

Петрографиялық зерттеу жұмыстырының нәтижесі

2021 жылы Сығанақ қалашығында жүргізілген археологиялық қазба жұмыстары барысында алынған сырлы және сырсыз керамикалардың үлгілері археометриялық әдістермен зерттелді. Үлгілердің құжаттамалық зерттеулер шеңберінде: керамикалардың түсі сандық колориметрмен (chromametre) және керамиканың қалыңдығы сандық қалыңдық өлшегішпен (thicknessmeter) анықталды. Археометриялық зерттеулер барысында үлгілердің петрографиялық қасиеттеріне жіңішке кесінділердегі оптикалық микроскопиялық талдау жасалынды, ал үлгілердің химиялық құрамын анықтау мақсатында поляризацияланған энергетикалық дисперсиялық рентгендік флуоресценция (PED-XRF) және SEM-EDX сараптамалары жасалынып, талданды.

Әдістер мен зерттеулер. Сығанақ қалашығынан алынған керамикалық үлгілеріне жасалған археометриялық зерттеу жұмыстары Анкара Хажы Байрам Вели университеті, Өнер факультеті, Мәдени мұраны сақтау және қалпына келтіру бөлімі, Тарихи материалдарды зерттеу және консервациялау зертханасында (MAKLAB), аталмыш университетке қарасты «REDEVIO AR-GE Bilgi ve Operasyon Teknolojileri» зертханасында және Анкара университетінің Жер туралы ғылымдарды қолдану және зерттеу орталығы (YEBİM) зертханаларында жүргізілді. Сонымен қатар, керамика үлгілерінің SEM-EDX сараптама жұмыстары Анкара Йылдырым Беязыт университетінің Орталық зерттеу зертханасының қолданбалы және зерттеу орталығында (AYBU MERLAB) жүргізілді.

Сығанақ қалашығынан табылған саз ыдыстардың 10 үлгісі археометриялық тұрғыдан зерттелді. Археометриялық талдауға дейінгі түстеріне қарай бөліп талдау, суретке түсіру, құжаттама және шифровка жасау жұмыстары жүргізілді (70-сурет, 5-7-кесте).

Керамика үлгілерінің қалыңдығы сандық қалыңдық өлшегішпен, ал керамика үлгілеріндегі балшықтардың түстері хроматометриялық (түс анықтау) сараптамасы арқылы ажыратылды. Түстерді ажыратуға арналған зерттеулер CIE L*a*b* (Commission Internationale de L'Eclairage) түс стандарты арқылы анықталды (3-кесте). Үлгілердің түс кодтарынан (L) түстің ашықтығын, (+a) түстің қызылдығын, (-a) түстің жасылдығын, (+b) түстің сарғыштығын, ал (-b) түстің көкшілдігін білдіреді [54].

Керамика үлгілерінің петрографиялық қасиеттері поляризацияланған оптикалық микроскоп әдісін қолдану арқылы жіңішке кесінділер түрінде зерттелді (71-сурет, 8-кесте). Оптикалық микроскопиялық талдау үшін сынамалар керамикалық үлгілердің көлденең қимасын өрнектеу үшін кескішпен кесіліп, слайдтарға түсіріліп жіңішкеленді және жұқа кесіндер дайындалды. Үлгілердің жұқа кесінділері LEICA Research поляризациялық микроскоп DMLP Model жоғарғы және төменгі жарықтандырылған

поляризациялық микроскоптың көмегімен зерттелді. Жіңішке кесінділердің фотосуреттері микроскопқа қосылған Leica DFC280 сандық камерасымен түсірілді және талдау жұмыстары «Leica Qwin цифрлық кескіндеу бағдарламасы» арқылы жасалды. Матрицаның және матрицаны құрайтын агрегаттардың түйір өлшемі, тау жыныстарының түрлері және ықтимал шығу тегі, үлгілердегі тау жыныстары мен минералды түйіршіктердің арақатынастары «Point Counting Metodu» арқылы анықталды.

Керамика және саз үлгілерінің негізгі, кіші және микроэлементтердің мазмұны Поляризацияланған энергия дисперсиялық рентгендік (Dispersive) флуоресценциялық талдау әдісі (PED-XRF) арқылы анықталды (71-сурет, 9-кесте). Талдау үшін таңдалған үлгілер ұнтақталқталып 32 мм дискілер жасалды, әрбір дискі XRF талдауында қолданылатын химиялық затпен (waxes) араласып, құралдың үлгі аймағына орналастырылды және талданады. Бұл зерттеуде X-LAB 2000 үлгісіндегі PED-XRF (Polarized Energy Dispersive-XRF) спектрометрі пайдаланылды. X-Lab 2000 PED-XRF спектрометрі атомдық нөмірі 11 натрийден (Na) 92 уранға (U) дейінгі элементтерді талдауға қабілетті. Құрылғының сезімталдық шегі ауыр элементтер үшін 0,5 ppm және жеңіл элементтер үшін 10 ppm құрайды. Жоғары температурада (950°C) литий, бор және фтор салмақ жоғалуына (LOI) байланысты анықталмайды. Талдау кезінде негізгі және қосалқы элементтер пайызбен (%), ал микроэлементтер миллионнан бір (ppm) концентрацияда берілді. Талдау барысында USGS (Америка Құрама Штаттарының Геологиялық қызметі) стандарттары және сілтеме ретінде GEOL, GBW-7109 және GBW-7309 пайдаланылды.

Сығанақ қалашығынан алынған керамика үлгілерінің жасалу технологиясын анықтау үшін SEM-EDX сараптамасы жасалынды. SEM-EDX сараптама Hitachi SU5000 өрістік эмиссиялық сканерлеуші электрондық микроскоп (FE-SEM) көмегімен жасалынды (9-кесте). Сараптама жұмыстарын бастамай тұрып үлгілердің беттерінің өткізгіштігіне көз жеткізу үшін үлгілер LEICA ACE 200 қаптау құрылғысымен алтынмен қапталды. Микроскоптың ажыратымдылығы 11.20 nm (30 kV) - 3.00 nm (1 kV) және оның үлкейтуі 30x - 1.500.000x (0,5 - 30 kV). SEM-EDX құрылғысының детекторларының ерекшеліктері келесідей:

Екінші электронды детектор: топологиялық және морфологиялық ақпарат, 3D кескіні 5 сегментті кері шашыраған электронды детектор: атом құрамы туралы ақпарат және Z контраст.

Ультра айнымалы қысым детекторы: төмен қысымда әсіресе өткізбейтін үлгілерді (полимер, керамика және т.б.) кескіндеу.

EDS детекторы: Оксфорд X-MaxN 80 үлгісі (80 mm² детекторы)

Талдау және нәтижелер. Сығанақ қалашығынан табылған саз ыдыстардан алынған 10 үлгіге археометриялық сараптама жасалынды (70-сурет, 5-кесте).

Керамикалық үлгілердің қалыңдығы сандық қалыңдық өлшегішпен дәлдігі (0,01 мм) анықталды. Үлгілердегі қалыңдықтар 4,87 - 28,23 мм (орташа 9,38 мм) аралығында өзгереді (7-кесте).

Керамикалық үлгілердің текстураларының түстері CIE L*a*b* (Commission Internationale de L'Eclairage) түс жүйесін пайдалана отырып, сандық колориметрмен (хромометрмен) анықталды (3-кесте).

Керамикалық үлгілер петрографиялық қасиеттері бойынша 6 түрлі топқа жіктелді (71-сурет, 8-кесте). Жалпы алғанда, керамикалық үлгілерді қарастырғанда керамикалардың кеуекті құрылымы (кеуектілігі) 2-5% аралығында өзгертіндігі анықталды (59-сурет, 7-кесте). Керамикалық үлгілерді матрица/түйірлік қатынасы бойынша талдау жасалынды, матрицаның жалпы жиынтық құрамы 10-65% аралығында өзгеріп отыратындығы белгілі болды (71-сурет, 7-кесте). Керамикалық үлгілердегі қоспа/түйірлік құрамы: тазаланбай жинақталған әртүрлі көлемдегі жергілікті вулкандық тау жыныстарын ұсақтау арқылы дайындалғандығы белгілі болды (71-сурет, 7-кесте). Үлгілерде ұсақ (0,5 мм) және орташа (0,5-1,0 мм) түйіршіктері бар гетерогенді қосындылар кездеседі (71-сурет, 7-кесте). Керамика үлгілерінің көпшілігі көзешінің шарқында жасалғанын көрсететін, олардың құрылымдарында да бағдарланған дәндер көрінеді (71-сурет).

Керамикалардағы саздың құрылымы бойынша сараптама жасалғанда; үлгілердің пісіру/күйдіру температурасы 850-950°C арасында болғандығы анықталды (71-сурет, 7-кесте). Себебі, 850°C және одан жоғары температурада керамиканың сазды құрылымы нашарлап, шынылану (vitrifikasyon) басталады [55].



Анкара Хажы Байрам Вели университеті, Өнер факультеті, Мәдени мұраны сақтау және қалпына келтіру бөлімі, Тарихи материалдарды зерттеу және консервациялау зертханасы



