

HUMANİTAR ELMLƏR

PALEOLİTİK ARAŞDIRMALARDA LİTİK İSTEHSAL ZƏNCİRİNDƏ (CHAÎNE OPÉRATOIRE) EKSPERİMENTAL TƏCRÜBLƏR (FLINT KNAPPING)

Əjdər BABAZADƏ^{1,2} , Joao MARRİEROS³ , Hüsrev KASTACI¹ , Aslan QASIMOV⁴ , Fidan XƏLƏFOVA-ƏLİYEVƏ² , İlahə NƏHMƏTOVA² , Turan EL DAROV¹ , Şəhriyar SƏMƏNDAROV¹ , Cavid BAYRAMOV² , İlkin RZAYEV¹ , Şahanə PƏNAHLI¹ 

¹ Qarabağ Universiteti, Xankəndi, Azərbaycan;

² AMEA Arxeologiya və Antropologiya İnstitutu, Bakı, Azərbaycan;

³ Leibniz Arxeologiya Mərkəzi (LEIZA), Mayns, Almaniya;

⁴ Bakı Dövlət Universiteti, Bakı, Azərbaycan

*Yazışılan müəllif: ejder.babazade@karabakh.edu.az

NƏŞR TARİXİ:

Qəbul edilmə tarixi:
04.05.2026

Nəşr edilmə tarixi:
28.09.2026

AÇAR SÖZLƏR:

Paleolit dövrü,
eksperimental
arxeologiya, litik
texnologiya, istehsal
zənciri, hominin
davranışı, xammal
istifadəsi

XÜLASƏ

Paleolit dövrü homininlərinin sosial-iqtisadi təşkilatlanma formalarının, istehsal və istehlak münasibətlərinin, ovçuluq və qidalanma strategiyalarının, eləcə də koqnitiv və texnoloji davranışlarının təkamül dinamikasının araşdırılmasında daş alət komplekslərinin tədqiqi mühüm elmi əhəmiyyət kəsb edir. Tədqiqatların müxtəlif sahələri mövcuddur. Onlardan birini praktik olaraq daş alət industriyasının eksperimental təcrübələr və tətbiqlərlə araşdırma və analizləri təşkil edir. Bu məqsədlə Azıx Arxeoloji Tədqiqat və Analiz Laboratoriyalar mərkəzində həyata keçirilmiş eksperimental arxeoloji tədqiqatlar əsasında paleolit litik industriyasının istehsal və istehlak prosesləri texno-funksional və koqnitiv davranış modellərini anlamaq çərçivəsində araşdırılmışdır. Eksperimental tədqiqat proqramları xammal seçimindən alətin son istifadə halına qədərki bütün mərhələləri özündə ehtiva edən istehsal zəncirinə (chaîne opératoire) əsaslanmışdır. Eksperimentlər zamanı Qarabağ, Anadolu və Avropadan əldə olunan müxtəlif geoloji suxur xammalından (flint, çert, obsidian, bazalt və.s) Olduvay, Aşel, Mustye və Levalua industriyalarına aid müxtəlif nüvə, qəlpə və lövhə tipli alət modelləri hazırlanmışdır. Praktiki eksperimental tədqiqatlar göstərmişdir ki, Alt Paleolitə erkən mərhələlərində bazalt və kvarsit kimi heterogen xammallar üzərində sət zərbə texnikası dominant mövqe tutmuşdur. Aşel dövründən etibarən isə homogen silikat xammalların üzərində yumşaq zərbə texnologiyasının inkişafı daş alət istehsalında daha mürəkkəb planlaşdırma qabiliyyətinin formalaşmasına, simmetrik formalı alətlərin hazırlanmasına, tipoloji müxtəlifliyin artmasına və texnoloji standartlaşmanın güclənməsinə şərait yaratmışdır. Eksperimental tədqiqatlar proqramı və protokolu əsasında aparılmış tədqiqatlardan əldə olunmuş empirik məlumatlar əsasında verilənlər bazası yaradılmışdır. Burada, lokal-regional paleolit industriyalarının qlobal paleolit texnoloji təkamül sistemində müqayisəli şəkildə təhlil edilməsi üçün təkrarlana və test edilə bilən elmi metodoloji platforma qurulmuşdur.

GİRİŞ

Eksperimental arxeoloji tədqiqatlar, paleolit dövrü daş alət texnologiyasını öyrənərkən homininlərin yalnız texniki bacarıqlarını deyil, eyni zamanda onların sosial-iqtisadi təşkilatlanmasını, qidalanma strategiyalarını, köç dinamikasını və ətraf mühitə uyğunlaşma mexanizmlərini vizual ortaya qoymağı hədəfləməkdədir. Erkən homininlərin təxminən 3.3 milyon ildən bəri daş alət istifadəsi litik artefaktların, paleolit cəmiyyətlərində istehsal, istehlak və digər qidalanma proseslərinin mərkəzində dayanmaqla yanaşı, qədim toplumların gündəlik həyatda qarşılaşdıqları paleo-ekoloji problemlər qarşısında verdikləri mübarizənin modellərini ortaya qoymaqladır. Afrika və Avrasiyada geniş yayılan Homo növlərinə aid litik alət texnologiyasındakı çeşitlilik, erkən əcdadlarımızın koqnitiv təkamülünü, xammal mənimsəmə strategiyalarını və regional ekoloji şəraitə uyğunlaşma mexanizmlərini anlamaq üçün ən fundamental maddi sübutdur. Ona görə də, müasir arxeoloji epistimoloji yanaşmalar baxımından paleolit daş alət tədqiqatları tipoloji təsnifatçılığa və alət müxtəlifliyinin təsvirçiliyinə sığdırılmamaqladır. Təəssüf ki, bu günə qədər ölkəmizdə paleolit tədqiqatlar texno-tipoloji təsvirçiliyə və təsnifatçılığa dayanmışdır. Hələ 1960-cı illərdə ölkəmizin

müxtəlif bölgələrində xüsusən Qarabağ ərazisində Azıx kimi müxtəlif mağaralarda hominin izlərinə rast gəlinmişdir (Hüseynov, 1985., Cəfərov, 2017., Zeynalov, 2017., Mammadov, 2019). Halbuki, 1960-ci illərdən bəri qərb arxeoloji məktəblərində paleolit tədqiqatlar eksperimental-praktik (*təcrübə və tətbiq*) və traseoloji-mikroskopik (*təhlil*) kompleks araşdırma və analizlər üzərində qurulmasına baxmayaraq, ölkəmizdə bu tədqiqatlar arxeoloji çöl tədqiqat qazıntısından və texno-tipoloji təsnifatçılıqdan ibarət olmuşdur. Hal-hazırda Qarabağ Universitetində qurulan Azıx arxeoloji araşdırma və analiz laboratoriyalar Mərkəzi mövcud elmi-metodoloji boşluğun aradan qaldırılması, müasir arxeoloji tədqiqat infrastrukturunun formalaşdırılması və bu istiqamətlər üzrə yüksək ixtisaslı kadr hazırlığının təmin edilməsi məqsədini qarşıya qoymuşdur (Marreiros and Babazade, 2025).

1980-ci illərin sonundan etibarən flint-knapping təcrübələrində hissi (intuitiv) təhlildən uzaqlaşılaraq, daş alət texnologiyasının öyrənilməsində hipotezlərin sınaqdan keçirilməsi, arxeoloji məlumatların müqayisəli izahlı modellərinin qurulması və tətbiq oluna bilən metodoloji yanaşmaların qiymətləndirilməsi kimi istiqamətlər ön plana çıxmışdır. Nəticədə, bu gün müasir eksperimental arxeoloji tədqiqatlarda flint-knapping təcrübələri və tətbiqləri sınaq vasitəsi, test modeli və təhlil metodu olaraq istifadə edilərək hipotezləndirilə bilən praktik arxeoloji araşdırma metoduna çevrilmişdir (Eren et al 2016). Keçmişin dəqiq bərpası və ya təkrar olunması heç bir halda mümkün deyil. Lakin flint-knapping təcrübələri və tətbiqləri prehistorik alət texnologiyasının öyrənilməsində dogmatik deyil, pragmatik bir yanaşmadır. Belə ki, daş alət düzəltmə təcrübə və tətbiqləri həyata keçirərkən, keçmişə dair hipotezlər və suallar üzərində duraraq, Homininlərin davranış modellərini test etmə mümkün olmaqdadır (Marreiros et al, 2020). Belə bir məqamda eksperimental tədqiqatçılar praktik testlər vasitəsilə bunları araşdırmaqdadır: morfoloji müqayisə, texnoloji dinamikanı izləmək, proses nəzarətləri, alətlərin istifadə ömrü, koqnitiv davranışlar, dil-nitq-ünsiyyət (dialoq) qabiliyyəti, xammalın geo-kimyəvi-fiziki xarakterinin alət funksionallığına təsiri, istehsal texnologiyası dəyişkənliyi, istehlak mexanizmləri müxtəlifliyi, ekspert bacarığı, istifadə nəticəsində əmələ gələn aşınmalar (use-wear accrual), qəlpələmə- zərbələmə nəticələri, təzyiq və təsir alətlərin rolu və.s çox sayda fiziki, mexaniki, texnoloji təkamül proseslərini müşahidə, təcrübə, tətbiq və təhlil etmək (Eren et al 2016, Lin et al, 2018).

MATERIAL VƏ METODLAR

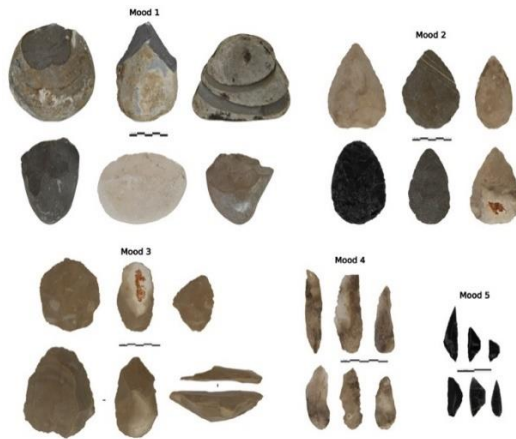
Azıx arxeoloji araşdırma və analiz laboratoriyaları Mərkəzində beynəlxalq təcrübələr əsasında daş alət emalı üzrə protokol tərtib edilmişdir (Diagram 1). Diagramda görüldüyü kimi eksperimental metodlar üçün interqrasıya olunmuş tədqiqat zənciri müəyyənlanmışdır. Bu sistem qərb arxeologiya elminə əsaslanan tədqiqat reproduktivliyini (sınama və təkrar oluna bilməsini) və elmi validliyini göstərən mühüm vizual canlandırmadır (Marreiros et al, 2020, Şəkil 3).



Diagram 1. Eksperimental arxeoloji tədqiqatlar üçün metodoloji proqram

Belə ki, bu sistem tədqiqat boyunca daş alət istehsalı və istifadəsində xammalın tədarükündən data analizinə qədər bütün mərhələləri birləşdirən sistemdir. Tədqiqatçılar qeyd edir ki, eksperimental təcrübə və tətbiqlər muasir dövrdə iki fərqli müstəvidə həya keçirilir, birincisi, insan əli tərəfindən reallaşdırılan və heç bir mexanika və texnikanın istifadə edilmədiyi prehistorik aktivitetlərin birbaşa insan əli ilə canlandırılması, digəri isə laboratoriya eksperimentləridir ki, buna “ikinci nəsil” eksperimentlər deyilir. Burada əsas məqsəd nəzarətli eksperimentlərin aparılmasıdır. Birincidən fərqli olaraq, burada mexaniki (xüsusi maşınlar), texnoloji cihazlar (robot qollar kimi) və eyni zamanda soft-wear programları tətbiq edilməsilə çoxsaylı nəzarətlər, dəfələrcə təkrarlana bilən testlər həyata keçirmək mümkündür ki, bu da insan əlindən çıxan xətlərin və səhvlərin ehtimalını azaldır və eyni zamanda daha çox məlumatlar əldə etməyə imkan verir (Marreiros et al, 2020, Calandra et al, 2020, Babazadə, 2024, Babazadə, 2026).

Burada eksperimental çalışmaları sadəcə paleolit daş alət tipoloji modellərin hazırlanmasından ibarət deyil, rəqəmsal, mikroskopik arxeoloji analizləri ehtiva edən bütün litik industriyanın strategiyalarını, prehistorik texnologiyaları və koqnitiv davranış modellərini, sosial-iqtisadi sistemi öyrənməyi hədəfləmişdir. İlk öncə xammal seçimi ilə başlayan eksperimental tədqiqatlar, istehsal zəncirində xammalın yerini müəyyən etmək üçün onun fiziki-kimyəvi xüsusiyyətlərini Mohs və Whittaker şkalaları üzrə təhlil edir. Çünki, alət istehsal zənciri (chaîne opératoire) sadəcə texniki reduksiya ardıcılığı deyil, xammalın daxili mexaniki xüsusiyyətləri ilə daş dövrü Hominin əcdadlarımızın strateji qərarları arasında davamlı dialoqunu əks etdirən texnoloji prosesin hər mərhələsində adaptiv maneələri şərtləndirən dinamik bir idrak sistemidir (Bar-Yosef and Van Peer, 2009). Beləliklə, litik alət istehsal zənciri metodologiyası, xammalın ilkin modifikasiyasından alətin son istifadə mərhələsinə qədər olan təkamül proseslərini, paleolit dövrü texnoloji ənənələrinin arxasında duran koqnitiv -sosial davranış modellərini dərk etməyə yönələn tədqiqat modelidir. Xammal seçimi xronoloji dövr, artefakt nümunələri və coğrafi qaynaqlar əsasında müəyyənləşdirilir. Daha sonra alət istehsalı (flint knapping) çalışmaları sayəsində dövrün tipologiyasına uyğun alət modelləri hazırlanılır. İlk olaraq Clarkın Mode 1–5 sistemində yer alan Lomekvian, Oldovan, Aşel (Acheulean), Mustye (Mousterian), Levallua (Levallois), prizmatik blade və mikrolit sənaye komplekslərinin yonma texnologiyalarına aid yüzrlə alət modelləri hazırlanmışdır (Clarc, 1969., Debénath and Dibble, 1994) (Şəkil 1).



Şəkil 1. Hazırlanmış Mode 1-5 paleolit texnoloji tipləri

Paleolit dövrü daş alətlərinin istehsalı arxeoloji ədəbiyyatda əsasən “flint knapping” termini ilə ifadə olunur. Bu anlayış bir çox hallarda həm tarixi sənətkarlıq ənənələrini, həm də müasir reproduktiv fəaliyyətləri əhatə edən ümumi termin kimi istifadə edilsə də, burada əsas məqsəd prehistorik daş alətlərin hazırlanma texnologiyasını əks etdirən eksperimental “*daş işləmə*” (stoneworking) prosesinin canlandırılmasıdır (Shea 2020). Daş yonma (*flint knapping*) termini ümumi mənə daşıyaraq xammalı məqsədyönlü olaraq zərbələməkdir. Buradakı əsas hədəf prehistorik alət texnologiyasına uyğun olaraq nüvə hazırlama, qəlpə çıxartma, formaya salma, qəlpə, lövhə və itiuculuqlu alətlərin retuşlanması kimi fəaliyyətləri yerinə yetirməkdir. Bu tədqiqat çərçivəsində

paleolit daş alət istehsalının eksperimental rekonstruksiyası məqsədilə altı (6) əsas alət hazırlama texnikası tətbiq edilmişdir (İnizan et al. 1999; Odell 2004; Shea 2020). Texniklərin seçimi zamanı xammalın geo-fiziki-kimyəvi xüsusiyyətləri və hədəflənən alət tiplərinin hazırlanması nəzərə alınmaqla aparılmışdır (Şəkil 2).



Şəkil 2. Paleolit dövrü alət texnologiyasında istifadə edilən zərbəmə\qəlpələmə texnikləri: a. anvil- birbaşa texnikası (block-on-block) b) bipolar texnika (bipolar technique), c) təzyiqlə retuşlama (pressure in the hand (parallel retouches), d) organik çəkiclə zərbəmə (antler billet) e) sərt çəkiclə zərbəmə (hard hammerstone), f) dolayı zərbəmə (indirect percussion, antler punch, wooden billet)

Şübhəsiz ki, bunların hər birinin müxtəlif formaları və üslubları mövcuddur. Ümumiyyətlə isə iki əsas qəlpələmə metodu vardır: zərbəmə (percussion) və təzyiq/basma (pressure). Hər iki prosesdə üç (3) əsas alət qrupu mövcuddur (Şəkil 3). *Birinci qrupda* sərt (daş) çəkiclər (hard hammerstone) litik texnologiyanın ən qədim və fundamental alətlərindəndir. Əsasən çay daşlarından (pebble stone) əldə edilən sərt zərbə çəkicləri, sadəcə paleolitın bütün dövrlərində deyil, daha sonrakı prehistorik dövrlərdə də istifadə edilmişdir. Lakin, onlar Alt Paleolitın Lomekvian, Olduvan, Aşel alətlərinin hazırlanmasında dominat rolunu oynayır (Şəkil 3, d). Eyni zamanda Orta Paleolitdə Levallua nüvənin ilkin formalaşdırılması (decortication - qabıqdan təmizlənmə) mərhələsində olduqca funksionaldır. Sərt daş alətlər zərbə nöqtəsinə ağır və idarə olunması çətin olan enerji ötürdüyü üçün onlardan retuşlamada deyil, daha çox kobud alətlərin hazırlanmasında (choppers/chopping tools, (Acheulean handaxes / bifaces), iri qəlpələrin (large flakes), nukleusların və.s) istifadə edilmişdir. Sərt daş zərbə alətlərdə tətbiq edilən xammalın seçimi, materialın Whittaker litik keyfiyyət şkalası və daxili mexaniki möhkəmliyi (toughness) ilə əlaqədardır (Inizan et al. 1999., Odell, 2004., Andrefsky, 2005., Pelegrin, 2000., Whittaker, 2019). Bu səbəbdən eksperimental tədqiqatlarımız zamanı sərt zərbə alətlərini bazalt, kvarsit, və əhəngdaşı kimi xammalın üzərindən sınaqdan keçirmişik. *İkinci qrup* zərbə alətlərində yumşaq çəkiclər (antler, wooden billet) yer alır. Onlar, maral və ya cüyür buynuzları (antler), iri məməlilərin uzun sümükləri (bone) və sərt ağac növlərindən (dəmirağacı, saqqızağacı, palıd, şimşir və s.) hazırlanır. Yumşaq çəkiclə birbaşa zərbəmə (direct soft hammer percussion) texnikası ilə Alt Paleolitın sonlarından (Son Aşel) etibarən əl çapaçaqlarının (biface) profillərinin düzləşdirilməsi və incəldilməsində (bifacial thinning), Orta və Üst Paleolit dövrlərində lövhə (blade), Epipaleolit, Mezolit və Neolitdə isə mikrolit istehsalında dominantlıq edir. Beləliklə, qəlpələrin və lövhələrin hazırlanması, alətlərin kənarının itilənməsi və retuşlanmasında orqanik xammaldan hazırlanmış zərbə alətlərinin istifadəsi daha funksionaldır (Şəkil 3, a,b). Bu texnikanın sübutları Afrikada 700.000 il əvvələ gedib çıxır, lakin ehtimal ki, daha əvvəl də istifadə edilmişdir (İnizan et al. 1999). Yumşaq zərbə alətlərindən daha çox çökmə (sedimentary) - çaxmaqdaşı (flint/chert), əhəngdaşı (limestone) və maqmatik (igneous) - obsidian, bazalt kimi geoloji xammallar üzərində istifadə edilmişdir (Cotterell & Kamminga 1987). *Üçüncü qrupda* isə təzyiqlə qəlpə qoparan alətlər (pressure flaker) yer alır. Bu alətlər litik reduksiya zəncirində lövhələr və ya mikrolit üzərində son korreksiya, itiləmə və standartlaşdırma mərhələsidir.

Bu proses, dinamik zərbə deyil, idarə olunan statik gərginlik texnikasıdır. Təzyiq alətləri əksər hallarda maral buynuzunun ucundan (*antler tine*), sərt sümük bizlərdən və mis ucluqdan (*copper tip*) ibarət olur. Bu alətlər eksperimental nümunənin kənarına perpendikulyar və ya diaqonal istiqamətdə tətbiq edilir və eyni zamanda həm daxilə, həm də aşağıya doğru qüç göstərilməsi prinsipi əsasında işləyir. Bu texnika xüsusilə ox ucluqları və bıçaq tipli alətlərin kənarlarının mikro retuşlanmasında, eləcə də dişli alətlərin (*notch* və *denticulate*) hazırlanmasında geniş tətbiq olunur. (İnizan et al. 1999, Odell, 2004) (Şəkil 3. c).



Şəkil 3. Zərbə və təzyiq alətləri: a) yumşaq zərbə alətləri (*soft hammer billets: dəmir, saqqız ağacı*), b) yumşaq zərbə alətləri (*soft hammerstone: antler billet*), c) təzyiq\ sıxma (*billet hammerstone: antler tine, blunt pointed tool, antler, wood punch*) və vaistəçi alətlər, d) sərt zərbə (*hard hammerstone*) alətlər

NƏTİCƏLƏRİN MÜZAKİRƏSİ

Eksperimental təcrübələr-alət istehsalı: xammalın izotropik xüsusiyyətləri

Litik alət modellərinin hazırlanması xammalın izotropik (fiziki xüsusiyyətlərin bütün istiqamətlərdə eyni olması) dərəcəsindən və elastiklik modulundan birbaşa asılıdır. İstifadə edilən çaxmaqdaşı (*flint\chert*) və obsidian kimi yüksək silisiumlu homogen suxurlar xammala tətbiq edilən zərbə enerjisi Hertzian qığı (*Hertzian cone*¹) mexanikası ilə proqnozlaşdırılan qəlpələmə müstəvisi ilə yayılır (Odel, 2004, s. 43-46). Bu da ekspertə qəlpənin morfolojiyası, ölçüsü və qalınlığı üzərində dəqiqliklə texnoloji nəzarət edilməsinə şərait yaradır. Kalsium-karbonat (əhəngdaşı\ təbaşir) yayları daxilində mineral suların diagenezi nəticəsində formalaşan və tərkibində mikrokristalilik kvarsların (*microcrystalline quartz*) olduğu çökmə suxurlar -sedimentary (*flint, chert*) üzərində zərbələmə zamanı yaranan bu cür izotropik xüsusiyyətlər enerjini konxoidal – balıqqulağı qırılma (sədəfvari) qırılma (sınma) müstəvisi üzrə bərabər paylayaraq mürəkkəb və simmetrik alət formalarının hazırlanması yüksəkdir. Maqmatik suxurların (obsidian, bazalt, andezit, riolit, qranit, diorit, qabbro, fonolit, trakit və.s) kimyəvi tərkibindəki silsiium-dioksit (SiO_2) zənginliyi və yer səthində soyuması ilə fiziki strukturundakı bərkimə nəticəsində iri və kobud (*faneritik*) kristallaşma getdiyi üçün heterogen və dənəvər strukturlar yaranır. Bu səbəblə bazalt kimi suxurlarda zərbələmə zamanı konkoidal qırılma dalğası düz xətt üzrə yayılmaya mane olduğuna görə lövhələr (bıçaqlar) və ucluqlar kimi alətlərin çıxarılması çətinləşir. Lakin digər maqmatik -vulkanik suxurlardan olan obsidianda isə əksinə, sürətli soyuma nəticəsində mineral dənəciklərin formalaşmağa vaxtı olmadığı üçün şüşəvari (*amorf*), sürətli soyuduğuna görə bazalt, adezit kimi suxurlarda incə dənəli (*afanitik*), yavaş soyuduğu zaman isə qranit kimi suxurlarda iri kristallik (*faneritik*) tərkib yaranır (Luedtke, 1992). Digər tərəfdən bazalt, andezit, qumdaşı kimi dənəvər və heterojen quruluşa sahib suxurlarda isə əksinə,

¹ Bu mexanika alman fiziki Heinrich Hertzin (1882) iki elastik cismin təmas nöqtəsindəki gərginlik paylanmasını izah edən nəzəriyyəsinə əsaslanır. Litik texnologiyaya tətbiqini isə əsasən Faulkner (1972) və Cotterell və Kamminga (1987) tərəfindən sistemləşdirmişdir.

daxili mineral dənəcikləri və çatları sayəsində zərbələmə zamanı dalğalanmalarda izotropik qabiliyyət aşağı düşür. Nəticədə isə qəlpələmənin istiqaməti, gücü, proqnozlaşdırılması, ölçülməsinin çətinləşməsi səbəbilə daha kobud, nizamsız və iri həcmli modellər ortaya çıxır (Andrefsky, 2005). Alt Paleolit dövründə (Lomekvian, *Oldovan* və *Aşel* industriyalarında) daş xammalının lokal mənşəli vulkanik suxurları: daha çox bazalt, andazit, kvars, riolit (rhyolite), fonolit (phonolite) və.d geniş istifadə edilirdi (Stout et al, 2005., Harmand et al. 2015). Tədqiqatlarımız zamanı sərt və yumşaq alət hazırlayan alətlər vaistəsilə alt və orta paleolit dövrünə xarakterik bir çox alət tipi ortaya çıxmışdır (F. Bordes 1968., Debénath and Dibble, 1994., Inizan et al. 1999., Shea 2013., Shea 2017). Bu tədqiqatlar zamanı xammal olaraq əsasən *igneous (maqmatik)* və *sedimentary (çökmə)* kimi suxurlardan istifadə edilmişdir. Bazalt materialları Göyçay (Göyçay rayonu), Qarqar (Xocalı, Xankəndi, Xocavənd) və Tərtər (Kəlbəcər rayonu) kimi çay yataqlarından toplanılmışdır. Obsidian (Kəlbəcər) və kvarsit (Xocavənd) Qarabağdan, flint, çert isə Qarabağ, Anadolu və Avropadan (Belçika və Danimarkadan) gətirilmişdir (Xəritə 1) (Şəkil 4).



Şəkil 4. Xammal qaynaqları: 1. Danimarka, 2. Xankəndi, 3. Xocavənd, 4. Göyçay



Xəritə 1. Eksperimentlər üçün daş xammal qaynaqlarının coğrafi arealı

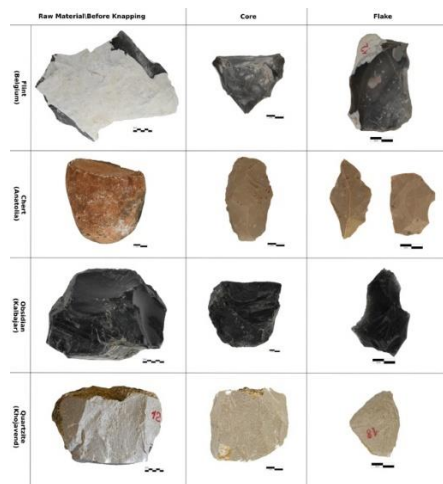
İstifadə edilən xammalın sərtlilik xüsusiyyətləri Mohs sərtlilik şkalası² üzrə qiymətləndirilib (Cədvəl 1). Kimyəvi və quruluş baxımından eyni olsalar da, flint və çert elmi ədəbiyyatda bəzən mübahisə doğuran xammallardır. Belə ki, flint və çert adətən əhəngdaşı və təbaşir kimi əsasən kalsium karbonatdan ibarət süxurlarda ikinci dərəcəli çöküntülər kimi formalaşan düyünlər\yumrular (nodule) və laylar\təbəqlər (bed) şəkilində ortaya çıxır. Ona görə də əksər düyünlərin səthi kobud olur və ya çox vaxt kalsium karbonatdan formalaşan qabıq (cortex) yaranır. Bütün hallarda nə qədər bənzərlik olsa da, fəqət flinti daha çox təbaşir (chalk) eyni mikrokristalilik kvars mineral tərkibə (silisium dioksid- SiO_2) malik olmaqla Mohs sərtlilik şkalasında 7 balla qiymətləndirilir. Yəni, flint və çert poladı cızmağa yetəcək qədər sərtliyə sahibdirlər. Flint chertlə müqayisədə yüksək dərəcədə

² Mohs sərtlilik şkalası, mineralların nisbi cızıqlanma müqavimətini ölçən bir sistemdir. 1812-ci ildə alman mineraloqu Fridrix Moos (Friedrich Mohs) tərəfindən təklif edilmişdir. Bu şkala mineralları 1-dən (ən yumşaq - talk) 10-a (ən sərt - almaz) qədər sıralayır. Bu, mütləq bir ölçü vahidi deyil, nisbi bir müqayisədir.

homogendir. Çünki, flint təbaşir (chalk) və ya əhəngdaşı (limestone) yataqlarında nodullar (yumrular) şəklində formalaşır və buna görə də mükəmməl konkoidal qırılma nümayiş etdirir. Çert isə daha çox laylar/təbəqələr (bedded) şəklində tapılır və tərkibində mikroskopik minerallar və ya fosillər olduğu üçün zərbələmə zamanı bəzən nizamsız parçalanma ilə nəticələnir (Whittaker, 2019). Tədqiqatçılar arasında mülahizələrə görə çert əsasən Avropada, flint isə Amerikada görülür. Mənşəyinə görə onların arasında fərqlilik mövcud deyil. Lakin bizim əldə etdiyimiz flint və çert bloklarında rəngində, qabığına və daxili strukturunda fərqlilik görülür. Belə ki, Avropa mənşəli (Belçika və Danimarka) çaxmaqdaşı (flint) tünd rənglərdə (tünd boz, qara), daha çox şüşəvari, homogen görünür. Xammal yumrularının??? üzərində ağ rəng qabıq mövcuddur. Anadolu və Qarabağdan (Laçın) əldə etdiyimiz çaxmaqdaşı (chert) isə daha çox açıq rəngli (qırmızımtıl, sarı, açıq qəhvəyi, açıq boz/bej) və qabıq hissələri isə açıq qəhvəyi rəngli idilər (Whittaker, 2019). Qaynaqlara əsasən biz də çaxmaqdaşları olan flint və çerti rənglərinə görə fərqləndirdik (Şəkil 5). Təcrübə etdiyimiz xammallar arasında ən yüksək homogenlik obsidiandadır. Tərkibində qeyri-kristallar olan görülməz və amorf quruluşlu təbii şüşədir. Daxilində mineral dənəcikləri və kristal olmadığı üçün alət hazırlanmasında zərbənin istiqamətini və ölçülərini proqnozlaşdırmaq mümkündür. Yəni, qəlpələmə zamanı zərbə enerjisi (Hertzian cone) heç bir maneə ilə qarşılaşmadığı üçün bütün istiqamətlərdə eyni bərabərlikdə yayılır və buna görə də izotropikdir (Waddington, 2004; Andrefsky, 2005, Odell, 2004).

Daş materialların geo-fiziki xüsusiyyətləri qırılma və işlənmə xarakterinə birbaşa təsir edir. Buna görə də tədqiqatçılar geoloji materialları litik keyfiyyət şkalasına (*lithic grade scale*) görə 0.5 - 5.0 bal arasında sıralamışlar. Bizim istifadə etdiyimiz xammal növləri qəlpələnmə qabiliyyətinə görə (*knappability*) həmin şkalaya əsasən obsidian 1.0 bal (ən kövrək material), flint 2.0-3.5 bal (çox yaxşı proqnozlaşdırılmış qəlpələnmə - predictability), chert 4 bal (daha çox güc tələb edən, bəzən qüsurlu qırılmalar), bazalt 5.0 bal (çox çətin qəlpələnmə) ilə qiymətləndirilir (Whittaker, 2019).

Beləliklə, tədqiqat zamanı Mohs sərtlilik şkalası üzrə ən yumşaq (obsidian) və ən sərt (quartzite) göstəriciyə malik olmaları sınaqdan keçirilmiş, eyni zamanda litik qırılma şkalasına (*knappability*) görə də təcrübədən keçirilmişdir. Flint, chert, obsidian, bazalt və.s üzərində blokdan etibarən nüvə hazırlama, qəlpə çıxartma və forma verməyə qədər flint-knapping əməliyyatlarının əsas mərhələləri həyata keçirilmişdir. Daha sonra isə onlardan hazırlanmış alət tipləri üzərində prehistorik aktivitələr aparılmışdır (Şəkil 5). Geoloji xammalın istehsal və istifadəsi zamanı sərtlilik xüsusiyyətləri və qırılma qabiliyyətləri müqayisəli təhlil edilmişdir. Eyni zamanda xammallar geoloji-kimyəvi tərkiblərinə görə rənglərində fərqlilik göstərməkdədir. Belə ki, fərqli aşqarlardan? (minerallardan) formalaşan xammalların rəng müxtəlifliyi Munsell rəng sisteminə³ uyğun olaraq Cədvəl 1-də göstərilmişdir.



Şəkil 5. Müxtəlif xammal qaynaqları daş alət reduksiyasının mərhələləri (raw material, core, flake)

³ Bu sistem XX əsrin əvvəllərində (ilk variantı 1905-ci ildə) amerikalı rəssam, sənətsüünas və professor Albert Henri Mansell (Albert Henry Munsell) tərəfindən ixtira edilmişdir. Arxeoloji materiallarda rəng təsvirlərində subyektivliyi aradan qaldırmaq üçün beynəlxalq standartlaşdırılmış rəng idarəetmə metodudur.

Cədvəl 1. İstifadə edilmiş xammal qaynaqlarının geoloji-kimyəvi və qırılma funksional xarakteristikası

Xammal	Geoloji-kimyəvi xüsusiyyətlər	Mohs sərtliyi şkalası	Qırılma keyfiyyət şkalası	Munsell rəng sistemi	Eksperimental funksionallıq
Obsidian	Vulkanik şüşə; Amorf (qeyri-kristal) struktur; Yüksək silisium (S) tərkibli maqmatik suxur.	5	1.0	GEY 1 2.5/N (Black)	Mükəmməl konkoidal qırılma;
Flint	Təbaşir/Əhəngdaşı tərkibli, Çox sıx mikrokristallik kvars	7	3.0-3.5	10YR 3/1 (Very Dark Gray)	Yüksək dərəcədə proqnozlaşdırılan qəlpələmə (izi)
Chert	Laylı (bedded) çöküntü suxuru; Mikrokristallik kvars	6.5-7	4.0	5YR 4/6 (Yellowish Red)	Yaxşı qəlpələnmə qabiliyyəti. Bəzən daxili çatlara görə nizamsız qırılma
Bazalt	Maqmatik suxur, Dənəvər (faneritik/afanitik) struktur. Heterogen tərkib.	5-7	5.0	2.5Y 3/1 (Very Dark Gray)	Çətin idarə olunan qəlpələnmə; Yüksək zərbə müqaviməti
Quartzite	Metomorfik suxur. Yenidən kristallaşmış, kvars dənəcikli	7	4.5-5.0	10YR 7/2 (Light Gray)	Çox çətin qəlpələmə (ağır işçilik)

NƏTİCƏ

Azıx arxeoloji araşdırma və analiz laboratoriyalarında aparılmış eksperimental arxeoloji tədqiqatlar çərçivəsində daş alət istehsalı metodları (flint-knapping) Paleolit dövrü litik industriyalarının öyrənilməsində ənənəvi tipoloji təsvirçilik və morfometrik təsnifatçılığın məhdudiyyətlərini aşaraq, texno-funksional və epistemoloji yanaşmanın formalaşmasına zəmin yaratmışdır.

Eksperimental təcrübələr sadəcə modelləmə deyil, xammal seçimindən son istehsal prosesində qədər bütün istehsal zənciri (chaîne opératoire) içində homininlərin xammalın daxili mexanikası ilə koqnitiv qərarları arasındakı dinamik adaptasiyanın göstəricisidir. Tədqiqatın əsas elmi problematikası, alət istehsal texnikalarının təkamülü ilə erkən homininlərin davranışları arasındakı dialektik əlaqəni praktik şəraitdə test edilməsidir. Belə ki, alt paleolit dövründə dominat olan sərt daş zərbə alətlərinin heterogen xammalın (bazalt, kvarsit) üzərində mükəmməl funksionallığı görülərkən, Aşel dövründən etibarən homogen silikat xammallar (flint, chert) üzərində üzü yumşaq zərbə alətlərinin rolunun artması ilə alətlər üzərində strateji planlamanın, mürəkkəb iş birliyi, sosial əlaqələr sisteminin təzahürü, neyral adaptasiya izlərini, morfolojik müxtəlifliyin artması, simetrik hesablamaların, dəqiq zərbələmənin, figurativ stillərin və formaların yarandığını görməkdəyik. Bu isə xammal ilə təmas materialı arasındakı fiziki-kimyəvi xüsusiyyətlərin əcdad homininlər tərəfindən müəyyən zaman içində qazanılmış təcrübə əsasında ortaya çıxmış texno-tipoloji dinamikliyi, tədqiqat çərçivəsində Qarabağ, Anadolu və Avropa mənşəli xammallar üzərində alt və üst paleolit dövrünə xarakterik Olduvay, Aşel, Mustye, Levalua indusuriyasında nüvələr, qəlpələr, lövhələr və.s alət modellərinin müxtəlifliyində görürük. Belə ki, bu dinamik müxtəlifliyi, alət hazırlanmasında texnoloji təkamül prosesində izləmək mümkündür.

Nəticə etibarilə eksperimental tədqiqatlar paleolit “alət çantası”nın (*paleolithic toolkit*) sadəcə texniki artefaktlar toplusu və ya tipoloji modelləməsi deyil, prehistorik eko-sistemi, sosial, iqtisadi və mədəni-koqnitiv təkamül proseslərini və strukturlarını anlayan idrak və adaptasiya vasitəsidir. Tərtib

etdiyimiz tədqiqat proqramına (Diaqram 1) əsaslanan xammal seçimi, texno-tipoloji, praktik təcrübə-tətbiq, digital (fotogrametrik), mikroskopik (traseoloji- iz analizləri) və data analizləri kimi kompleks araşdırma sistemi içində plaeolit alət istehsalı və istehlakı arasında funksional əlaqəni qurmaq və litik industriya üzərində hipotezləri test etmək məqsədi daşımışdır. Beləliklə, praktik tədqiqatlar çərçivəsində əldə edilən empirik dataalar əsasında verilənlər bazası qurulmuşdur ki, bu da lokal və regional paleolit industriyaların qlobal paleolit texnoloji təkamül paradıqlarındakı yerini obyektiv keyifliyyət və kəmiyyətə əsaslanan və təkrarlana (*reproducible*) və sənə bilən metodlardan ibarət universal elmi platformaya çevriləcəkdir.

MİNNƏTDARLIQ

Bu tədqiqat, Azərbaycan Elm Fondunun AEF-MCG-2023-1(43)-13/13/5-M-13 nömrəli əsas qrantı çərçivəsində, beynəlxalq təlimlərin və Azıx Laboratoriyaları Mərkəzinin maliyyələşdirilməsi ilə ərsəyə gəlmişdir. Azıx mağarasında aparılan tədqiqatlarına göstərdiyi mühüm dəstəyinə görə AMEA Arxeologiya və Antropologiya İnstitutunun direktoru, dosent, Dr Fərhad Quliyevə minnətdarlığımızı bildiririk. Azıx Lab Mərkəzdə fəaliyyətinə verdiyi dəstəyə görə Qarabağ Universitetinin rektoru Dr. Şahin Bayramova təşəkkür edirik.

ƏDƏBİYYATLAR

- Andrefsky, W. (2005). *Lithics: Macroscopic Approaches to Analysis* (2nd ed.). Cambridge University Press.
- Babazadə, Ə. (2024). Arxeoloji araşdırmalarda mikro arxeologiya: daş alətlərin traseoloji analiz metodları. *Social sciences*, 2024(2), 114-123. <https://doi.org/10.59849/2710-0820.2024.2.114>
- Babazadə, Ə. (2026). Müasir arxeologiya kontekstində paleolit dövrü üzrə eksperimental arxeoloji araşdırmalar. *Gənc Tədqiqatçı*, 2026(2), 50-60. <https://doi.org/10.59849/2409-4838.2026.2.50>
- Bar-Yosef, O., & Van Peer, P. (2009). The Chaîne Opératoire approach in Middle Paleolithic archaeology. *Current Anthropology*, 50(1), 103-132.
- Bordes, F. (1968). *The Old Stone Age*. London: Weidenfeld & Nicolson (World University Library).
- Calandra, İ., Gneisinger, W., & Marreiros, J. (2020). A versatile mechanized setup for controlled experiments in archeology. *Star: Science & Technology of Archaeological Research*, 6(1), 30–40.
- Callahan, E. (1979). The basics of biface knapping in the Eastern Fluted Point tradition: A manual for flintknappers and lithic analysts. *Archaeology of Eastern North America*, 7, 1–180.
- Cəfərov, Ə. (2017). *Qarabağın Paleolit düşərgələri*. Bakı.
- Clark, G. (1969). *World Prehistory: A New Outline*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Cotterell, B., & Kamminga, J. (1987). The mechanics of prehistoric stone flaking. *Journal of Archaeological Science*, 14(6), 675–708.
- Debénath, A., & Dibble, L. (1994). *Handbook of Paleolithic Typology, Volume 1: Lower and Middle Paleolithic of Europe*. Philadelphia: University of Pennsylvania Museum of Archaeology and Anthropology.
- Eren, M., Lycett, S. J., Patten, R. J., Buchanan, B., Pargeter, J., & O'Brien, M. J. (2016). Test, model, and method validation: The role of experimental stone artifact replication in hypothesis-driven archaeology. *Journal of Archaeological Method and Theory*, 23(1), 103-128.
- Harmand, S., Lewis, J. E., Feibel, C. S., Lepre, C. J., Prat, S., Lenoble, A., ... Roche, H. (2015). 3.3-million-year-old stone tools from Lomekwi 3, West Turkana, Kenya. *Nature*, 521, 310–315.

- Inizan, M.-L., Reduron-Ballinger, M., Roche, H., & Tixier, J. (1999). *Technology and terminology of knapped stone: Followed by a multilingual vocabulary* (J. Féblot-Augustins, Trans.). Nanterre, France: Cercle de Recherches et d'Études Préhistoriques.
- Lin, S. C., Rezek, Z., & Dibble, H. L. (2018). Experimental design and experimental inference in stone artifact archaeology. *Journal of Archaeological Method and Theory*, 25(3), 663–688.
- Luedtke, B. E. (1992). *An Archaeologist's Guide to Chert and Flint*. Archaeological Research Tools 7, Institute of Archaeology, University of California, Los Angeles.
- Mammadov, Y. (2019). An investigation of the location of Azykh man remnant in hominid system. *Azerbaijan Archeology*, 22 (1), 8-16. <http://dspace.khazar.org/handle/20.500.12323/7812>
- Marreiros, J., & Babazade, E. (2025). Garabagh Palaeolithic Project: Human ecological and cultural dynamics during the Late Pleistocene in the Caucasian Corridor. New archaeological excavations at Azykh Cave, Azerbaijan. *Azerbaijan Journal of Archaeology and Anthropology*, 1(1), 16–29. <https://doi.org/10.30546/679523.1.2025.14>
- Odell, G. H. (2004). *Lithic analysis* (2nd ed.). New York, NY: Springer.
- Pelegrin, J. (2000). Les techniques de débitage laminaire au Paléolithique: une mise au point. *Bulletin de la Société préhistorique française*, 97(1), 5-17.
- Shea, J. J. (2013). *Stone Tools in the Ancient Near East: Methods and Results*. New York: Cambridge University Press.
- Shea, J. J. (2017). *Stone Tools in Human Evolution: Behavioral Differences among Technological Primates*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Shea, J. J. (2020). *Stone Tools in the Paleolithic and Neolithic Near East: A Guide*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Stout, D., Quade, J., Semaw, S., Rogers, M. J., & Levin, N. E. (2005). Raw material selectivity of the earliest stone toolmakers at Gona, Afar, Ethiopia. *Journal of Archaeological Science*, 32(3), 437-450.
- Waddington, C. (2004). *The joy of flint: An introduction to stone tools*. Durham, England: Heritage Marketing & Publications.
- Whittaker, J. C. (2019). *Flintknapping: Making and Understanding Stone Tools*. Austin: University of Texas Press.
- Zeynalov, A., & Kulakov, S. (2017). Kuruchay culture and its habitat. *TÜBA-AR*, 20, 11-27.
- Гусейнов, М. М. (2010). Древний палеолит Азербайджана. Баку: Тек Нур.

ABSTRACT

EXPERIMENTAL RECONSTRUCTIONS OF THE LITHIC CHAÎNE OPÉRATOIRE IN PALEOLITHIC RESEARCH

Ajdar Babazade^{1,2}, Joao Marrieros³, Husrev Kastaci¹, Aslan Gasimov⁴, Fidan Khalefova-Aliyeva², Ilaha Nahmatova², Turan Eldarov¹, Shahriyar Samandarov¹, Javid Bayramov², Ilkin Rzayev¹, Shahane Panahli¹

¹ *Qarabagh University, Khankendi, Azerbaijan;*

² *Institute of Archaeology and Anthropology of ANAS, Baku, Azerbaijan;*

³ *Leibniz Center for Archaeology (LEIZA), Mainz, Germany;*

⁴ *Baku State University, Baku, Azerbaijan*

The analysis of lithic toolkits plays a pivotal role in reconstructing the socio-economic models, production-consumption frameworks, foraging strategies, and cognitive-technological evolutionary trajectories of Paleolithic hominins. Among the diverse paradigms of lithic analysis, the replication of the technology and design of stone tool industries through experimental archaeology offer critical insights into prehistoric lifeways. Grounded in this methodology, this study evaluates the manufacturing and functional dynamics of Paleolithic lithic industries to decode socio-ecological and cognitive behaviours. The experimental research design encompasses the entire continuum of the reduction sequence (*chaîne opératoire*), from initial raw material selection to the terminal discard of the stone tools. Utilizing diverse

geological raw materials—including flint, chert, obsidian, and basalt sourced from the Lesser Caucasus (Karabakh), Anatolia, and Europe—we systematically replicated a comprehensive range of cores, flakes, and blades characteristic of the major technological systems during the Paleolithic, Oldowan, Acheulean, Mousterian, and Levallois technologies. For example, the experimental protocols indicate that while direct hard hammer percussion was functionally dominant on heterogeneous, high-toughness rocks (basalt, quartzite) during the early stages of the Lower Paleolithic, the subsequent transition to organic soft hammer technologies on homogeneous silicates from the Acheulean onwards marks a major evolutionary threshold. This technological shift is characterized by advanced strategic foresight, complex spatial planning, symmetrical configurations, and a rich typological diversification that underscores a distinct standardization in tool manufacture. Ultimately, the empirical database generated through these rigorous experimental protocols establishes a quantifiable, testable, and reproducible methodological platform to contextualize regional Paleolithic successions within the global paradigm of prehistoric technological and cognitive evolution.

Keywords: *Paleolithic Period, Experimental Archaeology, Lithic Technology, Chaîne Opératoire, Hominin Behavior, Raw Material Procurement*

РЕЗЮМЕ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РЕКОНСТРУКЦИИ РАСЩЕПЛЕНИЯ КАМНЯ В РАМКАХ КОНЦЕПЦИИ CHAÎNE OPÉRATOIRE В ПАЛЕОЛИТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Аждар Бабазаде^{1,2}, Жоао Марьерос³, Хусрев Кастачи¹, Аслан Касимов⁴, Фидан Халефова-Алиева², Илаха Нахматова², Туран Эльдаров¹, Шахрияр Самандаров¹, Джавид Байрамов², Илькин Рзаев¹, Шахане Панахли¹

¹ Карабахский университет, Ханкенди, Азербайджан;

² Институт археологии и антропологии НАНА, Баку, Азербайджан;

³ Центр археологии Лейбница (LEIZA), Майнц, Германия;

⁴ Бакинский государственный университет, Баку, Азербайджан

Анализ каменных индустрий имеет ключевое значение для реконструкции социально-экономических моделей, систем жизнеобеспечения и когнитивно-технологической эволюции гоминид эпохи палеолита. В рамках литического анализа экспериментальное моделирование предоставляет уникальные возможности для верификации реконструкций доисторического образа жизни. Настоящее исследование направлено на оценку производственной и функциональной динамики палеолитических индустрий с целью интерпретации когнитивно-поведенческих ниш. Экспериментальный дизайн охватывает весь редуцированный континуум (*chaîne opératoire*) — от отбора сырья до утилизации орудий. На основе геологического сырья — кремня, роговика, обсидиана и базальта из регионов Малого Кавказа (Карабах), Анатолии и Европы — была осуществлена систематическая репликация нуклеусов, отщепов и пластин, относящихся к олдувайской, ашельской, мустьерской и леваллуазской технологическим традициям. Полученные результаты показывают, что в раннем палеолите при расщеплении гетерогенных и высоковязких пород (базальт, кварцит) преимущественно использовался метод прямого удара с применением жёсткого отбойника. Переход к использованию органического мягкого отбойника при обработке гомогенных силикатных пород, начиная с ашельского периода, отражает важный эволюционный рубеж. Данный сдвиг характеризуется усилением стратегического планирования, стремлением к симметричной конфигурации и типологической диверсификацией, что указывает на процессы стандартизации производства. Экспериментальная база данных формирует измеримую, верифицируемую и воспроизводимую платформу для контекстуализации региональных палеолитических комплексов в рамках глобальной парадигмы технологической эволюции доисторического периода.

Ключевые слова: *палеолит, экспериментальная археология, литические технологии, chaîne opératoire, поведение гоминид, сырьевые ресурсы*