordinatları və tipi cədvəl 2.1.-də göstərilmişdir.

Cədvəl 2.1.

№	GPS nöqtəsinin dörd hərflə işarəsi	GPS nöqtəsinin yerləşdiyi yer	Koordinatlar		Tip
			N (şimal en dairəsi)	E (uzunluq dairəsi)	
1.	BAKU	Bakı	40,372	49,814	CGPS
2.	SEKC	Şəki	40.626	47.145	CGPS
3.	NEFT	Neftçala	39.404	49.243	CGPS
4.	PIRS	Pirşağı	40.562231	49.898828	CGPS
5.	PIRG	Şamaxı	40.780214	48.595302	CGPS
6.	SABD	Sabirabad	40.009423	48.476946	CGPS
7.	GANJ	Gəncə	40.680381	46.361300	CGPS
8.	AGDG	Ağdam	40.10675	47.10675	CGPS
9.	ALİG	Şirvan	39.9582	49.00558	CGPS
10.	ATGG	Altiğac	40.86027	48.93716	CGPS

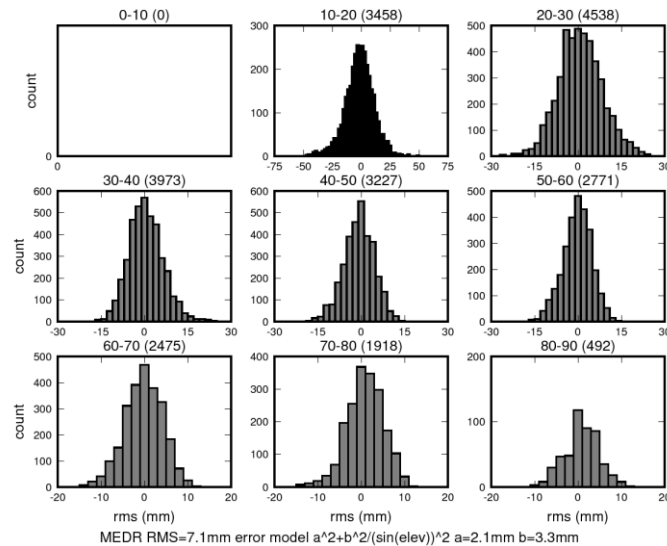
11.	FZLG	Füzuli	39.45992	47.32107	CGPS
12.	GBSG	Qobustan	40.53538	48.94267	CGPS
13.	GDBG	Gədəbəy	40.72152	45.75412	CGPS
14.	GENG	Gəncə	40.64659	46.32242	CGPS
15.	GLBG	Cəlilabad	39.24249	48.39325	CGPS
16.	GOBG	Qobu	40.40067	49.73239	CGPS
17.	İMLG	İsmayılı	40.79236	48.18221	CGPS
18.	JLVG	Çilov adası	40.31436	50.5776	CGPS
19.	LKRG	Lənkəran	38.70983	48.77903	CGPS
20.	LRKG	Lerik	38.64314	48.34067	CGPS
21.	MNGG	Mingəçevir	40.77225	47.08523	CGPS
22.	NARD	Nardaran	40.5812	49.98609	CGPS
23.	PQLG	Pirqulu	40.78814	48.59377	CGPS
24.	QALG	Qala	40.4102	50.1555	CGPS
25.	QBLG	Qəbələ	40.94582	47.8372	CGPS
26.	QSRG	Qusar	41.51516	48.26321	CGPS
27.	QZXG	Qazax	41.05858	45.37263	CGPS
28.	SATG	Saatlı	39.93707	48.39215	CGPS
29.	XNQG	Xınalıq	41.17189	48.13952	CGPS
30.	YRDG	Yardımlı	38.91485	48.24215	CGPS
31.	ZKTG	Zaqatala	41.63715	46.62174	CGPS
32.	ANIX	Qusar	41.350	48.228	GPS
33.	ASTA	Astara	38.637	48.793	GPS
34.	AQDA	Ağdaş	40.71029	47.54345	GPS
35.	BLVR	Biləsuvar	39.497	48.717	GPS
36.	KTYX	Katex	41.652	46.510	GPS
37.	GEDN	Gədəbəy	40.720	45.753	GPS
38.	GORA	Goranboy	40.64719	46.76502	GPS
39.	İMİS	İmişli	39.97809	48.06171	GPS
40.	GOSM	Qosməliyon	38.705	48.419	GPS
41.	GURK	Gürqan	40.404	50.303	GPS
42.	ISMA	İsmayılı	40.776	48.209	GPS
43.	KHAN	Xanabad	40.830	47.164	GPS
44.	KHIN	Xıdırlı	39.817	49.237	GPS
45.	KIZC	Xızı	40.910	49.084	GPS
46.	KURD	Kürdəmir	40.332	48.147	GPS
47.	MEDR	Mədrəsə	40.613	48.551	GPS
48.	OKUD	Şəki, Oxud	41.220	47.161	GPS
49.	SA03	Sanqaçal	40,230	49,387	GPS
50.	SALN	Salyan	39.675	49.020	GPS
51.	SAMU	Quxuroba	41.595	48.528	GPS
52.	SHIK	Şıxlar	40.025	49.425	GPS
53.	SIYE	Siyəzən	41.065	49.120	GPS
54.	UCAR	Ucar	40.485	47.667	GPS
55.	YAGB	Yaqublu	40.926	47.434	GPS
56.	YARD	Yardımlı	38.952	48.387	GPS
57.	YEVL	Yevlax	40.626	47.145	GPS
58.	JANG	Cəngi	40.47730	49.14666	GPS

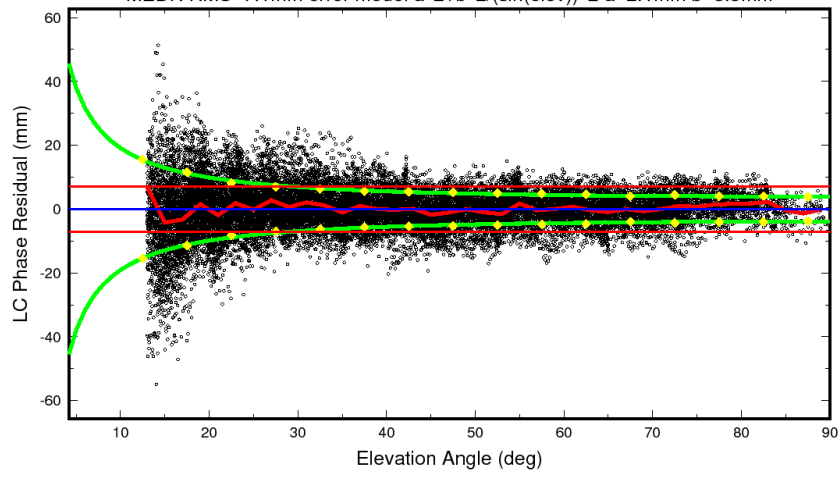
3. Azərbaycan Geodinamik Poliçonunda aparılmış GPS (Qlobal Peyk Naviqasiya Sistemi) müşahidələri vasitəsilə (26 müşahidə məntəqəsi və 31 fasiləsiz fəaliyyət göstərən stansiya) əldə edilmiş müşahidə məlumatları kameral şəraitdə analiz edilmiş, çöl müşahidə qeydləri nəzərə alınaraq keyfiyyət baxımından qiymətləndirilmişdir.



Şəkil 3.1. Mədrəsə (MEDR) GPS ölçü məntəqəsi üzərində peyk siqnallarının keyfiyyət qiymətləndirilməsi: atmosfer və multi-trayektoriya xətaləri (4 saatlıq intervalla).

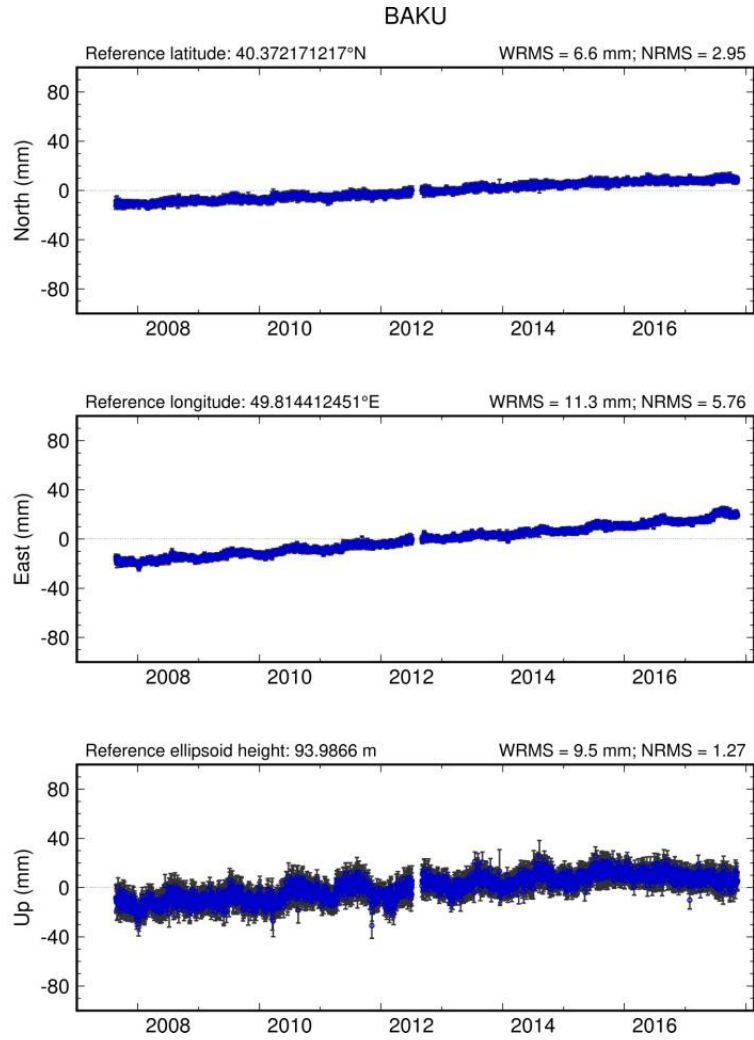
Məlumatların GAMIT/GLOBK proqram paketi vasitəsilə ilkin emalı məqsədilə süzgecləmə işləri yerinə yetirilmişdir. Beynəlxalq Qlobal Peyk Naviqasiya Sistemi Xidmətinə (IGS) daxil olan və müşahidə məlumatlarının yekun emalı üçün zəruri olan fasiləsiz fəaliyyət göstərən GPS stansiyalarının məlumatları toplanaraq ümumi bazaya əlavə edilmişdir. Hər bir GPS ölçü məntəqəsi və stansiyası üçün peyk siqnallarının və müşahidə məlumatlarının keyfiyyəti qiymətləndirilərək emal edilmişdir. GPS ölçü məntəqəsi üzərində peyk siqnallarının atmosfer və multi-trayektoriya xətaləri (4 saatlıq intervalla), eyni zamanda siqnalların fazasının siqnalın qəbul olunma bucağı ilə əlaqəsi nəzərə alınmışdır (Şəkil 3.1 və 3.2).





Şəkil 3.2. Peyk siqnallarının fazasının siqnalın qəbul olunma bucağı ilə əlaqəsi: Mədrəsə (MEDR) GPS ölçü məntəqəsində peyk siqnallarının keyfiyyətinin qiymətləndirilməsi.

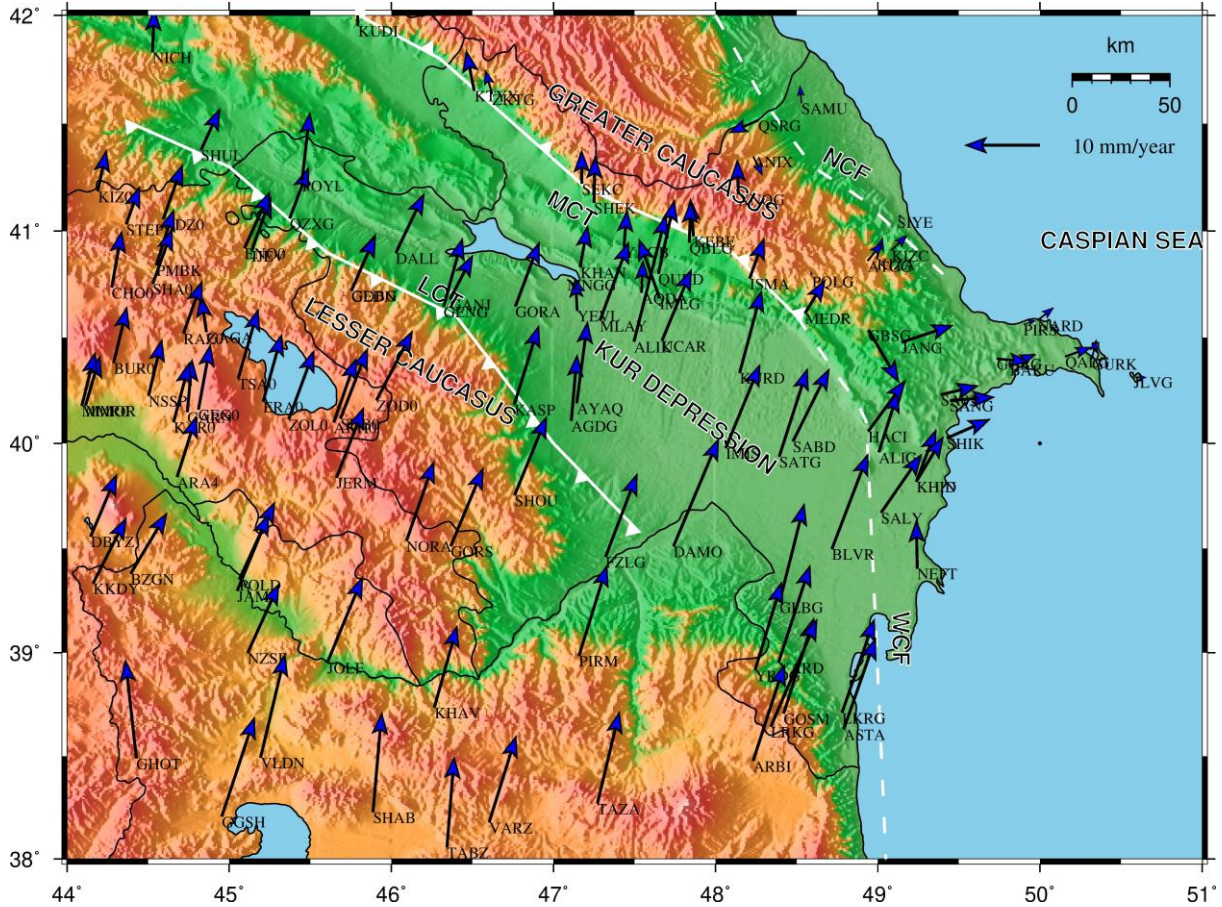
Eyni zamanda hər bir fasiləsiz stansiya (31) üçün 2007-2018-ci illər üzrə stansiya koordinatlarının zamandan asılılıq qrafikləri tərtib edilmişdir (Şəkil 3.3).



Şəkil 3.3. Bakı (BAKU) GPS stansiyası üçün 2007-2018-ci illər üzrə stansiya koordinatlarının zamandan asılılıq qrafiki.



4. 1998-2017-ci illər ərzində, o cümlədən, layihənin yerinə-yetirilməsi dövründə əldə olunmuş məlumatların təhlili nəticəsində Azərbaycan və ona qonşu olan ərazilər üçün yeni Yer qabığı horizontal hərəkətlərinin paylanması xəritəsi tərtib edilmişdir (Şəkil 4.1). Tərtib edilmiş GPS sürətləri (Yer qabığı horizontal hərəkətləri) xəritəsi, onların emal və analizi nəticələrinin məlumat bazası regional arxivə əlavə edilmiş və Azərbaycan Respublikası ərazisində tətbiqi tədqiqatlar və o cümlədən, mühəndisi seysmologiya məsələlərinin həlli üçün istifadə oluna bilər.



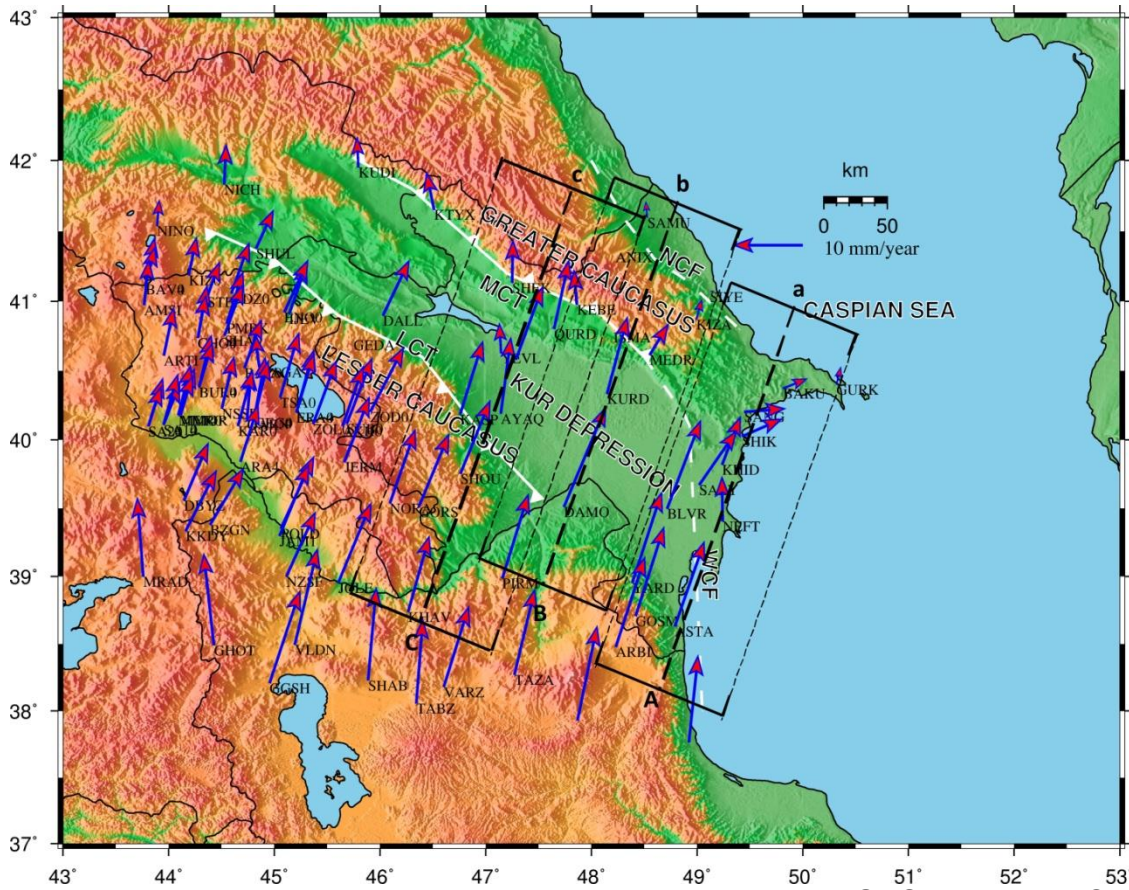
Şəkil 4.1. Azərbaycan və qonşu ərazilər üçün Yer qabığı horizontal hərəkətlərinin paylanması xəritəsi (1998-2018), AMEA Respublika Seysmoloji Xidmət Mərkəzi (2012-2018).

Qeyd etmək lazımdır ki, əldə edilmiş tədqiqat nəticələri, GPS ölçü məlumatları: litosfer plitələrinin kinematikasının təyində; onların sərhədlərinin aşkarlanması və dəqiqləşdirilməsində (hansı ki, onların təsir zonalarda bir qayda olaraq, güclü zəlzələ ocaqları yerləşmişdir); əsas qırılma sistemlərinin və nisbətən daha çox seysmik təhlükəli zonaların müəyyənləşdirilməsində; mühitin gərginlik-deformasiya şəraitinin dəyişməsinə və bu tip qırılma zonalarında elastiki deformasiyanın toplanmasına nəzarət zamanı istifadə oluna bilər.

5. Kosmik geodeziya GPS və seysmoloji məlumatlar əsasında Azərbaycan ərazisinin müasir geodinamik şəraiti təhlil edilmişdir. Bu məqsədlə Azərbaycan ərazisi üçün tərtib edilmiş GPS sürətləri xəritəsindən istifadə edilmişdir. Analiz məqsədilə Astara-Bakı, İmişli-Xaçmaz və Zəngilan-Şəki istiqamətli üç sürət profili seçilmişdir (Şəkil 5.1 və 5.2).

Profillər üzrə sürət sahəsinin aydın şəkildə ifadə olunan xüsusiyyətlərindən biri cənubdan şimala doğru Böyük Qafqaz Üstəgəlməsinin uzanma istiqamətinə perpendikulyar olan GPS sürət

komponentlərinin (şimal komponenti VN) qiymətinin azalmasıdır (şəkil 5.2, A-a, B-b, C-c profilləri). Bundan başqa burada Kür depressiyası və Kiçik Qafqaz hüdudlarında horizontal hərəkət tendensiyası mövcuddur ki, bu da dağ silsiləsinin uzanma istiqaməti boyu qərbdən şərqə doğru sürətlərin artması ilə ifadə olunur. Beləki, Azərbaycan ərazisinin qərb hissəsində GPS sürətləri 1-2 mm/il, şərqdə - Bakı yaxınlığında isə 13-14 mm/il-ə bərabərdir. Bu, eyni zamanda Qafqaz blokunun saat əqrəbinin əksi istiqamətində döndüyünün göstəricisidir. Digər tərəfdən Kiçik Qafqaz ərazisində uyğun tendensiyanın müşahidə olunmaması bu ərazidə sürəti < 2 mm/il olan yer qabığı qısalmasının baş verdiyini deməyə əsas verir. Aparılmış müşahidə nəticələri və nisbətən zəif seysmikliyi (1988-ci il M6.8 Spitak, Ermənistan zəlzəli istisna olmaqla) Kiçik Qafqazın bütöv bir blok şəklində Avrasiyaya nəzərən saat əqrəbinin əksi istiqamətində dönmə hərəkətində olduğunu göstərir. Bu dönmə hərəkəti Qafqaz ərazisində Kiçik və Böyük Qafqazı bir-birindən ayıran qitə daxili kənar hövzənin (Kür depressiyası) qapanması ilə əlaqədar ola bilər.

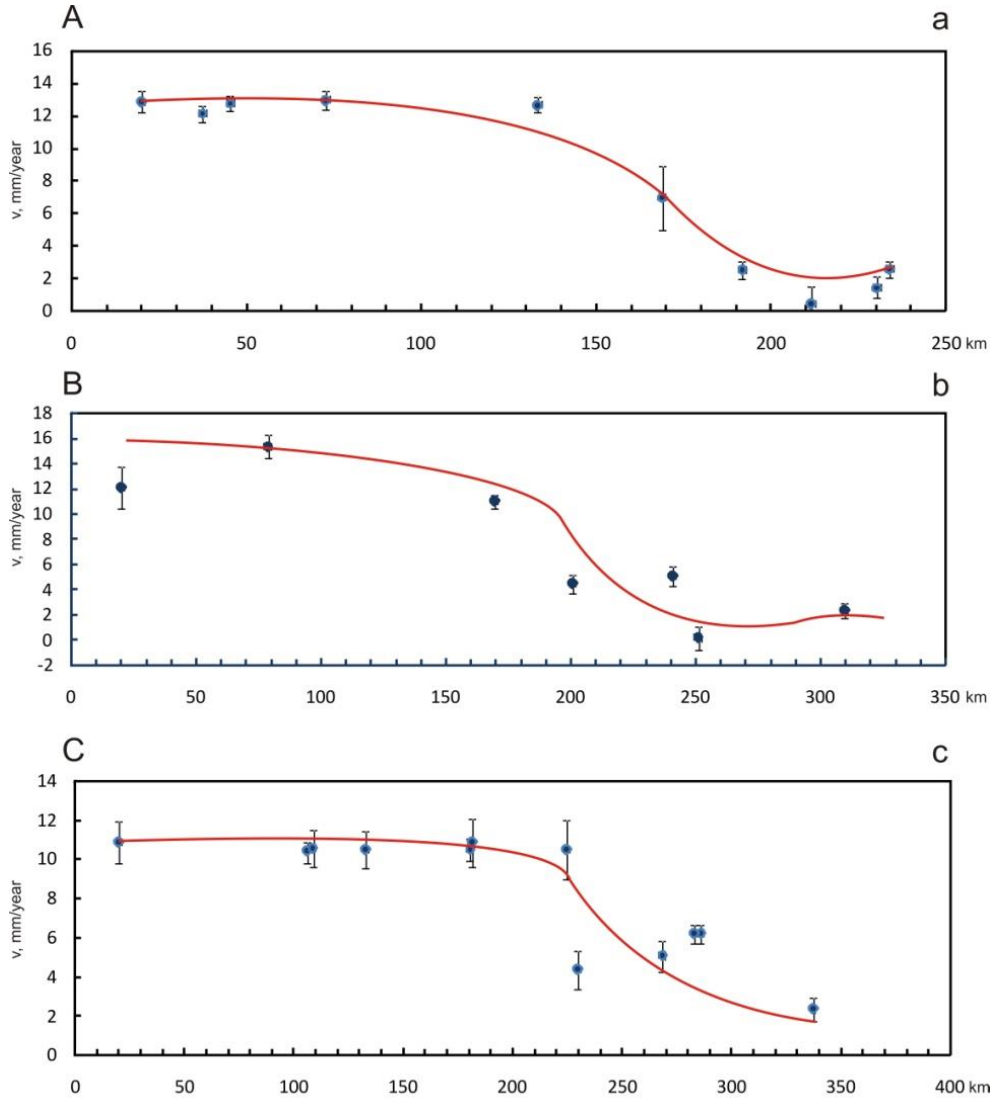


Şəkil 5.1. Azərbaycan ərazisinin sadələşdirilmiş tektonik sxemi və GPS sürətləri, NCF-Şimali Xəzər qırılması, MCT-Böyük Qafqaz üstəgəlməsi, WCF-Qərbi Xəzər qırılması, LCT-Kiçik Qafqaz üstəgəlməsi.

Digər tərəfdən MCT boyu yerləşən GPS məntəqələrində qərb istiqamətində sürətlərin azalması müşahidə olunur. Yer səthinin şimal şimal-şərq istiqamətli hərəkəti bu üstəgəlmədə gərginlik toplanmasının səbəblərindən biri kimi interpretasiya edilir.

Abşeron və Neftçala yarımadaalarında və Xəzər hövzəsinin cənub qurtaracağında aparılmış yeni GPS müşahidələri göstərir ki, Bakının cənubunda Kür depressiyası və Böyük Qafqaz/Abşeron yarımadası arasında MCT-nin bir hissəsi cənub cənub-şərq istiqamətində dönmə (şəkil 5.1, WCF). GPS müşahidələri əsasında Böyük Qafqaz Üstəgəlməsindən ayrılan və Neftçala yarımadasından keçərək cənuba doğru yönələn bu qırılmanın sağtərəfli üfüqi yerdəyişmə tipli qırılma olduğu müəyyən edilmişdir (Qərbi Xəzər Qırılması - WCF).

Digər tərəfdən, Bakıdan təxminən 50 km cənub-qərbdə yerləşən GPS müşahidə məntəqəsindən (SHIK) Abşeron yarımadasının şərq qurtaracağında yerləşən məntəqəyə (GURK) qədər olan ərazidə ~6 mm/il sürətlə yer qabığı qısalmasının baş verdiyi müəyyən edilmişdir (Şəkil 5.2, A-a profili).



Şəkil 5.2. Seçilmiş A-a, B-b və C-c sürət profilləri boyu GPS sürətlərinin şimal komponentlərinin məsafədən asılılıq qrafikləri.

Son 20 ildə aparılmış GPS müşahidələrindən əldə olunmuş sürət sahəsi Azərbaycan və Kiçik Qafqaza qonşu olan ərazilərdə yer qabığı səthinin Avrasiyaya nəzərən şimal şimal-şərq istiqamətində hərəkətini aydın şəkildə təsvir edir.

GPS sürət sahəsinin aydın şəkildə ifadə olunan xüsusiyyətlərindən biri cənubdan şimala doğru Böyük Qafqaz Üstəgəlməsinin uzanma istiqamətinə perpendikulyar olan GPS sürət komponentlərinin (şimal komponenti VN) qiymətinin azalmasıdır.

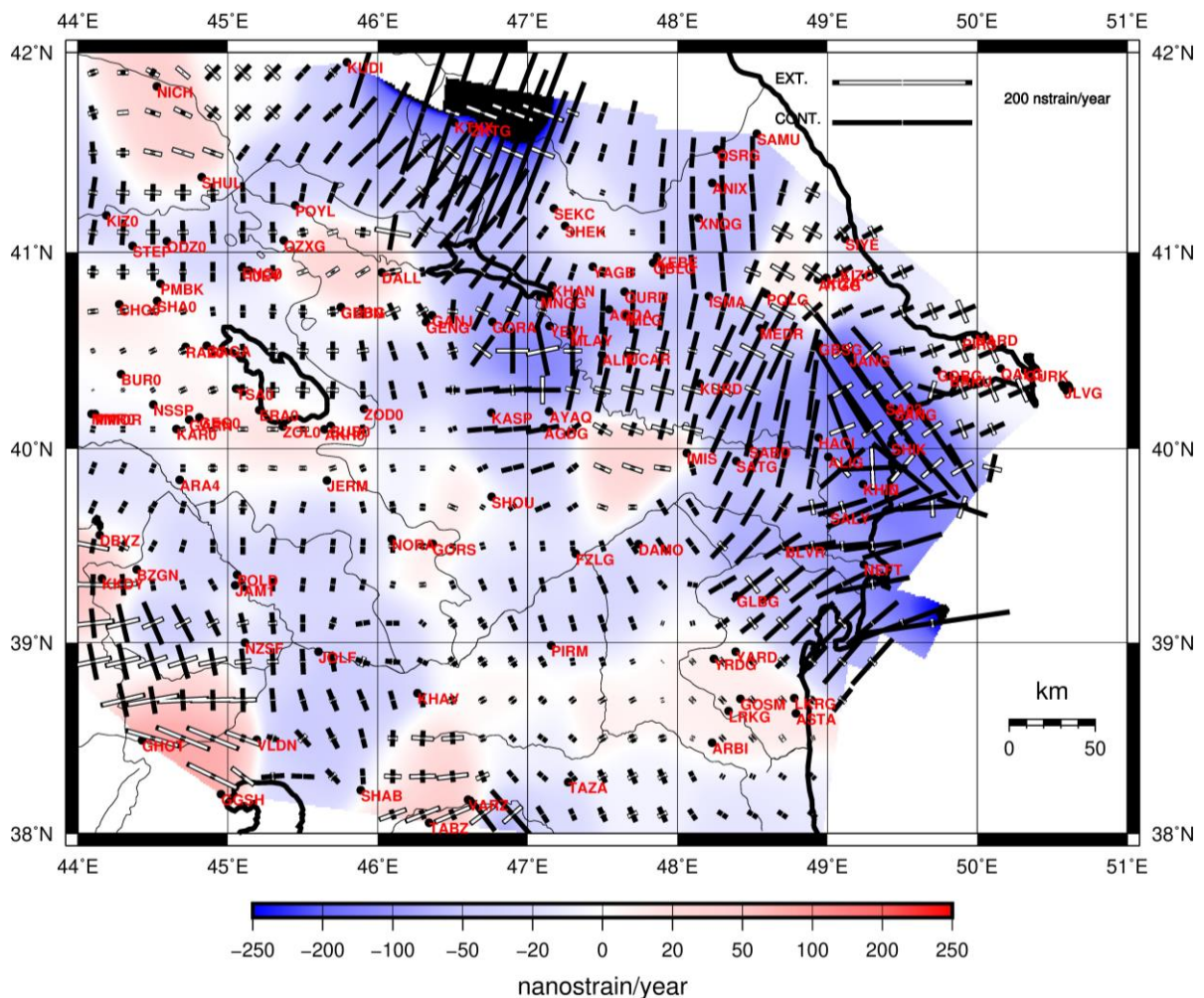
Bundan başqa burada Kür depressiyası və Kiçik Qafqaz hüdudlarında horizontal hərəkət tendensiyası mövcuddur ki, bu da dağ silsiləsinin uzanma istiqaməti boyu qərbdən şərqə doğru sürətlərin artması ilə ifadə olunur. Kiçik Qafqaz ərazisində sürəti < 2 mm/il olan yer qabığı qısalmasının baş verdiyini müəyyən edilmişdir. Bakı-Abşeron yarımadası ərazisində ~6 mm/il sürətlə yer qabığı qısalmasının baş verdiyi müəyyən edilmişdir.

Baş verən zəlzələlər Böyük Qafqazın cənub yamacı boyu uzanan qırılma ətrafında olmaqla Zaqatala, Şəki, İsmayilli və Şamaxı rayonlarını əhatə edir. Bu zonada GPS sürət vektorlarının həm

istişamətlerinin və həm də qiymətinin dəyişməsi müşahidə olunur ki, bu da gərginlik toplanmasının əsas səbəbi kimi izah edilə bilər.

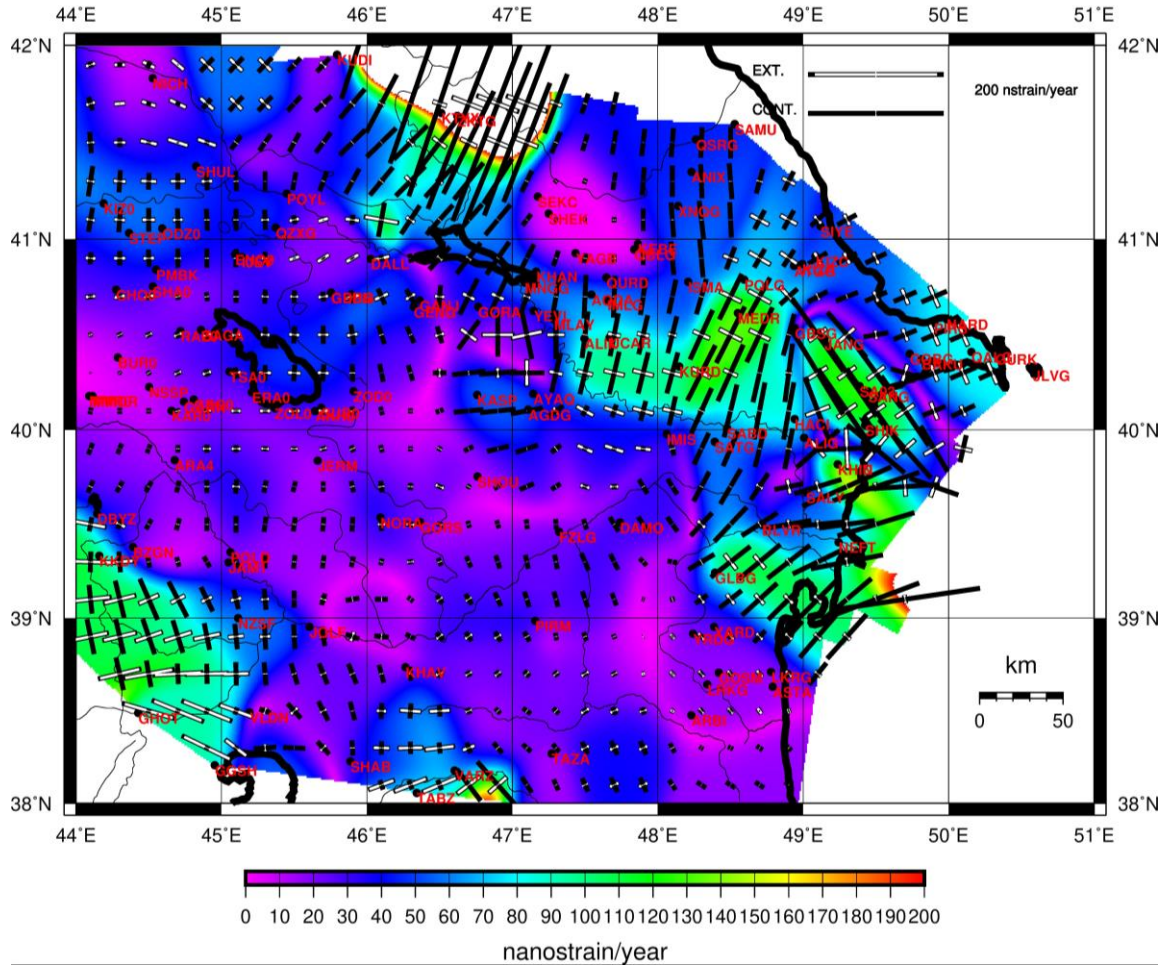
Talış dağlıq zonasında müşahidə olunan seysmik aktivlik cənubi Xəzər qırılması zonasında hərəkətdə olan kütləyə müqavimətin artması və Neftçala –Salyan bölgəsində sürət vektorunun istiqamətini kəskin şəkildə dəyişməsi ilə əlaqələndirilir.

5.1. Kosmik geodeziya məlumatları əsasında Azərbaycan ərazisində yer qabığı deformasiyaları hesablanmış və interpretasiya edilmişdir. Azərbaycan və qonşu ərazilərdə aparılan GPS müşahidə məlumatları müasir səthi hərəkətləri və onlarla bağlı olan yer qabığı deformasiyalarını qiymətləndirməyə imkan verir. Müşahidə olunan hərəkətlər (müşahidə məntəqələrindəki sürətlər) sürətli gərginlik toplanması baş verən zonaları identifikasiya (təyin) etməyə imkan verir ki, bu da yer qabığının bu və ya digər dərinliyində kilidlənmiş qırılma boyu dərinlik sürüşməsinin nəticəsi kimi interpretasiya olunur. Ehtimal olunur ki, gələcəkdə bu zonalar zəlzələlərin baş verməsinə səbəb ola bilər. Regionun təbii təhlükələrinin qiymətləndirilməsində olduqca aktual olan bir məsələ, kosmik geodeziya vasitəsilə Azərbaycan ərazisində yer qabığı deformasiyaları tədqiqi edilmişdir. Bu məqsədlə sutkada 24 saat olmaqla bütün yer kürəsində fəaliyyət göstərən GPS qlobal mövqetəyinetmə sistemindən istifadə edilmişdir. İki tezlikli faza hesablamaları və kod hesablamalarından istifadə antenna koordinatlarının qiymətləndirilməsi dəqiqliyində 1-2 mm tərtibni əldə etməyə imkan verir ki, bu da geodinamik tədqiqatlar üçün uyğun tərtibdir.



Şəkil 5.1.1. GPS məlumatları əsasında hesablanmış sıxılma/genişlənmə oxları və dilatasiya sürəti sahəsi. Qalın qara xəttlər – sıxılma, ağ xəttlər – genişlənmə oxlarıdır (nanostrain –  $10^{-9}$ ). Xəritə GMT proqramı vasitəsilə qurulmuşdur.

Qalın qara xəttlər sıxılma oxlarının, ağ xəttlər isə genişlənmə oxlarının istiqamətini əks etdirir. Analiz nəticəsində məlum olmuşdur ki, Azərbaycan ərazisində sıxılma rejimi daha geniş əraziləri əhatə edir və yer qabığının deformasiyası tədqiqat ərazisi üzrə qeyri-bərabər paylanmışdır. Yer səthində müşahidə olunan müasir hərəkətlər yer qabığı daxilindəki tektonik prosesləri əks etdirir. Lakin, GPS müşahidələri vasitəsilə vertikal sürət komponentinin təyin olunma dəqiqliyi horizontal sürət təşkiledicilərinin təyini dəqiqliyindən dəfələrlə azdır. Yer qabığının deformasiyasını kəsilməz (fasiləsiz olaraq davam edən) hesab etmək olar və onu, cismin forma və həcmnin dəyişməsi kimi nəzərdən keçirmək olar. Beləliklə də, yer qabığının hər hansı nöqtəsində və onun səthində verilmiş zaman üçün deformasiya tenzorunu müəyyən etmək olar. Qeyd edək ki, yer səthinin müasir hərəkətlərinin yalnız horizontal təşkiledicilərinin analizi zamanı müstəvi deformasiyanı – əsas deformasiyalardan birinin sabit olduğu deformasiya vəziyyətini qiymətləndirmək mümkündür. GPS müşahidə məlumatları əsasında Azərbaycan ərazisinin horizontal deformasiya sürəti sahəsinin təyin olunması üçün Şen üsulundan istifadə olunmuşdur. Beləliklə, deformasiya sürətinin qiymətləndirilməsi üçün lazım olan ilkin məlumatlar 1998-2018-ci illərdə aparılmış GPS müşahidə məlumatlarından əldə olunan sürət vektorları sahəsidir. Şəkil 4.1.-də İkiölçülü deformasiyaların hesablanmasında istifadə olunan Azərbaycan və qonşu ərazilər üçün GPS məntəqəri üzrə sürət xəritəsi təsvir olunmuşdur. Şəkildəki oxlar sürət vektorlarının istiqamətini göstərir, sürət qiymətləri isə xəritənin aşağı sağ küncündə təsvir olunan miqyasa uyğun olaraq oxların uzunluğu ilə xarakterizə olunur. Minimisasiya vasitəsilə təyin olunan GPS məntəqə sürətləri Avrasiya koordinat sistemində təsvir olunmuşdur.



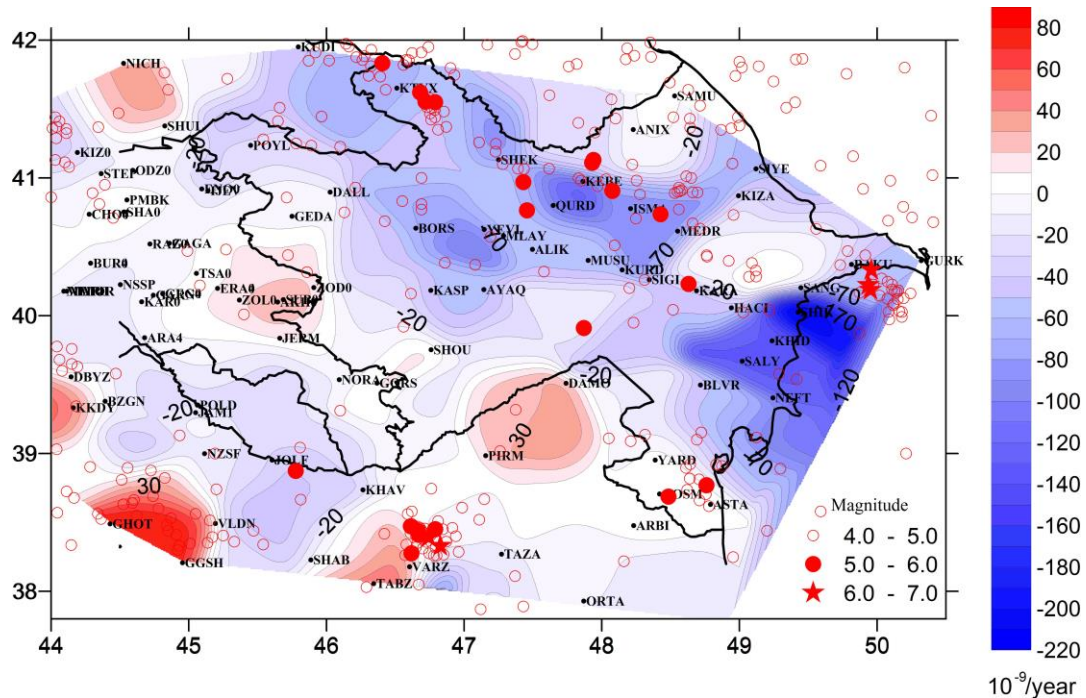
Şəkil 5.1.2. GPS məlumatları əsasında hesablanmış maksimum deformasiya sürəti sahəsi. (nanostain –  $10^{-9}$ ). Xəritə GMT proqramı vasitəsilə qurulmuşdur.

Sürət təyindəki xəta əsasən 0,6 mm/il-dən (1 siqma) azdır və Qafqaz dağ sistemi boyu konvergensiyanı kifayət qədər dəqiqliklə qiymətləndirməyə imkan verir (yəni, xəta konvergensiyanın 5%-ni təşkil edir).

Tədqiqat ərazisi üçün Şen üsulu vasitəsilə hesablanmış deformasiyanın paylanması Şəkil 5.1.1-də, sürüşmə deformasiya sürətlərinin paylanması isə şəkil 5.1.2-də təsvir olunmuşdur.

Böyük Qafqaz, Qobustan, Kür çökəkliyi, Naxçıvan MR və İranla həmsərhəd rayonlarda yer qabığının sıxılması müşahidə olunur. Sıxılma oxları Böyük Qafqaz regionunda Ş-ŞŞq istiqamətində yer qabığının qısalmasını aydın şəkildə təsvir edir və bu, Şamaxı (MEDR) rayonunda demək olar ki, submeridional istiqamət alır. Deformasiya sürətinin maksimal qiyməti  $200 \times 10^{-9}$  /il olmaqla KHID (Xıdırılı) və SHIK (Şıxlar) məntəqələri arasındakı zonada müşahidə olunur və burada sıxılma oxu öz istiqamətini kəskin olaraq dəyişir və CQ-ŞŞq istiqamətini alır (Qobustan struktur zonasının cənubunda və Aşağı-Kür struktur zonasının şimal hissəsində). Salyan, Biləsuvar və Neftçala rayonlarında da sıxılma oxları öz istiqamətini kəskin şəkildə dəyişir. Şəkil 5.1.1.-dən də görüldüyü kimi, deformasiya sahəsində sıxılma sahələri ilə yanaşı deformasiyanın praktiki olaraq müşahidə olunmadığı (dilatasiya sürətinin qiyməti  $5 \times 10^{-9}$ /il-dən az) sahələr də mövcuddur. Bu zonalara Xəzəryanı-Quba rayonu (ANIX, SAMU) və Qobustanın şimal hissəsi (və ya Zaqatala-Qovdağ struktur zonasının şərq hissəsi) aiddir. Bu zonalarda genişlənmə demək olar ki, sıxılma ilə kompensasiya olunur. Kiçik Qafqaz ərazisində Gədəbəy (GEDA), Şuşa (SHOU) rayonlarında və DAMO və PIRM məntəqələri arasındakı zonada genişlənmə müşahidə olunur. Bu zonalarda dilatasiya sürətinin qiyməti  $100 \times 10^{-9}$ /il-ə çatır. Regionun deformasiya sahəsinin aşkar olunmuş qeyri bircinc xarakteri regionun quruluşunun blok modelinin həqiqətə yaxın olmasını təsdiq etməyə imkan verir. Anoloji nəticə digər regionların blok quruluşu üçün də əldə edilmişdir. Mikrolitələrin sərhədlərinin müəyyən olunması məsələlərinin həlli üçün GPS müşahidə stansiyalarının sayının artırılmasına ehtiyac vardır.

5.2. Azərbaycan ərazisinin deformasiya sürətləri sahəsində zəlzələ episentrli və palçıq vulkanlarının paylanması təhlili aparılmışdır. Şəkil 5.2.1.-də 1998-2018-ci illərdə baş vermiş, maqnitudası  $M \geq 4$  olan seysmik hadisələrin və deformasiya sürətlərinin paylanması təsvir edilmişdir.



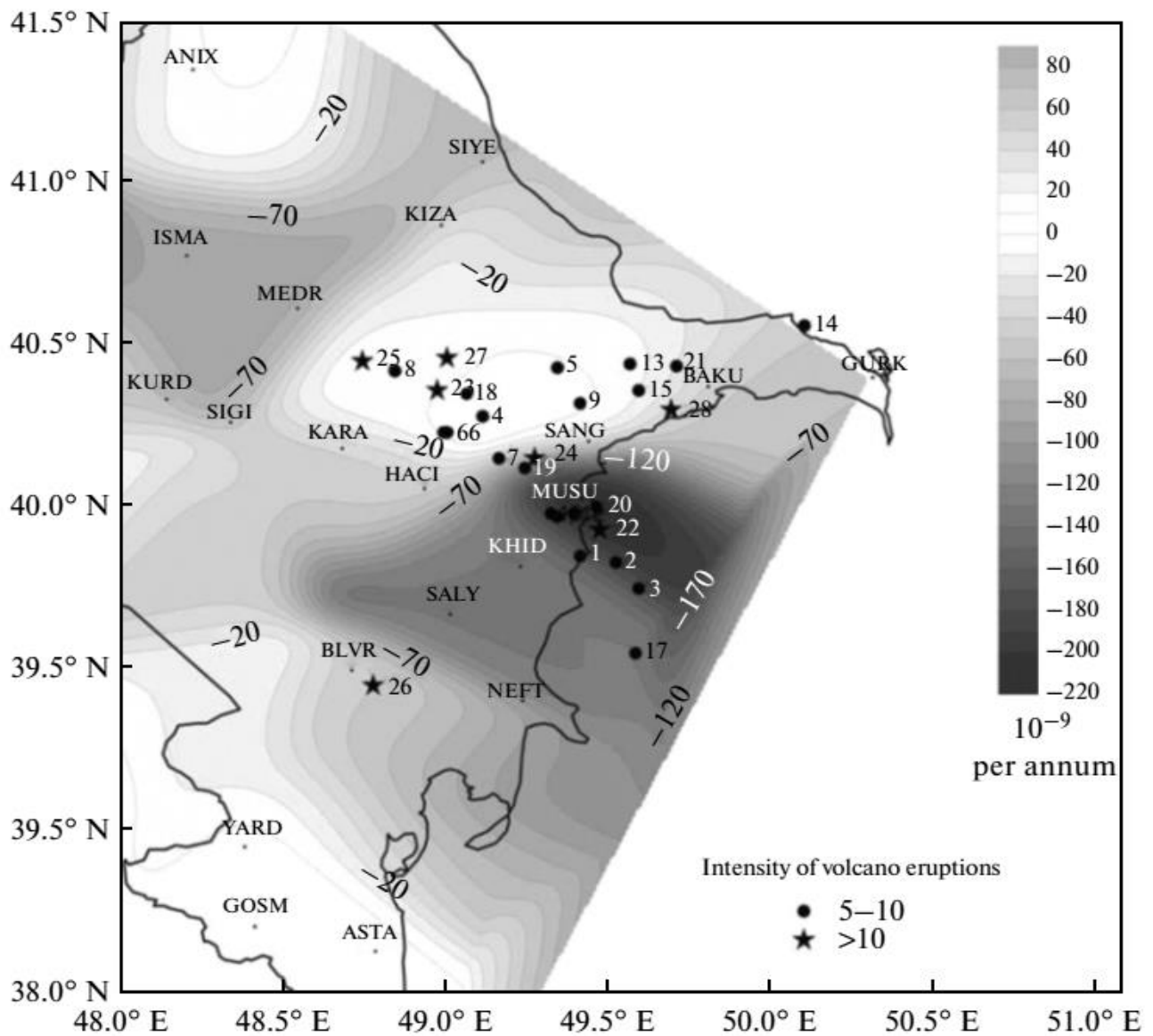
Şəkil 5.2.1. Maqnitudası  $M \geq 4$  olan zəlzələ episentrli və deformasiya sürəti sahəsi xəritəsi (1998-2018).

Zəlzələ episentrələrinin paylanması Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası Respublika Seysmoloji Xidmət Mərkəzinin; Rusiya Elmlər Akademiyası Geofizika Xidmətinin; həmçinin, EMSC və IRIS kimi beynəlxalq seysmoloji mərkəzlərin materialları əsasında qurulmuşdur.

Şəkildən görüldüyü kimi, 1998-2018-ci illər ərzində maqnitudası  $M \geq 5$  olan güclü zəlzələlər deformasiya sürətinin qradiyent zonalarında baş vermişdir. Bu zonalar Abşeron yarımadasının cənub hissəsində Xəzər dənizində və İranın şimal hissəsində müşahidə edilir.

Maqnitudası  $M \geq 5$  olan zəlzələlərin fəza paylanması həmçinin, onların Yer səthində deformasiya sahəsinin qradiyent zonaları ilə üst-üstə düşdüyünü göstərir.

Məlum olduğu kimi Azərbaycan palçıq vulkanlarının klassik yaranma və inkişaf sahəsidir. Bu regionun palçıq vulkanı ocaqlarının sayına, forma müxtəlifliyinə, aktivliyinə və ixrac olunan qazın həcminə görə dünyada bərabəri yoxdur. Formalaşma və sonrakı fəalliyət mexanizmini anlamaq üçün onların geodinamik proseslərlə əlaqəsinin qiymətləndirilməsi olduqca böyük maraq kəsb edir. Bununla əlaqədar olaraq Şəkil 5.2.2 və 5.2.4.-də aktiv (püskürən) palçıq vulkanlarının və yerin deformasiya sürətinin paylanma xəritəsi təsvir olunmuşdur.



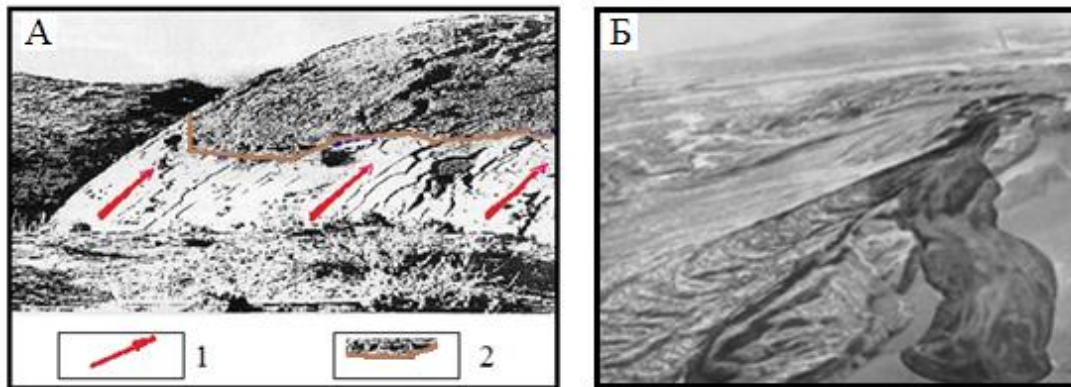
Şəkil 5.2.2. Yerin deformasiya sürəti və Azərbaycan aktiv palçıq vulkanlarının paylanma xəritəsi. Xəritə GMT proqramı vasitəsilə qurulmuşdur.

1. Qızılburun-dəniz (1), 2. Keçəldağ (1), 3. Üçtəpə (7), 4. Böyükdağ (2), 5. Pilpilə-Ziğ (2), 6. Keyrəki (17), 7. Bozdağ-Göymalı (3), 8. Bozdağ-Qobu (9), 9. Bozdağ-Güzdək (8), 10. Sarınca (2), 11. Qızıltəpə (2), 12. Axtarma-Puta (3), 13. Lökbatan (23), 14. Otmanbozdağ (8), 15. Kalamaddin (1), 16. Axtarmaardı (1), 17. Axtarma-Paşalı (6), 18. Kiçik-Hərəmi (1), 19. Hamamdağ (5), 20. Ağzıbir (3), 21. Bəndovan (2), 22. Kürsəngi (1), 23. Durovdağ (1), 24. Duzdağ (1), 25. Neft vulkanı (Babazanan) (1), 26. Pilpilə-Neftçala (2), 27. Zənbil (2), 29. Gil-ada (10), 30. Qarasu-ada (5), 31. Balıqlı-banka (2), 32. Çiyil ada (1), 33. Səbail banka (3), 34. Səngi Muğan ada (5), 35. Daşlı ada (2), 36. Muğan-dəniz banka (1), 37. Çiyil-dəniz banka (8), 38. Yanan tava (4), 39. Abşeron banka (1), 40. Pilpilə-Buzovna banka (7), 41. Palçıq Pilpiləsi (2), 42. Neft daşları (4), 43. Banka 1906 (1), 44. Banka 1908 (1), 45. Banka 1933 (1), 46. Banka 1960 (1), 48. Kəpəz (1), 49. Dəmirçi (3), 50. Basqal (1), 51. Kürdəmiç (1), 52. Qızmeydan (2), 53. Ağnohur (5), 54. Çeyildağ (şimal) (1), 55. Çeyildağ (qərb) (1), 56. Çeyildağ (şərq) (4), 57. Qasımkend (1), 58. Cəirli (3), 59. Hacılı (1), 60. Məlikçobanlı (3), 61. Quşçu (12), 62. Dağkolanı (4), 63. Kiçik-Mərəzə (3), 64. Boza-Axtarma (4), 65. Şıxzəirli (21), 66. Cəngi (2), 67. Qaica (5), 68. Şorsulu (1), 69. Şeytanud (1), 70. Çapılmış (6), 71. Ayaz-axtarma (10), 72. Nardaran-axtarma (8), 73. Süleyman-axtarma (şərq) (1), 74. Davalıdağ (cənub-şərq) (1), 75. Daşmərdan (4), 76. Şəkixan (qərb) (5), 77. Qotur (4), 78. Toraqay (10), 79. Böyük Kənizdağ (2), 80. Durandağ (5), 81. Axtırma (8), 82. Solaxay (4), 83. Qarakürə (2), 84. Qarabucaq (3), 85. Oyuq (2), 86. Ayrantökən (6), 87. Qoturdağ (6), 88. Diləngiz (3), 89. Daşgil (6), 90. Bahar (8), 91. Pilpilə-Ələt (3).

Şəkildən görüldüyü kimi bu parametrlər arasında dəqiq ayrılan əlaqə müşahidə olunmur. Bununla belə, Azərbaycanın şərq sahilboyu hissəsində aşkar edilmiş yerin maksimal sıxılma deformasiya zonasında yerləşən iki palçıq vulkanının (Şərqi Çeyildağ və Qoturdağ) qeyri-adi aktivlik formasını qeyd etmək lazımdır. Bu proseslərin Şərqi Çeyildağ vulkanına təsiri yer səthinə diapir formalı gilli kütlənin sıxışdırılıb çıxması ilə müşahidə olunur. Qoturdağ vulkanında isə gilli kütlənin diş pastasının tübikdən sıxışdırılıb çıxarılmasına bənzər şəkildə çıxması və sonra bu kütlənin yamac boyu axması müşahidə olunur (şəkil 5.2.3). Hər iki halda bu proses müntəzəm olaraq bəzən güclənir bəzən isə zəifləyir.

Azərbaycanda quruda yerləşən aktiv palçıq vulkanları zonasında müasir gərginliklərin öyrənilməsində orijinal yanaşma tərəfindən istifadə olunmuşdur.

Onlar vulkanik gərginlik indikatorlarının statistik analizindən istifadə edərək maksimal regional horizontal gərginliklərin müasir istiqamətlərini qiymətləndirmişlər (təxminən 300 şərq istiqaməti). Müəlliflər qeyd etdiyi kimi bu nəticələr regionda yer qabığının üst hissəsinin quruluşu barədə olan geofiziki informasiya və GPS ölçü nəticələri ilə çox yaxşı uyğunluq təşkil edir.

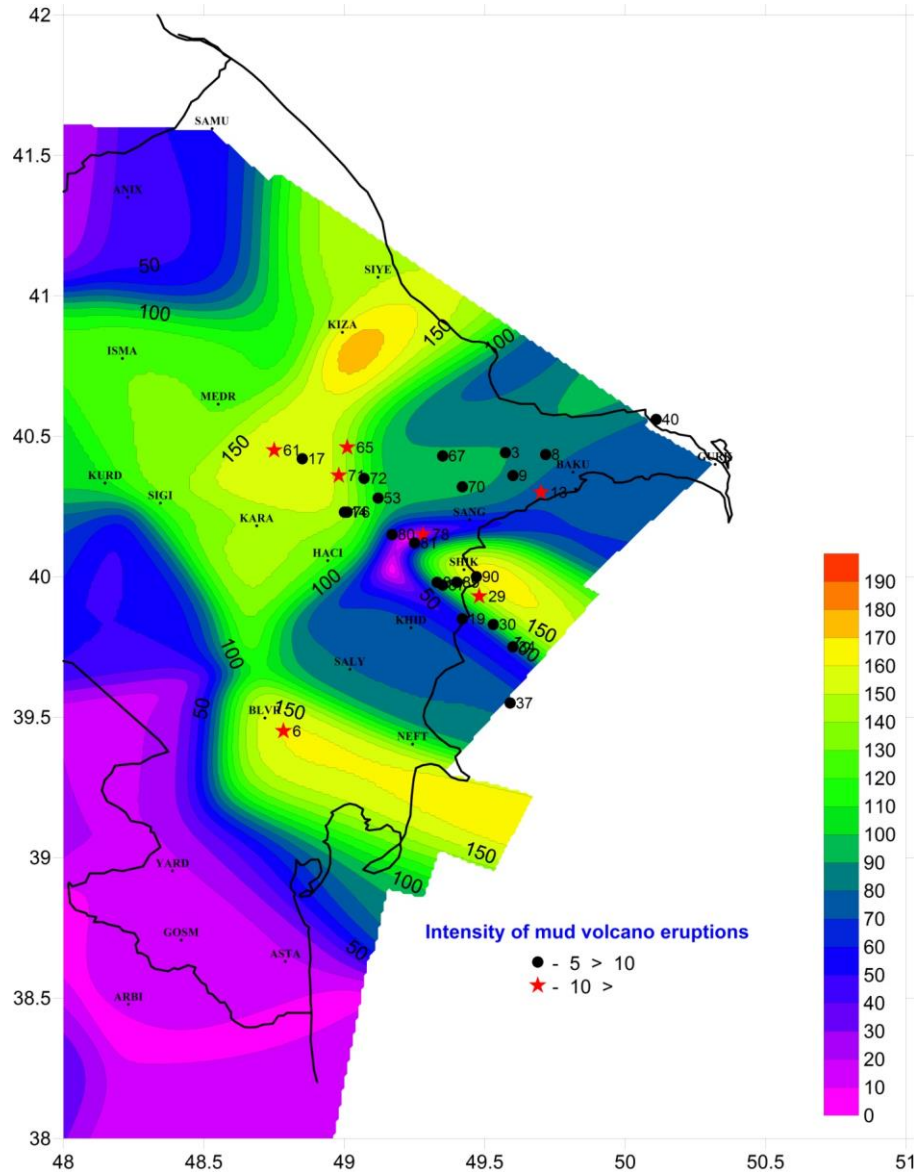


Şəkil 5.2.3. (A) Şərqi Çeyildağ vulkanında gilli kütlənin sıxılaraq yüksəlməsi və (B) Qoturdağ vulkanında brekçiyanın sıxılaraq axması: 1. Gil kütləsinin sıxılaraq yüksəlmə istiqaməti; 2- yeni və əvvəlki sıxılmış gil arasındakı sərhəd.



Yuxarıda adı çəkilən Şərqi Çeyirdağ və Qoturdağ palçıq vulkanlarının qeyri-adi aktivliyi nümunələrini horizontal sıxılma qüvvələrinin nəticəsi olan aktiv vertikal deformasiya proseslərinə aid etmək daha düzgün olardı. Bu əlaqədə tərəfindən Azərbaycanın quruda yerləşən 17 palçıq vulkanının dinamikasının identifikasiyası məqsədilə aparılan radar distansion zondlaşdırma məlumatlarından istifadə nəticələri olduqca böyük maraq kəsb edir. Bu nəticələrə əsasən palçıq vulkanlarının inkişaf zonasında iri miqyaslı horizontal deformasiya müəyyən olunmamışdır. Eyni zamanda ayrı-ayrı vulkanlarda yer səthinin həm çökmə (məsələn, Axtarma-Paşalı, Nardaran-Axtarma və s. vulkanlarda) həm də qalxma (məsələn, Daşgil, Otman-Bozdağ, Kənizdağ və s. vulkanlarda) kimi vertikal yerdəyişmələri qeyd edilmişdir.

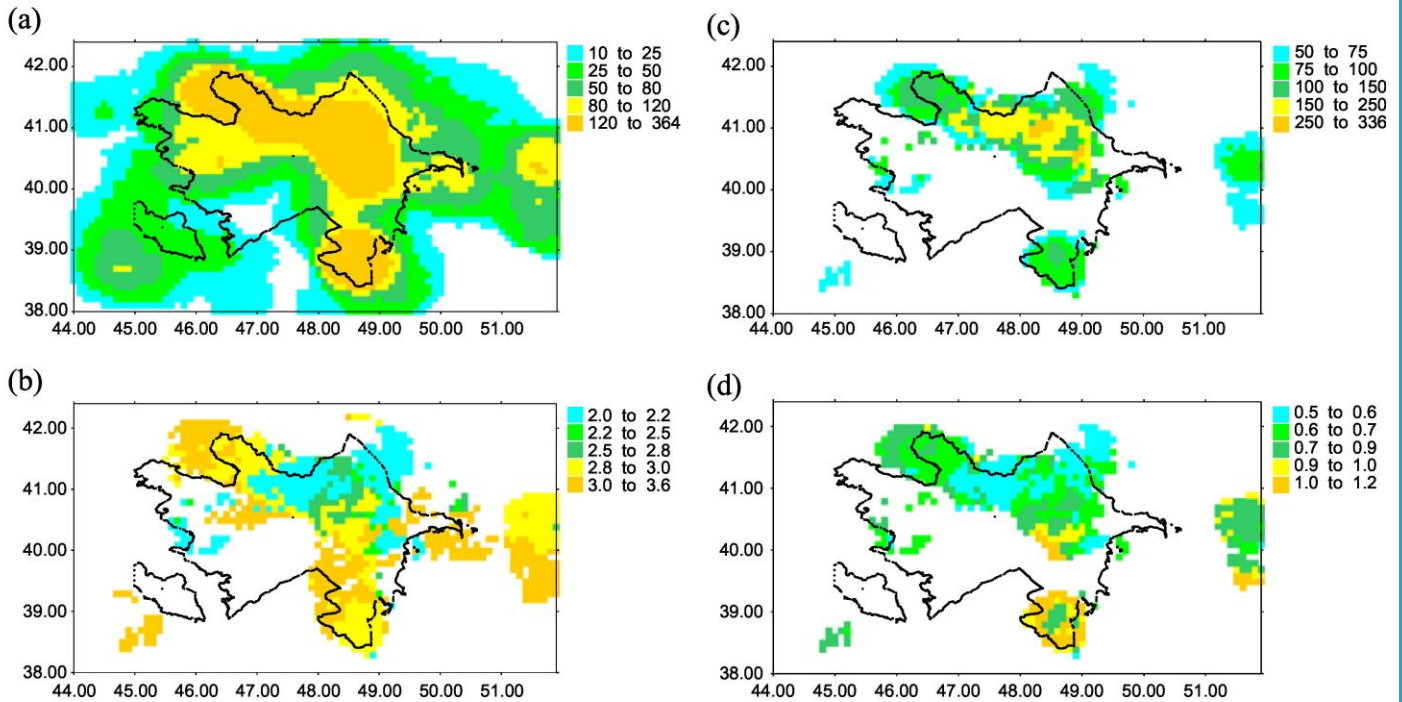
Beləliklə, müasir deformasiya prosesləri və palçıq vulkanlarının aktivliyi arasındakı qarşılıqlı əlaqəni ümumilikdə nəzərdən keçirməklə horizontal gərginliklərin nəticəsi ola bilən vertikal deformasiya təzahürlərinin palçıq vulkanlarının aktivliyinə təsirinin daha çox olduğunu qeyd etmək lazımdır. Palçıq vulkanı püskürmələrinin səbəbinə gəldikdə isə çox böyük ehtimal ki, yer təkində gedən qazəmələgəlmə proseslərinin intensivliyi püskürmənin əsas səbəbidir və horizontal deformasiya prosesləri isə püskürməyə təkan verən amil rolunu oynaya bilər.



Şəkil 5.2.4. Maksimum deformasiya sürəti sahəsi və Azərbaycan aktiv palçıq vulkanlarının paylanma xəritəsi.

6. 2003-2016-cı illərdə Azərbaycan və ona qonşu olan ərazilərdə baş vermiş zəlzələlərin ümumiləşdirilmiş kataloqu hazırlanmışdır. Bu kataloqa əsasən regionun seysmikliyi yeni statistik üsullarla təhlil edilmişdir. Instrumental məlumatlar əsasında seysmikliyin statistik zaman-məkan-mağnitud xarakteristikaları öyrənilmişdir. Instrumental dövrə aid olan zəlzələlərin məkan-zaman qanunauyğunluqlarının öyrənilməsi məqsədi ilə Klaster, Allan faktor və çoxölçülü qruplaşma metodu tətbiq edilmişdir. Tədqiqat ərazisi üçün Qutenberq-Rixter qanunundakı  $b$  kəmiyyəti ( $b$  – value) analiz edilmişdir (Şəkil 6.1.).

Wiemer və Wyss (2000) tərəfindən işlənmiş GFT (Goodness-of-fit – statistik kriteriyalar və ya uyğunluq dərəcəsi) üsulundan istifadə edilərək müəyyən edilmişdir ki, maqnitudası  $M \geq 2.9$  olan zəlzələlər üçün Qutenberq-Rixter qanunauyğunluğu  $b$  parametrinin 0.76 qiymətində ödənilir. Kataloqun zaman klasterizasiyası qlobal  $C_v$  və lokal variyasiya  $L_v$  əmsallarından istifadə edilməklə aparılmış və hər bir əmsal üçün uyğun olaraq 1.23 və 1.26 qiymətləri əldə edilmişdir. Bu, kataloqun zaman klasterizasiyasının həm qlobal və həm də lokal miqyasda [0.9459, 1.0566] və [0.9391, 1.0598] etibarlılıq intervallarında ödənilməsinin göstəricisidir.

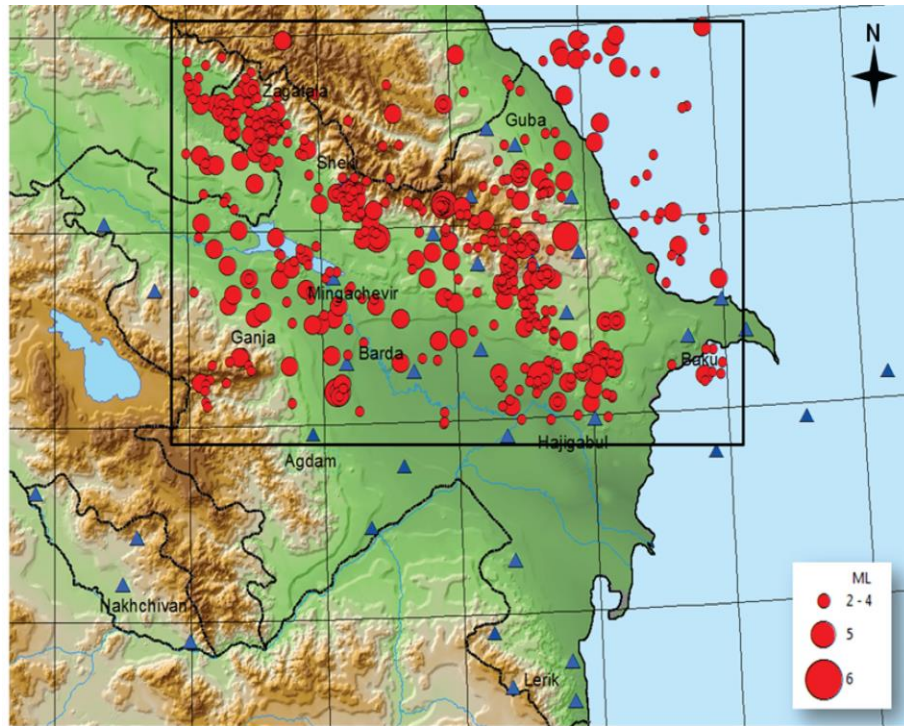


Şəkil 6.1. Azərbaycan ərazisində a) seysmik hadisələrin sayı, b)  $M_c$  – maqnitudu, c)  $M > M_c$  – maqnitodlu zəlzələlərin sayı və d)  $b$  – kəmiyyətinin məkan paylanmaları.

Maqnitud seriyalarının təhlili nəticəsində belə qənaətə gəlmək olar ki, onlar korrelyasiya olunmur və statistik analizlərə əsasən onların öncədən müəyyən edilməsi mümkün deyildir. Məlum olmuşdur ki, Azərbaycan ərazisində baş vermiş zəlzələlərin episentrlərinin fəza paylanması ~10-~262 km intervallarda fraktal xarakter daşıyır. Kataloqun maqnitud tamlığı  $M_c$ , maqnitudası  $M_c$  –yə bərabər və ya ondan böyük olan zəlzələlərin sayı,  $b$  və  $a$  parametrləri,  $C_v$  və  $L_v$  kimi seysmik parametrlərin zaman dəyişmələri göstərir ki, 2011-2016-cı illəri əhatə edən dövrdə maqnitud tamlığı və baş vermiş zəlzələlərin miqdarı zəif fluktuasiyalarla özünü biruzə verir. Digər parametrlər ( $a$  və  $b$  parametrləri,  $\langle M \rangle$ ) isə eyni zaman kəsimində çox hiss edilən variasiyalara məruz qalır. Parametrlərin bu cür dəyişməsi tədqiqat rayonunda mövcud olan yüksək gərginliklə əlaqədar baş vermiş güclü zəlzələlərlə izah edilir. Adı çəkilən seysmik parametrlərin fəza variasiyalarının təhlili Azərbaycanın müxtəlif regionlarının bir-birindən fərqli seysmik-tektonik şəraitə malik olması ilə əlaqədar özünəməxsus yüksək fəza variasiyaları ilə səciyyələndiyini göstərir. Ümumiləşdirilmiş

instrumental seysmik kataloqun yeni statistik elmi yanaşmalarla analizi vasitəsilə əldə olunmuş nəticələr Azərbaycan ərazisində seysmik təhlükələrin öyrənilməsi baxımından olduqca əhəmiyyətlidir.

7. 2003-2017-ci illər ərzində Azərbaycan ərazisinin şimal-şərq hissəsində baş vermiş və AMEA Respublika Seysmoloji Xidmət Mərkəzi (RSXM) tərəfindən qeydə alınmış güclü zəlzələlərin rəqəmsal ocaq mexanizmləri Dünya Gərginlik Xəritəsi WSM CASMO və Lode-Nadai üsulları ilə təhlil edilmişdir (Şəkil 7.1.). Fokal mexanizmlər yüksək etibarlılıq əmsalına malik olan P – həcmi dalğaların polyarizasiyasına əsasən həll edilmişdir (Şəkil 7.2.). Bu həllərdən istifadə edərək Azərbaycan ərazisinin şimal-şərq hissəsində mövcud olan müxtəlif tektonik sahələrin məruz qaldığı deformasiyalar tədqiq edilmiş və uyğun olaraq müasir gərginlik sahəsinin paylanması əldə edilmişdir (Şəkil 7.3.).

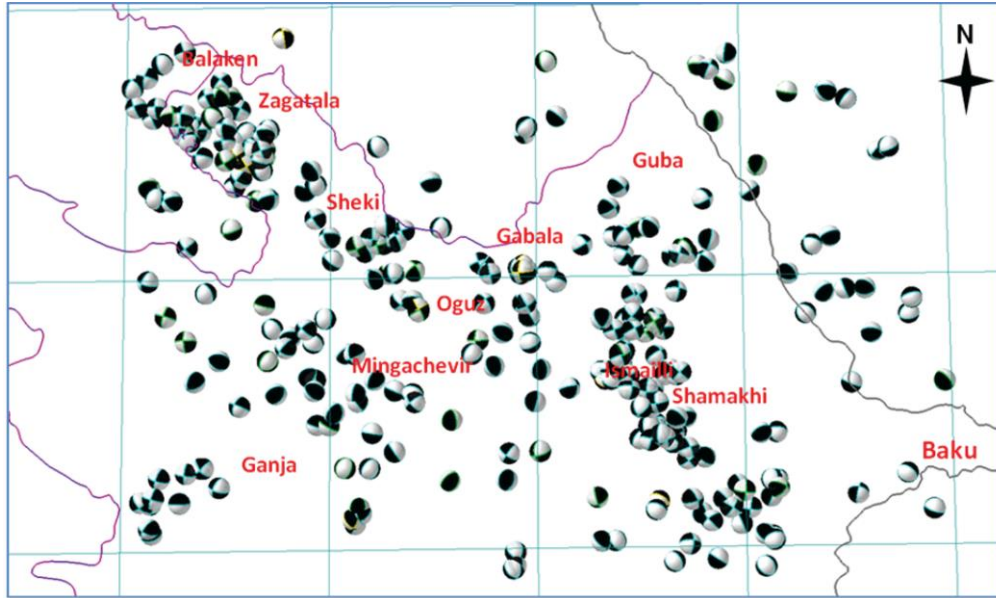


Şəkil 7.1. 2003-2017-ci illər ərzində Azərbaycan ərazisinin şimal-şərq hissəsində baş vermiş zəlzələlərin episentrlerinin paylanma xəritəsi. Zəlzələlər AMEA RSXM-nin kataloqundan götürülmüşdür.

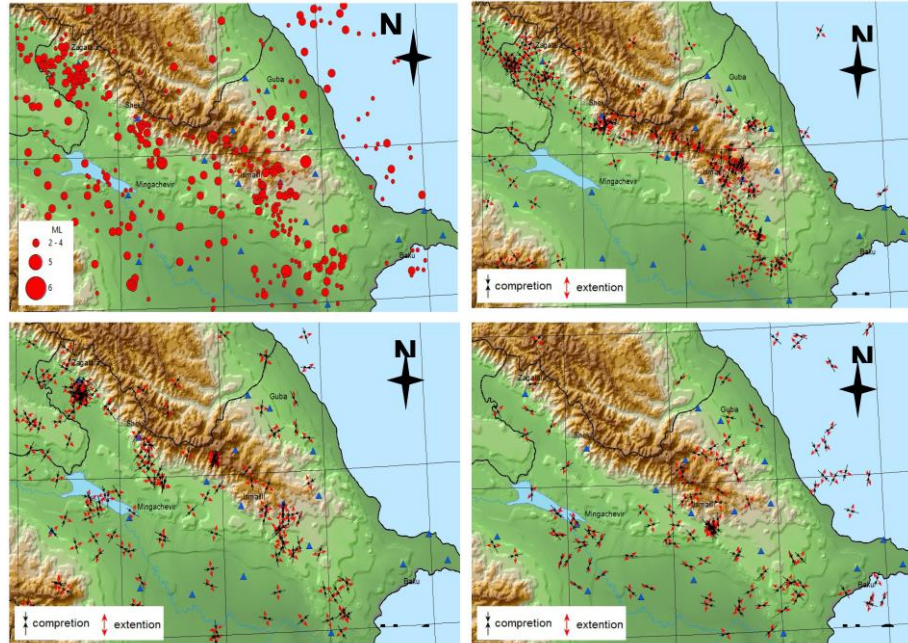
Müəyyən olunmuşdur ki, tədqiqat ərazisində baş vermiş güclü zəlzələlər əsasən qırılıb qalxma (əks fay) tipli ocaq mexanizmlərinə malikdir. Eyni zamanda bir sıra qırılıb düşmə (fay) və üfüqi yerdəyişmə tipli ocaq mexanizmlərinə də rast gəlmək mümkündür. Böyük Qafqazın dağ silsiləsinin qərb və mərkəzi hissəsi əsasən şimal-şərq və cənub-qərb istiqamətli genişlənmə tipli gərginliklərlə səciyyələnir. Şərq hissədə bu daha intensiv olan sıxılma tipli gərginliklərə çevrilir. O cümlədən, Böyük Qafqaz dağ silsiləsindən cənub istiqamətində soltərəfli üfüqi yerdəyişmə hərəkətlərinin daha çox üstünlük təşkil edən sağtərəfli üfüqi yerdəyişmə hərəkətləri ilə əvəz olunması aydın şəkildə görünməkdədir.

Bu səciyyəvi xüsusiyyətlər Zaqatala-Balakən, Şəki, Oğuz-Qəbələ, Şamaxı-İsmayıllı kimi böyük tektonik zonalar üçün təhlil edilmişdir. Beləki, Zaqatala ərazisində sıxılma oxları şimal-qərb və cənub-şərq istiqamətində, Şəkiddə şimal-cənub istiqamətində olmaqla Xəzər dənizi ərazisində saat əqrəbi istiqamətində dəyişərək şimal-şərq və cənub-qərbə doğru yönəlmişlər. Kür depressiyasının

Böyük Qafqazla təmasında genişlənmə oxları əsasən şimal-şərq və cənub-qərb, şimal-cənub istiqamətlərində yönəlmişdir.



Şəkil 7.2. 2003-2017-ci illərdə Azərbaycan ərazisində baş vermiş güclü zəlzələlərin ocaq (fokal) mexanizmləri.

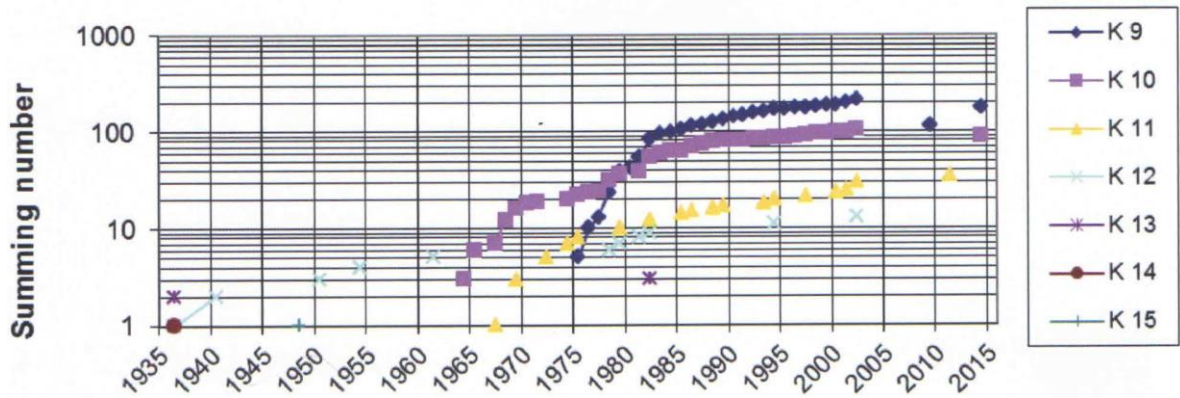


Şəkil 7.3. 2003-2017-ci illərdə Azərbaycan ərazisində baş vermiş güclü zəlzələlərin ocaq (fokal) mexanizmlərinin sıxılma və genişlənmə oxlarının paylanması.

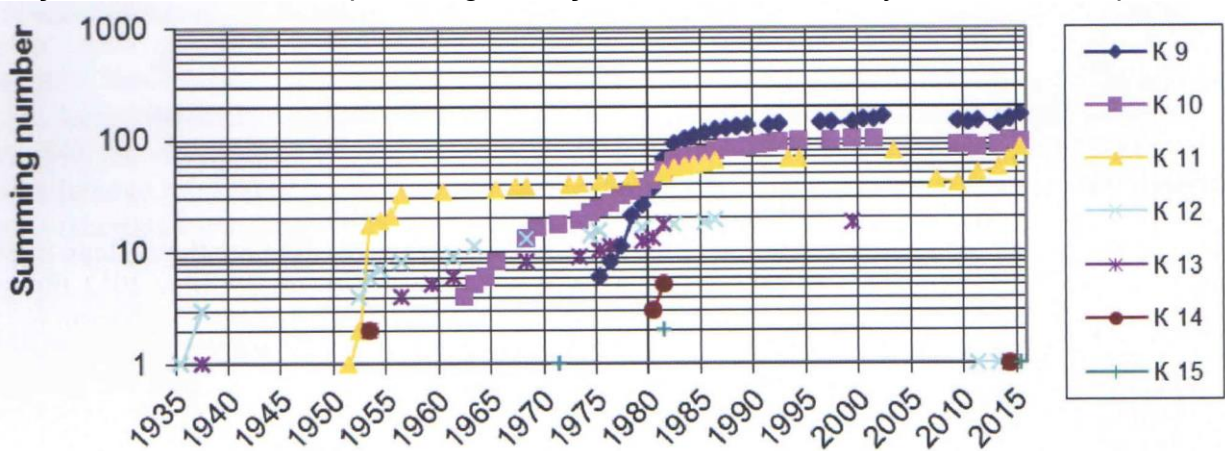
8. Geodinamik proseslərin Azərbaycan ərazisində mövcud olan və geodinamik monitoring məqsədilə yaradılan ənənəvi geodezik dayaq məntəqələrinin stabilliyinə təsirinin öyrənilməsi məqsədilə tədqiqat işləri aparılmışdır. Beləki, Abşeron yarımadasında və Xəzər dənizi sahil xəttinə yaxın ərazilərdə yerləşən palçıq vulkanlarında aparılmış təkrar nivelirləmə işləri təhlil edilmiş və onların tədqiqat ərazisinin tektonik vəziyyəti və seysmik aktivliyi ilə korrelyasiyası öyrənilmişdir.

Geodinamik proseslərin öyrənilməsi məqsədilə seysmik baxımdan daha aktiv olan ərazilərdə yaradılmış Abşeron, Lökbatan-Putu, Şamaxı, Xəzəryanı, Şəki-Kürdəmir, Pirsaat adlı altı geodinamik poliqonda aparılmış təkrar nivelirləmə məlumatlarından istifadə edilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, Abşeron yarımadasında tektonik cəhətdən əhəmiyyətli olan yer səthi hərəkətləri mövcuddur. O cümlədən, uzunmüddətli neft-qaz hasilatı ilə bağlı olaraq lokal sahələrdə yer səthinin ümumi enməsi (çökməsi) aşkar edilmişdir. Geodezik şəbəkələr daxilində əhəmiyyətli hesab edilə biləcək deformasiyalar qeyd olunur ki, bunlar da ərazinin yüksək seysmiklikliyi və sürüşmə prosesləri ilə əlaqələndirilir.

9. Böyük Qafqazın şimal yamacı boyu seysmik proseslərin qiymətləndirilməsi aparılmışdır. Bu məqsədlə iki əsas seysmik aktiv zona – Balakən-Zaqatala və Şəki-İsmayıllı zonaları tədqiqat obyektii seçilmişdir. Seysmik proseslərin qiymətləndirilməsi zamanı 1935-2016-cı illərdə ərzində baş vermiş enerji sinfi  $K=9-15$  olan seysmik hadisələrin toplanması və qruplaşdırılması aparılmışdır. Zəlzələlərin enerji sinflərinə görə qruplaşdırılması qrafikinin analizi nəticəsində tədqiqat ərazisinin ümumi seysmik rejimi ilə əlaqədar variasiyaları ayrılmışdır. Tətbiq olunan üsul zəlzələlərin kumulyativ məcmusu qrafiklərinin analizi və zəlzələ kataloqlarının statistik analizinə əsaslanmışdır. Nəticədə güclü zəlzələlər tərəfindən yaradılan kiçik zəlzələlərin təkrarlanma dövründən asılılığı müəyyənləşdirilmişdir. Bu cür qiymətləndirmə üsulu seysmik təhlükələrin ehtimal qiymətləndirilməsi metodlarını təkmilləşdirməyə imkan verir.



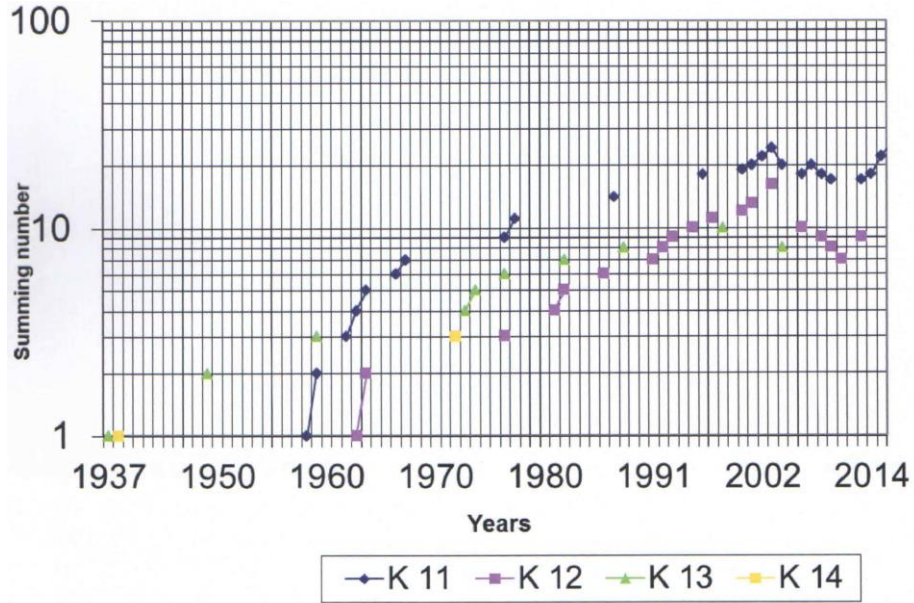
Şəkil 9.1. Balakən-Zaqatala regionu üçün zəlzələlərin kumulyativ məcmusu qrafiki.



Şəkil 9.2. Şəki-İsmayıllı regionu üçün zəlzələlərin kumulyativ məcmusu qrafiki.

10. Abşeron yarımadası seysmik zonasında seysmik təhlükələrin ehtimal nəzəriyyəsi baxımından qiymətləndirilməsi aparılmışdır. Zəlzələlərin təkrarlanma, klasterizasiya, "təmsil olunma", regional tezlik-magnitud qanunauyğunluqları analiz edilmişdir. Yeni riyazi-statistik üsullarla əldə olunmuş

nəticələr seysmik təhlükələrin daha dəqiq qiymətləndirilməsinə və seysmikliyin zamandan asılı dinamikasının dərinəndən öyrənilməsinə imkan vermişdir. Müşahidə nəticələri və tədqiqatlar Abşeron seysmik zonasının orta seysmiklik dərəcəsinde olmasını müəyyən etməyə imkan vermişdir. Məlum olmuşdur ki, kiçik və zəif zəlzələlər güclü zəlzələlərdən dərhal sonra baş verir və bəzi hallar istisna olmaqla adətən onların sayı zaman keçdikcə azalır. Abşeron zonası üçün enerji sinfi  $K=11-12$  olan zəlzələlər "təmsil olunan" zəlzələlərdir. Abşeron üçün potensial seysmik təhlükə yarımadasının şimal hissəsində cəmləşmişdir. Eyni zamanda, cənubi, şimali və mərkəzi Xəzər seysmogen strukturlarında və həmçinin, Bakı fokal zonasında da seysmik təhlükələrin mövcudluğu müəyyən edilmişdir.



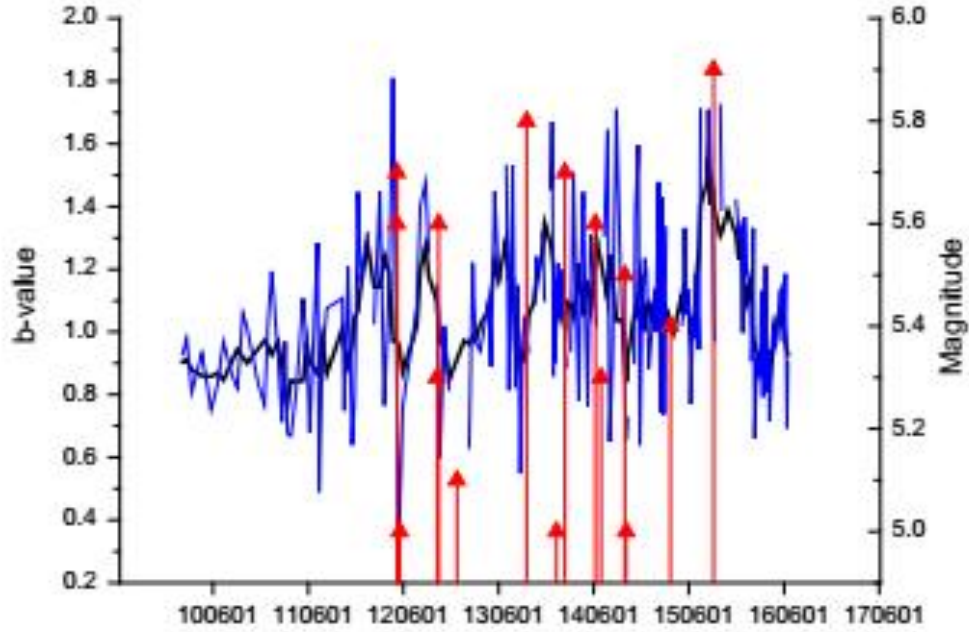
Şəkil 10. Abşeron yarımadası seysmik zonası üçün zəlzələlərin cəmlənmə ədədi qrafiki.

11. Dünya seysmiklik xəritəsində Azərbaycan ərazisi seysmik aktiv ərazi kimi qeyd edilmişdir. Burada tarixən maqnitudu hətta 6-dan böyük olan Göygöl (1139), Gəncə (1235), Şərqi Qafqaz (1668), Maştağa (1842), Şamaxı (1192, 1667, 1669, 1828, 1859, 1868, 1872, 1902) və Xəzər (957, 1812, 1842, 1852, 1911, 1935, 1961, 1963, 1986, 1989, 2000) zəlzələləri kimi seysmik hadisələr qeyd edilmişdir. Bu cür güclü seysmik hadisələr çoxsaylı insan tələfatına səbəb olmuş, böyük iqtisadi itkilərə gətirmişdir. Əhali sayının günü-gündən artması, şəhərlərin genişləndirilməsi, yeni-yeni infrastruktur layihələrinin yerinə-yetirilməsi, strateji obyektlərin, sənaye yönümlü zavod və fabriklərin inşası müasir seysmik proseslərin nəzarətdə saxlanılması və daha yeni yanaşmaların tətbiqi ilə öyrənilməsinə tələb edir.

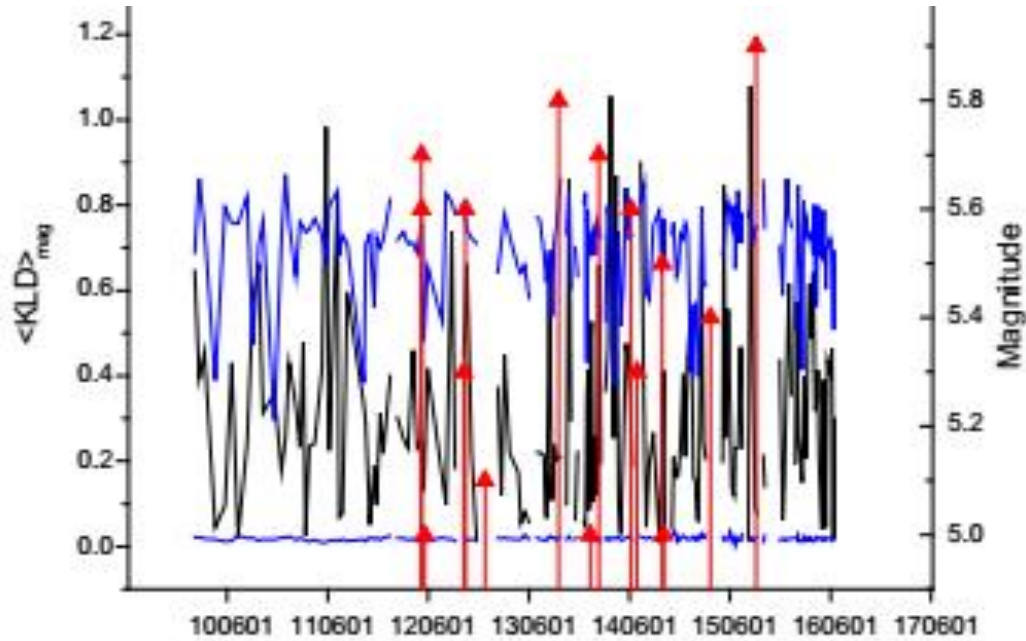
Bu məqsədlə, seysmoloji və topoloji statistik üsulların birgə tətbiq olunması ilə 2010-2016-cı illər ərzində Azərbaycan ərazisinin seysmikliyinin analizi aparılmışdır. Bu məqsədlə seysmikliyin kompleks zaman dinamikasını izah etməyə imkan verən bir sıra statistik parametrlərin zaman variasiyaları öyrənilmişdir. Bundan başqa, çox yaxşı məlum olan Qutenberq-Rixter qanununun b kəmiyyəti (maqnitud paylanması, şəkil 11.1) və zaman-klasterizasiyası (variasiya əmsalı), müasir üsul olan horizontal görünüş qrafiki (topoloji üsul) təhlil edilmişdir. Bu qrafik üsulun vasitəsilə orta əlaqələndirmə dərəcəsi təyin edilmişdir ki, bu da öz növbəsində Kullback-Leibler divergensiyası (KLD, şəkil 11.2 və 11.3) ilə seysmik hadisələrin əlaqələndirilməsinə imkan vermişdir.

Məlum olmuşdur ki, Azərbaycan seysmik kataloqunda mövcud olan ən güclü seysmik hadisələr baxımından seysmik hadisədən öncə (pre-seysmik) və seysmik hadisə anında (ko-seysmik) bütün təhlil olunan parametrlərin zamana görə variasiyalarında özünəməxsus qanunauyğunluqlar vardır. Xüsusən, güclü zəlzələlərdən əvvəl b kəmiyyətinin artma-azalma qanunauyğunluğu qeyd

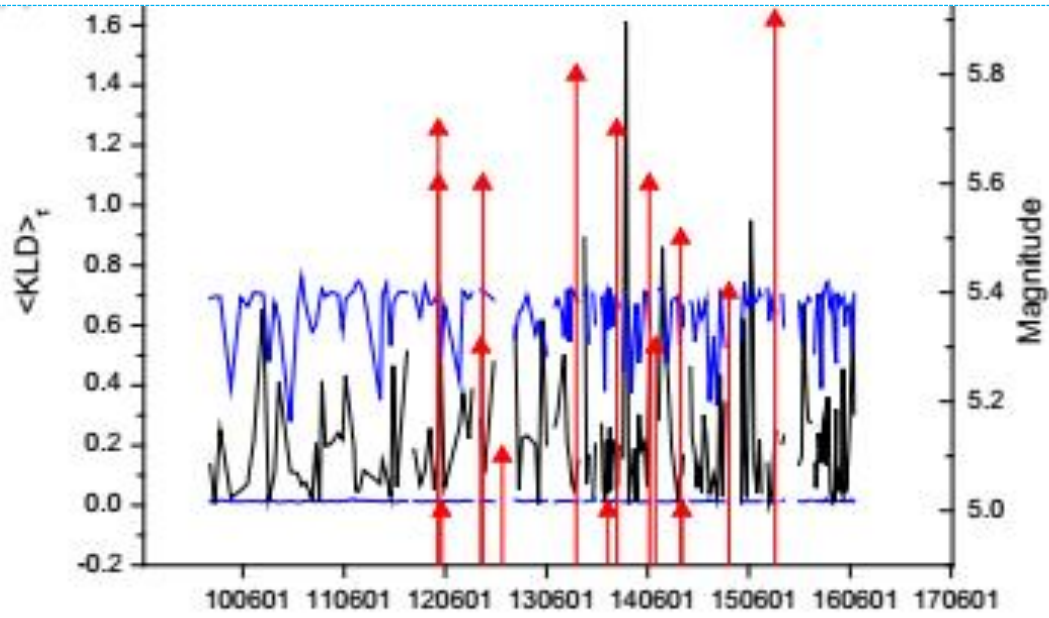
edilməlidir. Analoji olaraq, güclü seysmik hadisə baş verən zaman intervalında variasiya əmsali siqnalları statistik olaraq yüksək qiymətlərə malik olurlar və bir çox hallarda bu seysmik hadisədən əvvəl də müşahidə edilir. Güclü zəlzələlərin baş verməsi ilə orta əlaqələndirmə dərəcəsi və KLD-nin qiymətlərində bir neçə anomaliya müşahidə olunur ki, bu da zəlzələlərin yer qabığına dönməz proses olan qırılmaların yaranması ilə müşayiət olunması təsəvvürü baxımından uyğunluq təşkil edir.



Şəkil 11.1. Qutenberq-Rixter qanunundakı b kəmiyyətinin zamana görə variasiyaları.



Şəkil 11.2. Kullback-Leibler divergensiyası ( $\bar{KLD}$ ) və seysmik hadisələrin maqnitudu arasındakı əlaqə.



Şəkil 11.3. Kullback-Leibler divergensiyası (KLD) və seysmik hadisələr arasında olan zaman müddəti ilə əlaqə.

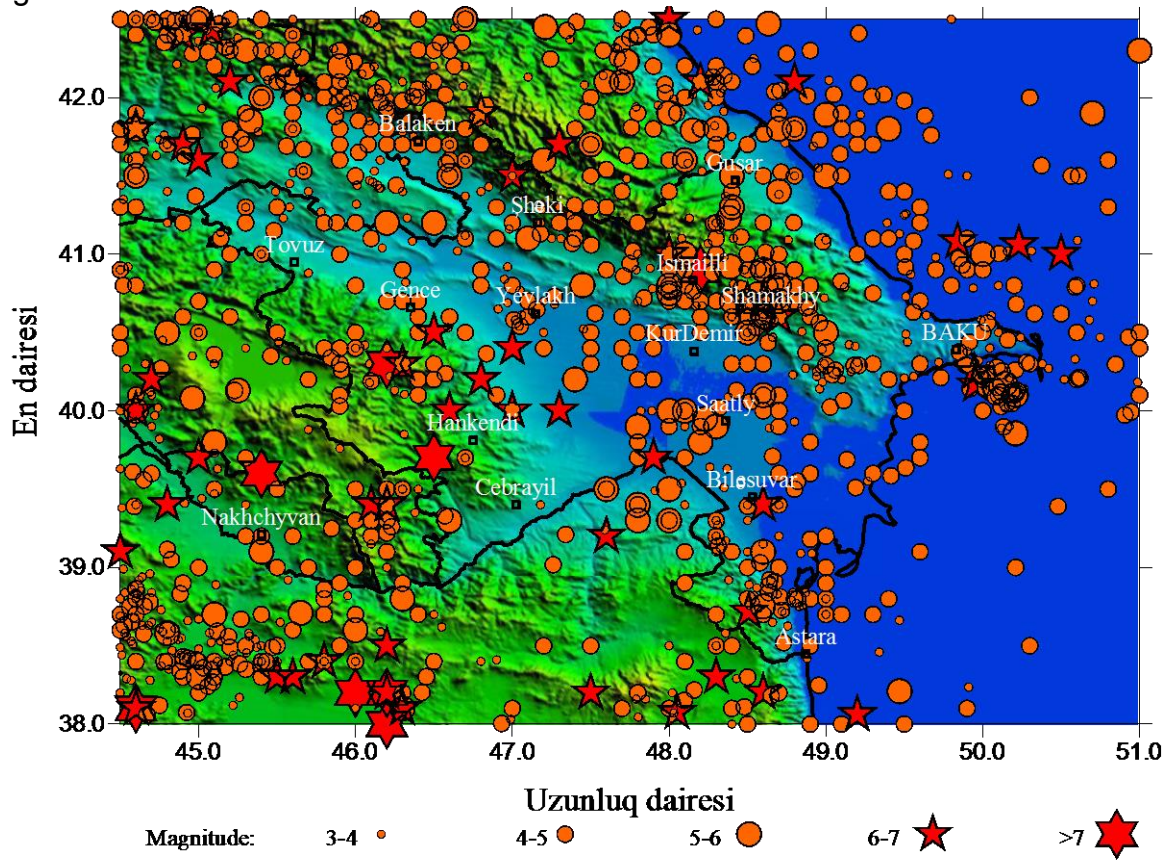
12. Əldə olunan tarixi və instrumental məlumatlar əsasında Azərbaycan ərazisinin seysmikliyinin təhlili aparılmışdır. Seysmiklik nöqtəyi-nəzərindən Azərbaycan ərazisi Alp-Himalay seysmik qurşağında yerləşir. Bu ərazinin seysmikliyi Avrasiya və Ərəbistan litosfer plitələrinin qarşılıqlı təsirinin nəticəsidir. Tarixən Azərbaycanın ərazisində  $M \geq 6$  olan zəlzələlər baş vermişdir. Seysmik aktivlik səviyyəsinə və güclü və zəif zəlzələ epimərkəzlərinin paylanma xarakterinə görə respublika ərazisi bir neçə seysmik zonaya ayrılır. Bunlar Böyük Qafqazın cənub yamacı, Kür depressiyası, Kiçik Qafqazın şimal yamacı, Talış, Qusar-Şabran və Mərkəzi Xəzər zonalarıdır. Azərbaycanın ərazisində seysmik tədqiqatların tarixində iki əsas dövr ayırmaq mümkündür. Tədqiqatların birinci dövrü – qədim zamanlardan başlayaraq tarixi xronikalarda, əlyazmalarda, salnamələrdə, səyahət kitablarında qeyd edilən məlumatlara əsaslanan instrumental müşahidələrə qədər olan dövr. Tədqiqatların ikinci dövrü – 1902-ci ildə Azərbaycanda ilk “Şamaxı” seysmik stansiyasının işə salınmasından sonra başlayan instrumental dövr.

İnstrumental dövrə qədər olan məlumatlar müxtəlif atlas və kataloqlarda toplanmışdır ki, bunların da içərisində “Rusiya İmperiyasının zəlzələ kataloqu” göstərmək lazımdır. Qeyd etmək lazımdır ki, Azərbaycan ərazisinin seysmikliyi haqda ilk nəşr XIX əsrin ikinci yarısında olmuş və 1859, 1861 və 1872-ci illərdə Şamaxıda baş verən zəlzələlərə həsr edilmişdir. Azərbaycan ərazisində baş verən güclü zəlzələlərə 427-ci il zəlzələsi; Göygöl, 1139-cu il; Şərqi Qafqaz, 1668-ci il; Maştağa, 1842-ci il; çox sayda Şamaxı zəlzələləri (1192,1667, 1669, 1828, 1859, 1868, 1872, 1902); Ərdəbil, 1924; Lənkəran, 1913; Xəzər (957, 1812, 1842, 1852, 1911, 1935, 1961, 1963, 1986, 1989, 2000) və digər zəlzələləri misal göstərmək olar. Bu zəlzələlər nəticəsində yer səthi relyefi dəyişmiş, yaşayış binaları dağılmış və insan tələfatı olmuşdur.

Azərbaycan ərazisinin seysmikliyinin öyrənilməsinə N.V.Malinovski, E.İ.Byus, V.P.Kuznetsov, F.T.Quliyev, R.A.Ağamirzəyev, Z.Z.Sultanova, Ə.B.Ağalarova, K.Ş.İslamov, İ.H.Kərimov, F.S.Əhmədbəyli, O.B.Babazadə, A.H.Həsənov, B.M.Pənahi, R.İ.Həsənov, C.H.Cəfərov, S.T.Ağayeva, Q.R.Babayev, Q.C.Yetirmişli, T.Y.Məmmədov və digərlərinin əsərləri həsr edilmişdir. Azərbaycan ərazisində 427-2012-ci illər arasında zəlzələ epimərkəzlərinin paylanması SSRİ EA Yer Fizikası İnstitutunun illik seysmik kataloqları, SSRİ ərazisində qədim zamanlardan 1975-ci ilədək baş verən zəlzələlərin kataloqu, Qafqazın seysmik bülleteni və Respublika Seysmoloji Xidmət Mərkəzinin zəlzələ kataloqundan istifadə edilərək hazırlanmışdır. Bu kataloqlardan  $44,50^\circ$ -



51° uzunluq dairəsi ilə, 38°-42,5° en dairələri arasındakı ərazidə 427-2012-ci illərdə baş verən  $M \geq 3$  olan zəlzələlər seçilmişdir. Seçilmiş ərazidə zəlzələ epimərkəzlərinin paylanması şəkil 12.1 və 12.2 -də göstərilib.



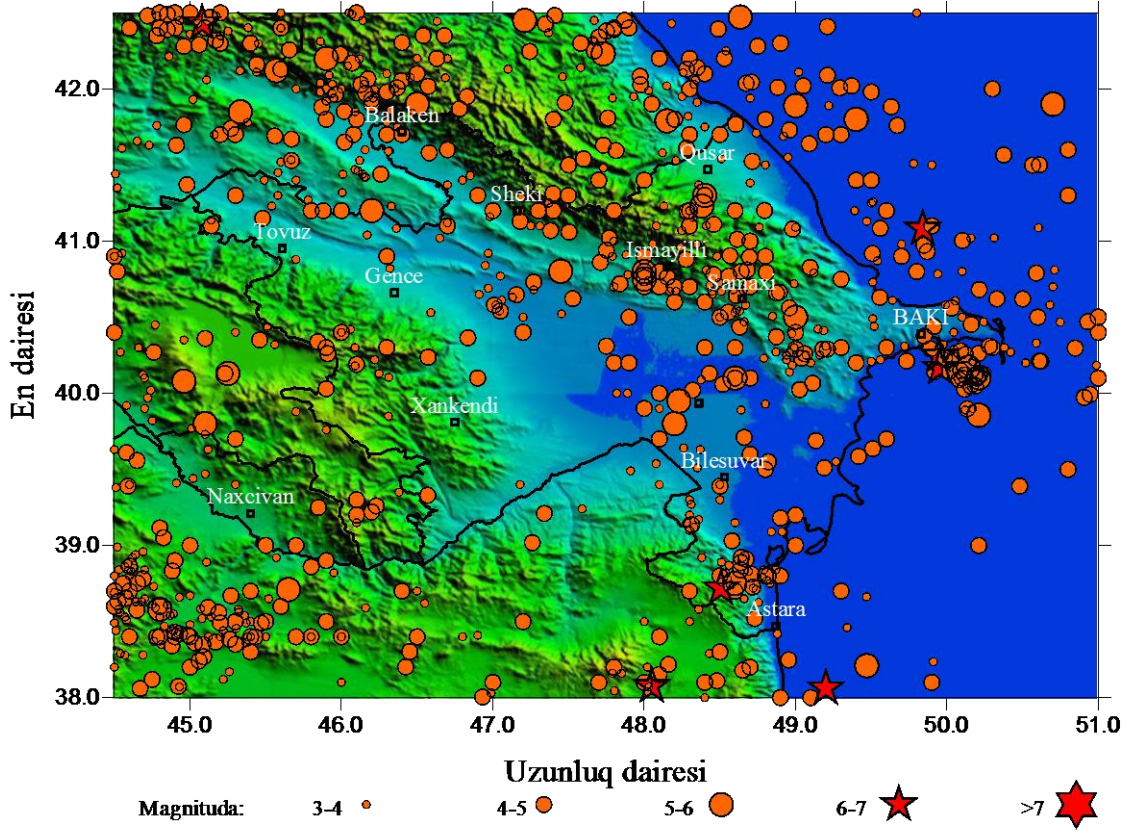
Şəkil 12.1. Azərbaycan və qonşu ərazilərdə 427-2010-cu illərdə baş verən  $M \geq 3$  olan zəlzələ epimərkəzlərinin paylanması.

Xəritədən görünür ki, Böyük Qafqazın cənub yamacında, Xəzər dənizinin sahil zonasında, Gəncə ətrafında, Kiçik Qafqazda, Zəngəzur və Talışda zəlzələ mərkəzlərinin qruplaşması müşahidə edilir. Güclü zəlzələlərin  $M \geq 6-7$  epimərkəzləri bu qrupların içərisində yer alır. Epimərkəzlərin paylanma sıxlığına görə Böyük Qafqazda Balakən-Zaqatala, Şəki-Qəbələ, Şamaxı-İsmayıllı və Abşeron zonalarında müşahidə edilir.

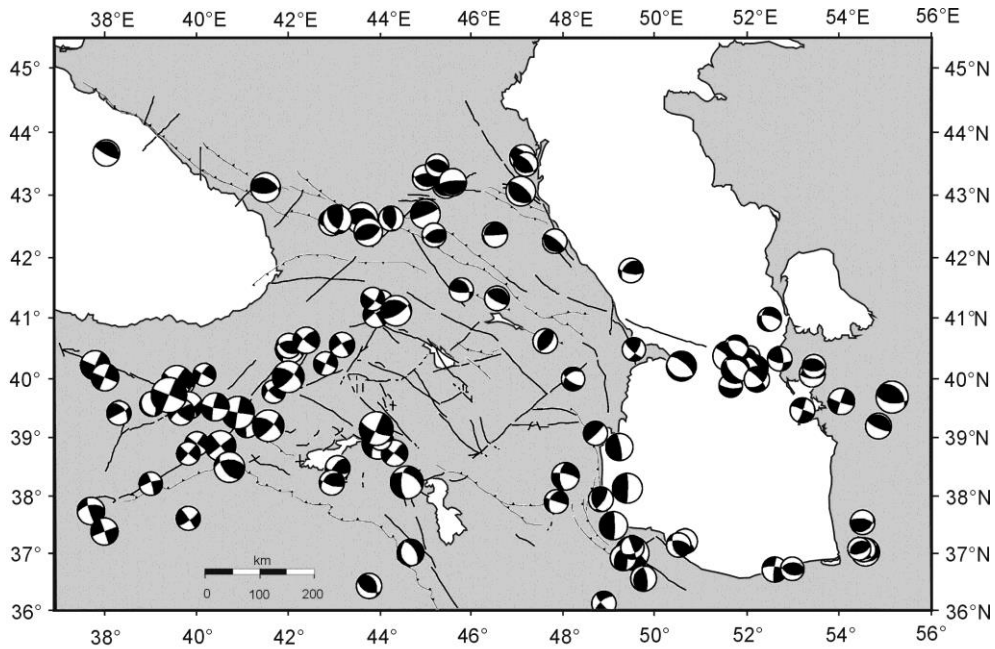
Dərinliyi 100 km-dən az və maqnitudası 5-dən böyük olan 100 zəlzələnin ocaq mexanizmini əks etdirən xəritə və Harvard Centroid Moment Tensor (CMT) – Harvard Sentroid Moment tenzoru nəticələrini də özündə birləşdirən IRIS məlumat bazasından götürülmüş məlumatlar əsasında hazırlanmışdır.

Maqnitudası  $M > 5$  olan zəlzələlər əsasında tərtib olunan zəlzələ ocaq mexanizmləri xəritəsini Avrasiya platforması, Böyük Qafqaz, Kiçik Qafqaz, Ərəbistan plitəsi və Qara dəniz arasındakı ərazi, qarşısında dar zona da olmaqla Ərəbistan plitəsinin özü, Talış dağları və geniş Cənubi Xəzər ərazisi kimi hissələrə ayırmaqla daha yaxşı izah etmək mümkündür (Şəkil 12.3).

Avrasiya platforması stress həllərinin 75% -nin üstəgəlmə tipli olması ilə stress rejimlə səciyyələnir. Əks təşkilədici olan maili-yerdəyişmə rejimləri həllərin 25%-ni təşkil edir. Maksimal əsas sıxılma tipli stress tendensiyaları  $\sigma_1$  ŞmŞmQ-CCŞq-dən başlayaraq ŞmŞq-CQ istiqamətində yayılmışdır. Böyük Qafqaz ərazisinin 82%-i üstəgəlmə tipli stress rejimin təsiri altındadır. Yerdə qalan ərazilər isə transpressional xarakterli (transpressiya rejimi sürüşmə zonalarının əlavə yandan sıxılmaları ilə meydana gəlir) maili-yerdəyişmə tipli rejimlərin təsirinə məruz qalmışdır.

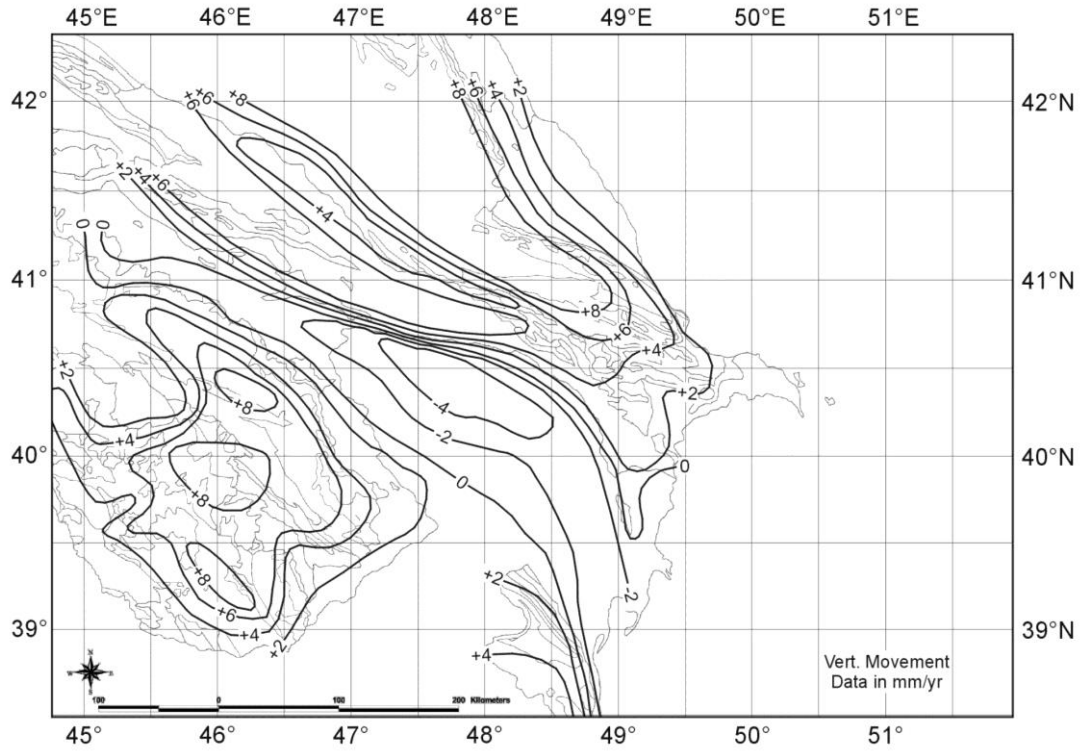


Şəkil 12.2. Azərbaycan və qonşu ərazilərdə 1963-2012-ci illərdə baş verən  $M \geq 3$  olan zəlzələ epimərkəzlərinin paylanması.



Şəkil 12.3. Qafqaz ərazisində zəlzələlərin ocaq mexanizmləri xəritəsi. Ocaq mexanizmləri Harvard Sentroid Moment Tenzoru kataloqundan götürülmüşdür və maqnitudası  $M > 5$  olan zəlzələlər üçün hesablanmışdır.

13. Azərbaycan ərazisində Yer qabığının müasir şaquli hərəkətləri analiz olunmuşdur. Ərəbistan plitəsinin Qafqazı sıxışdırması nəticəsində üfüqi təsirlər şaquli hərəkətə çevrilərək Böyük Qafqaz dağ silsiləsini və Kür çökəkliyini əmələ gətirmişdir. Müasir dövrdə də bu hərəkətlər davam etməkdədir. Şaquli hərəkətlər haqqında məlumatlar Tiflis-Bakı-Dərbənd, Naxçıvan-Ələt, Şirvan-Astara, Şirvan-Biləsuvar-Yevlax, Yevlax-Zaqatala-Gəncə kimi geodeziya poliqlonlarında aparılan təkrar ölçmələr əsasında əldə edilmişdir (Şəkil 13.1). Şaquli hərəkət məlumatlarının ərazi üzrə ekstrapolyasiyası morfostruktur xüsusiyyətlərdən istifadə olunaraq aparılmışdır.



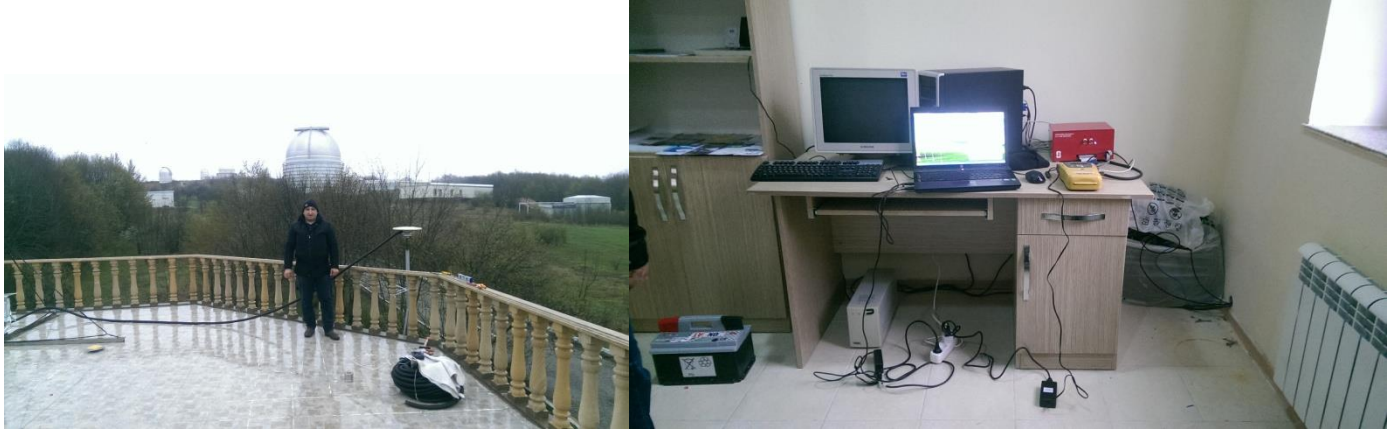
Şəkil 13.1. Geodeziya poliqlonlarında 1949-1953 və 1970-1973-cü illərdə aparılan təkrar ölçülərdən əldə edilmiş Azərbaycanın şaquli hərəkətlər xəritəsi. Kontur xətt qiymətləri mm/il-dir. Mənfi və müsbət qiymətlər uyğun olaraq çökmə və yüksəlməni ifadə edir.

Yer qabığının vertikal hərəkətlərini əks etdirən xəritədən görünür ki, Azərbaycan ərazisini müasir şaquli hərəkətlərin paylanma xarakterinə görə dörd vilayətə -Böyük Qafqaz, Kür çökəkliyi, Kiçik Qafqaz və Talış ayırmaq olar. Bu xəritədə Kiçik Qafqaz və Talış üçün müasir şaquli hərəkətlərin sürət izoxətləri İran ərazisindəki məlumatlar nəzərə alınmadan aparılmışdır. Bu səbəbdən də belə fərz etmək olar ki, müasir şaquli hərəkətlərin sürət izoxətləri Araz çayı rayonunda əyilmədən Talış regionuna tərəf davam edir.

Yer qabığı müasir hərəkətləri Böyük və Kiçik Qafqazda yüksəlmə baş verdiyini və bu sürətin maksimal qiymətinin 10 mm/il olduğunu göstərir. Talış dağlarında da yüksəlmə baş verir və burada sürətin maksimal qiyməti 6 mm/il-dir. Böyük Qafqaz vilayətinin yüksəlmə sahəsi geniş olub Böyük Qafqaz qırılmalarına paralel olaraq ŞmQ-CŞ istiqamətində uzanmış formaya malikdir. Bu zonada kifayət qədər məlumat olmadığından qalxım zonasının formasını təsvir etmək mümkün deyil.

Eyni zamanda müasir dövrdə Kür çökəkliyində yer səthində -6 mm/il sürətilə çökmə prosesi davam edir. Kiçik Qafqazın ŞmŞq-CQ istiqamətli qalxım zonası geniş düzbucaqlı formasındadır. Kür çökəkliyi Böyük Qafqazı Kiçik Qafqaz-Talış zonasından ayıraraq çökməyə davam edir və Böyük Qafqaz sərhədində yer qabığının müasir şaquli hərəkət sürətləri kəskin olaraq dəyişir.

14. Azərbaycan GPS şəbəkəsinin genişlənməsi məqsədi ilə N.Tusi adına Şamaxı Astrofizika Rəsədxanasında yeni fasiləsiz fəaliyyət göstərən GPS stansiyası (PIRG) qurulmuşdur (şəkil 14.1). Yeni qurulmuş Şamaxı GPS stansiyası da daxil olmaqla, hal-hazırda bu GPS şəbəkəsinə fasiləsiz olaraq fəaliyyət göstərən 7 stansiya - Bakı, Pirşağı, Şəki, Gəncə, Neftçala və Sabirabad GPS stansiyaları daxildir. Şamaxı GPS stansiyasından əldə olunan müşahidə məlumatlarının ABŞ Milli Elm Fondu (NSF) və Milli Aeronavtika və Kosmik Fəzanın Tədqiqi İdarəsi (NASA) tərəfindən yaradılan Beynəlxalq UNAVCO məlumat bazasına on-line rejimdə ötürülməsi təmin edilmişdir.



Şəkil 14.1. N.Tusi adına Şamaxı Astrofizika Rəsədxanasında yeni fasiləsiz fəaliyyət göstərən GPS stansiyası (PIRG) qurulmuşdur.

2 Layihənin həyata keçirilməsi üzrə planda nəzərdə tutulmuş işlərin yerinə yetirilmə dərəcəsi (faizlə qiymətləndirməli)

Layihənin yerinə yetirilməsi üzrə planda nəzərdə tutulmuş işlər vaxtında yerinə yetirilmişdir. Tədqiqat mövzusu üzrə ABŞ Massaçusets Texnologiyalar İnstitutunun Yer, Atmosfer və Planetar Elmlər departamenti ilə müzakirələr aparılmış, verilmiş tövsiyələr, mövcud nəzəri və təcrübi məlumatlar nəzərə alınmışdır. Elmi və təcrübi baxımdan maraq kəsb edən və əhəmiyyəti ilə seçilən tədqiqat obyektlərində GPS monitoring işləri aparılmışdır. Əldə olunan çöl ekspedisiya işləri məlumatları emal olunaraq interpretasiya edilmişdir. Azərbaycan ərazisində baş vermiş zəlzələlər tədqiq edilmiş, onların ocaq mexanizmləri həll edilmiş, müasir statistik yanaşmalar tətbiq olunaraq analiz olunmuşdur. Qarşıya qoyulmuş məsələlər tamamilə 100% yerinə yetirilmişdir.

3 Hesabat dövründə alınmış **elmi nəticələr** (onların yenilik dərəcəsi, elmi və təcrübi əhəmiyyəti, nəticələrin istifadəsi və tətbiqi mümkün olan sahələr aydın şəkildə göstərilməlidir)

İlk dəfə olaraq, Azərbaycan ərazisində geodinamik və vulkanik aktivlik, gərginlik və deformasiya şəraitinin tədqiqinə dair müasir beynəlxalq və yerli təcrübəni özündə əks etdirən yeni və genişləndirilmiş məlumat bazası yaradılmışdır. Məlumat bazasında eyni zamanda bu sahədə beynəlxalq səviyyədə təcrübəsi olan təşkilatların (MIT, UNAVCO, IUGG və s.) tövsiyələri, o cümlədən Azərbaycan-Qafqaz regionunda müasir geodinamik proseslərin tədqiqi sahəsində ən yeni elmi məlumatlar və nəticələr öz əksini tapmışdır. Bu məlumat bazası Azərbaycan ərazisində geodinamik, seysmik və vulkanik aktivliyin, o cümlədən Yer qabığı gərginlik-deformasiya şəraitinin öyrənilməsi istiqamətində olduqca böyük əhəmiyyətə malikdir. Məlumat bazası tədqiqat ərazisində gələcəkdə nəzərdə tutulan geoloji-geofiziki elmi-tədqiqat işlərinin planlaşdırılması və layihələşdirilməsində istifadə oluna bilər.

Ənənəvi geodeziya işlərinin, o cümlədən təkrar nivelirləmə nəticəsində əldə olunan məlumatlar əsasında Azərbaycan ərazisi üçün topoqrafik anomaliyaların müxtəlif dərinliklərdə gərginlik-deformasiya şəraitinin formalaşmasına təsiri öyrənilmişdir. Abşeron yarımadasında tektonik cəhətdən əhəmiyyətli olan yer səthi hərəkətləri, o cümlədən, uzunmüddətli neft-qaz hasilatı ilə

bağlı olaraq lokal sahələrdə yer səthinin ümumi enməsi (çökməsi) aşkar edilmişdir. Geodezik şəbəkələr daxilində yüksək seysmiklik və sürüşmə prosesləri ilə əlaqələndirilən əhəmiyyətli hesab edilə biləcək deformasiyalar müəyyən edilmişdir. Xüsusilə Bakı şəhəri və Abşeron yarımadasında əhali sayının sürətlə artması və sənaye (xüsusilə neft və qaz sənayesi) və digər dövlət əhəmiyyətli infrastrukturların dayanmadan inkişafı ilə əlaqədar olaraq geodinamik, seysmik, vulkanik aktivlik və sürüşmə prosesləri səbəbi ilə yarana biləcək təhlükələrin qiymətləndirilməsi məqsədilə yaşayış və istehsalat obyektlərinə yaxın yerləşən və onların fəaliyyətinə əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərə biləcək amillərin vaxtında aşkar olunması və qabaqlayıcı tədbirlərin görülməsi üçün ənənəvi və müasir geodezik işlərin yerinə yetirilməsi olduqca vacibdir.

1990-2017-ci illərdə baş vermiş zəlzələlərin ocaq mexanizmlərinin WSM CASMO və Lode-Nadai üsulları ilə öyrənilməsi nəticəsində əldə olunan məlumatlara əsasən Qafqaz regionunda baş vermiş güclü zəlzələlərin fokal mexanizmləri həll olunmuş, sıxılma-gərilmə oxlarının istiqaməti, gərginliklərin paylanma xüsusiyyətləri analiz edilmişdir.

Azərbaycan və ona qonşu olan ərazilərdə baş vermiş zəlzələlərin ümumiləşdirilmiş instrumental kataloqu yeni statistik üsullarla təhlil edilmişdir. Instrumental məlumatlar əsasında seysmikliyin statistik zaman-məkan-maqnitud xarakteristikaları öyrənilmiş, GFT (Goodness-of-fit – statistik kriteriyalar və ya uyğunluq dərəcəsi) üsulundan istifadə edilərək Azərbaycan ərazisi üçün Qutenberq-Rixter qanunauyğunluğu analiz edilmişdir. Kataloqun zaman-məkan-maqnitud klasterizasiyasının aparılması ilə qlobal və lokal variyasiya əmsalları müəyyən edilmişdir, maqnitud tamlığı  $M_c$ , maqnitudası  $M_c$  –yə bərabər və ya ondan böyük olan zəlzələlərin sayı,  $b$  və  $a$  parametrləri,  $C_v$  və  $L_v$  kimi seysmik parametrlərin zaman dəyişmələri öyrənilmişdir. Əldə olunmuş nəticələr Azərbaycan ərazisində seysmik təhlükələrin öyrənilməsi baxımından mühüm əhəmiyyətə malikdir.

İlk dəfə olaraq, Balakən-Zaqatala, Şəki-İsmayilli və Abşeron yarımadası seysmik zonalarında baş vermiş zəlzələlərin enerji sinfinə görə yeni toplanma və qruplaşdırma statistik üsulları ilə təhlili aparılmışdır. Güclü zəlzələlər tərəfindən yaradılan kiçik zəlzələlərin təkrarlanma dövründən asılılığı müəyyənləşdirilmişdir. Bu cür qiymətləndirmə üsulu seysmik təhlükələrin ehtimal qiymətləndirilməsi metodlarını təkmilləşdirməyə imkan verir. Əldə olunmuş nəticələr Azərbaycan ərazisində seysmik təhlükələrin öyrənilməsi baxımından olduqca əhəmiyyətlidir.

İlk dəfə olaraq, seysmoloji və topoloji statistik üsulların birgə tətbiq olunması ilə 2010-2016-cı illər ərzində Azərbaycan ərazisinin seysmikliyi analiz olunmuşdur. Kullback-Leibler divergensiyası (KLD) və seysmik hadisələrin maqnitudu, seysmik hadisələr arasında olan zaman müddəti ilə əlaqə öyrənilmişdir.

Azərbaycan GPS şəbəkəsinə daxil olan GPS müşahidə məntəqələrində aparılmış ölçü işləri 1998-ci ildən başlayaraq bu regionda aktiv tektonik qırılmaların və palçıq vulkanlarının monitorinq işlərinə yeni məlumatların əlavə olunmasına və nəticədə tədqiqat ərazisinin müasir geodinamik vəziyyəti barədə daha dolğun təsəvvürlərin yaranmasına səbəb olacaqdır.

İlk dəfə olaraq, AMEA Respublika Seysmoloji Xidmət Mərkəzinin GPS şəbəkəsindən əldə olunan GPS stansiya məlumatları əsasında yeni (təkmilləşdirilmiş) Yer qabığı horizontal hərəkətlərinin paylanması xəritəsi tərtib edilmişdir.

1998-2018-ci illər ərzində əldə olunan bütün GPS müşahidə məlumatları əsasında Azərbaycan və qonşu ərazilər üçün yeni təkmilləşdirilmiş və ümumiləşdirilmiş Yer qabığı horizontal hərəkətlərinin paylanması xəritəsi tərtib edilmişdir.

Tədqiqat ərazisi bir sahədən digərinə keçdikdə kinematikasını dəyişən, əsasən sağtərəfli transpressional üfüqi-yerdəyişmə tipli və bəzən də üstəgəlmə və ya xalis üfüqi-yerdəyişmə tipli

ŞmQ-CŞq istiqamətli qırılmalarla deformasiya olunmuşdur. Şm-C-dan ŞmŞq-CQ istiqamətində soltərəfli üfüqi-yerdəyişmə tipli qırılmalar da müşahidə olunur.

Yer qabığı müasir hərəkətləri Böyük və Kiçik Qafqazda yüksəlmə baş verdiyini və bu sürətin maksimal qiymətinin 10 mm/il olduğunu göstərir. Taliş dağlarında da yüksəlmə baş verir və burada sürətin maksimal qiyməti 6 mm/il-dir.

Son 20 ildə aparılmış GPS müşahidələrindən əldə olunmuş sürət sahəsi Azərbaycan və Kiçik Qafqaza qonşu olan ərazilərdə yer qabığı səthinin Avrasiyaya nəzərən şimal şimal-şərq istiqamətində hərəkətini aydın şəkildə təsvir edir

GPS sürət sahəsinin aydın şəkildə ifadə olunan xüsusiyyətlərindən biri cənubdan şimala doğru Böyük Qafqaz Üstəgəlməsinin uzanma istiqamətinə perpendikulyar olan GPS sürət komponentlərinin (şimal komponenti VN) qiymətinin azalmasıdır.

Bundan başqa burada Kür depressiyası və Kiçik Qafqaz hüdudlarında horizontal hərəkət tendensiyası mövcuddur ki, bu da dağ silsiləsinin uzanma istiqaməti boyu qərbdən şərqə doğru sürətlərin artması ilə ifadə olunur. Kiçik Qafqaz ərazisində sürəti < 2 mm/il olan yer qabığı qısalmasının baş verdiyini müəyyən edilmişdir. Bakı-Abşeron yarımadası ərazisində ~6 mm/il sürətlə yer qabığı qısalmasının baş verdiyi müəyyən edilmişdir.

Baş verən zəlzələlər Böyük Qafqazın cənub yamacı boyu uzanan qırılma ətrafında olmaqla Zaqatala, Şəki, İsmayılı və Şamaxı rayonlarını əhatə edir. Bu zonada GPS sürət vektorlarının həm istiqamətlərinin və həm də qiymətinin dəyişməsi müşahidə olunur ki, bu da gərginlik toplanmasının əsas səbəbi kimi izah edilə bilər.

Taliş dağlıq zonasında müşahidə olunan seysmik aktivlik cənubi Xəzər qırılması zonasında hərəkətdə olan kütləyə müqavimətin artması və Neftçala –Salyan bölgəsində sürət vektorunun istiqamətini kəskin şəkildə dəyişməsi ilə əlaqələndirilir.

Azərbaycan və qonşu ölkələrin – İran, Gürcüstan və Ermənistan - GPS sürətlərinin tədqiqi regionun deformasiya sahəsinin qeyri-bircins xarakterli olmasını müəyyən etməyə imkan vermişdir. Bu amil regionun blok modelinin həqiqətə yaxın olduğunu təsdiq etməyə imkan vermişdir. GPS müşahidə stansiyaları sayının artırılması deformasiya sahəsinin detalizasiyası və mikroplite sərhədlərinin aşkarlanmasına xidmət edəcək.

Kosmik geodeziyanın GPS üsulu ilə Azərbaycan ərazisinin müasir üfüqi hərəkətlərinin sürət vektorları və qanunauyğunluqları müəyyənləşdirilmişdir;

Azərbaycan ərazisi üçün GPS sürət məlumatları əsasında yer qabığında meydana gələn deformasiya sürətləri hesablanmış, sıxılma və gərilmə oxlarının istiqamətləri müəyyən edilmiş və qeyri bircins paylanmanın olduğu müəyyənləşdirilmişdir;

Sıxılma zonalarının Böyük Qafqazda, Qobustanda, Kür çökəkliyində, Naxçıvan MR və İrəvanla həmsərhəd ərazilərdə müşahidə olunması və Böyük Qafqazda sıxılma oxunun Şm-ŞmŞ istiqamətində olduğu aşkar edilmişdir;

Gərilmə zonalarının Kiçik Qafqazda Gədəbəy (GEDA), Şuşa (SHOU) məntəqələri yaxınlığında və İran ərazisində Axar zonasındakı məntəqələrdə müşahidə edilir;

Deformasiya sahəsində deformasiyanın çox zəif olduğu yerlər də mövcuddur. Belə zonalara Xəzəryanı-Quba (ANIX, SAMU) və şimalı Qobustanın bir hissəsi aiddir.

Güclü zəlzələlərin episentrləri Yer səthində deformasiya sahəsinin gradient zonaları ilə üst-üstə düşür.

Müasir deformasiya prosesləri və palçıq vulkanlarının aktivliyi arasındakı qarşılıqlı əlaqəni nəzərdən keçirməklə horizontal gərginliklərin nəticəsi ola bilən vertikal deformasiya təzahürlərinin palçıq vulkanlarının aktivliyinə təsirinin daha çox olduğu müəyyən olunmuşdur. Horizontal deformasiya prosesləri palçıq vulkanlarının püskürməsinə təkan verən amil rolunu oynayır.

Əldə edilmiş tədqiqat nəticələri, GPS ölçü məlumatları: litosfer plitələrinin kinematikasının təyininə; onların sərhədlərinin aşkarlanması və dəqiqləşdirilməsində (hansı ki, onların təsir zonalarda bir qayda olaraq, güclü zəlzələ ocaqları yerləşmişdir); əsas qırılma sistemlərinin və

nisbətən daha çox seysmik təhlükəli zonaların müəyyənləşdirilməsində; mühitin gərginlik-deformasiya şəraitinin dəyişməsinə və bu tip qırılma zonalarında elastiki deformasiyanın toplanmasına nəzarət zamanı istifadə oluna bilər.

Alınan nəticələr zəlzələ müjdəçisi kimi, cari normativ seysmotektonik rayonlaşdırma xəritələrinin dəqiqləşdirilməsi zamanı seysmotektonik modellərin qurulması məqsədi ilə istifadə oluna bilər. Əldə edilmiş sürət vektorları və deformasiya sahəsi xəritələri böyük sənaye və hidrotexniki obyektlərin mövcud olduğu rayonlarda texnogen amillərin seysmotektonik şəraitə təsirinin öyrənilməsi üçün əsas ola bilər.

Hazırlanmış GPS sürətləri, onların emal və analizi nəticələrinin məlumat bazası regional arxivə əlavə edilə və Azərbaycan Respublikası ərazisində tətbiqi tədqiqatlar və o cümlədən, mühəndisi seysmologiya məsələlərinin həlli üçün istifadə oluna bilər.

- 4 Layihə üzrə **elmi nəşrlər** (elmi jurnallarda məqalələr, monoqrafiyalar, icmallar, konfrans materiallarında məqalələr, tezislər) (dərç olunmuş, çapa qəbul olunmuş və çapa göndərilmişləri ayrılıqda qeyd etməklə, uyğun məlumat - jurnalın adı, nömrəsi, cildi, səhifələri, nəşriyyat, indeksi, İmpact Factor, həmmüəlliflər və s. bunun kimi məlumatlar - ciddi şəkildə dəqiq olaraq göstərilməlidir) *(surətlərini kağız üzərində və CD şəklinə əlavə etməli!)*

I. 23-28 Aprel 2017-ci il tarixlərində Avstriyanın paytaxtı Vyanada keçirilən Avropa Geoloji Elmlər İttifaqının (EGU) Baş Assambleyasının illik iclasında dörd tezis çap olunmuşdur:

**1. F.Gadirov (Kadirov)**, M.Floyd, R.Reilinger, A.Alizadeh, I.Guliyev, S.Mammadov, **R.Safarov**. Active geodynamics of the Caucasus/Caspian region deduced from GPS, and seismic observations. Geophysical Research Abstracts, Vol. 19, EGU2017-6, EGU General Assembly, 2017, p. 1.

**2. R.Safarov**, S.Mammadov, **F.Kadirov**. GPS-derived crustal deformation in Azerbaijan. Geophysical Research Abstracts. Vol. 19, EGU2017-1758, EGU General Assembly, 2017, p.1.

**3. Gulam Babayev**, Elnare Akhmedova, and Elvin Babayev. Geodynamics and Stress State of the Earth's Crust in the Greater and Lesser Caucasus (Azerbaijan) collision region. Geophysical Research Abstracts. Vol. 19, EGU2017-54, EGU General Assembly, 2017, p.1.

**4. Gurban Yetirmishli** and Sabina Kazimova. Geodynamic regime of seismogenic regions of Azerbaijan by seismological data. Geophysical Research Abstracts. Vol. 19, EGU2017-1180, EGU General Assembly, 2017, p.1.

II. Ukrayna Elmlər Akademiyasının "Geofizika jurnalı"-nın (Геофизический журнал) 3 sayılı nəşrində bir məqalə və bir tezis çap olunmuşdur.

**1. Бабаев Г.Р.**, Ахмедова Э.В., **Кадиров Ф.А.** Анализ напряженно-деформированного состояния Кавказского региона (Азербайджан) по векторам максимальных горизонтальных напряжений и с использованием программ проекта «World Stress Map». Геофизический Журнал, №3, Vol. 39, сс. 26-39, 2017. doi: <http://dx.doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v39i3.2017.104026>.

**2. F.Kadirov**, S.Mammadov, **R.Safarov**. Active geodynamics of the Caucasus. Geofizicheskiy Zhurnal, Vol. 39, №4, 2017, pp. 98-101.

III. Springer nəşriyyatının "Seysmologiya" (Journal of Seismology) jurnalında bir məqalə çap olunmuşdur.

1. Luciano Telesca, **Fakhraddin Kadirov, Gurban Yetirmishli, Rafiq Safarov, Gulam Babayev, Saida Ismaylova**. Statistical analysis of the 2003–2016 seismicity of Azerbaijan and surrounding areas. *Journal of Seismology*. Volume 21, Issue 6, 2017, pp.1467-1485. <https://doi.org/10.1007/s10950-017-9677-x>

IV. 26-30 İyun 2017-ci il tarixlərində Avstriyanın Vyana şəhərində keçirilən CTBTO Elm və Texnologiyalar konfransında üç tezis çap olunmuşdur.

1. **R.Safarov, F.Kadirov**, S.Mammadov. Crustal deformation revealed by GPS in Greater Caucasus, Azerbaijan. CTBT:Science and Technology Conference, Book of Abstracts, 2017,pp.14-15.

2. **F.Gadirov**, S.Mammadov, **G.Yetirmishli**, A.Ismaylova. The Preliminary tidal analysis based on the CG-5 Autograv gravity measurements at Lenkaran station (Azerbaijan). CTBT:Science and Technology Conference, Book of Abstracts, 2017,pp.20.

3. **G.Babayev**, B.Müller, E.Akhmedova, E.Babayev. Analysis of Stress State of Caucasus (Azerbaijan) Based on the Maximum Horizontal Stress Orientations and “World Stress Map” Technique. CTBT:Science and Technology Conference, Book of Abstracts, 2017,pp.13.

V. Gürcüstan Texniki Universitetinin Çotne Mirçxulava adına Su Təsərrüfatı İnstitutunun Ətraf mühit mühafizəsi ekomərkəzinin təşkil etdiyi VII Beynəlxalq elmi-texniki konfransında bir məqalə çap olunmuşdur.

1. **Годжаманов М.Г.**, Исмаилов А.И., Багманов З.А. Влияние геодинамических процессов на стабильность геодинамических пунктов в Азербайджане. «VII Международная научно-техническая конференция «Современные проблемы водного хозяйства, охраны окружающей среды, архитектуры и строительства », Сборник научных трудов, Тбилиси, Грузия, 2017, стр. 38-43.

VI. Amerika Geoloqlar Cəmiyyətinin (GSA) illik iclasında bir tezis çap olunmuşdur.

1. A.Tye, N.Niemi, **R.Safarov, F.Kadirov**. Detrital zircon ages reveal post 15 Ma convergence and pleistocene-quadernary basement unroofing in the Caucasus. GSA Annual Meeting. Geological Society of America. Abstracts with Programs. Vol. 49, No. 6, Washington, USA – 2017, p.1. doi: 10.1130/abs/2017AM-299383.

VII. Qırğızıstan Milli Elmlər Akademiyasının və Asiya Akademiyaları və Cəmiyyətləri Assosiyasiyasının birgə təşkil etdiyi “Elm, Dövlət, Strukturlar və Cəmiyyət – Zəlzələlərdən yaranan risklərin və nəticələrin azaldılması istiqamətində birgə tədbirlər” adlı Regional elmi seminarın materiallarında iki məqalə çap olunmuşdur.

1. Muradi İ., Babayev G.R. Probabilistic seismic hazard assesment for Absheron peninsula. Proceedins of AASSA – NAS KR Regional Workshop on Science, State, Struktures and Public – Joint Efforts to Reduce the Risks and Consequences of Erathquakes. Bishkek, Kyrgyzstan, 11-13 October 2017, pp. 32-38.

2. Babayev G.R., Gadirov F.A., Agayeva S.T., Ismail-zade T.T. Assesment of seismic processes in the southern slope of the Greater Caucasus (Azerbaijan). Proceedins of AASSA – NAS KR



Regional Workshop on Science, State, Structures and Public – Joint Efforts to Reduce the Risks and Consequences of Earthquakes. Bishkek, Kyrgyzstan, 11-13 October 2017, pp. 24-30.

VIII. 8-13 April 2018-ci il tarixlərində Avstriyanın paytaxtı Vyanada keçirilən Avropa Geoloji Elmlər İttifaqının (EGU) Baş Assambleyasının illik iclasında 2 tezis çap olunmuşdur:

1. F. Gadirov (Kadirov), L. Telesca, G. Yetirmishli, R. Safarov. Spatial variation of seismic b-values of Azerbaijan and surrounding areas. Geophysical Research Abstracts, Vol. 20, EGU2018-0, EGU General Assembly, 2018, p.1.

2. Rafiq Safarov, Fakhraddin Kadirov, and Samir Mammadov. Earth Crust Velocity and strain field in Caucasus, inferred from GPS measurements. Geophysical Research Abstracts, Vol. 20, EGU2018-256, EGU General Assembly, 2018, p.1.

IX. 25-27 Fevral 2018-ci il tarixlərində İran İslam Respublikasının Tehran şəhərində keçirilən 36-cı Milli və 3-cü Beynəlxalq Yer elmləri konqresində bir genişləndirilmiş tezis çap olunmuşdur.

1. F. Kadirov, R. Safarov, S. Mammadov. Crustal deformation of the Caucasus region derived from GPS measurements. The 36th National and 3rd International Geosciences Congress, 25-27 February, Tehran, Iran.

X. Springer nəşriyyatının "Pure and Applied Geophysics" jurnalında bir məqalə çap olunmuşdur.

1. Luciano Telesca, Fakhraddin Kadirov, Gurban Yetirmishli, Rafiq Safarov, Sabina Kazimova. Joint Use of Seismological and Topological Statistical Methods for the Analysis of 2010–2016 Azerbaijan Seismicity, Pure Appl. Geophys, 2018, pp.1-15, <https://doi.org/10.1007/s00024-018-1945-3>

XI. "Azərbaycanda Geofizika Yenilikləri" jurnalında bir məqalə çap olunmuşdur.

1. R. Səfərov, E. Əhmədova. Azərbaycan ərazisinin müasir geodinamik şəraiti: GPS və seysmik məlumatlar əsasında, Azərbaycan Geofizika Yenilikləri, 2/2018, s.47-53.

XII. AMEA Məruzələri jurnalında bir məqalə çap olunmuşdur.

1. **Fakhraddin Kadirov**, Luciano Telesca, **Gurban Yetirmishli**, **Rafiq Safarov**, Sabina Kazimova. Results of 2010–2016 Azerbaijan seismicity data analysis using seismological and topological statistical methods. ANAS Reports, Earth Sciences, Vol. LXXIV, №2, 2018, pp. 49-52.

XIII. Gürcüstan Texniki Universitetinin Çotne Mirçxulava adına Su Təsərrüfatı İnstitutunun Ətraf mühit mühafizəsi ekomərkəzinin təşkil etdiyi VIII Beynəlxalq elmi-texniki konfransında bir məqalə çap olunmuşdur.

1. **Gojamanov M.H.**, Idriszade Z.Z., Asgerov E.N. Estimation of the deformations on geodetic networks in Azerbaijan. «VIII International Technical and Scientific Conference "Modern problems of water management, environmental protection, architecture and construction", Collected Papers, 1-5 November 2018, Tbilisi, Georgia, 2018, pp. 57-62.

XIV. 8-13 April 2018-ci il tarixlərində Avstriyanın paytaxtı Vyana şəhərində keçiriləcək növbəti Avropa Yer elmləri İttifaqının Ümumi Qurultayında iştirak etmək üçün iki tezis çapa göndərilmişdir.

1. **Fakhraddin Kadırov**, Luciano Telesca, **Gurban Yetirmişli**, **Rafiq Safarov**, Sabina Kazımova. Joint Use of Seismological and Topological Statistical Methods for the Analysis of 2010–2016. Geophysical Research Abstracts, Vol. 21, EGU2019-0, EGU General Assembly, 2019,p.1.

2. **Rafiq Safarov**, Elnare Ahmedova. Structural analysis of Earth's crust GPS horizontal velocities in Azerbaijan. Geophysical Research Abstracts, Vol. 21, EGU2019-0, EGU General Assembly, 2019,p.1.

XV. Springer nəşriyyatının "Acta Geophysica" jurnalına göndərilmiş məqalə son redaktə mərhələsindədir.

1. **Babayev G.**, **Yetirmişli G.**, Kazımova S., **Kadırov F.**, Telesca L. "Stress field pattern in the northeastern part of Azerbaijan", Journal of Seismology, 2018, JOSE-D-18-00017 (under final review).

5 İxtira və patentlər, səmərələşdirici təkliflər  
yoxdur

6 Layihə üzrə ezamiyyətlər (ezamiyyə baş tutmuş təşkilatın adı, şəhər və ölkə, ezamiyyə tarixləri, həmçinin ezamiyyə vaxtı baş tutmuş müzakirələr, görüşlər, seminarlarda çıxışlar və s. dəqiq göstərilməlidir)  
yoxdur

7 Layihə üzrə elmi ekspedisiyalarda iştirak (əgər varsa)  
Azərbaycan GPS şəbəkəsinə daxil olan 26 müşahidə məntəqəsində ölçü işləri aparılmış və hər bir məntəqə üçün 48 saatlıq müşahidə materialı əldə edilmişdir: Astara (ASTA), Yardımlı (YARD), Lerik (GOSM), Biləsuvar (BLVR), Salyan (SALN), Xıdırlı (KHİN), Səngəçal (SA03), Şıxlar (SHİK), Cəngi (JANG), Quxuroba (SAMU), Qusar (ANIX), Xızı (KIZC), Siyəzən (SIYE), Mədrəsə (MEDR), İsmayılı (ISMA), Oğuz (YAGB), Yevlax (YEVL), Mingəçevir (XANA), Katex (KTYX), Gürgən (GURK), Kürdəmir (KURD), İmişli (IMIS), Ucar (UCAR), Ağdaş (AGDA), Goranboy (GORA), Gədəbəy (GEDN).

8 Layihə üzrə digər tədbirlərdə iştirak  
yoxdur

9 Layihə mövzusu üzrə elmi məruzələr (seminar, dəyirmi masa, konfrans, qurultay, simpozium və s. çıxışlar) (məlumat tam şəkildə göstərilməlidir: a) məruzənin növü: plenar, dəvətli, şifahi və ya divar məruzəsi; b) tədbirin kateqoriyası: ölkədaxili, regional, beynəlxalq)

1. 14-15 Fevral 2017-ci il tarixlərində AMEA Geologiya və Geofizika İnstitutunda "Qafqaz ərazisinin seysmik və geodinamik monitorinqi, məlumatların riyazi təhlili və zəlzələ təhlükələrinin qiymətləndirilməsi" mövzusunda beynəlxalq seminar keçirilmişdir. Seminarda İtaliyalı professor Luciano Telesca layihə icraçıları akademik, g.-m.e.d., prof. Fəxrəddin Qədirov, g.m.e.d., dos. Qulam Babayev və y.e.f.d. Rafiq Səfərov elmi məruzə ilə iştirak etmişlər.

2. 23-28 Aprel 2017-ci il tarixlərində Avstriyanın paytaxtı Vyanada Avropa Geoloji Elmlər İttifaqının (EGU) Baş Assambleyasının illik iclasında iştirak. İclasda layihə icraçıları akademik, g.-m.e.d., prof. Fəxrəddin Qədirov, g.-m.e.d., Qurban Yetirmişli, g.m.e.d., dos. Qulam Babayev və y.e.f.d. Rafiq Səfərov divar məruzəsi ilə iştirak etmişlər.

3. 26-30 İyun 2017-ci il tarixlərində Avstriyanın Vyana şəhərində CTBTO (Nüvə Sınaqlarının Hərtərəfli Qadağan Olunması Müqavilə Təşkilatının) Beynəlxalq Elm və Texnologiya konfransı keçirilmişdir. Konfransda layihə icraçıları akademik, g.-m.e.d., prof. Fəxrəddin Qədirov, g.-m.e.d., Qurban Yetirmişli, dos. g.m.e.d., Qulam Babayev və y.e.f.d. Rafiq Səfərov divar məruzəsi ilə iştirak etmişlər.

4. 25-27 Avqust 2017-ci il tarixlərində Gürcüstan Texniki Universitetinin Çotne Mirçxulava adına Su Təsərrüfatı İnstitutunun Ətraf mühit mühafizəsi ekomərkəzinin təşkilatçılığı ilə "Su təsərrüfatının, ətraf mühit mühafizəsinin, memarlıq və inşaatın müasir problemləri" adlı VII Beynəlxalq elmi-

texniki konfrans keçirilmişdir. Konfransda layihə icraçısı, texnika elmləri doktoru, prof. Qocamanov Məqsəd Hüseyn oğlu elmi məruzə ilə çıxış etmişdir.

5. 11-13 Oktyabr 2017-ci il tarixlərində Qırğızıstan Milli Elmlər Akademiyasının və Asiya Akademiyaları və Cəmiyyətləri Assosiyasiyasının birgə təşkil etdiyi “Elm, Dövlət, Strukturlar və Cəmiyyət – Zəlzələlərdən yaranan risklərin və nəticələrin azaldılması istiqamətində birgə tədbirlər” adlı Regional elmi seminar keçirilmişdir. Seminarda layihə icraçıları g.m.e.d., dos. Qulam Babayev və g.m.e.n., dos. Solmaz Ağayeva və mühəndis Muradi İmran elmi məruzə ilə iştirak etmişlər.

6. 24-28 Oktyabr 2017-ci il tarixlərində Ukraynanın paytaxtı Kiyev şəhərində Fransanın “Cote d’Azur” Universitetinin və Ukrayna MEA-nın “S.İ.Subbotin adına Geofizika İnstitutu”-nun birgə təşkilatçılığı ilə “Cənubi Qafqazda Yer elmləri” adlı Beynəlxalq elmi seminar keçirilmişdir. Seminarda layihə icraçıları akademik, g.-m.e.d., prof. Fəxrəddin Qədirov və y.e.f.d. Rafiq Səfərov elmi məruzə ilə iştirak etmişlər.

7. 25-27 Fevral 2018-ci il tarixlərində İran İslam Respublikasının Tehran şəhərində keçirilən 36-cı Milli və 3-cü Beynəlxalq Yer elmləri konqresində iştirak. İclasda layihə icraçıları akademik, g.-m.e.d., prof. Fəxrəddin Qədirov, g.m.e.d., dos. Qulam Babayev və y.e.f.d. Rafiq Səfərov məruzə ilə iştirak etmişlər.

8. 8-13 Aprel 2018-ci il tarixlərində Avstriyanın paytaxtı Vyanada Avropa Geoloji Elmlər İttifaqının (EGU) Baş Assambleyasının illik iclasında iştirak. İclasda layihə icraçıları akademik, g.-m.e.d., prof. Fəxrəddin Qədirov, g.-m.e.d., Qurban Yetirmişli, g.m.e.d., dos. Qulam Babayev və y.e.f.d. Rafiq Səfərov divar məruzəsi ilə iştirak etmişlər.

9. Layihə iştirakçıları akademik, g.-m.e.d., Fəxrəddin Qədirov, AMEA-nın müxbir üzvü, g.-m.e.d., Qurban Yetirmişli, g.-m.e.d., dosent Qulam Babayev və y.e.f.d. Rafiq Səfərov 22-23 Oktyabr 2018-ci il tarixlərində İsrailin Qüds şəhərində İsrail Təbii və Humanitar Elmlər Akademiyasında keçirilən “Zəlzələ seysmologiyası və geodinamika” mövzusunda seminarda məruzələrlə çıxış etmişlər.

10. 01-05 Noyabr 2018-ci il tarixlərində Gürcüstan Texniki Universitetinin Çotne Mirçxulava adına Su Təsərrüfatı İnstitutunun Ətraf mühit mühafizəsi ekomərkəzinin təşkilatçılığı ilə “Su təsərrüfatının, ətraf mühit mühafizəsinin, memarlıq və inşaatın müasir problemləri ” adlı VIII Beynəlxalq elmi-texniki konfrans keçirilmişdir. Konfransda layihə icraçısı, texnika elmləri doktoru, prof. Qocamanov Məqsəd Hüseyn oğlu elmi məruzə ilə çıxış etmişdir.

**10** Layihə üzrə əldə olunmuş cihaz, avadanlıq və qurğular, mal və materiallar, komplektləşdirmə məmullatları  
1 ədəd GPS stansiyası - komplektə daxildir: Trimble NetR9s tipli GPS qəbuledici, Zephyr 3 Base GPS antenna, radio antenlər, antenn kabeli, sazlaşdırma kabeli, cərəyan adapteri, Trimble Business Center proqram təminatı və lisenziyası, stansiya çantası.

**11** Yerli həmkarlarla əlaqələr  
yoxdur

**12** Xarici həmkarlarla əlaqələr

ABŞ Massaçusets Texnologiya İnstitutunun Yer, Atmosfer və Planetar Elmlər Departamentinin əməkdaşları prof. Robert Reilinger, Robert King və Michael Floyd ilə layihə mövzusu üzrə, o cümlədən, yeni GPS müşahidə məlumatlarının analizi və emalının məqsədəuyğun şəkildə və keyfiyyətli aparılması məqsədilə müzakirələr aparılmış, verilən tövsiyələr nəzərə alınmışdır. Eyni zamanda Yaponiya Naqoya Universitetinin Zəlzələ və vulkan tədqiqatları mərkəzinin professoru Takeşi Saqiya ilə yer qabığı deformasiyaları, onların aktiv qırılmalara təsiri, zəlzələlərin tədqiqində kosmik geodeziya üsullarının tətbiqi, aktiv qırılmaların modelləşdirilməsi kimi mövzularda müzakirələr aparılmış, verilən tövsiyələr nəzərə alınmışdır.  
Zəlzələlərin məkan-zaman-maqnitud qanunauyğunluqlarının öyrənilməsi məqsədi ilə klaster, Allan

	<p>faktor və çoxölçülü qruplaşma, statistik analiz üsullarının (GFT üsulu) tətbiqi metodologiyasının hazırlanması, 2010-2016-cı illəri əhatə edən dövrdə Azərbaycan seysmikliyinin seysmoloji və topoloji statistik üsulların birgə tətbiqi vasitəsilə təhlilinin aparılması və o cümlədən, 2013-2017-ci illəri əhatə edən dövrdə Azərbaycan ərazisində aparılmış geodinamik monitoring işlərinin nəticələrinin (Kosmik Geodeziya GPS məlumatları) statistik üsulların tətbiqi vasitəsilə təhlilinin aparılması məqsədi ilə İtaliyanın Milli Tədqiqat Şurasının (CNR) Ətraf Mühitin Təhlili üzrə Metodologiyalar İnstitutunun professoru Luciano Teleska ilə müzakirələr aparılmışdır.</p> <p>Azərbaycan ərazisində müntəzəm olaraq yerini-yetirilən tədqiqat işlərini nəzərə alaraq, xüsusən, Böyük Qafqaz Qırışlıq qurşağının tektonik inkişaf tarixinin və müasir geodinamik vəziyyətinin öyrənilməsi məqsədilə ABŞ Miçiqan Universitetinin dosenti, Natan Niemi və PhD Alex Tye ilə geniş müzakirələr aparılmışdır. Birgə tədqiqatların təşkili və aparılmasının vacibliyi qeyd edilmişdir. Layihə üzrə əldə edilmiş aralıq və yekun nəticələrin müasir geodinamik proseslər və geoloji nöqtəyi nəzərdən interpretasiyası istiqamətində Fransanın Monpele Universitetinin Yer Elmləri laboratoriyasının tədqiqatçısı, dosent Filip Vernantla birgə əməkdaşlıq haqqında razılıq alınmışdır.</p>
13	<p>Layihə mövzusu üzrə kadr hazırlığı (əgər varsa)</p> <p>Bakı Dövlət Universitetinin Geologiya Fakültəsinin “Faydalı qazıntılar” kafedrasının magistri Nəcəfov Orxan Fəxrəddin oğlunun və kafedranın tələbəsi Həsənov Həmid Həsən oğlunun magistr və buraxılış işləri Geologiya və Geofizika İnstitutunda layihə icraçısı akademik, g.-m.e.d., prof. Fəxrəddin Qədirovun rəhbərliyi ilə müvəffəqiyyətlə yerinə yetirilmişdir.</p> <p>AMEA Geologiya və Geofizika İnstitutunda “Neft-qaz yataqlarının axtarış və kəşfiyyatının geofiziki üsulları” ixtisası üzrə magistr təhsili alan Aslanov Ruslan Elşad oğlunun magistr dissertasiya işi layihə mövzusu üzrə verilmiş və layihənin yerinə yetirilmə müddətində yekunlaşdırılması nəzərdə tutulmuşdur. Magistr dissertasiya işinin mövzusu “GPS peyk trayektoriyaları ölçü məlumatlarının Yer qabığı dinamikasının öyrənilməsində tətbiqi (Bakı cGPS stansiyası məlumatları əsasında)”.</p>
14	<p>Sərgilərdə iştirak (əgər baş tutubsa)</p> <p>yoxdur</p>
15	<p>Təcrübəartırmada iştirak və təcrübə mübadiləsi (əgər baş tutubsa)</p> <p>yoxdur</p>
16	<p>Layihə mövzusu ilə bağlı elmi-kütləvi nəşrlər, kütləvi informasiya vasitələrində çıxışlar, yeni yaradılmış internet səhifələri və s. (məlumatı tam şəkildə göstərməlidir)</p> <p>yoxdur</p>

**SİFARIŞÇI:**

**Elmin İnkişafı Fondu**

**Baş məsləhətçi**

**Quliyeva Mülayim Sahib qızı**

(imza)

“ \_ ” \_\_\_\_\_ 2019-cu il

**İCRAÇI:**

**Layihə rəhbəri**

**Səfərov Rafiq Tofiq oğlu**

(imza)

“ \_ ” \_\_\_\_\_ 2019-cu il