



AZƏRBAYCAN ELM FONDU

**Azərbaycan Elm Fondunun
2022-ci il üçün ƏSAS qrant müsabiqəsinin
(AEF-MCG-2022-1(42)) qalibi olmuş
layihənin yerinə yetirilməsi üzrə aralıq
(rüblük olaraq 3-cü mərhələ)**

ELMİ-TEXNİKİ HESABAT

Layihənin adı: **Layda su axınının qarşısını almaq və quyudibi ətrafı sahədə dinamik zərbələrə davamlı nano-Fe₃O₄ maqnetit/poliakrilamid əlavə edilmiş sement əsaslı tamponaj sistemlərinin tədqiqi**

Layihə rəhbərinin soyadı, adı və atasının adı: **Tapdıqov Şamo Zöhrab oğlu**

Qrantın məbləği: **140 000**

Layihənin nömrəsi: **AEF-MCG-2022-1(42)-12/05/2-M-05**

Müqavilənin imzalanma tarixi: **07 aprel 2023-cü il**

Qrant layihəsinin yerinə yetirilmə müddəti: **12 ay**

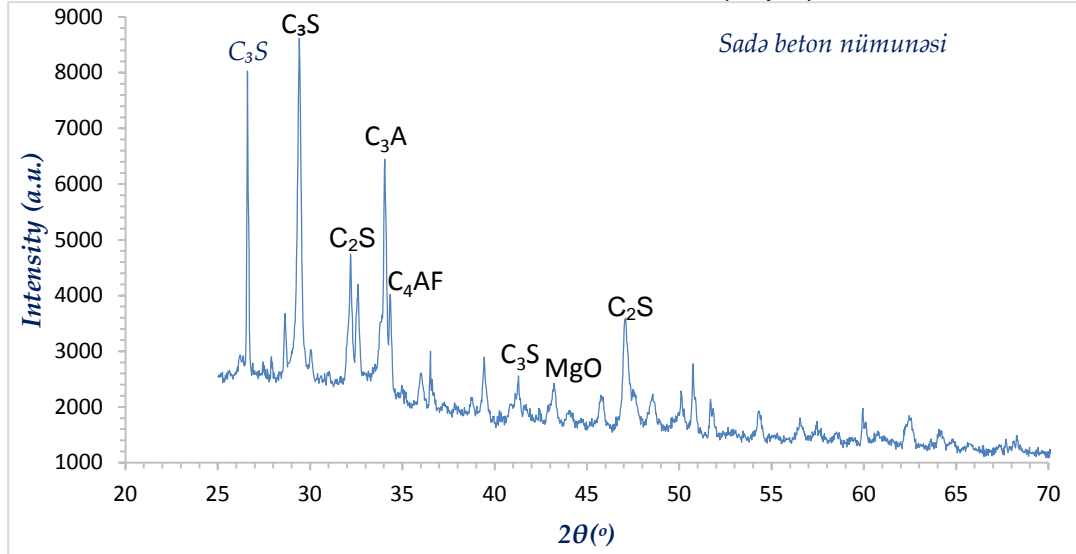
Layihənin icra müddəti (başlama və bitmə tarixi): **01 may 2023-cü il - 01 may 2024-cü il**

Layihənin III mərhələ üzrə (rüb) məbləği:

Hesabatda aşağıdakı məsələlər işıqlandırılmalıdır:

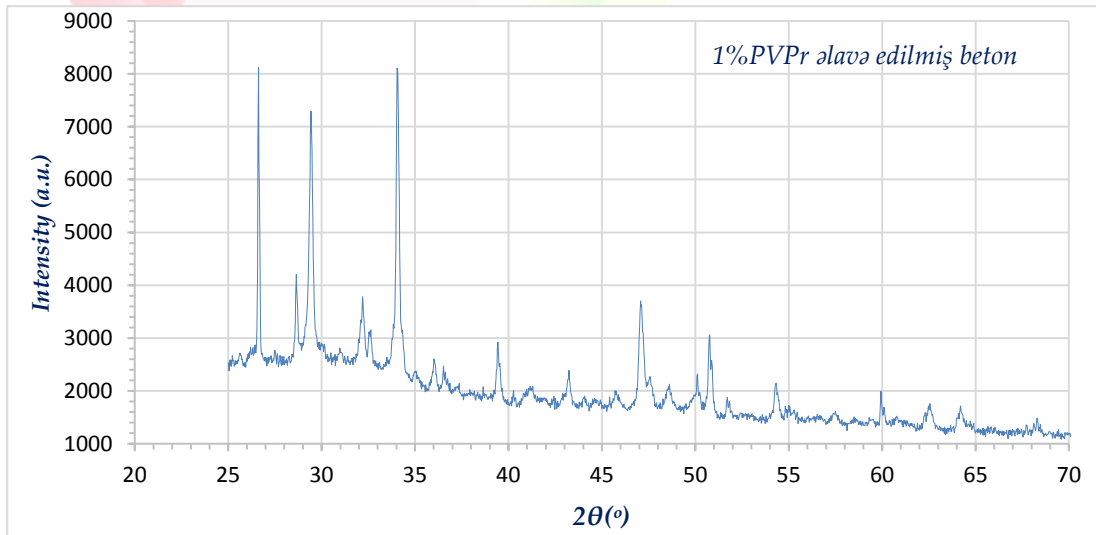
1	Layihənin həyata keçirilməsi üzrə cari rübdə yerinə yetirilmiş elmi işlər <i>Cari rübdə sement strukturuna poli-N-vinilpirrolidon (PVPr) və maqnetit nanohissəciklərinin eyni anda daxil edilməsi ilə tərkibdə yaranan kimyəvi qarşılıqlı təsirlərin təbiəti öyrənilmişdir. Bu məqsədlə tamponaj sementinin 0.5 su/sement nisbətində (sementin quru kütləsinin) 1%-i qədər PVPr və 1-2%-i qədər maqnetit nanohissəcikləri ilə doldurulmasından beton nümunələri hazırlanmış və əldə edilən beton nümunələrinin FTIR, eləcə də XRD spektrləri müqayisəli təhlil edilmişdir. Bundan başqa,, 1% (kütlə) PVPr ilə modifikasiya olunmuş sement pastasına 1.0 və 2.0% (kütlə) 30-50 nm ölçülü maqnetit nanohissəcikləri əlavə edilmiş 28 günlük sərtləşmiş betonun lay və Xəzər dənizi suyunda adsorbsiya qabiliyyətləri tədqiq edilmişdir.</i>
2	Layihənin həyata keçirilməsi üzrə planda nəzərdə tutulmuş işlərin yerinə yetirilmə dərəcəsi (cari rüb üçün, faizlə qiymətləndirməli) <i>Layihənin həyata keçirilməsi üzrə planda nəzərdə tutulmuş işlərin cari rüb üçün 75-80%-i yerinə yetirilmişdir.</i>
3	Hesabat dövründə alınmış elmi nəticələr , onların yenilik dərəcəsi <i>Cari rübdə yerinə yetirilmiş eksperimental tədqiqatlarının təhlilindən əldə olunan elmi nəticələri aşağıdakı kimi ətraflı şəkildə göstərmək olar.</i>

Məlumdur ki, beton sərt struktura malik, tərkibi əsasən ion rabitə ilə qurulmuş kalsium və alüminium silikatlardan ibarət materialdır. Hidratlaşmış sementdə di, tri Ca və Al silikatların hidrosid formalarına da rast gəlinir. Tədqiqatlarımız zamanı PVPr-lu maqnetit nanohissəciklərinin beton strukturunda kimyəvi iştirakını dəyərləndirmək üçün seriyalı nümunələr hazırlanmışdır. Müqayisə üçün, hidratlaşmış sement, PVPr-lu beton, PVPr/Fe₃O₄-lu beton daşlarının rentgen spektrləri əldə edilmişdir. Məlumdur ki, sementdən hazırlanmış betonun XRD rentgen spektrində $2\theta = (26.58^\circ), (29.55^\circ), (32.49^\circ), (34.12^\circ), (41.32^\circ), (47.23^\circ), (50.68^\circ),$ və (51.87°) -də di- və trikalsium silikatlar, eləcə də kalsium-alüminium silikatlar üçün spesifik piklər müşahidə olunur (Şəkil 1).



Şəkil 1. Kontrol beton nümunəsinin 28 günlük sərtləşmədən sonrakı XRD diffraktoqramması

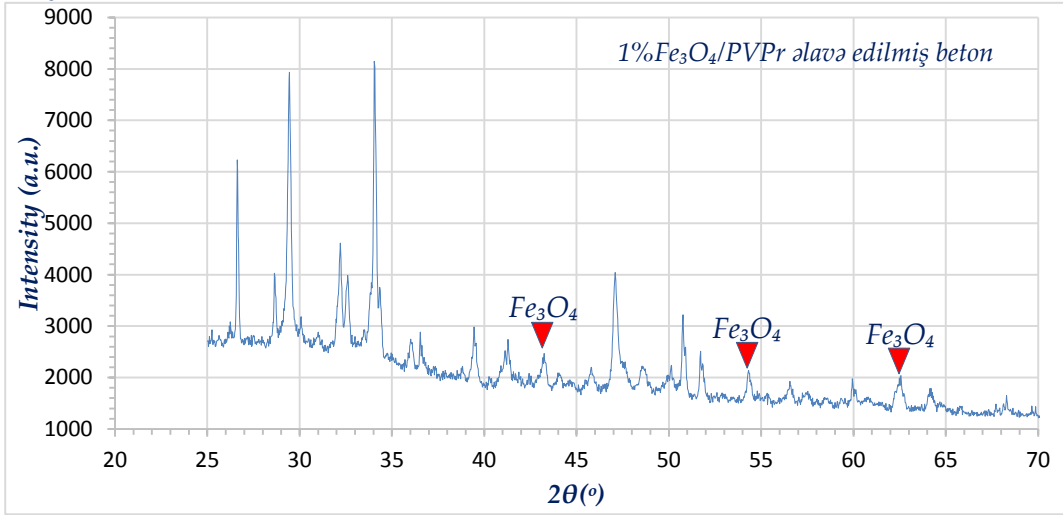
Müqayisəli təhlillər aparmaq üçün həm polimerin, həm də (maqnetit nanohissəciklərin strukturda funksiyasını müəyyənləşdirmək üçün) PVPr-lu beton və PVPr/Fe₃O₄-lu beton daşlarının rentgen analizləri də qeydə alınmışdır. Sementin 1% miqdarda PVPr ilə doldurulmasından hazırlanmış beton (Şəkil 2) kontroldan cüzi fərqlənən XRD cizgilər formalaşdırır.



Şəkil 2. 1%PVPr-li beton daşının 28 gündən sonrakı XRD diffraktoqramması

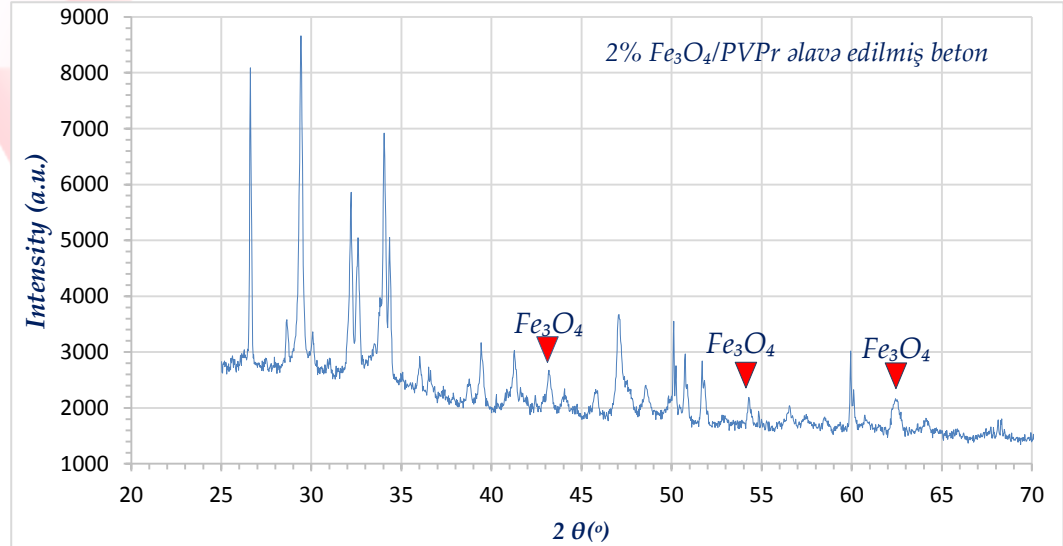
PVPr amorf maddə və tərkibdə 1% miqdarda olduğundan rentgen spektrdə fərqli ayır pik əmələ gətirmir. Ancaq polimer sementdəki Ca-Al silikatlarla qarşılıqlı əlaqədə olduğundan bəzi 2θ -larda cizgilərin intensivliyinin azalmasına yaxud sürüşməsinə səbəb olur. Belə sürüşmələr $2\theta = (39.32^\circ), (43.42^\circ)$ və (54.62°) -də xüsusilə seçilir.

$2\theta = (56-58^\circ)$ -də isə ikinci cizginin formalaşması PVPr-nun sement strukturunda immobilizə olunduğunu sübut etmişdir. Betonun PVPr-la birlikdə maqnetit nanohissəcikləri ilə doldurduqdan sonra XRD spektri də incələnməmişdir (Şəkil 3).



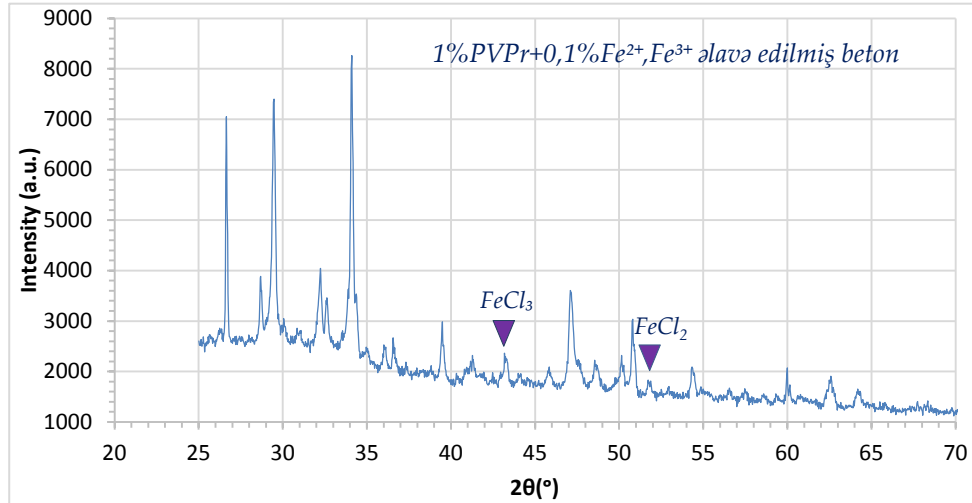
Şəkil 3. 1% Fe_3O_4 /PVPr ilə doldurulmuş beton daşının 28 gündən sonra XRD diffraktoqramması

Rentgen spektrdə maqnetit nanohissəciklərə xarakterik $2\theta = (30.17^\circ), (43.31^\circ), (54.61^\circ)$ və (62.75°) -də çox kiçik intensivlikli cizgilər müşahidə olunur. Müşahidə olunan piklərin maqnetit nanohissəciklərə aid olduğunu müəyyən etmək üçün tərkibində nanohissəciklərin miqdarı 2 dəfə artırılmış beton nümunələri hazırlanmış və rentgen spektri çəkilmişdir (Şəkil 4).



Şəkil 4. 2% Fe_3O_4 /PVPr ilə doldurulmuş beton daşının 28 gündən sonra XRD diffraktoqramması

Müəyyən olunmuşdur ki, betonun tərkibində maqnetit nanohissəciklərinin miqdarının artması rentgen spektrdə xarakterik piklərin aydınlaşmasına və intensivliklərinin müəyyən qədər yüksəlməsinə gətirib çıxarır. Həmçinin maqnetit nanohissəciklərinin daha sərt kristal strukturu betonun rentgen spektrini daha da gücləndirir. Məlumdur ki, maqnetit nanohissəciklərində dəmir atomları ion halında (yüklü) deyil, ölçüsü 30-45 nm arası olan hissəciklərdən ibarətdir. Maqnetit nanohissəciklərə xarakterik piklərin aid olduğu 2θ -larda müşahidə olunması betonda nanohissəciklərin ölçü dəyişikliyinə məruz qalmadığını göstərir. Həmçinin, maqnetit nanohissəciklərin beton məsələlərində fiziki və kimyəvi halını saxlamaqla yerləşməsi betona gücləndirici xassələr verməyinə səbəb olur. Strukturda maqnetit nanohissəciklərin kimyəvi yerini daha daqiq müəyyən etmək üçün sement pastası dəmir duzları iştirakında da hazırlanmış və rentgen spektrləri müqayisə edilmişdir (Şəkil 5).



Şəkil 5. 0.1% $FeCl_3$ və 0.1% $FeCl_2$ ilə doldurulmuş 1%-li PVP/betonun 28 gündən sonrakı XRD diffraktoqramması

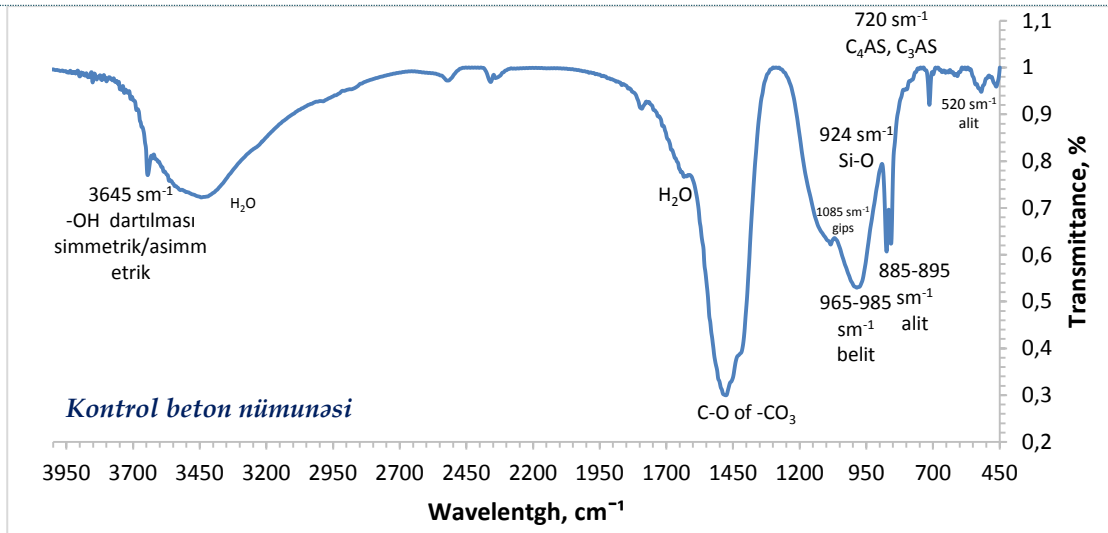
Müəyyən olunmuşdur ki, dəmir ionlarının sement pastasına əlavə edilməsi onun hidratlaşma və bərkimə prosesinə ciddi təsir edir. Metal ionları betonun sərtləşməsi prosesində strukturdakı Ca və Al silikatların hidratlaşmasına mane olur və kövrək bir quruluşun yaranmasına gətirib çıxarır. Bu özünü betonun səthinin vizual görüntüsündə də aydın göstərir (Şəkil 6).



Şəkil 6. Maqnetit nanohissəcikli PVP və Fe^{2+}/Fe^{3+} duzları doldurulmuş beton nümunələri. 28 günlük sərtləşmədən sonra

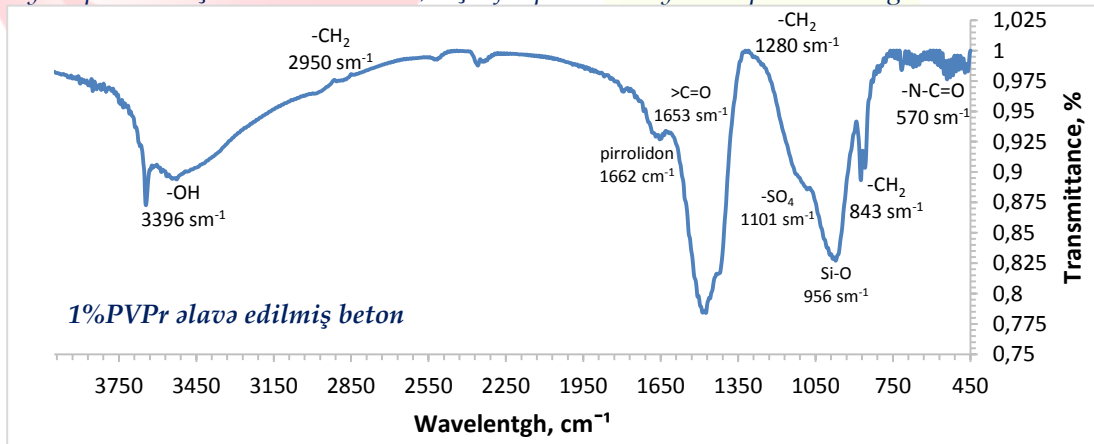
XRD nəticələrinə əsasən $2\theta = (29.7^\circ), (34.45^\circ), (39.69^\circ), (47.88^\circ)$ və (51.27°) -də olan piklərin intensivliyinin azalması təmiz betona xarakterik kristal strukturun dəyişməsi ilə əlaqədardır. $Fe(II)$ və $Fe(III)$ ionları rentgen spektrdə cüzi də olsa uyğun olaraq $2\theta = (43.47^\circ)$ və (51.95°) -də kiçik intensivlikli cizgilər əmələ gətirir. Rentgen analizlər onu deməyə əsas verir ki, 1% PVP əlavəsi betonun kristal strukturuna təsir etmir. Əksinə sementdəki Ca və Al silikatlar arasında koordinasiya əlaqəsi yaratmaqla uzun məsafədə rabitə bağlılığını təmin edir. Maqnetit nanohissəciklərin polimerlə birlikdə betona daxil edilməsi daşın strukturunu daha da sərtləşdirməklə, məsələlərdə müəyyən qədər boşluqları tutur.

Hissəciklər arasında formalaşan kimyəvi bağlılığın tipi FTIR metodun köməkliliyi ilə öyrənilmişdir. İlkin olaraq sadə betonun FTIR spektri çəkilmişdir (Şəkil 7).



Şəkil 7. 0.5 su/sement nisbəti ilə hazırlanmış 28 günlük sərtləşmiş betonun FTIR spektri

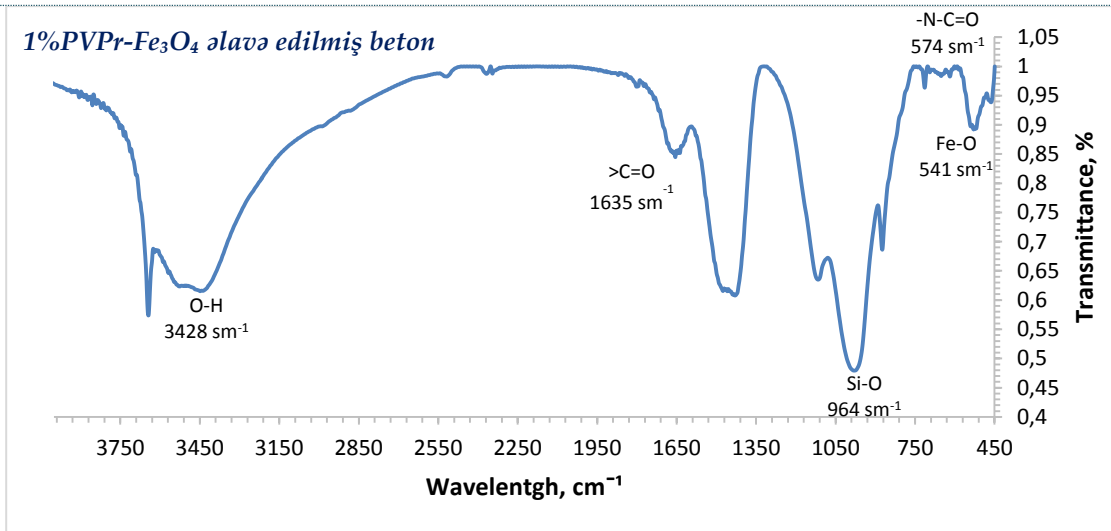
Hidratlaşmış sementin FTIR spektrində xarakteriklər piklər və bu piklərə identik olan funksional qruplar şəkil 7-də göstərilmişdir. Beton tərkibinə PVPr makromolekullarının daxil edilməsi bəzi oblastlarda polimerə xas piklərin müşahidə olunmasına səbəb olur. Həmçinin PVPr-dəki funksional qrupların sementdəki elementlərlə kimyəvi əlaqəsi betona xarakterik bəzi oblastlarda kimyəvi sürüşmələrə gətirib çıxarır (Şəkil 8). Məlumdur ki, PVPr üçün FTIR spektrdə xarakterik zolaqlar $>C=O$ və $-OH$ qruplarına aid uyğun 1646 və 3450 sm^{-1} oblastlarındakı piklərdir. Bundan əlavə 2950 sm^{-1} -də pirrolidon tsiklinə CH_2 -nin asimmetrik dartılması, 2922 sm^{-1} -də isə polimer zəncirindəki CH_2 -yə aid zolaqlar da müşahidə olunur. 1286 sm^{-1} -də isə $C-N$ -ə qoşulu CH_2 -nin vibrasiyalı dartılmasına xarakterik piklər mövcuddur. PVPr-lu betonun FTIR spektrində görüldüyü kimi fərqli intensivlikli yeni piklər müşahidə olunmasada, kiçik fərqli absorbsiya zolaqlarına rast gəlinir.



Şəkil 8. Tərkibində 1% PVPr olan 28 günlük sərtləşmiş betonun FTIR spektri

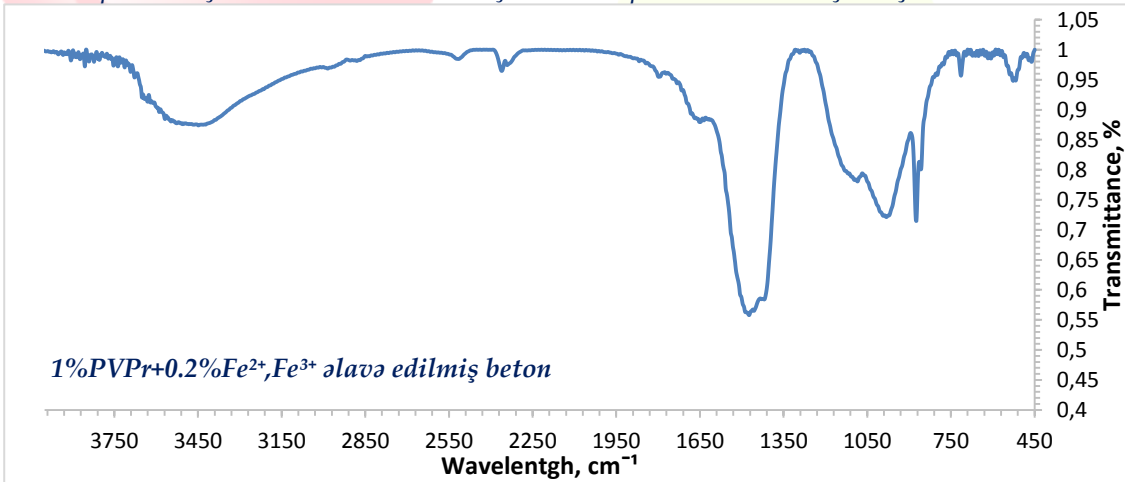
PVPr-lu betonun FTIR nəticələrinə əsasən polimer beton məsələlərində yerləşmiş və metal silikatlarla aktiv kimyəvi əlaqədə iştirak etmişdir. Əsas qarşılıqlı əlaqədə isə PVPr-dəki karbonil qrupları iştirak edir. Belə ki, təmiz PVPr üçün xarakterik olan 1646 sm^{-1} -də olan karbonil qrupuna identik zolaq betonda 1653 sm^{-1} oblastına qədər kimyəvi sürüşmə edir. Bu isə betonda silikatlara aid bəzi zolaqların cüzi kimyəvi sürüşməsinə gətirib çıxarır. Bütün bunlar onu sübut edir ki, PVPr makromolekulları beton məsələlərində silikatlarla immobilizə olunmuş formadaadır.

Beton tərkibinə PVPr-lu maqnetit nanohissəciklərinin daxil edilməsi isə FTIR spektrdə oksidə aid adsorbsiya zolaqlarının əmələ gəlməsinə səbəb olur (Şəkil 9).



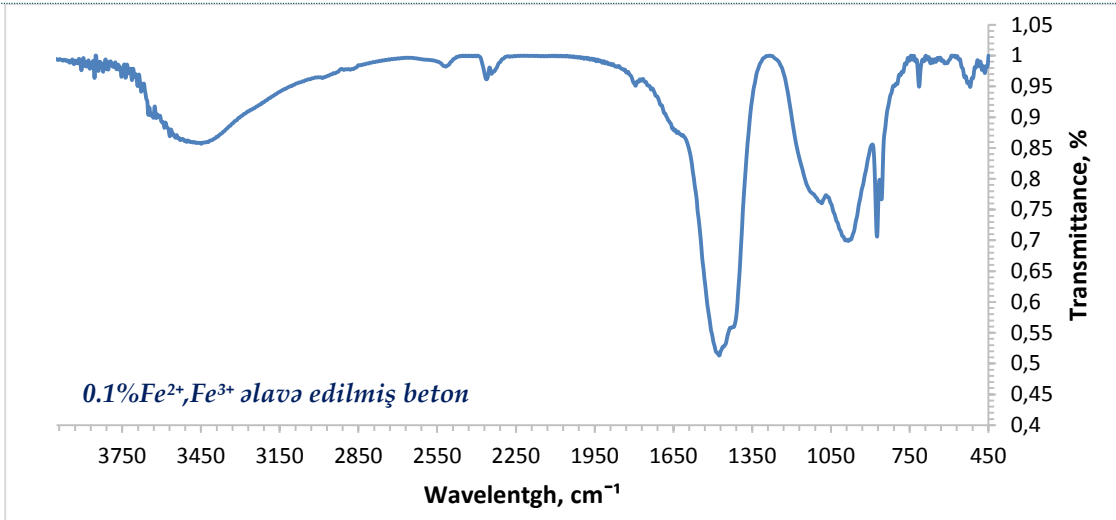
Şəkil 9. Tərkibinə 1% PVPr/Fe₃O₄ maqnetit nanohissəcikləri doldurulmuş 28 günlük sərtləşmiş betonun FTIR spektri

Şəkil 9-dan göründüyü kimi maqnetit nanohissəciklərə xarakterik absorbsiya zolağı 541 sm⁻¹ oblastında izlənilir və Fe₃O₄ nanohissəcikləri ilə aktiv kimyəvi əlaqədə olan PVPr-dakı karbonil qrupuna aid pik 1635 sm⁻¹ oblastına qədər kimyəvi sürüşmə edir. Digər oblastlarda isə sementdəki silikatlara xarakterik absorbsiya piklərində isə kimyəvi sürüşmə cüzi baş verir. Bu maqnetit nanohissəciklərin beton strukturunda PVPr-la daha aktiv, sement komponentləri ilə isə nisbətən passiv kimyəvi əlaqədə olduğunu sübut edir. Bunu sementin hidratlaşması mərhələsində Ca və Al silikatların su molekulları və PVPr ilə daha sürətli qarşılıqlı təsiri ilə izah etmək olar. Maqnetit nanohissəciklərinin PVPr yaxud silikatlarla kimyəvi əlaqəsini müəyyənləşdirmək üçün beton daşı dəmir duzları və polimer iştirakında da hazırlanmış və FTIR spektri əldə edilmişdir (Şəkil 10).



Şəkil 10. 0.1% FeCl₃ və 0.1% FeCl₂ ilə doldurulmuş 1%-li PVPr/betonun 28 gündən sonrakı FTIR spektri

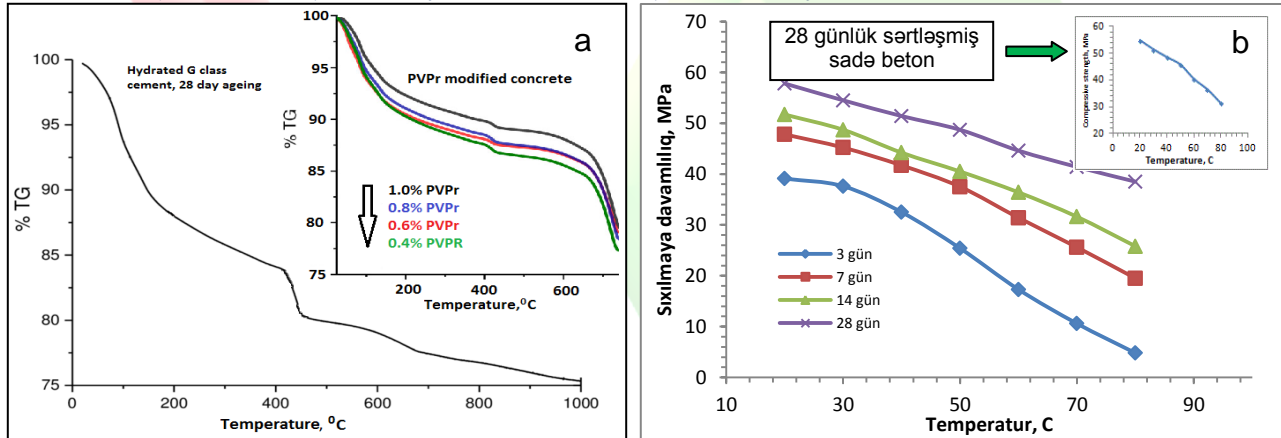
Müəyyən olunmuşdur ki, spektrdə maqnetit nanohissəciklərinə xarakterik olan 540 sm⁻¹ oblastındakı zolaq müşahidə olunmur. Lakin dəmir ionlarının PVPr ilə aktiv kompleksi karbonilə aid udulma zolağının polimerdən fərqli oblastda peyda olmasına səbəb olur. Nəticələr onu deməyə əsas verir ki, PVPr zəncirləri betonda sement hissəcikləri ilə maqnetit nanohissəcikləri arasında körpü funksiyasını yerinə yetirir. Dəmir ionları sementdəki silikatlarla da kimyəvi əlaqədə olması polimersiz beton/Fe duzları nümunəsinin FTIR spektrində də aydın görünür (Şəkil 11).



Şəkil 11. 0.1% FeCl₃ və 0.1% FeCl₂ ilə doldurulmuş betonun 28 gündən sonrakı FTIR spektri

Dəmir ionlarının tərkibdə miqdarının sementin kütləsinin 0.1%-i qədər olmasına baxmayaraq silikatlarla aktiv qarşılıqlı təsiri özünü spektrdə xarakterik cizgilərin izlənməsində göstərir. Dəmir ionlarının silikatlarla aktiv kimyəvi əlaqəsi Si-O-ya xarakterik 964 sm⁻¹ oblastındakı intensiv pikin kəskin azalmasına səbəb olmuşdur. Digər tərəfdən tərkibdə PVPr-nun passiv iştirakı 3400-3500 sm⁻¹ oblastında -OH qruplarına xarakterik enli zolağın itməsinə gətirib çıxarır. FTIR spektrlərinin müqayisəli təhlilinə əsasən sement pastası hazırlanan həllediciyə PVPr-lu maqnetit nanohissəciklərinin əlavə edilməsi onun hidratlaşma prosesinə mane olmur. Strukturda polimer və dəmir oksidlərinin homogen paylanması PVPr-silikat və PVPr/Fe₃O₄/silikat əlaqələrinin lokal deyil, bütün həcm və səth boyu paylanmasını təmin etmiş olur. Bu işə mexaniki xassələrin betonda bütün istiqamətlər boyu eyni dərəcədə saxlanıldığını sübut edir.

PVPr olmadan və müxtəlif miqdar polimer əlavə edilmiş betonun temperaturdan asılı olaraq kütlə itkiləri 0-1000 °C temperatur aralıklarında öyrənilmiş və termoqravimetrik ayrılar şəkil 12 (a)-də verilmişdir.

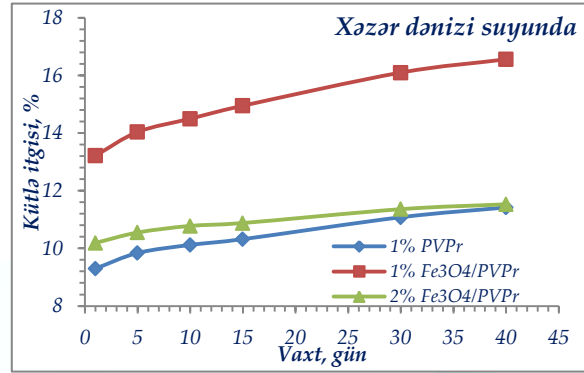
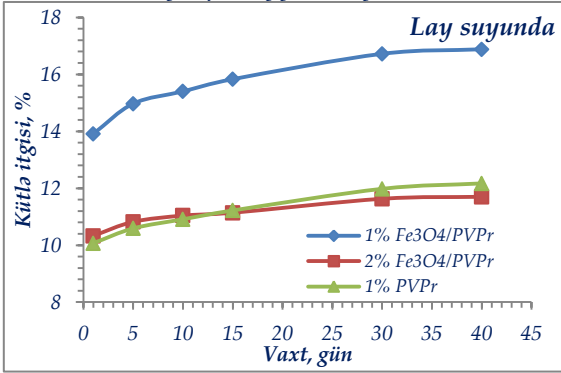


Şəkil 12. Hidratlaşmış sementin və müxtəlif miqdar PVPr əlavə edilmiş sement daşının 28 gündən sonrakı termoqravimetrik ayrılırları (a) və 1.0% PVPr ilə modifikasiya edilmiş betonun temperaturdan asılı olaraq sıxılmaya davamlılıqları (b).

Göründüyü kimi 400 °C temperatürə qədər betonun və PVPr əlavə edilmiş nümunələrin ümumi mənzərəsi eynidir. Betonda 400 °C-dən sonra müşahidə olunan kəskin endoeffekt polimer olan nümunələrdə eyni olmamışdır. Belə ki, həmin temperaturda baş verən 4-5%-lik kütlə azalması, PVPr ilə modifikasiya olunmuş betonda 0.5-1.2% ilə müşahidə olunmuşdur. Məlumdur ki, 400 °C ətrafında betonda baş verən endoeffekt kalsium hidrosidin dekompozisiyasını göstərir. Görünür PVPr-nun kalsium ionları ilə kimyəvi koordinasiyaya

daxil olması onun kütlə itkisinə müqavimət göstərir. Belə davamlı əlaqələr ion rabitələrinə xarakterikdir, hansı ki, burada Ca^{2+} ionlarının $>C=O$ qrupu ilə kimyəvi rabitəsi mümkün sayılır.

Tədqiqatda 1% (kütlə) poli-N-vinilpirrolidon (PVPr) ilə modifikasiya olunmuş sement pastasına 1.0 və 2.0% (w/w) 30-50 nm ölçülü maqnetit nanohissəcikləri əlavə edilmiş və sərtləşmiş daşın 28 gündən sonra lay və dəniz suyunda adsorbsiya qabiliyyətləri yoxlanılmışdır.



Şəkil 13. 1.0 və 2.0% kütlə miqdarında maqnetit nanohissəcikləri əlavə edilmiş polimerli sement daşının lay və dəniz suyunda kütlə artımının zamandan asılılığı

Əyriyədən göründüyü kimi 1% PVPr və 2% Fe₃O₄ nanohissəcikləri olan beton daşı eyni adsorbsiya qabiliyyəti göstərilir. 1% maqnetit nanohissəcikli beton isə həm dəniz, həm də lay suyunda 4-6% daha çox kütlə artımına malik olur. Maqnetit nanohissəciklərin miqdarının proporsional artması ilə kation və anion hidratların nüfuzunun artması başqa bir faktorla bağlıdır. Ehtimal ki, maqnetit nanohissəcikləri beton strukturunda lokalizasiya zamanı protektə olunmur. Xüsusi səthin yüksək enerjisi hesabına nanohissəciklər hidratlaşmış ionlar ilə asanlıqla qarşılıqlı təsirdə olurlar. Bu əlaqə miqdar baxımından maqnetit nanohissəciklərinin qatılığı ilə proporsional olduğuna görə hidratlaşmış ionların nüfuzu 1% Fe₃O₄ olan PVPr/beton nümunəsində daha sürətli və yüksək miqdarla baş verir. Baxmayaraq ki, lay və dəniz suyu kimyəvi tərkibinə görə fərqlidir, amma maqnetit nanohissəcikli betona ionların nüfuzu eyni dərəcədə baş verir. Görünür adsorbsiya fərqliliyi kation və anionların qatılığı ilə deyil, onların hidrat forması ilə baş verir. Belə ki, polyarlaşmış su dipolları maqnetit nanohissəcikləri ilə elektrostatik qarşılıqlı əlaqə yarada bilirlər.

4 Layihənin yerinə yetirilməsi zamanı istifadə olunan üsul və yanaşmalar

Beton qarışıqlarının hazırlanmasında quyudibi zonanı bərkitmək üçün nəzərdə tutulan G markalı, Portland sementi (API Specification 10A-2011), yüksək orta molekul kütləli PVPr (CAS 9003-39-8, $M_n=1.3 \times 10^6$) və destillə edilmiş sudan istifadə edilmişdir. Maqnetit nanohissəcikləri almaq üçün dəmirin II və III valentli xlorid duzlarından, hidroksid formaya çevirmək üçün isə 25%-li NH₄OH məhlulundan istifadə edilmişdir.

Nümunələrin hazırlanması

Tamponaj sementinin su ilə qarışımı 0.5 su/sement nisbətində hazırlanmışdır. PVPr götürüləcək sementin quru kütləsinin 1.0 %-ni təşkil etmişdir. PVPr/Fe₃O₄ modifikasiyalı beton nümunələrinin hazırlanması üçün ilkin olaraq polimer/maqnetit nanohissəcikləri sintez edilmişdir. Tərkibində sementin kütləsinin 1.0 və 2.0% PVPr/Fe₃O₄ olan beton nümunələrinin hazırlanması isə aşağıdakı kimi yerinə yetirilmişdir. Əvvəlcə 0.5-1.0 qr PVPr/Fe₃O₄ qarışığı 25 ml destillə suyunda dispersləşdirilib 2 saat müddətində qarışdırılır. Alınmış məhlul əvvəlcədən çəkilmiş 50 qr Portland sementinə əlavə edilib mikserdə qarışdırılır. Qarışıq silindr formalı qalıblara tökülüb 24 saat saxlanılır. Bir gündən sonra nümunələr qalıblardan çıxardılıb 30 °C-də 48 saat müddətində qurudulur, daha sonra isə üyüdüüb toz halına salınaraq X' Pert-Pro MPD diffraktometrda rentgen və FTİR-spektroskopik (Nicolet FT-IR Avatar 360) təhlilləri aparılmışdır.

Beton nümunələrinin su absorpsiyası AZS 572.3-2011 standartlarına uyğun qravimetrik üsulla təyin edilmişdir. Hazırlanmış təzə sement pastaları ölçüləri 20×20×20 mm olan qalıblarda saxlanılmış, tam bərkimə gözlənilmişdir. Belə ki, 28 gündən sonra tam bərkimiş beton nümunələri 2 gün ərzində 40 °C-də tam qurudulur

və 40 gün ərzində periodik olaraq Xəzər dənizi və lay suyunda saxlamaqla adsorbsiya faizləri (A_s) hesablanmışdır.

$$A_s = \frac{W_n - W_0}{W_0} \times 100$$

Hardakı ki, W_0 = sement daşının quru kütləsi (qr), W_n = sement daşının müəyyən zaman anında suda saxladıqdan sonrakı nəm kütləsidir (qr).

5 Layihə üzrə elmi nəşrlər (məqalələr, monoqrafiyalar, icmallar, konfrans materialları, tezislər) (dərc olunmuş, çapa qəbul olunmuş və çapa göndərilmişləri ayrılıqda qeyd etməklə) (surətlərini əlavə etməli!)

Layihə üzrə noyabr və dekabr aylarında baş tutan elmi ezamiyyələr zamanı aparılan tədqiqatlar-spektroskopik və struktur analizlərin nəticələrinə əsasən 2 konfrans materialı və iki məqalə, biri Heliyonda (İmpakt faktor 4), digəri isə Kimya Problemləri jurnalında dərc olunmuşdur. Eləcə də, 4 konfransa material qəbul edilmiş, 5 məqalə hazırlanmış və onların yerli və xarici jurnallara göndərilməsi üçün son texniki işlər görülməkdədir.

1. Seadet H., Shamo T., Samira M., Jamila G., Fariz A. The effect of magnetite nanoparticles on the adsorption behavior of poly-N-vinylpyrrolidone added concrete. Ankara International Congress on Scientific Research-IX, December 26-28, Ankara – Turkiyə. 2023, p.836-837.

https://753d5f54-1e4f-437a-9e75-f5baa8a89b3f.filesusr.com/ugd/d0a9b7_3e89be0b54fb4d47879f0a665d996206.pdf

2. Shamo Z.T., Elvin Y.M., Fariz F.Ah., Sevda Sh.K., Ayaz M.G., Samire M.M., Seadat F.H., Jamila E.G. The physical-mechanical behavior and chemical bonding nature of poly-N-vinylpyrrolidone modified cement concrete. Heliyon, 2024, Vol.10,p.. (Qəbul edilmişdir).

https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4615910

3. Seadet H., Samira M., Shamo T., Jamila G., Fariz A. Mass Gradient Study of Polyacrylamide/Fe₃O₄ Magnetite Nanoparticle added Concrete in Caspian Sea water. Tokyo 8th International Innovative Studies & Contemporary Scientific Research Congress, Tokyo, Japan. January 12-14, 2024, p.14-15.

https://www.tokyosummit.org/_files/ugd/614b1f_0f718477c8754fa89077afe33de2fa09.pdf

4. Humbatova S.F., Tapdıqov Sh.Z., Guliyeva J.E., Gulamirov A.M., Malikov E.Y., Mammadova S.M., Fariz A.A., Kazimova S.Sh. Investigation of Mass Gradient of Concrete Filled with Polyacrylamide/Fe₃O₄ Magnetite Nanoparticles in Caspian Sea and Formation water medium. Chemical Problems, 2024, Vol 22, No1, p.95-102.

<https://chemprob.org/wp-content/uploads/2024/01/95-102.pdf>

6 İxtira və patentlər, səmərələşdirici təkliflər (burada doldurmalı)

7 Layihə üzrə ezamiyyətlər

Cari rübdə layihə üzrə 2 ezamiyyə baş tutmuşdur:

1. Layihə rəhbəri Şamo Tapdıqov 04.12.2023-08.12.2023 tarixlərində Karlsruhe Texnologiya İnstitutu Polimer Kimyası və Kimya Texnologiya Universitetində (Almaniya) elmi ezamiyyətdə olmuşdur;
2. Layihə icraçısı Elvin Məlikov 20.11.2023-24.11.2023 tarixlərində Szeged Universiteti, Elm və İnformatika fakültəsi, Kimya İnstitutunda (Macarıstan) elmi ezamiyyətdə olmuşdur.

Ezamiyyətlər ilə bağlı hesabatlar fonda ayrıca olaraq ayrı-ayrı şəkildə təqdim olunmuşdur.

8 Layihə üzrə elmi ekspedisiyalarda iştirak

Layihə üzrə elmi ekspedisiyalarda iştirak nəzərdə tutulmamışdır.

9 Layihə üzrə digər tədbirlərdə iştirak

(burada doldurmalı)

10 Layihə mövzusu üzrə elmi məruzələr (seminarlar, konfranslar, dəyirmi masalar və s. çıxışlar)

Layihə üzrə Türkiyə, Yaponiya və İspaniyada keçirilmiş üç Beynəlxalq konfransda Zoom platforması üzərindən layihə rəhbəri Şamo Tapdıqov tərəfindən çıxışlar olmuş və sertifikatlar təqdim olunmuşdur.



11	Layihə üzrə əldə olunmuş cihaz, avadanlıq və qurğular, mal və materiallar <i>Cari rübdə layihə üzrə cihaz, avadanlıq və qurğular, mal və materialların əldə olunması nəzərdə tutulmamışdır</i>
12	Yerli həmkarlarla əlaqələr <i>Layihə mövzusu üzrə, həmçinin əldə olunmuş nəticələrin müzakirəsi və təhlili məqsədi ilə Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi Sumqayıt Dövlət Universitetinin elmi-işlər üzrə rektor müşaviri k.e.d. İsmayıl İsmayılov və Xəzər Universitetinin əməkdaşı f.ü.f.d. Fəridə Tatardar ilə görüşlər keçirilmiş və əldə olunmuş maqnetit nanohissəcikli beton nümunələrinin volt-ampere və elektrokimyəvi impedans spektrləri təhlil edilmişdir.</i>
13	Xarici həmkarlarla əlaqələr <i>Tədqiqatların müəyyən mərhələsində elmi müzakirə və fikir mübadiləsi məqsədi ilə İtaliya Milli Tədqiqatlar Şurası, Polimerlər Kompozitlər və Biomateriallar İnstitutunun əməkdaşı Maria Grazia Raucci və İstanbul Universitetinin professoru Zeyneb Aydoğmuş ilə Zoom platforması üzərindən müzakirələr aparılmışdır.</i>
14	Layihə mövzusu üzrə kadr hazırlığı <i>Layihədən əldə edilən nəticələr layihə icraçıları t.e.n. Fariz Əhmədinin elmlər doktoru və Hümbətova Səadətinin kimya üzrə fəlsəfə doktoru dissertasiya işlərinin tədqiqat mövzusunə uyğun gəldiyindən materiallar gələcəkdə dissertasiya işində öz əksini tapır və bu sahə üzrə tədqiqatlarını davam etdirirlər.</i>
15	Sərgilərdə iştirak <i>(burada doldurulmalı)</i>
16	Təcrübəartırmada iştirak və təcrübə mübadiləsi <i>(burada doldurulmalı)</i>
17	Layihə mövzusu ilə bağlı elmi-kütləvi nəşrlər, kütləvi informasiya vasitələrində çıxışlar, yeni yaradılmış internet səhifələri və s. <i>(burada doldurulmalı)</i>

Layihə rəhbərinin imzası _____ Tapdıqov Şamo Zöhrab oğlu

Tarix _____

QEYD: bütün hallarda uyğun olan bəndlər doldurulmalıdır.