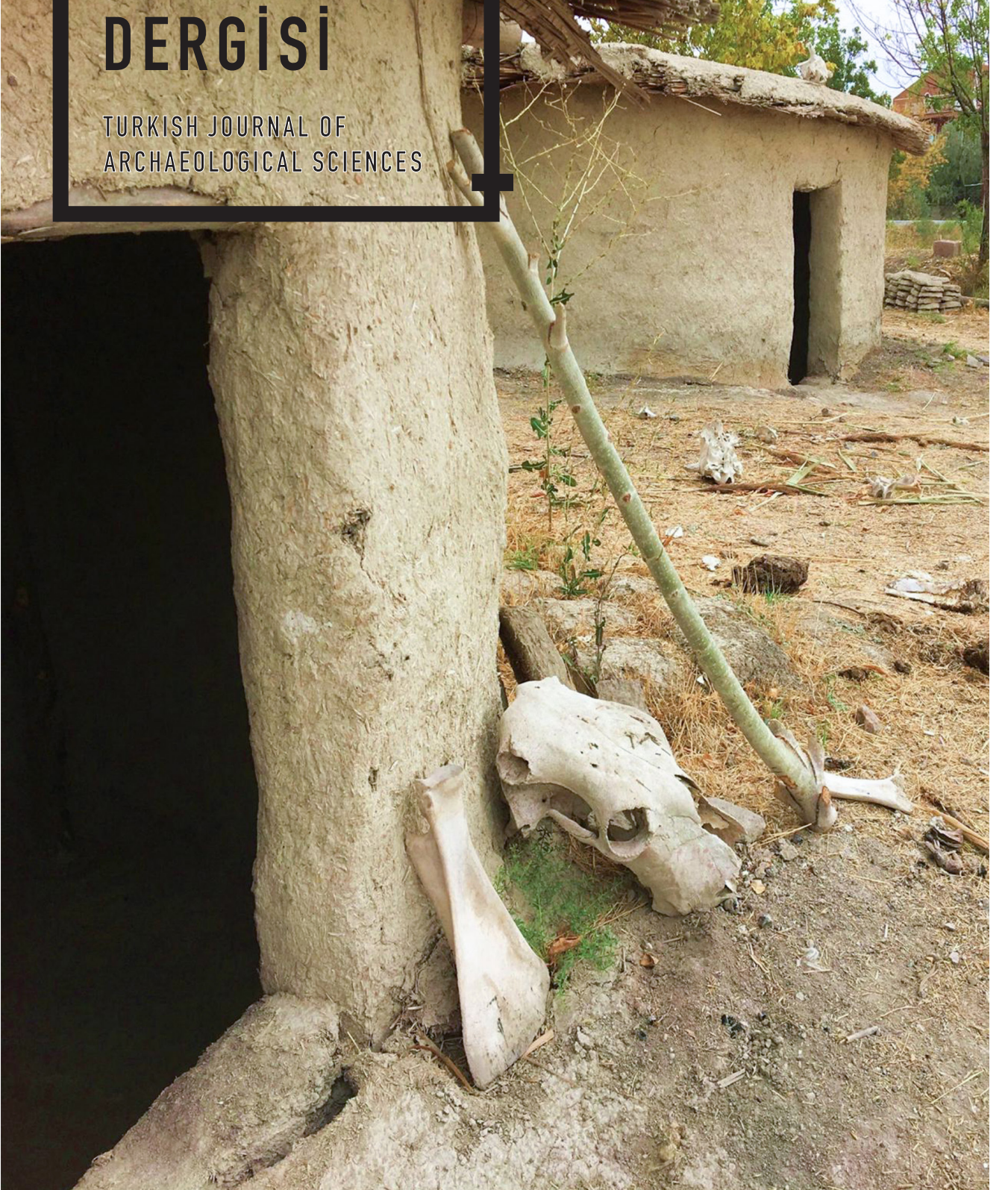


ARKEOLOJİ BİLİMLERİ DERGİSİ

TURKISH JOURNAL OF
ARCHAEOLOGICAL SCIENCES

2025

ISSN 2822-2164





ISSN 2822-2164

Editörler / Editors

Güneş Duru Mimar Sinan Fine Arts University, Türkiye

Mihriban Özbaşaran

Yardımcı Editörler / Associate Editors

Brenna Hassett University of Central Lancashire, UK

Melis Uzdurum University of Helsinki, Finland ; Ondokuz Mayıs University, Türkiye

Sera Yelözer Koç University / ANAMED, Türkiye

Fatma Kalkan Koç University, Türkiye

Dil Editörleri / Language Editors

Brenna Hassett (İngilizce / English), University of Central Lancashire, UK

Robert Whiting (İngilizce / English), University of Helsinki, Finland

Tuğçe Atalay (Türkçe / Turkish)

Sorumlu Yazı İşleri Müdürü / Publishing Manager

Varlık İndere

Yapım / Production

Zero Prodüksiyon Kitap-Yayın-Dağıtım San. Ltd. Şti.
Abdullah Sokak, No: 17, Taksim / Beyoğlu 34433 İstanbul - Türkiye
Tel: +90 (212) 244 7521 Fax: +90 (212) 244 3209

E.mail: info@zerobooksonline.com

www.zerobooksonline.com

Tasarım / Design

Adnan Elmasoğlu

Uygulama / Layout Design

Hülya Tokmak

Kapak Fotoğrafi / Cover Photo

Gökhan Mustafaoğlu, Boncuklu Höyük Kazı Arşivi/Boncuklu Höyük Excavation Archive



Danışma Kurulu / Advisory Board

Eşref Abay Ege University, Turkey

Murat Akar Hatay Mustafa Kemal University, Turkey

Benjamin S. Arbuckle University of North Carolina, USA

Levent Atıcı University of Nevada, USA

Meriç Bakiler Mimar Sinan Fine Arts University, Turkey

Anna Belfer-Cohen Hebrew University, Israel

Marion Benz State Department of Archaeology, Switzerland

Rozalia Christidou CNRS, France

Çiler Çilingiroğlu Ege University, Turkey

Nüzhet Dalfes Istanbul Technical University (emeritus), Turkey

Caroline Douché University of Oxford, UK

Burçin Erdoğan Akdeniz University, Turkey

Nigel Goring-Morris Hebrew University, Israel

Metin Kartal Ankara University, Turkey

Nurcan Kayacan Istanbul University, Turkey

Moritz Kinzel German Archaeological Institute, Turkey

Elif Koparal Mimar Sinan Fine Arts University, Turkey

Susan M. Mentzer University of Tübingen, Germany

Natalie Munro University of Connecticut, USA

Rana Özbal Koç University, Turkey

Mehmet Somel Middle East Technical University, Turkey

Mary Stiner University of Arizona, USA

Georgia Tsartsidou Ephorate of Palaeoanthropology - Speleology, Greece



İçindekiler / Contents

- VI** Editörlerden
- VII** Note from the editors
- 1** **Ian Kuijt**
The Evolutionary Transition from Co-insurance to Self-insurance Risk Management
- 26** **Catherine B. Scott**
Sample Preparation and Analytical Instrumentation for Sediment Chemistry Analyses: A Comparative Study of XRF and ICP-MS
- 52** **Gökhan Mustafaoğlu**
Boncuklu Höyük'te Deneysel Arkeoloji: Ateş ve Ocak Kullanımına Yönelik Bazı Gözlemler
- 74** **Burhan Göz**
MÖ 7. Binyıl Sonunda Anadolu'da İklim Değişikliği ve İnsan Etkileşimi: Bölgelerarası Bir Değerlendirme
- 103** **Ali Ertan İplikçi, Dilek Akyalçın Kaya**
Calculating the Age of an Olive Tree
- 122** **Udo Hirsch**
First *Pekmez* and Later Wine
- 153** Amaç & Kapsam
- 154** Aims & Scope
- 155** Makale Değerlendirme Politikası (Çift Taraflı Kör Hakemlik) ve Yayın Süreci

- 159** Article Evaluation Policy (Double-Blind Peer Review) and Publication Process
- 162** Arkeoloji Bilimleri Dergisi Yayın Etiği ve Yayın Politikası
- 165** Turkish Journal of Archaeological Sciences Publication Ethics and Policies
- 168** Makale Gönderimi ve Yazım Kılavuzu
- 172** Submission and Style Guideline



Editörlerden

Bir yıl sonra yine bir Şubat ayı, beşinci sayımızla herkese merhaba diyoruz. Bu kez birbirinden çok farklı altı yazı ile karşınızdayız. Her biri gerek arkeolojik düşünce yelpazemizin sınırlarını genişleten, alternatif düşünmeye yönlendiren gerek disiplinin kendi içindeki yöntemsel gelişimini gösteren araştırma sonuçları.

Günümüzde var olan ve mücadele içinde olduğumuz çevresel, ekonomik, sosyal pek çok sorunun geçmişte hangi koşullarda nasıl yaşandığı, küçük gruplardan büyük örgütlü toplumlara kadar değişen ve dönüşen yaşama o dönem koşulları içinde nasıl baş edildiği, toplumların verdikleri tepkileri, geliştirdikleri çözümleri geçmişin derinliklerinde araştıran arkeoloji disiplinine bu sayımızdaki yöntemsel, etnografik, deneysel, yorumlamacı yaklaşımlara sahip yazılarla katkı vermeyi sürdürmenin mutluluğu içindeyiz. İyi okumalar.

Güneş Duru & Mihriban Özbaşaran



Note from the editors

A year has passed, and as February returns, we are pleased to present the fifth issue of the Turkish Journal of Archaeological Sciences. This issue brings you six different articles, each offering a unique perspective. Some push the boundaries of archaeological thought, others invite alternative ways of thinking, and some highlight methodological advancements within the field.

Archaeology, as a discipline, seeks to understand how past societies navigated environmental, economic, and social challenges under different conditions. From small-scale communities to large, complex societies, it explores how people adapted to change, responded to crises, and created innovative solutions. In this issue, we are excited to share new research that embraces methodological advances, and ethnographic, experimental, and interpretative approaches, all of them further enriching our understanding of the past.

We hope you enjoy reading!

Güneş Duru & Mihriban Özbaşaran

The Evolutionary Transition from Co-insurance to Self-insurance Risk Management

Ian Kuijt^a

Abstract

Starting around 12.000-10.000 years ago, people living in the Near East started doing something quite remarkable: they developed new ways to store and prolong the shelf-life of plant foods. I argue that this process began with small-scale household decision-making, bringing about gradual and small-scale changes. When viewed as an evolutionary trajectory covering the Near Eastern Epipaleolithic to Pottery Neolithic periods, this transition exemplifies a shift from co-insurance to self-insurance food risk management. Ultimately, it was the combination of new plant processing technologies, new and more effective storage technologies, and the development of domesticated plants that worked in concert to increase the shelf-life and amount of plants that could be stored each year. All of these processes were important. It was a combination of all three that collectively changed the economic foundation within Neolithic villages.

Keywords: food storage, plant foods, Near East, Neolithic villages, risk management

Özet

Günümüzden yaklaşık 12.000-10.000 yıl önce Yakın Doğu'da yaşayan insanlar çok büyük bir değişime imza attılar: bitkisel besinleri depolamak ve raf ömürlerini uzatmak için yeni yöntemler denemeye başladılar. Bu makalede, bu sürecin hanehalkları tarafından gerçekleştirildiğini, hanehalklarının geliştirdiği bu yeni karar verme mekanizmalarının ise zaman içerisinde aşamalı, küçük ölçekli değişimler getirdiğini öneriyorum. Yakın Doğu'da Epipaleolitik'ten Çanak Çömlekli Neolitik'e uzanan evrimsel süreç içerisinde baktığımızda, bu değişim, beslenme stratejilerinin ortak karar alma mekanizmalarına bağlı olmaktan çıkıp, risk yönetimi için daha bireysel çözümlerin üretilmeye başladığı yeni bir döneme geçişi temsil ediyor. Bu süreçte,

^a Department of Anthropology, University of Notre Dame, Notre Dame, IN, United States.
Ian.Kuijt.1@nd.edu ; <https://orcid.org/0000-0002-8912-0062> ; Doi: 10.63167/0.2025.1
Received: 28.11.2024 ; Accepted: 16.01.2025

yıl boyu depolanabilecek bitkilerin miktarını belirleyen ve raf ömürlerini uzatan şey birkaç faktörün birleşimidir: yeni bitkisel besin işleme teknikleri ile yeni ve daha etkili depolama teknolojilerinin geliştirilmesi ve bitkilerin ehlileştirilmesi. Bu üç faktör bir araya geldiğinde, Neolitik köylerin ekonomik altyapısı tümüyle değişmişti.

Anahtar kelimeler: besin depolama, bitkisel besinler, Yakın Doğu, Neolitik köyler, risk yönetimi

Introduction

As much as archaeologists celebrate the impressive evolutionary development of the world's first forms of plant food storage in the Near Eastern Neolithic, we are left with one unmovable reality: even the best food preparation and storage practices only extend the shelf-life of fresh foods, as all food eventually goes bad. Neolithic people were aware of this. Food storage is, above all else, an inventive example of how humans attempt to overcome the physical constraints of the natural world, alter the physical relationship between time and decay, and extend the shelf-life of fresh foods. The underlying goal of food storage in small agricultural households was, of course, collecting and storing sufficient foods to overcome short-term shortages of fresh food, seasonal shortages of plants and animals, and the potential risks associated with multiple years of crop failures.

It was, ultimately, the ability of people to store plant products, with the repeated selection and caring of plants, that created the evolutionary context under which plant domestication occurred, population levels increased, and Neolithic villages developed (see Bogaard et al., 2009; Asouti & Fuller, 2013; Kuijt, 2015; Zeder, 2024a, 2024b). In terms of plants, all of these actions were important factors as they contribute to size, period of growth, and survivability. Of these, however, only plant storage has the potential to alter time in a significant way by extending the shelf life of food.

While the domestication of plants and animals exists as a major evolutionary foundation for present-day economies, I argue that new Neolithic food processing and storage technologies served as the technological foundation that helped realize the potential of later domestication, and for entrenchment of new systems of food production. Moreover, I argue that it was the combination of plant domestication and the development of improved food processing and storage technologies that brought about a force multiplier effect where the combination of these factors increased the effectiveness and scalability of food systems. Collectively, the combination of these developments led to an increased seasonal carrying capacity for individual households and the broader community. The critical issue before us, then, both when did humans start to manage plants and animals (Zeder, 2024a, 2024b), resulting in morphological changes, and when did people recognize the potential payoffs of combining new food processing, storage, and food sources, and the emergence of simple food processing and storage systems.

Ultimately, to understand the Neolithic we need to understand how Neolithic people approached food systems and managed risk. Neolithic management and risk assessment took place at the intersection of yearly goals and planning, and repetitive, daily practices, such as the actions of weeding, watering plants, selecting and replanting specific plant species, and storing plants after harvesting. A range of researchers (e.g., Bogaard et al., 2009; Asouti & Fuller, 2013; Zeder, 2024a, 2024b) have advanced conversations as to which plants and animals were used by Neolithic people, the temporal and geographical distribution of these resources, and how this was linked to changing social systems. Complementing these rich descriptive works, archaeologists have devoted considerable efforts to understanding how different resources were stored, the extent to which food storage left a material footprint and the extent to which these traces can be identified and modeled by archaeologists (Fenton, 1984; Martinek, 1998; Christakis, 1999; Kent, 1999; Fairbairn & Omura, 2005; Bouby et al., 2005; Fairbairn et al., 2007; Kuijt, 2009; Barrier, 2011; Chesson & Goodale, 2014). These are, of course, complex questions, for depending on circumstances, food storage is visible and invisible, material and immaterial, and at times of critical importance and in other moments unnecessary.

As Zeder (2024a, 2024b) points out, there are evolutionary links between sedentism, plant management and food storage, for these co-occur and become entrenched through the Neolithic period. It is now widely recognized that under select circumstances, food management and storage facilitate a degree of residential mobility, and at the same time, require increased sedentism (Testart, 1982; Asouti & Fuller, 2013; Duru et al., 2021; Zeder, 2024b). Researchers have devoted considerable time to intellectually pulling apart the broader linkages between different types and scales of wild and domestic food storage, the linkages to site-based population growth, the global emergence of early villages and the transition from more egalitarian to hierarchical social organization (Kuijt & Goring-Morris, 2002; Frink, 2007; Kuijt, 2008). Several researchers (e.g., Ellis, 1988; Chrisakis, 1999; Wesson, 1999; Twiss, 2008; Bogaard et al., 2009; Twiss, 2012; Twiss et al., 2024) have explored the extent to which food storage emerged as a byproduct of greater household sociopolitical complexity, and provide insights into the importance of storage in the gradual development and increase in small-scale Neolithic social differentiation (see Kuijt et al., 2011; Benz et al., 2019; Twiss et al., 2024).

In this essay on the Near Eastern Neolithic, I want to step back from some of these impressively detailed studies, to think broadly, and to consider how the combination of three food storage variables reframed Neolithic people's approach to risk management and planning. First, I want to think about the organization of labor within traditional villages and Neolithic communities' food storage and argue that, at least partially, we can track the evolution of two different risk minimization strategies organized around co-insurance and self-insurance, from the Epipaleolithic to Pottery Neolithic. Second, I want to consider how the shift in strategies may

have been linked to the scale and location of storage in the Epipaleolithic through the Neolithic periods. Third, I argue that at its foundation, food storage is about planning and anticipating subsistence needs associated with social units, such as the individual, the household or the community. Plant storage, in particular, is about planning and risk minimization. My interest here is not to provide a detailed consideration of which plants and animals were recovered and utilized at specific Neolithic sites, for this has comprehensively been provided by other researchers (for a recent overview see Zeder, 2024a, 2024b). Rather my focus is that of considering the long-term evolution of different management systems and how Neolithic households and communities approached food insecurity.

Neolithic Co-insurance vs Self-insurance

Economists often model peoples' and households' approach to food insecurity through the lens of insurance, for this framing helps us understand the mechanisms for minimizing risk. When considering the organization of risk minimization, they draw a contrast between what they term co-insurance and self-insurance (see Ehrlich & Becker, 1972; Bowles et al., 2010; Bowles & Gintis, 2011; Tertychnaya & DeVries, 2018, 1048). As traditionally defined in economic modeling, self-insurance refers to the actions taken by members of a household or individuals to reduce economic uncertainty (Ehrlich & Becker, 1972; Bowles et al., 2010; Tertychnaya & DeVries, 2018, 1048). In contrast, co-insurance can be viewed as a risk-management approach in which economic risk is mitigated through organized networks linking together multiple households and individuals. While this modeling has been traditionally focused on economics, the concept of co-insurance and self-insurance has utility for archaeologists when modeling Neolithic household decision-making and the evolution of food-producing economies that stored food (Table 1). When considering how this can be layered into our understanding of the foundations of Neolithic social organization, I argue that one of the operational foundations is that co-insurance in Neolithic villages was organized around community networks that integrated multiple single-family households, whereas self-insurance was organized around larger multi-family households (for further definition see Kuijt, 2018, Table 1).

Table 1. Co-insurance to self-insurance risk management strategies and food storage in Anatolia, the northern and southern Levant (10.500-6500 cal. BCE).

	Co-insurance risk management	Self-insurance risk management
Social unit and scale	Community networks and single-family household	Multi-family household
	<i>Material expression and Neolithic examples:</i> Anatolia: Jerf el-Ahmar Aşıklı Höyük (Level 5-4), Pınarbaşı, Boncuklu, Göbekli Tepe, Karahan Tepe; southern Levant: Jericho, Netiv Hagdud, WF-16, Dhra’	<i>Material expression and Neolithic examples:</i> Anatolia: Aşıklı Höyük (Level 2C/D), Çatalhöyük (Level 6), Tell Halula (Level 9); southern Levant: LPPNB Basta’, ‘Ain Ghazal, ‘Ain Jammam, and Es-Sifiya
Food procurement, storage, and sharing	<i>Procurement and processing:</i> Harvesting and processing based on seasonal labor pooling through household and community networks. <i>Storage and consumption:</i> Immediate and delayed consumption, with a single-year target for storing wild grain and other plants. <i>Food sharing and access:</i> Reciprocity and access based on labor investment and kinship, and on extensive community networks.	<i>Procurement and processing:</i> Harvesting and processing based on seasonal labor pooling organized within multi-family households. <i>Storage and consumption:</i> Increased focus on delayed consumption, with a multi-year target for storing domesticated crops and other plants. <i>Food sharing and access:</i> Reciprocity and access based on labor investment, organized around multi-family household
	<i>Material expression:</i> Significant food storage in open areas, outside residential buildings. Food processing and cooking, inside and outside of buildings	<i>Material expression:</i> Majority of grain food storage in designated areas inside residential buildings. Food processing and cooking, inside of buildings.
Built environment	<i>Construction and use of residential and communal architecture:</i> <i>Residential architecture:</i> Oval/circular structures, with limited internal divisions. <i>Communal architecture:</i> Construction of communal buildings (towers, large communal areas) and features (benches) facilitating community integration and networks within and between multiple households.	<i>Construction and use of residential and communal architecture:</i> <i>Residential architecture:</i> rectangular structures, with multiple internal divisions, dedicated rooms and features. Standardization of the shape, size, and internal organization of residential buildings. <i>Communal architecture:</i> Absence of communal buildings and features.
	<i>Material expression and Neolithic examples:</i> Anatolia: Göbekli Tepe, Aşıklı Höyük (Level 5-4); southern Levant: Beidha, Jericho, WF-16, Dhra’	<i>Material expression and Neolithic examples:</i> Anatolia: Aşıklı Höyük (Level 2C/D), Çatalhöyük (Level 6), Tell Halula (Level 9); southern Levant: LPPNB ‘Ain Ghazal, Yiftahel, Jericho, ‘Ain Jammam, Basta, and Es-Sifiya

Viewed collectively, I argue that the trajectory from the Near Eastern Epipaleolithic to the Pottery Neolithic exemplifies an evolutionary shift from co-insurance risk management to self-insurance risk management of food systems. Building upon a range of studies (e.g., Mulder et al., 2009; Sakaguchi, 2009; Matson, 2011; Smith et al., 2010; Bowles & Gintis, 2011) I argue that Epipaleolithic and Pre-Pottery Neolithic A period (PPNA) risk management approaches were focused on systems of co-insurance, based on single-family households and community networks and communal social organization, on seasonal labor pooling from within the community, a primary reliance on immediate consumption, with some short-term delayed consumption of food, and social reciprocity that enhanced personal and ritual connections within the community (see also Bogaard, 2017). Settlements such as Göbekli Tepe, Karahan Tepe, Aşıklı Höyük (levels 4-5), WF16 and Jericho, help us understand that community-oriented practices, involving communal spaces, probably also shaped access to stored food organized around labor sharing and kinship. While difficult, if not impossible to demonstrate, it is likely that the effectiveness of plant storage, defined by a shelf-life, would have been limited, with storage duration perhaps being measured in months rather than years. Co-insurance as a practice emphasizes collective membership, involvement in the broader community, and a tendency to pool resources, both food and other, in such a way that reflects an individual's contribution.

In contrast, self-insurance approaches to risk management in larger aggregate villages, such as in the Middle Pre-Pottery Neolithic B period (LPPNB), Late Pre-Pottery Neolithic B period (LPPNB), and Pottery Neolithic period (PN) were probably centered on the organization of labor within larger multi-family households. This included a range of settlements dating from 7500 to 6500 cal. BCE, such as Aşıklı Höyük (level 2) (Figure 2), Çatalhöyük, Basta, and 'Ain Ghazal in the southern Levant. Multi-family household activities would have involved harvesting and processing of food based on seasonal labor pooling, and greater utilization of delayed consumption planning, with reciprocity and access based, at least partially, on participation by multi-family household members. It can be assumed, but not demonstrated at this point, that systems of self-insurance in the LPPNB brought together more effective plant processing (such as parching of seeds) and plant storage systems (including such things as better clay lined silos), that resulted in longer storage shelf-life. My argument here is that, while researchers have yet to model many of the details, Neolithic planning and risk management were probably framed around kinship networks and labor sharing and defined and operationalized in concert with available processing and storage technology. This assumption, as well as the assumption that labor was organized around multi-family households, needs further study but is largely beyond the scope of this paper. At the moment, however, it appears that the combination of new plant processing technologies, new and more effective storage technologies, and the development of domesticated plants, worked in concert to increase the shelf-life and amount of plants that

could be stored each year. All of these processes were important. It was a combination of all three that collectively changed the economic foundation within Neolithic villages.

Depending upon how one reads the evidence for the domestication of plants and animals through time, it can also be argued that we witness an incremental, but by no means total, evolutionary shift from immediate to delayed food consumption from the Near Eastern Epipaleolithic to Pottery Neolithic periods. Settlements dating from the Epipaleolithic and PPNA, exemplified by Göbekli Tepe, Karahan Tepe, Aşıklı Höyük (levels 4-5), WF16 (Finlayson et al., 2012), and Jericho, provide evidence for communal buildings with benches and features, and in the case of Jericho the construction of a large tower. All of these settlements have structures or features that require communal labor. The timing of the shift to self-insurance fits with the abandonment of communal buildings in earlier periods (Table 1, Figures 1-3). It also fits with research on mortuary practices that illustrate that it is only at the end of the Pre-Pottery Neolithic period that we witness some degree of materialized social inequality, perhaps most notably with children, as part of the development of larger villages (Benz, 2010, Kuijt et al., 2011; Benz 2012; Benz et al., 2019; Twiss et al., 2024) (Figure 3). Moreover, as noted in Figures 3 and 6, we see that through time households increasingly controlled access to food storage areas, with the location of Neolithic grain storage shifting from dedicated storage buildings, often located between residential buildings, to areas inside of residential buildings.

Humans store food to overcome seasonal and, in some cases, annual, shortfalls in the amount of food needed to stay alive. It is, therefore, a strategy to manage risk and overcome food insecurity (see Ellis, 1988; Hunt, 2000; Matson, 2011; Kuijt, 2017). Assessing risk is ultimately a local, contextualized calculation, and was managed differently at different points in prehistory. Storage reflects, at least partially in recent history, the stockpiling of intergenerational wealth. Thus, the long-term evolutionary trajectory of food storage may have been linked to the breakdown of communal, cooperative practices, and abandonment of systems of co-insurance, food storage and sharing. Elsewhere Smith et al. (2010) and Mulder et al. (2009), draw attention to the role of intergenerational wealth in explaining variation in inequality within premodern societies. As part of this, they draw our attention to the social institutions associated with the transference of wealth, and the role of new inequalities being passed from generation to generation (which they call windfall gains and losses). To be clear, the stated aim of their research (Smith et al., 2010, 124) is to understand economic systems, not political or cultural complexity. Still, their framing helps us understand some of the interrelationships between variables, and how this can be used to model changing systems of Neolithic risk management and social inequality.

Food Production and “Bending” of Daily Practices

Twenty-five years ago, I considered how PPNA and MPPNB social and ritual mechanisms, such as mortuary practices, may have functioned to limit the development of more powerful leadership in Neolithic villages. As with other research, at the time I was struck by the lack of material evidence for social inequality, yet on the other hand, the growth in population levels in agricultural villages and the potential for domesticated food to be used as a social and economic currency. Reflecting on this point, I speculated “...communities dealt with the new challenges of emerging systems of food production, food surpluses, labor needs, and increased social crowding and population aggregation by continuing existing, and developing new, social mechanisms for maintaining communities through the reiteration of social-leveling mechanisms.” (Kuijt, 2000, 99). The critical question at the time, which remains unresolved, is, how and why did Epipaleolithic and PPNA systems of co-insurance broke down, with the abandonment of communal projects and facilities seen in the 10th and 9th millennium, and the emergence of larger agricultural villages organized around competing and cooperating households? To put it another way, why did social leveling mechanisms stop working?

Increasingly I am unsatisfied with this framing and am drawn to modeling small-scale internal decisions bringing about long-term change. Twiss et al. (2024, 2) provide a helpful framing when they astutely note “Specific forms of food production may nonetheless *bend societies* toward not just contemporaneous inequalities but also durable (intergenerationally transmissible) distinctions.” (emphasis added). Bending societies is an attractive framing, especially as embedded in these words is the recognition that, at least at times, human relations are a byproduct of the organization of subsistence practices. This framing introduces an important point: small-scale changes in systems of food production, such as new preservation and storage technologies, have the potential to shape social relationships, both within present and future communities. Extending this further, I argue some of the “bending” in Neolithic social systems was linked to how household members managed risk based on seasonal and annual decision-making, and that some of this was crystalized to the development of more effective preservation and storage technologies. With the manipulation of plants, the incremental “bending” of practices if you will, gradual small-scale shifts in practice can result in accidental, unintended long-term byproducts and evolutionary consequences.

Circling back to the intersection of plant storage and risk management, let us consider Smith et al.’s (2010) speculation as to how change may have taken place: “One possibility is that new forms of material wealth made self-insurance through storage more feasible, reducing the importance of relational wealth.” (Smith et al., 2010, 125). This observation is important and deserves greater attention, for archaeologists have yet to really model how Neolithic villagers abandoned practices of co-insurance, how daily practices were bent, how we see the shift from

sharing networks focused on community connections between multiple households within small-scale villages, to the reorganization of buffering mechanism focused on larger, autonomous, multi-family households within larger Neolithic villages (Figures 4 & 6). While no informed and compelling arguments have been made for LPPNB food being converted into material wealth (but see Henrich et al., 2004; Bowles & Choi, 2013), there is growing mortuary evidence (e.g., Kuijt, 2008, 2018; Twiss et al., 2024; Zeder, 2024b) for increasing focus on the individual, especially children in LPPNB villages. This shift coincides with the shift from the community to the household. While early village social networks probably relied upon community-scale social and labor networks, increased community size would have stressed traditional networks, and with time led to the development of relatively autonomous multi-family households in large aggregate villages (see also Kuijt et al., 2011).

Near Eastern Pre-Pottery Neolithic Storage: Scale and Location

Having now argued that the development of plant storage from the Epipaleolithic to Pottery Neolithic periods reflects an organizational shift from co-insurance to self-insurance as a system of risk management, let us turn to how Neolithic daily practices and decision-making may have resulted in significant long-term changes. With time, and with improved technology in food harvesting, processing, and storing, people were able to store more food and increase how long they could store plant foods (Kuijt, 2015, 2017). While there is debate among researchers, I argue that the transition from co-insurance to self-insurance may well have been incremental, barely noticeable or measurable to people in the past, taking place over hundreds of years and multiple generations, and with the layering of new methods and practices into daily life. In the short-term the layering of new practices into daily life, such as where and how to store food, and parching grain before storing it, were likely viewed as relatively minor adjustments, envisioned as practical considerations to do things in a slightly better way, and with household members having no awareness that the small-scale changes might result in long-term evolutionary changes. For example, such small-scale changes may have included how silos were plastered, how crops were parched, and where food was stored within buildings. These would have resulted in minor, yet significant, improvements in how long food could be stored. Such changes may have only resulted in minimal increases, for example, a 3-5% longer storage shelf life of plants, a similar reduction in insect or rodent infestations, or lowering temperature and humidity levels within rooms. In the long-term, however, the adoption of a combination of new food management practices, with simple storage technologies and greater knowledge about how to care for plants and animals, would have a multiplier effect and increased household and community carrying capacities. This would have unintentionally created the long-term potential for how many people lived in Neolithic settlements, how much labor was available for seasonal work, how many people could seasonally aggregate into large villages, and ultimately the

increased potential for social differentiation within Neolithic communities. The fundamental changes that occurred over this transition, often based on small-scale daily practices, eventually transformed the economic, social and technological landscapes, including the development of the interrelated economic reliance on domesticated plants and animals that later served as the core of food-producing economies in southwest Asia and Europe.

How does this evolutionary modeling of the shift from co-insurance to self-insurance as a risk minimization strategy link to current archaeological data? When we think of the large, densely populated villages of 7500-6500 cal. BCE, represented by Çatalhöyük and Aşıklı Höyük (level 2) (Figure 2) in Anatolia, or for that matter Basta and 'Ain Ghazal in the southern Levant, it is remarkable to note how quickly things changed over 3000 years (Figures 3, 4, 6). In contrast to the later period villages of 7500-6500 cal. BCE, there is no evidence for significant, systematic, large-scale, food storage within or between residential buildings from before 9500 cal. BCE (Kuijt, 2008, 2015). In the southern Levant, at some point *after* 9500 cal. BCE, people started cultivating and storing wild plants in areas between structures and to a certain extent, inside the buildings. Archaeological excavations reveal that by 9500 cal. BCE in the southern Levant, PPNA people employed at least two types of storage systems for wild plants: small bins and larger storage silos constructed as individual buildings (see Kuijt, 2008; Kuijt & Finlayson, 2009; Finlayson et al., 2012; Kuijt 2015). Our understanding of what took place in Anatolia is less clear, but the scale of the settlements and architecture dated between 9500 and 9000 cal. BCE, such as Göbekli Tepe (Dietrich et al., 2019), Körtik Tepe (Özkaya & Coşkun, 2011), and Karahan Tepe (Karul, 2021) suggests that there must have been some degree of efficient collection of wild plants, processing of plants, and means of storing food at this point.

By around 8200 cal. BCE early villagers in Anatolia had developed several different ways of storing food (Duru et al., 2021), with villagers probably storing the bulk of their processed plant foods, such as baskets of dried grain, inside residential buildings. As seen in Figure 3, similar practices of plant control and storage are seen at different sites, including Aşıklı Höyük (level 5-4) (Özbaşaran et al., 2018), Boncuklu and Pınarbaşı (Baird et al., 2012, 2016), and Tell Halula (level 9) (Molist, 1996; Molist et al., 2020) at 7700 cal BCE. At the same time in the southern Levant, there is evidence for grain storage in small mud silos, such as those seen at Jericho and Yiftahel, found in a range of locations. While poor preservation conditions restrict our understanding of the overall village plan of Yiftahel, excavations revealed a building that may have served as a dedicated storage building (Garfinkel, 1987). While possibly a byproduct of archaeological sampling, by at least 7800 cal. BCE, there is strong evidence from multiple sites in Anatolia and the southern Levant for food storage being located in internal areas of buildings. This includes the development of what appear to be dedicated rooms designed for special-purpose storage.

After 7500 cal. BCE in Anatolia and the southern Levant, we witness a major shift in food storage practices, with an increase in the scale of food storage, as well as the formalization of the move of food storage into clearly defined and separate interior spaces. Collectively, the data from this period, generally framed as the LPPNB, illustrate how, over time, Neolithic villagers shifted the location of storage features from external to internal areas. The most dramatic and noticeable transition in storage practices occurs with the emergence of large aggregate villages after 7500 cal. BCE. At sites such as Es-Sifiya, Basta, and 'Ain Ghazal in the southern Levant, or sites such as Aşıklı Höyük (level 2) and Çatalhöyük in Anatolia, villagers developed new, larger enclosed, internal storage spaces such as bins, where access could be further controlled with the development of dedicated storage rooms inside of buildings (Bogaard et al., 2009; Kuijt, 2015; Bogaard, 2017; Duru, et al., 2021). Exemplifying this is Building 77 at Çatalhöyük, where excavations revealed two rooms (spaces 336 and 337), where the first room (space 336) contained multiple platforms, a hearth, bucrania display and multiple burials (Figure 5) (Bogaard et al., 2009; Twiss, 2012). The smaller second room (space 337) was organized around large bins, smaller basins, and a bin and a hearth.

It is interesting to note that in the LPPNB we also find the first evidence for systematic use of space on top of ground floor buildings. For example, arguments have been made that at Çatalhöyük by 7500 cal. BCE and into the Pottery Neolithic people used the roof areas of buildings, both for domestic purposes as well as to walk from building to building. With the availability of stone for construction, at times LPPNB people in the southern Levant constructed two-story buildings, probably with household members using space on the ground level for storage while living on the upper floor. Characteristic of this at Es-Sifiya Area A we see the construction of abutting two-story buildings with a central basement room entered with a ladder, and a series of smaller (around 1.20 x 1.20 m area) rooms entered through half-doors (Mahasneh, 1997). The buildings were often separated by a terrace wall with the foundation of the down-slope building 50 cm lower in elevation, and at Es-Sifiya and Basta, constructed on top of well-made drain systems underneath the house (Mahasneh, 1997, 207). At Basta, people constructed a semi-subterranean lower floor with multiple rooms, probably for storage, and lived above these rooms on the upper floor (Kuijt, 2000). The placement of storage areas inside buildings raises important questions concerning the meaning of increased control and restricted access to stored food (Figures 5 & 6).

Among others, Zeder (2024b) notes that Neolithic people not only stored food differently over time, but there must have been interconnections between population scale, heightened seasonality in the early Holocene, and new storage technologies (see Figure 6). They created, in short, both practical and visual means by which food was controlled, protected from other people, animals, and insects, and spatially defined. The appearance of bins and silos inside

residential buildings, seen at 'Ain Ghazal and Çatalhöyük (Kuijt, 2000; Bogaard et al., 2009; Bogaard, 2017) may reflect changes in ownership and restricted access to food based on kinship and household membership. This argument, however, is very difficult to assess in that individual multi-household families are likely to have lived in, and controlled, multiple buildings and these may not have been adjacent to each other. At the moment researchers are not able to reconstruct how members of individual social units, such as a nuclear or multi-family household, would have lived in multiple residential buildings or stored food in multiple residential buildings. Another challenge is that researchers working in the southern Levant have yet to really understand the extent to which LPPNB people used interior, below-ground, spaces in residential buildings. The use of these spaces would have minimized variation in temperature and humidity and extended how many days dried plants could be stored. Thus, we have to keep in mind that in some cases Neolithic plant storage may not have reflected new forms of ownership or access, so much as the practical act of storing dried plants in cool, dark, and dry locations, such as in basements and inner rooms. Such a simple act, even if the original intent was to organize and consulate food in one location, may well have resulted in great shelf-life.

In sum, the LPPNB predominance of intermural area food storage highlights two processes. First, broadly speaking the evolutionary trajectory of food storage reflects the appearance of incremental technological developments and the increasing mastery of physical materials, such as wall plastering, and the repeated selection and management of specific plants. Second, collectively, the evolutionary development of food storage both increased the carrying capacity of villages as well as establishing the potential for greater social abstraction and differentiation. As seen in discussions of mortuary practices and architecture, researchers are increasingly recognizing evidence for some degree of material social differentiation through time, but at the moment the best evidence we have for this is in the later stages of the LPPNB (Benz, 2010; Kuijt et al., 2011; Benz et al., 2019; Twiss et al., 2024).

Thinking About the Neolithic Foodscape: Awareness of Food Conditions and Storage Planning

Let us now turn to a broader question: how might annual Neolithic household planning have been shaped by plant food storage? Today, as in the past, farmers, collectors, and foragers think about food preparation and storage in terms of farming taskscapes and seasons. These are, of course, linked to time units: when would harvests take place, and how many months could Neolithic people live on a combination of fresh and stored plants and animals? On a more detailed level, when were seasonal fresh foods available and when might drying and preserved foods have run out? These are practical, critical questions, and shaped how Neolithic people approached and managed food insecurity and risk. Processing fresh foods plays a major role

in extending the period people can eat foods, including pickling, brining, smoking, parching, drying, and seasoning meat and vegetables. Just as importantly, over thousands of years in different parts of the world, humans have developed practical means of using technology to store processed foods, including reducing temperature and humidity levels within physical spaces and creating spaces that provide enhanced protection of stored foods from insects and pests.

Food storage is about planning and shelf-life. So, how might have planning been manifested in the seasonal organization of labor and sharing within the household and the community, and how might have Neolithic villagers approached food insecurity at the household and village level? All farmers, collectors, and foragers rely on a range of seasonally available, collected, planted, fresh, and stored foods. Thinking about a hypothetical LPPNB in central Anatolia, at what point of the year did villagers collect, harvest, and prepare different plants and animals? As seen in Figure 7, in Neolithic villages storage planning would have been framed around practical considerations such as available harvesting, processing and storage technologies, and perhaps most importantly, available human labor. Modeling of storage, therefore, requires us to think about labor as one part of decision-making and risk minimization. Fundamentally, food storage is primarily a means of buffering people from seasonal or yearly variances and works so that daily/weekly shortfalls of select wild or domesticated fresh plants or hunted animals are augmented by stored foods. Plants are only seasonally available, so storage targets would have been based on projected future subsistence needs, anticipated yearly growth conditions, planning around foods that could be grown, harvested, and processed, and with some estimate for how much of this would spoil over the winter. This entire risk calculation requires a consideration of the long-term, at least a year, and in some cases of repeated crop failures, up to four years (see Kuijt, 2017).

As I have discussed elsewhere (Kuijt, 2015, 2017), when farmers, collectors, and foragers discuss plans for storing grain at the end of the harvest season, their conversations are largely focused on three issues: how much grain/tubers/other do they need to keep in reserve for next years' seed stock, how much grain/tubers/other do they need to store for the household so they have enough preserved food over the next year(s), and how much of the first two might be lost each year due to fungi, insects and rodents? The last of these is critical, for depending on the answer, which is essentially an informed gamble based on historical knowledge from previous seasons, household decision-makers estimate how much extra they need to store to overcome lost food from spoilage. For archaeologists and economists, this is incredibly hard to reconstruct, as seasonal and yearly levels would have varied depending upon the specific environmental context of villages, the level of household interconnection within and between villagers, and the economic and food-sharing strategies adopted by people.

The primary goal of food storage is, of course, to secure and store sufficient foods for delayed consumption in the future when there are no fresh foods available. As a secondary goal, Neolithic people pursued an excess of food that could be stored for trade, exchange, or gifts at some later advantageous point in time (see Bogaard et al., 2009; Kuijt, 2015, 2017). An excess can be considered an amount or quantity beyond what is considered normal or sufficient each year (Hunt, 2000). As is noted by several researchers (Testart, 1982; Forbes & Foxhall, 1995) at times storage systems can produce an excess beyond the immediate annual household needs, and banked grain to overcome spoilage, as seed for planting, and supply for potential years of crop failure. Food storage, however, does not always result in excess. To be a true excess or surplus it is necessary to produce enough yearly food resources to cover the anticipated future subsistence needs of the group, to secure sufficient stored food to overcome any seasonal or yearly shortage for multiple years and still have remaining amounts that can be used for trade, exchange, or feeding stock. Thus, the critical question is not if there was storage in many cases, but if was there anything left over after all normal anticipated needs were satisfied. This is very different and potentially has huge implications for reconstructing past human economies.

Finally, it is important to recognize that storage is only one aspect of a broader interconnected system and only one means of overcoming seasonal and annual food shortages. Planning requires an understanding of some of these interconnected relationships, including that storage is an intermediary stage embedded within food production, processing, distribution, and consumption. As outlined by numerous researchers (e.g., Winterhalder & Goland, 1997; Stopp, 2002; Forbes, 2007) there are a range of risk-buffering strategies available to hunter-gatherers, foragers, collectors, and farmers. Many risk-buffering mechanisms, such as altering resource selection or intra-band food sharing, only extend the buffering period by a limited amount. Some risk minimization strategies really only provide a buffer for days, or at most multiple months. In the Neolithic, they would still have been useful systems to overcome short-term seasonal variations in available food resources. In the end, however, there are only two risk-buffering strategies that provide the means for people to overcome long-term food access problems: field dispersion (the use of agricultural fields in different ecological, sedimentological and growth contexts) and long-term food storage. Ultimately, food storage serves as a means of buying time, thereby increasing the chance that people will survive during periods of drought, diminished crops, and bad years.

Discussion

It is remarkable how little researchers know about the development of food sharing and storage, let alone risk management, for the Near Eastern Neolithic period. Food storage in general, and the development of grain food storage in specific, reflects an evolutionary transition and a technological and social solution to a problem. Although our understanding is obscured by

limited data and visibility of material remains, data indicates that compared to later periods food storage and delayed consumption management systems were not part of the Epipaleolithic adaptive package. Secondary proxies, such as grinding stones, highlight that there must have been some limited food storage of wild plants in the Epipaleolithic. In contrast, by at least 9500 cal. BCE, Neolithic people started to cultivate and store wild plants, with evidence for storage outside and inside of buildings, but most importantly, high-volume storage in dedicated storage silos were located between residential buildings. Evidence after 8200 cal. BCE highlight that food storage shifted to areas inside the buildings and that the total volume of plant food storage increased significantly.

Anyone handling and processing plant foods today or in the past is aware that different storage conditions result in different outcomes. Given seasonal and yearly variability in wild and domestic plants, it is clear that Epipaleolithic and Neolithic people were aware of the potential risk of running out of stored food. Seasons of scarcity and the knowledge that people could face multiple bad seasons and years in a row would have produced an ongoing incentive for Epipaleolithic and Neolithic people to think about better ways to do things, to develop ways of extending the use life of food, through experimentation and in combination with ways of processing foods, even if these resulted in just marginal improvements. As with any group who observe and manage plants and animals, Epipaleolithic and Neolithic people would have understood on a basic level how fungi, insects and animals caused the destruction, deterioration and transformation of different types of food.

Agriculturalists and pastoralists are well aware that specific types of resources have a shelf-life and plan around this knowledge (Testart, 1982; Forbes & Foxhall, 1995; Kuijt, 2015, 2017). Annual planning, of course, would have been framed around the anticipated need for food over the next year, the shelf-life of resources that varied for specific animals and plants, and the processing and storage technologies that existed at the time. All storage, including dried plants, can only be successfully stored as long as specific physical thresholds (e.g., temperature, humidity, air circulation) are maintained. Even under the best conditions, food storage is not indefinite, for it probably only extends the use-life of stored plants for one to three years (Kuijt, 2017). The stored resources, however, would have smoothed over seasonal variation in food abundance and raised the carrying capacity during the lean season.

It is somewhat strange to note that in most cases researchers do not understand what food was stored in specific features, how long different commodities could be stored, how much stored food was lost each season as commodities decayed, or how many people could be kept alive with the stored stocks. We need to know the answers to these questions. To be honest, however, we are only now identifying the questions we need to ask and are a long way from securing answers to the questions we have yet to formulate. This state of affairs is strangely exciting, for

even simple, future baseline archaeological research, focused on daily, physical, storage conditions, has the potential to significantly advance debate and discussion. While focused on the long-term, in a similar way modeling shifting risk-management strategies and the use of co-insurance and self-insurance risk management, also helps us think about the long-term evolutionary by-products of storage. The point here is, of course, that we need to think further about food storage from multiple perspectives, as we consider how the Neolithic Revolution, reflecting profound shifts in labor, social relationships, and food production, were defined and materialized.

Stepping back for a minute, I want to think about the role of food storage within the Neolithic Revolution as defined by V.G. Childe. Archaeologists often overlook the fact that at some point around 12.000-10.000 years ago, people living in the Near East did something quite remarkable: with no understanding of the consequences of their actions, people started to incrementally develop new ways to store and prolong the shelf-life of plant foods. This changed the world forever. When crafting essays such as this one, we often write things such as “The transition between foraging and food production economies from the Epipaleolithic through Pottery Neolithic period embodies profound changes in subsistence practices and economic systems, all of which is widely recognized as representing a crucial threshold in human prehistory”. While a reasonable sentence, these words antiseptically undersell what took place and mask the important role of food storage in creating the world we live in today. Now, yes, the caloric backbone and payoff of the forager-farmer transition was the manipulation and eventual domestication of plants and animals. Without plant and animal domesticates you cannot have a Neolithic Revolution. In terms of plants, however, this narrative overlooks that it was the *combination* of the genetic transition from wild to domesticated plants, the development of new plant processing technologies, and the development of new forms of plant storage that was revolutionary. To be direct, there is no or minimal long-term evolutionary impact of having domesticated plants without the ability to process and store the food over months or years. Having more wheat in September is only helpful if you can eat it next March when there are no fresh plants, and is only really, really, helpful if you can eat your wheat in the following March. From this perspective, then, perhaps The Neolithic Revolution, that widely recognized and celebrated evolutionary process, should be recast as *The Storage Revolution*.

Acknowledgments

We are what we eat, we write what we read, and we cook intellectual pasta with the help of friends. The ingredients for this sauce have emerged from conversations with a long list of friends over years, including E.B. Banning, S. Bowles, D. Baird, E. Asouti, M. Özbaşaran, B. Finlayson, G. Rollefson, A. Simmons, G. Duru, A. Bogaard, M. Chesson, A. Prentiss, M. Zeder, N. Karul and M. Özdoğan. Thanks to R. and D. Chesson, who let me stay with them

for a week in December 2024 to rewrite this essay, hang out, and think about archaeology. You are the best. My deep thanks to S. Yelözer and M. Uzdurum for their editorial guidance, and A. Bogaard who commented on an earlier draft of this paper, providing detailed and focused constructive council, and encouragement to sharpen the organization and central argument of this paper. Also, a special shout out here to Chef Zeder, who serves up some of the best evolutionary pasta there is and nudged me to think further about a few ideas while riding buses in southeastern Turkey in November 2024. This essay is dedicated to Mihriban Özbaşaran, with thanks for all her contributions over the years.

References

- Asouti, E., & Fuller, D. Q. (2013). A contextual approach to the emergence of agriculture in Southwest Asia. *Current Anthropology*, 54(3), 299–345. <https://doi.org/10.1086/670679>
- Baird, D., Fairbairn, A., Martin, L., & Middleton, C. (2012). The Boncuklu project: The origins of sedentism, cultivation and herding in central Anatolia. In M. Özdoğan, N. Başgelen, & P. Kuniholm (Eds.), *The Neolithic in Turkey: New Excavations, new research: Central Anatolia* (pp. 219–244). Archaeology and Art Publications.
- Baird, D., Fairbairn, A., & Martin, L. (2016). The animate house: The institutionalization of the household in Neolithic central Anatolia. *World Archaeology*, 49(5), 753–766. <https://doi.org/10.1080/00438243.2016.1215259>
- Barrier, C. R. (2011). Storage and relative surplus at the Mississippian site of Moundville. *Journal of Anthropological Archaeology*, 30(2), 206–219. <https://doi.org/10.1016/j.jaa.2011.02.001>
- Benz, M. (2010). Beyond death: The construction of social identities at the transition from foraging to farming. In M. Benz (Ed.), *The principle of sharing. Segregation and construction of social identities at the transition from foraging to farming* (pp. 249–276). Studies in Early Near Eastern Production, Subsistence, and Environment 14. ex oriente.
- Benz, M. (2012). “Little poor babies” – Creation of history through death at the transition from foraging to farming. In T. L. Kienlin & A. Zimmermann (Eds.), *Beyond elites. Alternatives to hierarchical systems in modelling social formations* (pp. 169–182). Universitätsforschungen zur Prähistorischen Archäologie 21. Habelt.
- Benz, M., Gresky, J., Stefanisko, D., Alarashi, H., Knipper, C., Purschwitz, C., Bauer, J., & Gebel, H. G. K. (2019). Burying power: New insights into incipient leadership in the Late Pre-Pottery Neolithic from an outstanding burial at Ba’ja, southern Jordan. *PLOS ONE*, 14(8), e0221171. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0221171>
- Birch-Chapman, S., Jenkins, E., Coward, F., & Maltby, M. (2017). Estimating population size, density and dynamics of Pre-Pottery Neolithic villages in the central and southern Levant: Analysis of Beidha, southern Jordan. *Levant*, 49(1), 1–23. <https://doi.org/10.1080/00758914.2017.1287813>
- Bogaard, A. (2017). Neolithic “cooperatives”: Assessing supra-household cooperation in crop production at Çatalhöyük and beyond. In M. Benz, H. G. K. Gebel, & T. Watkins (Eds.), *Neolithic corporate identities* (pp. 1–9). Studies in Early Near Eastern Production, Subsistence, and Environment 20. ex oriente.
- Bogaard, A., Charles, M., Twiss, K. C., Fairbairn, A., Yalman, N., Filipović, D., Demiregi, G. A., Ertuğ, F., Russell, N., & Henecke, J. (2009). Private pantries and celebrated surplus: Storing and

- sharing food at Neolithic Çatalhöyük. *Antiquity*, 83(322), 649–668. <https://doi.org/10.1017/S0003598X00098896>
- Bouby, L., Fages, G., & Treffort, J. M. (2005). Food storage in two Late Bronze Age caves of southern France: Palaeoethnobotanical and social implications. *Vegetation History and Archaeobotany*, 14(4), 313–328. <https://doi.org/10.1007/s00334-005-0079-6>
- Bowles, S., & Choi, J.-K. (2013). Coevolution of farming and private property during the early Holocene. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(22), 8830–8835. <https://doi.org/10.1073/pnas.1212149110>
- Bowles, S., & Gintis, H. (2011). *A cooperative species: Human reciprocity and its evolution*. Princeton University Press.
- Bowles, S., Smith, E. A., & Mulder, M. B. (2010). The emergence and persistence of inequality in premodern societies: Introduction to the special section. *Current Anthropology*, 51(1), 7–17. <https://doi.org/10.1086/649206>
- Chesson, M. S., & Goodale, N. (2014). Population aggregation, residential storage, and socioeconomic inequality at Early Bronze Age Numayra, Jordan. *Journal of Anthropological Archaeology*, 35, 117–134. <https://doi.org/10.1016/j.jaa.2014.02.002>
- Christakis, K. S. (1999). Pitoi and food storage in Neopalatial Crete: A domestic perspective. *World Archaeology*, 31(1), 1–20. <https://doi.org/10.1080/00438243.1999.9980429>
- Dietrich, L., Meister, J., Dietrich, O., Notroff, J., Kiep, J., Heeb, J., Beuger, A., & Schütt, B. (2019). Cereal processing at early Neolithic Göbekli Tepe, southeastern Turkey. *PLOS ONE*, 14(5), e0215214. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0215214>
- Duru, G., Özbaşaran, M., Yelözer, S., Uzdurum, M., & Kuijt, I. (2021). Space making and home making in the world's first villages: Reconsidering the circular to rectangular architectural transition in the Central Anatolian Neolithic. *Journal of Anthropological Archaeology*, 64, 101357. <https://doi.org/10.1016/j.jaa.2021.101357>
- Ehrlich, I., & Becker, G. S. (1972). Market insurance, self-insurance, and self-protection. *Journal of Political Economy*, 80(4), 623–648. <https://www.jstor.org/stable/1829358>
- Ellis, F. (1988). *Peasant economics: Farm households and agrarian development*. Cambridge University Press.
- Fairbairn, A., & Omura, S. (2005). Archaeological identification and significance of ESAG (agricultural storage pits) at Kaman-Kalehöyük, Central Anatolia. *Anatolian Studies*, 55, 15–23. <https://doi.org/10.1017/S0066154600000636>
- Fairbairn, A. S., Martinoli, D., Butler, A., & Hillman, G. (2007). Wild plant seed storage at Neolithic Çatalhöyük, Turkey. *Vegetation History and Archaeobotany*, 16(5), 467–479. <https://doi.org/10.1007/s00334-006-0069-3>
- Fenton, A. (1984). Grain storage in pits: Experiment and fact. In A. O'Connor & D. V. Clarke (Eds.), *From the Stone Age to the Forty-Five* (pp. 567–588). John Donald Publishing Ltd.
- Finlayson, B., Kuijt, I., Mithen, S., & Smith, S. (2012). New evidence from southern Jordan: The role of architecture in changing societies at the beginning of the Neolithic process. *Paléorient*, 37(1), 123–135. <https://doi.org/10.3406/paleo.2011.5443>
- Forbes, H. (2007). *Meaning and identity in a Greek landscape: An archaeological ethnography*. Cambridge University Press.

- Forbes, H., & Foxhall, L. (1995). Ethnoarchaeology and storage in the ancient Mediterranean: Beyond risk and survival. In J. Wilkins, D. Harvey, & M. Dobson (Eds.), *Food in Antiquity* (pp. 69–86). University of Exeter Press.
- Frink, L. (2007). Storage and status in precolonial and colonial western Alaska. *Current Anthropology*, 48(3), 349–374. <https://doi.org/10.1086/512997>
- Garfinkel, Y. (1987). Yiftahel: A Neolithic village from the seventh millennium B.C. in Lower Galilee, Israel. *Journal of Field Archaeology*, 14(2), 199–212. <https://doi.org/10.2307/530140>
- Henrich, J., Boyd, R., Bowles, S., Camerer, C., Fehr, E., & Gintis, H. (Eds.). (2004). *Foundations of human sociality: Economic experiments and ethnographic evidence from fifteen small-scale societies*. Oxford University Press.
- Hunt, R. C. (2000). Labor productivity and agricultural development: Boserup revisited. *Human Ecology*, 28(2), 251–277. <https://doi.org/10.1023/A:1007072120891>
- Karul, N. (2021). Buried buildings at Pre-Pottery Neolithic Karahantepe. *Türk Arkeoloji ve Etnografya Dergisi*, 86(86), 22.
- Kent, S. (1999). The archaeological visibility of storage: Delineating storage from trash areas. *American Antiquity*, 64(1), 79–94. <https://doi.org/10.2307/2694347>
- Kuijt, I. (2000). People and space in early agricultural villages: Exploring daily lives, community size, and architecture in the Late Pre-Pottery Neolithic. *Journal of Anthropological Archaeology*, 19(1), 75–102. <https://doi.org/10.1006/jaar.1999.0352>
- Kuijt, I. (2008). Demography and storage systems during the Southern Levantine Neolithic demographic transition. In J.-P. Bocquet-Appel & O. Bar-Yosef (Eds.), *The Neolithic demographic transition and its consequences* (pp. 287–313). Springer.
- Kuijt, I. (2009). What do we really know about food storage, surplus, and feasting in pre-agricultural communities? *Current Anthropology*, 50(5), 641–644. <https://doi.org/10.1086/605082>
- Kuijt, I. (2015). The Neolithic refrigerator on a Friday night: How many people are coming to dinner and just what should I do with the slimy veggies in the back of the fridge? *Environmental Archaeology*, 20(4), 321–336. <https://doi.org/10.1179/1749631415Y.0000000003>
- Kuijt, I. (2017). The origins of agriculture and Neolithic food storage: When is enough really enough? In N. Sanz (Ed.), *Proceedings of settlement dynamics: The forager-farmer transition, origins of food production and the World Heritage Convention (Human evolution: Adaptations, dispersals, and social developments)* (pp. 78–85). UNESCO.
- Kuijt, I. (2018). Material geographies of multi-family households, Çatalhöyük, Turkey. *Cambridge Journal of Archaeology*, 28(4), 565–590. <https://doi.org/10.1017/S0959774318000240>
- Kuijt, I., & Finlayson, B. (2009). Evidence for food storage and predomestication granaries 11,000 years ago in the Jordan Valley. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(27), 10966–10970. <https://doi.org/10.1073/pnas.0812764106>
- Kuijt, I., & Goring-Morris, N. (2002). Foraging, farming, and social complexity in the Pre-Pottery Neolithic of the Southern Levant: A review and synthesis. *Journal of World Prehistory*, 16(4), 361–440. <https://doi.org/10.1023/A:1022973114090>
- Kuijt, I., & Marciniak, A. (2024). How many people lived in the world's earliest villages? Reconsidering community size and population pressure at Neolithic Çatalhöyük. *Journal of Anthropological Archaeology*, 74, 1–18. <https://doi.org/10.1016/j.jaa.2024.101573>

- Kuijt, I., Guerrero Vila, E., Molist, M., & Anfruns, J. (2011). The changing Neolithic household: Household autonomy, integration, and mortuary practices, Tell Halula, Syria. *Journal of Anthropological Archaeology*, 30(4), 502–522. <https://doi.org/10.1016/j.jaa.2011.07.001>
- Mahasneh, H. M. (1997). The 1995 season at the Neolithic site of Es-Sifiya, Wadi Mujib, Jordan. In H. G. K. Gebel, Z. Kafafi, & G. O. Rollefson (Eds.), *The Prehistory of Jordan II: Perspectives from 1997. Studies in Early Near Eastern Production, Subsistence, and Environment 4* (pp. 203–213). *ex oriente*.
- Martinek, D. (1998). Oneota food storage technology: Experiment in pit storage of maize. *University of Wisconsin La Crosse Journal of Undergraduate Research*, 89–102.
- Matson, J. M. (2011). Archaeological markers of agricultural risk management. *Journal of Anthropological Archaeology*, 30, 190–205. <https://doi.org/10.1016/j.jaa.2011.01.002>
- Molist, M. (Ed.). (1996). *Tell Halula (Siria): Un yacimiento neolítico del valle medio del Éufrates: Campañas de 1991 y 1992*. Ministerio Educación y Cultura/Instituto del Patrimonio Histórico Español.
- Molist, M., Sisa, J., Watzet, J., & Gómez-Bach, A. (2020). Architectural phases, use-life episodes, and taphonomic processes in tell formation: An approach to Neolithic Tell Halula (Syria). In A. Blanco-González & T. L. Kienlin (Eds.), *Current approaches to tells in the prehistoric Old World: A cross-cultural comparison from Early Neolithic to the Iron Age* (pp. 11–23). Oxbow Books.
- Mulder, B. M., Bowles, S., Hertz, T., Bell, A., Beise, J., Clark, G., & Fazzio, I. (2009). Intergenerational transmission of wealth and the dynamics of inequality in small-scale societies. *Science*, 326(5953), 682–688. <https://doi.org/10.1126/science.1178336>
- Özbaşaran, M., Duru, G., & Stiner, M. C. (Eds.). (2018). *The early settlement at Aşıklı Höyük: Essays in honor of Ufuk Esin*. Ege Yayınları.
- Özkaya, V., & Coşkun, A. (2011). Körtik Tepe. In M. Özdoğan, N. Başgelen, & P. Kuniholm (Eds.), *The Neolithic in Turkey: New excavations, new research: The Tigris basin* (pp. 89–127). Archaeology and Art Publications.
- Sakaguchi, T. (2009). Storage adaptation among hunter-gatherers: A quantitative approach to the Jomon Period. *Journal of Anthropological Archaeology*, 28, 290–303. <https://doi.org/10.1016/j.jaa.2009.05.001>
- Smith, E. A., Mulder, M. B., Bowles, S., Gurven, M., Hertz, T., & Shenk, M. K. (2010). Production systems, inheritance, and inequality in premodern societies: Conclusions. *Current Anthropology*, 51(1), 65–83. <https://doi.org/10.1086/649029>
- Stopp, M. P. (2002). Ethnohistoric analogues for storage as an adaptive strategy in northeastern Subarctic prehistory. *Journal of Anthropological Archaeology*, 21, 301–328. [https://doi.org/10.1016/S0278-4165\(02\)00004-1](https://doi.org/10.1016/S0278-4165(02)00004-1)
- Tertychnaya, K., & DeVries, C. E. (2018). The political consequences of self-insurance: Evidence from Central-Eastern Europe, the Caucasus, and Central Asia. *Political Behavior*, 41(1), 147–170. <https://doi.org/10.1007/s11109-018-9482-4>
- Testart, A. (1982). The significance of food storage among hunter-gatherers: Residence patterns, population densities, and social inequalities. *Current Anthropology*, 23(5), 523–538. <https://doi.org/10.1086/202894>
- Twiss, K. (2008). Transformations in an early agricultural society: Feasting in the southern Levantine Pre-Pottery Neolithic. *Journal of Anthropological Archaeology*, 27, 418–442. <https://doi.org/10.1016/j.jaa.2008.06.002>

- Twiss, K. (2012). The complexities of home cooking: Public feasts and private meals inside the Çatalhöyük house. *eTopoi Journal for Ancient Studies*, 2, 53–73.
- Twiss, K. C., Bogaard, A., Haddow, S., Milella, M., Taylor, J. S., Veropoulidou, R., Kay, K., Knüsel, C. J., Tsoraki, C., Vasic, M., Pearson, J., Busacca, G., Mazzucato, C., & Pochron, S. (2024). “But some were more equal than others:” Exploring inequality at Neolithic Çatalhöyük. *PLoS ONE*, 19(9), e0307067. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0307067>
- Wesson, C. B. (1999). Chiefly power and food storage in southeastern North America. *World Archaeology*, 31(1), 145–164. <https://doi.org/10.1080/00438243.1999.9980436>
- Winterhalder, B., & Goland, C. (1997). An evolutionary ecology perspective on diet choice, risk, and plant domestication. In K. J. Gremillion (Ed.), *People, plants, and landscapes: Studies in paleoethnobotany* (pp. 123–160). University of Alabama Press.
- Zeder, M. A. (2024a). Out of the shadows: Reestablishing the Eastern Fertile Crescent as the center of agricultural origins: Part 1. *Journal of Archaeological Research*. <https://doi.org/10.1007/s10814-024-09195-5>
- Zeder, M. A. (2024b). Out of the shadows: Reestablishing the Eastern Fertile Crescent as the center of agricultural origins: Part 2. *Journal of Archaeological Research*. <https://doi.org/10.1007/s10814-024-09198-2>



Figure 1. Structure AD, Karahan Tepe, Turkey (Photo: I. Kuijt 2024).



Figure 2. Aşıklı Höyük (level 2), Turkey (Aşıklı Höyük Research Project, 2018).

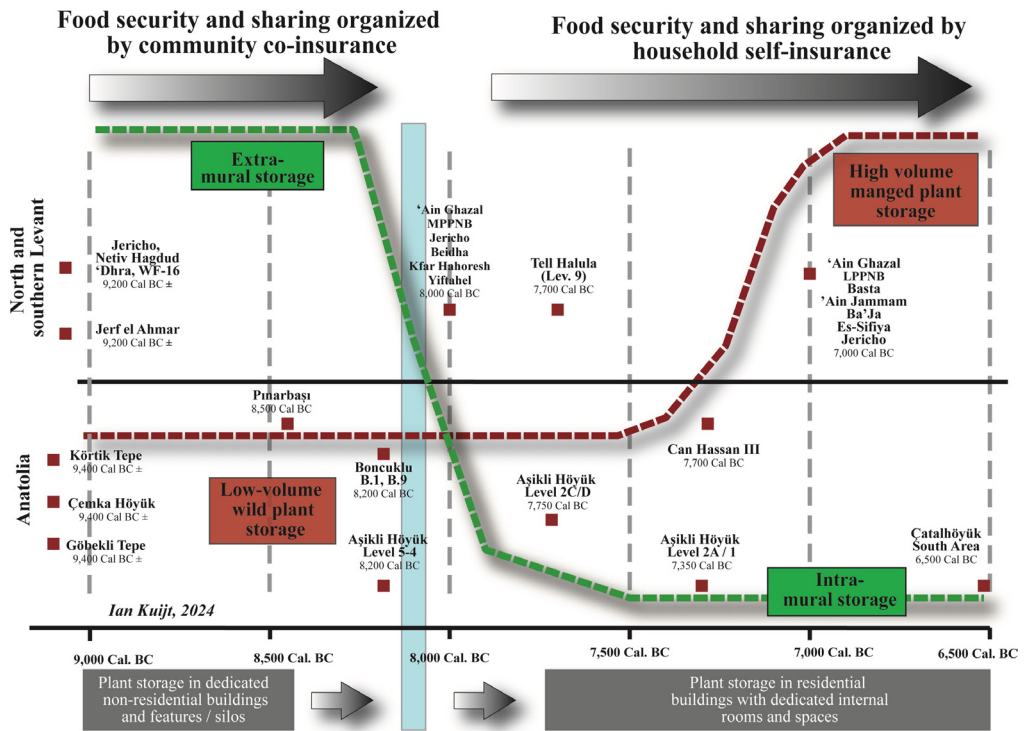


Figure 3. Modeling of the Epipaleolithic to Pottery Neolithic period shift from co-insurance to self-insurance as a risk management strategy through time.

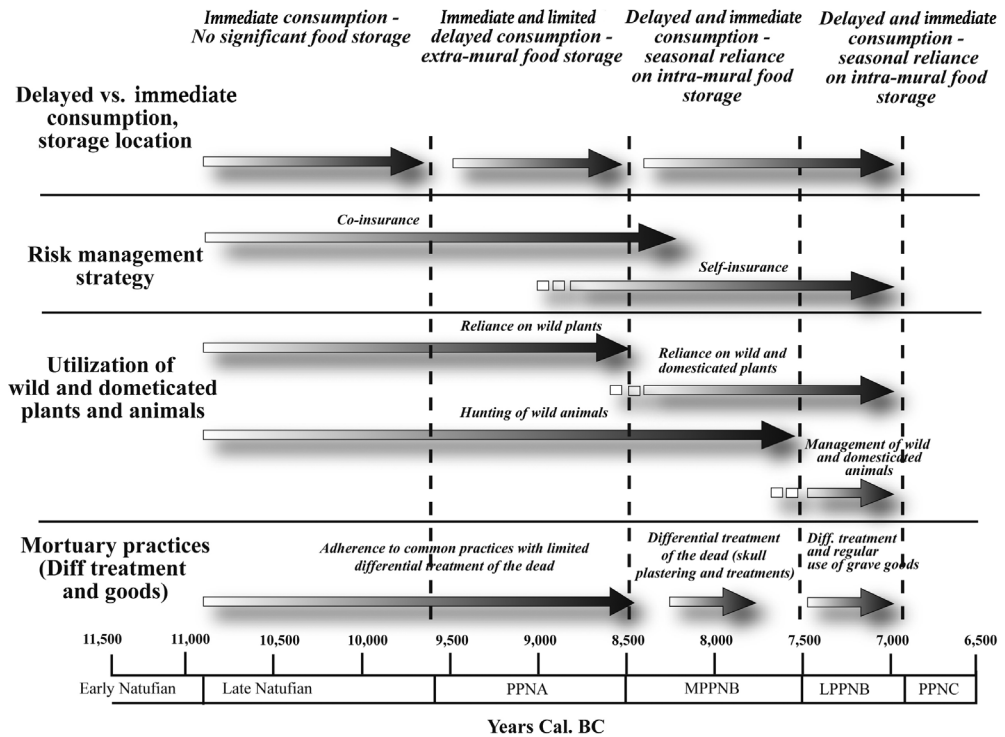


Figure 4. Changing food storage location and the transition from low-volume wild plant storage to high-volume managed plant storage over time.

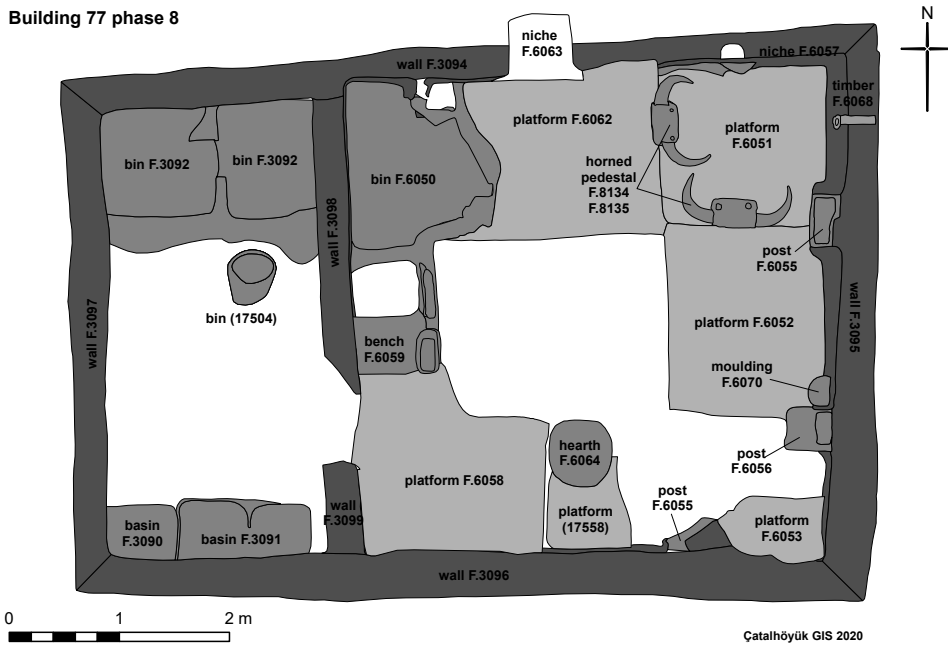


Figure 5. Planview of Building 77 at Çatalhöyük, divided into two rooms. The western room contains food storage bins and food processing features. While also containing a large bin, the eastern building is organized around raised platforms, food cooking features, ritual display materials and benches for burials (Figure by C. Mazzucato, Çatalhöyük Research Project).

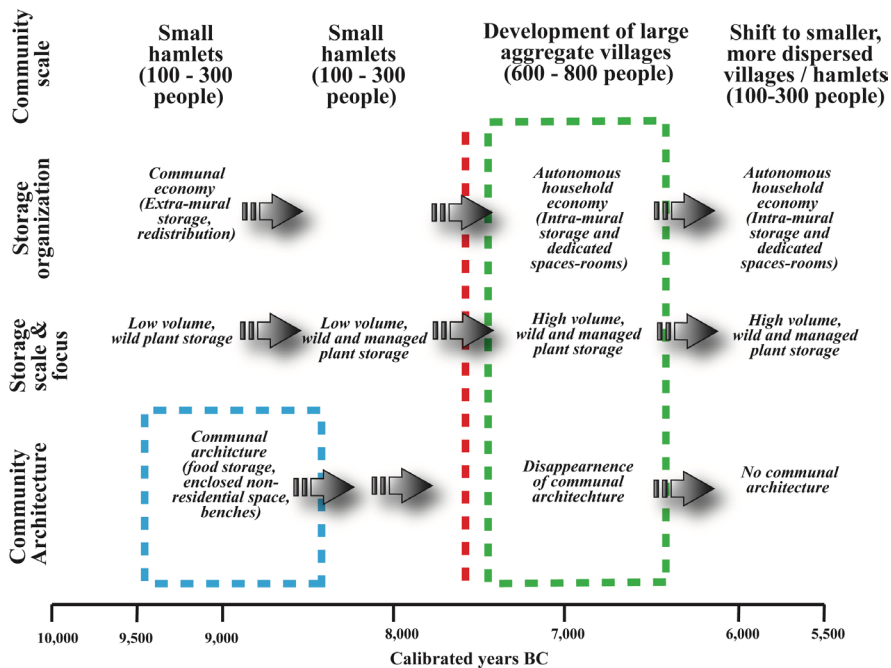


Figure 6. Changing community scale, storage organization and scale, and community architecture through time. Except for the detailed analysis of large aggregate villages from 7500 to 6500 cal. BCE (see Kuijt & Marciniak, 2024) remarkably little research has attempted to understand how regional population levels changed through time (see, however, Kuijt, 2000, 2008; Birch-Chapman et al., 2017). Thus, it is important to understand that the projected total average community population presented here are approximation.

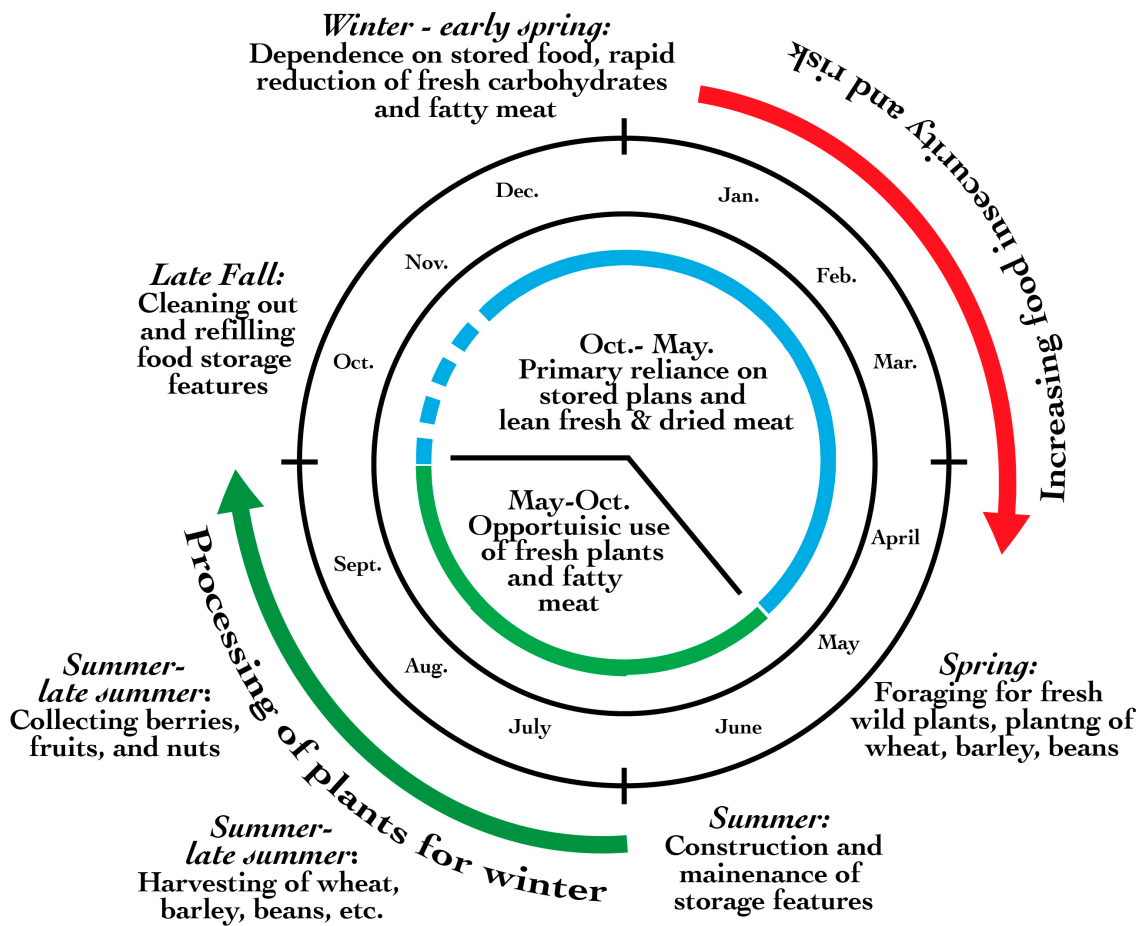


Figure 7. Seasonal food insecurity and risk, harvest and storage tasks in central Anatolian LPPNB villages, 7500-6500 cal. BCE.

Sample Preparation and Analytical Instrumentation for Sediment Chemistry Analyses: A Comparative Study of XRF and ICP-MS

Catherine B. Scott^a

Abstract

For the past few decades, ICP-MS has been the method of choice for studying the chemical composition of sediments and soils on archaeological sites to elucidate past uses of space. However, X-ray fluorescence (XRF) is becoming increasingly a popular alternative due to its flexibility. This study compares sample preparation and analysis of these methods using a dataset of 54 samples from the abandoned 20th century village of Eski Haciveliler in western Turkey. Several variables were tested, including two methods of powdering (hand-powdering versus ball mill) and two methods of sample preparation for WD-XRF analysis: loose-powder and fused beads. Statistical analyses of the results indicate no significant difference between the results of the two XRF preparations and ICP-MS, though there is a difference in samples powdered by hand versus by ball mill in ICP-MS data. Heat maps of elemental concentrations similarly show agreement between the patterns produced by the XRF and ICP-MS analyses. These results demonstrate the validity of XRF—particularly loose-powder preparations—for archaeological sediment chemistry analysis. This method and sample preparation represent a relatively rapid and low-cost option for analyzing large numbers of samples and, therefore, offer a path toward more extensive incorporation of sediment chemistry into archaeological research.

Keywords: soil chemistry; sample preparation; XRF; ICP-MS; western Turkey

Özet

ICP-MS geçtiğimiz birkaç on yıldır, geçmişteki mekân kullanımını anlamak amacıyla arkeolojik yerleşimlerdeki tortulların ve toprakların kimyasal bileşimini incelemek için tercih edilen

^a Postdoctoral Researcher, Research Center for Anatolian Studies, Koç University, Istanbul/Türkiye. catherinescott58@gmail.com ; <https://orcid.org/0000-0003-1576-5623> ; Doi: 10.63167/TJAS.2025.4
Received: 31.08.2024 ; Accepted: 06.01.2025

bir yöntem olmuştur. Ancak, X-Işını Floresansı (XRF) esnekliği nedeniyle giderek daha yaygın bir seçenek haline gelmektedir. Bu çalışma, Türkiye'nin batısındaki 20.yüzyılda terk edilmiş Eski Hacıveliler Köyü'nden alınan 54 örneklik bir veri setini kullanarak bu yöntemlerin örnek hazırlama ve analizlerini karşılaştırır. Çalışmada iki farklı öğütme yöntemi (elle öğütme ve bilyalı öğütücü) ile WD-XRF analizi için iki farklı örnek hazırlama yöntemi (gevşek toz ve füzyon boncukları) dahil olmak üzere çeşitli değişkenler test edilmiştir. Sonuçların istatistiksel analizleri, iki XRF hazırlama ve ICP-MS sonuçları arasında önemli bir fark olmadığını göstermektedir. Ancak ICP-MS verilerinde elle tozlaştırılan ve bilyalı öğütücüde tozlaştırılan örnekler arasında fark bulunmaktadır. Element konsantrasyonlarının ısı haritaları da benzer şekilde XRF ve ICP-MS analizleri tarafından üretilen örüntüler arasında benzerlik göstermektedir. Bu sonuçlar XRF'in —özellikle örneği gevşek toz şeklinde hazırlamanın— arkeolojik toprak kimyası analizi için geçerliliğini kanıtlamaktadır. Bu yöntem ve örnek hazırlama, çok sayıda örneği analiz etmek için nispeten hızlı ve düşük maliyetli bir seçeneği temsil eder ve bu nedenle toprak kimyasının arkeolojik araştırmalara daha kapsamlı bir şekilde dahil edilmesine yönelik bir yol sunar.

Anahtar Kelimeler: toprak kimyası, örnek hazırlama, XRF, ICP-MS, batı Türkiye

Introduction

Archaeological sediment chemistry (also referred to as soil chemistry analysis) is based on the understanding that human activities impact the chemical composition of the sediments upon which they are performed, and that one can recover patterns produced by structured human behavior by measuring and mapping the composition of archaeological sediments. It has been used to investigate a variety of archaeological questions, including how space was structured in a Viking house (Milek & Roberts, 2013), the location of Maya marketplaces (Anderson et al., 2012; Coronel et al., 2015), and the identification of site boundaries (Bintliff et al., 1992). Although sediment chemistry has great potential to help us understand how humans structured space in the past, it has been underutilized in many parts of the world.

Common barriers to the archaeological use of sediment chemistry include access to laboratories with appropriate instruments and the money needed to fund analysis. Inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) has been a popular method of analysis in sediment chemistry in recent decades because it relatively quickly produces highly accurate measurements¹ for many elements. There are methodological complications with this method, however, and the costs of ICP-MS in terms of equipment, laboratory fees, and sample preparation can be prohibitive for studies with large numbers of samples. It is, therefore, important to explore other methods of analysis in sediment chemistry. By demonstrating the reliability and relative

¹ 'Accuracy' here refers technically to how closely instrument measurements correspond with the exact concentrations/counts of whatever is measured.

benefits of a variety of analytical methods, it will be possible for more archaeologists to make use of sediment chemistry.

There is already a diverse literature on other approaches to sediment chemistry that range from the use of semi-quantitative spot tests for large molecules (Terry et al., 2000; Barba, 2007; Dore & López-Varela, 2010; Middleton et al., 2010) to the use of portable X-ray fluorescence (XRF) for in-field chemical analysis of sediments (Hayes, 2013; Coronel et al., 2014). Here, I contribute to this conversation by exploring the use of laboratory-based wavelength dispersive (WD) XRF—using both loose-powder and fusion-bead sample preparation—in comparison to ICP-MS.

In recent years, XRF has become an attractive technology for archaeologists in multiple applications in large part because of its flexibility. Laboratory-based machines—like the WD-XRF used in this study—allow for analysis of samples in a variety of physical states: they can analyze processed samples as solid pellets, glass beads, loose-powders, or liquids, each of which present advantages based on the material being studied and which elements are of most interest. XRF can also analyze unprocessed samples, allowing for non-destructive analysis of, for example, artifacts in museum collections. The perceived drawbacks of XRF in comparison to other methods include a more limited range of elements that can be detected and a generally lower sensitivity for trace elements. That said, direct comparisons between XRF and other methods of multi-element analysis are rare in the literature on archaeological sediment chemistry. Such comparisons have focused particularly on testing the validity of portable XRF (pXRF) for field-based soil studies in archaeology; examples include studies comparing pXRF results to ICP-OES (Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectroscopy) (Gauss et al., 2013; Frahm et al., 2016), AAS (Atomic Absorption Spectroscopy) (Gauss et al., 2013), and DTPA (Diethylenetriaminepentaacetic Acid) chelate extraction of trace metals (e.g., Coronel et al., 2014). Examples focused on laboratory-based XRF analysis include a study by Oonk and colleagues (2009c) that used XRF to test the effectiveness of a weak-acid extraction for ICP-OES analysis, and Cook and colleagues' (2005) study that used ICP-MS to gain additional precision for samples high in certain elements based on XRF analysis. This study, therefore, helps to fill a gap in the literature by directly comparing the results of laboratory XRF and ICP-MS analysis.

This study considers a range of preparation techniques and chemical analyses, involving varying amounts of time, equipment, and access to laboratory spaces. The samples analyzed here come from Eski Haciveliler, an abandoned 20th century village in the Gediz River valley, western Turkey. I compare the results of WD-XRF analysis, performed on samples prepared both as loose-powder and as fused beads, with results from ICP-MS analysis, performed on samples prepared using a weak-acid extraction. I also discuss the impact of different powdering methods—hand-powdering with a mortar and pestle versus machine-powdering with a ball mill—on the results. Due to the differences between the analytical methods, the comparison of

results focuses primarily on the patterns they produce; these patterns are also the results most comparable to other types of spatial data in archaeology. The results of these comparisons show that different instrumental analyses do not produce statistically significant differences in resultant data patterns. This study, therefore, demonstrates the reliability of laboratory WD-XRF in identifying and studying the chemical remnants of past human activities.

Sediment Chemistry in Archaeology

Archaeological sediment chemistry originated in the early 20th century, when scientists recognized that high concentrations of phosphates in sediments were associated with remains of archaeological sites (Arrhenius, 1931). Phosphorus enters the soil in high quantities in areas where organic waste is left to accumulate, such as middens, manured fields, or areas where food processing or cooking takes place. It is, therefore, useful for both identifying archaeological sites and identifying ‘clean’ and ‘dirty’ spaces within them, revealing generally how spaces were structured in the past (Parnell et al., 2001; Roos & Nolan, 2012; Luke et al., 2017). Archaeologists have since realized that other human activities (e.g., cooking, craft production, metalworking) leave characteristic residues where they are performed; patterns of enrichment and depletion of elements, compounds, and large organic molecules, therefore, can be taken as proxies for patterns of past activities. Unfortunately, sediment chemistry has been underutilized in archaeology. Research in Mesoamerica, the UK, and Northern Europe has produced a robust corpus of literature, yet the method is infrequently used in other regions. Furthermore, sediment chemistry is usually applied with limited scope, focusing on small spaces or narrowly defined research questions, rather than being integrated into survey and excavation approaches. This situation is beginning to change as a result of the increased availability of high-quality instrumentation and the development of new methods for chemical analysis.

Chemical analysis of sediments in archaeology has generally focused on measuring concentrations of individual elements, a large number of which can be measured accurately and rapidly using a variety of instruments (e.g., Hjulström & Isaksson, 2009; Coronel et al., 2015); specific elements or suites of elements have been associated with specific activities (e.g., concentrations of lead from Roman metalworking [Cook et al., 2010] or gold from the working of jade [Cook et al., 2006]). Sediment chemistry studies also generally involve the comparison of chemical patterns with other spatial datasets (e.g., artifact and ecofact distribution, architecture) (Cook et al., 2006; Milek & Roberts, 2013).

The degree of analytical precision necessary to produce meaningful patterns remains a topic of discussion in this field. Do measurements need to reflect the exact elemental concentrations of samples? Are strictly quantitative measurements required, or are semi-quantitative measurements (e.g., spot tests [Rypkema et al., 2007]) sufficient to produce meaningful results? Oonk

and colleagues (2009a), for example, argue that the best way to achieve a complete understanding of anthropogenic inputs into the soil is to combine sequential extraction, which isolates each fraction of the soil matrix for ICP analysis, and other types of mineralogical analyses (e.g., X-ray diffraction [XRD]). Such detailed analysis does allow for a direct comparison of raw concentration between samples because it quantifies variation from local environmental and soil formation processes; however, it requires significantly more resources than is practical for most archaeological projects, especially those with sample numbers in the hundreds. Almost all studies using sediment chemistry, therefore, use a method that produces imperfect or incomplete data—whether via partial extractions for ICP-MS or bulk sediment analysis with XRF. Arguably, as long as a method produces meaningful patterns that are internally consistent and help answer research questions, it is ‘archaeologically valid’ (Frahm & Doonan, 2013).

Materials and Methods

Site Description and Sampling Method

The samples used in this study were collected from Eski Haciveliler, a village located in the Gediz River valley, western Turkey. The village, formed between 1919 and 1922 and largely abandoned by the 1980s, consists primarily of vernacular architecture with stone foundations and mudbrick superstructures, most in a state of ruin today owing to a combination of intentional destruction (see Luke & Cobb, 2013) and natural degradation (O’Grady et al., 2018). The village is organized into three neighborhoods around public spaces including a mosque and minaret, fountain, and public garden; a school lies on the outskirts of the village, with a still-used cemetery nearby (Luke & Cobb, 2013). Archaeologists, anthropologists, and conservators studied Eski Haciveliler under the Central Lydia Archaeological Survey (CLAS) (Roosevelt & Luke, 2012, 2013, 2014), and it remains a useful site of experimental archaeology and ethnoarchaeology.

Samples were collected from Eski Haciveliler over the course of two days in the summer of 2013. A targeted sampling strategy focused on features of interest in three areas of the village, sometimes on an improvised grid. Area 1 was the interior of the schoolhouse, constructed of local mudbrick atop schist fieldstone foundations. Area 2 surrounded the public fountain constructed of stone, used for watering animals and doing laundry, among other things. Samples were taken primarily from the ground around and above this feature. Area 3 was the house of a wealthy family in the middle neighborhood (Luke & Cobb, 2013). Samples were collected from within the mudbrick house and its enclosed courtyard.

A total of 54 samples were collected into plastic bags using a metal trowel and wrapped in aluminum foil; between samples, the trowel was washed with 1M HCl and deionized water. The location of each sample was recorded using a Real-Time Kinematic GNSS (RTK-GNSS) system and mapped using GIS software.

Sample Preparation and Analysis

Given the small number but relatively large volume of samples from Eski Haciveliler (ca. 7-10 g), the dataset presented an opportunity to experiment with different methods of analysis. To this end, this study utilized three types of sample preparation and analysis available at the Koç University Surface Science and Technology Center (KUYTAM) in Istanbul, Turkey. The first two types of analysis utilized laboratory WD-XRF with samples prepared according to two preparation protocols: loose-powder and fused beads. The third type of analysis employed microwave-assisted acid-digestion and ICP-MS analysis. The following sections discuss processes of sample preparation and analyses, followed by a discussion of their differential effects on analysis results.

Sample Homogenization

The first step in sample preparation was powdering, which serves to homogenize the sample and reduce grain size, thereby facilitating digestion/fusion. Sample powdering took place in facilities provided by the Department of Earth and Environment at Boston University and employed two methods of powdering due to the nature of the equipment available. Samples greater than 8 grams (the minimum sample size for the available equipment) were powdering in a ball mill with an agate chamber and agate balls, which were cleaned at the beginning of the day and between each sample with Ottawa quartz sand and isopropanol. Samples less than 8 grams were powdering by hand using an agate mortar and pestle, which was also cleaned at the beginning of each day and between each sample with Ottawa quartz sand and isopropanol. In all cases, sediment fractions greater than 2 mm were removed, either by hand or by sieving through a mesh, prior to powdering. Thirty-five samples were recorded as being powdering by hand and nine by ball mill; the powdering method was not recorded for 10 samples due to a data entry error.

X-Ray Fluorescence Spectrometry

XRF is a popular tool for compositional analyses in archaeology because it can be non-destructive and has options for portability. The use of XRF for sediment chemistry is not as common as its use for other materials, but this is beginning to change (Cook et al., 2010; Cook et al., 2014). The relative speed and ease of some types of XRF analysis make it possible to analyze a larger number of samples than was possible in previous studies, allowing archaeologists to cover larger areas or to increase sampling resolution. XRF analysis also provides near total analysis of the sample, while methods such as ICP-MS often do not.

The use of XRF for sediment analyses is not without complications. Sediment is a complex, variable material, which can make it difficult to differentiate between multiple anthropogenic inputs (e.g., from ancient occupation versus modern pollution or agriculture) and natural inputs (Oonk et al., 2009a, 2009b, 2009c; Dore & López Varela, 2010; López Varela & Dore,

2010). Certain complexities fundamental to the physics of the method also must be taken into account. If a sample is insufficiently prepared, the analysis may not capture the full range of variation within the sample or may be impacted by matrix effects or the internal geometry of the sample (Pollard et al., 2007). The utility of XRF analysis of sediment is, therefore, dependent on how the sample is prepared prior to analysis. Archaeologists must balance effective preparation with considerations of time and cost.

Most archaeological sediment studies that utilize laboratory XRF analysis prepare samples by pressing the sediment into pellets (Oonk et al., 2009a, 2009c; Abrahams et al., 2010; Cook et al., 2014). This method has the advantage of both homogenizing the sample and producing a solid, smooth surface with which the primary X-rays can interact. However, this method requires a comparatively large amount of sediment, which may be difficult to recover from archaeological contexts and which averages the chemical signatures of a larger area. Some recent studies have focused instead on loose-powder preparations—particularly those occurring in the field and using pXRF rather than laboratory XRF, as in this study—with varying methods of sample homogenization (Gauss et al., 2013; Coronel et al., 2014; Frahm et al., 2016). For this study, two sample preparations that are less frequently used in archaeological sediment chemical studies using WD-XRF were tested: loose-powder and fusion-bead preparation.

Loose-powder preparation is the quickest type of sample preparation and the one requiring the least specialized equipment. It also allows for the easy re-analysis of soil samples if only a small amount of material is available, whether for sediment chemistry or other analyses. One disadvantage is that it does not produce a stable sample that can be reanalyzed under the exact same conditions. Studies utilizing pXRF, whether in the field or in the laboratory, employ a loose-powder sample preparation and have determined that results generally compare favorably with other types of analysis for most elements of interest (Gauss et al., 2013; Coronel et al., 2014). For this study, samples were weighed into plastic cups that were closed with Chemplex prolene film.

The fusion-bead preparation involves firing the sample to oxidize it and to determine the loss on ignition of any volatiles or organic material, mixing it with a flux, melting it, then cooling it into a glass bead. This preparation method is comparatively labor- and cost-intensive but achieves the most effective homogenization and produces uniform a matrix that is least susceptible to geometric complications as the X-rays pass through it. The fusion-beads have also been shown to produce more accurate results as compared to pellets, although both methods are equally precise (Anzelmo et al., 2014). For this study, samples were mixed with a lithium tetraborate flux at an approximate 8:1 ratio and fused using a Fluxana Vulcan 2MA at KUYTAM in Istanbul.

Both fusion-bead and loose-powder analyses were conducted using a Bruker Tiger S8 X-ray fluorescence spectrometer at KUYTAM. The machine was calibrated using 4 standard glass beads (STG2, SQ1, SQ2, SQ3) and graphite, boron nitride (BN), Al, and Cu standards for all sample types. STG is a mixture of Na, Al, Si, S, Cl, K, Ca, Fe, Sr, and Sb. Zn, N, C, and P alignments are adjusted with SQ1, BN, graphite, and SQ2 standards.

Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry

ICP-MS is currently one preferred type of analysis in sediment chemistry, particularly for measuring concentrations of trace elements. This technique is highly sensitive and precise, allowing for the near simultaneous measurement of a wide range of elements. Samples are typically powdered and then digested in acid so that they are introduced to the machine in a liquid state (Neff, 2017).

As is the case with XRF, a number of complications are specific to the use of ICP-MS. Whereas XRF results represent 'bulk-sample' analyses, ICP-MS analysis represents the fraction of sedimentary material extracted through acid digestion. Elements of interest to archaeologists might be contained in multiple mineral fractions, though it is generally thought that accessible fractions are more likely to represent anthropogenic inputs while more stable fractions are more likely to represent natural inputs (see e.g., Haslam & Tibbett, 2004). Weak-acid digestions, which extract accessible fractions and discard others, have often been thought to be the most appropriate for archaeological chemistry (Middleton & Price, 1996; Oonk et al., 2009c; Misarti et al., 2011; Salisbury, 2013). However, Oonk and colleagues (2009c) argue that the environment and soil formation processes at some sites might lead to anthropogenic signals being stored in sediment fractions that are missed by weak-acid extractions. Their comparison of weak-acid extraction for ICP-OES with a total analysis from XRF mentioned above showed that some anthropogenic phosphorus, for example, might be stored in more stable fractions at some sites, particularly those with clayey soils (Oonk et al., 2009c, 1220). Strong acid digestions, which access fractions that are more stable within the matrix, are also used in some cases (Cook et al., 2005; Entwistle et al., 2007). An ideal method would involve sequential extraction, isolating the signal from various fractions within the matrix rather than isolating one or two (Oonk et al., 2009a); however, sequential extraction is a labor-intensive process, especially for archaeological projects that may require the analysis of dozens or hundreds of samples to provide adequate coverage of an area of interest, and may ultimately collect more data than is realistically necessary for some studies.

For the purposes of this study, samples were digested according to US EPA protocol 3051a, which is a microwave-assisted digestion protocol utilized by Cook and colleagues (2006) and similar to other weak-acid extraction methods used in other studies. This protocol does not

produce a sample that is representative of the bulk sediment. Therefore, whereas results from the XRF analyses reflect the total contents of the sample, the results from this analysis reflect only the digested fraction of the sample. The samples were analyzed on an Agilent 7700x ICP-MS at KUYTAM; SRM-679 was used as a standard to determine the accuracy of the machine during analysis.

Statistical and Geospatial Analyses

A variety of statistical and geospatial analyses were used to compare the datasets produced by each method of analysis. To compare powdering methods, a simple one-way analysis of variance (ANOVA) test was performed using JMP Pro 13 software to compare results from samples powdered by hand versus by a ball mill for elements detected in all three methods of analysis.

Directly comparing the concentrations produced by each method of analysis was particularly complicated. Because each method of analysis resulted in the measurement of a different number of elements from each sample, element concentrations were converted into ranks, with the rank indicating how concentrated each element was in that particular sample. For example, in a sample with results for 14 elements, iron (1300 ppm) was ranked 14 because it was the most concentrated element; copper (65 ppm) was ranked 1 because it was the least concentrated element in the sample. Friedman's test was then used to compare rankings across samples to determine if analytical methods produced statistically significant differences.

To compare geospatial patterns produced by the data, heat maps showing the distribution of specific elements across collection areas were interpolated using the Inverse Distance Weighted tool in ArcMap. Rather than map raw concentrations, results were transformed to reflect enrichment and depletion relative to a calculated 'background' (Cook et al., 2006). The background was defined as the robust mean of all samples from each dataset; this mean was then subtracted from the concentration of each sample, and the result was divided by the robust standard deviation in order to produce a measurement of the enrichment/depletion of each sample relative to the mean. These maps were then compared visually.

Results

Powdering Method

Table 1 shows the results of ANOVA tests of the powdering method. For the loose-powder and fusion-bead datasets, the results showed no statistically significant difference between powdering methods for most elements. However, for the ICP-MS dataset, the test did show a statistically significant difference for most elements. This suggests that the method of sample homogenization has more impact on acid digestion than on sample preparation methods for XRF. However, the imbalance in the number of samples homogenized with each method

(35 versus 9) means that this statistical comparison is not very robust, and the results should be seen as tentative.

Table 1. *p*-values from a one-way ANOVA test, run to determine if there is a significant difference between powdering methods. (* indicates $p < 0.05$).

Element	Loose-powder XRF	Fusion-bead XRF	ICP-MS
Al	0.0252*	0.8018	0.0045*
Fe	0.4008	0.8115	0.0016*
K	0.1274	0.9164	0.0019*
Ca	0.0769	0.0552	0.0215*
Mg	0.8195	0.5629	0.0114*
Ti	0.7351	0.8054	0.0103*
Na	0.0448*	0.0467*	0.2315
Mn	0.1803	0.2962	0.0023*
Ba	0.5764	0.1820	0.0010*
Cu	0.5415	0.3121	0.0524*
As	0.5129	0.4109	0.0751
Cr	0.8216	0.0509	0.0870
Rb	0.7829	0.06074	0.6842
Sr	0.5488	0.0150*	0.0027*

XRF Analyses versus ICP-MS Analysis

Each method produced data for a different set of elements, although all produced data on elements of typical archeological interest (Table 2). ICP-MS analysis measured the largest number of elements (54; 29 of which are robust² enough for statistical analysis). XRF analysis on loose-powder and fusion-bead samples produced data on 26 (13 with robust data) and 25 (20 with robust data) elements, respectively; both analyses covered most elements of interest except manganese, for which loose-powder analysis produced no robust data. Some samples in the fusion-bead XRF dataset proved to be problematic: 13 samples lacked data because of an insufficient amount of material for analysis. The statistical results below, therefore, represent 41 samples for which all three methods produced robust data.

2 Here, 'robust' means that most or all samples produced data on a given element; for some elements, data were produced for some samples but not enough for statistical comparison. Lack of data is most often due to the concentration for a given element being below the detection limits of the machine; however, in the case of phosphorus, this appears to be the result of a problem with the machine during analysis of part of the dataset.

Table 2. All elements for which robust data were reported, and which method of analysis provided data on which elements (X = data; -- = no data; *indicates elements of general interest in archaeology).

Element	Loose-Powder XRF	Fusion-Bead XRF	ICP-MS
Aluminum	X	X	X
Antimony	--	--	X
Arsenic	--	X	X
Barium	--	X	X
Calcium*	X	X	X
Cerium	--	--	X
Cesium	--	--	X
Chromium	--	X	X
Cobalt	--	--	X
Copper*	X	X	X
Europium	--	--	X
Gadolinium	--	--	X
Holmium	--	--	X
Iron*	X	X	X
Lanthanum	--	--	X
Lead	--	--	X
Magnesium*	X	X	X
Manganese*	--	X	X
Neodymium	--	--	X
Nickel	--	X	--
Phosphorus*	X	X	--
Potassium*	X	X	X
Rubidium	--	X	X
Silicon	X	X	--
Sodium*	X	X	X
Strontium*	X	X	X
Sulfur	X	X	--
Tantalum	--	--	X
Thorium	--	--	X
Titanium	X	X	X
Uranium	--	--	X
Vanadium	--	--	X
Ytterbium	--	--	X
Yttrium	X	--	X
Zinc	--	X	--
Zirconium	--	X	--

Tables 3-5 and Figure 1 show the ranking of elements for three samples: 930.698.1.1, 932.698.2.1, and 974.697.5.1. Using Friedman's test, the p -value was determined to be above 0.05 for all samples; therefore, this test does not provide enough evidence to indicate a statistically significant difference between ICP-MS, loose-powder WD-XRF, and fusion-bead WD-XRF. It is important to note, however, that because of the conversion to ranks, this test does not compare the actual concentrations of elements. Raw concentrations can vary significantly as a result of several factors, including instrument detection limits for various elements, effects of sample preparation, and the fact that XRF results represent all fractions of the sediment while ICP-MS does not.

Table 3. Concentrations and ranks for sample 930.698.1.1; loss on ignition for the FB-XRF analysis was 11.2% of the original sample volume. Concentrations are in parts per million (ppm).

Concentrations				Ranks			
Element	FB-XRF	ICP-MS	LP-XRF	Element	FB-XRF	ICP-MS	LP-XRF
Al	65362.38	112069.88	111618.83	Al	14	13	14
As	454.43	2066.2	681.65	As	6	8	6
Ba	716.27	988.69	1701.15	Ba	7	5	7
Ca	27373.01	22700.95	51887.22	Ca	12	10	12
Cr	205.26	366.98	342.1	Cr	4	4	4
Cu	79.89	150.29	78.00	Cu	3	2	1
Fe	44763.52	201548.88	74279.47	Fe	13	14	13
K	22414.32	30207.21	42089.11	K	11	11	11
Mg	8443.4	30676.44	14474.4	Mg	10	12	10
Mn	387.23	1728.94	619.57	Mn	5	6	5
Na	5712.32	4425.01	4006.04	Na	8	9	8
Rb	77.00	0	182.88	Rb	2	1	3
Sr	73.00	151.83	84.56	Sr	1	3	2
Ti	6414.76	1851.58	8033.43	Ti	9	7	9

Table 4. Concentrations and ranks for sample 932.698.2.1; loss on ignition for the FB-XRF analysis was 19.3% of the original sample volume. Concentrations are in parts per million (ppm).

Concentrations				Ranks			
Element	FB-XRF	ICP-MS	LP-XRF	Element	FB-XRF	ICP-MS	LP-XRF
Al	58958.45	16787.47	113047.80	Al	13	13	14
As	227.22	187.28	530.17	As	3	6	5
Ba	716.27	146.15	1522.08	Ba	5	5	7
Ca	19368.37	5266.89	41238.19	Ca	10	10	11
Cr	1505.24	32.88	273.68	Cr	6	3	4
Cu	79.89	30.89	69.00	Cu	1	2	1
Fe	39168.08	25202.79	71201.97	Fe	12	14	13
K	19591.78	7990.99	42338.16	K	11	11	12
Mg	6754.72	4198.59	12363.55	Mg	9	9	10
Mn	619.57	454.78	1239.14	Mn	4	8	6
Na	4154.42	11357.96	3635.11	Na	7	12	8
Rb	90.00	85.72	182.88	Rb	2	4	3
Sr	90.00	21.80	169.19	Sr	2	1	2
Ti	4796.08	283.63	7433.92	Ti	8	7	9

Table 5. Concentrations and ranks for sample 974.697.5.1; loss on ignition for the FB-XRF analysis was 9.6% of the original sample volume. Concentrations are in parts per million (ppm).

Concentrations				Ranks			
Element	FB-XRF	ICP-MS	LP-XRF	Element	FB-XRF	ICP-MS	LP-XRF
Al	64039.25	14815.80	103785.93	Al	14	13	14
As	416.56	331.22	530.17	As	5	7	5
Ba	725.56	140.82	1343.01	Ba	7	4	7
Ca	30446.22	11183.01	49457.24	Ca	12	12	12
Cr	88.95	46.98	136.84	Cr	2	3	4
Cu	103.85	44.71	58.00	Cu	4	2	1
Fe	41630.07	31773.78	54625.48	Fe	13	14	13
K	23244.48	3758.40	37357.20	K	11	10	11
Mg	7960.92	4438.33	13087.27	Mg	10	11	10
Mn	577.75	439.33	774.46	Mn	6	8	6
Na	4525.35	982.23	2967.44	Na	8	9	8
Rb	91.44	222.88	91.44	Rb	3	5	2
Sr	59.19	40.45	92.00	Sr	1	1	3
Ti	5959.13	276.16	5995.10	Ti	9	6	9

Heat maps produced in ArcMap show another perspective on how patterns from the three methods interrelate. Figures 2-4 show heat maps of Area 3 for three elements typically included in archaeological sediment chemical studies: calcium, magnesium, and phosphorus. The results are very similar among the three methods of analysis, indicating that similar patterns are produced regardless of differences in raw concentration. Trace elements of interest to archaeologists—such as strontium and copper—show more variation between the maps. Strontium shows patterns that are broadly similar but not identical in the three methods (Figure 5); this pattern is replicated in the results from Area 1 (Figure 6). Copper, on the other hand, shows a significant outlier in the fusion-bead map that does not appear in the other maps (Figure 7). The ICP-MS and loose-powder XRF maps show broadly similar patterns—particularly that the highest concentration is in the southeastern corner—which are also similar to the pattern in the fusion-bead dataset with the outlier removed. Figure 8 shows that the relationship between copper patterns in the two XRF datasets are perhaps a little more similar in Area 2, but the patterns still diverge. Inconsistencies in the patterns produced by the three methods were also seen in those elements that are most likely lithogenic rather than anthropogenic in this context, such as potassium and aluminum (Figures 9-10). While potassium is usually considered to be an element of anthropogenic interest in sediment chemistry (Oonk et al., 2009b; Gauss et al., 2013), the high concentration of potassium found in a bedrock sample from a site on the same mountain ridge as Eski Haciveliler indicates that this element is likely not indicative of anthropogenic inputs in this local environment (Scott, 2020). Notably, variation between the patterns was more pronounced in the heat maps for aluminum than in the heat maps for potassium.

Discussion

The results presented above provide suggestions about the relationship between these methods and the data they produce, as well as some tentative guidelines for how to plan chemical analysis in a sediment chemistry study.

First, comparison of powdering methods suggests that they have a stronger impact on results for ICP-MS than for XRF (either preparation), which is consistent with expectations. Although grain size can impact how an X-ray moves through and interacts with a sample in loose-powder analysis, the acid digestion for ICP-MS sample processing is the most likely preparation process to be impacted by grain size. Larger grains would take more time to break down and might not do so fully within the time allotment in the protocol. If one has time and access to a laboratory with appropriate materials, it is worth finding and using a ball mill to powder samples rather than powdering by hand. If one is interested in reducing the amount of equipment and laboratory time required, however, or if one is interested in doing sample prep and/or analysis in the field, powdering by hand is sufficient for preparing samples for XRF analysis.

Second, the statistical analyses indicate that there is no statistically significant difference between the datasets, but the heat maps suggest a more complicated picture. While the patterns produced for major elements of anthropogenic interest (e.g., calcium, magnesium, phosphorus) are consistent between methods, the patterns produced for trace elements (e.g., strontium, copper) are less so. These elements show general similarity in patterning (for example, enrichment of strontium in the northwest and southeast with lower concentrations in between [Figure 5]), but they are certainly not as similar as the major elements. A possible explanation for this is the small range in values for trace elements relative to major elements. Although the degree of enrichment/depletion is sometimes similar, the range in raw concentrations for trace elements (e.g., strontium ICP-MS range in Area 3 = 43.9 ppm, 17.4% of the dataset range) is much smaller than for major elements (e.g., calcium ICP-MS range in Area 3 = 48,750.5 ppm, 92.9% of the dataset range). Patterns in trace elements may result from soil formation processes rather than being indicative of differences in the use of space by humans in the past.

Indeed, one generally expects anthropogenic activity to produce outliers in the distribution of elements across a space. Figure 7 shows a copper outlier in the fusion-bead XRF dataset, which is indicative of the enrichment of copper due to human activity. This outlier is most likely the result of copper-rich particles in the sample aliquot analyzed via fusion-bead analysis, emphasizing the importance of homogenization prior to analysis.

The heat maps of primarily lithogenic elements also show some inconsistencies between the three methods. Potassium shows relatively similar patterns between the ICP-MS and loose-powder XRF datasets yet diverges in the fusion-bead XRF dataset, as was the case for strontium and copper. As with the copper distribution pattern, the removal of a significant outlier in the fusion-bead XRF dataset brings the patterns produced by the three methods closer, although by no means totally, into line. That copper and potassium, as well as calcium and aluminum, show outlier values in the same sample suggests that the outlier values are real, whether deriving from the composition of the original sample or introduced erroneously during processing or analysis. Aluminum shows more significant differences between the methods, suggesting that methods of analysis should be considered carefully in studies focusing on aluminum distribution. This should not be a problem for most projects using sediment chemistry; however, aluminum and other lithogenic elements like it are generally not elements of interest in studies focusing on human activity.

Conclusions

The patterns seen in this dataset indicate the following. First, for major elements of interest, there is almost no difference in the patterns produced by different methods of analysis. Second, in cases where there is more variation between methods of analysis, ICP-MS and loose-powder

XRF seem to produce results that are more consistent with each other than fusion-bead XRF (this may be, in part, the result of sub-dividing the sample for analysis). These results confirm that loose-powder XRF is a reliable substitute for ICP-MS analysis if one is interested in reducing the cost in time and money associated with chemical analysis of sediments, with the caveat that extra care should be taken when interpreting patterns of trace elements. Additionally, the results suggest that hand-powdering of samples is sufficient for XRF analysis, but that powdering with a ball mill would be preferable if one is available.

Perhaps a better way to think about the relationship between loose-powder XRF and ICP-MS is to consider how they can work together to facilitate the better integration of sediment chemistry into archaeological workflows. In cases where it would be advantageous to analyze a large number of samples quickly (for example, if one seeks to explore the use of space across an entire site), loose-powder XRF can reduce the cost of exploratory analysis that can provide data on broad patterns of spatial organization. This sort of study can also identify areas where targeted analysis might provide additional insights, in which case a more accurate method like ICP-MS would be preferable. An example of this can be found in Cook and colleagues' (2005) study of a first to second century CE Roman house complex in the UK, where samples rich in copper, zinc, and lead based on XRF analysis were further tested for gold, silver, and tin with an ICP-MS. Using a loose-powder preparation would have an additional advantage in such a study; samples are not consumed by XRF analysis and could be easily re-analyzed using XRF or further processed for ICP-MS analysis, depending on the needs of the study.

Sediment chemistry is a powerful tool for understanding how humans used and structured space in the past. This study demonstrates that by utilizing the variety of analytical methods available today, this important methodology can be made available and efficient for a wide range of archaeological projects.

Acknowledgments

I thank the Ministry of Culture and Tourism in Turkey for the opportunity to conduct this research. Access to samples, as well as funding for equipment and supplies, was provided by the Central Lydia Archaeological Survey (CLAS) and the Kaymakçı Archaeological Project (KAP); thank you to project directors Chris Roosevelt and Christina Luke for supporting this research. Institutional support was provided by the Archaeology Program and the Department of Earth and the Environment at Boston University, the Research Center for Anatolian Civilizations (ANAMED) at Koç University, and the Koç University Surface Science and Technology Center (KUYTAM). My thanks to Nick Gauthier, Alice Crowe, Rachel Gill, Haley Chasteen, and Günce Yıldırım, who helped with various phases of sample collection and preparation for this project, and to Tunç Kaner, who translated a version of the abstract. I also acknowledge the help

of Nathan Josephs, PJ Mu, and Hao Qin of the MSSP statistical consulting service at Boston University, under the direction of Dr. Eric Kolaczyk, who helped refine the statistical analysis presented here. Finally, I would like to thank John Marston, Joel Sparks, and David Carballo, as well as two anonymous reviewers, for their comments on this manuscript.

Funding Details

Funding for this research was provided by a Junior Research Fellowship at the Koç University Research Center for Anatolian Civilizations, as well as a Chad Di Gregorio Grant-in-Aid from the Archaeology Program at Boston University.

References

- Abrahams, P. W., Entwistle, J. A., & Dodgshon, R. A. (2010). The Ben Lawers Historic Landscape Project: Simultaneous multi-element analysis of former settlement and arable soils by X-ray fluorescence spectrometry. *Journal of Archaeological Method and Theory*, 17(3), 231–248. <https://doi.org/10.1007/s10816-010-9086-8>
- Anderson, D. S., Bair, D. A., & Terry, R. E. (2012). Soil geochemical analyses at the Preclassic site of Xtobo, Yucatan, Mexico. *Ancient Mesoamerica*, 23(2), 365–377. <https://doi.org/10.1017/S0956536112000247>
- Anzelmo, J. A., Bouchard, M., & Provencher, M.-E. (2014). X-ray fluorescence spectroscopy, part II: Sample preparation. *Spectroscopy*, 29(7).
- Arrhenius, O. (1931). Die Bodenanalyse im Dienst der Archäologie. *Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung, and Bodenkunde Tiel*, 10, 427–439.
- Barba, L. (2007). Chemical residues in lime-plastered archaeological floors. *Geoarchaeology*, 22(4), 439–452. <https://doi.org/10.1002/gea.20160>
- Bintliff, J. L., Davies, B., Gaffney, C., Snodgrass, A., & Waters, A. (1992). Trace metal accumulations in soils on and around ancient settlements in Greece. In P. Spoerry (Ed.), *Geoprospection in the archaeological landscape* (pp. 9–24). Oxbow.
- Cook, D. E., Kovacevich, B., Beach, T., & Bishop, R. (2006). Deciphering the inorganic chemical record of ancient human activity using ICP-MS: A reconnaissance study of late Classic soil floors at Cancuén, Guatemala. *Journal of Archaeological Science*, 33, 628–640. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2005.09.019>
- Cook, S. R., Clarke, A. S., & Fulford, M. G. (2005). Soil geochemistry and detection of early Roman precious metal and copper alloy working at the Roman town of Calleva Atrebatum (Silchester, Hampshire, UK). *Journal of Archaeological Science*, 32(5), 805–812. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2005.01.006>
- Cook, S. R., Banerjea, R. Y., Marshall, L.-J., Fulford, M., Clarke, A., & van Zwieten, C. (2010). Concentrations of copper, zinc and lead as indicators of hearth usage at the Roman town of Calleva Atrebatum (Silchester, Hampshire, UK). *Journal of Archaeological Science*, 37, 871–879. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2009.11.017>
- Cook, S. R., Clarke, A. S., Fulford, M. G., & Voss, J. (2014). Characterising the use of urban space: A geochemical case study from Calleva Atrebatum (Silchester, Hampshire, UK) Insula IX during

- the late first/early second century AD. *Journal of Archaeological Science*, 50, 108–116. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2014.07.003>
- Coronel, E. G., Bair, D. A., Brown, C., & Terry, R. E. (2014).** Utility and limitations of portable X-ray fluorescence and field laboratory conditions on the geochemical analysis of soils and floors in areas of known human activities. *Soil Science*, 179(5), 258–271. <https://doi.org/10.1097/SS.0000000000000067>
- Coronel, E. G., Hutson, S., Magnoni, A., Balzotti, C., Ulmer, A., & Terry, R. E. (2015).** Geochemical analysis of Late Classic and Post Classic Maya marketplace activities at the plazas of Coba, Mexico. *Journal of Field Archaeology*, 40(1), 89–109. <https://doi.org/10.1179/0093469014z.000000000107>
- Dore, C. D., & López Varela, S. L. (2010).** Kaleidoscopes, palimpsests, and clay: Realities and complexities in human activities and soil chemical/residue analysis. *Journal of Archaeological Method and Theory*, 17(3), 279–302. <https://doi.org/10.1007/s10816-010-9092-x>
- Entwistle, J. A., McCaffrey, K. J. W., & Dodgshon, R. A. (2007).** Geostatistical and multi-elemental analysis of soils to interpret land-use history in the Hebrides, Scotland. *Geoarchaeology*, 22(4), 391–415. <https://doi.org/10.1002/gea.20158>
- Frahm, E., & Doonan, R. C. P. (2013).** The technological versus methodological revolution of portable XRF in archaeology. *Journal of Archaeological Science*, 40, 1425–1434. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2012.10.013>
- Frahm, E., Monnier, G. F., Jelinski, N. A., Fleming, E. P., Barber, B. L., & Lambon, J. B. (2016).** Chemical soil surveys at the Bremer Site (Dakota County, Minnesota, USA): Measuring phosphorus content of sediment by portable XRF and ICP-OES. *Journal of Archaeological Science*, 75, 115–138. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2016.10.004>
- Gauss, R. K., Bátorá, J., Nowaczinski, E., Rassmann, K., & Schukraft, G. (2013).** The Early Bronze Age settlement of Fidvár, Vráble (Slovakia): Reconstructing prehistoric settlement patterns using portable XRF. *Journal of Archaeological Science*, 40(7), 2942–2960. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2013.01.029>
- Haslam, R., & Tibbett, M. (2004).** Sampling and analyzing metals in soils for archaeological prospection: A critique. *Geoarchaeology*, 19(8), 731–751. <https://doi.org/10.1002/gea.20022>
- Hayes, K. (2013).** Parameters in the use of pXRF for archaeological site prospection: A case study at the Reaume Fort Site, Central Minnesota. *Journal of Archaeological Science*, 40(8), 3193–3211. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2013.04.008>
- Hjulström, B., & Isaksson, S. (2009).** Identification of activity area signatures in a reconstructed Iron Age house by combining element and lipid analyses of sediments. *Journal of Archaeological Science*, 36, 174–183. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2008.08.005>
- López Varela, S. L., & Dore, C. D. (2010).** Social spaces of daily life: A reflexive approach to the analysis of chemical residues by multivariate spatial analysis. *Journal of Archaeological Method and Theory*, 17(3), 249–278. <https://doi.org/10.1007/s10816-010-9090-z>
- Luke, C., & Cobb, E. (2013).** Dwelling in Haciveliler: Social engineering policies in the context of space, place and landscape in rural, western Turkey. *Anatolian Studies*, 63, 155–173. <https://doi.org/10.1017/S0066154613000082>
- Luke, C., Roosevelt, C. H., & Scott, C. B. (2017).** Yörük legacies: Space, scent, and sediment geochemistry. *International Journal of Historical Archaeology*, 21(1), 152–177. <https://doi.org/10.1007/s10761-016-0345-6>

- Middleton, W. D., & Price, T. D. (1996). Identification of activity areas by multi-element characterization of sediments from modern and archaeological house floors using inductively coupled plasma-atomic emission spectroscopy. *Journal of Archaeological Science*, 23, 673–687. <https://doi.org/10.1006/jasc.1996.0064>
- Middleton, W. D., Barba, L., Pecci, A., Burton, J. H., Ortiz, A., Salvini, L., & Suárez, R. R. (2010). The study of archaeological floors: Methodological proposal for the analysis of anthropogenic residues by spot tests, ICP-OES, and GC-MS. *Journal of Archaeological Method and Theory*, 17, 183–208. <https://doi.org/10.1007/s10816-010-9088-6>
- Milek, K. B., & Roberts, H. M. (2013). Integrated geoarchaeological methods for the determination of site activity areas: A study of a Viking Age house in Reykjavik, Iceland. *Journal of Archaeological Science*, 40, 1845–1865. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2012.10.031>
- Misarti, N., Finney, B. P., & Maschner, H. (2011). Reconstructing site organization in the eastern Aleutian Islands, Alaska using multi-element chemical analysis of soils. *Journal of Archaeological Science*, 38, 1441–1455. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2011.02.007>
- Neff, H. (2017). Inductively coupled plasma-mass spectrometry (ICP-MS). In A. S. Gilbert (Ed.), *Encyclopedia of Geoarchaeology* (pp. 433–441). Dordrecht: Springer Science+Business Media.
- O’Grady, C., Luke, C., Mokrisova, J., & Roosevelt, C. H. (2018). Interdisciplinary approaches to understanding and preserving mudbrick architecture in regional and diachronic contexts. *Cogent Arts and Humanities*, 5, 1–25. <https://doi.org/10.1080/23311983.2018.1553326>
- Oonk, S., Slomp, C. P., & Huisman, D. J. (2009a). Geochemistry as an aid in archaeological prospection and site interpretation: Current issues and research directions. *Archaeological Prospection*, 16, 35–51. <https://doi.org/10.1002/arp.344>
- Oonk, S., Slomp, C. P., Huisman, D. J., & Vriend, S. P. (2009b). Effects of site lithology on geochemical signatures of human occupation in archaeological house plans in the Netherlands. *Journal of Archaeological Science*, 36, 1215–1228. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2009.01.010>
- Oonk, S., Slomp, C. P., Huisman, D. J., & Vriend, S. P. (2009c). Geochemical and mineralogical investigation of domestic archaeological soil features at the Tiel-Passewaaij site, The Netherlands. *Journal of Geochemical Exploration*, 101, 155–165. <https://doi.org/10.1016/j.gexplo.2008.06.004>
- Parnell, J. J., Terry, R. E., & Golden, C. (2001). Using in-field phosphate testing to rapidly identify middens at Piedras Negras, Guatemala. *Geoarchaeology*, 16(8), 855–873. <https://doi.org/10.1002/gea.1024>
- Pollard, A. M., Batt, C. M., Stern, B., & Young, S. M. M. (2007). X-ray techniques and electron beam microanalysis. In *Analytical Chemistry in Archaeology* (pp. 93–123). Cambridge University Press.
- Roos, C. I., & Nolan, K. C. (2012). Phosphates, plowzones, and plazas: A minimally invasive approach to settlement structure of plowed village sites. *Journal of Archaeological Science*, 39, 23–32. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2011.06.033>
- Roosevelt, C. H., & Luke, C. (2012). Central Lydia Archaeological Survey: 2010 results. *Araştırma Sonuçları Toplantısı*, 29(1), 383–400.
- Roosevelt, C. H., & Luke, C. (2013). The Central Lydia Archaeological Survey: 2011 work at Kaymakçı and in the Marmara Lake Basin. *Araştırma Sonuçları Toplantısı*, 30(1), 237–254.
- Roosevelt, C. H., Luke, C., Cobb, P., O’Grady, C., & Sekedat, B. (2014). The Central Lydia Archaeological Survey: 2012 work at Kaymakçı and in the Marmara Lake Basin. *Araştırma Sonuçları Toplantısı*, 31(1), 333–355.

- Rypkema, H. A., Lee, W. E., Galaty, M. L., & Haws, J. (2007). Rapid, in-stride soil phosphate measurement in archaeological survey: A new method tested in Loudoun County, Virginia. *Journal of Archaeological Science*, *34*, 1859–1867. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2007.01.006>
- Salisbury, R. B. (2013). Interpolating geochemical patterning of activity zones at Late Neolithic and Early Copper Age settlements in eastern Hungary. *Journal of Archaeological Science*, *40*, 926–934. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2012.10.009>
- Scott, C. B. (2020). Integrating multi-scalar sampling strategies for archaeological sediment chemistry. *Journal of Field Archaeology*, *45*(8), 588–607. <https://doi.org/10.1080/00934690.2020.1808751>
- Terry, R. E., Hardin, P. J., Houston, S. D., Nelson, S. D., Jackson, M. W., Carr, J., & Parnell, J. (2000). Quantitative phosphorus measurement: A field test procedure for archaeological site analysis at Piedras Negras, Guatemala. *Geoarchaeology*, *15*(2), 151–166. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1520-6548\(200002\)15:2<151::AID-GEA3>3.0.CO;2-T](https://doi.org/10.1002/(SICI)1520-6548(200002)15:2<151::AID-GEA3>3.0.CO;2-T)

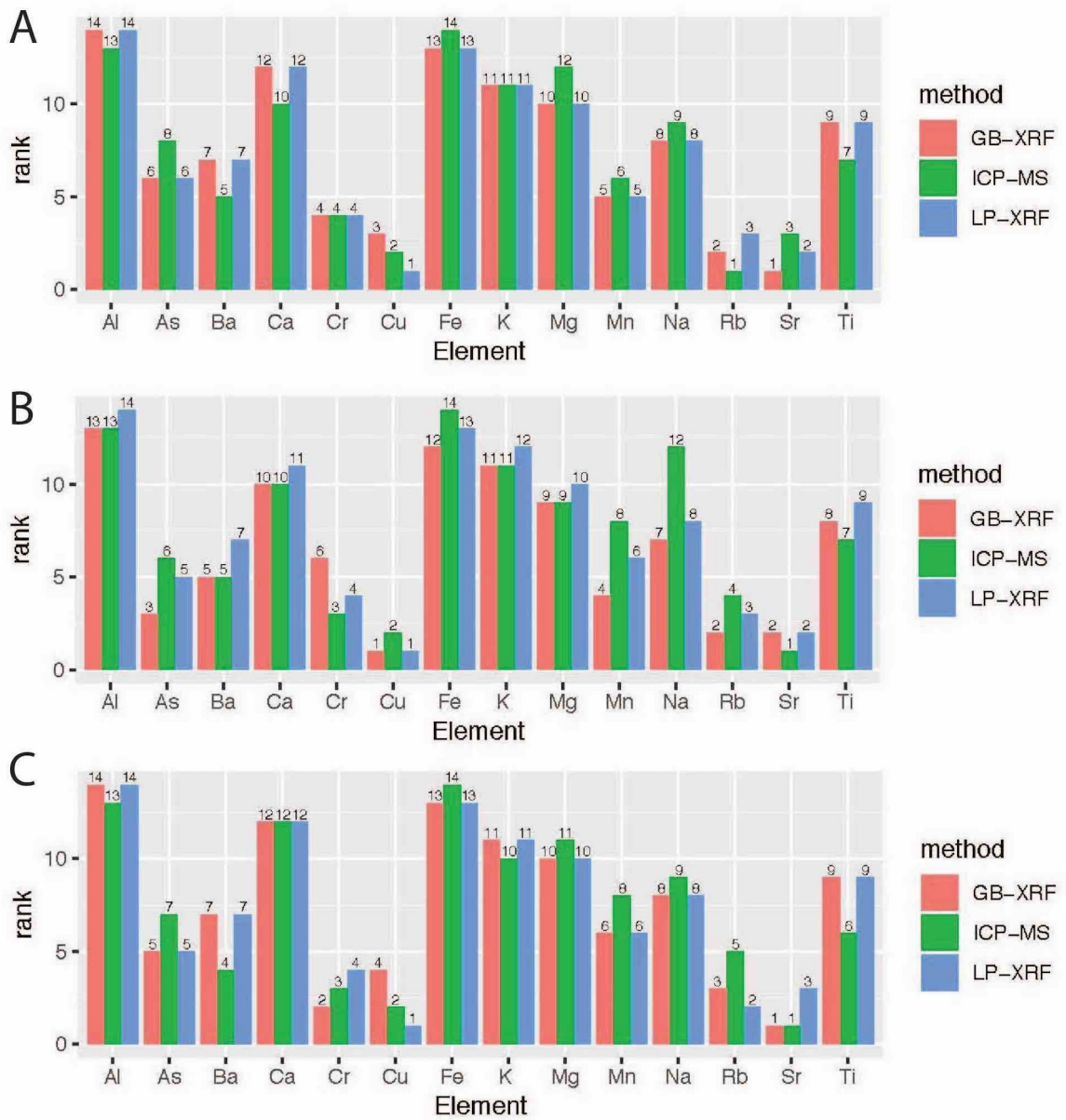


Figure 1. Rankings for samples A) 930.698.1.1, B) 932.698.2.1, and C) 974.697.5.1.

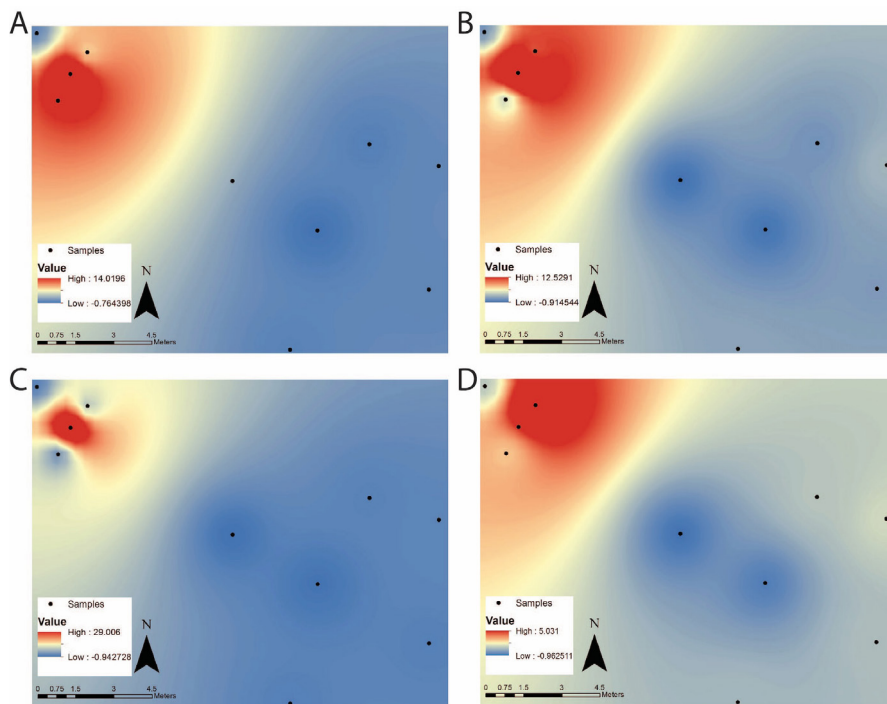


Figure 2. Heat maps showing the distribution of calcium in Area 3 from A) ICP-MS analysis, B) loose-powder XRF, C) and fusion-bead XRF with a major outlier and D) without. Values indicate enrichment or depletion relative to a calculated background.

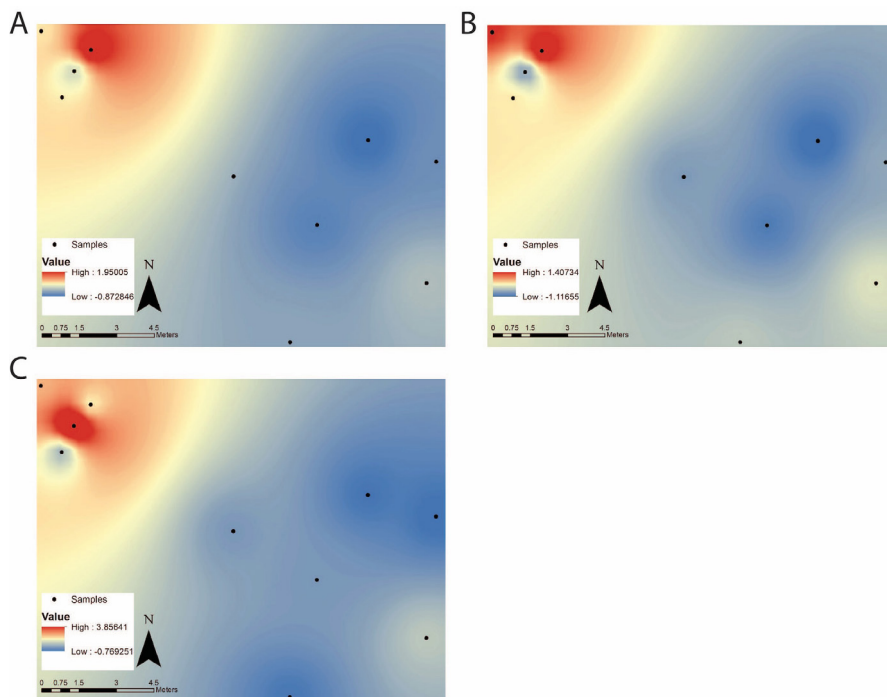


Figure 3. Heat maps showing the distribution of magnesium in Area 3 from A) ICP-MS analysis, B) loose-powder XRF, and C) fusion-bead XRF. Values indicate enrichment or depletion relative to a calculated background.

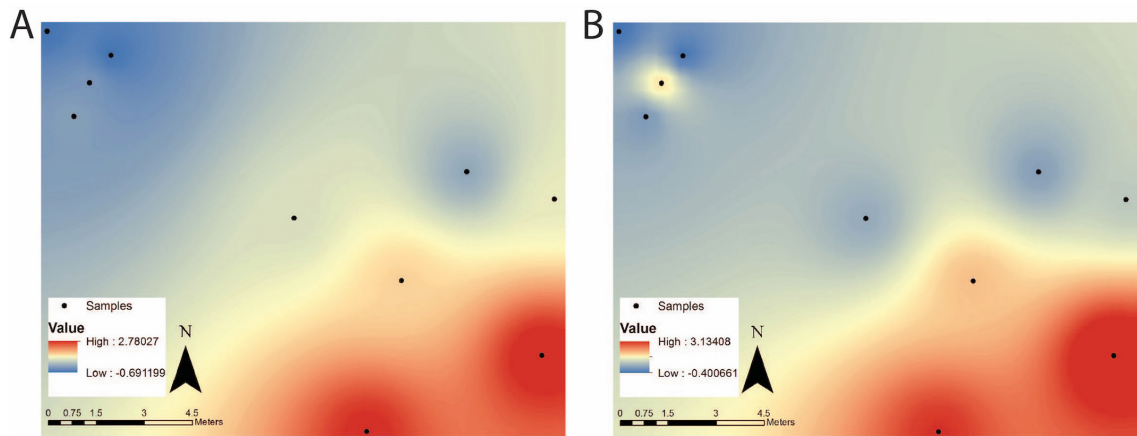


Figure 4. Heat maps showing the distribution of phosphorus in Area 3 from A) loose-powder XRF and B) fusion-bead XRF. ICP-MS produced no data for this element. Values indicate enrichment or depletion relative to a calculated background.

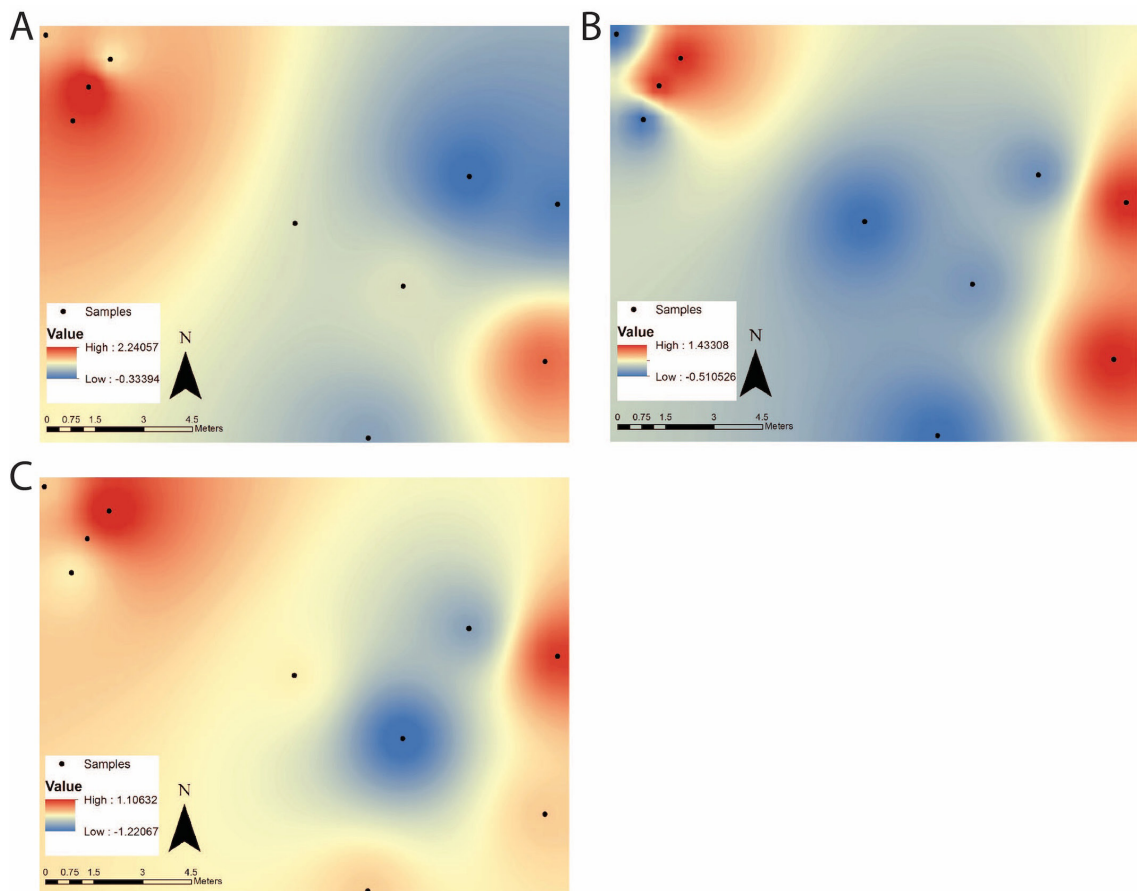


Figure 5. Heat maps showing the distribution of strontium in Area 3 from A) ICP-MS analysis, B) loose-powder XRF, and C) fusion-bead XRF. Values indicate enrichment or depletion relative to a calculated background.

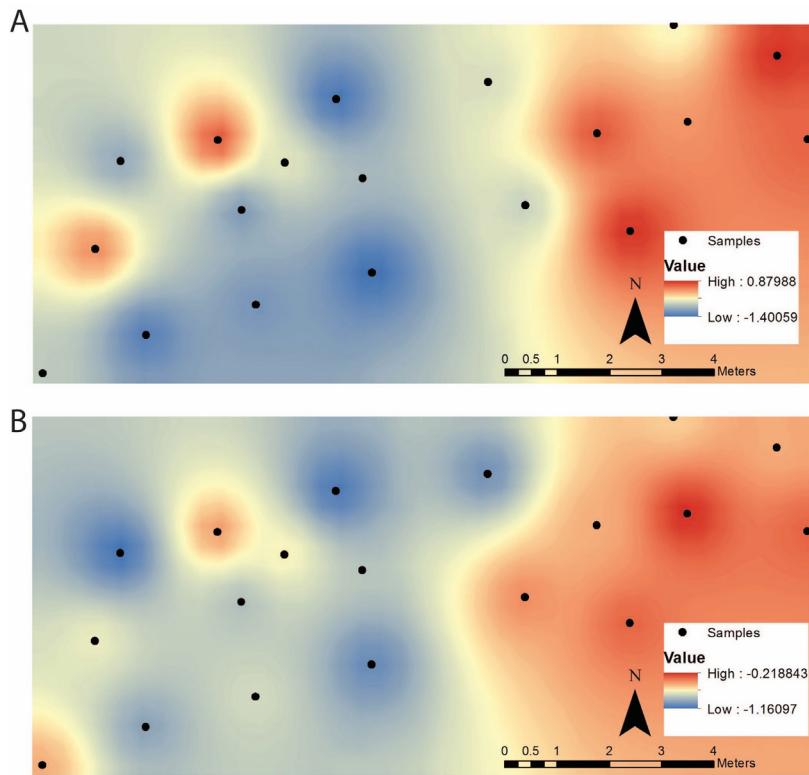


Figure 6. Heat maps showing the distribution of strontium in Area 1 from A) ICP-MS analysis and B) loose-powder XRF. Values indicate enrichment or depletion relative to a calculated background.

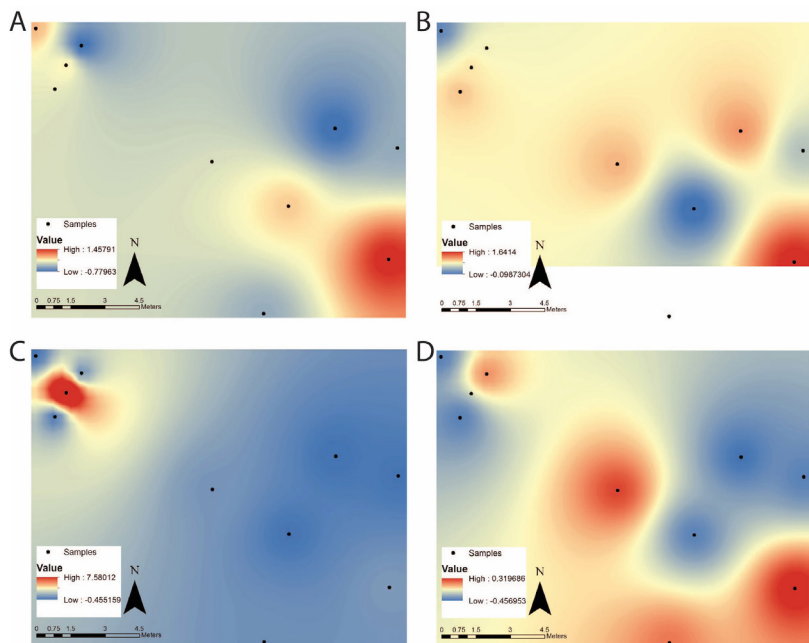


Figure 7. Heat maps showing the distribution of copper in Area 3 from A) ICP-MS analysis, B) loose-powder XRF (map is truncated because of missing data), C) fusion-bead XRF including a significant outlier, and D) fusion-bead XRF without the outlier. Values indicate enrichment or depletion relative to a calculated background.

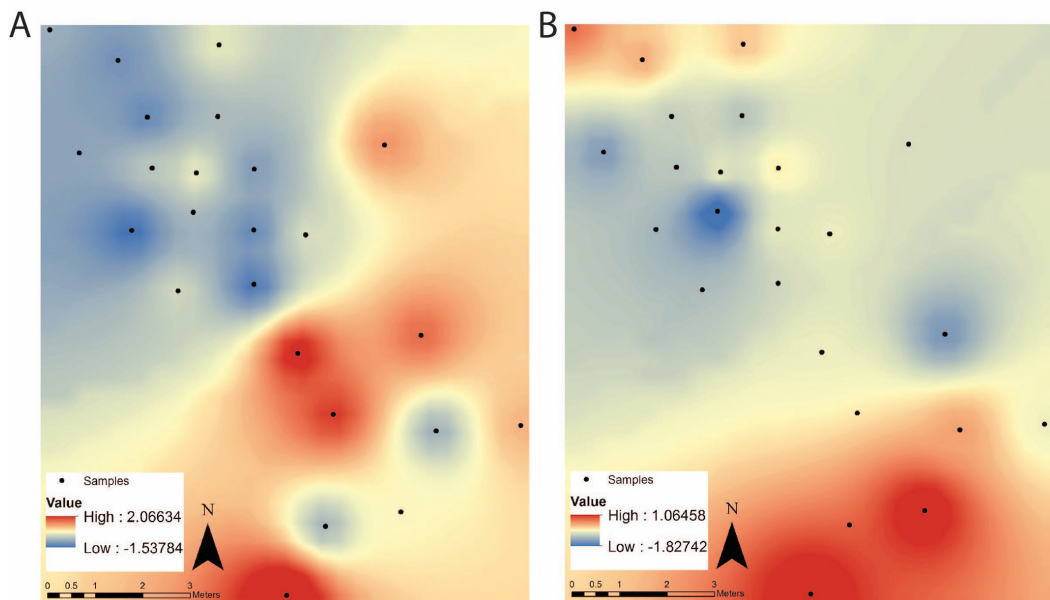


Figure 8. Heat maps showing the distribution of copper in Area 2 from A) loose-powder XRF and B) fusion-bead XRF. Values indicate enrichment or depletion relative to a calculated background.

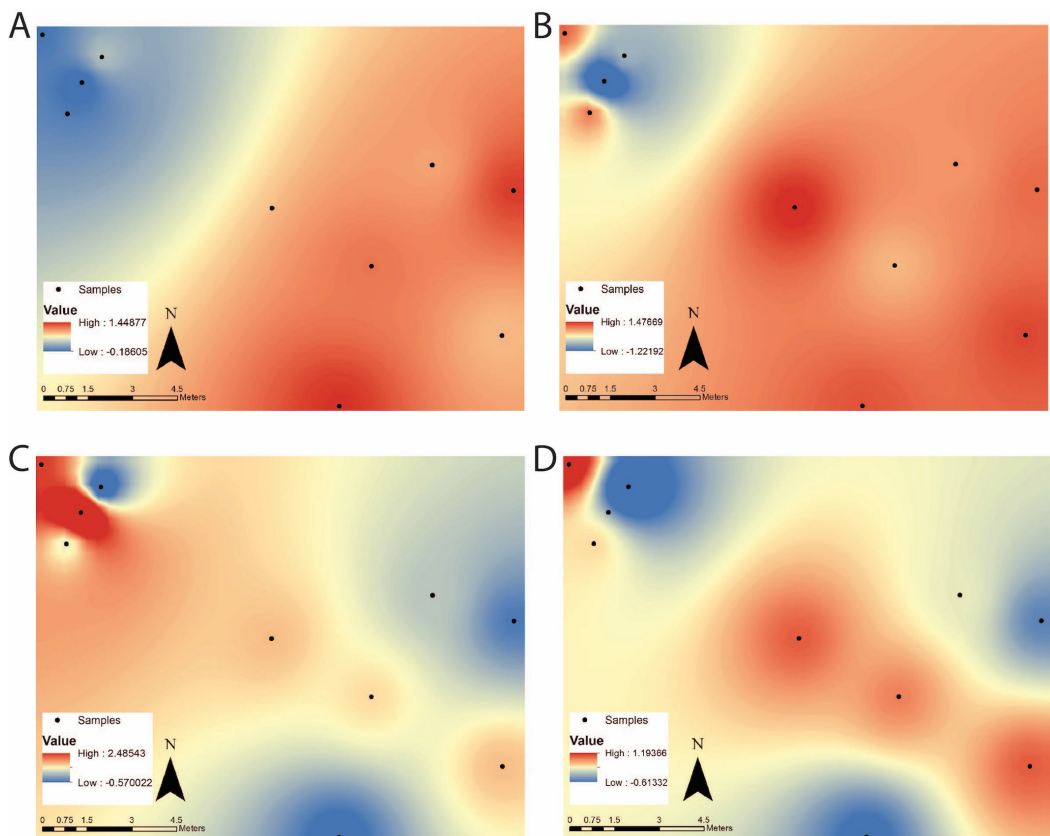


Figure 9. Heat maps showing the distribution of potassium in Area 3 from A) ICP-MS analysis, B) loose-powder XRF, C) fusion-bead XRF including a significant outlier, and D) fusion-bead XRF without the outlier. Values indicate enrichment or depletion relative to a calculated background.

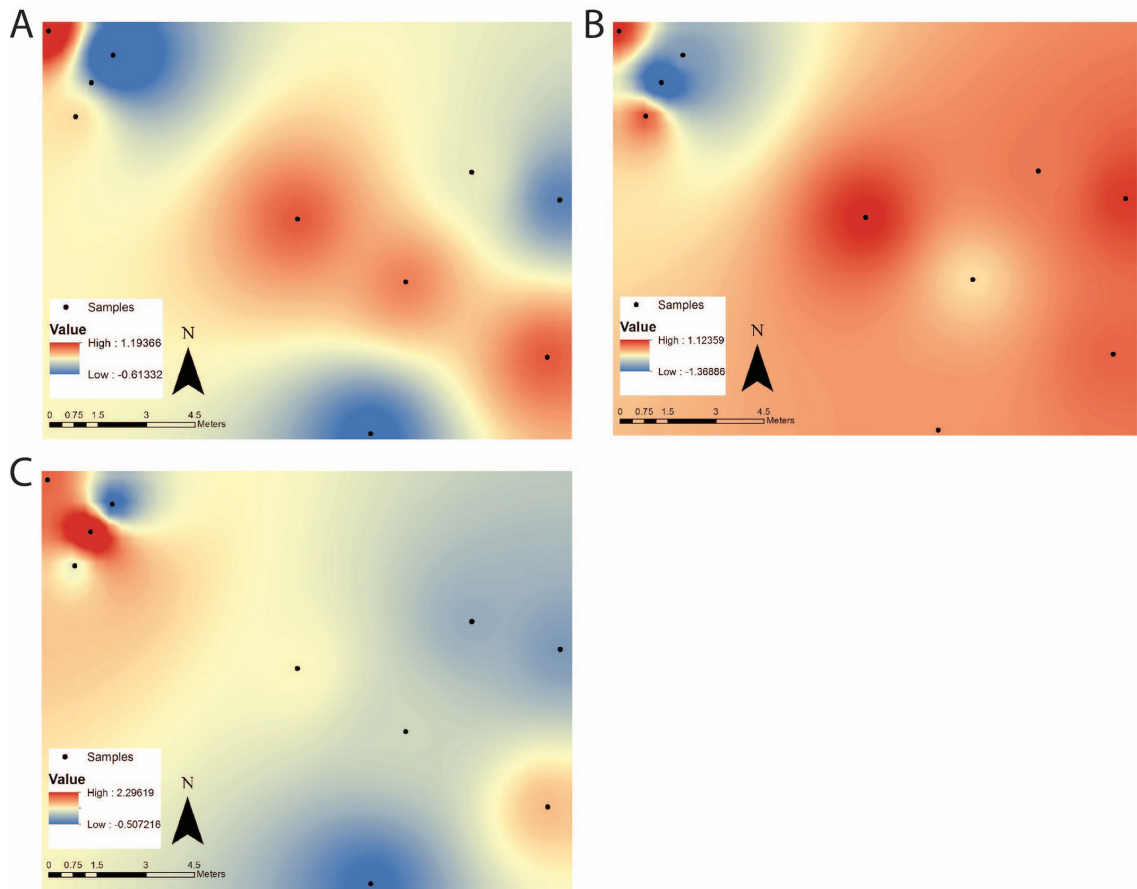


Figure 10. Heat maps showing the distribution of aluminum in Area 3 from A) ICP-MS analysis, B) loose-powder XRF, and C) fusion-bead XRF. Values indicate enrichment or depletion relative to a calculated background.

Boncuklu Höyük'te Deneysel Arkeoloji: Ateş ve Ocak Kullanımına Yönelik Bazı Gözlemler

Gökhan Mustafaoğlu^a

Özet

Ateşin ilk insanlar tarafından kontrol edilmesi, evrimlerini *mümkün kılan önemli* bir olgudur. Ateş, temel olarak ısı ve aydınlatma kaynağı, yırtıcılardan korunma, daha gelişmiş av araçları yaratmanın bir yolu ve beslenme için yeni bir yöntem sağlamıştır. Bu kültürel ilerlemeler, insanın coğrafi dağılımına, kültürel yeniliklere, diyet ve davranışında köklü değişikliklerin oluşmasına neden olmuştur. Paleolitik'ten itibaren *sürdürülebilir* bir enerji kaynağı olarak temel işlevlerinin yanı sıra sosyalleşme, zanaat, sanat, *üretim ve sembolik* dünyanın oluşturulması bağlamında da kullanılmıştır. Neolitik'in getirdiği birçok köklü değişim içinde ortaya çıkan ev ve benzeri yapıların içinde ve dışında ocakların günlük hayatın merkezinde yer alan kalıcı yapısal unsurlara dönüştüğü görülür. Bu dönüşüm Boncuklu Höyük'te kazısı yapılan evler ve evler arasında bulunan açık alanlarda farklı form ve boyutlardaki ocak alanlarının tespit edilmesiyle açık bir şekilde gözlemlenmiştir. Ancak arkeolojik açıdan ateşin ve dolayısıyla ocakların kullanımlarının anlaşılması *çok* kolay değildir. Bu nedenle arkeolojik veriler esas alınarak yapılan deneysel çalışmalar sonucunda ocakların kullanım biçimleri ve yapı içindeki etkilerinin anlaşılmasını olanaklı kılacak bazı yorumlara ulaşılmıştır. Deneysel evler içinde yapılan çalışmalarda farklı yakacak hammaddelerin *ısı, ışık*, kalori ve duman gibi unsurlar bağlamında değişkenlik gösterdiği ve insanların Neolitik ev içlerinde basit yapısal düzenlemeler yaparak dumanın etkisini azaltıcı önlemler almış olabilecekleri çıkarımı yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Boncuklu Höyük, ateş, ocak, duman, deneysel arkeoloji

Abstract

The control of fire by early humans is a significant phenomenon that made their evolution possible. Fire provided primarily a source of heat and lighting, protection from predators, a way to create more advanced hunting tools, and a new method for nutrition. These cultural advances

^a Doç. Dr., Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, Arkeoloji Bölümü, Tarihöncesi Arkeolojisi Anabilim Dalı, Ankara/Türkiye.

gokhan.mustafaoglu@hbv.edu.tr ; <https://orcid.org/0000-0002-9726-172X> ; Doi: 10.63167/0.2025.2

Makale gönderim tarihi: 14.11.2024 ; Makale kabul tarihi: 02.01.2025

have led to radical changes in the geographical distribution of humans, cultural innovations, and diet and behavior. As a sustainable energy source, it has been used since the Paleolithic in the context of socialization, craft, art, production and the creation of the symbolic world, as well as its basic functions. It is seen that the hearths inside and outside the houses and similar structures, which emerged in many radical changes brought by the Neolithic, became permanent structural elements in the center of daily life. This transformation has been clearly observed in the houses excavated at Boncuklu Höyük and the determination of hearth areas of different forms and sizes in open areas between the houses. However, from an archaeological point of view, it is not easy to understand the use of fire and therefore hearths. For this reason, as a result of experimental studies based on archaeological data, some inferences have been made that will make it possible to understand the use of hearths for cooking and heating purposes and their effects in the building. In the studies conducted in experimental houses, it was deduced that different fuel raw materials varied in terms of factors such as heat, light, calories and smoke, and that people may have taken measures to reduce the effect of smoke by making simple structural arrangements in neolithic houses.

Keywords: Boncuklu Höyük, fire, hearth, smoke, experimental archaeology

Giriş

Ateş, insan evriminde çok önemli davranışsal ve teknolojik bir adaptasyondur. Homo cinsinin ateş kullanımı, yemek pişirme, ışık, sıcaklık, yırtıcı hayvanlara karşı koruma sağlayarak yaşam sürelerini uzatma ve teknolojik yenilikler için itici bir mekanizma gibi davranışsal özellikler geliştirmelerine yol açan çok önemli bir araçtır. Ateş kullanımı ayrıca insanın biyolojik ve sosyal özelliklerinin evrimi bağlamında önemli bir katalizördür (Aldeias, 2017, 191). Ateşin kontrol altına alınarak kullanılması aynı zamanda insan geçmişinin en önemli teknolojilerinden biridir. Bu teknoloji kısa sürede meydana gelen bir olaydan ziyade, uzun vadede gerçekleşen bir dizi süreç ve bu süreci şekillendiren çok sayıda bileşenin bir ürünüdür. Öyle ki Pleistosen ve Holosen boyunca insan davranış ve üretim biçimlerini şekillendiren tüm ileri teknolojilerde hem alet hem de bir araç olarak hayatın merkezinde yer almıştır (MacDonald vd., 2021,1). Bu yer alış, yazının konusunu oluşturan Boncuklu Höyük'te Neolitik'in en erken aşamalarında ev içi ve dışındaki ocak ve ateş alanlarında çok açık bir şekilde görülmektedir. Mevcut veriler ısı, ışık, havalandırma, erişilebilirlik, mekân düzeni, pişirme yöntemlerinin belirleyici olduğu yapı içlerinde, ocakların ihtiyaçlara göre değişiklik gösteren kalıcı yapısal unsurlar olduğunu ortaya koymaktadır (Uzdurum, 2018, 39). Öyle ki söz konusu bu ocakların Boncuklu Höyük'teki Neolitik insanların yaşamının merkezinde yer aldıklarını söylemek çok iddialı olmaz. Bununla birlikte çok da büyük olmayan Boncuklu evlerinin içinde özellikle ocaklardaki pişirme ve ısınma amaçlı yapılan ateş yakma faaliyetlerinin ne biçimde yapıldığını anlamak da bir o kadar güçtür. Bu nedenle hangi tür yakacak türlerinin tercih edildiği başta olmak üzere, bunların kalori ve duman yoğunluklarının nasıl kontrol edildiğini anlamak için arkeolojik veriler esas

alınarak deneysel çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar doğrultusunda, arkeobotani örnekleri (Fairbairn vd., 2014), sediman blokları üzerinde yapılan mikromorfoloji analiz sonuçları (Suárez vd., 2018) ve Neolitik'in erken evrelerinin paleoekolojik verileri (Collins vd., 2018) temel alınarak kamış sapı, kamış kökü, söğüt, kavak, ardıç, meşe ve otçul hayvan dışkısı kullanılarak ateş yakma çalışmaları yapılmış ve tüm süreç gözlemlenerek veriler kayıt altına alınmıştır (Baird vd., 2014; Baird vd., 2015; Baird vd., 2016; Baird vd., 2018b; Mustafaoğlu, 2021) Süreç sonucunda boyut varyasyonları gösteren Neolitik evlerin tüm yapısal unsurları esas alınarak inşa edilmiş deneysel evler ve ocaklarda Neolitik insanların ateş yakma faaliyetleri sonucunda oluşabilen duman yoğunluğu ile başa çıkmak için yapı içinde kompleks olmayan bazı düzenlemeler yapmış olabileceklerine dair çıkarımlarda bulunulmuştur (Mustafaoğlu & Bar-Yosef, 2016; Mustafaoğlu, 2020, 41).

Ateş-ocak kullanımı ve dumanın etkilerine yönelik cevap arayışları Boncuklu Höyük ile sınırlı değildir. Hemen komşu coğrafyadaki diğer prehistorik yerleşimlerde de sürdürülen çeşitli deneysel çalışmalarla bu fenomen aydınlatılmaya çalışılmıştır. Aşıklı Höyük (Uzdurum, 2013) ve Çatalhöyük'te (Eddisford vd., 2009; Shillito vd., 2021) yapılmış olan deneysel çalışmalarla özellikle yapı içinde ateş-ocak kullanımı, dumanın tahliyesi ve dumanın insanlar üzerindeki olası etkilerinin neler olabileceği gözlemlenmiştir. Bunlara ek olarak yakın zamanlı bir çalışma, Aşıklı'nın erken evrelerindeki yapılarda açığa çıkarılan "havalandırma bacası" gibi Neolitik dönemin erken evrelerinde sosyo-ekonomik değişikliklerle birlikte ortaya çıkan bazı mimari yeniliklerin temiz hava alımı ve dumanın tahliye edilmesinde nasıl bir işlevi olduğu da tartışılmıştır (Duru vd., 2021). Verilen bu bilimsel çalışma örneklerin ateş ve ocak kullanımına yönelik yorumların zenginleşmesine çok büyük katkılar sağladığı bir gerçektir. Ancak insanın biyolojik ve kültürel gelişiminde oldukça önemli olan unsurların ilk kullanımlarının anlaşılması ve zaman içerisindeki değişim dinamiklerinin kavranabilmesi için bazı çalışma sonuçlarına değinmekte fayda vardır. Bu bağlamda Kedar ve Barkai'nin önerdiği mağaralarda duman havalandırmasını temsil etmek için termodinamiğe dayalı temel bir hava sirkülasyonu modeli oldukça önemlidir (Kedar & Barkai, 2019). Araştırmacılar, bu modeli, duman dağılımı ile mağara yapısı, boyutları, ocak özellikleri ve mevsimsel sıcaklık dalgalanmaları arasındaki ilişkiye ışık tutmak için kullanmış ve ateş sonucunda ısının mağaranın içi ile dış ortamı arasındaki sıcaklık farkını artırdığı ve bunun da daha hızlı hava sirkülasyonu sağlayarak, mağara içindeki ocaklarının soğuk mevsim kullanımı için daha uygun olduğunu önermişlerdir. Önerilerinde ayrıca sıcak mevsimde, mağara içi ve dışındaki sıcaklık farkının daha az olduğunda, dumanın dışarı tahliyesinin zorlaştığı, bu durumun, mağarada daha yüksek bir duman yoğunluğuna neden olarak mağara içinde yerleşimi zorlaştırmış olduğu vurgusunu yapmaktadırlar. Çalışmalarında ayrıca ocakların konumunun çok önemli olduğu ve mağaranın giriş kısmından daha çok dip kısımlarının tercih edilmesinde hava sirkülasyonun gözetildiği çıkarımında bulunmuşlardır (Kedar & Barkai, 2019, 8). Bir diğer çalışmada Hoare, Paleolitik ocakların işlevinin değerlendirilmesi,

ateşin ısı, ışık ve yemek pişirme, arkeolojik kayıtlardaki yanma özellikleriyle ilişkilendirilip ilişkilendirilemeyeceğini anlamak için dokuz farklı yakıt türünün ısı ve ışık özelliklerini incelemiştir. Hoare, odun türleri ve kemik benzeri yakıt türlerinin aynı şekilde yanmadığı, ortaya çıkan kül ve duman miktarında değişkenliğin farklı yapısal özellikteki yakacak hammaddelerinden kaynaklanabileceğini vurgulayarak, Paleolitik ateş izlerinin fosil insan davranışlarını anlamak için bir kaynak olabileceği vurgusunu yapmaktadır (Hoare, 2020, 555).

Boncuklu Höyük ve Yakın Çevresinin Paleocoğrafik Özellikleri

Konya Havzası, deniz seviyesinden ~1000 m yükseklikte, Anadolu Platosu'nun güney ucunda, Torosların kuzeyinde, Türkiye'nin orta-güneyinde (37°30' K, 33°00' D) yer alır. Boncuklu'nun da içinde yer aldığı havza daha önce son buzul (Würm) döneminde oluşan ve GÖ 25.000 civarında maksimum seviyesine ulaşan büyük bir göl tarafından işgal edilmiştir. GÖ 20.000'den sonra, göl sularını besleyen kaynakların azalması ve artan sıcaklıklar ve dolayısıyla artan buharlaşma nedeniyle Pleistosen'in sonundan itibaren kurumaya başlamıştır. Bir kez kuruduktan sonra, göl yatağı düz-hafif dalgalı bir marn ovası oluşturmuş ve bu yüzey üzerinde, özellikle Toros Dağları'nın güneyindeki havzalarından çıkan bir dizi nehir bölge coğrafyasını şekillendirmiştir. Bu nehirler, ova boyunca alüvyon çökeltileri biriktirerek, büyük alüvyonlu yer şekillerinin oluşmasına neden olmuştur. Bunların en büyüğü, bugün ~474 km'lik bir alanı kaplayan ve Boncuklu Höyük'ün yer aldığı yakın çevreyi karakterize eden Çarşamba alüvyon yelpazesidir. Bu yapı içerisinde Geç Pleistosen sırasında özellikle geri çekilen göl sularında bir miktar tortu birikimi meydana gelmiş ve bölge tortullarla kaplanmıştır. Neolitik'in en erken evreleri ile çağdaş çok sayıda arkeolojik alan bu alüvyon tortullarının üzerinde yer almaktadır (Boyer vd., 2006, 676; Mustafaoğlu, 2024, 133). Genel anlamda ise Güney-Orta Anadolu'nun Konya Ovası, geç karstik dağ içi platodur. Karasal yarı kurak bir iklime sahip olmakla birlikte kışlar soğuk ve nemli, yazlar ise sıcak ve kurudur. 20. yüzyılın başlarındaki drenaj ve sulama çalışmalarından önce Konya Ovası, çeşitli sulak alan habitatları ile serpiştirilmiş karbonatça zengin marnlı bir bozkırın hâkim olduğu heterojen, parçalı bir araziden oluşmaktadır. Mevsimsel olarak su basmış sığ göller, karstik obruklar, tuzlu çöküntüler, kum sırtları, kum tepeleri ve alüvyon taşkın yatakları ise Boncuklu ve yakın civarını karakterize eden coğrafik ve jeomorfolojik özelliklerdir. Palinolojik ve arkeobotanik çalışmalar, erken ve orta Holosen dönemde bölgede yarı kurak karışık ormanlık alanların iyi drene edilmiş kırmızı topraklarla kaplı düzlükler üzerinde büyüdüğünü göstermiştir. Buna ek olarak Konya Ovası ve yakın çevresi için Holosen başlarındaki iklimsel ve çevresel durum, kurak-yarı kurak bir iklimsel görünümünden, nem oranının oldukça yüksek seviyelere çıktığı iklimsel dalgalanmaların etkili olduğu göl ve sulak alanlarla çevrili bir paleo-çevreye dönüşümüyle karakterize edilmektedir (Asouti & Kabukcu, 2014, 162-164; Mustafaoğlu, 2024, 134).

Boncuklu Höyük ve Yerleşim Dinamikleri

Günümüzde Boncuklu Höyük Çatalhöyük'ün 9.5 km kuzeyinde, Konya'nın Karatay ilçesine bağlı Hayıroğlu Mahallesi sınırları içinde yer almaktadır (Şekil 1). 2006 yılından itibaren sürdürülen kazılar doğrultusunda gerek Güneybatı Asya Arkeolojisi ve gerekse Anadolu Arkeolojisi için son derece önemli bir süreç olan yerleşik hayata geçişin izleri aydınlatılmaya çalışılmaktadır. Höyüğün en erken seviyeleri AMS yöntemiyle MÖ 9300'e tarihlenmektedir (Baird vd., 2022, 40). Çatalhöyük'ten yaklaşık iki bin yıl öncesine ait Boncuklu Höyük, Çatalhöyük'e çok yakın bir konumda bulunması, ev içi düzenlemelerinde gözlemlenen ortak noktalar ve Çatalhöyük'te gözlemlenen çok gelişmiş bir sembolizmin en erken örneklerini içeriyor olması nedeniyle Çatalhöyük'ün "öncüsü" olarak nitelendirilmektedir (Baird vd., 2018a, 3077).

Yerleşimin genel görünümü ise birbirlerinden farklı olarak konumlanmış ve tekrar eden bir şekilde yenilenen oval biçimli kerpiç duvarlı evler ve ev kümeleri arasında kalan açık alanlarla karakterizedir. Oval planlı, yaklaşık 50 cm derinliğinde temel çukurlarına sahip evlerin (Şekil 2) görüldüğü Boncuklu Höyük mimarisinde elle yapılmış ovalimsi kerpiç tuğlalar kullanılmıştır (Mustafaoğlu, 2021, 93). Buna ek olarak ahşap ve diğer organik kökenli hafif malzemelerin de yaygın olarak kullanıldığı gözlemlenir. Ahşabın çatıyı destekleyici bir unsur olarak kullanıldığı düşünülmektedir. Holosen'in erken safhalarında yerleşimin bulunduğu arazi tamamen sulak ve bataklık türü bir yapıdadır. Arazinin sulak ve bataklık türü bir yapıda olması yapı malzemesi olarak kullanılacak çeşitli materyallere erişimin kolay olması açısından uygun bir ortam sağlamış olmalıdır. Bu malzemelerin en başında, kerpiç yapımı için gerekli hammadde olan, beyaz killi toprak olarak tanımlayabileceğimiz marn ve çatı kaplamasında da kullanılmış olan hafif saz ve kamış gibi organik malzemeleri belirtmek mümkündür (Baysal, 2013, 85). Boncuklu Höyük'te, yapıların aynı plan pozisyonu kullanılarak birbiri üzerine inşa edildiği bir yapı devamlılığının varlığından söz etmek mümkündür. Bu devamlılık, her bir evin yaşamının ötesinde insanüstülüğünün sembolik bir ifadesi, aynı zamanda evin sosyal ve biyolojik yeniden üretiminin başarısının da bir göstergesi olarak yorumlanmaktadır (Baird vd., 2017,762).

Yapıların iç organizasyonuna bakıldığında, bunların içeriden, taban seviyesinde, yükseltilmiş bir platform ile ikiye ayrıldığı; bu ayrımın da bazı yapılarda platform sınırının kırmızı renkli boya ile boyanması ile daha belirgin bir hale getirildiği gözlemlenmiştir. Yapıların iç duvarlarında hayvan başlarına yer verilmiştir. Hayvan başı uygulamalarının sembolik amaçları olduğu düşünülür. Evlerin güneybatı kısımlarına konumlanan ve genellikle oval bir planda inşa edilen ocakların kullanımı için ayrılmış olan alanlar, bir platform ile ayrılmış olan alandan daha kirliliğe sahiptir. Bu durum, platformların belki de "temiz" ve "kirliliğe" alanları ayırmak amacıyla uygulamaya alınmış olduğunu göstermektedir. Platform alanında tabanların beyaz sıva ile devamlı olarak yenilediğine dair izler görülür. Tekrarlanan bu işlem, Boncuklu Höyük'te açığa çıkarılan oval planlı yapı mimarisinin genel karakteristik özelliklerinden biri olarak kayıt altına

alınmıştır. Bu alanların yiyecek hazırlama dışında, bilinçli bir şekilde temiz tutularak, günlük aktivitelerin, sosyalleşmenin ve uyuma faaliyetlerinin sürdürüldüğü alanlar olarak kullanıldığı düşünülmektedir (Baird vd., 2018a, 3078). Evlerin güneydoğu bölümlerinde ise bir çeşit eşğin yer aldığı ve dolayısıyla kapı açıklığının olabileceği bölümlerle standart olarak karşılaşılmaktadır (Baird vd., 2017, 758). Ev içinde insanların oturma pozisyonlarının canlandırıldığı çizimler doğrultusunda, mekânların kapladığı hacim çok büyük olmamasına rağmen 4-6 kişiyi rahatça barındırabilecek ölçektedir. Ocakların kullanımı ve çeşitli evlerde mekânın yaklaşık ortasına kadar bir alana yayılıyor olması ısınma işlevine de işaret etmektedir. Yiyecek hazırlama ve pişirme işlemlerini değerlendirdiğimizde en fazla iki kişinin (Şekil 3) ocak etrafında rahatça hareket edebileceği söylenebilir (Baysal, 2013, 87).

Boncuklu Höyük'te Ocaklar ve Ateş Yerleri

Ateşin kontrollü olarak insan eliyle yakılmasını takip eden süreçte kullanılan basit ateş yerlerinin yerleşik yaşama geçiş sürecinde değişime uğradığı anlaşılmaktadır. Başka bir deyişle kullanım ve ihtiyaç biçimleri ile ilişkili olarak zaman içerisinde ocak/ateş yerleri; form, konum, nitelik ve nicelik açısından değişiklik gösteren unsurlar olarak kapalı veya açık mekânlarda yaşamın merkezinde yer almışlardır (Fuchs-Khakhar, 2021, 2). Daha detaylı olarak bakılacak olursa Paleolitik sonrasında Neolitik boyunca ocaklar, sadece ateşin kontrol altında tutularak ısınma ve pişirme gibi temel gereksinimlerin karşılanması için kullanılmakla kalmamış, zamanla evlerin vazgeçilmez bir parçası haline gelerek mekanla özdeşleştirilen birer kalıcı yapı öğelerine dönüşmüştür (Uzdurum, 2018, 12). Bu öğeler zamanla belirli kurallar gözetilerek yapılmaya başlanmış, farklı ihtiyaçlar doğrultusunda biçimsel çeşitliliğe uğramıştır. Özellikle Konya Ovası genelinde, Holosen başlarında sıcaklığın çok yüksek olmadığı bölgede, kış aylarında yaşam alanı olarak kerpiçten yapılmış evler içinde tespit edilen ocak ve ateş yerlerinin belirleyici bir rol üstlendiği öne sürülebilir. Boncuklu Höyük'te ateş yakma faaliyetleri günlük/anlık kullanıma yönelik ateş yerleri ve ocaklarla karakterizedir. Ocak formları daha çok kerpiç evlerde ve “*light house*” adı verilen çardak benzeri yapılar içinde tespit edilmiştir. Evler arasında kalan açık alanlarda ve çöp dolguları içinde ise düzensiz ve belirli bir form vermeyen ateş yerlerinden bahsetmek olasıdır. Tespit edilen ocaklar belli bir form ve boyut standardizasyonu göstermemekle birlikte bunların oval ve ovale yakın şekillerde (Şekil 4) olduğunu söylemek mümkündür (Fuchs-Khakhar, 2021, 3; Mustafaoğlu, 2024, 140).

Kerpiç evlerde “kirli alan” olarak nitelendirilen alanlarda ocakların kullanıldığı açık olarak ortaya konmuştur. Bunlar çoğunlukla kil benzeri sıva ile tabanın oval olarak çerçevesiyle oluşmaktadır. Bazı yapılarda ise bu çerçeve aynı olmakla birlikte ev tabanının çukurlaştırılarak ocak haline getirildiği örnekler de mevcuttur (Şekil 5). Farklı bir uygulama olarak da ısıyı yansıttıkları ve muhafaza ettikleri için ocak tabanını oluşturmak amacıyla volkanik taşlar, çakıl

taşları ve bazen de kerpiç parçaları kullanılmıştır (Fuchs-Khakhar, 2021, 4). Bu bağlamda kerpicin ısıyla olan etkileşimine kısaca vurgu yapmakta fayda vardır. Kerpiç, yapısal olarak ısı tutuculuk özelliğinden dolayı ısı ve nem dengesinin korunmasını sağlar. Sudan sonra en iyi enerji depolayan malzemelerden birisi olan toprak, ana yapı malzemesi olarak yapıyı çevreleyen duvarları oluşturduğundan ısınma enerjisini bünyesinde toplar. Isıtma kesildikten sonra uzun süre bünyesindeki ısıyı vererek sıcaklığın dengeli kalmasını sağlayarak yapıyı sıcak veya soğuktan koruduğu bilinmektedir (Çavuş vd., 2015, 185). Bu yapısal özelliğini iyi gözlemlemiş olan Neolitik Boncuklu sakinlerinin, evlerin inşasında ana yapı malzemesi olarak kullandıkları kerpicli kayalarla birlikte ocak içlerinde de kullanmış olmaları tesadüf olmasa gerekir.

Boncuklu'da ocakların işlevsellikleri bağlamında, evin “kirli” alanında ocağa yakın kısımlarda genelde yiyecek hazırlama faaliyetlerinin burada yapıldığına işaret eden kül ve organik kalıntılarla karakterize olan seviyelerle sıklıkla karşılaşılır. Ocakların kullanım aşamasında oluşan dumanın bir şekilde dışarı çıkması için, olasılıkla ocağın üstüne denk gelen çatı kısmına bir çeşit baca işlevi gören bir delik açılmış olma ihtimali yüksektir. Böyle bir yapısal özelliğin olabileceği, kazısı yapılan evlerdeki ocak alanlarını çevreleyen ve ancak üst taraftaki açıklıktan gelebilecek yağmur veya eriyen kar sularının damlaması ile oluşabilecek dairesel bir hattın varlığıyla da kanıtlanmaktadır (Mustafaoğlu, 2021, 95). Buna ek olarak, bazı yapılarda ocak çevresinde, ocağı çevreler durumunda bulunan ve at nalı veya “U” şeklinde sıralanan bir dizi delik, bu kısımda ahşap dal çubuklar kullanılarak oluşturulan ve ocağın etrafını çevreleyen bir ayırıcının varlığını düşündürür. Bu ayırıcının dumanın bacaya yönlendirilmesi, ısının evin iç tarafına iletilmesi ya da üzerinde et benzeri besinlerin pişirilmesi gibi farklı işlevsel özellikleri olanaklı kılan bir yapısal unsur olduğu düşünülmektedir (Mustafaoğlu & Bar-Yosef, 2016, 41). Bu çıkarıma ek olarak ayırıcı ya da ayırıcı benzeri unsurların yan ve arka bölümlerinin, yakacakların istiflendiği ve kurutulduğu alanlar olarak düzenlenmesiyle söz konusu yakacakların bir sonraki ateş yakma faaliyetleri için uygun kuruluğa ulaşmaları sağlanmış olabilir. Bu bağlamda ocakların işlevselliklerinin yanı sıra, ev içlerindeki kalıcı ve merkezi yapısal unsurlar olarak ihtiyaçlar doğrultusunda şekillenen, ancak yapı içi konumlarının devamlılığıyla da tıpkı aynı yere inşa edilen evin kendisi gibi sembolik anlamlar dünyasının değişmeyen bir parçası olduğu söylenebilir (Baird vd., 2017, 762).

Deneysel Arkeoloji

Boncuklu Höyük'te yerleşim ve yaşam dinamiklerini anlamaya yönelik olarak sürdürülen deneysel çalışmalara geçmeden önce deneysel arkeolojinin ne olduğuna kısaca değinmekte fayda vardır. Geniş anlamda deneysel arkeoloji, kazı ve araştırmalardan elde edilen arkeolojik bilginin niteliğinin çeşitlenmesinde ve bu bilginin sağlıklı olarak yorumlanmasında kullanılan, araştırmanın yeni sorularla zenginleşmesini sağlayan önemli bir araçtır (Duru, 2014, 131). Bir başka deyişle geçmiş hakkında daha iyi bir anlayış elde etmek için “kontrol edilebilirlik” ve “yeniden

canlandırma” prensiplerine dayanan bir dizi farklı yöntem, teknik, analiz ve yaklaşım kullanan arkeolojik araştırma yöntemlerinden birisidir. Bu tanıma ek olarak, Deneysel Arkeoloji, arkeolojik yorumlamayı geliştirmek amacıyla hipotezler üretmek ve arkeolojik bilgiyi test etmek için nesnelere sistemlere kadar geniş bir çeşitlilikle geçmişi kontrollü olarak yeniden inşa etmek olarak tanımlanabilir (Mathieu, 2002, 1). Deneysel süreci insan, mekân, teknik ve malzeme bağlamında deneyimlemek olarak da tanımlamak mümkündür (Mustafaoğlu, 2021, 91). Tanım biraz daha genişletilecek olursa geçmiş hakkındaki bilgilerimizde diğer arkeolojik araştırma yöntemleriyle doldurulamayan boşlukları doldurmaya yönelik bir yaklaşımdır da diyebiliriz. Deneysel Arkeoloji’de, arkeolojik kayıtlara doğrudan atıfta bulunarak bir hipotezin test edilmesi temel aktivitedir çünkü elde edilen bilgilerin sadece arkeolojik buluntuların incelenmesiyle öğrenilmesi imkânsızdır (Mustafaoğlu, 2021, 90). Benzer bir şekilde Deneysel Arkeoloji, arkeolojik kanıtlara dayanarak geçmişi yorumlamak için kullanılan farklı yöntem ve tekniklerin bir birleşimi olmakla birlikte aynı zamanda geçmiş insan etkinliği ve davranışı ile ilgili sorulara dayanan uygulamalı bir çalışmadır. Bu çalışma ile çevre koşullarının, yapıların, aletlerin ve evsel nesnelere yeniden inşa edilerek ve yaratılarak anlaşılması amaçlanır (Reynolds, 1999, 158). Ancak bu süreçte analogik bir yaklaşımın tuzağına düşmemek için iyi tahlil edilmiş disiplinler arası bir bakış açısıyla çalışmaların sürdürülmesi önemlidir.

Yukarıda yapılan tanımlamalar bağlamında 2014-2023 yılları arasında Boncuklu Höyük'te kerpiç ve kerpiç ev yapımı, taban sıvası uygulamaları, mezar uygulamaları, yiyecek pişirme, ateş ve ocak kullanımı gibi farklı konularda deneysel arkeoloji çalışmaları sürdürülmüştür. Bu yazıda ise ateş yakma, duman tahliyesi ve ocak kullanımına yönelik gözlemlere değinilmektedir.

Ateş Yakma ve Ocak Kullanımına Yönelik Gözlemler

Tarihöncesinde yakıt olarak kullanılmış maddelerin özellikleri, paleoçevresel yapıyla ilgili birçok göstergelere sahip olabileceği gibi yakacak seçimi başta olmak üzere insan davranışları hakkında da bazı çıkarımlar yapılabilmeye olanak sağlar. Yakıt kaynaklarını oluşturan bitki, ağaç, ot ve hatta hayvan kemikleri ve tezek gibi hayvan dışkıları da yanmaya uygun yapıları bakımından hammadde kaynağı olarak kullanıldığı bilinmektedir. Özellikle tarihöncesi yerleşimlerin yakın çevrelerinde bulunan ağaç çeşitleri ile ağaçlardan daha küçük boyutlarda olan otlar ve sazlar tutuşmaya uygun özelliklerinden dolayı yaygın olarak yakıt kaynağı olarak kullanılmaktadır (Aldeias, 2017, 193). Boncuklu’da yapılan deneysel çalışmalarda da arkeobotani ve paleoçevre verilerinin gösterdiği ölçüde Neolitik’te kullanılan kamış sapı, kamış kökü, söğüt, kavak, ardıç, meşe ve otçul hayvan dışkısı gibi yakacak türlerinin yerleşimin yakın civarında halen günümüzde de mevcut olan örnekleri kullanılmıştır (Şekil 6). Holosen’in erken aşamalarında Boncuklu’nun sulak alan, göl ve bataklıklarla çevrili olduğuna yönelik paleoçevresel bilgiler birçok bilimsel çalışmadan bilinmektedir (Asouti & Kabukçu, 2014; Fairbairn vd., 2014; Berger

vd., 2016; Collins vd., 2018). Buna ek olarak, mevcut arkeobotanik veriler de arkeolojik dolgular içinde yanmış ve yanmamış kamış izlerinin oldukça yoğun olarak bulunduğunu göstermektedir (Collins vd., 2018, 70). Bu veriyi destekler nitelikte, günümüzde de höyük etrafındaki kanallar boyunca irili-ufaklı kamışlı alanlar bulunmaktadır. Deneysel çalışmalarda kullanılan kamışlar da buralardan getirilerek yapı içinde kullanılan ilk yakacak türünü oluşturmuştur.

Denemelerde kamışın yaş ya da kuru olma durumuna göre yanma biçimleri değişiklik göstermiştir. Doğal olarak kuru kamışın tutuşma süresi, yanma ve sönme süresi ile doğru orantılı olarak kısadır. Yaklaşık 90 cm çapında oval bir ocak içine yerleştirilen yaklaşık 700 gr ağırlığındaki kamış demetinin tutuşma ve sönme süreci yaklaşık 5 dakikadır. Bu kısa süre içinde, sınırlı bir ısı artışıyla ters orantıda, ev içinde oldukça yoğun bir duman oluşmuştur. Yanma süresini arttırmak ve dolayısıyla daha fazla ısı vermesini sağlamak için, ocak düzenli aralıklarla kamışla beslenmeye çalışılmış, ancak bu girişim yoğun duman varlığı nedeniyle imkânsız bir hale gelmiştir. Sürecin geneline bakıldığında baca ve kapı açıklığının hava sirkülasyonu için yeterli olmadığı gözlemlenmiştir. Kamış sapından farklı olarak daha odunsu ve sert bir yapıda olan kamış kökü, yakma denemelerinde daha olumlu sonuçlar vermiştir. Denemelerde yaklaşık 500 gr ağırlığında kamış kökü kullanıldığı dikkate alındığında, daha az miktarda kullanılmasına rağmen yanması sap kısmına oranla daha uzun bir süreye yayılmıştır. Bununla doğru orantıda alevler sönmesine rağmen geride kalan közlerin de etkisiyle daha fazla ısı oluşmuştur. Köze dönüşüm, kamış saplarının yapısal özelliklerden dolayı oluşmamıştır. Süreç boyunca duman yoğunluğunun az olduğu da gözlemlenmiştir. Deneysel çalışmalar sonucunda yapısal olarak daha sert, odunsu ve kalın olan kök kısmının yakmaya daha uygun olduğu anlaşılmıştır. Elimizdeki bu veri ile arkeobotanik analizlerinin açığa çıkardığı fitolit izlerinin nedenlerinden birinin yakacak olarak tercih edilen kamış kökleri olduğunu söylemek mümkündür. Bu çıkarım bağlamında, kamışın sap kısmının doğal yapısının tutuşmaya oldukça uygun oluşu hem kamış kökü hem de diğer yakacak türleriyle yapılan ateş yakma denemelerinde de gözlemlendiği gibi yakmayı kolaylaştıran bir çeşit çıra gibi kullanılma olasılığını akla getirmektedir.

Kamış sapları ve kamış kökleri dışında deneysel çalışmalarda yakacak olarak kullanılan kavak ve söğüt odunlarının birbirlerine yakın ısı ve duman değerleri yarattığı görülmüştür. Yanma süreleri odunsu özellikleri nedeniyle kamışa göre daha uzundur. Yaklaşık 1 kg ağırlığında söğüt odununun yaklaşık 35 dakikalık bir süre içinde yanarak ev içi sıcaklığı ortalama 10°C arttırabildiği gözlemlenmiştir. Kavak denemelerinde miktar arttırılarak yaklaşık 1.5 kg odun kullanılmıştır. Yaklaşık 45 dakikalık süre içinde yapı içinde yaklaşık 7°C'lik artış ölçülmüştür. Her iki ateş yakma denemesinde yakacaklar alev aldıktan bir süre sonra ocakta odunların merkeze alınması veya ocak dışına saçılan parçaların tekrar ocağa konulması şeklinde bazı düzenleme ve müdahaleler yapılmıştır. Kamış denemelerinden elde edinilen tecrübe ile kamış sapları tutuşturmayı kolaylaştırmak için bir çıra gibi kullanılmıştır. Deneysel süreç içerisinde odunların özellikle kalın

kabuklarının ateşi başlatmayı zaman zaman zorlaştırdığı, kabukların soyulması durumunda ise çok daha kolay tutuşabildikleri gözlemlenmiştir. Soyulan kabuklar ayrıca yakacak hammaddesi olarak korunmuştur. Her iki yakacak türü de aynı kamış denemelerinde olduğu gibi 3.65 x 2.25 x 1.80 m ve 5.60 x 3.40 x 1.90 m boyutlarında iki farklı deneysel kerpiç ev içinde, iki farklı boyutta ocak kullanılarak yakılmıştır. Buna ek olarak kullanılan yakacak türlerinin ısı, ışık, alev yüksekliği ve yanma sürelerinin kontrolsüz yangına sebep olabilecek boyutta değişkenliğe sahip olduğunu ve duman yoğunluklarının da oldukça farklılık gösterdiği anlaşılmıştır. Bu bağlamda deneysel kerpiç ev boyutları kazılarda açığa çıkarılan Neolitik ev boyutlarına sadık kalınarak inşa edildiğini söylemekte fayda vardır. Bu boyutlar esas alındığında küçük boyutlu evlerin yaklaşık 14.78 m³, büyük boyutlu evlerin ise 36.66 m³ hacme sahiptir olduğu söylenebilir. Ev boyutu ve hacimlerindeki değişikliklerle orantılı olarak ev içi ısınma ve soğuma sürelerinde değişiklik olmakla birlikte, duman yoğunluğunun yapı için hacimsel farklılıklara rağmen aynı derecede etkili olduğunu söylemek mümkündür. Burada değinilmesi gereken bir diğer nokta ise evlerin konumlarıdır. Boncuklu'da açığa çıkarılan Neolitik evlerin tamamının kuzeybatı-güneydoğu yönünde konumlandırıldığı anlaşılmıştır (Baird vd., 2017, 758). Standart olarak görülen bu uygulamanın hangi nedenlerle tercih edildiğini söylemek zor olmakla birlikte, bu tercihteki nedenlerden birinin rüzgâr yönü ve etkisi olabileceği düşünülebilir. Çiftçi ve meslektaşlarının yapmış olduğu bir çalışmada Boncuklu'nun da bulunduğu coğrafyada hâkim rüzgâr yönünü kuzey-kuzeydoğu olduğu belirtilerek, yıllık ortalama hızının ise 2 m/s ve Ekim-Mart aylarının kış ortalama rüzgâr yönünün yine kuzey olduğu belirtilmektedir. Yine aynı çalışmada son 62 yıllık esme sayıları toplamı göz önüne alındığında en fazla esen rüzgârların sırasıyla, kuzey (N-4966), kuzey-kuzeydoğu (NNE-4206) ve kuzeydoğu (NE-3388) yönünde olduğuna yönelik veriler sunulmaktadır (Çiftçi vd., 2013, 22). Bu verilerin günümüz iklimsel şartları doğrultusunda hazırlanmış olduğu ve Holosen'in erken aşamalarından bugüne kadar rüzgâr dinamikleri başta olmak üzere birçok coğrafik unsurun değişiklik gösterebileceği göz önünde bulundurulması gerektiği de açıktır. Ancak hâkim rüzgârlarla ilgili veriler, evlerin konumlandırılmasında rüzgâr yönünün etkili olabileceği varsayımında bulunulmasını desteklemektedir.

Bu uygulamalar dışında ise evler arasında kalan ateş alanlarında yakılan ateşte oluşturulan közlerin ev içindeki ocaklara taşınarak dumanın yoğunluğunun azaltılmış olması da olasıdır. Açık alanlardaki ateş yerlerinin işlevlerinden birinin de ev içlerindeki ocaklara köz sağlamak olduğu söylenebilir (Mustafaoğlu & Bar-Yosef, 2016, 42). Bu çıkarımdan hareketle yapılan deneysel çalışmalarda taşınan közlerin ocağa yerleştirildikten sonra ev içi ısınısını hissedilir derecede arttırdığı ve üzerine konacak besinleri de pişirebilecek kaloriye sahip olduğu gözlemlenmiştir. Ancak közlerin ev içinde ısı kaynağı olarak devamlılığı için düzenli olarak beslenmesi ve ocaktaki birikim pozisyonunun kontrol edilmesi gerekmiştir. Sürecin tamamına bakıldığında ise közlerin tütme ve benzeri fiziksel değişimleri nedeniyle oluşan dumanın belli bir süre sonra ev içinde yoğun bir seviyeye ulaştığı görülmüştür (Şekil 7). Ateşin ev içinde başlatıldığı çalışmalarla

kıyaslandığında, yoğunluğun daha az olmasına rağmen süreç içindeki birikiminin baca ve kapı açıklığının yetersiz kalmasından dolayı dumanın başka müdahalelerle tahliyesi kaçınılmaz gibi görünmektedir. Ateş kullanımının basit gibi görünen, ancak rüzgâr, nem, ısı gibi oldukça değişkenlik gösteren koşullarda bir dizi belirleyici davranış biçimiyle şekillenen ve tecrübeyle gerçekleştirilecek bir faaliyet olduğu da anlaşılmıştır.

Duman ve Hava Sirkülasyonu

Neolitik insanların ev içinde durmayı olanaksız bir hale getiren bu durumla nasıl başa çıktığını anlayabilmek, yüksek duvarların ve çatı gibi yapısal unsurların açığa çıkmadığı Boncuklu Höyük'te ayrı bir araştırma konusunu oluşturmuştur. Kazılarak kayıt altına alınmış temel kalıntılarının evin ocak kısmına denk gelen bölümlerinde, dumanın tahliye edilmesi amacıyla açılmış herhangi bir delik veya benzeri bir unsura rastlanmamıştır (Baird vd., 2017, 757). Bu yapısal yoksunluk bağlamında boyutları küçük olan evler içinde oluşan dumanın, baca veya kapı aralığından mı yoksa çatı kirişlerinin duvarla temas sağlayan kısımlarında oluşturulan ve istenildiğinde açılıp kapatılabilen delik benzeri yapılar kullanılarak mı tahliye edildiği cevaplanması gereken sorulardır. Bu sorulara cevap aramak için yapılan deneysel çalışmalara geçmeden önce sorunun ana kaynağı olan dumanın yapısal özelliklerine değinmekte fayda vardır. Duman, genellikle gri veya siyah olarak gözükken aslında tam olarak yanmamış veya yanmamış maddenin ufak katı parçacıklarının, sıvı veya gaz halinde havaya karışmasının bir sonucudur. Genellikle yanma tepkimesi için yeterli oksijen bulunmadığında oluşur ve çoğu zaman zehirli içeriktedir. Oksijenin bol bulunduğu durumlarda, yanıcı maddenin tamamı yanar ve sadece su ve karbondioksit üretilir. Çünkü su da karbondioksit de renksizdir, dolayısıyla iyi bir yanma tepkimesinde duman görülmez¹.

Konuyla ilgili yapılan deneysel çalışmalarda, dumanın öncelikle baca ve kapı pozisyonları ile oluşan doğal hava sirkülasyonu tahliye edilip edilemediği gözlemlenmiştir. Farklı hava koşullarında, farklı yakacak türleri ile yapılan denemelerin tümünde her iki unsurun da havalandırmada yetersiz olduğu görülmüştür. Bu nedenle, çatıyı destekleyen kirişlerin duvara temas sağlayan kısımlarında açılmış olabilecek delikler veya yerlerinden sökülen kerpiçlerin oluşturduğu boşlukların yapısal açıdan oksijen girişi ve duman tahliyesi için uygun koşullar yaratabileceği düşünülmüştür. Ancak, böylesi basit bir uygulamayla çözülebilecek olan ciddi duman sorununun, kerpicin tüm yapısal özelliklerini beceri ile kullanan Neolitik Boncuklu insanları tarafından bu şekilde ortadan kaldırılıp kaldırılmadığının izleri mevcut değildir. Bu nedenle olası çözümün çatı sistemi ile bağlantılı olabileceğini deneyimlemek için evin ocak alanını çevreleyen bölümünde çatı ile duvarın kesişme kısımlarındaki kerpiçler parçalar halinde çıkartılarak,

1 <https://evrimagaci.org/yazi-dizisi/orman-yanginlari-51>.

genişlikleri yaklaşık 20 cm, yüksekliği ise yaklaşık 10 cm olan dikdörtgen formda üç adet delik açılmıştır (Şekil 8).

Bu uygulamadan sonra ev içinde hava sirkülasyonunun hissedilir derecede arttığı, başta kavak ve söğüt olmak üzere diğer farklı yakacak türlerinin yakılmasıyla daha az yoğunlukta oluşan dumanın hem deliklerden hem de kapı ve baca boşluklarından hızla çıktığı gözlemlenmiştir (Mustafaoğlu, 2024, 165) (Şekil 9). Deliklerin kerpiç parçaları ya da deri benzeri şeylerle kapatılması sonrasında yapılan ateş yakma çalışmalarında ise oluşan dumanın evin içini yoğun olarak kapladığı görülmüştür. Soğuk mevsimlerde duman, delikler yardımıyla dışarı atıldığında oluşan ısının korunması için bu deliklerin geçici olarak kapatıldıkları, ihtiyaç durumunda ise tekrar açılmış olabilecekleri söylenebilir. Böyle olası bir durumu test etmek amacıyla delikler açık ve kapalı iken yapılan ölçümlerde, delikler açıkken ortam sıcaklığının daha çabuk düştüğü, kapalıyken ısı kaybının daha yavaş olduğu anlaşılmıştır. Genel olarak bakıldığında dumanın ortam içindeki hava sirkülasyonunun artmasıyla doğru orantılı olarak daha az yoğunlukta oluştuğunu söylemek mümkündür. Buna ek olarak delikler hem hava sağlama hem de duman tahliyesi gibi iki farklı özelliğe sahip gibidir. Bununla birlikte duman tahliyesi için kesin çözümün pratik avantajlara sahip olsa bile delik benzeri uygulamalarla bulunduğunu söylemek şu an için zordur. Bununla birlikte havalandırma deliklerinin işlevlerine yönelik olarak Orta Anadolu'ya oldukça uzak bir coğrafyadan Kenya'da Rift Vadisi yakınlarındaki bir Massai topluluğu olan Namuncha'daki çamur evlere baktığımızda, benzer uygulamaların burada da yapıldığı bilinmektedir².

Duman tahliyesi ile ilgili olarak delik uygulamaları dışında diğer bir deneysel uygulama, yapı içinde ocak alanının bulunduğu "kirli" alan ile "temiz" alan arasına yerleştirilen portatif bir separatör/ayırıcı kullanımı üzerine olmuştur. Dumanı ocağın bulunduğu alanda izole ederek evin tamamına yayılıp yayılmadığını gözlemlene amacı taşıyan bu deneysel çalışmada kullanılan yapısal unsurların arkeolojik açıdan Boncuklu kazılarında kesin bir göstergesi tespit edilememiştir. Ancak Neolitik ev tabanlarında sıklıkla karşılaşılan kamış fitoliti izlerinden yola çıkarak hem oturma hem de gerektiğinde duman tahliyesinde bir çeşit ayırıcı olarak kullanılmış olabilecek hasır benzeri bir unsurun işlevi anlaşılmasına çalışılmıştır.

Yapı içi temiz alan ve kirli alan bir hasır yardımıyla birbirinden ayrılarak kirli alanda bulunan ocakta ateş başlatılmıştır (Şekil 10). Kirli alanda yoğunlaşan dumanın bacaya yönelme ve tahliye hızının yüksek olduğu ve bununla ters orantıda temiz alana yayılımının ise gözle görülür biçimde az olduğu gözlemlenmiştir. Isı yayılımı separatörsüz denemelere göre daha sınırlı olsa da yanan hammaddenin köze dönüşmesi ile separatör açılarak dumansız ısının ev içinde dolaşımı

2 <https://friendsofnamuncha.org/clearing-the-smoke-from-manyatta>

mümkün olmuştur (Mustafaoğlu, 2024, 177). Bu denemelerde hasır dışında hayvan derisi ya da postunun da Neolitik insanlar tarafından bir çeşit ayırıcı olarak kullanılması olasılığı göz önüne alınarak bu materyallere ulaşımın pratik olarak mümkün olmaması nedeniyle deneysel çalışmalarda yakın yapısal özellikler gösteren battaniyeler kullanılmış ve (Şekil 11) hasırlı denemeler ile aynı sonuçlar elde edilmiştir (Mustafaoğlu, 2024, 178).

Ev içi ateş yakma deneylerini sürdüren araştırmacılar tarafından çalışma kapsamında planlanmamış bir yöntem de deneyimlenmiştir. Yoğun dumanın ev içindeki dolaşımı esnasında ev tabanına yakın bir biçimde oturma ya da tabana uzanma pozisyonunun dumanın soluk alma üzerindeki olumsuz etkisini azalttığı gözlemlenmiştir (Mustafaoğlu, 2024, 188). Günümüzde de yangından korunma plan ve prosedürlerinde yangın sonucunda oluşan dumanlı bir ortamda nasıl hareket edilmesi gerektiği ile ilgili olarak “*Yangın esnasında dumanlı bir alanda kalındıysa emekleyerek veya çökerek ilerlemesi önerilir. Duman sıcaklığı, gazları ve görüş alanını kısıtlaması gibi pek çok olumsuzluğu içinde barındırır ve havada asılı kalır. Yere daha yakın olan alanlardan görece daha emniyetli şekilde ilerleme sağlanabilir*”³ tanımlaması yapılmaktadır. Bu gözlem sonrasında yapılan deneysel çalışmalarda evlerin içindeki ocaklarda başlatılan ateşin sönmemesi için hemen sonrasında ocağı yakacakla besleme ya da yelleme gibi ateşin devamlılığını sağlama süreci içinde araştırmacılar planlı bir şekilde yere uzanarak dumanlı ortamda kalınan süreyi uzatma yöntemini deneyimleme fırsatını bulmuşlardır (Mustafaoğlu, 2024, 160).

Genel Değerlendirme

Boncuklu Höyük kazılarında elde edilen çevresel arkeoloji ve mimari veriler doğrultusunda yaşam dinamiklerini anlamaya yönelik bazı deneysel çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalarla, Neolitiğin erken aşamalarında Boncuklu popülasyonunu oluşturan insanların, ısınma ve pişirme faaliyetleriyle ilgili olarak hangi davranış biçimlerini geliştirmiş olabilecekleri anlaşılmasına çalışılarak, deneysel arkeolojinin yöntemleri doğrultusunda bazı gözlem ve çıkarımlar yapılmıştır. Özellikle, evler arasında kalan açık alanlardaki ateş yerleri, ocak düzenlemesinden farklı bir yapıda olsa da Boncuklu insanların ateş yakma faaliyetleri için ev içleriyle sınırlı kalmadıklarını göstermektedir. Bu tercih, belki de mevsimsel koşullarla ya da açık alanlarda ateş yakmayı gerekli kılabacak sosyal organizasyonlarla ilişkili bazı uygulamaların göstergesi olabilir. Dumanın etkisini azaltacak veya hava sirkülasyonunu arttıracak bir dizi stratejinin kullanılmış olma olasılığının yüksek olduğunu söylemek mümkündür. Günümüzde karasal iklim şartlarının hüküm sürdüğü Konya Ovası'nın Holosen'in erken aşamalarında da benzer klimatolojik özelliklere sahip olduğu bilinmektedir. Özellikle kış aylarında eksi derecelere ulaşan sıcaklıkta

3 <https://afet.akut.org.tr/yanigin-sirasinda-yapilmasi-gerekenler> ;
<https://www.gov.uk/government/organisations/uk-health-security-agency>

ısınma temel ve hayati bir gerekliliktir. Yapı içlerinde yapının boyutları ile doğru orantıda konumlanan ocaklar ve kömürleşmiş arkeobotanik kalıntılar da bu gerekliliğin yerine getirildiğinin açık kanıtlarıdır. Bu bağlamda ilginç bir gözlem olarak, ateş yakma denemelerinde oluşan dumanın ev içindeki sinek, sivri sinek, örümcek ve benzeri haşereleri büyük bir hızla evden uzaklaştırdığı fark edilmiştir. Haşerelerden korunmak için özellikle sıcak mevsimlerde, ev içlerinin düzenli aralıklarla dumana maruz bırakıldığı söylenebilir. Dumanın olumsuz etkisinin, bu şekilde nasıl bir avantaja dönüşebileceğini görmek deneysel arkeoloji ile mümkün olabilmektedir. Dönemin konfor şartlarının ya da dönem insanın zor şartları tolere etme yetenekleri ile oluşturdukları davranış biçimlerinin günümüz insaninkilerle karşılaştırması oldukça zordur. Kapalı bir alanda makul bir seviyede is ya da duman ile yaşama, belki bir dizi akışkan davranış ya da beceri geliştirmelerine yol açmış olabilir. Ancak, karbonmonoksit miktarının tehlikeli seviyelere ulaşması durumunda zehirlenme nedeniyle ölümlerle sonuçlanan örneklerin Neolitik'te yaşanmış olma ihtimali yüksek olmakla birlikte, Boncuklu Höyük'te böyle bir durumun varlığına dair herhangi bir biyoarkeolojik veri henüz tespit edilmemiştir. Boncuklu Höyük'te, Neolitik insanların kerpicingi ısı tutma özelliğini optimal düzeyde kullanmış olmaları olasıdır. Özellikle kış süresince yakacak temin etmenin zorlaştığı bir çevrede, ateşin ev içini yüksek derecede ısıtmasını ve dumanın dışarı çıkmasını sağladıktan sonra, bu yapısal avantajla ısınmayı sürdürdükleri düşünülebilir. Çalışmalar süresince deneysel kerpiç ev duvarlarının ateşin veya közün ısıtma özelliğini kaybettikten çok sonra bile ısıyı koruyarak içeri yansıttıkları önemli bir gözlem olarak kaydedilmiştir. Büyük bir olasılıkla soğuk mevsimlerde kapı açıklığı deri ya da hasır benzeri şeylerle örtülerek bu doğal ısının kaybolması engellenmiştir. Küçük boyutlu evlerde kullanılan yakacak miktarının ve dolayısıyla neden olabileceği alev yoğunluğu ve yüksekliğinin kontrol altında tutulmasının hayati bir öneme sahip olduğu ders verici nitelikteki bir tecrübe ile anlaşılmıştır. Kontrolsüz olarak yapılan ocak beslemeleri, alevlerin ani yükselmelerine dolayısıyla da hasır, kamış ve ahşaptan oluşan çatının alev alarak tutuşmasına neden olmuştur. Bir kaza gibi görünen bu durum, deneysel arkeoloji yöntemlerinin doğası gereği uygun gözlem ve verilerin bir araya getirilerek çıkarımlar oluşturulmasına olanak sağlamıştır. Bu çıkarımlar bağlamında, ateşin yangına dönüşmesini engellemek için ocak kullanımı gibi ortak yaşam pratiklerinin bir dizi deneyim sonucunda meydana gelen hiyerarşik kurallarla uygulanmış olabileceği varsayılabilir. Bu sosyal kurallar dışında ise evin çatı sisteminde yapılmış olabilecek bazı değişikliklerle tutuşmanın önüne geçilebileceği düşünülmüştür. Oldukça basit bir uygulama ile ocağın üst kısmına denk gelen baca açıklığı ve çatının bu bölümüne denk gelen ahşap kirişler çamurla sıvanarak doğrudan ateşe maruz kalmaları önlenmiştir (Şekil 12). Uygulama sonrasında yapılan ateş yakma denemelerinde alev boyu yükselmesine rağmen çatı elemanlarının tutuşmadığı görülmüştür. Ocağın fazla beslenmesinin önüne geçmek için yakacak türlerinin yanma özelliklerine göre kullanım miktarlarının kontrol altında tutulmasının önemli olabileceği gözlemlenmiştir.

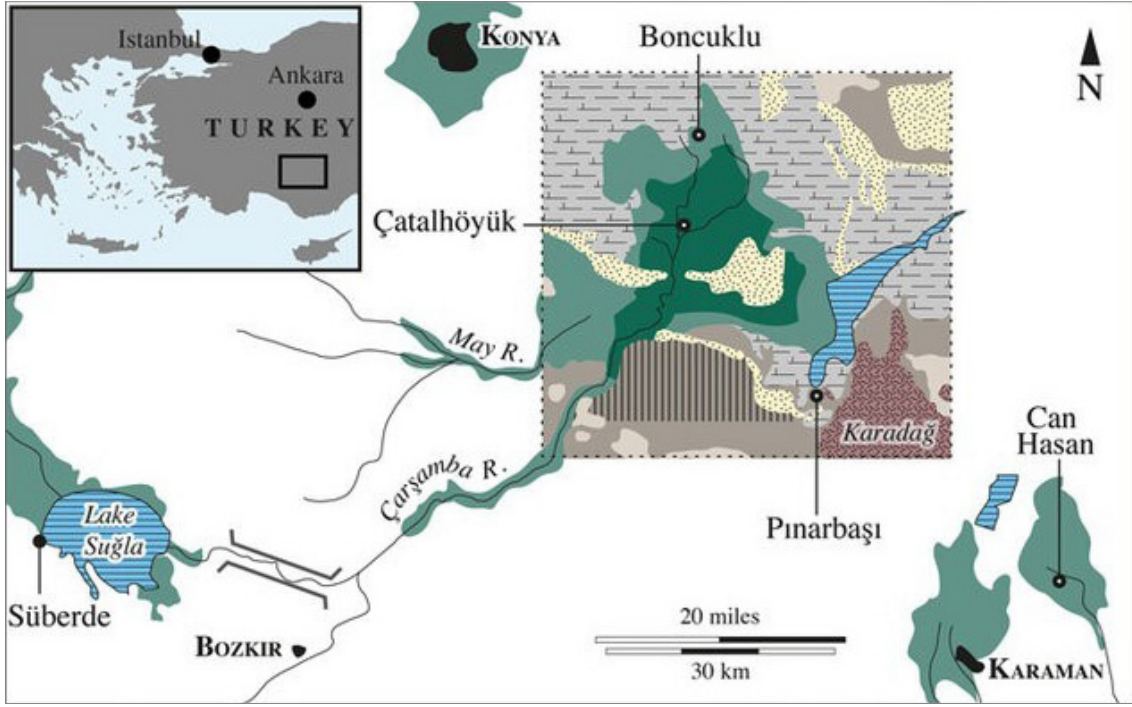
Son olarak, yazının daha önceki bölümlerinde de sıklıkla vurgulandığı gibi, evlerin içindeki ocaklarda ateş kullanılarak yapılan deneysel çalışmalar, ister ısınma isterse pişirme amaçlı olsun, boyutları küçük olan evlerin içlerinde oldukça yoğun bir dumana sebep olmuştur (Mustafaoğlu & Bar-Yosef 2016, 41; Mustafaoğlu, 2020; Mustafaoğlu, 2024, 189). Ancak farklı amaçlar doğrultusunda yapılan gözlemlerin ve elde edilen verilerin mevsimsel şartlara, yapının, ocağın ve yakacağın fizikî durumuna özellikle de ateş yakmaya yönelik Neolitik insanın oluşturduğu davranış biçimlerine göre değişiklik gösterebileceği unutulmamalıdır. Özellikle yapı içi düzenlemeleri, ısı, nem, tercih edilen yakacağın özellikleri gibi olası birçok değişkenin göz önünde bulundurulması gerektiği de açıktır. Ancak, deneysel çalışmalarla Neolitik Boncuklu insanların bir dizi deneme yanılma sonrasındaki edinimlerinin de yapı içi uygulamaları belirleyen davranış biçimlerinin ortaya çıkmasını sağladığını söylemek yanlış olmasa gerekir. Bu davranış biçimlerinin ocakların ihtiyaçlar doğrultusunda şekillenen ve doğası gereği statik bir yapısal unsurdan daha çok dinamik unsurlara dönüşmesinde önemli bir rol oynadığı çıkarımını yapmak mümkündür (Mustafaoğlu, 2024,189).

Kaynakça

- Aldeias, V. (2017). Experimental approaches to archaeological fire features and their behavioral relevance. *Current Anthropology*, 58(16), 191–205. <https://doi.org/10.1086/691210>
- Asouti, E., & Kabukcu, C. (2014). Holocene semi-arid oak woodlands in the Irano-Anatolian region of Southwest Asia: Natural or anthropogenic? *Quaternary Science Review*, 90, 158–182. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2014.03.001>
- Baird, D., Fairbairn, A., Bar-Yosef, O., & Mustafaoğlu, G. (2014). The Boncuklu Project; The spread of farming and the antecedents of Çatalhöyük. *Heritage Turkey*, 4, 22–24.
- Baird, D., Fairbairn, A., & Mustafaoğlu, G. (2015). The Boncuklu Project; The spread of farming and the antecedents of Çatalhöyük. *Heritage Turkey*, 5, 18–21.
- Baird, D., Fairbairn, A., & Mustafaoğlu, G. (2016). The Boncuklu Project; The spread of farming and the antecedents of Çatalhöyük. *Heritage Turkey*, 6, 15–19.
- Baird, D., Fairbairn, A., & Martin, L. (2017). The animate house, the institutionalization of the household in Neolithic Central Anatolia. *World Archaeology*, 49(5), 753–776. <https://doi.org/10.1080/00438243.2016.1215259>
- Baird, D., Fairbairn, A., Jenkins, E., Martin, L., Middleton, C., Pearson, J., Asouti, E., Edwards, Y., Kabukcu, C., Mustafaoğlu, G., Russell, N., Bar-Yosef, O., Jacobsen, G., Wu, X., Baker, A., & Elliott, S. (2018a). Agricultural origins on the Anatolian Plateau. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(14), 3077–3086. <https://doi.org/10.1073/pnas.1800163115>
- Baird, D., Fairbairn, A., & Mustafaoğlu, G. (2018b). Boncuklu: The spread of farming and the antecedents of Çatalhöyük. *Heritage Turkey*, 8, 15–18.
- Baird, D., Fairbairn, A., & Mustafaoğlu, G. (2022). Boncuklu and Pınarbaşı: From forager to farmer in Central Anatolia. *Heritage Turkey*, 12, 40–42.
- Baysal, A. (2013). Konya Ovası Neolitik Dönem kültürel gelişimi içinde Boncuklu Höyük ve önemi. *Colloquium Anatolicum*, XII, 79–104.

- Berger, J. F., Lespez, L., Kuzucuoğlu, C., Glais, A., Hourani, F., Barra, A., & Guilaine, J. (2016). Interactions between climate change and human activities during the early to mid-Holocene in the Eastern Mediterranean basins. *Climate Past*, 12, 1847–1877. <https://doi.org/10.5194/cp-12-1847-2016>
- Boyer, P., Roberts, N., & Baird, D. (2006). Holocene environment and settlement in the Konya Plain, Turkey: Integrating geoarchaeology and field survey. *Geoarchaeology*, 21, 675–698. <https://doi.org/10.1002/gea.20133>
- Collins, C., Asouti, E., Grove, M., Kabukcu, C., Bradley, L., & Chiverrell, R. (2018). Understanding resource choice at the transition from foraging to farming: An application of paleodistribution modelling to the Neolithic of the Konya Plain, South-Central Anatolia, Turkey. *Journal of Archaeological Science*, 96, 57–72. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2018.02.003>
- Çavuş, M., Dayı, M., Ulusu, H., & Aruntaş, H. Y. (2015). Sürdürülebilir bir yapı malzemesi olarak kerpiç. *2nd International Sustainable Buildings Symposium*, 184–192.
- Çiftci, Ç., Dursun, Ş., Levend, S., & Kunt, F. (2013). Topoğrafik yapı, iklim şartları ve kentleşmenin Konya'da hava kirliliğine etkisi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 1(1), 19–24.
- Duru, G. (2014). Deneysel arkeoloji yoluyla Neolitik bir ev yapımı. *Colloquium Anatolicum*, XIII, 131–150.
- Duru, G., Güral, D., & Özbaşaran, M. (2021). Early Neolithic innovation: Ventilation systems and the built environment. *Journal of Field Archaeology*, 46(8), 534–550. <https://doi.org/10.1080/00934690.2021.1981048>
- Eddisford, D., Regan, R., & Taylor, J. S. (2009). The experimental firing of a Neolithic oven. *Çatalhöyük 2009 Archive Report*, 159–161.
- Fairbairn, A., Jenkins, E., Baird, D., & Jacobsen, G. (2014). 9th millennium plant subsistence in the central Anatolian highlands: New evidence from Pınarbaşı, Karaman Province, central Anatolia. *Journal of Archaeological Science*, 4, 801–812. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2013.09.024>
- Fuchs-Khakhar, C. (2021). A focus on the hearth: What a detailed investigation of fireplaces in Boncuklu and Çatalhöyük reveals about Neolithic household practice. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 39, 102900. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2021.102900>
- Hoare, S. (2020). Assessing the function of Palaeolithic hearths: Experiments on intensity of luminosity and radiative heat outputs from different fuel sources. *Journal of Paleolithic Archaeology*, 3, 537–565. <https://doi.org/10.1007/s41982-019-00047-z>
- Kedar, Y., & Barkai, R. (2019). The significance of air circulation and hearth location at Paleolithic cave sites. *Open Quaternary*, 5(4), 1–12. <https://doi.org/10.5334/oq.52>
- MacDonald, K., Scherjona, E., Veena, E. V., Vaesena, K., & Roebroeks, W. (2021). Middle Pleistocene fire use: The first signal of widespread cultural diffusion in human evolution. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(31), e2101108118. <https://doi.org/10.1073/pnas.2101108118>
- Mathieu, J. R. (2002). Introduction: Experimental archaeology—Replicating past objects, behaviors, and processes. In J. R. Mathieu (Ed.), *Experimental Archaeology* (pp. 1–11). BAR Series.
- Mustafaoğlu, B. (2024). Türkiye'de yapılan deneysel arkeoloji uygulamaları, Boncuklu Höyük'te ateş kullanımı üzerine deneysel bir çalışma. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Mustafaoğlu, G. (2020). Boncuklu Höyükte ev içi ve dışı yaşam pratiklerine yönelik deneysel çalışmalar. *Anadolu Prehistorya Araştırmaları Dergisi (APAD)*, 6, 29–51.

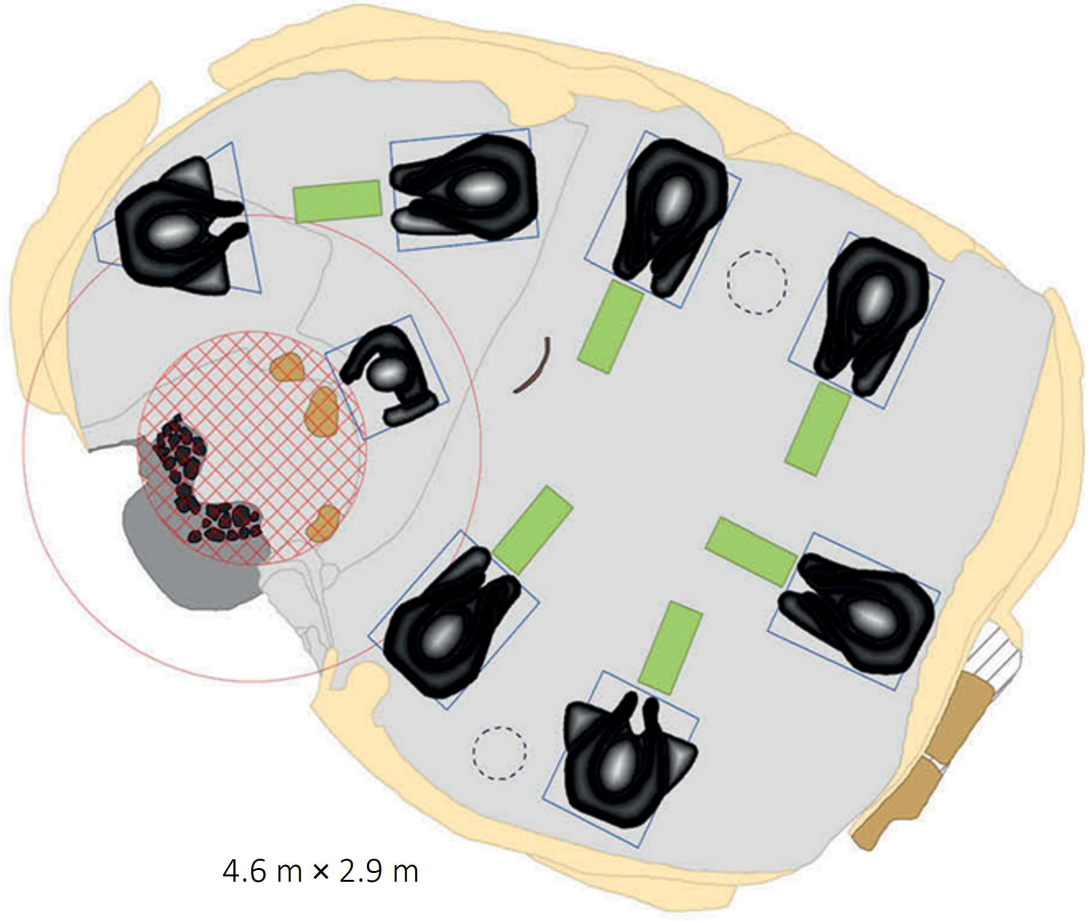
- Mustafaoğlu, G. (2021).** Boncuklu Höyükte deneysel kerpiç ev yapımı ve taban sıvası uygulamaları üzerine bazı gözlemler. *Seleucia, XI*, 89–112.
- Mustafaoğlu, G., & Bar-Yosef, O. (2016).** Building experimental houses at Boncuklu Höyük. *Anadolu Prehistorya Araştırmaları Dergisi (APAD)*, 2, 34–55.
- Pearson, J., Evans, J., Lamb, A., Baird, D., Hodder, I., Marciniak, A., Larsen, C. S., Knüsel, C. J., Haddow, S. D., Pilloud, M. A., Bogaard, A., Plug, J. H., Mazzucato, C., Mustafaoğlu, G., Feldman, M., Somel, M., & Fernández-Domínguez, E. (2023).** Mobility and kinship in the world's first village societies. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 120(4), e220948011. <https://doi.org/10.1073/pnas.2209480119>
- Reynolds, P. J. (1999).** The nature of experiment in archaeology. In A. F. Harding (Ed.), *Archaeological Studies in Honour of John Coles* (pp. 156–162). Oxbow.
- Shillito, L. M., Namdeo, A., Bapat, A. V., Mackay, H., & Haddow, S. D. (2021).** Analysis of fine particulates from fuel burning in a reconstructed building at Çatalhöyük World Heritage Site, Turkey: Assessing air pollution in prehistoric settled communities. *Environmental Geochemistry and Health*, 44, 1033–1048. <https://doi.org/10.1007/s10653-021-01000-2>
- Suárez, G. A., Portillo, M., & Matthews, W. (2018).** Early animal management strategies during the Neolithic of the Konya Plain, Central Anatolia: Integrating micromorphological and microfossil evidence. *Environmental Archaeology*, 1–19. <https://doi.org/10.1080/14614103.2018.1497831>
- Uzdurum, M. (2013).** Aşıklı Höyük yerleşmesinde ateş yerleri ve kullanımı [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Uzdurum, M. (2018).** Live together around fire: Hearths and the use of space at the onset of sedentism. In C. Douché & F. Pichon (Eds.), *From the Caucasus to the Arabian Peninsula: Domestic spaces in the Neolithic, Proceedings of the International Conference, Actes du Colloque International* (pp. 11–49).
- <https://evrimagaci.org/yazi-dizisi/orman-yanginlari-51> Erişim tarihi: 20.10.2024.
- <https://afet.akut.org.tr/yangin-sirasinda-yapilmasi-gerekenler> Erişim tarihi: 23.10.2024.
- <https://www.gov.uk/government/organisations/uk-health-security-agency> Erişim tarihi: 23.10.2024.
- <https://friendsofnamuncha.org/clearing-the-smoke-from-manyattas/> Erişim tarihi: 29.12.2024



Şekil 1. Boncuklu Höyük konumu (Pearson vd., 2023'ten alınmıştır).



Şekil 2. Boncuklu Höyük Neolitik ev (Boncuklu Höyük Araştırma Projesi Arşivi).



Şekil 3. Boncuklu Höyük ev içi olası oturma düzeni (Baird vd., 2017'den alınmıştır).





Şekil 5. Boncuklu Höyük, oval formulu ocaklar (Boncuklu Höyük Araştırma Projesi Arşivi).



Şekil 6. Deneysel çalışmalarda kullanılan yakacak türleri (Boncuklu Höyük Araştırma Projesi Arşivi).



Şekil 8. Duman tahliyesi için açılan deliklere bir örnek (Boncuklu Höyük Araştırma Projesi Arşivi).

Şekil 7.
Ev içinde oluşan yoğun duman
(Boncuklu Höyük Araştırma Projesi Arşivi).



Şekil 9. Dumanın açılan deliklerden dışarı çıkışı.



Şekil 10. Hasır ile ayrılmış bölmede başlatılan ateş
(Boncuklu Höyük Araştırma Projesi Arşivi).



Şekil 11. Hayvan derisi yerine kullanılan ayırıcılar (Boncuklu Höyük Araştırma Projesi Arşivi).



Şekil 12. Çamur ile sıvanan ahşap kirişler ve baca açıklığı (Boncuklu Höyük Araştırma Projesi Arşivi).

MÖ 7. Binyıl Sonunda Anadolu’da İklim Değişikliği ve İnsan Etkileşimi: Bölgelerarası Bir Değerlendirme

Burhan Göz^a

Özet

MÖ 7. binyılın son çeyreğinde etkili olan 8.2 ka iklim değişikliği ile çağdaş kültürel süreci, Anadolu kapsamında bölgesel farklılıklara göre ele alan bu çalışma, iklim değişikliğine verilen kültürel tepki/tepkisizliğe dayalı olarak iki bölgeyi bir ayırım önermektedir. Bunlardan ilki Güneydoğu ve Orta Anadolu’yu kapsamaktadır. 8.2 ka sırasında soğuk ve kurak koşulların etkili olduğu bu bölgelerde insan topluluklarının pastoral bir yaşam biçimini benimseyerek daha yoğun bir etkileşime girdikleri görülmektedir. Söz konusu bölgelerde bazı yerleşimleri terk eden toplulukların aksine, süreklilik gösterenlerin organizasyonunda depolama birimleri önem kazanmıştır. Bu değişimlerin bölge topluluklarının iklimsel dalgalanmalara karşı bir direnç stratejisi olarak değerlendirilmesi mümkündür. İkinci bölge doğudaki kısmî terkle ilişkili şekilde yoğun insan hareketliliğinden kaynaklı bir beşerî krizle karakterize olmaktadır. İklimsel koşulların görece daha sürdürülebilir olduğu bu bölgelerde bahsi geçen durum kendini, MÖ 6100-6000 arasında yerel toplulukların yerleşimlerini terki ve sonraki evrede ortaya çıkan savunma duvarları, artan yerleşim sayısı ile daha farklı bir kültürel manzaranın ortaya çıkmasıyla da göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: 8.2 ka, iklim değişikliği, Neolitik, Kalkolitik, Anadolu

Abstract

Analyzing the 8.2 ka event and the concurrent cultural process in the last quarter of the 7th millennium BCE in terms of environmental differences in the Anatolian context, this article proposes a two-region distinction based on cultural responses to climate change. The first one covers Southeastern and Central Anatolia, where climate change is more severely felt according to the paleoclimatic proxy. In these regions, where steppe conditions were effective during the 8.2 ka event, human communities adopted a pastoral lifestyle and engaged in more

^a Süleyman Demirel Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi Arkeoloji Bölümü, Isparta/Türkiye. burhangoz@yahoo.com ; <https://orcid.org/0000-0003-2430-1505> ; Doi: 10.63167/0.2025.3
Makale gönderim tarihi: 18.11.2024 ; Makale kabul tarihi: 03.01.2025

intensive interactions. While some communities in these regions abandoned their settlements and adopted a more mobile lifestyle, one may see that storage units gained importance in the settlements where occupation continued. It is possible to evaluate this situation as a resistance strategy of the communities in the region against climatic fluctuations. The second region is characterized by a socio-economic crisis resulting from intensive human mobility, which is also related to the partial abandonment in the east. In these regions, where climatic conditions are relatively sustainable, this situation is reflected in the abandonment of settlements by local communities between c. 6100-6000 BCE and the emergence of a different cultural landscape with the construction of defensive walls and the increasing number of settlements, etc., in the following period.

Keywords: 8.2 ka event, climate change, Neolithic, Chalcolithic, Anatolia

Giriş

Anadolu'da ve Güneybatı Asya'da, 8.2 ka¹ olarak bilinen olay ya da daha genel bir adlandırma ile *Ani İklim Değişikliği* (Mayewski vd., 2004; bu satırdan sonra AİD, *Rapid Climate Change*²-RCC), bu bölgelerde MÖ 7.binyılın ikinci yarısından itibaren görülen kültürel değişim ve dönüşümlerle eşzamanlıdır. Bu çağdaşlık, iklim, çevre ve kültür etkileşimi bağlamında uzun süredir tartışılmaktadır (Staubwasser & Weiss, 2006; Weninger vd., 2006, 2009, 2014; Flohr vd., 2016; Roffet-Salque vd., 2018; Van der Plicht vd., 2011). Bahsedilen değişim/dönüşüm süreci, Güneybatı Asya'da, Levant'ta mega Neolitik yerleşimlerin terki, Kuzey Mezopotamya ile Anadolu'nun çeşitli bölgelerinde pastoral bir yaşam biçiminin ortaya çıkışı, geniş alanlara yayılan etkileşim ağı, terk veya kronolojik kesintiler (hiatus) ve nihai olarak da Ege ile Avrupa kadar Orta-Güney Mezopotamya'nın neolitikleşmesiyle ilişkili unsurlarla karakterize olmaktadır (Staubwasser & Weiss, 2006; Özdoğan, 2011a; Clare & Weninger, 2014; Bar-Yosef, 2019; Marciniak, 2019a; Biehl & Rosenstock, 2022). Akdeniz Havzası'nda da yerleşim hareketliliği, hiatuslar ve bütün olarak kültürel değişimler üzerinden tartışılmasının yanı sıra (Berger & Guilaine, 2009) Anadolu, bu gelişmelerin büyük çoğunluğuyla ilişkili süreçlerin irdelenebilmesi açısından sunduğu arkeolojik verilerle öne çıkmaktadır (Göz, 2019; Marciniak, 2019a; Biehl & Rosenstock, 2022).

8.2 ka veya daha geniş anlamda AİD ile kültürel ilişkinin çoğunlukla kronolojik eşleştirme özelinde kurulduğu, iklim değişikliği etkili terk, hiatus veya belirgin kültürel kırılmaların öne çıkarıldığı (Weninger vd., 2006; Flohr vd., 2016; Clare & Weninger, 2014) ancak sosyal,

1 Genellikle *8.2 ka event* olarak da kullanılan iklim değişikliği, Türkçeye "8200 Olayı" olarak çevrilmiştir. Ancak bu kullanımın pratik olmadığı ve ifade edilmek istenen olguyu karşılamadığı düşünüldüğünden, bu çalışmada iklim değişikliği ifadesi tercih edilmiştir.

2 Weninger ve Clare (2017, 70) iklim değişikliğinin çağdaş toplumlar üzerindeki zorlayıcı etkisinin altını çizmek adına *Abrupt Climate Change* ifadesini de kullanmışlardır.

ekonomik ve materyal kültürdeki değişimlere kapsamlı şekilde değinilmediği anlaşılmaktadır (Staubwasser & Weiss, 2006; Weninger vd., 2006, 2009, 2014). Yerleşimlerden elde edilen ¹⁴C tarihlemelerinin sonuçları ve iklim değişiklikleri arasındaki eşzamanlılık, çevre-kültür ilişkisinin kurulmasında en önemli aşamalardan biri olmakla beraber, doğrudan iklim değişikliği = kültürel değişim denkleminde de ulaşılamamaktadır. Dolayısıyla iklim-kültür ilişkisinin kronolojik bağlamının kurulmasının ardından, paleoçevre ve arkeolojik verilerin detaylı bir şekilde işlenmesi, eşleştirilmesi, son olarak da tüm boyutlarıyla değerlendirilmesi gerekmektedir.

AİD ile ilişkilendirilen ve Anadolu'yu da kapsayan önerilerde, ¹⁴C tarihlemelerinin korelasyonuna dayanarak, iklim değişikliğinin, Batı Anadolu ve Ege dünyasındaki ilk tarımcı köy yerleşmelerinin yayılımında temel bir itki olarak da öne çıkarıldığı görülmektedir (Weninger vd., 2006, 2009, 2014). Alt sınır şeklinde ele alınan MÖ 6600 bandına karşın, son dönemde Batı Anadolu'da gerçekleştirilen yeni çalışmalar, en erken iskânların, belirtilen tarihin de öncesine uzandığını göstermektedir (Çevik & Erdoğan, 2020; Fidan vd., 2022; Dedeoğlu vd., 2023). Aynı çalışmalarda öne çıkarılan küresel göstergelerin aksine, yerel paleoçevre verileri, Anadolu'nun fiziki koşullarından dolayı iklim değişikliklerinin her yerde aynı zamanda ve aynı etkide hissedilmemiş olabileceğine işaret etmektedir (Eriş vd., 2018; Şenkul vd., 2022; Regattieri vd., 2023). AİD'nin içerisinde soğuk ve kurak koşullarla karakterize olan bir tepe noktasını temsil eden 8.2 ka (Weninger & Clare, 2017) bahsi edilen gelişmelerin, daha belirgin bir şekilde hissedildiği dönem olarak öne çıkarılmış ve Anadolu'nun farklı bölgelerindeki farklı süreçlerle olası ilişkisine dikkat çekilmiştir (Göz, 2019). Kronolojik tabandaki iklim/kültür eşleştirmesine dayandırılan bu yaklaşımların yanında, belirtilen iki unsur arasında söz konusu dönem için korelasyon olmadığını önererek, daha çok yerel adaptasyona odaklanan tartışmalar da yapılmıştır (Flohr vd., 2016). Bununla birlikte bir bütün olarak, Anadolu'yu tüm unsurlarıyla (yerleşim modelleri, materyal kültür ve geçim ekonomisi gibi) ele alan çalışmaların sayısı çok azdır (Göz, 2019). Bu metin hem belirtilen eksikliğe dikkat çekmek hem de daha bütüncül bir bakış açısı sunmak amacıyla yazılmış olup, 8.2 ka sırasında Anadolu'nun çeşitli bölgelerinde meydana gelmiş olan kültürel değişim/dönüşüm süreçlerini öncesi-sırası ve sonrasıyla ele almaktadır. Bu açıdan yerleşim organizasyonu, geçim ekonomisi ve materyal kültür öğelerindeki farklılaşmaya ya da sürekliliğe odaklanılmıştır.

8.2 ka sırasında Anadolu'daki tüm yerleşimler tarıma dayalı ekonomiye sahiptirler. Geçim ekonomileri tarıma dayanan toplulukların, avcı toplayıcılara kıyasla çevresel riskler karşısında esnek davranma yeteneklerini, besim üretimine bağımlı olmaları nedeniyle daha zayıf olarak tanımlamak mümkündür (Temple & Stojanowski, 2018). Dolayısıyla herhangi bir çevresel risk karşısında direnç göstermeleri durumunda benimsedikleri strateji, tarımsal kapasiteyi artırma ve onu daha fazla korumaya yönelik olacaktır. Bunun gerçekleşmesi için gereken kolektif çaba, topluluk içi etkileşimin artışı yani, sosyal ve ekonomik dayanışmayı daha güçlü hale getirmektedir. Arkeolojik olarak bu süreç, ortak depolama ve pişirme alanlarının artışı gibi

unsurlar üzerinden izlenebilir. Bireysel depolamanın karşısında kolektif depolama birimlerinin, toplulukların daha hareketli olmasına da imkân tanıdığı düşünülmektedir (Angourakis vd., 2015, 358). Bu durum ekolojik riskler karşısında ikinci bir direnç göstergesi olan diğer ekonomik unsurlara yönelimde esneklik sağlamaktadır. Bu açıdan, koyun ve keçiye, yani küçükbaş hayvancılığın olan ilginin arttığı daha pastoral ekonominin de baskın hale gelmesi sonucunda agro-pastoral bir modelin benimsenmesi kolaylaşır. Ayrıca, ekonomik girdinin artırılması amacıyla doğadaki ek besin kaynaklarına normalden daha yoğun şekilde yönelinebilir (Cohen, 1977, 80).

Yerleşim veya bölgesel ölçekteki terkler, ekolojik riskler karşısındaki diğer bir davranıştır. Bu açıdan daha verimli olduğu düşünülen alanlara doğru kısmi veya masif göç hareketleriyle karşılaşılabilir (Cohen, 1977, 80). Yerleşim terkleri, onunla ilişkili göç veya agro-pastoral ekonomi, önceki döneme göre artan bir hareketliliği beraberinde getirir. Ayrıca çevresel baskının arttığı dönemlerde benzer kaynakların kullanımının yoğunlaşması nedeniyle, aynı veya daha uzak bölgelerdeki topluluklar arasında sosyal ve ekonomik etkileşimlerin arttığı da önerilmektedir (Hodder, 1979, 450). Bu açıdan zaman içerisinde materyal kültür öğelerindeki farklılıklar, karşılıklı etki nedeniyle daha geniş bir bölgede bütünlük göstermeye başlayabilir. Ayrıca bu etkileşim taşınabilir materyal kültür öğelerine semboller aracılığıyla yansiyabilir (Hodder, 1979, 450). Örneğin çanak çömlek kullanan topluluklarda hem tarım hem de hayvancılığa dayanan ekonominin çıktısı daha fazla üretim ve farklı formların kullanımıyla, sosyal etkileşim de yine aynı materyal üzerindeki sembolik ifadelerle izlenebilir. Diğer yandan yeni bölgelere hareket, her zaman ılımlı bir etkileşimle de sonuçlanmayabilir. Varılan bölgedeki yerel toplulukların hem iklim değişikliği hem de yeni gelenler karşısında kendilerini stres altında hissetmeleri, bazı önlemler almalarına neden olabilir. Arkeolojik açıdan iki farklı topluluk arasındaki gerilim, iskeletler üzerindeki travmalar, yerleşimlerdeki tahribatlar, savunma veya çatışmaya yönelik unsurların artışı üzerinden izlenebilmektedir (Vencl, 1984). Belirtilen unsurların sınanmasında Anadolu'da MÖ 7.binyılın sonu, önemli arkeolojik veriler sunmaktadır. Bu açıdan öncelikle Anadolu'daki çok çeşitli fiziki koşulların, 8.2 ka'nın etkilerinin bölgelere göre farklı hissedilmesine neden olduğuna dikkat çekilmesi amaçlanmaktadır. Aynı çeşitliliğin arkeolojik yönden de tanımlanarak çevre ve kültür ilişkisi bağlamında yukarıda belirtilen unsurlar üzerinden bir modele ulaşılması hedeflenmektedir.

İklim Değişiklikleri ve Anadolu

Pleistosen'den Holosen'e geçiş (MÖ 9650) sonrasında iklim koşullarının her zaman stabil ve ılımlı şekilde seyretmediği, belirli aralıklarla ani iklim değişikliklerinin meydana geldiği bilinmektedir. Kuzey Atlantik'teki deniz tortullarında, karadan kopan ve rüzgârlarla sürüklenen buz kütlelerinin (ice-rafted debris) taşıdıkları iri tanecikli çökellerin birikim oranına göre, söz

konusu değişikliklerin her 1470 ± 532 yılda bir tekrarlamış olabileceği toplam dokuz *Bond Dönemi*'nden söz edilmektedir (Bond vd., 2001)³. Bunun yanı sıra yine 1500 yıl aralıklarla, ancak *Bond Döngüleri*'ne göre daha uzun süren (yaklaşık bin yıl boyunca) AİD'in de meydana geldiği önerilmektedir (Mayewski vd., 2004). MÖ 7.binyıl, belirtilen iklim değişikliklerinin her ikisini de içermesi bakımından öne çıkmaktadır. MÖ 7000-6000 aralığına konumlandırılan bir AİD (Mayewski vd., 2004, 248-249) ile kronolojik belirsizliğine karşın MÖ 6200-6000 aralığında tepe noktasına ulaşan 8.2 ka, iç içe geçmiş iklim değişiklikleridir (Thomas vd., 2007; Daley vd., 2011, 289).

Nedenleri ve kronolojisi tartışmalı olmakla beraber genel kabul gören hipoteze göre 8.2 ka iklim değişikliğini, Kuzeydoğu Kanada'daki buzul hareketleri tetiklemiştir. Erken Holosen'de ılımlı koşullar nedeniyle geri çekilen Laurentide buzul kütesinin eriyen suları, Agassiz ve Ojibway göllerinde birikmiş, göller ile kuzeyindeki Hudson Körfezi arasında doğal bir baraj oluşmuştur. Ancak aradaki barajın katastrofik etkileri olacak şekilde yıkılması sonucunda, göllerde biriken soğuk ve tatlı su ani şekilde sırasıyla Hudson Körfezi, Labrador Denizi ve dolayısıyla okyanusa boşalmıştır. *Termohalin Döngüsü*'nü kesintiye uğratan bu gelişmelerin ardından, soğuk ve kurak şartların hâkim olduğu iklim değişikliği meydana gelmiştir (Alley vd., 1997; Barber vd., 1999; Daley vd., 2011, 289).

İklim değişikliklerinin çeşitli kayıtlarda görünürlüğü ele alındığında, Doğu ve Orta Anadolu'daki palinoloji çalışmalarında 8.2 ka, AİD ve daha da genel olarak Erken Holosen'deki (bu satırdan sonra EH) iklim değişimlerin tespitini zorlaştıran temel bir problemle karşılaşmaktadır. Holosen'in başlangıcında, örneğin Akdeniz kıyılarında görülen odunsu bitki türlerindeki artışa, bu bölgelerde rastlanılmamaktadır (Roberts, 2002; Asouti & Kabukcu, 2014). Dolayısıyla erken dönem çalışmalarında herhangi bir iklim değişikliğinin en azından EH'de, polen değişimleri üzerinden tanımlanması konusunda zorluklarla karşılaşmıştır. Bununla birlikte kullanılan yöntemlerin çeşitlenmesiyle, farklı göstergeler üzerinden iklimsel farklılaşmaya dair sinyaller yakalanabilmiştir. Van Gölü'nün (Şekil 1) su seviyesinde MÖ 6200'lerden itibaren 8.2 ka ile eşleştirilen bir düşüş söz konusudur (Landmann & Kempe, 2005, 136). Yine Doğu Anadolu'daki Hazar Gölü'nde (Şekil 1) jeokimyasal göstergeler, EH'nin geneline göre MÖ 7300-6200 arasında daha kurak koşulların hâkim olduğuna işaret etmektedir (Eriş vd., 2018, 14).

3 Her ne kadar bunların tamamıyla küresel iklim kayıtları arasında korelasyon kurulamamışsa da beşinci sıradaki 8.2 ka'nın, dünyanın birçok noktasında belgelendiği görülmektedir (Rohling & Pälike, 2005; Parker & Harrison, 2022). Günümüzden önce 8200'lerde (kalibre edilmiş) meydana gelmesinden dolayı 8.2 ka, 8.2 k veya 8.2 kyr olarak isimlendirilen iklim değişikliği, küresel iklim tarihini anlamaya yönelik Grönland'da başlayan buzul karotu projelerinden birisi olan GISP2'de (Greenland Ice Sheet Project 2) izotopik açıdan daha net tanımlanmıştır (Alley vd., 1997).

Güneydoğu Anadolu'da EH'i de kapsayan herhangi bir iklim kaydı bulunmamaktadır. Fakat bölgenin güneydoğusunda, Kuzeybatı Zagroslardaki bir mağaradan (LoNAP 514) elde edilen diktin izotop analizleri Hazar Gölü'ne yakın bir perspektif sunmaktadır. Buna göre MÖ 7000-6500 aralığında yağış miktarındaki düşüşe karşın, 8.2 ka sırasında herhangi bir kuraklık tespit edilmemiştir (Regattieri vd., 2023).

Orta Anadolu'nun ise paleoçevre açısından daha iyi araştırıldığı görülmektedir. Volkanik Kapadokya'da yer alan Eski Acıgöl'de (Şekil 1) 8.2 ka palinolojik açıdan tespit edilememiştir (Woldring & Bottema, 2002, 18). Nar Gölü'nde (Şekil 1) U-Th tarihlemelerindeki soruna rağmen, varv sayımına göre Holosen'e geçişten 3400 yıl sonra $\delta^{18}O$ Karbonat değerlerindeki negatif kayma, 300 yıllık bir zaman dilimine yayılan soğuk bir anomaliye işaret eder (Dean vd., 2015, 169-170). Sultansazlığı Bataklığı'nda (Şekil 1) yapılan çalışmalarda, MÖ 6400-6100 arasında kendisini yoğun şekilde hissettiren, bununla birlikte MÖ 6650 ile 6100 gibi geniş bir zaman dilimine yayılan kurak iklim sırasında, otsuların polen diyagramındaki oranının %43'e ulaştığı belirtilmektedir (Şenkul vd., 2022, 32). İncesu Mağarası'nda (Şekil 1) ise yağış miktarındaki azalmaya göre birçok *Bond Olayı* tespit edilmesine rağmen, 8.2 ka ile ilişkili dalgalanmaya rastlanılmamıştır (Erkan vd., 2022, 509).

Orta Anadolu'nun batısında, Konya Ovası'ndaki iklimsel kanıtlar, doğrudan Çatalhöyük'ten elde edilmiştir (Şekil 2). Doğu höyükte ilk iskândan itibaren, yerleşim etrafının sulak alanlarla kaplı olduğu, ancak MÖ 6200-5800 arasında alüvyal birikimin zayıfladığı belirtilmiştir (Roberts & Rosen, 2009, 399). Diğer yandan yerleşimin her iki höyüğünden alınan çanak çömleklerdeki hayvansal yağların analizlerinde, MÖ 6325-5815 aralığında görülen δ^2H değerlerindeki farklılaşma, olasılıkla değişen iklim ve floradan kaynaklı daha yağsız çiftlik hayvanlarına işaret etmektedir (Roffet-Salque vd., 2018). Konya Ovası'nın kuzeybatısında Kureyşler Vadisi'nin (Şekil 1) karotlarında izotop, TOK (Toplam Organik Karbon) gibi göstergeler, MÖ 7. binin sonuna doğru kurak ve daha serin bir çevresel ortama işaret etmektedir. Tarihsel açıdan başlangıç-bitiş kronolojisi belirli olmasa da çevredeki vejetasyonun söz konusu değişimlere tepkisi, step otsularının daha geniş alanlara yayılışıyla karakterize olmuştur (Ocakoğlu vd., 2019, 12).

Akdeniz Bölgesi'ndeki Dim Mağarası (Şekil 1) diktinlerdeki izotop analizleri, MÖ 6300-6100 arasında yağış miktarında bir düşüşe denk gelen 200 yıllık bir kuraklığa işaret etmektedir (Baykara, 2014, 124-126). Anadolu'nun batısında da benzer bir durumla karşılaşmakta, Simav Grabeni'nde (Şekil 1) yapılan çalışmalarda da yağış miktarının MÖ 6000'lerde 460 mm'lere kadar düştüğü ve bunun 8.2 ka ile eşleştirildiği görülmektedir (Ocakoğlu vd., 2022). Denizli-Buldan'da yer alan Yayla Gölü'nde (Şekil 1) MÖ 6000 civarında (μXRF) kurak bir dönem tespit edilmiştir (Doğan vd., 2024). Anadolu'nun kuzeyindeki yüksek çözünürlüklü tek diktin kaydının elde edildiği Sofular Mağarası'nda (Şekil 1) ise 8.2 ka sinyalleri belirgin değildir (Göktürk vd., 2011).

8.2 ka'nın Anadolu'da bölgelere göre farklı etkileri olacak şekilde kendini hissettirdiği görülür. Diğer yandan yerel koşullar ile paleoiklim çalışmalarındaki çeşitli nedenlerden kaynaklanabileceği şekilde, bazı kayıtlarda 8.2 ka tespit edilememiştir. Farklılıklar, temel alınan değişkenin, çevresel değişimlere tepki verme hızı veya iklim kaydının içinde bulunduğu fiziki koşulların etkilerinden kaynaklanabilmektedir. Genel olarak bakıldığında iklim değişikliği için Grönland buzullarından elde edilen tarihlerin kayıtlarla büyük oranda çakıştığı, ancak iklimsel değişimlerin bazı coğrafyalarda olasılıkla AİD'le de ilişkili şekilde daha erken etkili olmaya başladığı anlaşılmaktadır. Dolayısıyla MÖ 7.binyılın genelinde iklim değişiklikleri arasında sınır belirlemek zordur. Özellikle Batı Anadolu'da MÖ 6200-6000 aralığı yağış miktarındaki düşüşün daha soğuk kışlar ve artan bir kuraklıkla tanımlanabilecek döneme karşılık geldiği söylenebilir. Güneydoğu, Doğu ve kısmen Orta Anadolu'da kuraklık sinyalleri büyük oranda MÖ 7.binyılın başına uzanır.

8.2 ka'nın etkili olduğu bölgelerde, çevresel ortamların belirgin şekilde açık alanlara, orada da çayırların yerine step otsularına doğru değiştiğine dair kanıtlar yukarıda ele alınmıştır. Ancak bu sonuçların her bölgede aynı çıktılarına neden olmadığı, yağış rejimindeki değişimlerin dahi iç ve kıyı bölgeler arasında farklılaştığı anlaşılmaktadır. Ayrıca halihazırda yarı kurak iklim koşullarına sahip Doğu, Güneydoğu ve Orta Anadolu'da, yerel iklim koşullarından dolayı daha etkili şekilde hissedileceği, Akdeniz ikliminin hâkim olduğu kıyı kesimlerinde ise özellikle ekonomik açıdan sürdürülebilirliğe çevresel açıdan imkân tanımış olma potansiyelinin altı çizilmelidir.

Kronolojik Çerçeve

MÖ 6200-6000 aralığı Anadolu'nun çeşitli bölgelerinde farklı kültürel evreler olarak tanımlanır (Şekil 3). Güneydoğu Anadolu'da Geç Neolitik (MÖ 7000-5200) olarak bilinen bu dönem kendi içinde farklı evrelere ayrılmaktadır. Bununla birlikte geleneksel çanak çömlek kültürlerine dayalı kronolojiler de (Hassuna, Samarra, Halaf) kullanılmaktadır (Tekin, 2017, 98-111). Orta Anadolu ve Göller Bölgesi Geç Neolitik-Erken Kalkolitik ayrımı genel kabul görürken (Yakar, 2011), Batı Anadolu kendi içinde farklılıklara sahiptir. Kıyı Batı Anadolu'da MÖ 6500-6000 Erken Neolitik, MÖ 6000-5500 ise Geç Neolitik olarak tanımlanır (Erdoğan & Çevik, 2020).

İlk olarak Güneydoğu Anadolu'ya bakıldığında, MÖ 7.binyıla tarihlenen ve kazısı gerçekleştirilen yerleşimlerin Yukarı Dicle ve Fırat havzalarında yer aldığı görülmektedir (Şekil 2). Yukarı Dicle'de radyokarbon analizlerine göre Salat Camii Yanı, Hakemi Use ve Sumaki bu kapsama dahil olan yerleşmelerdir (Şekil 2). Bunlar arasında Salat Camii Yanı yerleşmesinde ilk iskânın MÖ 6500'lerde başladığı ve MÖ 6200'lere kadar süreklilik gösterdiği bildirilmiştir (Şekil 4), (Miyake, 2011, 137). Bölgedeki bir diğer yerleşim Hakemi Use, radyokarbon sonuçlarına göre MÖ 6100-5950/5900'e konumlandırılır (Tekin, 2011, 152). Hem Erken Neolitik hem de Geç Neolitik'te iskân edilen Sumaki Höyük'te ise ¹⁴C tarihlendirmeleri MÖ 7134 ±57-6173

±50 aralığını vermiştir (Sarıaltun, 2020, 131). Fırat nehri kenarında yer alan Akarçay Tepe ve Mezraa Teleilat yerleşmeleri Güneydoğu Anadolu'daki diğer iki merkezdir (Şekil 2). Su altında kalacağı için kurtarma kazısı niteliğinde araştırılan yerleşmelerden Akarçay Tepe'de ilk iskânın MÖ 7900'lerde doğu höyükte başladığı, MÖ 7.binin başında yerleşimin batıya kayarak MÖ 6000'e kadar süreklilik gösterdiği belirtilmiştir (Şekil 4), (Özbaşaran & Duru, 2011, 166-167). Mezraa Teleilat'ta da en erken yerleşimin MÖ 8.binin başına uzandığı, ¹⁴C tarihlendirmelerine göre de MÖ 6000 civarı (Şekil 4) terk edildiği düşünülmektedir (Özdoğan, 2011b, 219).

Güneydoğu Anadolu'nun aksine Doğu Anadolu'da, belirtilen dönemle çağdaş ve ¹⁴C ile tarihlenmiş bir yerleşim bulunmamaktadır. Kilikya'da Yumuktepe, Orta Anadolu'da ise Tepecik Çiftlik, Köşk Höyük, Can Hasan I, Çatalhöyük ve Pınarbaşı B çağdaş yerleşimlerdir (Şekil 2). Yumuktepe'de Neolitik tabakaların MÖ 7000-5800 arasına yerleştirildiği, MÖ 6100-6000'de bir hiatus olduğu belirtilmektedir (Caneva, 2012, 2). Volkanik Kapadokya'da yer alan Tepecik Çiftlik'te radyokarbon analizlerinin sonuçları MÖ 7000-5500 (Bıçakçı, 2022), aynı bölgedeki bir diğer yerleşme olan Köşk Höyük'te ise MÖ 6400-5600 aralığına yayılmaktadır (Şekil 2, 4), (Öztan, 2007, 223-234).

Konya Ovası'nda aynı dönem üç yerleşim ile temsil edilir (Şekil 2). Çatalhöyük'te yerleşim doğu höyükte MÖ 7400'lerde başlamıştır⁴. Tartışmalı olmakla beraber MÖ 6100-6000 arasında batıda yeni bir yerleşimin kurulduğu ve MÖ 5700'lerde de tamamen terk edildiği bilinmektedir (Şekil 4; Orton vd., 2018). Çatalhöyük'ün güneyinde yer alan diğer bir Konya Ovası yerleşimi Can Hasan I'in, Geç Neolitik iskânının MÖ 6700'lere kadar uzandığı yönündeki tartışmaların aksine, genel olarak MÖ 6500-5500 aralığına yerleştirildiği görülmektedir (Şekil 4; French, 1998, 20). Bölgedeki bir başka yerleşim ise Pınarbaşı'dır. Buradaki kaya altı sığınağının (B) Geç Neolitik'te (MÖ 6500-6000) pastoral gruplar tarafından iskân edildiği önerilmektedir (Şekil 4; Baird, 2012, 200).

Kronolojik kapsam dahilinde bakıldığında Batı Anadolu'nun genelinde yerleşim sayısının doğudaki coğrafyalara göre daha fazla olduğu görülmektedir. Yerleşimler Göller Bölgesi, Orta Batı Anadolu ve Güney Marmara olarak ayrılan üç farklı bölgede yer almaktadırlar (Şekil 2). Göller Bölgesi'nde Hacılar (MÖ 6340-5720), Kuruçay (MÖ 6300-5700) Höyücek (MÖ 6500-5700) ve Bademağacı (MÖ 7100-6100) burada kazısı yapılmış ve ¹⁴C'ler ile tarihlendirilmiş yerleşimlerdir (Şekil 4). Hacılar ve Bademağacı'nın MÖ 6500 öncesine uzanan tabakalarının yanında bölgedeki genel kültürel karakterin MÖ 6400 sonrasında daha belirgin olduğu, Bademağacı

4 Çatalhöyük'te en erken iskânın ne zaman başladığı konusunda çeşitli tartışmalar mevcuttur. Bu yazının temelini oluşturan tez çalışmasının hazırlandığı tarihte (Göz, 2019), ¹⁴C tarihlemeleri MÖ 7400'leri işaret etmekteydi (Orton vd., 2018), ne var ki sonraki yayınlarda bu tarih MÖ 7100 olarak güncellenmiştir (Hodder, 2020, 77).

dışında diğer yerleşimlerin Orta Anadolu'da olduğu gibi MÖ 5700'lerde terk edildiği bilinmektedir (Duru, 2019a, 131-133). Güneybatı Anadolu'da başka bir yerleşim yeri Ekşi Höyük'tür; ilk iskân, MÖ 6750'de başlamış ve MÖ 5850'ye değin süreklilik göstermiştir (Şekil 4; Dedeoğlu vd., 2023, 4-5).

Orta Batı Anadolu'da yer alan Ulucak Höyük (Şekil 2) bölgede kapsamlı şekilde araştırılan ve en uzun süre iskân görmüş bir yerleşimdir. MÖ 6850'de başlayan iskân, kesintisiz olarak MÖ 5670'e kadar devam etmiştir (Şekil 4; Çevik & Erdoğan, 2020). Bölgedeki bir diğer erken tarihli yerleşim olan Çukuriçi tarihlerinin de MÖ 6700'lere kadar geri gittiği, Ulucak'tan farklı olarak MÖ 6000'lerde terk edildiği bildirilmektedir (Horejs, 2016, 146-147). Orta Batı Anadolu'daki son iki yerleşimden Yeşilova'da MÖ 6400'e, Ege Gübre'de MÖ 6200'lere uzanan iskân, ikisinde de MÖ 5700'lerde sona ermiştir (Şekil 4; Derin, 2012, 183; Ozan, 2012, 44).

Güney Marmara'da en erken Neolitik yerleşimlerden Bahçelievler'de MÖ 7100, hemen ardından Barcın Höyük'te (Şekil 2) MÖ 6600'e uzanan iskân, MÖ 6000 civarında son bulur (Şekil 4; Gerritsen & Özbal, 2016, 200; Fidan, vd. 2022, 97). Aktopraklık'ta MÖ 6400 civarında başlayan en erken iskânın, MÖ 6100-6000 arasındaki hiatusun ardından MÖ 5500'lere kadar devam ettiği (Karul & Avcı, 2013: 52), Menteşe (MÖ 6600-6000) ve Ilıpınar'ın da (MÖ 6000-5400) bu yerleşimin farklı evreleriyle çağdaş olduğu anlaşılmaktadır (Roodenberg & Alpaslan-Roodenberg, 2013, 74). Höyükler dışında Gedikkaya Mağarası'nın 2A tabakasında iskâna rastlanılmıştır; mağarada MÖ 7.binyıl boyunca aralıklarla yerleşilmiştir (Sarı, 2024, 15).

Güneydoğu Anadolu Bölgesi

MÖ 7.binyılın başında bölgede kamusal binaların etrafında şekillenen mega Neolitik köylerin yerini, daha küçük boyutlu küçük tarımcı yerleşmelerin almasıyla, çoğu zaman *çöküş* olarak da yorumlanan (Özdoğan, 2014) ve Güneybatı Asya'nın genelinde izlenebilen kültürel değişimler meydana gelmiştir. Bu süreç, MÖ 8.binyılda toplulukların ekonomisine daha geniş ölçekte dahil edilen evcilleştirilmiş bitki ve hayvanların, MÖ 7.binyılın başından itibaren tamamen baskın hale gelmesiyle, tümüyle tarıma dayalı yaşam biçimine geçiş olarak da açıklanabilir. Geçiş sürecinin önemli çıktıları arasında, çanak çömlek kullanımının başlaması, yeni yerleşim modellerinde kamusal binaların yerini daha merkezi role sahip hanelerin alması ve artan pastoralizm sayılabilir.

Güneydoğu Anadolu'nun Yukarı Dicle Havzası'nda, bu dönem kronolojik açıdan sorunlu olmakla birlikte Çayönü'nde (Şekil 2) bilinen yerleşim karakterinin terk edilmesi, ilkel çanak çömlek kullanımı ve topluluğun daha pastoral bir yaşam biçimine işaret eden teknoloji (Caneva vd., 1998, 204), bahsi edilen geçiş sürecindeki temel değişimlere örnektir. MÖ 6500 sonrası aynı bölgede yerleşim modellerinden materyal kültüre ve geçim ekonomisine kadar her alanda daha hareketli grupların ortaya çıkış süreci de bu bağlamda izlenebilmektedir. Aynı bölgedeki

Salat Camii yerleşmesinde MÖ 6200'lerdeki terk sürecinden önce hayvana dayalı ekonomide baskın olan domuzun kademeli olarak düşüşe geçtiği, koyun ve keçinin daha baskın hale geldiği görülmektedir. Erken evrelerde (I-II tabakalar), pise tekniğiyle taş temel olmadan yapılan birkaç binanın dikdörtgen şeklinde ve küçük boyutlarda olduğu, ocaklar, fırınlar ile ateş yerlerinin dağılımına dayanılarak, topluluğun sosyal ve ekonomik organizasyonunun daha çok açık alanlar üzerinden kurgulandığı, son tabakada (III) ise herhangi bir mimari unsura rastlanılmadığı anlaşılmaktadır (Miyake, 2011).

Salat Camii Yanı topluluğunun daha pastoral bir yaşam biçimini benimsemesi nedeniyle yerleşimin aşamalı olarak terk edildiği söylenebilir. Halihazırda çağdaş dönemde Yukarı Dicle'de pastoral toplulukların varlığı arkeolojik kanıtlardan bilinmektedir. Sumaki Höyük'ün MÖ 6500 sonrasında tamamen göçebe topluluklar tarafından iskân edildiği, çadır direkleri için yuvalar, fırın ve ocaklar, ışık yerleri, yalaklar ve kül çukurları gibi arkeolojik kalıntılardan anlaşılabilir (Erim-Özdoğan, 2011, 26-29). MÖ 6100 sonrasında ise Hakemi Use'de MÖ 5900'lere kadar pise tekniği ile yapılmış dikdörtgen binalarda, tamamen tarım ve hayvancılığa dayalı bir yaşam biçimi görülmektedir (Tekin, 2011).

Fırat kenarında ise Akarçay ve Mezraa Teleilat'ta yerleşim modellerinin gelişimi her iki yerleşimin Çanak Çömleksiz Neolitik B döneminden Çanak Çömlekli Neolitik'e süreklilik göstermesinden dolayı daha iyi izlenebilmektedir. Akarçay'da (batı) MÖ 7.bin sonuna doğru mimaride önceki dönemlere göre daha özensiz yapılaşma, süregelen uygulamaların terki, düzensiz bir yerleşim modelinin ortaya çıkmasına neden olmuştur (Özbaşaran & Duru, 2011, 173). MÖ 7.binin ikinci yarısında Mezraa Teleilat'da (IIB) bir önceki dönemde birbirinden bağımsız olarak inşa edilen yapıların bir araya getirilerek yapı adaları oluşturduğu, ekonomik organizasyonun fırınlar, ocaklar, ışıklar üzerinden açık alanlarda yürütüldüğü görülmektedir. Söz konusu yapı adaları hücre biçimli odalara bölünmüştür (olasılıkla depolama için kullanılmışlardır). Sonraki evrede herhangi bir mimari unsura rastlanılmamakla birlikte, Proto-Halaf (MÖ 6100-6000) çanak çömleğinin ele geçtiği bu tabakada zayıf olsa da iskânın devam ettiği belirtilmiştir (Özdoğan, 2011b).

Güneydoğu Anadolu'da ele alınan yerleşimlerin tamamının kurtarma kazısı olması, diğer yandan Çayönü'nde de daha önce sözü edilmiş olan sorunlardan dolayı, tek bir yerleşim üzerinden iklim değişikliklerini tüm unsurlarıyla izlemek mümkün olmamaktadır. Buna karşılık Anadolu sınırları dışında olmakla birlikte Kuzey Suriye'de Balikh kolu üzerinde yer alan Tell Sabi Abyad ile çağdaş dönemdeki Cezire yerleşimlerinde (Şekil 2) gözlemlenen değişimler, Güneydoğu Anadolu ile eş zamanlıdır ve buralarda 8.2 ka'dan kaynaklı yeni bir sosyal ve ekonomik sistemin aşamalı şekilde benimsendiği önerilmektedir (Van der Plicht vd., 2011; Van der Horn vd., 2015). Bu değişimler, genel olarak mimaride yuvarlak planlı yapıların artışı, hücre biçimli depolama birimleri, boyalı çanak-çömlekler, ayrıca depolama kapları, koyun ve keçi besiciliğine

dayalı ekonomiyle, genel olarak yarı pastoralizme kayma olarak tanımlanabilir (Frangipane, 2007). 8.2 ka'nın etkilerinin en üst seviyeye ulaştığı dönemde daha belirginleşen bu değişimler, MÖ 5900 sonrası çok geniş bir alanda ortaya çıkan Halaf Kültürü'nün de temelini oluşturmuş olmalıdır.

MÖ 6400'lerde Tell Sabi Abyad (Şekil 2), daha sonra da Tell Halula ve diğer birkaç yerleşimde Halaf'ın karakteristik mimarisini oluşturacak yuvarlak planlı yapıların ortaya çıktığı görülmektedir. Tell Sabi Abyad'da MÖ 6200 civarı yerleşimin doğuya kaymasıyla, yerleşim modelinin tamamen değiştiği, bu yapıların dikdörtgen binalara eklemelendiği görülür. Belirtilen dikdörtgen binaların depolama amaçlı küçük hücrelere bölündüğü anlaşılmaktadır. Sonraki evrede (MÖ 6100-6000 / Proto Halaf) depolama birimlerinden oluşan binaların yerleşimde daha baskın hale geldiği belirtilir. Tahıl depolama amacıyla yapıldığı bilinen bu hücrelerin birkaçında üzeri mühür baskılı kil kapamalar da (*cretula*) çok sayıda ele geçmiştir. Ekonomik paylaşımın ortak temelde gerçekleştiği, açık alanlarda yer alan büyük boyutlu fırınlardan anlaşılmaktadır. MÖ 6200-6100'de bu geçiş sürecine boyalı çanak çömleklerin yoğun şekilde ortaya çıkışı eşlik etmiş, Proto Halaf'ta ise Dicle'den Fırat'a, oradan da Kuzeybatı Suriye'ye kadar olan geniş bir iletişim ağı içerisinde benzer mal gruplarına rastlanılmıştır. Koyun ve keçide bu değişim sürecine paralel olarak kesim yaşlarının yükseldiği, topluluğun yaylalar ile yerleşim arasında mevsimlik döngüye geçtiği ve ikincil ürünlerin kullanımında bir artışın meydana geldiği belirtilmektedir (Frangipane, 2007; Van der Plicht vd., 2011; Van der Horn vd., 2015; Nieuwenhuys & Akkermans, 2019).

Özetlenen bu Kuzey Suriye örneği, genel olarak bu gelişmelerin iklim değişikliğinin etkisiyle yaşandığını, kuraklıkla karşı karşıya kalan topluluğunun nemli ortamları seven domuz ve sığira karşılık önemli derecede koyun ve keçiye dayanan pastoral bir yaşam biçimine geçiş yaptığını, olasılıkla verimi düşen tarımdaki açığı kapatmaya yöneldiğini işaret etmektedir (Van der Plicht vd., 2011). Yine yerleşimdeki depolama birimlerinde tahılların saklanarak, kuraklığa karşı önlem alındığı, mühür baskılarından da anlaşıldığı kadarıyla ürünlerin korunduğu ve ortak tabanda paylaşıldığı düşünülmektedir (Frangipane, 2007). Hasat mevsiminde depolanması gereken tahıllar için yerleşimi ziyaret eden toplulukların diğer dönemlerde koyun/keçiler için uygun otlaklara ihtiyaç duyması nedeniyle hareket halinde olmaları, bu iki nokta arasında düzenli bir hareket stratejisinin benimsendiğini düşündürür. Yuvarlak planlı binaların domestik aktiviteler için kullanıldığı ve daha kısa sürede inşa edildiği, dolayısıyla yarı göçebe topluluklar için daha uygun olduğu da etnoarkeolojik gözlemler ışığında belirtilmektedir (Verhoeven, 1999). Kübik mimariye ve benzer diğer gelişmelere, Cezire merkez olmak üzere, Kuzeybatı Suriye'de rastlanmaktadır (Bartl, 2022; Nieuwenhuys, 2022).

Daha göçebe bir yaşam biçimine geçişin topluluklar arasında iletişimi arttırdığı, bunun da doğrudan materyal kültüre yansıdığı özellikle boyalı çanak çömlek geleneğinin dönüşümü

üzerinden anlaşılmaktadır. Burada hem Dicle hem de Fırat'ın merkezinde bulunan ve depolama birimlerinden de anlaşıldığı kadarıyla Cezire'nin söz konusu dönüşüm sürecinin kilit bölgesi olduğunun altı çizilmelidir. Muhtemelen farklı bölgesel kökenleri olan boyalı çanak çömlek gruplarının, hareketlilikten dolayı geniş etkileşim ağının bir sonucu olarak sonraki dönemde daha da kaynaştıkları söylenebilir. Proto Halaf'ta (MÖ 6100-6000) yoğunlaşan söz konusu kültürel kaynaşmanın sonucunda, en erken Cezire'de görülen yuvarlak ve köşeli mimarinin ortak kullanımı, mühürler vb. unsurlar, 5900'den sonra Halaf Kültürü'nün çekirdek öğeleri olarak Zagroslar'dan Doğu Akdeniz'e kadar olan bölgede aynı zamanda ortaya çıkmıştır (Akkermans vd., 2015; Göz, 2019, 149-150).

Güneydoğu Anadolu'daki dönüşüm süreci, Kuzey Suriye'deki Tell Sabi Abyad örneğinde olduğu gibi tek bir yerleşim üzerinden izlenememektedir. Ancak materyal kültür, bölge topluluklarının geniş bir iletişim ağı içerisinde olduklarını, özellikle MÖ 5900'lerden itibaren Halaf'a geçiş süreci ve değişimlerin bu bölgede de izlenebildiğini göstermektedir. Öncelikle Cezire'den bilinen ve üzerine mühürlerin basıldığı kil kapamaların pastoral topluluklarla karakterize edilebileceği, Sumaki'deki çok sayıdaki örnekten yola çıkılarak söylenebilir (Erim-Özdoğan, 2011, 33-35). Çanak çömlek açısından bakıldığında, Yukarı Dicle ve Fırat'taki yerleşimlerde, MÖ 6100'ün hemen öncesinde, Kuzey Irak ve Kuzey Suriye'den bilinen çanak çömlek gruplarına rastlandığı görülür. Ancak tam anlamıyla daha geniş bölgesel ağın Ön Halaf Dönemi'nde meydana geldiği anlaşılmaktadır. Yukarı Dicle'de Hakemi Use şimdilik bu süreci en iyi yansıtan yerleşimdir. Burada Mezopotamya'dan bilinen Hassuna, Samarra, Kuzey Suriye, Kilikya ve Amik Ovası'ndan bilinen Koyu Yüzlü Açıklı Mal gruplarına (KYAM) rastlanılmıştır (Tekin, 2007). Diğer yandan Fırat'taki yerleşimlerde daha sonra Akdeniz geneline yayılacak olan *impresso* çanak çömleklerin yoğun varlığı bilinmektedir (Güldoğan, 2008). MÖ 5950'lerde terk edilen Hakemi Use'nin ardından süreklilik gösteren herhangi bir yerleşim bilinmezken, Halaf yerleşmelerinin Zagroslar'dan Doğu Akdeniz'e kadar uzanan coğrafyada sayılarının arttığı görülür (Frangipane, 2007).

Orta Anadolu

Orta Anadolu Platosu'na geçmeden, ancak bu bölüm altında ele almak istediğimiz bölge için önemli bir yerleşim, Yumuktepe'dir. Kilikya'da söz konusu dönem için bilinen tek yer olan Yumuktepe'de MÖ 6200'lerde İlk Neolitik (MÖ 7000-6200) olarak tanımlanan evreden Orta Neolitik'e (MÖ 6200-6000) geçişte önemli kültürel değişimler gözlemlenmektedir. Tek odalı çamur sıvalı dal örgü mimariden (*wattle and daub*) taş temelli, çok odalı yapılara geçiş bu dönemde meydana gelmiştir. Yeni yerleşim modelindeki yapıların içerisinde yer alan hücrelerde ele geçen karbonlaşmış tahıl kalıntıları ve büyük boyutlu çömlekler, bahsi geçen mekanların depolama birimi olarak kullanıldığını düşündürmektedir. Bu evrenin ardından MÖ 6000'lerde bir hiatus görülür. Yumuktepe'nin bu dönemde Mezopotamya'daki topluluklara ulaşan bir

iletişim ağı içerisinde olduğu *impresso* çanak çömleklerden anlaşılmaktadır. Bölgenin karakteristik malzemesi olan KYAM'ların (Koyu Yüzlü Açkılı Mal) Orta Neolitik'te yerleşimde baskın olduğu görülmektedir. Hiatusun hemen ardından yerleşimde apsisli dikdörtgen yapılarla, binalardan bağımsız dairesel siloların inşa edildiği görülmektedir. Bununla birlikte 60 cm derinliğindeki çukurların da depolama amacıyla kullanıldığı düşünülmektedir. Ortaya çıkarılan tahılların uzun süre dayanması için kavuzlarıyla birlikte depolandıkları belirtilmiştir. Her iki dönem boyunca çanak çömleklerde görülen en önemli yenilik ise boya bezeme geleneğidir (Caneva, 2012; 2022; Ulaş, 2014, 311-314).

Orta Anadolu Bölgesi'nin Volkanik Kapadokya kesiminde yer alan yerleşmelerden Köşk Höyük'te, ele alınan sürecin tanımlanmasının kronolojik nedenlerden dolayı zor olduğunu belirtmek gerekir. Bölgedeki bir başka yerleşme, kilit yerleşim olarak tanımlanabilecek, Tepecik Çiftlik'tir. Yerleşimde III. (MÖ 6400-6100/Son Neolitik) ve II. tabakalar (MÖ 6100-5800/İlk Kalkolitik) belirtilen kronolojik aralığa dahildir. III. tabakanın yerleşim modeli dinamiktir. MÖ 6200 öncesinde, "Fırınlı Yapılar Evresi" olarak bilinen ve birbirinden bağımsız bir veya birden fazla köşesinde alkovların yer aldığı ve fırınların da bunların içerisine yerleştirildiği görülmektedir. MÖ 6200'lerden itibaren yerleşim modelinde değişim meydana gelmiş, bağımsız şekilde inşa edilmiş binalar birbirlerine yakınlaşarak merkez bir oda etrafında şekillenen çok odalı yapılara dönüşmüşlerdir. Çok odalı olarak ifade edilen mekanlardan bazılarının bir metreden daha büyük olmadığı, dolayısıyla depolamayla ilişkili olabileceği görülmektedir. Yumuktepe'yle benzer şekilde binalardan bağımsız yuvarlak planlı silolar da bu süreçte ortaya çıkmıştır. MÖ 6200 sonrası diğer bir önemli değişim çanak çömleklerde görülmekte, yerleşimde üzerinde insan veya hayvan kabartmaların yer aldığı örneklerin, özellikle de çömleklerin sayısında artış meydana geldiği görülmektedir. MÖ 6100'lerde söz konusu evre bir yangınla son bulmuş, II. Tabakada benzer yerleşim modeli ve siloların kullanımına devam edilmiştir (Bıçakcı vd., 2012; Çakan, 2013; Bıçakcı, 2022). Çanak çömleklerde söz konusu dönem boyunca geometrik bezemelilere de sıkça rastlanılmıştır. Aynı dönemde besin ekonomisinde önceki evrelerdeki et tüketimine nazaran, tahılların daha baskın olduğu ve ikincil ürünlerin kullanımına dair kanıtlara ulaşıldığı da bildirilmiştir (Özükurt, 2019, 58). Çanak çömleklerde benzer bir gelişime, Köşk Höyük'ün çağdaş tabakalarındaki çeşitli hayvan ve insan betimlemelerinden oluşan av sahnelerinde sıkça rastlanılmaktadır (Godon & Özbudak, 2022).

Konya Ovası'ndaki Çatalhöyük, 8.2 ka perspektifinden Güneybatı Asya genelinde en iyi değerlendirilmiş birkaç yerleşimden birisidir. Özellikle MÖ 6500 sonrası meydana gelen köklü değişimler ve nedenleri uzun süredir tartışılmaktadır. Kültürel değişimler kendini en başta yerleşim modeli ve toplumsal organizasyonda göstermektedir. Yerleşimin en geniş sınırlara ulaştığı VI. tabakanın ardından, nüfusta bir azalmaya işaret eden kısmi terkin, artan pastoralizmle ilişkili olduğu düşünülmektedir (Hodder, 2014; Marciniak, 2019b; Hodder, 2022; Czerniak

& Marciniak, 2022; Brady vd., 2022). Zira aynı dönemde yakınlardaki Pınarbaşı'nın göçebe topluluklar tarafından iskân edildiği bilinmektedir (Baird, 2012). Yerleşim modelinde ise içinde çok çeşitli öğelerle (boğa başları, kabartmalar, daha fazla gömüt sayısı gibi) uzun yıllar süreklilik gösteren binalarda da kesinti meydana gelmiş, konutların birbirine uzak aralıklarla meydanlar oluşturacak şekilde inşa edilmeye başlandığı bildirilmiştir. MÖ 6200 sonrası değişime uğrayan yerleşim modelinde açık alanların yoğunluk kazandığı ve ortak tabanlı ekonomik organizasyona işaret eden kanıtlar görülür. Diğer bir farklılık, MÖ 6500 sonrası birbiriyle genellikle akrabalık bağı olmayan bireylerin gömüldüğü toplu mezarlara rastlanmasıdır (Yaka vd., 2020, 403-404). Ekonomik açıdan doğudaki Neolitik yerleşmenin geç tabakalarında koyun ve keçiye bağımlılığın arttığı, bununla birlikte bölgede yabancı halde bulunan sığırın evcilleştirme aşamasına girdiği anlaşılmıştır. Materyal kültürde de taşınabilir öğelerin (örneğin mühürler) sayısında artış, aynı dönemde meydana gelmiştir. Doğu yerleşimden batıya tam olarak ne zaman geçildiği veya her ikisinin aynı dönemde kullanılıp kullanılmadığı halen tartışmalıdır (Hodder, 2014; Marciniak, 2019b; Hodder, 2022; Czerniak & Marciniak, 2022; Brady vd., 2022).

Batıya geçişle birlikte sosyal ve ekonomik organizasyonun tamamen değiştiği benzer gelişmelere diğer bölge yerleşimlerinde de rastlandığı görülmektedir. Batı Çatalhöyük'te yerleşim modeli, birbirlerine kalın kerpiç duvarlarla birleşmiş binalardan oluşmaktadır. İçlerinde ikinci katı desteklemek adına kalın payandaların bulunduğu bu binaların etrafında, girişin üstten yapıldığı hücre biçimli mekanlar yer almaktadır. Payandalı yapıların üst katında günlük yaşam aktivitesinin sürdürüldüğü, hava almayan serin ve karanlık alt katların ise daha çok depolamayla ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Alt katlarda domestik aktiviteye işaret eden herhangi bir buluntunun olmaması bu savı desteklemektedir (Biehl, 2012). Ayrıca bahsedilen hücre biçimli mekanların da aynı amaçla kullanıldığı düşünülebilir. Yerleşim modeline paralel olarak ekonomik açıdan kuraklığa karşı daha dayanıklı olan keçinin, koyun karşısında 6/1 oranında artışa geçtiği ve sığırın da tamamıyla evcil olduğu belirtilmektedir (Biehl, 2012). Çanak çömleklerde ise önemli değişimler meydana gelmiş, doğu höyüğünün bin yıllık sürecinde bulunan 1216 parçaya karşı, batı höyükte 29.000 çanak çömlek parçası ele geçmiştir. Özellikle çömlek formları yaygınlık kazanmış, bununla beraber çeşitli şekillerde yapılan bezemelerde (çizi, boya vd.) çok geniş bir repertuvarla karşılaşmıştır (Franz, 2010, 77; Franz & Pyzel, 2022). Sözü edilen süreç bölgede Can Hasan I yerleşmesinde de izlenebilmektedir. 2B ve 2A olarak tanımlanan tabakalarda dörtgen ve içerisinde payandaların yer aldığı mimarinin benimsendiği anlaşılmaktadır. Üst katlarda olasılıkla duvar süslemelerinde olduğu iddia edilen sıva kalıntılarının aksine, alt katlarda taban kalıntısına dahi rastlanmadığı, kapı girişlerinin de olmadığı belirtilmektedir (French, 1998). Dolayısıyla depolama amacıyla kullanılmış olma ihtimali öne çıkmaktadır.

Batı Anadolu

Batı Anadolu'da Güneydoğu ve Orta Anadolu'dan biraz daha farklı bir sürece işaret eden kanıtlar söz konusudur. İlk olarak Göller Bölgesi'ne bakıldığında MÖ 7.binyılın sonunda iklimden kaynaklı yaşanmış olabilecek sosyal huzursuzluklar tartışılmış (Clare vd., 2008) ancak sonrasında ortaya çıkan manzara değerlendirilmemiştir. Burada Hacılar, Bademağacı, Kuruçay ve Höyücek'te yapılan kazı ve araştırmalar, bölgenin homojen bir süreç geçirdiğini, MÖ 6100'lerden itibaren de önemli kültürel kırılmaların meydana geldiğini göstermiştir. Hacılar'da Akeramik (?) olarak tanımlanan tabakalar ile ardından meydana gelen hiatus sonrasında MÖ 6400'lerde başlayan Geç Neolitik dönem iskânının (IX-VI) dönüşüm sürecini anlamak çok zordur. En iyi bilinen ve olasılıkla MÖ 6100'lere yerleştirilen VI. tabaka yerleşiminin bir yangınla son bulduğu, V-IV ve III'ün ise moloz dolgularla karakterize olduğu belirtilmiştir. Sonraki II. tabaka ile birlikte yerleşimin bir savunma duvarıyla çevrildiği ve bu evrenin de bir yangınla son bulduğu anlaşılmıştır. Kısa süreli bir hiatusun ardından MÖ 5900 sonrasında Orta Anadolu'dan bilinen payandalı yapılardan oluşan, dışı kapalı ve birbirine bitişik inşa edilmiş radyal bir yerleşim modeli benimsenmiştir (Mellaart, 1970).

Benzer bir sürecin Kuruçay'da da izlenebildiği, MÖ 6000 öncesi temsil edilen zayıf mimari ve hiatusun ardından yerleşimin 11. yapı katınının 26 m uzunluğunda, 1.10 m genişliğinde, bir savunma duvarıyla çevrelendiği belirtilmektedir. Savunma duvarının üstüne yarım daire şeklinde iki tane kule eklenmiştir. Payandalı yapılara Kuruçay'da da rastlanılmaktadır (Duru, 1994, 9-13). Höyücek'te de MÖ 6000'lerde meydana gelen yangının ardından hiatus yaşandığı, MÖ 5700'lerde ise her üç yerleşimin de terk edildiği bildirilmiştir (Duru, 2005, 143-145). Bölgenin güneyindeki Bademağacı'nda ise MÖ 6100'lere doğru açık alandaki depolama birimlerinin kapasitesinin artışı geçtiği, yerleşimin etrafında savunma duvarıyla ilişkili olabilecek kalıntıların tespit edildiği görülmektedir. MÖ 6100'lerde yerleşim, meydana gelen yangınların ardından terk edilmiştir (Duru, 2019b, 15-24). MÖ 6000'ler sonrası önemli bir değişim çanak çömleklerde görülmektedir. Boya bezemeli çanak çömleklerde kritik artış burada da görülmekte, savunma duvarlarının olduğu evredeki krem/kırmızı bant bezekli mallar, payandalı yapılara geçişle yerini, sembolik öğelerin daha sık işlendiği çanak çömleklere bırakmıştır (Duru, 2007). Bölgenin bir diğer yerleşimi Ekşi Höyük'te kültürel süreklilik modern tahribatlar nedeniyle izlenememektedir. Yerleşimde MÖ 6400 sonrasındaki (5. ve 4 tabakalar) sosyal organizasyon ve bunun bir yansıması olan yerleşim stratejisinin, MÖ 6100 sonrasından terke kadar olan aşaması şimdilik belirsizdir (Dedeoğlu vd., 2023).

Orta Batı Anadolu'da belirtilen kronolojik süreç, en ayrıntılı şekilde Ulucak'ta izlenebilmektedir. MÖ 6200'lerden itibaren tabakalardaki yapıların (Va-Vb) art arda gelen yangınlarla yıkıldığı, üretim ve depolama kapasitesinde bir artışın meydana geldiği belirtilmektedir. V. tabakanın (MÖ 6500-6000) bir yangınla son bulmasının ardından (IV. tabaka/MÖ 6000-5650)

MÖ 6000'lerde Ulucak'ta daha önceden bilinmeyen, birbirinden bağımsız kerpiç duvarlı dik-dörtgen yapıların yer aldığı bir yerleşim modeline geçiş görülür. Bu değişime kil nesnelerin sayısında önemli artış eşlik eder. Çanak çömleklerde ise kırmızı astarlı mallar baskın hale gelmiş, MÖ 7.binyılın sonundan itibaren de uzak mesafe ilişkilerine işaret eden *impresolar*'a rastlanmaya başlanmıştır (Çilingiroğlu vd., 2012; Çevik, 2019). Ayrıca, kuzeydeki bölgelerden bilinen karakteristik figürün tipleri de aynı dönemde görülmeye başlar.⁵ Ekonomik açıdan önemli bir değişimin bu süreçte meydana gelmediği, tarımsal aktivitenin yanında koyun-keçi, sığır ve domuzun evcil olarak tüketildiği bilinmektedir (Çakırlar, 2012).

Bölgenin diğer yerleşimi Çukuriçi'nin MÖ 6000'lerde terk edildiği belirtilmiştir. Yeşilova'da ise MÖ 6000 sonrasında, erken aşamadaki mimarinin bir devamı olduğu varsayılan oval planlı, dal örgü üzerine çamur sıvalı kulübelerin yerini, taş temelli dörtgen binalardan oluşan bir yerleşim modeli alır (Derin, 2012). Bölgenin farklı karakterdeki başka bir yerleşimi ise Ege Gübre'nin erken evresinde (MÖ 6200-6050), yuvarlak planlı yapılarla başlayan iskâna, sonraki dönemde dörtgen binaların da eklemeliği görülmektedir. Yuvarlak kısımların depolama için kullanılmış olabileceği belirtilirken, aynı zamanda yerleşimin 44 m uzunluğunda, 3-4 m genişliğinde ve üzerinde altı yuvarlak planlı kulenin yer aldığı bir savunma duvarıyla çevrelediği görülmektedir. Bölgede MÖ 6000 sonrasına uzanan tüm yerleşimlerde olduğu gibi, burada da kırmızı astarlı mallar, temel çanak çömlek grubunu oluşturmaktadır (Ozan, 2012; Sağlamtimur, 2012). Yeşilova ve Ege Gübre'nin MÖ 5700'lerde terk edildiği bilinmektedir. MÖ 6000'lerden itibaren bahsi geçen yerleşimlerde çanak çömlek gruplarında, geniş alanlara yayıldığı bilinen kırmızı astarlı malların baskın olduğu görülür (Çilingiroğlu, 2012).

Kuzeybatı Anadolu Bölgesi'ne baktığımızda, Bahçelievler, Barcın, Menteşe ve Aktopraklık yerleşmelerinin MÖ 6100 civarı terk edildiği, Aktopraklık'ın kısa bir hiatusun ardından tekrar iskân edildiği görülür. MÖ 6100 öncesinde Aktopraklık C ve Bahçelievler'de yuvarlak planlı kulübelerden oluşan yerleşim modelinin aksine, Barcın'da MÖ 6600'lere ulaşan ve birbirine bitişik, çamur ve ahşap kullanılarak inşa edilmiş binalar söz konusudur (Gerritsen & Özbal, 2016). MÖ 6100 sonrasında bölgede yerleşim modeli tamamen değişmiş, Aktopraklık ve Ilıpınar'da farklı bir konut mimarisi ve yerleşim anlayışı ortaya çıkmıştır. Aktopraklık B alanındaki bu yenilik, önceki evreden bilinen dal örgü mimarinin yerini, güneşte kurutulmuş kerpiçten kare formda, içeriden de payandalarla desteklenmiş konut mimarisinin almasıdır (Karul, 2017). Sonraki evrede bu konutların birleşik şekilde radyal bir plan oluşturularak inşa edildiği, yerleşimin etrafının ise bir hendekle çevrelediği bildirilmiştir (Karul, 2017). Ilıpınar'da benzer bir yerleşim modeliyle karşılaşılsa da yapı malzemesi olarak dal örgü kullanılmıştır (Roodenberg & Alpaslan-Roodenberg, 2013). MÖ 6100'lerdeki dönüşümlere çanak çömleklerde kabartmalı

5 Özlem Çevik ile kişisel görüşme (Temmuz, 2022).

örnekler ile uzak mesafe ilişkilerine işaret eden *impresso* ve Balkanlar'dan bilinen kırmızı astar üzerine beyaz bezemeli örnekler eklenebilir. MÖ 6100 öncesi Barcın ve Menteşe'de baskın olan sığırın aksine, sonraki evrede koyun ve keçinin ön plana çıktığı görülür. Bu durum çevresel değişim veya nüfus artışıyla ilişkilendirilmiştir. Diğer yandan avcılık faaliyetleri de her dönemde sürdürülmüştür. Tarımsal aktivitede ise önemli bir değişim bu süreçte gözlemlenmemektedir (Roodenberg & Alpaslan-Roodenberg 2013; Gerritsen & Özbal, 2016; Karul, 2017). Bir mağara yerleşmesi olan Gedikkaya'nın da Batı Anadolu'nun genelinde artan bu hareketlilik sırasında iskâna uğradığı bilinmektedir (Sarı, 2024, 25).

Anadolu anakarasının yakınlarındaki Gökçeada ve Doğu Trakya'da çağdaş yerleşimler incelendiğinde Batı Anadolu geneliyle benzerlik taşıyan değişimlere rastlanmaktadır. Gökçeada'daki Uğurlu-Zeytinlik yerleşmesinde (Şekil 2) MÖ 6200-6000 aralığında bir hiatus olduğu bildirilmiştir. Bu tarihin ardından materyal kültür öğelerinde izlenen kimi değişimlerin Anadolu kökenli olduğu, dolayısıyla bu tarihlerde bir hareketlilikten söz edilebileceği önerilmiştir (Erdoğu vd., 2022). Doğu Trakya'da, Aşağı Pınar yerleşmesinin hendek (Özdoğan, 2023) ve Hoca Çeşme'nin de bir duvarla çevrenmesi (Özdoğan, 2007, 415-146) Batı Anadolu yerleşmelerindeki benzer örneklerle çağdaştır. Bu açıdan MÖ 7.binyılın sonu ile MÖ 6.binyılın başında Batı Anadolu'nun bazı yerleşimlerinde olduğu gibi Doğu Trakya'dakilerde de savunma unsurunun önemine dikkat çekmek mümkündür.

Sonuç

8.2 ka iklim değişikliğinin küresel boyuttaki etkileri belirli ölçüde Anadolu'da da gözlemlenebilmektedir. İç bölgelerde MÖ 7.binyılın ikinci yarısının soğuk ve kurak çevre şartlarıyla karakterize olduğu görülmektedir. Kıyıya yakın bölgelerde 8.2 ka'nın, MÖ 6200 sonrası şiddetli hissedildiği anlaşılmaktadır. Belirtildiği üzere yağış miktarındaki düşüşe dayalı olarak Anadolu'da özellikle Doğu, Orta ve olasılıkla Güneydoğu Anadolu'da kuraklığın etkisinin, Akdeniz, Batı Anadolu, Marmara ve Karadeniz'e göre daha şiddetli hissedilmiş olması doğaldır. İklim ve arkeolojik kanıtların birlikte değerlendirilmesi sonucu, 8.2 ka sırasında iklim değişikliğinden kaynaklanması muhtemel kültürel dönüşümleri ikiye ayırmak mümkündür. Bunlardan ilki Güneydoğu ve Orta Anadolu'yu içine alan 'Birinci Etki Alanı' (bundan sonra BEA) ile Göller Bölgesi, Orta Batı ve Kuzeybatı Anadolu'nun dahil olduğu 'İkinci Etki Alanı'dır (bundan sonra İEA). Her iki etki alanında da benzer değişimlere rastlanıldığı düşünülmekle birlikte, farklılaşan çok belirgin unsurlar da söz konusudur (Göz, 2019).

'Birinci Etki Alanı', Güneydoğu ve Orta Anadolu'yu kapsayan bu alanda iklim değişikliğine karşı verilen sosyo-ekonomik tepkinin benzer olduğu görülmektedir. MÖ 7.binyılın ikinci yarısından itibaren her iki bölgede de pastoral yaşam biçiminin daha fazla topluluk tarafından benimsendiği, 8.2 ka'nın ise bu dönüşüm sürecini hızlandıran ve daha farklı bir noktaya

dönüşmesine neden olan katalizör işlevi gördüğü anlaşılmaktadır. Güneydoğu Anadolu'daki durum, tek bir yerleşim üzerinden izlenmesi zor olduğundan, Cezire de bölge kapsamında ele alınmıştır. İklim değişikliğinin en şiddetli hissedildiği MÖ 6200-6000 arasında tüm bölge yerleşimleri terk edilmiştir. Bu, genellikle diğer bölgelere göç olarak tanımlansa da daha pastoral veya agro-pastoral bir yaşam modeline geçiş süreci göz ardı edilmemelidir. Özellikle Sumaki'nin konar göçer evresi, bu duruma iyi bir örnektir. MÖ 6200'lerden itibaren artan hareketlilikle ilişkili olarak, Kilikya'dan Dicle'ye kadarki geniş coğrafyada yoğun etkileşime dair kanıtlar söz konusudur. Boyalı çanak çömlek grupları da topluluklar arası sembolik iletişim dilinin çıktısı olarak değerlendirilebilir. Ekonomik açıdan koyun ve keçi besiciliğine yönelim, diğer yandan Cezire'deki merkezlerde büyük tahıl depoları toplanan malın dağıtım ve paylaşımını denetleyici materyal öğelerin özellikle MÖ 6100'lerde yoğun olarak kullanıldığı anlaşılmaktadır. Söz konusu tahıl depoları ve tolos planlı konutların ilk aşamada birbirinden bağımsız ilerleyen gelişim süreci, MÖ 6200'lerden sonra birleşerek, bahsi geçen diğer tüm öğelerle birlikte Halaf olarak bilinen dönemin genel karakteristik yapısını oluşturmuştur. Dolayısıyla 8.2 ka iklim değişikliği MÖ 6500'lerden itibaren bölgede görülen ve sözü edilen değişimlere ivme kazandırmış, MÖ 6.binyılda ortaya çıkan kültürel manzaradaki bölgesel kültür bütünlüğünün oluşmasına katkı sağlamıştır.

Kilikya'da Yumuktepe'deki MÖ 6100-6000lerdeki hiatusun ardından yerleşim modelinde açık alanlardaki depolama birimlerinin artışa geçmesi ve buğdayların uzun süre dayanması için kavuzlarıyla birlikte saklanması, doğudaki gelişmelerle çağdaştır. Kuzey Mezopotamya'da çanak çömlek gruplarında görülen boyalı mallara burada da rastlanır ve ancak geniş bir bölgede yoğun etkileşime işaret eden KYAM'lar en yaygın gruptur. Volkanik Kapadokya'da da MÖ 6300 sonrası yerleşim modelinin daha dinamik olduğu, MÖ 6000 civarında depolama birimlerindeki artışa, olasılıkla avcılık ve ikincil ürünlerle karakterize ekonomideki yeni kaynak arayışının eşlik ettiği görülmektedir. Konya Ovası'nda MÖ 6500'den itibaren görülen kültürel değişimler, MÖ 6200 sonrası daha radikal bir hal almış, Çatalhöyük'te batıya geçişle birlikte yeni bir yerleşim modeli benimsenmiştir. Sözü edilen bölgelerde olduğu gibi burada da çevresel strese bağlı olarak depolama birimlerinin öne çıktığı, ekonomik açıdan ise sığırın evcilleştirilmesi ile kaynakların çeşitlendirildiği anlaşılmaktadır. Koyun/keçi sürüleri ve bunlar arasında da ikincinin ön plana çıkarılması, kuraklığa daha dayanıklı olan türe yatırım yapılması olarak yorumlanabilir. Doğudaki paralel gelişmelere ek olarak sembolik öğelerle bezekli çanak çömlek gruplarının ortaya çıkışı ve Konya Ovası'nın genelinde yerleşim sayısındaki artış, topluluklar arası yoğun iletişimin bir sonucu gibi gözükmektedir. Bu etkileşim MÖ 6500 sonrası bölgede görülen pastoral toplulukların hareketliliğinin bir sonucu olabilir. MÖ 6000 sonrasında ise tüm merkezlerde benzer yerleşim modeline rastlanması, güçlü etkileşimin bir diğer göstergesidir. Ayrıca Çatalhöyük'te, doğrudan çanak çömlekler üzerinden elde edilen kanıtlar da 8.2 ka ile yaşanan değişimi desteklemektedir.

'İkinci Etki Alanı', Güneydoğu ve Orta Anadolu'nun aksine, Batı Anadolu'da MÖ 6100 sonrası görülen kültürel değişimleri ani olarak tanımlamak mümkündür. İklim değişikliğinin etkilerinin bölgenin yerel topluluklarında herhangi bir ekonomik değişime neden olmadığı belirtilmekle beraber MÖ 6100'lerden itibaren yerleşimlerde terk, hiatusların ani yangınların ardından meydana geldiği ve birçok yeni yerleşimin de bu tarihten sonra ortaya çıktığı görülmektedir. Terk edilen yerleşimlerin genellikle yerel karakterde kültürel özellikler sergiledikleri, MÖ 6000 sonrasında, mimari ve materyal kültürde doğu etkilerinin izlendiği görülür. Bu sürecin ardından ortaya çıkan bir diğer yenilik özellikle Göller Bölgesi yerleşmelerinde görülen savunma duvarlarıdır. Doğuda artan hareketlilik ve özellikle MÖ 6200 sonrası batıya doğru yaşanan göçün, Batı Anadolu'daki yerel Neolitik toplulukları birtakım önlemler almaya ittiği, genel olarak söz konusu dönemde bir beşerî krizin meydana geldiği anlaşılmaktadır⁶. Başta Doğu Akdeniz kıyılarında yayılan *impresso*'lar, kırmızı astarlı veya boya ve çizi bezekli çanak çömlekli gruplar ile diğer materyal kültür öğelerinin MÖ 6000 sonrası geniş bölgelere yayılması yoğun insan etkileşiminin bir göstergesi olmalıdır.⁷ Diğer yandan MÖ 5800'lerden itibaren Göller Bölgesi ve Marmara'da görülen yerleşim modellerinin de Orta Anadolu'yla eş zamanlı olduğu anlaşılmaktadır. Dolayısıyla iklim değişikliğinin MÖ 6000'lerde bölgenin genelinde sosyal açıdan bir krize neden olduğu öne sürülebilir. Ancak bu Batı Anadolu'nun yerel Neolitikleşme sürecini kesintiye uğratan ve daha doğu özellikleri taşıyan materyal kültür öğelerinin (kerpiç mimari, kil figürinler, mühürler vd.) buraya yerleşmesine neden olan bir etkidir. Dolayısıyla sıklıkla öne çıkarıldığının aksine (Özdoğan, 2011a), masif bir göç etkisinin MÖ 6400'de değil, MÖ 6100-6000 aralığında etkili olduğunu düşündürür. Bu da Batı Anadolu'nun neolitikleşmesine yol açmaktan ziyade, zaten varolan yerel Neolitik yaşam biçimini etkilemiş benzetmektedir. Keza hem Orta Anadolu hem de Batı Anadolu'da meydana gelen önemli kültürel değişimler MÖ 5700/5500'lerdeki kırılmaya kadar süreklilik göstermekte, bu tarihin ardından kültürel bir hiatus görülmektedir. Sonuç olarak 8.2 ka sırasında Anadolu'nun kendi içinde farklı süreçlere sahne olduğu, iklim değişikliğinin de söz konusu kültürel değişimlere ivme kazandıran rolüyle öne çıktığı önerilebilir.

Katkı belirtme

Bu makale Trakya Üniversitesi'nde tamamlanan *8.2 ka İklim Değişikliğinin Anadolu'daki Kültürel Etkileri* başlıklı yüksek lisans tez çalışmasından türetilmiştir. Tezin danışmanlığını yapmış olan Prof. Dr. Özlem Çevik'e teşekkür ederim.

6 Bu veriler Clare vd. (2008)'de aynı bölge için topluluklar arası çatışmaya işaret eden kanıtlar olarak yorumlanmıştır. Ancak bu çalışmada söz konusu beşerî krizin Batı Anadolu'nun genelinde mevcut olduğu öne sürülmektedir.

7 DNA verileri de bu öneriyi desteklemektedir. MÖ 6000 sonrası bölgenin genetik yapısında doğu etkisi görülmektedir (Mehmet Somel ile kişisel görüşme, NeoGen Sentez Çalıştayı, 21-23 Nisan, 2022 ODTÜ).

Kaynakça

- Akkermans, P. M. M. G., Van der Plicht, J., Nieuwenhuys, O. P., Russel, A., & Kaneda, A. (2015). Cultural transformation and the 8.2 ka event in Upper Mesopotamia. In S. Kerner, R. J. Dana, & P. Bangsguard (Eds.), *Climate and ancient societies* (pp. 97–112). Museum Tusculanum Press.
- Alley, R. B., Mayewski, P. A., Sowers, T., Stuiver, M., Taylor, K. C., & Clark, P. U. (1997). Holocene climatic instability: A prominent, widespread event 8200 yr ago. *Geology*, 25(6), 483–486. [https://doi.org/10.1130/0091-7613\(1997\)025%3C0483:HCIAPW%3E2.3.CO;2](https://doi.org/10.1130/0091-7613(1997)025%3C0483:HCIAPW%3E2.3.CO;2)
- Angourakis, A., Santos, J. I., Galán, J. M., & Balbo, A. L. (2015). Food for all: An agent-based model to explore the emergence and implications of cooperation for food storage. *Environmental Archaeology*, 20(4), 349–363. <https://doi.org/10.1179/1749631414Y.0000000041>
- Asouti, E., & Kabukcu, C. (2014). Holocene semi-arid oak woodlands in the Irano-Anatolian region of Southwest Asia: Natural or anthropogenic? *Quaternary Science Reviews*, 90, 158–182. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2014.03.001>
- Baird, D. (2012). Pınarbaşı: From Epipalaeolithic campsite to sedentarising village in Central Anatolia. In M. Özdoğan, N. Başgelen, & P. Kuniholm (Eds.), *The Neolithic in Turkey: New excavations, new research: Central Anatolia* (pp. 181–218). Archaeology and Art Publications.
- Bar-Yosef, O. (2019). The 8200 Cal BP cold event in the Levant. In A. Marciniak (Ed.), *Concluding the Neolithic: The Near East in the second half of the seventh millennium BC* (pp. 17–40). Lockwood Press.
- Barber, D. C., Jennings, A. E., Andrews, J. T., Dyke, A., Kerwin, M. W., Hillaire-Marcel, C., Morehead, M. D., Bilodeau, G., McNeely, R., Southon, J., & Gagnon, J. M. (1999). Forcing of the cold event of 8,200 years ago by catastrophic drainage of Laurentide lakes. *Nature*, 400, 344–348. <https://doi.org/10.1038/22504>
- Bartl, K. (2022). The Late Neolithic site of Shirin, Western Syria: The final phase of occupation circa 6000 cal BC. In P. F. Biehl & E. Rosenstock (Eds.), *6000 BC: Transformation and change in the Near East and Europe* (pp. 17–31). Cambridge University Press.
- Baykara, M. Ö. (2014). Güneybatı Anadolu'da mağara çökellerinin incelenmesi ve paleoklimatik değerlendirmeleri [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. Pamukkale Üniversitesi.
- Berger, J. F., & Guilaine, J. (2009). The 8200 cal BP abrupt environmental change and the Neolithic transition: A Mediterranean perspective. *Quaternary International*, 200(1–2), 31–49. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2008.05.013>
- Bıçakcı, E. (2022). A conspectus on the status of Tepecik-Çiftlik excavation (Cappadocia): Intersite and regional outcomes and prospects. In P. F. Biehl & E. Rosenstock (Eds.), *6000 BC: Transformation and change in the Near East and Europe* (pp. 83–103). Cambridge University Press.
- Bıçakcı, E., Godon, M., & Çakan, Y. G. (2012). Tepecik-Çiftlik. In M. Özdoğan, N. Başgelen, & P. Kuniholm (Eds.), *The Neolithic in Turkey: New excavations, new research: Central Anatolia* (pp. 89–134). Archaeology and Art Publications.
- Biehl, F. P. (2012). Rapid change versus long-term social change during the Neolithic-Chalcolithic transition in Central Anatolia. *Natural Sciences in Archaeology*, 3(1), 75–83.
- Biehl, P. F., & Rosenstock, E. (Eds.). (2022). *6000 BC: Transformation and change in the Near East and Europe*. Cambridge University Press.
- Bond, G., Kromer, B., Beer, J., Muscheler, R., Evans, M. N., Showers, W., Hoffmann, S., Lotti-Bond, R., Hajdas, I., & Bonani, G. (2001). Persistent solar influence on North Atlantic climate during the Holocene. *Science*, 294(5549), 2130–2136. <https://doi.org/10.1126/science.1065680>

- Brady, J., Anvari, J., Franz, I., Naumov, G., Orton, D., Ostaptchouk, S., Patrick, E. S., Willett, T., Rosenstock, E., & Biehl, P. F. (2022). Çatalhöyük West and the Late Neolithic to Early Chalcolithic transition in Central Anatolia, 6000 BC. In P. F. Biehl & E. Rosenstock (Eds.), *6000 BC: Transformation and change in the Near East and Europe* (pp. 158–177). Cambridge University Press.
- Caneva, I. (2012). Mersin Yumuktepe in the seventh millennium BC: An updated view. In M. Özdoğan, N. Başgelen, & P. Kuniholm (Eds.), *The Neolithic in Turkey: New excavations, new research: Central Anatolia* (pp. 1–29). Archaeology and Art Publications.
- Caneva, I. (2022). Mersin-Yumuktepe in the 7th millennium BC: The social dimension of technological changes. In P. F. Biehl & E. Rosenstock (Eds.), *6000 BC: Transformation and change in the Near East and Europe* (pp. 54–63). Cambridge University Press.
- Caneva, I., Lemorini, C., & Zampetti, D. (1998). Chipped stones at Aceramic Çayönü: Technology, activities, traditions, innovations. In G. Arsebük (Ed.), *Light on top of the black hill* (pp. 199–206). Ege Yayınları.
- Clare, L., & Weninger, B. (2014). Dispersal of Neolithic lifeways: Absolute chronology and rapid climate change in Central and West Anatolia. In M. Özdoğan & N. Başgelen (Eds.), *The Neolithic in Turkey, Vol. 6* (pp. 1–65). Archaeology and Art Publications.
- Clare, L., Rohling, E. J., Weninger, B., & Hilpert, J. (2008). Warfare in Late Neolithic-Early Chalcolithic Pisidia, southwestern Turkey: Climate-induced social unrest in the late 7th millennium cal BC. *Documenta Praehistorica*, 35, 65–92. <https://doi.org/10.4312/dp.35.6>
- Cohen, M. N. (1977). *The food crisis in prehistory: Overpopulation and the origins of agriculture*. Yale University Press.
- Czerniak, L., & Marciniak, A. (2022). Abandoning Çatalhöyük: Re-shuffling, re-location, and migration as the means of mitigating social unease in the Late Neolithic. In P. F. Biehl & E. Rosenstock (Eds.), *6000 BC: Transformation and change in the Near East and Europe* (pp. 136–157). Cambridge University Press.
- Çakan, Y. G. (2013). Tepecik-Çiftlik Son Neolitik Mimarisi [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Çakırlar, C. (2012). The evolution of animal husbandry in Neolithic central-west Anatolia: The zooarchaeological record from Ulucak Höyük (c. 7040–5660 cal. BC, Izmir, Turkey). *Anatolian Studies*, 62, 1–33. <https://doi.org/10.1017/S0066154612000014>
- Çevik, Ö. (2019). Changing ideologies in community-making through the Neolithic period at Ulucak. In A. Marciniak (Ed.), *Concluding the Neolithic: The Near East in the second half of the seventh millennium BC* (pp. 219–240). Lockwood Press.
- Çevik, Ö., & Erdoğan, B. (2020). Absolute chronology of cultural continuity, change, and break in Western Anatolia between 6850-5460 cal. BC: The Ulucak Höyük case. *Mediterranean Archaeology and Archaeometry*, 20(1), 77–92.
- Çilingiroğlu, Ç. (2012). *The Neolithic pottery of Ulucak in Aegean Turkey: Organization of production, interregional comparisons, and relative chronology*. BAR International Series.
- Çilingiroğlu, A., Çevik, Ö., & Çilingiroğlu, Ç. (2012). Ulucak Höyük: Towards understanding the early farming communities of middle-west Anatolia: The contribution of Ulucak. In M. Özdoğan, N. Başgelen, & P. Kuniholm (Eds.), *The Neolithic in Turkey: New excavations, new research: Western Turkey* (pp. 157–168). Archaeology and Art Publications.

- Daley, T. J., Thomas, E. R., Holmes, J. A., Street-Perrott, F. A., Chapman, M. R., Tindall, J. C., Valdes, P. J., Loader, N. J., Marshall, J. D., Wolff, E. W., Hopley, P. J., Atkinson, T., Barber, K. E., Fisher, E. H., Robertson, I., Hughes, P. D. M., & Roberts, C. N. (2011). The 8200 yr BP cold event in stable isotope records from the North Atlantic region. *Global and Planetary Change*, 79(3–4), 288–302. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2011.03.006>
- Dean, J. R., Jones, M. D., Leng, M. J., Noble, S. R., Metcalfe, S. E., Sloane, H. J., Sahy, D., Eastwood, W. J., & Roberts, C. N. (2015). Eastern Mediterranean hydroclimate over the late glacial and Holocene, reconstructed from the sediments of Nar Lake, central Turkey, using stable isotopes and carbonate mineralogy. *Quaternary Science Reviews*, 124, 162–174. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2015.07.023>
- Dedeoğlu, F., Ozan, A., Konakçı, E., Temür, B., Boz, B., Milić, B., İlgezdi-Bertram, G., & Erdalkıran, M. (2023). Archaeological and analytical investigation of a new Neolithic site in Western Anatolia: Ekşi Höyük (Denizli, Turkey). *Mediterranean Archaeology and Archaeometry*, 23(1), 1–29.
- Derin, Z. (2012). Yeşilova Höyüğü. In M. Özdoğan, N. Başgelen, & P. Kuniholm (Eds.), *The Neolithic in Turkey: New excavations, new research: Western Turkey* (pp. 177–195). Archaeology and Art Publications.
- Doğan, M., Ünlü, Y., Gürboğa, Ş., Fiolna, S., & Şenkul, Ç. (2024). Climate variability in West Anatolia from Last Glacial Maximum to present based on the μ XRF data from Buldan Yayla Lake (Denizli). *Journal of Quaternary Science*. <https://doi.org/10.1002/jqs.3658>
- Duru, R. (1994). *Kuruçay Höyük I: Neolitik ve Kalkolitik çağ yerleşmeleri*. Türk Tarih Kurumu.
- Duru, R. (2005). Tarihlenme ve tabakaların kronolojik konumları. In R. Duru & G. Umurtak (Eds.), *Höyücek* (ss. 143–145). Türk Tarih Kurumu.
- Duru, R. (2007). Göller Bölgesi Neolitikliği. In M. Özdoğan & N. Başgelen (Eds.), *Türkiye'de Neolitik dönem, yeni kazılar, yeni bulgular* (ss. 331–360). Arkeoloji ve Sanat Yayınları.
- Duru, R. (2019a). Bademağacı Höyüğü ve Burdur Bölgesi Neolitik Çağ kronolojisi. In R. Duru & G. Umurtak (Eds.), *Bademağacı Höyüğü kazıları: Neolitik ve Erken Kalkolitik Çağ yerleşmeleri I* (ss. 131–133). Ege Yayınları.
- Duru, R. (2019b). Mimarlık. In R. Duru & G. Umurtak (Eds.), *Bademağacı Höyüğü kazıları: Neolitik ve Erken Kalkolitik çağ yerleşmeleri I* (ss. 15–30). Ege Yayınları.
- Erdoğu, B., & Çevik, Ö. (2020). Kıyı Batı Anadolu kronolojisi ve terminolojisinin yeniden değerlendirilmesi. *Anadolu Araştırmaları*, XXV, 45–66.
- Erdoğu, B., Yücel, N., & Gürçal, E. (2022). Archaeological and dating evidence for the 8.2 ka BP climate event on the island of Gökçeada, Northeast Aegean. *Materiale și Cercetări Arheologice (Serie Nouă)*, 18, 27–33. <https://doi.org/10.3406/mcarh.2022.2266>
- Erim-Özdoğan, A. (2011). Sumaki: A new Neolithic settlement in the Upper Tigris Basin. In M. Özdoğan, N. Başgelen, & P. Kuniholm (Eds.), *The Neolithic in Turkey: New excavations & new research: The Tigris basin* (pp. 19–60). Archaeology and Art Publications.
- Eriş, K. K., Akçer-Ön, S., Çağatay, M. N., Ülgen, U. B., Ön, Z. B., Gürocak, Z., Arslan, T. N., Akkoca, D. B., Damcı, E., Inceöz, M., & Okan, Ö. Ö. (2018). Late Pleistocene to Holocene paleoenvironmental evolution of Lake Hazar, Eastern Anatolia, Turkey. *Quaternary International*, 486, 4–16. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2017.09.027>
- Erkan, G., Bayari, C. S., Fleitmann, D., Cheng, H., Edwards, L., & Özbekir, M. (2022). Late Pleistocene–Holocene climatic implications of high-resolution stable isotope profiles of a

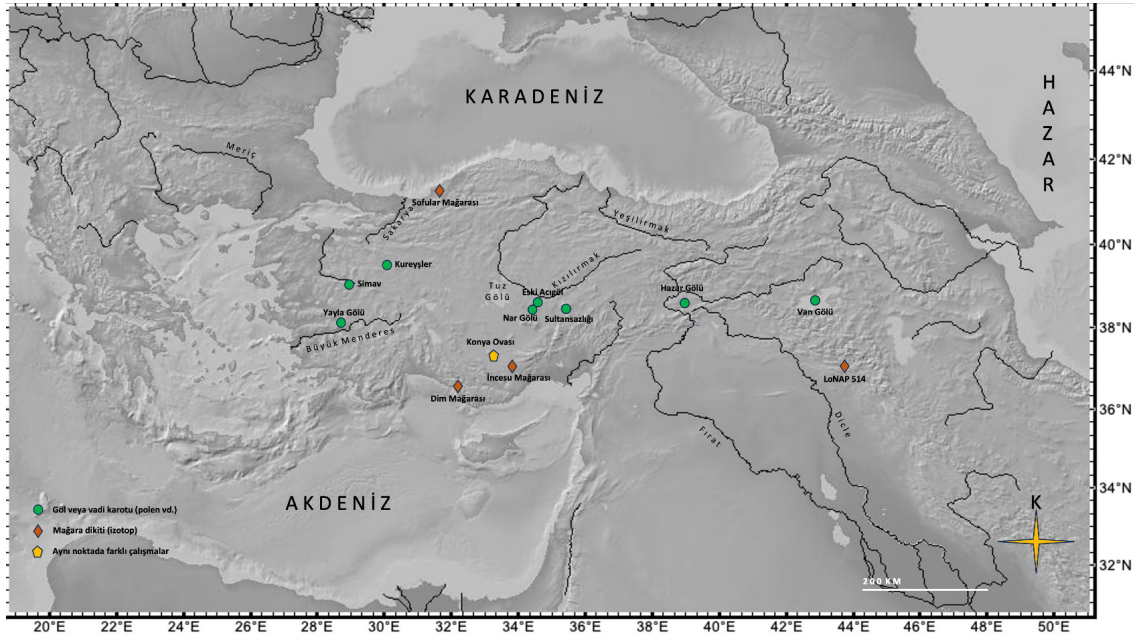
- speleothem from south-central Anatolia, Turkey. *Journal of Quaternary Science*, 37(3), 503–515. <https://doi.org/10.1002/jqs.3401>
- Fidan, E., Sarialtun, S., Doğan, T., Seçer-Fidan, S., & İlkmen, E. (2022). Radiocarbon dating evidence and cultural sequencing in the chronology of Neolithic settlement at Bilecik-Bahçelievler from Northwest Anatolia. *Mediterranean Archaeology and Archaeometry*, 22(3), 133–148.
- Flohr, P., Fleitmann, D., Matthews, R., Matthews, W., & Black, S. (2016). Evidence of resilience to past climate change in Southwest Asia: Early farming communities and the 9.2 and 8.2 ka events. *Quaternary Science Reviews*, 136, 23–39. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2015.06.022>
- Frangipane, M. (2007). Different types of egalitarian societies and the development of inequality in early Mesopotamia. *World Archaeology*, 39(2), 151–176. <https://doi.org/10.1080/00438240701249504>
- Franz, I. (2010). Çatalhöyük archive report (pp. 77–90). http://www.catalhoyuk.com/research/archive_reports
- Franz, I., & Pyzel, J. (2022). The potter's riddle at Çatalhöyük: An attempt to connect the Late Neolithic and Early Chalcolithic pottery assemblages from Çatalhöyük/Turkey. In P. F. Biehl & E. Rosenstock (Eds.), *6000 BC: Transformation and change in the Near East and Europe* (pp. 158–177). Cambridge University Press.
- French, D. (1998). *Canhasan I: Stratigraphy and structures*. British Institute at Ankara.
- Gerritsen, F., & Özbal, R. (2016). Barcin Höyük and the pre-Fikirtepe Neolithisation of the Eastern Marmara region. *Anatolian Metal*, 7, 199–208.
- Godon, M., & Özbudak, O. (2022). The downturn in Tepecik-Çiftlik's ceramic production continuity: An insight toward the rapid emergence of supra-regional homogeneity in ceramic style. In P. F. Biehl & E. Rosenstock (Eds.), *6000 BC: Transformation and change in the Near East and Europe* (pp. 104–124). Cambridge University Press.
- Göktürk, O. M., Fleitmann, D., Badertscher, S., Cheng, H., Edwards, R. L., Leuenberger, M., Fankhauser, A., Tüysüz, O., & Kramers, J. (2011). Climate on the southern Black Sea coast during the Holocene: Implications from the Sofular Cave record. *Quaternary Science Reviews*, 30, 2433–2445. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2011.05.007>
- Göz, B. (2019). 8.2 ka İklim Değişikliğinin Anadolu'daki Kültürel Etkileri [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Trakya Üniversitesi.
- Güldoğan, E. (2008). Mezraa-Teleilat tarak-baskı “impresso” bezemeli çanak çömleğin köken ve dağılımı [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Hodder, I. (1979). Economic and social stress and material culture patterning. *American Antiquity*, 44(3), 446–454. <https://doi.org/10.2307/279544>
- Hodder, I. (2014). Çatalhöyük: The leopard changes its spots. A summary of recent work. *Anatolian Studies*, 64, 1–22. <https://doi.org/10.1017/S0066154614000027>
- Hodder, I. (2020). Twenty-five years of research at Çatalhöyük. *Near Eastern Archaeology*, 83(2), 72–79.
- Hodder, I. (2022). Staying egalitarian and the origins of agriculture in the Middle East. *Cambridge Archaeological Journal*, 32(4), 619–642. <https://doi.org/10.1017/S0959774322000063>
- Horejs, B. (2016). Aspects of connectivity on the center of the Anatolian Aegean coast in the 7th millennium BC. In B. Molloy (Ed.), *Of Odysseus and oddities: Scales and modes of interaction between prehistoric Aegean societies and their neighbours* (pp. 143–167). Oxbow.
- Karul, N. (2017). *Aktopraklık: Tasarlanmış bir prehistorik köy*. Ege Yayınları.

- Karul, N., & Avcı, M. B. (2013). Aktopraklık. In M. Özdoğan, N. Başgelen, & P. Kuniholm (Eds.), *The Neolithic in Turkey: New excavations, new research: Northwestern Anatolia and Istanbul* (pp. 45–68). Archaeology and Art Publications.
- Landmann, G., & Kempe, S. (2005). Annual deposition signal versus lake dynamics: Microprobe analysis of Lake Van (Turkey) sediments reveals missing varves in the period 11.2–10.2 ka BP. *Facies*, 51, 135–145. <https://doi.org/10.1007/s10347-005-0062-9>
- Marciniak, A. (2019a). (Ed.). *Concluding the Neolithic: The Near East in the second half of the seventh millennium BC*. Lockwood Press.
- Marciniak, A. (2019b). A history of the house at Late Neolithic Çatalhöyük. In A. Marciniak (Ed.), *Concluding the Neolithic: The Near East in the second half of the seventh millennium BC* (pp. 137–162). Lockwood Press.
- Mayewski, P. A., Rohling, E. J., Stager, J. C., Karlén, W., Maasch, K. A., Meeker, L. D., Meyerson, E. A., Gasse, F., van Kreveld, S., Holmgren, K., Lee-Thorp, J., Rosqvist, G., Rack, F., Staubwasser, M., Schneider, R. R., & Steig, E. J. (2004). Holocene climate variability. *Quaternary Research*, 62, 243–255. <https://doi.org/10.1016/j.yqres.2004.07.001>
- Mellaart, J. (1970). *Excavations at Hacilar I-II*. British Institute at Ankara.
- Miyake, Y. (2011). Salat Cami Yanı: A pottery Neolithic site in the Tigris Valley. In M. Özdoğan, N. Başgelen, & P. Kuniholm (Eds.), *The Neolithic in Turkey: New excavations, new research: The Tigris basin* (pp. 129–149). Archaeology and Art Publications.
- Nieuwenhuys, O. P. (2022). Containers of change: Social and material innovation in Late Neolithic Upper Mesopotamia. In P. F. Biehl & E. Rosenstock (Eds.), *6000 BC: Transformation and change in the Near East and Europe* (pp. 32–53). Cambridge University Press.
- Nieuwenhuys, O. P., & Akkermans, P. M. M. G. (2019). Transforming the Upper Mesopotamian landscape in the Late Neolithic. In A. Marciniak (Ed.), *Concluding the Neolithic: The Near East in the second half of the seventh millennium BC* (pp. 131–136). Lockwood Press.
- Ocakoglu, F., Kuzucuoğlu, C., Akbulut, A., & Çilingiroğlu, Ç. (2022). Lake level changes and paleoprecipitation estimations based on colluvial stratigraphy of Holocene sediments in West Anatolia (Simav Graben). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 597, 111001. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2022.111001>
- Ocakoglu, F., Çilingiroğlu, Ç., Potooğlu, E. İ., Ünan, S., Dinçer, B., & Akkiraz, M. S. (2019). Human-climate interactions since the Neolithic period in Central Anatolia: Novel multi-proxy data from the Kureyşler area, Kütahya, Turkey. *Quaternary Science Reviews*, 213, 1–17. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2019.04.016>
- Orton, D., Anvari, J., Gibson, C., Last, J., Bogaard, A., Rosenstock, E., & Biehl, P. (2018). A tale of two tells: Dating the Çatalhöyük West Mound. *Antiquity*, 92(363), 620–639. <https://doi.org/10.15184/aqy.2018.91>
- Ozan, A. (2012). Ege Gübre yerleşiminden elde edilen veriler kapsamında kıyı Ege Neolitik kültürünün değerlendirilmesi [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. Ege Üniversitesi.
- Özbaşaran, M., & Duru, G. (2011). Akarçay Tepe: A PPNB and PN settlement in Middle Euphrates-Urfa. In M. Özdoğan, N. Başgelen, & P. Kuniholm (Eds.), *The Neolithic in Turkey: New excavations, new research: The Euphrates basin* (pp. 165–202). Archaeology and Art Publications.
- Özdoğan, E. (2023). Enclosing the settlement or filling the ditch: The case of Aşağı Pınar. *Studia Praehistorica*, 17, 17–34. <https://doi.org/10.53250/stprae17.17-34>

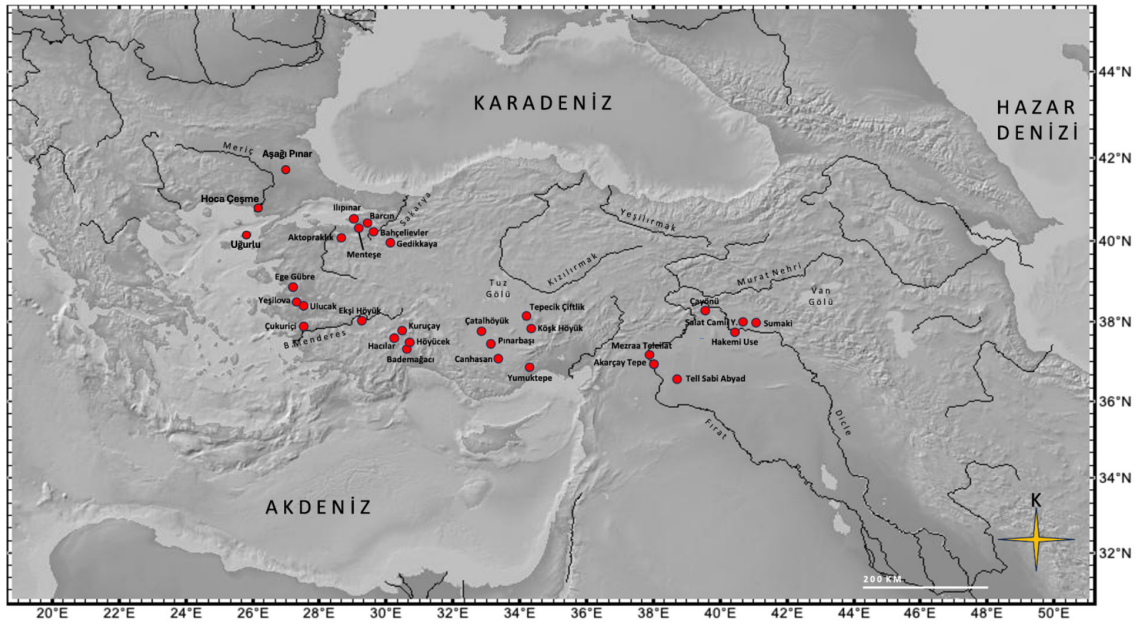
- Özdoğan, M. (2007). Marmara bölgesi Neolitik çağ kültürleri. In M. Özdoğan & N. Başgelen (Eds.), *Türkiye'de Neolitik Dönem, yeni kazılar, yeni bulgular* (ss. 401–426). Arkeoloji ve Sanat Yayınları.
- Özdoğan, M. (2011a). Archaeological evidence on the westward expansion of farming communities from Eastern Anatolia to the Aegean and the Balkans. *Current Anthropology*, 52(S4), 415–430. <https://doi.org/10.1086/658895>
- Özdoğan, M. (2011b). Mezraa-Teleilat. In M. Özdoğan, N. Başgelen, & P. Kuniholm (Eds.), *The Neolithic in Turkey: New excavations, new research: The Euphrates basin* (pp. 203–260). Archaeology and Art Publications.
- Özdoğan, M. (2014). The Neolithic collapse, or the transition from the Pre-Pottery Neolithic to the Pottery Neolithic. In B. Finlayson & C. Makarewicz (Eds.), *Settlement, survey and stone: Essays on Near Eastern Prehistory in Honour of Gary Rollefson* (pp. 169–175). Ex Oriente.
- Özükurt, P. (2019). Tepecik-Çiftlik'te organik kalıntı analizi [Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Öztan, A. (2007). Köşk Höyük: Niğde Bor Ovası'nda bir Neolitik yerleşim. In M. Özdoğan & N. Başgelen (Eds.), *Türkiye'de Neolitik dönem, yeni kazılar, yeni bulgular* (ss. 223–236). Arkeoloji ve Sanat Yayınları.
- Parker, S. E., & Harrison, S. P. (2022). The timing, duration and magnitude of the 8.2 ka event in global speleothem records. *Scientific Reports*, 12, 10542. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-14684-y>
- Regattieri, E., Forti, L., Drysdale, R. N., Mannella, G., Hellstrom, J. C., Barbaro, C. C., Bonacossi, D. M., & Zerboni, A. (2023). Neolithic hydroclimatic change and water resources exploitation in the Fertile Crescent. *Scientific Reports*, 13, 45. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-27166-y>
- Roberts, N. (2002). Did prehistoric landscape management retard the postglacial spread of woodlands in Southwest Asia? *Antiquity*, 76, 1002–1010. <https://doi.org/10.1017/S0003598X0009181X>
- Roberts, N., & Rosen, A. (2009). Diversity and complexity in early farming communities of Southwest Asia: New insights into the economic and environmental basis of Neolithic Çatalhöyük. *Current Anthropology*, 50(3), 393–402. <https://doi.org/10.1086/598606>
- Roffet-Salque, M., Marciniak, A., Valdes, P. J., Pawłowska, K., Pyzel, J., Czerniak, L., Krüger, M., Roberts, C. N., Pitter, S., & Evershed, R. P. (2018). Evidence for the impact of the 8.2-ky BP climate event on Near Eastern early farmers. *PNAS*, 115(35), 8705–8709. <https://doi.org/10.1073/pnas.1803607115>
- Rohling, E. J., & Pälike, H. (2005). Centennial-scale climate cooling with a sudden cold event around 8,200 years ago. *Nature*, 434, 975–979. <https://doi.org/10.1038/nature03421>
- Roodenberg, J., & Alpaslan-Roodenberg, S. (2013). Ilıpınar and Menteşe early farming communities in the Eastern Marmara. In M. Özdoğan, N. Başgelen, & P. Kuniholm (Eds.), *The Neolithic in Turkey: New excavations & new research: Northwestern Turkey and Istanbul* (pp. 69–91). Archaeology and Art Publications.
- Sağlamtimur, H. (2012). The Neolithic settlement of Ege Gübre. In M. Özdoğan, N. Başgelen, & P. Kuniholm (Eds.), *The Neolithic in Turkey: New excavations & new research: Western Turkey* (pp. 197–225). Archaeology and Art Publications.
- Sarı, D. (2024). Anadolu tarih öncesi dönemlerine yeni katkılar: İnhisar Gedikkaya Mağarası (MÖ 14500–4500). *Belleten*, 88(311), 1–43. <https://doi.org/10.37879/belleten.2024.001>
- Sarıaltun, S. (2020). *The Neolithic architectural structures and cultural landscape of Sumaki Höyük with microarchaeological and ethnoarchaeological perspectives*. Paradigma Akademi Yayınları.

- Staubwasser, M., & Weiss, H. (2006). Holocene climate and cultural evolution in Late Prehistoric–Early Historic West Asia. *Quaternary Research*, 66, 372–387. <https://doi.org/10.1016/j.yqres.2006.09.001>
- Şenkul, Ç., Gürboğa, Ş., Doğan, M., & Doğan, T. (2022). High-resolution geochemical (μ XRF) and palynological analyses for climatic and environmental changes in lake sediments from Sultansazlığı Marsh (Central Anatolia) during the last 14.5 kyr. *Quaternary International*, 613, 24–38. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2021.08.010>
- Tekin, H. (2007). New discoveries concerning the relationship between the Upper Tigris region and Syro-Cilicia in the Late Neolithic. *Anatolian Studies*, 57, 161–169. <https://doi.org/10.1017/S0066154600008589>
- Tekin, H. (2011). Hakemi Use: A newly discovered Late Neolithic site in Southeastern Anatolia. In M. Özdoğan, N. Başgelen, & P. Kuniholm (Eds.), *The Neolithic in Turkey: New excavations & new research: The Tigris basin* (pp. 151–172). Archaeology and Art Publications.
- Tekin, H. (2017). *Tarihöncesinde Mezopotamya: Yeni yaklaşımlar, yeni yorumlar ve yeni kronoloji*. Bilgin Kültür Sanat Yayınları.
- Temple, D. H., & Stojanowski, C. M. (2018). Interrogating the alterity of hunter-gatherers in bioarchaeological context: Adaptability, transformability, and resilience of hunter-gatherers in the past. In D. H. Temple & C. M. Stojanowski (Eds.), *Hunter-gatherer adaptation and resilience: A bioarchaeological perspective* (pp. 1–25). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781316941256.001>
- Thomas, E. R., Wolff, E. W., Jorgen, R. M., Steffensen, P., Johnsen, S. J., James, C. A., White, W. C., Vaughn, B., & Popp, T. (2007). The 8.2 ka event from Greenland ice cores. *Quaternary Science Reviews*, 26(1–2), 70–81. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2006.07.017>
- Ulaş, B. (2014). Mersin Yumuktepe Höyüğü arkeobotanik çalışmaları. *ANMED*, 12, 306–314.
- Van der Horn, S. A., Van Kolfschoten, T., Van der Plicht, J., & Hoek, W. Z. (2015). The effects of the 8.2 ka event on the natural environment of Tell Sabi Abyad, Syria: Implications for ecosystem resilience studies. *Quaternary International*, 378, 111–118. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.04.005>
- Van der Plicht, J., Akkermans, P. M. M. G., Nieuwenhuys, O., Kaneda, A., & Russel, A. (2011). Tell Sabi Abyad, Syria: Radiocarbon chronology, cultural change, and the 8.2 ka event. *Radiocarbon*, 53(2), 229–243. <https://doi.org/10.1017/S0033822200056514>
- Vencl, S. (1984). War and warfare in archaeology. *Journal of Anthropological Archaeology*, 3(2), 116–132. [https://doi.org/10.1016/0278-4165\(84\)90009-6](https://doi.org/10.1016/0278-4165(84)90009-6)
- Verhoeven, M. (1999). *An archaeological ethnography of a Neolithic community: Space, place and social relations in the burnt village at Tell Sabi Abyad, Syria*. Nederlands Historisch-Archaeologisch Instituut.
- Weninger, B., & Clare, L. (2017). 6600–6000 cal BC abrupt climate change and Neolithic dispersal from West Asia. In H. Weiss (Ed.), *Megadrought and collapse: From early agriculture to Angkor* (pp. 69–92). Oxford University Press.
- Weninger, B., Alram-Stern, E., Bauer, E., Clare, L., Danzeglocke, U., Jöris, O., Kubatzki, C., Rollefson, G., Todorova, H., & Van Andel, T. (2006). Climate forcing due to the 8200 cal BP event observed at early Neolithic sites in the Eastern Mediterranean. *Quaternary Research*, 66, 401–420. <https://doi.org/10.1016/j.yqres.2006.06.009>

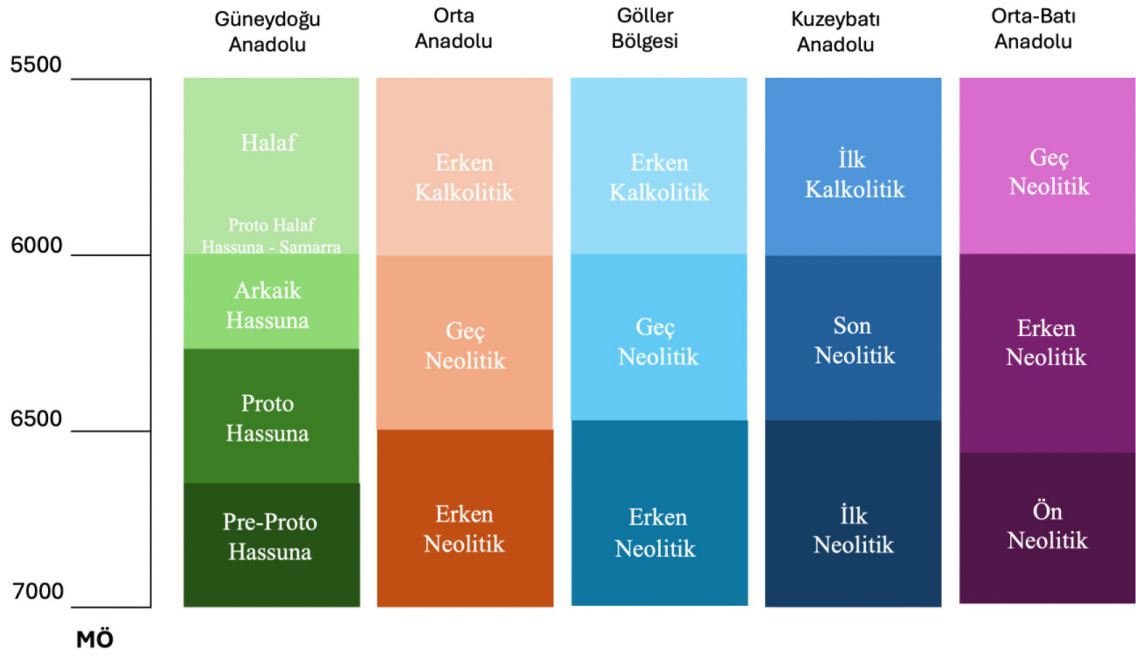
- Weninger, B., Clare, L., Rohling, E. J., Bar-Yosef, O., Böhner, U., Budja, M., Bundschuh, M., Feurdean, A., Gebel, H. G. K., Jöris, O., Linstädter, J., Mayewski, P., Mühlenbruch, T., Reingruber, A., Rollefson, G., Schyle, D., Thissen, L., Todorova, H., & Zielhofer, C. (2009). The impact of rapid climate change on prehistoric societies during the Holocene in the Eastern Mediterranean. *Documenta Praehistorica*, 36, 7–59. <https://doi.org/10.4312/dp.36.2>
- Weninger, B., Clare, L., Gerritsen, F., Horejs, B., Krauß, R., Linstädter, J., Özbal, R., & Rohling, E. J. (2014). Neolithisation of the Aegean and Southeast Europe during the 6600–6000 cal BC period of rapid climate change. *Documenta Praehistorica*, 41, 1–31. <https://doi.org/10.4312/dp.41.1>
- Woldring, H., & Bottema, S. (2002). The vegetation history of East-Central Anatolia in relation to archaeology: The Eski Acıgöl pollen evidence compared with the Near Eastern environment. *Palaeohistoria*, 43/44, 1–34.
- Yaka, R., Doğu, A., Kaptan, D., Dağtaş, N. D., Chyleński, M., Vural, K. B., Altınışık, N. E., Mapelli, I., Koptekin, D., Karamurat, C., Gemici, H. C., Yorulmaz, S., Lagerholm, V. H., Fer, E., Işıldak, U., Ghalichi, A., Kılınc, G. M., Mazzucato, C., Juras, A., Marciniak, A., Larsen, C. S., Pilloud, M., Haddow, S. C., Knüsel, C. J., Togan, İ., Götherström, A., Erdal, Y. S., Sürer, E., Özer, F., Atakuman, Ç., & Somel, M. (2020). Ancient genomics in Neolithic Central Anatolia and Çatalhöyük. In I. Hodder (Ed.), *Peopling the landscape of Çatalhöyük: Reports from the 2009–2017 seasons* (pp. 395–405). British Institute at Ankara.
- Yakar, J. (2011). Anatolian chronology and terminology. In S. R. Steadman & G. McMahon (Eds.), *The Oxford handbook of Ancient Anatolia: 10,000–323 B.C.E.* (pp. 56–98). Oxford University Press.



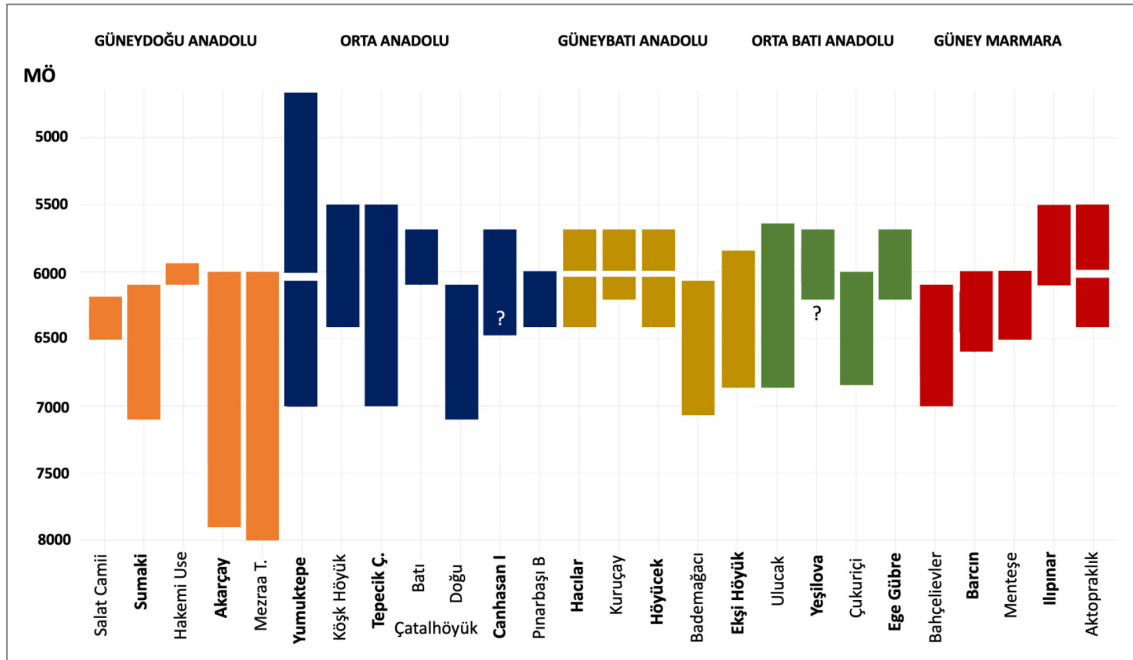
Şekil 1. Metinde adı geçen iklim kayıtları



Şekil 2. Metinde adı geçen yerleşmeler



Şekil 3. Anadolu'da MÖ 7000-5500 aralığında yerel kronoloji modelleri



Şekil 4. Metinde adı geçen yerleşimlerin kronolojik konumları

Calculating the Age of an Olive Tree

Ali Ertan İplikçi^a, Dilek Akyalçın Kaya^b

Abstract

This study presents a mathematical model developed to estimate the age of olive trees in a specific region. The decline of ecological systems has heightened concerns about the future of agricultural production. Changes in olive trees due to global warming provide essential information for environmental and ecological studies, making the sustainability of olive production critically important. Determining olive tree age is central to this effort. Previous studies have clearly demonstrated the limitations of annual growth rings and radiocarbon tests in determining the age of olive trees. To address these challenges, we propose a mathematical model based on dendrometric variables to determine olive tree age, providing a practical and less invasive approach to tree age estimations. Rather than determining the exact age of olive trees, our model aims to define an average age range. This model will help identify olive trees that should be prioritized for genetic resource research, cultural heritage preservation, conservation and archaeological studies.

Keywords: olive tree, age, dendrometric variables, Aegean, İzmir

Özet

Bu çalışma, belirli bir bölgedeki zeytin ağaçlarının yaşını tahmin etmek için matematiksel bir model geliştirmeyi amaçlamaktadır. Ekolojik sistemin bozulması, tarımsal üretimin geleceğini yoğun bir tartışma konusu haline getirmiştir. Zeytin ağaçlarının küresel ısınmaya bağlı dönüşümü, çevresel ve ekolojik çalışmalar için önemli bilgiler sağlamaktadır. Sonuç olarak, zeytin üretiminin sürdürülebilirliğinin sağlanması araştırmacılar için kritik önem taşımaktadır. Bu nedenle, zeytin ağaçlarının yaşının belirlenmesi merkezi konulardan biridir. Önceki çalışmalar, zeytin ağaçlarının yaşını belirlemede yıllık büyüme halkalarının ve radyokarbon testlerinin sınırlılıklarını açıkça ortaya koymuştur. Çalışmamız, zeytin ağaçlarının yaşını belirlemek için dendrometrik değişkenleri kullanan matematiksel bir model geliştirerek ağaç yaşı ölçümleri için daha pratik ve daha az zararlı bir yöntem sağlamaktadır. Amacımız, zeytin ağaçlarının kesin yaşından ziyade ortalama bir yaş aralığı belirlemek ve gen kaynakları araştırmalarında,

a Urla Klazomenai Ancient City Olive Oil Press, İzmir / Türkiye.
aertaniplikci@gmail.com ; <https://orcid.org/0009-0009-9692-004X>

b Postdoctoral Researcher, Institute for Mediterranean Studies-Foundation for Research and Technology (IMS-FORTH), Department of Mediterranean and Global Economic and Social History, Crete, Greece
dilekakyalcin@gmail.com ; <https://orcid.org/0000-0002-2799-4477> ; Doi: 10.63167/TJAS.2025.6

Received: 27.09.2024 ; Accepted: 17.12.2024

kültürel miras ve koruma alanlarında ve arkeolojik çalışmalarda öncelik verilecek zeytin ağaçlarını tespit etmektir.

Anahtar kelimeler: zeytin ağacı, yaş hesaplama, dendrometrik değişkenler, Ege, İzmir

Introduction

This paper presents a mathematical model designed to estimate the age of olive trees in a specific region. The increasing frequency of global warming, drought, and environmental disasters highlights the declining health of ecological systems. These anthropogenic crises have significant impacts on olive trees, which are vital components of Mediterranean vegetation. Understanding how olive trees transform under these challenging conditions is crucial for environmental and ecological studies.

The degradation of ecological systems has sparked intense debate regarding the future of agricultural production. Olive trees, essential to the economic and social fabric of the Mediterranean region, face the risk of extinction. Olives and olive oil are not only crucial commodities in the international market but have also been staple foods for Mediterranean populations since antiquity. Therefore, ensuring the sustainability of olive oil production is a critical priority.

Olive trees are characterized by their exceptionally long lifespans. However, accurately determining their age using conventional dendrochronological methods proves difficult. This challenge arises from their growth pattern, which involves trunk division rather than the continuous expansion of a single solid trunk. Estimating the age of olive trees is fundamental to making informed decisions regarding their conservation. Research in this area primarily addresses two objectives: ecological and economic factors.

Researchers examining the effects of global climate change on olive trees have emphasized that indigenous and resilient olive tree populations are at risk of extinction (see, e.g., Anestiadou et al., 2017; for Cyprus, Chalak et al., 2014; for Lebanon, Gargouri et al., 2008, 2012; for Tunisia, Mnasri et al., 2023). This underscores the urgency of developing effective adaptation strategies by identifying olive tree gene sources and compiling genotype inventories. For example, Sales et al. (2021) integrated ancient private genetics into future breeding programs to recover lost diversity in traditional olive cultivars, emphasizing the need for investment in the conservation of these valuable resources.

Economic studies on olive cultivation aim to improve both the productivity and preservation of olive trees. These studies focus on conserving cultural heritage while promoting and developing eco-tourism through the identification of ancient olive trees. Olive trees represent natural entities of exceptional aesthetic value, deeply rooted in the history and traditions of their regions. Furthermore, the oil mills, factories, tools, and production techniques in olive-growing areas are integral components of local cultural heritage. Integrating these elements into eco-tourism

initiatives can contribute to the region's economic structure. For instance, Kabassi et al. (2021) developed a model to assess the cultural and physical value of trees for eco-tourism. Similarly, Efe et al. (2016) identified monumental olive trees in Edremit, northwestern Türkiye, to facilitate tourism development. Projects like the “Olive Route”—part of the Peninsula Project of Izmir Metropolitan Municipality—also aim to support the region's rural economy and tourism sector.

Methods for Determining the Age of Olive Trees

Various methods have been employed to determine the age of olive trees, as outlined below. The most common technique involves calculating growth rings (Cherubini et al., 2013). However, determining and interpreting annual tree rings can be challenging for certain Mediterranean species, especially olive trees (Cherubini et al., 2003). The internal structures of many wide-stemmed olive trees are prone to deterioration due to wood decay. Nonetheless, researchers have attempted to estimate a tree's age with reasonable accuracy by using the number of the most recent rings, even in cases where the tree's interior is damaged or poorly preserved (Arnan et al., 2012). For instance, Arnan et al. (2012) conducted a study using annual growth rings from cores and sections of a limited number of trees. Their findings showed significant variation in tree ring widths both within and between specimens, making it unfeasible to determine the age of olive trees solely based on ring analysis.

Another challenge in dating olive tree rings is the lack of distinctly identifiable growth rings and the frequent occurrence of additional intra-annual density fluctuations (IADF) during periods of drought or temperature variability. As a result, the growth ring measurement methods currently used in dendrochronology, including the most advanced techniques, have been unsuccessful in reliably identifying annual growth ring boundaries in olive trees (e.g., in Santorini, Cherubini et al., 2013). The significant variability in results from a blind experiment conducted by six dendrochronologists working within the same laboratory, along with four external experienced scientists, highlights the challenges of accurately determining growth ring boundaries in olive trees (Cherubini et al., 2013).

Radiocarbon dating is another method that has been employed to estimate the age of olive trees (Bernabei, 2014). This technique is primarily used for trees that are unsuitable for dendrochronological analysis; however, it cannot be applied to the innermost and oldest portions of the trunk, as these typically decay and disappear over time (Ehrlich et al., 2017).

Additionally, researchers (e.g., Şahiner et al. 2020) used optically stimulated luminescence¹

1 When an atom or molecule transitions from an excited state to its ground energy level, it may emit all or a portion of its excess energy in the form of electromagnetic radiation, resulting in an observable light emission from the system. This phenomenon of light emission is termed luminescence.

(OSL) and infrared stimulated luminescence (IRSL) techniques on sediments collected from around and beneath an olive tree to estimate its age. Their study found that effectively applying OSL dating methods could allow for the establishment of an algorithm that correlates OSL age with stem dimensions. Such a reference calibration curve could be developed locally for the cultural landscapes of olive trees in various regions or countries, with the potential for wider application. However, creating this calibration would require a significant number of OSL age data points, whether applied locally or globally.

Contemporary methods such as three-dimensional X-rays, computer tomography, and analogous techniques are designed to provide the most accurate determination of the age of a specific olive tree. However, these methods cannot be universally applied to all olive trees or consistently yield the anticipated precise results. Structural damage, cavities, and deterioration in the trunks of centuries-old olive trees hinder the application of these methods to every specimen. Additionally, the cost of implementing these techniques for individual trees must be taken into consideration.

Consequently, researchers have calculated the age of trees by examining their morphological characteristics. These studies aim to determine the age of monumental olive trees with a high degree of certainty by correlating readily measurable biometric features (such as circumference, diameter, canopy width, and area) with tree age (Arnan et al., 2012). Four key methods have been developed to date.

The first is the algorithm established by Michelakis (2003). This model is predicated on the determination of the olive tree's average annual radius growth rate. Although this rate varies between 0-3 mm/year depending on the tree species and the prevailing soil, climate, and nutritional conditions in the region, it typically ranges from 0.8 to 1.5 mm/year. Upon establishing this rate, an approximate estimation of the olive tree's age can be derived based on data on the circumference of the central solid trunk or the maximum radius.

$$A = r/0.8; A = r/1.5$$

(A = age of olive tree; r = radius)

The second algorithm was developed by Pannelli et al. (2010). The methodology described in their study presented at the *IV. National Mediterranean Plants Conference* in 2010 and employed by Ninot et al. (2018) is as follows:

$$A = 5.2983x + 54.431$$

(A = age; x = radius at 1.0-meter height [in cm])

The method developed by Arnan et al. (2012) was predicated on a linear relationship between the age of the olive tree and its circumference at a height of 130 cm.

$$A = 2.11x + 88.93$$

(A = age; x = circumference at a height of 1.3 meters [in cm])

And lastly, the mathematical equation proposed by Koniditsiotis (2020) is based on the circumference of the olive tree.

$$A = 26.87 + 99.7 \times P \text{ [m]}$$

(A = age of olive tree, P = olive tree circumference [in meters]).

Among these, the most comprehensive study was conducted by Ninot et al. (2018) in Spain. This research encompassed an inventory of over 4,500 olive trees in northeastern Iberia, with the objective of cataloging and preserving genetic, natural, and agricultural values, as well as protecting endangered and ancient genotypes. For each specimen, the researchers recorded the trunk circumference at ground level and at 1.30 meters above the ground (PBH: circumference at breast height), canopy height, and diameter. Additionally, olive trees meeting the criteria for monumental status were identified. The ages of the olive trees were calculated using the three distinct algorithms mentioned above. The researchers concluded that the results obtained from the Pannelli et al. (2010) and Arnan et al. (2012) algorithms demonstrated greater concordance, while the Michelakis (2003) algorithm yielded comparatively higher age estimates.

Petrucelli et al. (2021) applied these methods to determine the age of the monumental *Olivo della Strega* tree located in the olive grove of the Santissima Annunziata church in Magliano (Grosseto, Italy) and demonstrated that the tree's age ranges from 718 to 992 years. Schicchi et al. (2021) investigated the morphological characteristics of the most significant olive trees in Sicily and emphasized their importance as components of "biocultural heritage."

These studies demonstrate that the morphological characteristics of olive trees are significant for estimating the tree's age. However, the studies conducted thus far maintain a constant growth rate and, consequently, have large margins of error (Yazbeck et al., 2018). This study addresses this limitation by using a mathematical model based on dendrometric variables such as circumference, diameter, and area. Specifically, as the tree grows, its circumference and diameter increase, allowing age estimation through the calculation of growth rates. According to Ismaili and Veshaj (2014), circumferential growth increases concurrently with age ($P1 < P2 < P3$), while annual thickening decreases concurrently with age ($P1 > P2 > P3$). Furthermore, the circular growth rates of trees exhibit an inverse exponential relationship, wherein the rings near the center are wider than those near the bark. Consequently, the growth rate based on linear functions will overestimate the tree's age (Bernabei, 2014). Therefore, the initial stage of our calculation involves developing a model of the average annual growth rates of the olive tree based on circumference and area calculations. Once this model is established, the age and variety of olive trees in the same region can be determined.

Materials and Methodology

Location

The material used for this research was obtained during the 2015 “Olive Route” inventory expedition organized by the Izmir Metropolitan Municipality and the Zeytince Association for Supporting Ecological Lives. Data collected during the second phase of the expedition (September-October 2015) was employed for this study (Figure 1).

Sampling

We have sampled 30 olive trees of the Erkence variety, indigenous to the region, located in the Kuşçular and Kadiovacık villages of Urla district, Izmir province. Specific information about watering and pruning intervals and the soil structure is unavailable. However, a method was developed using two calculations based on the annual circumference and area growth rates of olive trees with known planting dates. This methodology was also employed in Bernabei’s study (Bernabei, 2014). Given that the trees are of the same species, grow in the same geographical location, and their growth rates correspond to the early developmental stages of olive trees, the 59- and 80-year-old olive trees selected as references provided valuable data concerning their growth rates (Figure 2).

An olive tree located in Urla-Kamanlı is utilized as a comparative reference for the olive trees under examination. This specimen exhibits a diameter of 3.08 meters and a circumference of 9.5 meters and has been grafted with the Erkence variety. It is considered one of the oldest olive trees on the peninsula and one of the few specimens where systematic archaeological surveys have been conducted in its vicinity. Archaeological surveys conducted on the peninsula from 2006 to 2022 aimed to explore the ancient rural landscapes (www.klasp.net). Systematic field surveys documented more than 500 archaeological sites, including rural settlements (villages, hamlets, and farmsteads) that possess low surface visibility and are challenging to identify (Koparal et al., 2017; Turner et al., 2021). According to the testimonies of the archaeologists who conducted intensive field surveys at Kamanlı, pottery dating from the early Archaic to the Byzantine period was recorded, providing a chronological range from the 6th century BCE to the 13th century CE.² Based on this evidence, it is estimated that the ancient olive tree has an age range of 2300 ±700 years.

Olive trees in conjunction with agricultural terraces constitute resilient features of historical rural landscapes. The KLASP project led by Prof. Dr. Elif Koparal (MSGSÜ, İstanbul) in collaboration

2 The authors express their gratitude to Prof. Dr. Elif Koparal for providing this information.

with Newcastle University and the McCord Landscape Center³ implemented a sampling strategy utilizing agricultural terraces and established olive groves to identify short-term rural sites with low surface visibility. Samples were collected from terraces at three locations and dated using Optically Stimulated Luminescence (OSL). An OSL device, coupled with gamma dosimetry, was employed to contextualize soil-sediment stratigraphies on-site and directly relate them to the associated terraces. This approach demonstrated an efficient method for dating complete sediment profiles. Detailed examination of the formation sequences of terrace systems indicates that terraces persisted over numerous centuries as a resilient landscape feature.

In Urla, samples were taken from three locations near ancient rural settlements dating to different periods identified by the Urla-Çeşme Peninsula Survey Project through the presence of terraces, ancient olive trees, and ceramic scatters. The OSL dates obtained from construction deposits suggest the terrace systems were constructed after 1120 ± 130 CE; apparent ages based on profiling samples suggest soils continued to accumulate from the 11th or 12th centuries through to the 17th-18th centuries CE. A contrasting system of braided terraces was sampled at Granseki, approximately 1 km west of the modern village at Kadiovacık. OSL dating suggested construction in the 8th century CE. A third location was sampled on the northern edge of the Barbaros-Çiftlik plain, where a Classical farmstead had been identified through a field survey. OSL profiling beneath a field wall on a low earthwork at this site showed soil accumulation from the later Middle Ages onwards (1340 ± 140 CE) until the field wall was constructed in the 18th century (Turner et al., 2021). The dates obtained from the terraces displaying various morphologies indicate that they were constructed no later than the Middle Ages and continued to be used into the post-medieval periods. Dating olive trees in the old groves near the terraces and rural sites has significant potential to elucidate past rural landscapes and present a refined chronology for determining rural settlement patterns. This dataset provides valuable information for discussing the environmental, social, and cultural dynamics that influenced shifts in settlement patterns.

Results

Calculating the Average Age of an Olive Tree with Circumference

Trees with known planting dates were used as a baseline to determine the age of olive trees. Based on information obtained from individuals who planted Erkence variety olive trees in the Izmir-Urla region, an olive tree with an average circumference of 125 cm is 59 years old, and

3 2016-2019 British Academy Newton Award, “Unlocking the Ionian Landscape: Historic Landscapes of Urla-Çeşme Peninsula” 01 September 2016-31 August 2019, Director: Prof. Dr. Elif Koparal (Mimar Sinan Fine Arts University); Co-director: Prof. Dr. Sam Turner (Newcastle University, UK).

an olive tree with an average circumference of 150 cm is 80 years old. The growth units can be calculated by dividing the trees' circumference by age.

Abbreviations: circumference = C; growth unit = GU.

$$GU = C \div \text{age}$$

$$GU_{59} = 125 \text{ cm} \div 59 \text{ years} = 2.1186 \text{ cm/age}$$

$$GU_{80} = 150 \text{ cm} \div 80 \text{ years} = 1.8750 \text{ cm/age}$$

In an olive tree, as the circumference (C) increases, the growth unit (GU) decreases. To calculate the growth unit rate (GUR) for the two trees with a twenty-five-centimeter growth rate, we divide the growth unit of the older tree by the growth unit of the younger tree.

Results:

$$\begin{aligned} GUR_1 &= GU_{80} \div GU_{59} \\ &= 1.8750 \div 2.1186 = 0.88502. \end{aligned}$$

For ancient trees of indeterminate age and circumference, it is prudent to assume a growth unit rate (GUR) of 0.99999.

Example:

Consider the growth units (GU) of two olive trees of substantial age and circumference as follows:

$$\text{Circumference} \div \text{age} = 0.20000 \text{ GU}$$

$$\text{Circumference} \div \text{age} = 0.19999 \text{ GU}$$

$$GUR_x = 0.19999 \div 0.20000 = 0.9999$$

Alternatively:

Consider the growth units (GU) of two olive trees of substantial age and circumference as follows:

$$\text{Circumference} \div \text{age} = 0.1 \text{ GU}$$

$$\text{Circumference} \div \text{age} = 0.09999 \text{ GU}$$

$$GUR_x = 0.09999 \div 0.1 = 0.99999.$$

Consider a scenario in which an olive tree exhibits growth 74 times in intervals of 25 cm. Multiplying these 25 cm periodic growths by 74 yields the total growth. This factor of 74 can be adjusted as necessary. Ultimately, the discrepancy between the resulting graph lines will be minimal.

Commencing with the sum of consecutive numbers:

$$n(n+1) \div 2 = 74(74+1) \div 2 = 2775$$

By subtracting the differences in the decrease in the growth unit we obtained (the decrease in the growth unit we assumed to be 0.99999 for trees with large age and circumference from the decrease in the growth unit we obtained from trees with a circumference of 150 cm and 125 cm):

$$GUR_t = GUR_x - GUR_1$$

$$0.99999 - 0.88502 = 0.11497 \text{ GUR}_t.$$

The GUR_t we obtained is the sum of the decreasing growth unit rates as the tree's circumference increases.

The minimum decrease in the growth unit can be determined by dividing the obtained GUR_t by the consecutive sum of 74 increments of the periodic growth of 25 cm by 74 times.

$$0.11497 \div 2775 = 0.00004143 \text{ difference in growth unit rates (GURd)}$$

The difference between the GUR of 125 cm and 150 cm circumference growth was calculated as 0.88502. Given that the difference in the reduction of the growth unit is greater for young trees, the minimum reduction (0.00004143) is multiplied by 73.

$$0.00004143 \times 73 = 0.003024 \text{ This result represents the difference in the growth unit (GUR}_{175}) \text{ of a tree with a circumference of 175 cm.}$$

We subsequently add this figure to 0.88502 (GUR_1).

$$GUR(175) = 0.88502 + 0.003024 = 0.888044$$

When this value is multiplied by 1.8750 GU, which is derived from dividing the tree circumference of 150 cm by 80 years, we obtain the GU_{175} necessary for determining the age of a tree with a circumference of 175 cm.

$$GU_{150} \times GUR(175) = GU_{175}$$

$$1.8750 \times 0.888044 = 1.66508 \text{ GU}_{175}$$

175 cm tree circumference divided by the obtained unit:

$$175 \div 1.6651 = 105.09 \sim 105 \text{ years old.}$$

Replicate the aforementioned procedure

$$0.00004143 \times 72 = 0.0032983 + 0.888044 = 0.891027$$

$$0.891027 \times 1.66508 = 1.4836$$

$$200 \div 1.4836 = 135 \text{ years,}$$

$$0.00004143 \times 71 =$$

.....

$$0.00004143 \times 1 = \text{identical operations are performed.}$$

When constructing the graph functions in the table (Table 1), we commence with the known circumference units of 125 cm and 150 cm. We plot the function lines per the tree in Kamanlı, Urla, Izmir, which has a circumference of 950 cm and an estimated age of 2300 ± 700 years. The circumference (cm) is based on the units obtained at the points where the graph function lines intersect (these units were established using 74 increments, which can be adjusted; this modification slightly alters the position of the graph lines) to approximate the average age of the trees (Figure 5).

Table 1. Identifying units to calculate the age of a tree with its circumference. Arrows show that the results are multiplied by the preceding unit to determine the subsequent unit. Circumference measurements and the units obtained are recorded on the chart (Figures 3 and 4) in 25 cm increments.

		2.1186
1	$0.00004143 * 73 = 0.003024 + 0.885020 = 0.888044 * 1.8750 = 1.66508$	1.8750
2	$0.00004143 * 72 = 0.002983 + 0.888044 = 0.891027 * 1.66508 = 1.48363$	1.6651
3	$0.00004143 * 71 = 0.002941 + 0.891027 = 0.893968 * 1.48363 = 1.32631$	1.4836
4	$0.00004143 * 70 = 0.002900 + 0.893968 = 0.896868 * 1.32631 = 1.18952$	1.3263
5	$0.00004143 * 69 = 0.002858 + 0.896868 = 0.899726 * 1.18952 = 1.07024$	1.1895
6	$0.00004143 * 68 = 0.002817 + 0.899726 = 0.902543 * 1.07024 = 0.96593$	1.0702
7	$0.00004143 * 67 = 0.002775 + 0.902543 = 0.905318 * 0.96593 = 0.87447$	0.9659
...		
71	$0.00004143 * 08 = 0.000331 + 0.995400 = 0.995731 * 0.09445 = 0.09404$	0.0945
72	$0.00004143 * 07 = 0.000290 + 0.995731 = 0.996021 * 0.09404 = 0.09366$	0.0940
73	$0.00004143 * 06 = 0.000248 + 0.996021 = 0.996269 * 0.09366 = 0.09331$	0.0937
74	$0.00004143 * 05 = 0.000207 + 0.996269 = 0.996476 * 0.09331 = 0.09298$	0.0930
75	$0.00004143 * 04 = 0.000165 + 0.996476 = 0.996641 * 0.09298 = 0.09266$	0.0927

Calculating the Average Age of an Olive Tree with Its Area

In addition to the olive trees used for circumference calculation, specimens from the Yuvarlak area in the Kadiovacık village (Urla, Izmir) were employed to estimate the average age based on the area they cover. According to local cultivators, olive trees with an average circumference of 88 cm are 32 years old, while those with an average circumference of 135 cm are 65 years old.

Trunk or neck measurements reveal that olive trees occupy an irregular area. The area is calculated by obtaining measurements from the necks (1-3 cm above the ground) of olive trees. These measurements are taken on a surface parallel to the ground on flat terrain and perpendicular to gravity on sloping terrain.

Olive trees with identical circumferences but with circular or elliptical necks exhibit slight differences in the area they occupy. Consequently, the area they occupy is approximated as a circle for calculation purposes.

Proceeding with the calculation:

Abbreviations:

AAG (annual area growth);

AAGD (annual area growth difference);

AAGDd (annual area growth difference decrease);

AAGR (annual area growth rates);

AAGRp (percentage of annual area growth rates);

AAGRpd (percentage of decrease in annual area growth rates).

First stage:

The difference in annual area growth for an olive tree with a circumference of 88 cm at age 32 to have a circumference of 135 cm at age 65:

$$AAG_{135} - AAG_{88} = AAGD (135-88)$$

$$22.3103 - 19.2577 = 3.0526 \text{ cm}^2$$

Difference of circumference measurements:

$$135 - 88 = 47 \text{ cm}$$

Derived from the sum of consecutive integers:

$$n(n+1) \div 2 = 47 \times 48 \div 2 = 1128.$$

$$AAGDd = AAGD \div 1128$$

$$3.0526 \div 1128 = 0.002706206 \text{ cm}^2$$

$$AAGD = AAGDd \times 47$$

$$AAGD = 0.002706206 \text{ cm}^2 \times 47 = 0.127191667 \text{ cm}^2.$$

$$AAG_{89} = AAG_{88} + AAGD_{89}$$

$$= 19.2577 \text{ cm}^2 + 0.127191667 \text{ cm}^2$$

$$= 19.38489167 \text{ cm}^2.$$

The subsequent AAG₉₀ and other values are determined using the aforementioned method (Table 2).

Table 2. Calculation of annual area growth in olive trees between 32 and 88 years of age using known age and circumference data (the colors show the difference in 25 cm. of growth).

Circumference (cm)	Difference in circumference	AAGDd *47,46,...,1	AAG89=AAG88+AAGD => Annual area growth relative to the circumference	AGE
88			19.2577	32
89	47	0.127191667	19.38489167	
90	46	0.124485461	19.50937713	
91...108	45...28			
109	27	0.073067553	21.36042181	
110	26	0.070361348	21.43078316	
111	25	0.067655142	21.4984383	
112	24	0.064948936	21.56338723	
113	23	0.06224273	21.62562996	
114	22	0.059536525	21.68516649	
115...133	23...3			
134	2	0.005412411	22.30759379	
135	1	0.002706206	22.3103	88
		Total = 3.0526		

It was previously established that $AAG88 = 19.2577$ and $AAG135 = 22.3103$.

Upon consultation of Table 2, it was determined that $AAG110 = 21.4308$ and $AAG113 = 21.6256$.

Second stage:

Based on these results, we calculate the annual area growth rates corresponding to a circumference increase of twenty-five centimeters.

$$AAGR(113,88) = (21.62563 - 19.2577) \div 19.2577 = 0.122958609 \text{ (12.3\%)}$$

$$AAGR(135,110) = (22.3107 - 21.430783) \div 21.430783 = 0.041039065 \text{ (4.1\%)}$$

The mean of these growth percentages

$$AAGR_p = [AAGR(113,88) + AAGR(135,110)] \div 2$$

$$= (0.122958609 + 0.041039065) \div 2$$

$$= 1.63998 \div 2$$

$$= 0.081998837.$$

This growth percentage is expected to decrease as the tree's circumference and area increase.

Consequently, we divide by 61⁴ and subtract the resulting value from the growth percentage to determine the subsequent growth percentage.

The following operations are performed in sequence:

$$\text{AAGRpd} = \text{AAGRp} \div 61$$

$$= 0.0811998837 \div 61$$

$$\text{AAGRpd} = 0.001344243$$

$$\text{AAGRp125} = \text{AAGRp} - \text{AAGRpd}$$

$$\text{AAGRp125} = 0.0811998837 - 0.001344243 = 0.080655$$

Divide AAG125 by 100,

$$20.3227 \div 100 = 0.203227$$

Multiply the result by AAGRp125.

$$\text{AAGRdd125} = 0.203227 \times 0.080655 = 0.016391$$

For a tree with a circumference of 125 cm, this calculation yields the decrease in the difference of annual area growth rates.

Calculate the AAGD125-100 for trees with circumferences of 125 cm and 100 cm.

$$\text{AAGD125-100} = \text{AAG125} - \text{AAG100} =$$

$$\text{AAGD125-100} = 21.0737 - 20.3227 = 0.751$$

To determine AAGD125

Subtract AAGRdd125 from AAGD125-100.

$$0.751 - 0.01691 = 0.734609$$

The calculation is similarly performed for a circumference of 150 cm.

For AAG150, the sum of AAG125 and AAGD125 is computed.

$$\text{The result yields } \text{AAG150} = 21.0737 + 0.734609 = 21.8083.$$

The tree's age is estimated by dividing the area of the tree by the annual growth area.

$$\text{Tree area} / \text{annual growth area} = \text{Age}$$

⁴ In the olive tree age determination table, the 25 cm increments of the circumference will be multiplied 61 times. This number can be increased if necessary.

Table 3. Calculating the mean age of olive trees by area calculation.

Circumference (cm)		AAGR _p	AAG/100 (%)	AAGD=AAG 1% \times AAGR _{pd}	AAG2= AAG1+AAGD	AAGD=AAG2-AAG1	(AAG1-AAG2)-AAGD _d	Age (year)	Area (cm ²)
100	0.001344243				20.3277				
125		0.080654594	0.203227	0.016391191	21.0737	0.751	0.734608809		
150		0.079310351	0.210737	0.016713625	21.80830881	0.734608809	0.717895184	82.0997	1790
175		0.077966107	0.218083088	0.017003089	22.52620399	0.71789184	0.700892094	108.187	2437
200		0.076621864	0.225262204	0.017259997	23.22709609	0.700892094	0.683632097	137.034	3183

These operations are performed for periodic circumference increments of 25 cm (Table 3).

A comparative analysis of age calculations based on both circumference and area is shown in Figure 6.

Conclusion

Previous studies pointed out the limitations of using annual growth rings and radiocarbon dating to determine the age of olive trees. To overcome these challenges, we developed a mathematical model based on dendrometric variables, providing a more practical and less invasive method for measuring tree age. This method aims to estimate an average age range rather than detecting the precise age of olive trees. It is designed to help identify specimens that could be prioritized for research on genetic resources, cultural heritage conservation, and archaeological studies.

The mathematical model we created for estimating the age of olive trees does not consider tree-specific variables such as pruning, irrigation, and fertilization, nor does it consider the impact of regional or global factors such as wars, droughts, or volcanic eruptions. As a result, the model necessitates the use of wide age ranges.

This model can be utilized to estimate the age of monumental trees based on trees of known age in a specific region. However, for this model to be applicable in different geographical areas, it requires knowledge of the exact age of some trees within that region.

The accuracy of this model can only be validated through additional sampling, and it can be refined through further calculations. As soil analysis and similar technological advancements are integrated into scientific studies, we anticipate gaining more precise results in tree age estimation, thereby enhancing the opportunities to evaluate the accuracy of this model.

Acknowledgments

The authors extend their gratitude to the members of the Zeytinçe Association for Supporting Ecological Lives who participated in the “Olive Route” inventory expedition, as well as to Dr. Zeynep Delen and Prof. Dr. Elif Koparal for their valuable contributions to the development of this article. It should be noted that the authors assume full responsibility for the content presented herein.

References

- Anestiadou, K., Nikoloudakis, N., Hagidimitriou, M., & Katsiotis, A. (2017). Monumental olive trees of Cyprus contributed to the establishment of the contemporary olive germplasm. *PLoS ONE*, *12*(11), Article e0187697. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0187697>
- Arnan, X., Lopez, B. C., Martinez-Vilalta, J., Estorach, M., & Potayos, R. (2012). The age of monumental olive trees (*Olea europaea*) in Northeastern Spain. *Dendrochronologia*, *30*, 11–14. <https://doi.org/10.1016/j.dendro.2011.02.002>
- Bernabei, M. (2014). The age of the olive trees in the Garden of Gethsemane. *Journal of Archaeological Science*, *53*, 43–48. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2014.10.011>
- Chalak, L., Malas, F., Hamadeh, B., Essalouh, L., & Khadari, B. (2014). Centennial olive trees in Lebanon: A substantial patrimony. In S. Ayoub & M. Ajlouni (Eds.), *Proceedings of the 5th international olive conference: Olive culture, biotechnology & quality of olive tree products* (pp. 19–25).
- Cherubini, P., Gartner, B. L., Tognetti, R., Braker, O. U., Schoch, W., & Innes, J. L. (2003). Identification, measurement and interpretation of tree rings in woody species from Mediterranean climates. *Biological Reviews*, *78*, 119–148. <https://doi.org/10.1017/S1464793102006000>
- Cherubini, P., Humbel, T., Beeckman, H., Gartner, H., Mannes, D., Pearson, C., Schoch, W., Tognetti, R., & Lev-Yadun, S. (2013). Olive tree-ring problematic dating: A comparative analysis on Santorini (Greece). *PLoS ONE*, *8*(1), Article e54730. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0054730>
- Efe, R., Cürebal, İ., Soykan, A., & Sönmez, S. (2016). Edremit yöresindeki anıt ve anıtsal zeytin ağaçları. In E. Naskali (Ed.), *Zeytin kitabı* (pp. 235–254). Kitabevi Yayınları.
- Ehrlich, Y., Regev, L., Kerem, Z., & Boaretto, E. (2017). Radiocarbon dating of an olive tree cross-section: New insights on growth patterns and implications for age estimation of olive trees. *Frontiers in Plant Science*, *8*, Article 1918. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01918>
- Gargouri, K., Rhouma, A., Bentaher, H., & Ben Rouina, B. (2008). Assessment of the impact of climate change on olive growing in Tunisia using GIS tools. *Options Méditerranéennes, Série A*, *80*, 349–352.
- Gargouri, K., Bentaher, H., & Rhouma, A. (2012). A novel method to assess drought stress of olive tree. *Agronomy for Sustainable Development*, *32*(3), 735–745. <https://doi.org/10.1007/s13593-011-0078-1>
- Ismaili, H., & Veshaj, Z. (2014). Determining the age of olive trees through morphometric methods. *International Journal of Agriculture Innovations and Research*, *3*(2), 574–578.
- Kabassi, K., Martinis, A., & Minotou, C. (2021). Estimating the value of monumental olive trees: Designing a tool using multi-criteria decision making. *Trees, Forests and People*, *6*, Article 100151. <https://doi.org/10.1016/j.tfp.2021.100151>

- Koniditsiotis, S. (2020). Registration and promotion of monumental olive trees in Greece. *Advances in Social Sciences Research Journal*, 7(4), 107–121. <https://doi.org/10.14738/assrj.74.7977>
- Koparal, E., Ersoy, Y. E., Massa, M., & Demirciler, V. (2017). Sampling the Ionian landscapes: An overview of archaeological surveys at Clazomenae and Teian Chorai. In S. Steadman & G. McMahon (Eds.), *Archaeology of Anatolia Vol. II* (pp. 400–425). Cambridge Scholars Publishing.
- Michelakis, N. (2003). Monumental olive trees in the world: Greece and Crete. In N. Michelakis (Ed.), *Olive and oil in Crete. Proceedings of the international symposium, Sitia 23–25 May 2002* (pp. 32–43). Association of Olive Municipalities of Crete.
- Mnasri, S. R., Debbabi, O. S., Ben Amar, F., Dellino, M., Montemurro, C., & Miazzi, M. M. (2023). Exploring the quality and nutritional profiles of monovarietal oils from millennial olive trees in Tunisia. *European Food Research and Technology*, 249, 2807–2820. <https://doi.org/10.1007/s00217-023-04329-3>
- Ninot, A., Howad, W., Aranzana, M. J., Senar, R., Romero, A., Mariotti, R., Baldoni, L., & Belaj, A. (2018). Survey of over 4,500 monumental olive trees preserved on-farm in the northeast Iberian Peninsula, their genotyping and characterization. *Scientia Horticulturae*, 231, 253–264. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.11.025>
- Pannelli, G., Pandolfi, S., & Baldoni, L. (2010). Selezione e valorizzazione di olivi antichi in Umbria. In G. Sarli, A. Alvino, & C. Cervelli (Eds.), *IV Convegno Nazionale Piante Mediterranee. Le potenzialità del territorio e dell'ambiente. Raccolta degli Atti* (pp. 93–104). Lulu press.
- Petrucelli, R., Giordano, C., Salvatici, M. C., Beghè, D., Rodolfi, M., Fabbri, A., & Benelli, C. (2021). Characterization and conservation of “Olivo della Strega”: An ancient olive tree, precious resource for natural and cultural heritage. *Rendiconti Lincei. Scienze Fisiche e Naturali*, 32, 311–324. <https://doi.org/10.1007/s12210-021-00989-z>
- Sales, H., Šatovic, Z., Alves, M. L., Fevereiro, P., Nunes, J., & Vaz Patto, M. C. (2021). Accessing ancestral origin and diversity evolution by net divergence of an ongoing domestication Mediterranean olive tree variety. *Frontiers in Plant Science*, 12, Article 688214. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.688214>
- Schicchi, R., Speciale, C., Amato, F., Bazan, G., Di Noto, G., Marino, P., Ricciardo, P., & Geraci, A. (2021). The monumental olive trees as biocultural heritage of Mediterranean landscapes: The case study of Sicily. *Sustainability*, 13(12), Article 6767. <https://doi.org/10.3390/su13126767>
- Şahiner, E., Polymeris, G. S., Atlıhan, M. A., Aktürk, S., & Meriç, N. (2020). Indirect dating of an olive tree planting event using luminescence of the sediments lying beneath the roots of the tree: A pilot study in the south-western part of Anatolia, Turkey. *Journal of Quaternary Science*, 35(5), 1–10. <https://doi.org/10.1002/jqs.3212>
- Turner, S., Kinnaird, T., Koparal, E., Lekakis, S., & Sevara, C. (2021). Landscape archaeology, sustainability and the necessity of change. *World Archaeology*, 52(4), 589–606. <https://doi.org/10.1080/00438243.2021.1932565>
- Yazbeck, E. B., Abi Rizk, G., Hassoun, G., El-Khoury, R., & Geagea, L. (2018). Ecological characterization of ancient olive trees in Lebanon-Bshaaleh area and their age estimation. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 11(2), 35–44.



Figure 1. Map showing the sampling locations (prepared by Ali Ertan İplikçi).



Figure 2.
The olive tree in
Kamanlı-Urla
(photo by Ali Ertan İplikçi).

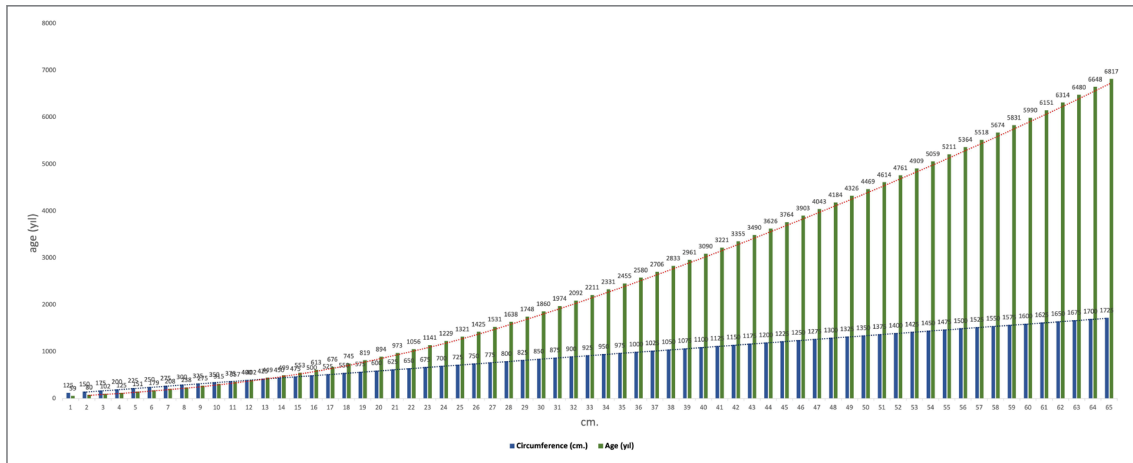


Figure 3. Average age (years) of olive trees by circumference (cm).

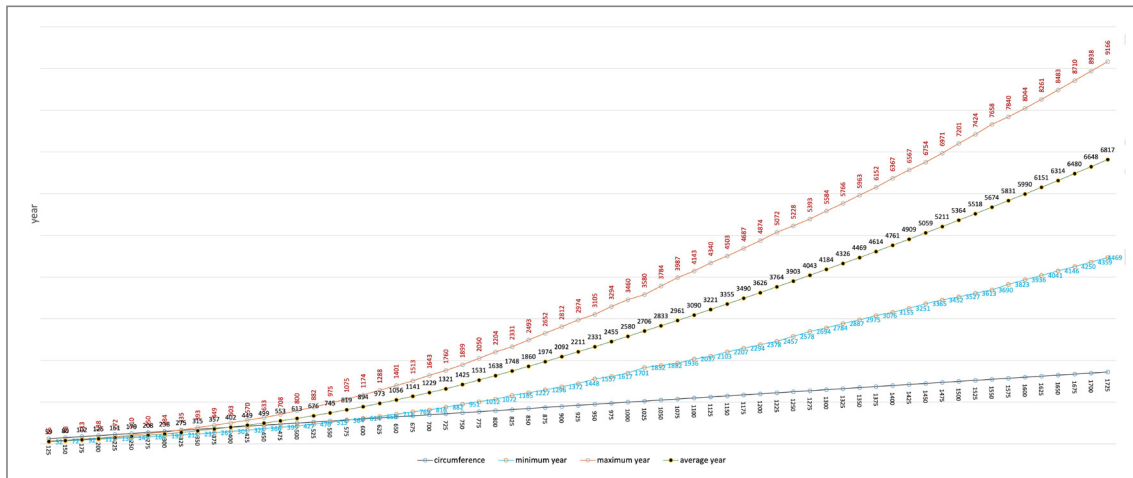


Figure 4. Age (years) of the olive trees by circumference (cm).

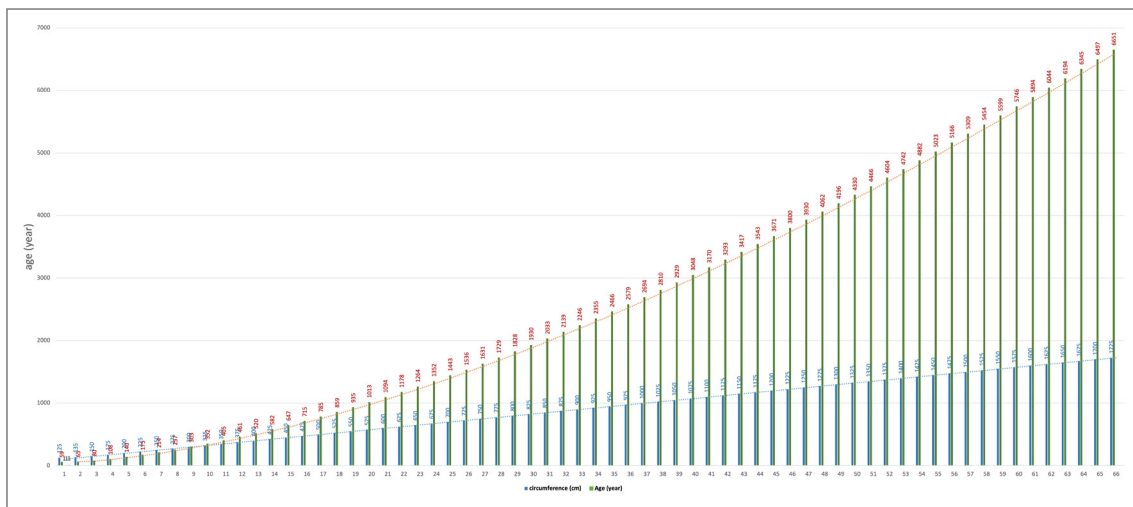


Figure 5. Average age (years) of olive trees by area calculation.

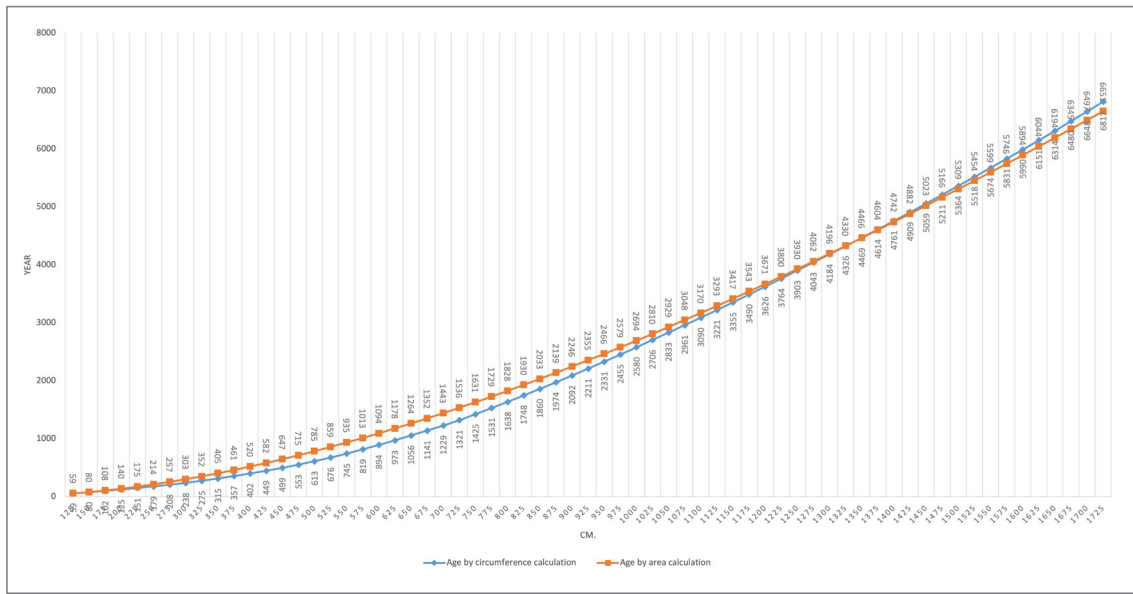


Figure 6. Comparison of ages (years) by circumference and area calculation.

First *Pekmez* and Later Wine

Udo Hirsch^a

Abstract

When it comes to the origin of wine, two distinct narratives can be identified. The first pertains to wine and grapes (from the cultivated vine known as *Vitis vinifera* ssp. *vinifera*), as described in general terms by botanists, archaeologists, and other scientists. This narrative begins between the 5th and 4th millennium BCE with the rise of urbanism. Large settlements, organized by elites who could afford to cultivate vines on temple grounds or in royal gardens, along with the emergence of trade centers in the Southeast Asia and Mediterranean, provide evidence for the widespread use of grapes. Wine was consecrated to rulers in heaven, sacrificed by both religious and secular powers, and used in important funerary rituals. Until around 1200 BCE, wine remained the alcoholic beverage of the elite.

The second narrative originates from Georgia. During excavations of an early Neolithic settlement of the Shulaveri-Shomu culture (6000-5400 BCE) in the southern Caucasus, about 60 years ago, Georgian archaeologists identified grape seeds from what appeared to be cultivated grapes in the earliest strata. Another significant find was a large clay pot with a pattern resembling grapes. This pot (a *kvevri*, a traditional Georgian clay wine container) is considered to be the first and oldest of its kind in the world. Some grape seeds, as well as residues of tartaric acid found on pot sherds, are thought by some scholars to serve as markers for grape wine. Based on these discoveries, the narrative shifted to a widely accepted belief that the invention of viticulture, or the production of wine, originated in Georgia and spread through the Southeast Asia to Europe. However, recent research and discussions suggest a need to reconsider these assumptions. It is argued in this paper that the first product derived from grapes may have been *pekmez* (grape molasses) rather than wine.

Keywords: *Vitis vinifera* ssp. *silvestris*, *pekmez*, grapevine, prehistory, southern Caucasus

Özet

Şarabın kökeni söz konusu olduğunda, karşımıza iki anlatı çıkar. İlki, botanikçiler, arkeologlar ve diğer bilim insanları tarafından genel hatlarıyla tanımlanan şarap ve üzümle (*Vitis vinifera vinifera* adlı kültür asmasından) ilgilidir. Bu anlatı MÖ 5. ve 4. binler arasında şehirciliğin

^a Independent Researcher, Aksaray/Türkiye.
udo.gelveri@gmx.de ; <https://orcid.org/0000-0002-8242-6608> ; Doi: 10.63167/TJAS.2025.5
Received: 10.10.2024 ; Accepted: 05.01.2025

ortaya çıkışıyla görülür. Tapınak arazilerinde ya da kraliyet bahçelerinde asma yetiştirmeyi göze alabilen elitler tarafından organize edilen büyük yerleşimlerin yanı sıra Orta Doğu ve Akdeniz ülkelerindeki ticaret merkezlerinin ortaya çıkışı, üzümün yaygın şekilde kullanıldığına dair kanıtlar sunmaktadır. Şarap, cennetteki hükümdarlar için kutsandır, dini ve seküler güçler tarafından önemli cenaze törenlerinde kullanılırdı. Yaklaşık MÖ 1200'lere kadar üzüm şarabı seçkinlerin alkollü içkisiydi.

İkinci anlatı ise günümüz Gürcistan topraklarından gelmektedir. Güney Kafkasya'daki erken Neolitik Shulaveri-Shomu kültürüne ait yerleşmede (MÖ yak. 6000-5400) yapılan kazılarda, arkeologlar, erken tabakalarda yetiştirildiği anlaşılan üzüm çekirdekleri bulmuşlardır. Bir diğer önemli buluntu ise üzerinde üzüme benzeyen bir desen bulunan büyük bir kil kaptır. Bu kap (*kvevri*, geleneksel bir Gürcü kil şarap kabı), dünyada türünün ilk ve en eskisi olarak kabul edilir. Kap parçalarında bazı üzüm çekirdeklerinin yanı sıra tartarik asit kalıntıları da bulunmuştur ve bunlar bazı araştırmacılar tarafından üzüm şarabının göstergeleri olarak kabul edilmektedir. Bu buluntulara dayanan anlatı, şarap üretiminin icadının (dünyadaki ilk bağıcılık) Gürcistan'dan Orta Doğu'ya ve oradan da Avrupa'ya yayıldığına dair yaygın bir inanca dönüşmüştür. Ancak son zamanlarda yapılan araştırma ve tartışmalar bu varsayımların yeniden gözden geçirilmesini gerektirmektedir. Bu makalede, üzümden elde edilen ilk ürünün şarap değil *pekmez* olabileceği önerilmektedir.

Anahtar kelimeler: *Vitis vinifera* ssp. *silvestris*, pekmez, üzüm bağı/asma, tarih öncesi, güney Kafkasya

Introduction

The Grapevine in the Neolithic Period of the Southwest Asia

For a long time, the Fertile Crescent was known as the region in which hunters and gatherers settled down after pioneering the cultivation of plants and domestication of animals. Today we know that hunters and gatherers settled down first, turning into harvesting peoples living off the rich natural resources. Changes in climate, demography and culture triggered the economy of hunters and gatherers to transform into arable farming and animal husbandry over a long process of thousands of years.

A brief look at the chronological development in the Southwest Asia starts with foraging groups of the Levant up to the Taurus-Zagros region and the south Anatolian coast during the Late Epipaleolithic, (12.000-10.000 BCE). Following this, from 9700–8700 BCE, the Pre-Pottery Neolithic A (PPNA) period in the Levant and the northeastern Fertile Crescent reveals both hunting and gathering as well as indicating the first appearance of domesticated forms of crops in the Fertile Crescent (Van Zeist & Bottema, 1991; Colledge, 1998, 2001; Willcox et al., 2012; Weiss, 2015). From 10.000 to 7000 BCE the size of populations and the number of settlements increased significantly. During the Pre-Pottery Neolithic B (PPNB) period (8700-7000 BCE) mixed forms of agriculture emerged, based on cereals and pulses as well as sheep/

goat husbandry. The cultivation of plants becomes dominant and widespread (Asouti & Fuller, 2013). The changes mentioned above in the Southwest Asia are reflected in archaeobotanical findings in various publications (Colledge, 1998, 2001; Willcox et al., 2012; Asouti & Fuller, 2013; Fuller & Stevens, 2019; Weide et al., 2022).

Wild Grapevines in Early Settlements

To find hints about the existence of the early grapevine, it was researched by the author in 63 excavation reports of some of the earliest Neolithic settlements in the Southwest Asia, from 12.000 BCE in the southern Levant up to about 6000 BCE in the southern Caucasus. In the selection of the 63 settlements, preference was given to reports that provided the most comprehensive information about climate, environment, and typical habitats. For a better understanding, several publications have been used for some of the 63 settlements.

Some of the 63 researched early settlements existed in grass steppes and forest steppes and, to a much lesser extent, near gallery forests. Characteristic of the grass steppe are large varieties of wild grass, wild cereals and pulses. On the open forest steppe, the grapevine would have had little chance. The abundance of large herbivores in this zone, like gazelle, sheep, goats, aurochs and donkeys, would mean that a grapevine with its large, soft leaves would have been grazed well before it could have found its way to safety by climbing up the occasional tree. The wild grape could survive much better in gallery forests, which were found mainly in small side-valleys such as those of the tributaries to the Euphrates and Tigris. On the northern slopes and especially where steep slopes made access difficult for larger animals, the wild grapevine could grow tall on trees.

The excavation reports studied provide ample information on the grasses, plants, trees and fruits found. However, *Vitis* benchmarks are rare: at most 2-4 grape seeds and a few charred pieces of wood and often located in or about gallery forests. Charred seeds and carbonized pieces of wood were found in only 12 out of the 63 settlements studied (Figure 1). The other settlements were probably not located in landscapes suitable for the wild grapevine (Fuller, 2018).

The late Natufian period (9300-8500 BCE) coincides with the substantially cooler and drier conditions of the Younger Dryas epoch. This period may have experienced a retraction of the park and steppe woodland belt and its rich food resources (Garrard, 1999; Asouti, 2017). In the meantime, structural arrangements in housebuilding and the use of tools changed in the sites of the southern Levant (Valla, 1995). Until recently, the central area of the Fertile Crescent was the core center for the cultivation of grains and pulses and the domestication of goats, sheep and cattle (Figure 2). But Southwest Asia is now considered a zone where multiple centers developed for plant cultivation and animal husbandry (Fuller et al., 2011; Arranz-Otaegui et al., 2016; Bar-Yosef, 2017; Ergun et al., 2018; Stiner et al., 2018). Skills and experience spread

across the Mediterranean first to the west very early on and later to the north and east. In summary, the available archaeological archives do not provide clues to indicate an extensive cultivation or even use of the grapevine despite the apparent success in the cultivation of other plants.

Archaeological Background of the Southern Caucasus

It is assumed that the climatic changes taking place between 8200 and 6200 cal. BCE contributed to migration. It was becoming warmer and more humid. The tree line shifted north (Wick et al., 2003) and the first settlements in the southern Caucasus emerge at the end of the 7th millennium cal. BCE (Japaridze & Javachischwili, 1971).

The villages which emerged in the southern Caucasus, included settlements in today's Georgia, Azerbaijan, and Armenia. These are referred to as the Aratashen-Shulaveri-Shomu culture. The settlers probably came from the south or the southwest and brought with them their domesticated animals as well as cultivated food plants, mostly cereals and pulses. In the 1960s, excavations began at some of these Neolithic settlements in Georgia, Armenia and Azerbaijan which have continued, with major interruptions, to this day (Japaridze & Javachischwili, 1971; Ramischvili, 1997; Lordkipanidz, 2002; Badalyan et al., 2007; Bastert-Lambrichts, 2010; Lyonnet et al., 2012; Hovsepian, 2015; Nishiaki et al., 2015a; Hansen & Ullrich, 2017; Lyonnet, 2018; Nishiaki et al., 2018; Marro et al., 2019; Nishiaki, 2021; Palumbi et al., 2021).

The houses of the Shulaveri-Shomu settlements in Georgia are circular with a maximum diameter of between 3 and 5 m. The houses had no fireplaces for cooking or heating in the winter. They were also very sparsely equipped. The daily activities were carried out in the courtyard. The small depots, built in the courtyard, were probably used for food storage. This construction method is surprising because at this time of the southern Caucasus Neolithic period rectangular rooms with fireplaces and rich equipment inside the rooms had existed already for more than 2000 years in other places in the Southwest Asia (Bastert-Lambrichts, 2010). It might be possible that some of the Shulaveri-Shomu settlements were only used seasonally.

During the excavations of the settlements of the Shulaveri-Shomu culture (5800-5400 BCE), indications were found of the use of grapes. The most relevant evidence points to seeds of grapes; the presence of tartaric acid; a large, decorated clay vessel (called a *kvevri* in Georgian); the highest number of grape varieties in the world; and pollen from grape vines. This cluster of findings from archaeological and biomolecular investigations permitted Georgian scientists (Ramishvili, 1997) to claim that people in Georgia already grew vines in Neolithic times and stood at the inception of a continuous 8000-year-old wine culture and indicated that Georgia was the cradle of wine in the world (McGovern, 1999, 2003; This et al., 2006; Terral et al., 2010; Forni, 2012; Lyonnet et al., 2012; Hovsepian, 2015; Maghradze et al., 2016; Rova, 2024). Ramishvili (1997) noted that 10 grape seeds were found in 1965 during excavations

at Dangreuli Gora, one of the settlements of the Shulaveri-Shomu culture, in various places on a tamped clay floor. These seeds, having characteristics of cultivated grapevines, were dated at that time to 5000-3000 BCE and were estimated to be the oldest grape pips not only in Georgia, but on the entire Euro-Asian continent.

The biomolecular archaeologist McGovern (1999) stated that this earliest Neolithic evidence for the beginning of a true wine culture, in which wine dominated social and economic life, originates from Georgia. The Shulaveri Gora site south of Tbilisi yielded what could well be the oldest cultivated grape seeds dating from 6000 BCE. The botanist Rusishvili (2010) examined and determined the morphological properties of grape seeds found during the excavations of several other Neolithic and later settlements in Georgia. These included seeds which they referred to as the seeds of cultivated grapes. These uncarbonized seeds came from the Neolithic settlement Shulaveri Gora (Ramishvili, 2001).

Later, almost all of the grape seeds found during the excavations of the Shulaveri-Shuma settlements in Georgia (Bouby et al., 2021) were ¹⁴C dated for the first time. But instead of the expected Neolithic date, the seeds from the Neolithic level of Gadachili Gora, central Georgia, along the Kura River proved to be modern. McGovern and their colleagues (2017) stated that two uncarbonized grape seeds at Gadachili Gora does not confirm that a seed from a Neolithic layer is Neolithic in date. Examination of the context showed the seeds were in an animal burrow or tunnel extending into Neolithic levels, about 1.5 m below the surface, and were found with various other seeds, including carbonized and uncarbonized wheat and barley. The two uncarbonized grape seeds from the 2012-2013 excavation of the site proved to be modern. Uncarbonized grape seeds from the other sites were also dated recently, including one of the eight specimens from Dangreuli Gora, south of Tbilisi. and two from the Gudau River deposit from the northwestern part of Georgia believed to be of Neolithic date. These uncarbonized seeds were also modern, one uncarbonized seed from Anaklia, west Georgia and another carbonized specimen from Pichori, also west Georgia, proved to be truly ancient, having consistent archaeological and radiocarbon dating in the Middle Bronze Age (Bouby et al., 2021). The only other carbonized seed in the corpus that was ancient was from Arukhlo (one of the settlements of the Shulaveri-Shomu culture near Tbilisi), but rather than belonging to the Neolithic period, as its archaeological context suggested, it was dated to the Iron Age (McGovern et al., 2017). After this dramatic incursion into Georgia's assumed wine history – probably by a mouse – it is now certain that no Neolithic grape seeds, either wild or cultivated, have been found so far in Georgia. The oldest grape pips in Georgia come from the settlements Anaklia and Pichori, dated to the Middle Bronze Age (McGovern et al., 2017; Bouby et al., 2021).

A few more dates came to light at the Azerbaijan Neolithic-Chalcolithic site of Mentesh. Just one grape pip from the Neolithic period and six seeds together with one piece of charred

grapevine wood from the Middle Chalcolithic period are known. They are the earliest finds of *Vitis vinifera* ssp. *silvestris* from the southern Caucasus (Decaix, et al., 2016; Bouby et al., 2021). From other sites like Aratashen in Armenia, Badalyan et al. (2007) report two pips of *Vitis silvestris* were found in level 1, ca. 5600 BCE. There were a few more seeds found at Göytepe, Middle Kura Valley (uncertain morphology), (Nishiaki, 2021) and Hacı Elamxanlı Tepe (uncertain morphology, but supposed to be from wild grapes) in Azerbaijan (Nishiaki, 2015a).

Sporadic finds of wild grapevine pits (*Vitis vinifera* ssp. *silvestris*) have been known in the Southwest Asia since at least 12.000 BCE (Figure 1). With the colonization of the southern Caucasus from about 6000 BCE and the emergence of the Shulaveri-Shomu culture, sporadic seeds of the wild vine were also found there, thus proving the existence of the wild vine in the Caucasus. However, the re-dating of seeds from Neolithic excavation horizons found during excavations of the Shulaveri-Shomu culture show that there are no findings of *Vitis* seeds from the Neolithic period in Georgia. The oldest domesticated *Vitis* seeds date from the late Bronze Age (Bouby et al., 2021). According to these recent ¹⁴C dates, the other results from archaeological and biomolecular studies need to be reinterpreted.

Today there are still some scientists claiming that Georgia has a continuous 8000-year-old wine culture and can therefore be described as the cradle or original home of wine. Of course, the most important archaeological evidence includes the kernels of domesticated grapes, as well as tartaric acid, which is considered to be the biochemical fingerprint and marker for wine, and one larger clay vessel claimed to be the world's earliest wine vessel, a Georgian *kvevri*. The highest number of grape varieties in the world and pollen from grapevines confirm that humans grew vines in Georgia. All evidence comes from the Neolithic period (Maghradze et al., 2016; McGovern et al., 2017; Corti, 2018; Gavagnin, 2019; Maghradze et al., 2019; Harutyunyan & Malfeito-Ferreira, 2022).

According to the ¹⁴C dating, the settlement of Aruchlo was inhabited only for about 400-500 years, from about 5800-5400 BCE. Afterwards, there were no Chalcolithic settlement levels (Bastert-Lambrechts, 2010). Japaridze and Javachishvili (1971) noted already in the 1970s that the Shulaveri-Shomu settlements were abandoned almost simultaneously after about 500 years. The same picture emerged in the other settlements of the Shulaveri-Shomu culture with slight temporal differences. Sites of the 5th and 4th millennium BCE are barely visible in the archaeological record and the reason for this remains unknown (Lyonnet et al., 2012). Only Mentesh and Kamiltepe in Azerbaijan and some others in the Mill Plain have a bit longer settlement period (Helwing, 2012). There is no 8000-year uninterrupted settlement period in Georgia. Recent ¹⁴C dating confirms that domesticated grapes did not exist in Georgia until the Late Bronze Age (1110-990 BCE) (Bouby et al., 2021).

The clay pot, known as a *kvevri* (Georgian wine jar) has a knob-like decoration that seems to resemble a grape. There exist many other knob decorations on Shulaveri-Shomu clay pots, but only one grape pot. The clay vessels from the Neolithic of Georgia are fired at a low temperature, mostly vegetal tempered, not tight and more important they cannot be tightly closed. McGovern et al. (2017) see it differently saying that “minimally, the ancient jars, best suited for containing a liquid, had come in contact with grapevine.” Yet, as researcher said in an earlier publication (McGovern, 2003), in the early Neolithic they did not have the necessary vessels¹ to store wine for a longer period. The same applies, of course, to the vessels from the excavations at Mentesh where the clay pots are vegetal tempered, fired at low temperature, and sometimes decorated with knobs. Kamiltepe has large storage jars as well, sometimes with knobs (Lyonnet et al., 2012). Alakbarov (2018) writes that coarse pottery is very specific for the Shulaveri-Shomutepe culture and can be considered the main indicator for this culture. This coarse pottery could not be used for any liquid. Probably they could be used for storing grain and pulses. The Neolithic Georgian *kvevri* could not be used for wine.

The botanist and plant geneticist Vavilov (1930, 1992) described the southern Caucasus as a region with a great genetic diversity, including grape varieties, and therefore as a plausible region for the origin for wine. Since then, Georgia has been called the cradle and origin of wine despite contradictory evidence from Türkiye, Azerbaijan, and Armenia.

Türkiye has more than 1500 ampelographically classified varieties. About 1200 grape accessions are in the National Germplasm Repository Vineyard at Tekirdağ (Boz et al., 2012). All of them are currently grown and used for a variety of purposes in the villagers’ private fruit gardens and vineyards; Azerbaijan has more than 500 cultivars, kept in collections with around 250 of them considered to be local varieties; Armenia has less than 100 accessions in national collections, of which very few are indigenous cultivars. Until 1993 there were more than 800 accessions of indigenous and introduced varieties, but most were destroyed after land privatization. Georgia also has more than 500 wine and table grape cultivars that are described, but only half of them exist in four national collections and only a small number of local varieties are still cultivated (Vouillamoz et al., 2006; Boz et al. 2012).

Kvavadze et al. (2010) use the finding of pollen of *Vitis vinifera* and of typical vineyard weeds as an indicator for vine growing in the Neolithic of Georgia. But *Vitis* pollen can only show *Vitis vinifera* and cannot differentiate between the wild and the domestic form (Weiss, 2015; Hirsch, 2016), in this case it is very probably *Vitis vinifera* ssp. *silvestris*.

¹ Early pottery from some southern Caucasus settlements: Guliyev & Nishiaki, 2012; Nishiaki et al., 2015a, 2015b; Alakbarov, 2018.

Tartaric Acid as a Fingerprint and Marker for Grape wine

Tartaric acid was found in the pores of some sherds of clay pots during the excavations of the Shulaveri-Shomu settlements and was referred to as residue from grapes and is considered a fingerprint and marker for wine. As McGovern and his colleagues (McGovern et al., 2017) noted, high levels of tartaric acid provide evidence for the presence of ancient grape/wine in these jars and others from Gadachili. But besides the *Vitis*-berries, fruits from other plants also contain tartaric acid. Some, like hawthorn berries (*Crataegus*), contain even more. While grapes can contain around 4000 ppm of tartaric acid, *Crataegus* can produce about 16.000 ppm (Barnard et al., 2011). Hawthorn (*Crataegus*) was found during excavations at Wadi Hammeh in the Jordan Valley (12.000 BCE) (Edwards et al., 1996). It was also found in large quantities in the excavations of Ain El Kerh (9000 BCE) in the northern Levant (Tsuneki et al., 2006). A hawthorn variety, *Crataegus orientalis*, is known from the Konya plain in Türkiye (Collins et al., 2018). The genetic diversity of *Crataegus* ranges from Türkiye to Iran (Dönmez, 2004). In Georgia, *Crataegus monogyna* is widespread and well known because of its sweet berries. They are either eaten raw or used to make a type of sweet bread (Christensen, 1992). On the other hand, McGovern argued that the results from his residue analyses of Neolithic clay pots (mainly tartaric acid) can be seen as evidence for wine production. Léa Drieu criticizes this interpretation, stating that "... overall, we conclude that currently none of the proposed chemical biomarkers for wine provide unequivocal evidence. Only archaeobotanical evidence providing additional contextual data could support valid interpretations" (Drieu et al., 2020). Finally, only tartaric acid is left of the Georgian wine history. If it is from a *Vitis* product and does not come from another fruit, then tartaric acid could be also a residue from various wild grape products such as fruit juice, wine, vinegar, *pekmez* and raisins.

References to by-products of *Vitis vinifera* are seldom found in archaeological reports. Juice, vinegar and raisins or *pekmez* are hardly mentioned. It seems obvious that grapes are made into wine (White & Miller, 2018). Another most important *Vitis* product is *pekmez*, a syrup made from grape juice. In Türkiye, 4.200.000 tons of grapes are produced every year and 40% of this amount is used for the production of grape *pekmez* (Kalaycıoğlu, 2023). The production of *pekmez* was possibly known as early as in the Neolithic Shulaveri-Shomu culture, because residues found in clay vessels, such as the organic acids oxalic, tartaric, malic, citric, succinic, lactic, gluconic and abietic acids, may well be leftover residues from both wine and *pekmez* (Kalaycıoğlu, 2023).

Nicolas Garnier does not refer to tartaric acid as evidence for wine production either. Researcher describes the weaknesses of different methods for carrying out residue analyses in detail. (Barnard et al., 2011; Garnier & Valamoti, 2016). The genetic richness of the grapevine has developed for several reasons, including the fact that it has been cultivated in areas that were not part of

its original natural habitat because of its many uses. Almost every adaptation of grapes to a new location in history has led to a new variety in the long term. *Pekmez* is not only a sweetener but also a valuable food in combination with other products and is widely used in almost all areas of the Southwest Asia. Türkben et al. (2016) provide a detailed overview of the physical and chemical properties of *pekmez*.

Making Wine from Wild Grapes

Wild vines grow profusely in the valleys that run from the Taurus Mountains in Türkiye to the Mediterranean Sea. Especially in places where larger bushes and trees are hard for goats and sheep to reach, wild vines have a good chance to escape predators, including humans, because it is hard for them to get at the small grapes. The skin of the berries is quite firm, the pips are large, and the quantity of juice squeezed from them is rather insignificant.

Every year the author produces some wine from wild grapes. They can harvest about 5-8 kg (sometimes up to 10 kg) of grapes per day out of the trees and get from 10 kg about 700 ml of juice. The Georgian *kvevri* has a capacity of about 70 liters. In order to fill a *kvevri* with the juice of wild grapes it is needed to harvest about 700 kg of fruit. Fully matured wild grapes are tasty and sweet, but birds like them too, even when unripe. With daytime temperatures of 25-30°C, the grape juice started to ferment with its own yeast the day after harvesting. The fermentation in glass containers is complete after about 6–8 days. The wine obtained in this way is in most cases bitter and contains 7-9% alcohol. Some of the wines can become drinkable. In this case it cannot be excluded that some of the collected grapes originated from formerly domesticated grapevines which became wild again. The storage of wine in Neolithic Georgia would be out of the question since the coarse *kvevri* could not be used for wine. The wine had to be consumed without delay. But since it does not have an attractive, often even a bitter taste, it is hard to imagine that this beverage from wild grapes could have been an incentive for cultivation. However, as the fruit of the wild grapes are sweet and tasty, intensifying its juice by thickening and preserving it as *pekmez* would be a logical step forward.

Grapes need not necessarily be associated with wine but can instead indicate the former presence of grape juice, raisins or concentrated grape syrup or as defrutum as in the Classical period or modern *pekmez* (Barnard et al., 2011). Scientists point to various ways of using grapes differently but believe that these are too unlikely to be dealt with any further (McGovern et al., 2017). In the more recent work on the Neolithic wine from the Early Neolithic of Georgia, which McGovern published together with Georgian and international experts, they explain why *pekmez* is not suitable for residues of tartaric acid in the clay pots from the Shulaveri-Shomu settlements. They say, “grape juice also can be preserved by concentrating it into a syrup, but if this was the intended product, then pottery vessels from the SSC sites should show signs of carbon splotches due to exposure to fire on their exteriors. None do.”

Due to the results of the excavations at Shulaveri-Shomu (at Shulaveri and Imiris Gora in 1964), large numbers of pebbles that were found in every house were interpreted as slingstones (Japaridze & Javachischwili, 1971), but more likely these stones were used as cooking stones for boiling down grape juice and to make *pekmez* (see Supplementary 2). Numerous cooking stones were also found during the Aruchlo excavations (Hansen et al., 2007).

Experimental *Pekmez* Production with Cooking Stones

Pekmez can be heated in a clay pot outside the normally used open fire with the help of cooking stones (Hirst, 2024). It can also be used with clay pots that leak with wine and water but remain tight with *pekmez* (syrup) because of its high viscosity. It is not necessary to seal a *pekmez* pot tightly; just cover it and *pekmez* will keep for a very long time. *Pekmez* production also can be interrupted if not completely boiled down at one time and the boiling can be finished the next day. Carbon splotches do not appear since the clay pot stays outside the fire. It seems quite possible that producing *pekmez* by reducing juice from wild grapes would result in a much higher concentration of acids, including tartaric acid, succinic acid and others, as a residue at the bottom of the clay jar. Naomi Miller suggests that a hyper-skeptic might argue the chemical signature could come from vinegar, raisins, grape juice, or *pekmez*, which all require substantial fuel (as *pekmez* is boiled down from grape juice), while grape juice ferments naturally. At this early stage in vine use, residues likely result from simpler production methods (Miller, 2008). Some of the *pekmez* is produced from wild grapes and domesticated grapes. It is enough to keep the juice for three days in the sun in order to get a tasty *pekmez*. In Türkiye, this kind of *pekmez* is called *gün balı*, translated ‘honey of the day’ or ‘honey of the sun.’ Such descriptive terminology was already used by the Hittites (Gorny, 1996; Alp, 2000).

It can be suggested that the production of *pekmez* is the simpler production technology. To test the Neolithic production of *pekmez*, the author first used the juice of domesticated grapes (later also of wild grapes). Two liters of grape juice, equivalent to a two-day harvest of wild grapes, were heated in an approximately two-liter clay pot standing outside the fire. River stones were put in an open fire for about 10 minutes and then put in the pot with grape juice. After two repeats, the temperature of the grape juice rose to about 60°C. After an hour, the grape juice boiled down from 2000 ml to leave about 1200-1000 ml. No extra fuel was used for heating the *pekmez*. In modern *pekmez* production, some grape juice varieties would turn into a slightly bitter *pekmez*. In this case some fine clay could be added to prevent this (Türkben et al., 2016) (see Supplementary 1).

During the Chalcolithic and Bronze Ages

The Neolithic Shulaveri-Shomu settlements existed from about 5800 to 5400 before they were abandoned. The former settlement areas then seem to have remained uninhabited for more than a thousand years (Japaridze & Javachishvili, 1971; Bastert-Lambrechts, 2010). The sites in neighboring Azerbaijan and Armenia were also abandoned, only at slightly different times. Sites of the 5th and 4th millennium BCE are scarcely visible in the archaeological record and the reason for this remains unknown (Lyonnet et al., 2012).

Dated to about 4000 BCE, the oldest facility so-far known for the production of wine was discovered in Areni-1 cave in the southern Caucasus. The installation consists of a small basin with raised edges for pressing the grapes, a clay barrel for storing the wine and various clay vessels for fermentation. The basin for pressing the grapes is slightly sloped so that the pressed juice can drain directly into a large clay barrel. During the excavations, grape seeds of *Vitis vinifera*, remains of pressed grapes, and other residues of wine were found in clay vessels.

Barnard et al. (2011) developed an analytical method for the identification of syringic acid of malvidin. Malvidin is an anthocyanin which produces the red color in grapes and wine (Cheynier et al., 2006). Malvidin is considered a better chemical indicator for wine than tartaric acid (Barnard et al., 2011). The combination of the Areni-1 wine production plant with the improved chemical indicator for wine seems quite convincing at first glance, but it is certainly not one hundred percent proof.

The essential question of whether domesticated or wild grapes were used could not yet be answered. Since no domesticated grapes from the Chalcolithic period are known in the entire Caucasus, it should be assumed that the Areni-1 finds document *Vitis vinifera* spp. *sylvestris*, i.e., the wild grape (Smith et al., 2014). This means that harvesting the grapes from trees and bushes must have been extremely time-consuming and difficult, with very low juice yields from the small berries and their further processing and storage being rather hard as well. The entrance to the Areni-1 cave is an overhanging rock. In its shelter, various workspaces, several fireplaces and clay pots can be seen on the ground. The site could be described as a large village kitchen. After stepping 20 m into the cave, one reaches a larger room whose floor is almost completely covered with clay pots of different sizes. Some vessels cannot even be reached because the space is too small. Smaller clay pots had been placed inside some of the bigger pots which may not have been usable any longer. The whole room could have been used as a food depot for several families. The so-called wine press consists of a small open area, the edge of which is a few centimeters high and thus looks like a small tub. The tub is so small that only one person can move in it. The outlet of the flat tub leads into a clay barrel embedded in the floor. To make wine here, the following procedure is possible: A small number of wild grapes are brought into the cave from outside and taken to the wine press. Because of the low height of the rim, the

press can only hold about 5 kg of grapes. Pressing this amount of grapes yields about 0,3 – 0,4 liter of juice. The grape remains are then removed from the press and taken outside. There is no space between the various pots for storing a larger quantity of grapes before pressing and the grape residues after pressing, unless the smaller pots of different sizes nearby are empty and can therefore be used. The juice in a larger barrel can ferment within about 14 days. Then the clay pot must be tightly closed, unless the wine is transferred to other waterproof clay vessels of good quality. There is, however, no indication of how and with what material the wine pots were tightly sealed, or whether they were closed at all. If they were left open, the wine could only be consumed once. So, we do not yet know what purpose this wine served. Wine from wild grapes is often bitter and not very attractive.

In Barnard's new method of chemical investigation of the residues of red grapes from clay vessels (Barnard et al., 2011), malvidin is not only obtained from the remains of red wine, but also from those of *pekmez*. Here, the grape juice does not need to ferment. Malvidin is already produced within a short period of maceration of the mash from the solids of grapes, skins, seeds and stems (Cheynier et al., 2006). *Pekmez* from red grapes becomes reddish brown during production. When white grapes are used, the color of the syrup varies from light yellow to sandy.

In the Areni-1 cave, the production of *pekmez* could have gone as follows: Under the overhanging rock, the wild grapes would have been crushed in clay pots by hand or pressed by feet and thus juiced. An alternative to the production of wine from wild grapes is *pekmez* made from grape juice, which can be heated and slowly thickened on several fireplaces under the abris in front of the cave. When the *pekmez* is finished it can be stored in various clay barrels inside the cave. *Pekmez* does not have to be preserved; it is sufficient to cover the opening of the clay barrels.

Wine from wild grapes is not attractive and not useful. *Pekmez* is just the opposite; despite the reduced amount after boiling it down, the advantages are that it is easy to produce, very tasty, and it provides very important nourishment and when needed it can be diluted with water. Following Miller's (2008) remark for a practical solution we can imagine that people of the Chalcolithic period would now start to improve the size and the sweetness of the wild grapes in order to get more *pekmez*.

During the transitional period between the Late Neolithic and the second half of the Chalcolithic the settlement pattern changed in many regions in Southwest Asia. In addition to many villages, several larger settlements and eventually trading centers also developed. New elite groups emerged (Japaridze & Javachishvili, 1971; Lyonnet et al., 2012) and in the transition to the Bronze Age, principalities, city-states and kingdoms grew out of this and writing emerged. From this time on, all requirements for wine production from grapes were in place. The grapes

were domesticated; the clay pots were tight; an elite could afford to make a special drink and dedicate it to the gods.

As Tengberg explains in their work (Tengberg, 2012), the domestication of the first fruit trees, namely olives, figs, dates and grapes, took place in the late Chalcolithic period. At this time, all the prerequisites for successful wine production were in place. Although Tengberg does not rule out a somewhat earlier cultivation of grapes, it remains unclear whether the product was already wine. It is therefore reasonable to assume that the original purpose of the wild grape was not wine but *pekmez*. Accordingly, the development of wine took place from the wild vine via *pekmez* and then via the domestication of the vine (grapevine) to wine. This wine production was difficult and not for everybody. As we know from Powell (1996), the early wines were rare and expensive. In contrast to wine, *pekmez* is easy to produce, to store, and it is available for everybody. In short, *pekmez* comes first and wine later.

The Written Evidence

The Sumerian script emerged in the middle of the 4th millennium; the following Akkadian script was used after 2000 BCE. The early Sumerian tablets confirm the archaeological evidence that cultivation of the vine is at least as old as the 4th millennium BCE (Powell, 1996). However, viticulture is not synonymous with wine culture because the Sumerians and all their successors in southern Mesopotamia continued to raise grapes, but they drank beer, and wine continued to be both rare and expensive there. It remained as a prerogative of the gods and the kings. Powell (1996) believes that during this time the technology for conserving and aging wines does not yet seem to have been in existence.

While it seems likely that in Hittite texts the designation GEŠTIN normally refers to fermented grape wine, it may also serve as an umbrella-term for a group of grape-derived beverages (Gorny, 1996). Gorny also listed other words for various wine products:

SA ₅ GEŠTIN	red wine
SIG ₅ -an-ta-an GEŠTIN	good wine
parkui- GEŠTIN	pure wine
LÀL GEŠTIN	honeyed wine
GEŠTIN KU ₇	sweet wine
GEŠTIN EMŠA	sour wine
GEŠTIN GIBIL	new wine

and sometimes also a generic “wine for drinking” called GEŠTIN NAG = Hittite *Wiyanas akuwanna* (Gorny, 1996).

Alp (2000) mentions:

GEŠTIN KU ₇	sweetened wine
GEŠTIN LĀL	honeyed wine, sweetened wine
GEŠTIN HĀD.DU.A.	raisins as well as fresh grapes

Erdoğan (et al., 2011) adds more designations:

GEŠTIN DÛG.GA	filtered sweet wine,
GEŠTIN LIBIR.RA	mellow wine,
GEŠTIN KAS	wine mixed with beer,
GEŠTIN NAG	smooth wine

Raisins are a power food, but if one tries to dry wild grapes it can be directly seen there will be nothing left besides kernels and skins. It will be completely different when it comes to domesticated grapes. As a result, it can be assumed that there are no raisins from wild grapes in the Neolithic.

The terms GEŠTIN LĀL or GEŠTIN KU₇ for sweetened wine can be found in almost all Hittite texts on grape production. LĀL means honey, but GEŠTIN LĀL mostly has the meaning of wine sweet like honey. Just as often one will also come across GEŠTIN HĀD. DU. A, which means raisins. The description for sweet wine and fine sweet wine is known from Mari. For the general public it is possible that grapes in Anatolia were primarily cultivated as a source of sugar (raisins and syrup) and not meant for fermentation (Barjamovic & Fairbairn, 2018). Raisins were possibly very important products of Hittite grape cultivation. During military operations, soldiers received daily rations, they were used in funerals and in magical rituals when new temples were built. Raisins were mentioned in almost all Hittite documents.

A more specialized use was the production of a distinctive type of raisin wine starting in the Hittite period in Anatolia. Much later Pliny (Pliny the Elder, trans. 1938, NH 14.11: 248-249) describes several types and the process of making this sweet wine. However, recipes for the famous Anatolian raisin wine were already widely known in the Late Bronze Age (Hesiod, trans. 2006, *Works and Days*, lines 611-614). A variety is known as Scybelites from Galatia. Siroeum which is described in more detail, was produced by boiling down the must to one-third of its original volume. These wines, especially when adulterated with honey (Pliny the Elder, trans. 1938, NH 14.11: 248-249) were highly regarded.

Mixed wines are also mentioned in Hittite texts. Water, beer, honey and tree oil are added to them. Tree oil can also mean resin and the term honey is not always clearly referred to as bee honey, but can also consist of grape syrup, which is produced by boiling down grape juice (like *pekmez* today). Here it becomes clear how difficult it is for the translator to find the right term.

They rarely know the variety of possible grape products and the various traditional production methods. They then must find the right term in accordance with the content of the text.

Gorny (1996) explains the highly symbolic status of wine in Hittite times. The use of wine was almost exclusively in the hands of the king, his relatives and the royal servants. Wine and other alcoholic beverages symbolized the high status of an elite, which in turn strengthened his position of power through his control of production, consumption and distribution. The special use of wine in religious practices legitimized the elite through divine favor to present themselves as guarantors of good agricultural production and fertility.

The excavation of İkištepe is important for the archaeobotanical samples of grapes (wild) of *Vitis vinifera* from the Chalcolithic and the Early Bronze Age onwards and based on what emerges from textual documentation. The use of wine was well established in the society, at least as far as the royal family, high state officials, and the elite were concerned. The terms *wi-yana-* (Hittite), *karam(?)* (Hattian), and *winiya-*, *maddu-* (Cuneiform Luwian) are described in detail in Corti (2017) along with the terms GEŠTIN LĀL and GEŠTIN KU₇ for sweet or honeyed wine. These descriptions also cover grape-growing regions, cultivation methods, the owners (primarily temples) and religious ceremonies. The type of land in eastern Cappadocia (Kültepe) is described as ‘composed not only of vines but also of a percentage of fruit trees and was comparable in some way to the (modern) Turkish *bağ*’ (Corti, 2017). The garden products were mainly consumed by the households growing them, and are only rarely mentioned in texts (Dercksen, 2008).

Conclusion

Even in the earliest settlements of the Southwest Asia, from around 12.000 BCE, seeds of the wild grapevine (*Vitis vinifera* ssp. *sylvestris*) were found sporadically. As the climate became warmer and more humid, the tree line moved further north (Wick et al., 2003), so that around 6000 BCE the southern Caucasus could be colonized. During the excavations of Neolithic settlements in Georgia in the 1960s, grapevine seeds were sporadically found there. Some of them were attributed to wild vines, others to cultivated vines. Other finds and findings confirmed the idea of the existence of an 8000-year uninterrupted Georgian wine culture. Furthermore, a clay vessel decorated with designs of grapes was described as the world’s oldest vessel to produce wine. Pollen findings were cited as an indicator of grape cultivation and Georgia was described as the country with the greatest genetic diversity of grapes in the world. This wine story was further supported by findings from biomolecular examinations of clay sherds. Residues of tartaric acid, which is often referred to as a fingerprint and marker for wine, were found in the pores of some clay pots.

As part of the new excavations in the southern Caucasus, radiocarbon dating was carried out on *Vitis* seeds for the first time. The seeds from the earlier excavations were also dated. However, these did not yield the expected results, since domesticated *Vitis* seeds from the Neolithic of Georgia had been expected. Instead, the seeds were assigned to the Bronze Age and the modern period. Careful examination revealed that the seeds had been found in a 1.5 m deep tunnel that extended into the Neolithic horizon of the excavation along with cereal grains and other seeds, both carbonized and uncarbonized. After this dramatic incursion into the assumed wine history of Georgia, probably by a mouse, it is now certain that no grape seeds, have yet been found in Georgia from the Neolithic period. Even the dating of other *Vitis* seeds found during recent excavations did not change this. This is where Georgia's wine history ends (for the time being).

If the findings from biomolecular studies originated from grapevine and not from another fruit, the product from the wild vines could have been either fruit juice, wine, vinegar or even *pekmez*. In the author's experience, to make wine from wild grapevines, about 8 to 10 kg of wild grapes can be harvested from bushes and trees per day. Ten kg of wild grapes yields about a maximum of 1 liter of grape juice. To fill the Neolithic Georgian *kvevri* with a capacity of about 70 liters one needs to collect about 700 kg of wild grapes.

The Georgian *kvevri* from the Neolithic period is a coarse clay vessel that is not leak-proof and cannot be sealed tightly. Wine can, therefore, not be stored for any length of time, it must be drunk immediately, which in this case can only be done once a year. Such a wine made from wild grapes usually tastes quite bitter, although it contains 7-9% alcohol. If the result is compared with the effort involved, making wine from wild grapes may not necessarily have been an incentive to cultivate them. However, as the fruits of the wild grape are sweet and tasty and their juice is improved and preserved by thickening, the production of *pekmez* may have been a logical step towards the cultivation of wild grapes. When considering the cultivation of grapes, archaeologists rarely considered *pekmez* as a possible alternative to wine.

Boiling down the juice of the wild grape into a syrup is easy to handle. Even more simple is the production of "sun boiled" *pekmez*. The sweet fruity flavors are very accentuated, the shelf life is guaranteed even in coarse clay pots, and the residues are largely the same as in wine production (tartaric acid will be even more concentrated). It is therefore easy to imagine that from the Chalcolithic to the so-called transition to the Bronze Age attempts were made to improve the size and sweetness of the wild grapes to obtain more *pekmez*. These endeavors ultimately led to *Vitis vinifera vinifera*, the domesticated grape.

Acknowledgment

I am very grateful to the editors for their valuable support in correcting and editing this article. I also wish to thank the reviewers for their helpful suggestions and constructive feedback, as well as to Robert de Koning for shaping the English.

References

- Alakbarov, V. (2018). Formation and development of ceramic production in the South Caucasus during the Neolithic period. *Azerbaijan Archaeology*, 21(1), 177–198. <https://doi.org/10.5782/2218-0346.2018.21.1.177>
- Alizadeh, A. (2003). *Excavations at the Prehistoric Mound of Chogha Bonut, Khuzestan, Iran: Seasons 1976/77, 1977/78, and 1996*. Oriental Institute of the University of Chicago.
- Alp, S. (2000). *Song, music, and dance of Hittites: Grapes and wines in Anatolia during the Hittite period*. Kavaklıdere Kültür Yayınları.
- Arranz-Otaegui, A., Colledge, S., Ibanez, J. J., & Zapata, L. (2016). Crop husbandry activities and wild plant gathering use and consumption at the EPPNB Tell Qarassa North (South Syria). *Vegetation History and Archaeobotany*, 25, 629–645. <https://doi.org/10.1007/s00334-016-0564-0>
- Asouti, E. (2003). Woodland vegetation and fuel exploitation at the prehistoric campsite of Pinarbaşı, south-central Anatolia, Turkey: The evidence from the wood charcoal macro-remains. *Journal of Archaeological Science*, 30(9), 1185–1201. [https://doi.org/10.1016/S0305-4403\(03\)00015-3](https://doi.org/10.1016/S0305-4403(03)00015-3)
- Asouti, E. (2017). Human paleoecology in Southwest Asia during the Early Pre-Pottery Neolithic (c. 9700-8500 cal BC): The plant story. In M. Benz, H. G. Gebel, & T. Watkins (Eds.), *Neolithic corporate identities: Studies in early Near Eastern production, subsistence, and environment* (SENEPSE, 20) (pp. 21–53). Ex oriente.
- Asouti, E., & Austin, P. (2005). Reconstructing woodland vegetation and its exploitation by past societies, based on the analysis and interpretation of archaeological wood charcoal macro-remains. *Environmental Archaeology*, 10(1), 1–18. <https://doi.org/10.1179/146141005790083867>
- Asouti, E., & Fairbairn, A. (2002). Subsistence economy in Central Anatolia during the Neolithic: The archaeobotanical evidence. In L. Thissen & F. Gerard (Eds.), *The Neolithic of central Anatolia: Proceedings of the international CANEW round table, Istanbul* (pp. 1–24). Ege Yayınları.
- Asouti, E., & Fuller, D. Q. (2013). A contextual approach to the emergence of agriculture in Southwest Asia: Reconstructing early Neolithic plant-food production. *Current Anthropology*, 54(3), 299–345. <https://doi.org/10.1086/670679>
- Badalyan, R., Lombard, P., Avetisyan, P., Chataigner, C., & Chabot, J. (2007). New data on the late prehistory of the Southern Caucasus: The excavations at Aratashen (Armenia): Preliminary report. In C. Chataigner (Ed.), *Les cultures du Caucase (VIe-IIIe millénaires avant notre ère): Leurs relations avec le Proche-Orient* (pp. 37–61). CNRS Editions.
- Bader, N. O. (1993). Tell Maghzaliyah: An early Neolithic site in northern Iraq. In N. Yoffee & J. J. Clark (Eds.), *Early stages in the evolution of Mesopotamian civilization: Soviet excavations in northern Iraq* (pp. 7–40). University of Arizona Press.
- Barjamovic, G., & Fairbairn, A. (2018). Anatolian wine in the Middle Bronze Age. *Die Welt des Orients*, 48, 249–284.
- Barnard, H., Dooley, A. N., Areshian, G., Gasparyan, B., & Faull, K. F. (2011). Chemical evidence for wine production around 4000 BCE in the Late Chalcolithic Near Eastern highlands. *Journal of Archaeological Science*, 38, 977–984. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2010.11.012>
- Bar-Yosef, O. (1991). The early Neolithic of the Levant: Recent advances. *The Review of Archaeology*, 12(2), 1–18.
- Bar-Yosef, O. (2017). Multiple origins of agriculture in Eurasia and Africa. In M. Tibayrenc & F. J. Ayala (Eds.), *On human nature: Biology, psychology, ethics, politics, and religion* (pp. 297–331). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-420190-3.00019-3>

- Bar-Yosef, O., Goring-Morris, A. N., Gopher, A., & Kozłowski, S. K. (2010). Gilgal and its place among early Neolithic sites in the Levant. In O. Bar-Yosef, A. N. Goring-Morris, & A. Gopher (Eds.), *Gilgal: Early Neolithic sites in the lower Jordan Valley* (pp. 297–327). Oxbow Books.
- Bastert-Lambrechts, K. (2010). Der Beginn der Landwirtschaft im Südkaukasus: Die Ausgrabungen in Aruchlo in Georgien. *Eurasien-Abteilung des Deutschen Archäologischen Instituts*.
- Benz, M., Coşkun, A., Hajdas, I., Deckers, K., Riehl, S., Alt, K. W., Weninger, B., & Özkaya, V. (2012). Methodological implications of new radiocarbon dates from the Early Holocene site of Körtik Tepe, southeast Anatolia. *Radiocarbon*, 54(3-4), 291–304.
- Bordaz, J. (1973). Current research in the Neolithic of south-central Turkey: Suberde, Er Baba and their chronological implications. *American Journal of Archaeology*, 77(3), 282–288.
- Bouby, L., Wales, N., Jalabadze, M., Rusishvili, N., Bonhomme, V., Ramos-Madrigal, J., Evin, A., Ivorra, S., Lacombe, T., Pagnous, C., Boaretto, E., Gilbert, M. T. P., Bacilieri, R., Lordkipanidze, D., & Maghradze, D. (2021). Tracking the history of grapevine cultivation in Georgia by combining geometric morphometrics and ancient DNA. *Vegetation History and Archaeobotany*, 30(1), 63–76. <https://doi.org/10.1007/s00334-020-00803-0>
- Boz, Y., Uysal, T., Yasasin, A., Gündüz, A., Avcı, G., Sağlam, M., Kıran, T., & Öztürk, L. (2012). Türkiye asma genetik kaynakları: Grapevine genetic resources of Turkey. *Tekirdağ Bağcılık Araştırma İstasyonu*.
- Braidwood, L. S., Braidwood, R. J., Reed, C. A., & Watson, P. J. (1983). *Prehistoric archaeology along the Zagros flanks*. The Oriental Institute of the University of Chicago.
- Briois, F., & Guilaine, J. (2012). On the chipped stone assemblages at Klimonas and Shillourkambos and their links with the mainland. *Eurasian Prehistory*, 10(1-2), 177–186.
- Byrd, B. F. (2005). *Early village life at Beidha, Jordan: Neolithic spatial organization and vernacular architecture: The excavations of Mrs. Diana Kirkbride-Helbaek*. Oxford University Press.
- Cauvin, J. O., & Aurenche, O. (1999). The pre-pottery site of Cafer Höyük. In M. Özdoğan & N. Başgelen (Eds.), *Neolithic in Turkey: The cradle of civilization* (pp. 87–103). Ege Yayınları.
- Cheynier, V., Dueñas-Paton, M., Salas, E., Maury, C., Souquet, J. M., Sarni-Manchado, P., & Fulcrand, H. (2006). Structure and properties of wine pigments and tannins. *American Journal of Enology and Viticulture*, 57(3), 298–310.
- Christensen, K. (1992). Revision of *Crataegus* sect., *Crataegus* and nothosect., *Crataeguineae* (Rosaceae-Maloideae) in the Old World. *Systematic Botany Monographs*, 35. American Society of Plant Taxonomists.
- Colledge, S. (1998). Identifying pre-domestication cultivation using multivariate analysis. In A. B. Damania, J. Valkoun, G. Willcox, & C. D. Qualset (Eds.), *The origins of agriculture and crop domestication* (pp. 121–131). ICARDA.
- Colledge, S. (2001). *Plant exploitation on Epipalaeolithic and early Neolithic sites in the Levant*. British Archaeological Reports International Series.
- Collins, C., Asouti, E., Grove, M., Kabukcu, C., Bradley, L., & Chiverrell, R. (2018). Understanding resource choice at the transition from foraging to farming: An application of palaeodistribution modelling to the Neolithic of the Konya Plain, South-Central Anatolia, Turkey. *Journal of Archaeological Science*, 96, 57–72. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2018.02.003>
- Coqueugniot, E. (1999). Tel Dja`de al Mughara. In G. del Olmo Lete & J. L. Montero Fellonos (Eds.), *Archaeology of the Upper Syrian Euphrates: The Tishrin Dam area* (pp. 41–55). AUSA.

- Corti, C. (2017). Wine and vineyards in the Hittite Kingdom: A case study of northern Anatolia and the southern Black Sea Coast. In L. Thys Şenocak (Ed.), *Of vines and wines: The production and consumption of wine in Anatolian civilizations through the ages* (pp. 145–162). Peeters Press.
- Corti, C. (2018). Viticulture and wine in Hittite Anatolia and its ancient Near Eastern context: Philological, archaeological, and comparative perspectives. *Die Welt des Orients*, 48, 285–298.
- Coşkun, A., Benz, M., Erdal, Y. S., Koruyucu, M. M., Deckers, K., Riehl, S., Siebert, A., Alt, K. W., & Özkaya, V. (2010). Living by the water – Boon and bane for the people of Körtik Tepe. *Neolithic*, 2(10), 45–58.
- Çambel, H., & Braidwood, R. J. (1983). Çayönü Tepesi: Schritte zu neuen Lebensweisen. In R. M. Boehmer & H. Hauptmann (Eds.), *Beiträge zur Altertumskunde Kleinasien: Festschrift für Kurt Bittel* (pp. 155–166). Philipp von Zabern.
- Darabi, H., Naseri, R., Young, R., & Nashli, F. (2011). The absolute chronology of East Chia Sabz: A Pre-Pottery Neolithic site in Western Iran. *Documenta Praehistorica*, 38, 1–10.
- Decaix, A., Messenger, E., Tengberg, M., Neef, R., Lyonnet, B., & Guliyev, F. (2016). Vegetation and plant exploitation at Mentesh Tepe (Azerbaijan), 6th–3rd millennium BCE: Initial results of the archaeobotanical study. *Quaternary International*, 395, 19–30. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.02.050>
- Dercksen, J. G. (2008). Observations on land use and agriculture in Kaneš. In *Old Assyrian studies in memory of Paul Garelli* (pp. 139–157). OAAS 4, PIHANS 112. NINO.
- Dietrich, L., Meister, J., Dietrich, O., Notroff, J., Kiep, J., Hee, J., Beuger, A., & Schütt, B. (2019). Cereal processing at Early Neolithic Göbekli Tepe, southeastern Turkey. *PLOS One*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0215214>
- Dönmez, A. (2004). The genus *Crataegus* L. (Rosaceae) with special reference to hybridisation and biodiversity in Turkey. *Turkish Journal of Botany*, 28(1-2), 29–37.
- Drieu, L., Rageot, M., Wales, N., Stern, B., Lundy, J., Zerrer, M., Gaffney, I., Bondetti, M., Spiteri, C., Thomas-Oates, J., & Craig, O. E. (2020). Is it possible to identify ancient wine production using biomolecular approaches? *Science & Technology of Archaeological Research*, 6(1), 16–29. <https://doi.org/10.1080/20548923.2020.1738728>
- Edwards, P., Macumber, P., & Head, M. J. (1996). The Early Epipaleolithic of Wadi al-Hammeh. *The Journal of the Council for British Research in the Levant*, 28(1), 115–130. <https://doi.org/10.1179/lev.1996.28.1.115>
- Erdoğan, A., Doğanay, O., & Karauğuz, G. (2011). Some wineries of the Lykaonia and Isauria regions. In *SOMA 2009: Proceedings of the XIII symposium on Mediterranean archaeology, Selçuk University of Konya, Turkey, 23–24 April 2009* (pp. 117–124).
- Ergun, M., Tengberg, M., Willcox, G., & Douché, C. (2018). Plants of Aşıklı Höyük and changes through time: First archaeobotanical results from the 2010–14 seasons. In M. Özbaşaran, G. Duru, & M. Stiner (Eds.), *The early settlement at Aşıklı Höyük: Essays in honor of Ufuk Esin* (pp. 191–217). Ege Yayınları.
- Fairbairn, A., Asouti, E., Near, J., & Martinoli, D. (2002). Macro-botanical evidence for plant use at Neolithic Çatalhöyük, South-Central Anatolia, Turkey. *Vegetation History and Archaeobotany*, 11(1/2), 41–54.
- Finlayson, B., & Mithen, S. J. (2007). *The early prehistory of Wadi Faynan, southern Jordan: Archaeological survey of Wadis Faynan, Ghuwayr and Al Bustan and evaluation of the Pre-Pottery Neolithic A site*

of WF16. Oxbow.

- Forni, G. (2012). The origin of “Old World” viticulture. In D. Maghradze, L. Rustioni, A. Scienza, J. Turok, & O. Failla (Eds.), *Caucasus and Northern Black Sea region* (pp. 41–58). Lombard Museum of History of Agriculture.
- Fuller, D. (2018). Long and attenuated: Comparative trends in the domestication of tree fruits. *Vegetation History and Archaeobotany*, 27, 165–176. <https://doi.org/10.1007/s00334-017-0659-2>
- Fuller, D. Q., & Stevens, C. J. (2019). Between domestication and civilization: The role of agriculture and arboriculture in the emergence of the first urban societies. *Vegetation History and Archaeobotany*, 28, 263–282. <https://doi.org/10.1007/s00334-019-00727-4>
- Fuller, D., Willcox, G., & Allaby, R. (2011). Cultivation and domestication had multiple origins: Arguments against the core area hypothesis for the origins of agriculture in the Near East. *World Archaeology*, 43(4), 628–652. <https://doi.org/10.1080/00438243.2011.624747>
- Galili, E., & Nir, Y. (1993). The submerged Pre-Pottery Neolithic water well at Atlit-Yam, northern Israel, and its palaeoenvironmental implications. *The Holocene*, 3, 265–270.
- Garfinkel, J., & Doron, D. (2006). *Gesher: A Pre-Pottery Neolithic A site in the central Jordan Valley, Israel: A final report*. Ex oriente.
- Garnier, N., & Valamoti, S. M. (2016). Prehistoric wine-making at Dikili Tash (Northern Greece): Integrating residue analysis and archaeobotany. *Journal of Archaeological Science*, 74, 195–206. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2016.03.003>
- Garrard, A. (1999). Charting the emergence of cereal and pulse domestication in South-West Asia. *Environmental Archaeology*, 4, 67–86.
- Gavagnin, K. (2019). Palynological and archaeological evidence for ritual use of wine in the Kura-Araxes period at Aradeti Orgora (Georgia, Caucasus). *Journal of Field Archaeology*, 44(8), 731–742. <https://doi.org/10.1080/00934690.2019.1656709>
- Gorny, R. (1996). Viticulture and ancient Anatolia. In P. E. McGovern, S. J. Fleming, & S. H. Katz (Eds.), *The Origins and Ancient History of Wine* (pp. 133–174). The University of Pennsylvania Museum of Archaeology and Anthropology, Philadelphia. <https://doi.org/10.4324/9780203392836>
- Guilaine, J., Briois, E., & Vigne, J.-D. (2011). *Shillourokambos: Un Établissement Néolithique Précéramique à Chypre*. Les Fouilles du Secteur I. Errance.
- Guliyev, F., & Nishiaki, Y. (2012). Excavations at the Neolithic settlement of Göytepe, the Middle Kura Valley, Azerbaijan, 2008–2009. In R. Matthews & J. Curtis (Eds.), *Proceedings of the 7th international congress on the archaeology of the Ancient Near East*, Vol. 3 (pp. 71–84). Harrassowitz Verlag.
- Hansen, J. (2001). Ancient Neolithic plant remains in Cyprus: Clues to their origins? In S. Swiny (Ed.), *The Earliest Prehistory of Cyprus: From Colonization to Exploitation* (pp. 119–128). American School of Oriental Research.
- Hansen, S., Mirtskhulava, G., & Bastert-Lamprichs, K. (2007). Aruchlo: A Neolithic settlement mound in the Caucasus. *Neo-Lithics*, 1, 13–19.
- Hansen, S., & Ullrich, M. (2017). Report on the 2012–2014 excavation campaign in Aruchlo. In *The Kura projects: New research on the Later Prehistory of the Southern Caucasus*. *Archaeology in Iran and Turan*, 16, 1–24.
- Harutyunyan, M., & Malfeito-Ferreira, M. (2022). The rise of wine among ancient civilizations across the Mediterranean Basin. *Heritage*, 5(2), 788–812. <https://doi.org/10.3390/heritage5020043>

- Helbaek, H. (1970). The plant husbandry of Hacilar: A study of cultivation and domestication. In J. Mellaart (Ed.), *Excavations at Hacilar* (pp. 151–183). Edinburgh University Press.
- Helwing, B. (2012). The Iranian Plateau. In D. T. Potts (Ed.), *A companion to the archaeology of the Ancient Near East* (pp. 501–511). Wiley-Blackwell. <https://doi.org/10.1002/9781444360790.ch26>
- Hesiod. (2006). *Works and Days*. In G. W. Most (Ed. & Trans.), *Hesiod: Theogony, Works and Days, Testimonia*. Loeb Classical Library. Harvard University Press. (Original work published ca. 700 BCE).
- Hillman, G. C., Rowley-Conwy, P., & Legge, P. A. J. (1997). On the charred seeds from Epipalaeolithic Abu Hureyra: Food or fuel? *Current Anthropology*, 38, 651–655.
- Hillman, G. C., Hedges, R., Moore, A., Colledge, S., & Pettitt, P. (2001). New evidence of late glacial cereal cultivation at Abu Hureyra on the Euphrates. *The Holocene*, 11(4), 383–393. <https://doi.org/10.1191/095968301678302823>
- Hirsch, U. (2016). Küps, karas, kvevris, dolias, pithos, tinajas, talhas de barro et amphores. In Keiko & Maika (Eds.), *Voyage en ampore*. WOINO.
- Hirst, K. K. (2024). *Stone boiling: The history of the ancient cooking method*. ThoughtCo. Retrieved from <https://www.thoughtco.com/stone-boiling-ancient-cooking-method-172854>
- Hole, F., Kent, V. C., Flannery, J., & Neely, A. (1969). *Prehistory and human ecology of the Deh Luran plain: An early village sequence from Khuzistan, Iran*. University of Michigan Museum of Anthropological Archaeology.
- Hopf, M. (1969). Plant remains and early farming at Jericho. In P. J. Ucko & G. W. Dibleby (Eds.), *Domestication and exploitation of plants and animals* (pp. 355–359). Aldine, Chicago.
- Hovsepyan, R. (2015). On the agriculture and vegetal food economy of Kura-Araxes culture in the South Caucasus. *Paléorient*, 41(1), 69–82. <https://doi.org/10.3406/paleo.2015.5656>
- Japaridze, O. A., & Javachishvili, I. (1971). *Die Kultur der ältesten Ackerbauer – Siedlung auf dem georgischen Territorium*. Sabjota Sakartvelo, Tbilissi.
- Kalaycıoğlu, Z. (2023). Characterization of pekmez samples produced with different fruits according to sugar, organic acid, antioxidant activities, and moisture contents. *Journal of Innovative Science and Technology*, 13(1), 458–467. <https://doi.org/10.21597/jist.1176404>
- Karababa, E. & Develi-Işıklı, N. (2005). Pekmez: A Traditional Concentrated Fruit Product. *Food Reviews International*, 21, 357–366. <https://doi.org/10.1080/87559120500222714>
- Knapp, B. (2010). Cyprus's earliest prehistory: Seafarers, foragers, and settlers. *Journal of World Prehistory*, 23(2), 79–120. <https://doi.org/10.1007/s10963-010-9034-2>
- Kozłowski, S. K. (1989). Nemrik 9: A PPN Neolithic site in northern Iraq. *Paléorient*, 15(1), 25–35. <https://doi.org/10.3406/paleo.1989.4510>
- Kozłowski, S. K. (1998). M'lefaat: An Early Neolithic site in Northern Iraq. *Cahiers de L'Euphrate*, 8, 179–273.
- Kuijt, J. (2004). Pre-Pottery Neolithic A and Late Natufian at 'Iraq ed-Dubb, Jordan. *Journal of Field Archaeology*, 29(3–4), 291–308. <https://doi.org/10.2307/3250894>
- Kuijt, J., & Goring-Morris, A. N. (2002). Foraging, farming, and social complexity in the Pre-Pottery Neolithic of the southern Levant: *A review and synthesis*. *Journal of World Prehistory*, 16(4), 361–440. <https://doi.org/10.1023/A:1022973114090>

- Kvavadze, E., Jalabadze, M., & Shakulashvili, N. (2010). Arguments indicating the presence of wine in Neolithic pots from Georgia using the method of palynological and chemical analysis. Georgian National Museum. In *33rd World Congress of Vine and Wine, 8th General Assembly of the OIV*, Tbilisi (pp. 45–52).
- Le Tonsor, J. M., Le Tonsor, H., Jagher, R., & Martini, P. (2015). The lower paleolithic of the EI-Kowm area (Central Syria) and the question of the first inhabitants of the Syrian desert. In *Archaeological explorations in Syria 2000-2011: Proceedings of ISCACH-Beirut 2015* (pp. 169–178).
- Lordkipanidze, O. (2002). *Die Anfänge der alten georgischen Zivilisation*. TSU.
- Lyonnet, B. (2018). Cultural transfers between the Caucasus area, the Ancient Near East and the Eurasian steppes, from the Neolithic to the Early Bronze Age (6th-3rd mill. BCE). *Khazar Journal of Humanities and Social Sciences, Special Issue*, 129–137.
- Lyonnet, B., Guliyev, F., Helwig, B., Aliyev, T., Hansen, S., Mirtskhulava, G., Astruc, L., Bastert-Lamprichs, K., Bebermeier, W., Becker, F., Benecke, N., Bouquet, L., Bruley-Chabot, G., Courcier, A., D'Anna, M. B., Decaix, A., Fassbinder, J., Fontugne, M., Geitel, F., Goren, A., Hamon, C., Koch, J., Le Dosseur, G., Lincot, A., Link, R., Neef, R., Neumann, D., Ollivier, V., Raymond, P., Ricci, A., Samzun, A., Schorr, S., Schlütz, F., Shillito, L., Ullrich, M., & Wahl, J. (2012). The Ancient Kura 2010-2011: The first two seasons of joint field work in the Southern Caucasus. *Archäologische Mitteilungen aus Iran und Turan*, 44, 33.
- Maghradze, D., Samanishvili, G., Mekhuzla, L., Mdinaradze, I., Tevzadze, G., Aslanishvili, A., Chavchanidze, P., Lordkipanidze, D., Jalabadze, M., Kvavadze, E., Rusishvili, N., Nadiradze, E., Archvadze, G., McGovern, P., This, P., Bacilieri, R., Failla, O., Cola, G., Mariani, L., Wales, N., Gilbert, M. T. P., Bouby, L., Kazeli, T., Ujmajuridze, L., Batiuk, S., Graham, A., Megrelidze, L., Bagratia, T., & Davitashvili, L. (2016). Grape and wine culture in Georgia, the South Caucasus. In *BIO web of conferences: 39th world congress of vine and wine*. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20160703027>
- Maghradze, D., Aslanishvili, A., Mdinaradze, I., Tkemaladze, D., Mekhuzla, L., Lordkipanidze, D., Jalabadze, M., Kvavadze, E., Rusishvili, N., Nadiradze, E., Archvadze, G., McGovern, P., This, P., Bacilieri, R., Failla, O., Cola, G., Mariani, L., Wales, N., Gilbert, M. T. P., Bouby, L., Kazeli, T., Ujmajuridze, L., Mamasakhlisashili, L., Batiuk, S., Graham, A., & Davitashvili, L. (2019). Progress for research of grape and wine culture in Georgia, the South Caucasus. In *BIO web of conferences: 41st world congress of vine and wine*. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20191203003>
- Mandel, R. D., & Simmons, A. H. (2017). Akrotiri Aetokremnos, Cyprus. In A. S. Gilbert (Ed.), *Encyclopedia of geoarchaeology*. Encyclopedia of Earth Sciences Series. Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-4409-0_67
- Marro, C., Bakhshaliyev, V., Berthon, R., & Thomalsky, J. (2019). New light on the late prehistory of the South Caucasus: Data from the recent excavation campaigns at Kültepe I in Nakhchivan, Azerbaijan (2012-2018). *Paléorient*, 45(1), 81–113. <https://doi.org/10.4000/paleorient.589>
- Mazurowski, R. E., Michczyoska, D. J., Pazdur, A., & Piotrowska, N. (2009). Chronology of the early Pre-Pottery Neolithic settlement Tepe II Qaramel, Northern Syria, in the light of radiocarbon dating. *Radiocarbon*, 51(2), 771–778.
- McGovern, P. E. (1999). Georgia as homeland of winemaking and viticulture. In O. Z. Soltes (Ed.), *National treasures of Georgia* (pp. 45–62). Philip Wilson Publishers.
- McGovern, P. E. (2003). *Ancient wine: The search for the origins of viniculture*. Princeton University Press.

- McGovern, P. E., Jalabadze, M., Batiuk, S., Callahan, P., Smith, K., Hall, G., Kvavadze, E., Failla, O., Cola, G., & This, P. (2017). Early Neolithic wine of Georgia in the South Caucasus. *Proceedings of the national academy of sciences*, 114(48), E10309-E10318. <https://doi.org/10.1073/pnas.1714728114>
- Mellaart, J. (1975). *The Neolithic in the Near East*. Thames and Hudson.
- Miller, N. F. (2008). Sweeter than wine? The use of the grape in early Western Asia. *Antiquity*, 82, 937–946. <https://doi.org/10.1017/S0003598X00097696>
- Mithen, S. J., Austin, P., Kennedy, A., Emberson, H., Lancaster, N., & Finlayson, B. (2007). Early Neolithic woodland composition and exploitation in the Southern Levant: A comparison between archaeobotanical remains from WF16 and present-day woodland at Hammam Adethni. *Environmental Archaeology*, 12(1), 49–70.
- Moore, A. M. T., Hillman, G. C., & Legge, A. L. (2000). *Village on the Euphrates*. Oxford University Press.
- Nadel, D. (1991). Ohalo II: The third season. *Mitekufat Haeven: Journal of the Israel Prehistoric Society*, 24, 158–163. <https://www.jstor.org/stable/23373365>
- Nadel, D., & Weiss, E. (2012). New evidence for the processing of wild cereal grains at Ohalo II, a 23,000-year-old campsite on the shore of the Sea of Galilee, Israel. *Antiquity*, 86(331), 990–1004. <https://doi.org/10.1017/S0003598X00048201>
- Nishiaki, Y. (2021). Mobility and sedentism in the Mesolithic-Neolithic contact period of the Southern Caucasus. In K. Ikeya & Y. Nishiaki (Eds.), *Hunter-gatherers in Asia: From prehistory to the present* (pp. 111–125). National Museum of Ethnology.
- Nishiaki, Y., Guliyev, F., & Kadowaki, S. (2015a). Chronological contexts of the earliest Pottery Neolithic in the South Caucasus: Radiocarbon dates for Göytepe and Hacı Elamxanlı Tepe, Azerbaijan. *American Journal of Archaeology*, 119(3), 279–294. <https://doi.org/10.3764/aja.119.3.0279>
- Nishiaki, Y., Guliyev, F., Kadowaki, S., Alakbarov, V., Miki, T., Salimbayov, S., Akashi, C., & Arai, S. (2015b). Investigating cultural and socioeconomic change at the beginning of the Pottery Neolithic in the Southern Caucasus: The 2013 excavations at Hacı Elamxanlı Tepe, Azerbaijan. *Bulletin of the American Schools of Oriental Research*, 374, 1–28. <https://doi.org/10.5615/bullamerschoorie.374.0001>
- Nishiaki, Y., Guliyev, F., Kadowaki, S., & Omori, T. (2018). Neolithic residential patterns in the Southern Caucasus: Radiocarbon analysis of rebuilding cycles of mudbrick architecture at Göytepe, West Azerbaijan. *Quaternary International*, 474(B), 119–130. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2017.09.015>
- Özkaya, V., & Coşkun, A. (2009). Körtik Tepe: A new Pre-Pottery Neolithic A site in Southeastern Anatolia. *Antiquity*, 83(320). <https://doi.org/10.1017/S0003598X00098540>
- Pakize, E. (2007). Settlement pattern in Southeast Anatolia: An analysis of the structures at the site of Nevalı Çori. [Unpublished Master Thesis], Katholieke Universiteit Leuven.
- Palumbi, G., Kalantaryan, I., Bălăşescu, A., Barge, O., Chahoud, J., Hovsepyan, R., Meliksetian, K., Avetisyan, P., & Chataigner, C. (2021). Early pastoralism and natural resource management: Recent research at Godedzor. In C. Marro & T. Stöller (Eds.), *On salt, copper, and gold: The origins of early mining and metallurgy in the Caucasus. Proceedings of the conference held in Tbilisi (Georgia), June 16th–19th 2016* (pp. 285–324). MOM Éditions. <https://doi.org/10.4000/books.momeditions.12627>

- Peltenburg, E. (2009).** Kissonerga-Mylouthkia, Cyprus: 1976–1996 dataset. *York Archaeology Data Service*. <https://doi.org/10.5284/1000051>
- Powell, M. (1996).** Wine and the vine in ancient Mesopotamia: The cuneiform evidence. In P. E. McGovern, S. J. Fleming, & S. H. Katz (Eds.), *The origins and ancient history of wine* (pp. 97–122). The University of Pennsylvania Museum of Archaeology and Anthropology, Philadelphia. <https://doi.org/10.4324/9780203392836>
- Pliny the Elder. (1938).** *Natural history* (H. Rackham, Trans.). Harvard University Press. (Original work published AD 77–79).
- Ramishvili, R. (1997).** Die geschichte der georgischen weinrebe und des weins. Historisch-archäologische und ampelographische forschungen. *Archäologie des weinbaus und der weinbereitung*. Tbilisi.
- Ramishvili, R. (2001).** *History of Georgian grapevine and wine*. Georgien (Russian transl.).
- Riehl, S., Zeidi, M., & Conard, N. J. (2013).** Choga Golan: Emergence of agriculture in the foothills of the Zagros Mountains of Iran. *Science*, *341*, 65–67. <https://doi.org/10.1126/science.1236743>
- Rosenberg, M., Nesbitt, R. M., Redding, R. W., & Strasser, T. F. (1995).** Hallan Çemi Tepesi: Some preliminary observations concerning early Neolithic subsistence behaviors in eastern Anatolia. *Anatolica*, *21*(1), 12.
- Rosenberg, M., & Pearmal, B. L. (1998).** A report on soundings at Demirköy Höyük: An Aceramic Neolithic site in Eastern Anatolia. *Anatolica*, *24*, 12–34.
- Rova, E. (2024).** The archaeology of wine in the southern Caucasus: New methods for an old tradition. *Antichistica*, *40*(10), 103–122. <https://doi.org/10.30687/978-88-6969-816-3/005>
- Rusishvili, N. (2010).** *Grapevine culture in Georgia on basis of palaeobotanical data*. Mteni (Russian transl.).
- Smith, A., Bagoyan, T., Gabrielyan, I., Pinhasi, R., & Gasparyan, B. (2014).** Late Chalcolithic and Medieval archaeobotanical remains from Areni-1 (Birds' Cave), Armenia. In B. Gasparyan & M. Arimura (Eds.), *Stone age of Armenia* (pp. 233–260). Center for Cultural Resource Studies, Kanazawa University.
- Simmons, A. (1999).** Review of Faunal extinction in an island society: Pygmy hippopotamus hunters of Cyprus. *American Antiquity*, *64*, 711.
- Simmons, A., Köhler-Rollefson, I., & Rollefson, G. (1988).** Ain Ghazal: A major Neolithic settlement in Central Jordan. *Science*, *240*(4848), 35–39. <https://doi.org/10.1126/science.240.4848.35>
- Snir, A., Nadel, D., Groman-Yaroslavski, I., Melamed, Y., Sternberg, M., Bar-Yosef, O., & Weiss, E. (2015a).** Before Neolithic farming: The origin of cultivation and proto-weeds. *PLOS One*, *10*(7), e0131422. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0131422>
- Snir, A., Nadel, D., & Weiss, E. (2015b).** Plant-food preparation on two consecutive floors at Upper Paleolithic Ohalo II, Israel. *Journal of Archaeological Science*, *53*, 14–25. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2014.12.010>
- Solazzo, C., Courel, B., Connan, J., van Dongen, B. E., Barden, H., Penkman, K., Taylor, S., Demarchi, B., Adam, P., Schaeffer, P., Nissenbaum, A., Bar-Yosef, O., & Buckley, M. (2016).** Identification of the earliest collagen- and plant-based coatings from Neolithic artefacts (Nahal Hemar cave, Israel). *Scientific Reports*, *6*, 31053. <https://doi.org/10.1038/srep31053>
- Stiner, M. C., Bailey, K. S., Munro, N. D., & Christidou, R. (2018).** Spatial and zooarchaeological evidence of human-animal interactions in the early PPN settlement at Aşıklı Höyük. In M. Özbaşaran, G. Duru, & M. Stiner (Eds.), *The early settlement at Aşıklı Höyük: Essays in honor of Ufuk Esin* (pp. 219–257). Ege Yayınları.

- Stronach, D. (1972). Yarım Tepe, an excavation in Iran. *The British Contribution*, 21–23.
- Tahér, Y. (2004). Tell 'Abr 3, un village du néolithique précéramique (PPNA) sur le Moyen Euphrate. *Paléorient*, 30(2), 141–158.
- Tengberg, M. (2012). Fruit-growing. In D. T. Potts (Ed.), *A companion to the archaeology of the ancient Near East* (pp. 10–25). Wiley-Blackwell. <https://doi.org/10.1002/9781444360790.ch10>
- Terral, J. F., Tabard, E., Bouby, L., Ivorra, S., Pastor, T., Figueiral, I., Picq, S., Chevance, J. B., Jung, C., Fabre, L., Tardy, C., Compan, M., Bacilieri, R., Lacombe, T., & This, P. (2010). Evolution and history of grapevine (*Vitis vinifera*) under domestication: New morphometric perspectives to understand seed domestication syndrome and reveal origins of ancient European cultivars. *Annals of Botany*, 105(3), 443–455. <https://doi.org/10.1093/aob/mcp298>
- This, P., Lacombe, T., & Thomas, M. R. (2006). Historical origins and genetic diversity of wine grapes. *Trends in Genetics*, 22(9), 511–519. <https://doi.org/10.1016/j.tig.2006.07.008>
- Tsuneki, A., Arimura, M., Maeda, O., Tanno, K., & Anezaki, T. (2006). The Early PPNA in the North Levant: A new perspective from Tell Ain el-Kerkh, northwest Syria. *Paléorient*, 32(1), 47–71. <https://doi.org/10.3406/paleo.2006.5170>
- Türkben, C. S., Suna, V., İzli, G., & Uylaser, C. (2016). Physical and chemical properties of pekmez (molasses) produced with different grape cultivars. *Journal of Agricultural Sciences*, 22, 339–348.
- Valla, F. (1995). The first settled societies—Natufian (12,500–10,200 BP). In T. Levy (Ed.), *The archaeology of society in the Holy Land* (pp. 169–187). Leicester University Press.
- Van Zeist, W. (2000). Cultivated and wild food plants from Tell Ramad. In H. de Contenson (Ed.), *Ramad, site néolithique en Damascène (Syrie) aux VIIIe et VIIe millénaires avant l'ère chrétienne* (pp. 85–112). Institut Français d'Archéologie du Proche-Orient.
- Van Zeist, W., & Bottema, S. (1991). *Late quaternary vegetation of the Near East*. Dr. Ludwig Reichert Verlag.
- Van Zeist, W., & Buitenhuis, H. (1983). A paleobotanical study of Neolithic Erbaba, Turkey. *Anatolica*, 10, 47–89.
- Van Zeist, W., Smith, P. E. L., Palfenier-Vegter, R. M., Suwijn, M., & Casparie, W. A. (1974). An archaeobotanical study of Ganj Dareh Tepe, Iran. *Paléorient*, 2(2), 63–72.
- Van Zeist, W., & Waterbolk-Van Rooijen, W. (1985). The palaeobotany of Tell Bouqras, eastern Syria. *Paléorient*, 11(2), 131–147.
- Vavilov, N. I. (1930). Wild progenitors of the fruit trees of Turkestan and the Caucasus and the problem of the origin of fruit trees. *Proceedings of the 9th international horticultural congress*, 271–286.
- Vavilov, N. I. (1992). *Origin and geography of cultivated plants* (D. Love, Trans.). Cambridge University Press.
- Verhoeven, M., & Akkermans, P. (Eds.). (2000). *Tell Sabi Abyad II – The Pre-Pottery Neolithic B settlement: Report on the excavations of the National Museum of Antiquities Leiden in the Balikh Valley, Syria*. Nederlands Instituut voor het Nabije Oosten.
- Voigt, M. M., & Ellis, R. S. (1981). Excavations at Gritille, Turkey: 1981. *Paléorient*, 7(2), 29–45.
- Vouillamoz, J., McGovern, P., Ergül, A., Söylemezoğlu, G., & Tevzadze, G. (2006). Genetic characterization and relationships of traditional grape cultivars from Transcaucasia and Anatolia. *Plant Genetic Resources*, 4(2), 144–158. <https://doi.org/10.1079/PGR2006114>
- Wallace, M., Jones, G., Charles, M., Bogaard, A., Hodgson, J. G., Douche, C., Tengberg, M., & Whitlam, J. (2019). Re-analysis of archaeobotanical remains from pre- and early agricultural

- sites provides no evidence for a narrowing of the wild plant food spectrum during the origins of agriculture in Southwest Asia. *Vegetation History and Archaeobotany*, 28, 449–463. <https://doi.org/10.1007/s00334-018-0702-y>
- Watkins, T., Baird, D., & Betts, A. (1989). Qermez Dere and the Early Aceramic Neolithic of N. Iraq. *Paléorient*, 15, 19–24.
- Weide, A., Green, L., Hodgson, J. G., Douche, C., Tengberg, M., Whitlam, J., Dovrat, G., Osem, Y., & Bogaard, A. (2022). A new functional ecological model reveals the nature of early plant management in Southwest Asia. *Nature Plants*, 8, 623–634.
- Weiss, E. (2015). Beginnings of fruit growing in the Old World—Two generations later. *Israel Journal of Plant Science*, 62(1–2), 77–89. <https://doi.org/10.1080/07929978.2015.1007718>
- White, C. E., & Miller, N. F. (2018). The archaeobotany of grape and wine in Hittite Anatolia. *Die Welt des Orients*, 48(2), 209–224. <https://doi.org/10.13169/weltori.48.2.0209>
- Whitlam, J., Bogaard, A., & Matthews, R., Charles, M., Douche, C., Tengberg, M., Whitlam, J., & Dovrat, G. (2018). Pre-agricultural plant management in the uplands of the central Zagros: The archaeobotanical evidence from Sheikh-e Abad. *Vegetation History and Archaeobotany*, 27, 817–831. <https://doi.org/10.1007/s00334-018-0704-y>
- Wick, L., Lemcke, G., & Sturm, M. (2003). Evidence of late glacial and Holocene climatic change and human impact in eastern Anatolia: High-resolution pollen, charcoal, isotopic and geochemical records from the laminated sediments of Lake Van, Turkey. *The Holocene*, 13(5), 665–675. <https://doi.org/10.1191/0959683603hl653rp>
- Willcox, G. (1996). Evidence for plant exploitation and vegetation history from three early Neolithic pre-pottery sites on the Euphrates (Syria). *Vegetation History and Archaeobotany*, 5(2), 143–152.
- Willcox, G., Forik, S., & Herveux, L. (2008). Early Holocene cultivation before domestication in northern Syria. *Vegetation History and Archaeobotany*, 17, 313–325.
- Willcox, G., Nesbitt, M., & Bittmann, F. (2012). From collecting to cultivation: Transitions to a production economy in the Near East. *Vegetation History and Archaeobotany*, 21, 81–83. <https://doi.org/10.1007/s00334-012-0348-0>

Supplementary Data

First *Pekmez* and Later Wine

Supplementary 1

Protocol of the production of *pekmez* (Figures 3-7)

Material

10 round fist-sized and smaller river and basalt stones (cooking stones)

2 wooden spoons for handling the stones

Thermometer

3-liter clay pot (fired at a minimum of 600°C)

2 liters of fresh grape juice

Method

Ignite a small fire on a stony fireplace; place all the cooking stones in or around the fire and heat them for at least 10 minutes; The pot can stay near, but not in the fire. When sufficiently heated, put 3–4 stones at a time in the grape juice and repeat with the other hot stones every 10 minutes. After about 20 minutes the temperature of the juice will be about 50–60°C. After another 10 minutes the juice starts cooking at about 80–90°C. Replace the stones with hot ones (3–4 at a time) in the juice for another 30 minutes. The grape juice liquid will evaporate by about 30%. After another 20 minutes the juice will turn into *pekmez* (syrup) and further heating up of the stones is no longer required. After 1.5 to 2 hours the *pekmez* cools down and clarifies. This method gives 1 liter of *pekmez* (from 2 liters of grape juice).

Supplementary 2

Pekmez products

In Georgia, the thickened grape juice is called *bakmazi*, products made with different recipes are called *kvatsarakhi* and if the syrup is further reduced, the product is called *tklapi*. *Gozinaki* with *bakmazi* is a famous New Year's meal. *Tutikhmeli* is served at weddings. In some areas, mulberries, cornelian cherries and other fruits are used instead of grapes. In winter, fruit soups are made as a main course. In Azerbaijan, a certain *pekmez* is called *doshap* and a thick fruit porridge with flour and butter is called *khashil*. In Greece and the Balkans, *pekmez* is called *petimez* and is mainly used there as a sweetener.

Fresh and dried fruits are used to produce either liquid or solid *pekmez*, both of which show great variation in different localities, regions, and families. In modern Türkiye, several beverages derived from grapes such as *basduk* and *kesme* are produced by boiling down the grape juice into a syrup which is then dried until it takes on the appearance of leather.

Köftür are like firm cakes, *pestil* are produced as thin slices. They are probably the best-known *pekmez* products in Türkiye (Karababa & Develi-Işıklı, 2005). *Pelte Pekmez* can be described as grape cream. The Turkish name *Gün Balı* is particularly interesting. Translated, *Gün Balı* means sun honey. In reality, it is a grape juice that has been dried in the sun until it has the consistency of thick *pekmez* (like honey). There are other products made from the grapevine, including vinegar and *sarma*. Grape vinegar is made with the juice of the grape and an addition of chickpeas, *Cicer arietinum*. Another method uses wine, also with the addition of chickpeas, or a vinegar mother (*sirke anası*). When making *sarma*, various products such as rice, vegetables, meat, etc. are wrapped in vine leaves and lightly cooked. The recipes vary greatly depending on the region. In recent years, traditional foods in Türkiye have received increasing attention, including, of course, products made with or from grapes (Karababa, & Develi-Işıklı, 2005). Although Türkiye has the largest number of grape varieties, this valuable genetic diversity, which is mainly found in private home gardens, is hardly recognized.

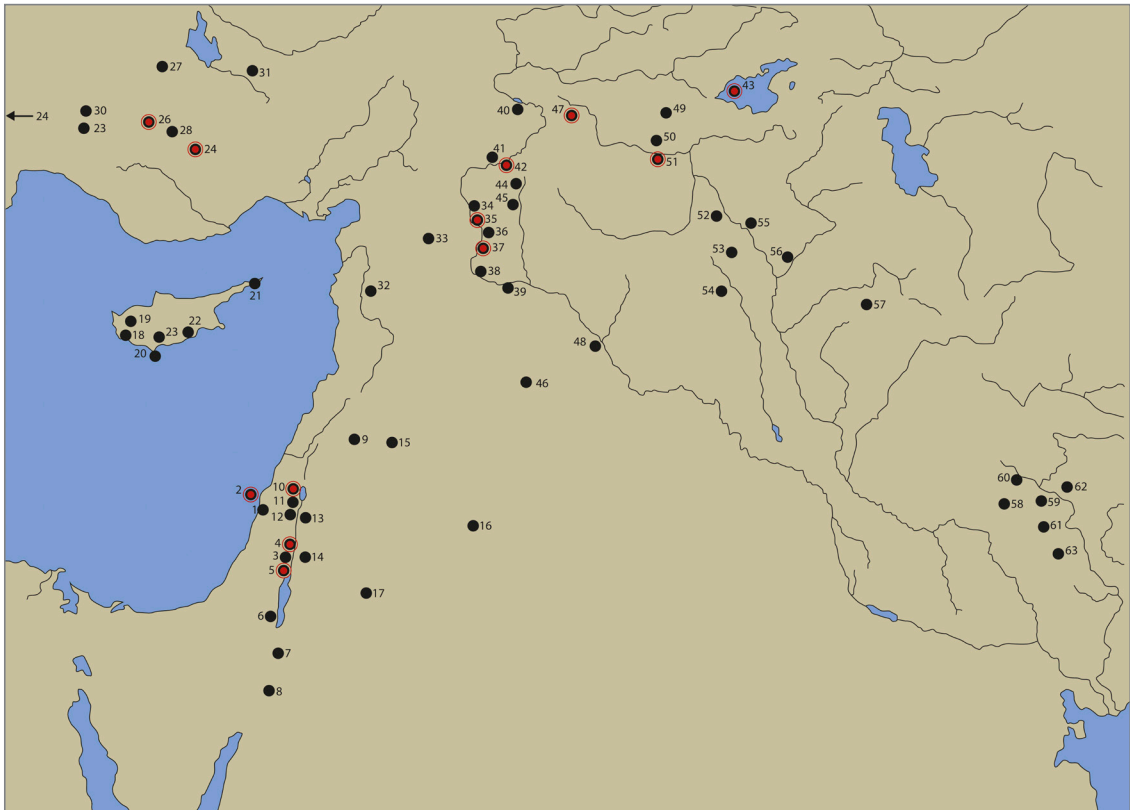


Figure 1. Map of early Neolithic sites studied in this research. Southern Levant sites – (17 sites, 4 with *Vitis*): (1) Nahal Oren (Nadel, 1991; Snir et al., 2015a), (2) Atlit-Yam (Galili & Nir, 1993) single *Vitis*, (3) Gilgal I (Bar-Yosef et al., 2010), (4) Netiv Hagdud (Hopf, 1969) *Vitis* in small amount, (5) Jericho, Tell es Sultan (Bar-Yosef, 1991), single *Vitis*, (6) Nahal Nemar Cave (Solazzo et al., 2016), (7) Wadi Faynan 16 (Finlayson & Mithen, 2007; Mithen et al., 2007), (8) Beidha (Byrd, 2005), (9) Tell Ramad (van Zeist, 2000), (10) Ohalo II (Nadel, 1991, Nadel & Weiss, 2012; Snir et al., 2015b) *Vitis*, (11) Gesher (Garfinkel & Doron, 2006), (12) Wadi al-Hammeh (Edwards et al., 1996), (13) Iraq ed-Dubb (Kuijt, 2004), (14) Ain Ghazal (Simmons et al., 1988), (15) Tell Aswad (Kuijt & Goring-Morris, 2002), (16) Dhuweilla (Wallace et al., 2019), (17) Azraq (Colledge, 2001); Cypriot sites (6 sites, no *Vitis*): (18) Mylouthkia (Peltenburg, 2009), (19) Ais Giorkis (Simmons, 1999), (20) Akrotiri (Simmons, 1999), Akrotiri-Aetokremnos (Mandel & Simmons, 2017), Aetokremnos – Akrotiri (Mandel & Simmons, 2017), (21) Kastros (Hansen, 2001), (22) Tenta (Knapp, 2010), (23) Shillourokambos (Guilaine et al., 2011), Klimonas-Ahillourokambos (Briois & Guilaine, 2012); Central Anatolian sites (8 sites, 2 with *Vitis*): (24) Hacilar (Helbaek, 1970), (25) Erbaba (Van Zeist & Buitenhuis, 1983), (26) Çatalhöyük East (Asouti & Fairbairn, 2002; Asouti & Austin, 2005) carbonized *Vitis* wood, (27) Boncuklu Höyük (Fairbairn et al., 2002), (28) Pınarbaşı (Asouti, 2003), (29) Can Hasan III (https://tr.wikipedia.org/wiki/Can_Hasan_3) *Vitis*, (30) Suberde (Bordaz, 1973), (31) Aşıklı Höyük (Ergun et al., 2018); Northern Levant sites: (17 sites, 5 with *Vitis*) (32) Tell el-Kerkh (Tsuneki et al., 2006), (33) Tell Qaramel (Mazurowski et al., 2009), (34) Tell Abr 3 (Tahér, 2004), (35) Dja'de (Willcox, 1996; Coqueugniot, 1999) *Vitis*, (36) Halula (Willcox, 1996), (37) Jerf el Ahmar (Willcox, 1996) carbonized *Vitis* wood, (38) Mureybet (Willcox et al., 2008), Mureybet (Mellaart, 1975), (39) Abu Hureyra (Hillmann et al., 1997, 2001; Moore et al., 2000; Colledge, 2001), (40) Cafer Höyük (Cauvin & Aurenche, 1999), (41) Gritille (Voigt & Ellis, 1981), (42) Nevali Çori (Pakize, 2007) *Vitis*, (43) Lake Van (Wick et al., 2003) *Vitis* pollen, (44) Göbeklitepe (Asouti & Fuller, 2013; Dietrich et al., 2019), (45) Tell Sabi Abyad II (Verhoeven & Akkermans, 2000), (46) El Kowm I&II (Le Tonsor et al., 2015), (48) Çayönü (Çambel & Braidwood, 1983) *Vitis*, (49) Tell Bougras (Van Zeist & Waterbolk-Van

Rooijen, 1985); Sites of the eastern Fertile Crescent (15 sites, 1 with *Vitis*): (49) Hallan Çemi (Rosenberg et al., 1995), (50) Demirköy Höyük (Rosenberg & Pearmal, 1998), (51) Körtik Tepe (Özkaya & Coşkun, 2009; Coşkun et al., 2010; Benz et al., 2012) *Vitis*, (52) Tell Maghzaliyah (Bader, 1993), (53) Qermez Dere (Watkins et al., 1989), (54) Yarım Tepe (Stronach, 1972), (55) Nemrik (Kozłowski, 1989), (56) M'lefaat (Kozłowski, 1998), (57) Jarmo (Braidwood et al., 1983), (58) Choga Golan (Riehl et al., 2013), (59) Sheikh-e Abad (Whitlam et al., 2018), (60) Chia Sabz (Darabi et al., 2011), (61) Ali Kosh (Hole et al., 1969; Mellaart, 1975), (62) Ganj Dareh Tepe (Van Zeist et al., 1974; Mellaart, 1975), (63) Chogha Bonut (Alizadeh, 2003).

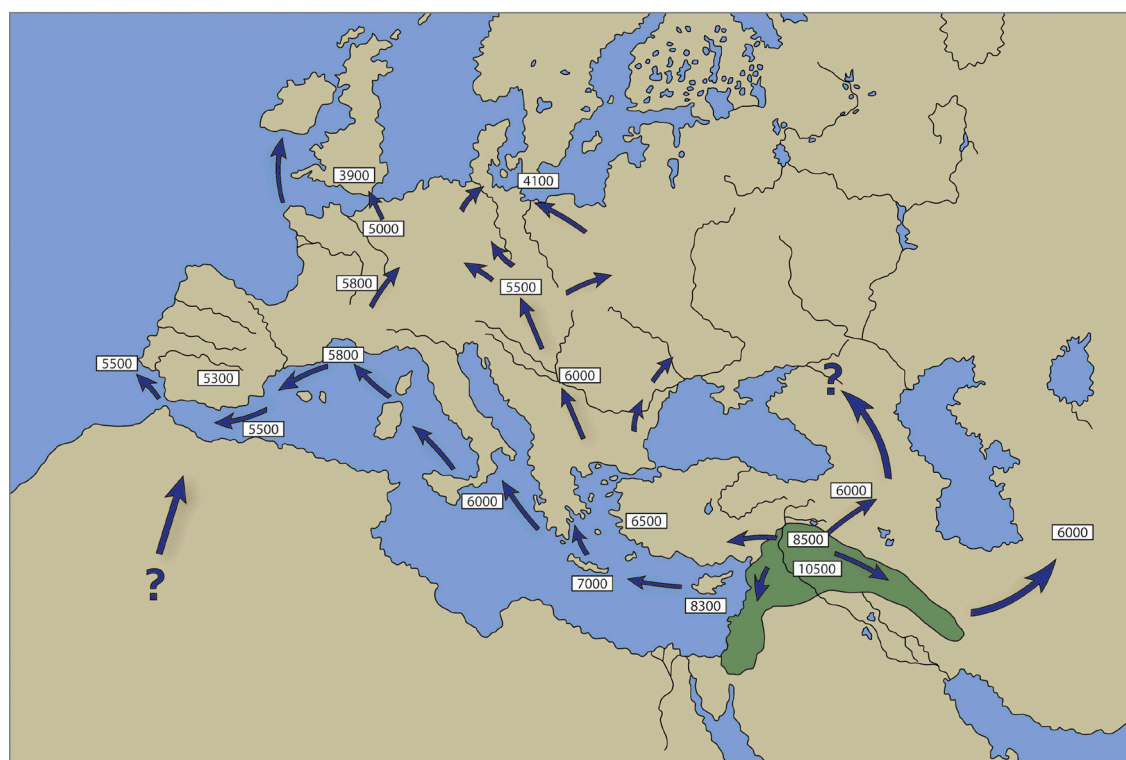


Figure 2. The traditional approach for the spread of the Neolithic economy



Figure 3. *Pekmez* production: Utilities for *pekmez* making



Figure 4. Heated stones to boil the water, a method known since prehistoric times



Figure 5. After cooling down for about two hours and getting clear, the *pekmez* is ready for use



Figure 6. Today villagers producing their *pekmez* in large copper kettles



Figure 7. *Pekmez* products on sale



Amaç & Kapsam

Arkeoloji bir süredir geçmişin yorumlanmasında teknoloji ve doğa bilimleri, mühendislik ve bilgisayar teknolojileri ile yoğun iş birliği içinde yeni bir anlayışa evrilmektedir. Üniversiteler, ilgili kurum ya da enstitülerde yeni açılmakta olan “Arkeoloji Bilimleri” bölümleri ve programları, geleneksel anlayışı terk ederek değişen yeni bilim iklimine adapte olmaya çalışmaktadır. Bilimsel analizlerden elde edilen sonuçların arkeolojik bağlam ile birlikte ele alınması, arkeolojik materyallerin, yerleşmelerin ve çevrenin yorumlanmasında yeni bakış açıları doğurmaktadır.

Türkiye’de de doğa bilimleriyle iş birliği içindeki çalışmaların olduğu kazı ve araştırma projelerinin sayısı her geçen gün artmakta, yeni uzmanlar yetişmektedir. Bu nedenle Arkeoloji Bilimleri Dergisi (ABD), Türkiye’de arkeolojinin bu yeni ivmenin bir parçası olmasına ve arkeoloji içindeki arkeobotanik, arkeozooloji, alet teknolojileri, tarihlendirme, mikromorfoloji, biyoarkeoloji, jeokimyasal ve spektroskopik analizler, Coğrafi Bilgi Sistemleri, iklim ve çevre modellemeleri gibi uzmanlık alanlarının çeşitlenerek yaygınlaşmasına katkı sağlamayı amaçlamaktadır. Derginin ana çizgisi arkeolojik yorumlamaya katkı sağlayan yeni anlayışlara, disiplinlerarası yaklaşımlara, yeni metot ve kuram önerilerine, analiz sonuçlarına öncelik vermek olarak planlanmıştır. Kazı raporlarına, tasnif ve tanıma dayalı çalışmalara, buluntu katalogları ve özgün olmayan derleme yazılarına öncelik verilmeyecektir.

Arkeoloji Bilimleri Dergisi açık erişimli, uluslararası hakemli bir dergidir. Araştırma ve yayın etiğine uygun bulunan makaleler çift taraflı kör hakem değerlendirme sürecinden geçtikten sonra yayınlanır. Dergi, Ege Yayınları tarafından çevrimiçi olarak yayınlanmaktadır.



Aims & Scope

Archaeology is being transformed by integrating innovative methodologies and scientific analyses into archaeological research. With new departments, institutes, and programs focusing on “Archaeological Sciences”, archaeology has moved beyond the traditional approaches of the discipline. When placed within their archaeological context, scientific analyses can provide novel insights and new interpretive perspectives to study archaeological materials, settlements and landscapes.

In Türkiye, the number of interdisciplinary excavation and research projects incorporating scientific techniques is on the rise. A growing number of researchers are being trained in a broad range of scientific fields, including but not limited to archaeobotany, archaeozoology, tool technologies, dating methods, micromorphology, bioarchaeology, geochemical and spectroscopic analysis, Geographical Information Systems, and climate and environmental modeling. The Turkish Journal of Archaeological Sciences (TJAS) aims to situate Turkish archaeology within this new paradigm and to diversify and disseminate scientific research in archaeology. New methods, analytical techniques and interdisciplinary initiatives that contribute to archaeological interpretations and theoretical perspectives fall within the scope of the journal. Excavation reports and manuscripts focusing on the description, classification, and cataloging of finds do not fall within the scope of the journal.

The Turkish Journal of Archaeological Sciences is an open access, international, double-blind peer-reviewed yearly publication. Articles that comply with publication and research ethics are published after the reviewing process. The journal is published online by Ege Yayınları in Türkiye.



Makale Değerlendirme Politikası (Çift Taraflı Kör Hakemlik) ve Yayın Süreci

Arkeoloji Bilimleri Dergisi, Türkçe veya İngilizce özgün araştırma makaleleri yayımlamaktadır.

1. Daha önce yayımlanmamış veya başka bir dergide değerlendirme sürecinde bulunmayan ve tüm yazarlar tarafından onaylanan makaleler değerlendirilmek üzere kabul edilir.
2. Gönderilen makaleler, ön inceleme, intihal taraması, hakem değerlendirmesi ve dil düzenlemesi aşamalarından geçirilir.
3. Ön inceleme aşamasını geçemeyen makaleler, yazar(lar)a iade edilir ve aynı yayın döneminde tekrar değerlendirmeye alınmaz. Ön incelemeyi geçen makaleler, en az iki hakemin değerlendirdiği çift taraflı kör hakem sürecine tabi tutulur.
4. İntihal kontrolünden geçen makaleler, Editör tarafından bilimsel içerik, yöntem, ele alınan konunun önemi ve derginin kapsamına uygunluk açısından değerlendirilir. Editör, makalelerin ön değerlendirmesini yapmak üzere editör yardımcılarına yönlendirir.
5. Editör yardımcıları, her bir makaleyi son gönderim tarihinden önce inceleyerek Arkeoloji Bilimleri Dergisi yayın ilkelerine uygunluğunu değerlendirir. Bu aşamada intihal taraması yapılır ve dergi yazım kurallarına uygunluk kontrol edilir.
6. Editörler ve editör yardımcıları, makalenin etik standartlara, konuya uygunluğa, metin düzenine, dipnotlar ve kaynakçaya, görsel kalitesine ve gerekli telif hakkı izinlerine uyup uymadığını değerlendirir. Bu kriterleri karşılayan makaleler, çift taraflı kör hakemlik süreci korunarak en az iki ulusal/uluslararası hakeme gönderilir.
7. Derginin hakem değerlendirme süreci ve editöryal etik kuralları, değerlendirmelerin milliyet, cinsiyet veya diğer herhangi bir faktöre dayalı önyargılardan arındırılmış olmasını sağlar. Makaleler, doktora derecesine sahip ve güçlü bir araştırma geçmişi bulunan en az iki uzman tarafından değerlendirilir.

8. Hakemler, makalenin yayınlanmaya uygunluğunu değerlendiren bir form doldurur ve gerekli revizyonlara yönelik önerilerde bulunur. Hakemler makaleyi değişiklik yapmadan kabul edebilir, küçük değişikliklerle kabul edebilir, büyük değişiklikler ve yeniden gönderim talep edebilir veya makaleyi reddedebilir. Her iki hakem de küçük değişiklikleri kabul ederse ve revize edilen versiyon onaylanırsa makale kabul edilir. Büyük değişiklikler gerektiğinde, makale Editörler tarafından yeniden değerlendirilir ve gerekli düzeltmeler yapıldıktan sonra hakemlere geri gönderilebilir. Revizyonlar yeterli bulunduğu makale yayımlanmak üzere kabul edilir. Eğer bir hakem makaleyi reddeder veya biri olumlu, diğeri olumsuz görüş bildirirse, makale üçüncü bir hakeme gönderilir. Ancak iki hakemin olumlu görüş bildirmesi durumunda, son yayın kararı Editör Kurulu tarafından verilir. Editöryal kararlar nihaidir ve yalnızca istisnai durumlarda ilgili COPE yönergelerine göre itiraz edilebilir.
9. Hakemlerden, değerlendirmelerinde nazik, saygılı ve bilimsel bir dil kullanmaları beklenir. Saldırgan, saygısız veya kişisel yorumlardan kaçınmaları gerekmektedir. Bilimsel olmayan yorumlar tespit edildiğinde, dergi yönetimi hakemden raporunu gözden geçirmesini ve düzeltmesini talep eder. Hakemlerin değerlendirmelerini belirtilen süre içinde tamamlaması ve burada açıklanan etik sorumluluklara uyması gerekmektedir.
10. Dil düzenlemesi tamamlandıktan sonra, kabul edilen makaleler ilgili dergi sayısında tematik veya kronolojik sıraya göre düzenlenir.
11. Makalelerin mizanpajı, dergi tasarımına uygun olarak yapılır ve ardından Editörler tarafından gözden geçirilir.
12. Makalelerin son PDF versiyonu, nihai kontrol ve onay için yazarlara gönderilir. Yazarlar, makalenin derginin etik standartlarına uygun olduğunu ve çalışmalarının tüm sorumluluğunu kabul ettiklerini teyit etmelidir.
13. Hakemlerin talepleri doğrultusunda yazarlar tarafından yapılan düzenlemeler incelendikten sonra, nihai yayın kararı Yayın Kurulu tarafından verilir.
14. Yukarıda belirtilen süreçler tamamlandıktan sonra ilgili dergi sayısı son haline getirilir ve makalelere DOI numaraları atanır.
15. DOI numaraları atandıktan sonra baskı süreci başlar ve yayın süreci tamamlanır.

Editör Sorumlulukları

1. Editör, makaleleri yalnızca bilimsel içerik temelinde değerlendirir; yazarların etnik kökeni, cinsiyeti, cinsel yönelimi, milliyeti, dini inançları veya siyasi görüşleri dikkate alınmaz.
2. Editör, gönderilen makalelerin tarafsız bir şekilde çift taraflı kör hakem değerlendirmesine tabi tutulmasını sağlar ve yayınlanmadan önce gizliliği korur.

3. Editör, hakemlere makalelerin gizli bilgi içerdiğini ve değerlendirmenin ayrıcalıklı bir etkileşim olduğunu bildirir. Hakemler ve yayın kurulu üyeleri, makaleleri üçüncü şahıslarla tartışamaz. Belirli durumlarda, Editör belirli bir noktayı netleştirmek amacıyla bir hakemin değerlendirmesini diğer hakemlerle paylaşabilir.
4. Editör, derginin içeriği ve genel kalitesinden sorumludur; gerektiğinde düzeltme notu yayımlamak veya geri çekme işlemi yapmak editörün sorumlulukları arasındadır.
5. Editör, yazarlar, editörler ve hakemler arasında çıkar çatışmasına izin vermez. Hakem atama konusunda tam yetkilidir ve makalelerin yayımlanmasına ilişkin nihai karardan sorumludur.

Hakem Sorumlulukları

1. Hakemler, araştırma, yazarlar ve/veya finansman sağlayıcıları ile herhangi bir çıkar çatışması içinde olmamalıdır. Değerlendirmeleri objektif olmalıdır.
2. Hakemler, gönderilen makalelerle ilgili tüm bilgilerin gizli kalmasını sağlamalı ve telif hakkı ihlali veya intihal tespit etmeleri durumunda Editöre bildirmelidir.
3. Kendini makaleyi değerlendirmede yetersiz hisseden veya incelemeyi belirtilen süre içinde tamamlayamayacağı kanısına varan hakem, Editöre haber vermeli ve değerlendirme sürecinden çekilmelidir.

Yazar Sorumlulukları

1. Yazar olarak belirtilen kişiler, makalenin kavramsallaştırılması, tasarımı, veri toplama ve yorumlama, veri analizi veya araştırma ve yazım süreçlerine önemli katkıda bulunmuş olmalıdır. Tüm ortak yazarlar, makalenin son sürümünü onaylamalı ve içeriğinden eşit derecede sorumlu olmalıdır.
2. Yazarlar, görsellerin (fotoğraf veya şekiller) telif hakkı düzenlemelerine uygun olmasını sağlamalı veya gerekli izinleri almalıdır. Eğer etik veya telif hakkı ihlali tespit edilirse, dergi ilgili makaleyi geri çekme veya erişimini engelleme hakkını saklı tutar.
3. Yazarlar, dergi editörleri ile iletişim kurmaktan, düzeltmeleri yapmaktan, makaleyi belirtilen sürede yeniden göndermekten ve etik ile telif hakkı kurallarına uygunluğu onaylamaktan sorumludur. İlk gönderimden sonra yazar isim değişiklikleri dikkate alınmaz.

Düzeltilme Süreci

Hakemler tarafından revizyon talep edilmesi durumunda, ilgili raporlar yazara iletilir ve yazarın en kısa sürede gerekli düzeltmeleri yapması beklenir. Yazar, yaptığı düzeltmeleri işaretleyerek güncellenmiş makaleyi Editörlere sunmalıdır.

Türkçe Dil Düzenlemesi: Hakem sürecinden geçen Türkçe makaleler, Türkçe Dil Editörü tarafından incelenir ve gerekli görüldüğünde yazardan tashih istenebilir.

Yabancı Dil Düzenlemesi: Hakem sürecinden geçen İngilizce makaleler, Yabancı Dil Editörü tarafından gözden geçirilir ve gerekli görüldüğünde yazardan ek düzeltmeler yapılması istenebilir.

Dizgi, Mizanpaj ve Son Okuma Süreci

Yayın Kurulu tarafından yayımlanması onaylanan makaleler, nihai yayına hazırlanmak üzere dizgi ve mizanpaj işlemlerine tabi tutulur. Mizanpaj işlemi tamamlandıktan sonra, yayınlanmadan önce makaleler için son okuma süreci gerçekleştirilir.

DOI Atama

Dijital Nesne Tanımlayıcısı (DOI), elektronik ortamda yayımlanan bir makalenin resmi ve orijinal versiyonuna kalıcı bir bağlantı sağlayan benzersiz bir kimlik numarasıdır. Arkeoloji Bilimleri Dergisi, yayın sürecinin tamamlanmasının ardından kabul edilen tüm bilimsel makalelere DOI numarası atayarak, makalenin dijital ortamda resmi kaydını güvence altına alır.



Article Evaluation Policy (Double-Blind Peer Review) and Publication Process

The Turkish Journal of Archaeological Sciences publishes original research articles in Turkish or English.

1. Manuscripts must be original, unpublished, and not under review elsewhere. All authors must approve the submission.
2. Submitted manuscripts undergo preliminary review, plagiarism screening, peer review, and language editing.
3. Manuscripts that do not pass the preliminary review are returned to the author(s) and are not reconsidered within the same publication period. Those that pass proceed to the double-blind peer review, evaluated by at least two reviewers.
4. The Editors evaluate manuscripts based on scientific content, methodology, significance, and the journal scope. Manuscripts passing this stage are assigned to associate editors for preliminary assessment.
5. Associate editors ensure manuscripts comply with journal principles, including plagiarism screening and adherence to formatting guidelines.
6. Editors and associate editors verify compliance with ethical standards, subject relevance, formatting, references, image quality, and copyright permissions. Approved manuscripts are sent for double-blind peer review.
7. The journal's peer review process maintains fairness and objectivity, free from biases based on nationality, gender, or other factors. Reviewers must have a doctoral degree and a strong research background.
8. The reviewers complete evaluation forms and provide recommendations: accept without changes, accept with minor revisions, request major revisions and resubmission, or reject. If both reviewers recommend minor revisions, and the revised version is approved, the

manuscript is accepted. If major revisions are required, the manuscript may be reassessed before final decision. If there is one positive and one negative review, a third reviewer is consulted. The final decision rests with the Editors. Editorial decisions are final and can only be appealed under COPE guidelines.

9. Reviewers must use respectful, professional, and scientific language. Disrespectful or unscientific comments will prompt a revision request. Reviews must be completed within the assigned timeframe.
10. After final editing, accepted manuscripts undergo thematic or chronological organization before inclusion in the journal.
11. Typesetting is conducted according to journal layout guidelines.
12. The final PDF version is sent to the authors for review and approval. Authors must confirm that the manuscript adheres to the journal's ethical standards and accept full responsibility for their work.
13. The Editorial Board makes the final publication decision after reviewing revisions.
14. Once this process is finalized, DOI numbers are assigned to the articles.
15. Following DOI assignment, the printing stage begins, completing the publication process.

Editor Responsibilities

1. The Editor evaluates manuscripts based solely on scientific merit, without bias toward authors' ethnicity, gender, nationality, or beliefs.
2. The Editor ensures a fair, confidential double-blind peer review process.
3. Manuscripts remain confidential before publication. Reviewers and editorial board members must not discuss them with third parties. If necessary, reviewer evaluations may be shared between reviewers by the Editor for clarification.
4. The Editor ensures journal quality, including corrections and retractions when necessary.
5. The Editor prevents conflicts of interest and has full authority in reviewer assignments and publication decisions.

Reviewer Responsibilities

1. Reviewers must disclose any conflicts of interest regarding the research, authors, or funding sources. Reviews must be objective.
2. Reviewers must maintain confidentiality and report any copyright infringement or plagiarism to the Editor.
3. Reviewers who feel unqualified to evaluate a manuscript or unable to complete their evaluation on time should notify the Editor and withdraw.

Author Responsibilities

1. All authors must have made significant contributions to the manuscript in terms of conceptualization, design, data collection and interpretation, data analysis, or research and writing. All co-authors must approve the final version and share responsibility for its content.
2. Authors must ensure that all images comply with copyright regulations or obtain necessary permissions. The journal reserves the right to retract or restrict access to articles with unresolved copyright or ethical issues. Any such actions will follow COPE guidelines.
3. The corresponding author is responsible for journal communication, revisions, post-publication inquiries, and compliance with the journal's ethical and copyright policies. Changes to authorship after submission will not be considered.

Revision Process

If revisions are requested, the review reports are sent to the authors. The authors must make necessary revisions promptly, highlighting them for clarity, and submit the updated manuscript to the Editors.

Turkish Language Editing: Turkish manuscripts passing peer review are reviewed by the Turkish Language Editor, who may request corrections.

Foreign Language Editing: English manuscripts passing peer review are reviewed by the English Language Editor, who may request corrections.

Typesetting, Layout, and Proofreading Process

Approved manuscripts undergo typesetting and layout formatting, followed by a final proofreading before final publication.

DOI Assignment

Digital Object Identifier (DOI) is a unique identifier that provides a permanent link to the official and original version of an electronically published article. The Turkish Journal of Archaeological Sciences assigns DOI numbers to all accepted scientific articles at the end of the publication process, ensuring the article's official recording in the digital environment.



Arkeoloji Bilimleri Dergisi Yayın Etiği ve Yayın Politikası

Yayın Etiği

Arkeoloji Bilimleri Dergisi, yürütülen tüm süreçlerde; Yazar, Hakem, Editör, Yayıncı ve Okuyucu sorumlulukları bağlamında yayın etiğine ilişkin uluslararası bir standart olarak kabul gören *Committee on Publication Ethics* (COPE) politikalarını benimsemekte ve yönergelerini takip etmektedir.

Editörler için: Editörler kurulunda yer alan araştırmacıların göndermiş olduğu makalelerle ilgili olarak makale hakem sürecindeyken makale sahibi editörlerin editör rolleri askıya alınır ve hakem sürecini görmemeleri sağlanır, böylece çift taraflı kör hakemlik korunur.

Hakemler için: Arkeoloji Bilimleri Dergisi, önyargısız ve en iyi etik standartlara göre çift taraflı kör hakem değerlendirme sistemi işletir ve COPE'nin Akran Hakemleri için Etik İlkelerinde belirtilen akran hakemlerine yönelik kılavuzunu dikkate alır. Hakemlerin, incelemelerini kendilerine ayrılan süre içinde tamamlamaları beklenir. Hakemlerimizin gizliliğine saygı duyuyor, yazarların ve hakemlerin de aynı gizliliğe uymasını bekliyoruz. Hakemlerin önyargısız ve saygılı bir dil kullanarak rapor vermeleri beklenir. Agresif dil veya yazarlar hakkında kişisel görüşler içeren yorumlar dikkate alınmaz. Bir hakem, gönderiyi incelemeye başlamadan önce varsa konuya istinaden veya olası herhangi bir çıkar çatışması hakkında editörleri bilgilendirmelidir.

Yazarlar için: Arkeoloji Bilimleri Dergisi, bilim dünyasına özgün çalışmalar sunmayı amaçlamaktadır. Makaleler özgün bilimsel araştırma olmalıdır. Dergiye çalışmalarını gönderen yazar(lar) söz konusu yazının daha önce başka bir yerde yayımlanmadığını ya da yayımlanmak üzere bir başka yere gönderilmemiş olduğunu kabul etmiş sayılırlar. Yazarlar, araştırma ve yayın etiğine uydıklarını kabul ederler. Yazar/lar etik izin gerektiren çalışmalar için Etik Kurul İzni sunmalıdır. Yazar/lar araştırma sürecinde araştırmaları için mali destek almışlarsa bu desteği makale metninde belirtmelidir. Yayın sonrası hata tespit edilmesi durumunda yazar/lar, hatalı makaleyi geri çekmek ve düzeltmekle yükümlüdür. Dergi ilkelerine uymayan makaleler dergiye kabul edilmezler. Ön değerlendirme ve intihal denetimini başarıyla geçen makaleler hakem değerlendirme süreci için en az iki hakeme gönderilir.

Telif Hakkı

Arkeoloji Bilimleri Dergisi'nde yayımlanan tüm özgün makaleler, Creative Commons Atıf-Gayri Ticari 4.0 International (CC BY-NC 4.0) lisansına tabidir. Bu lisans ile taraflar, Arkeoloji Bilimleri Dergisi'nde yayımlanan tüm makaleleri ve görselleri; atıfta bulunarak dağıtabilir, kopyalayabilir, üzerine çalışma yapabilir, yine sahibine atıfta bulunarak türevi çalışmalar yapabilir. Arkeoloji Bilimleri Dergisi tarafından yayınlanan makalelerin telif hakları CC BY-NC 4.0 lisansı kapsamında yazarlara aittir. Yayınlanan tüm telif hakları yazarın/yazarların sorumluluğundadır. Dergide yayınlamayı kabul ederek, yazarlar bu telif hakkı şartlarına uymayı da kabul ederler. Dergide yayımlanan eserlerin sorumluluğu yazarlarına aittir. Yazarların yayımlanmış olan makalelerine ait PDF dosyaları, kendi kurumsal arşivleri ile başka makale platformlarında ve sosyal medya hesaplarında açık erişim politikası gereği paylaşılabilir. Arkeoloji Bilimleri Dergisi hiçbir çıkar gözetmez.

İntihal

Arkeoloji Bilimleri Dergisi, intihal tespit yazılımı (*iThenticate* veya benzeri) kullanarak metinleri kontrol etme hakkını saklı tutar. İntihal, başkalarına ait çalışmaların (fikirlerin, verilerin, kelimelelerin, görüntülerin vb. her türlü medyatik formun) kaynak göstermeden veya gerekli olduğunda izin veya onay alınmadan kullanılmasıdır. Bu tanım çerçevesinde yazar(lar)ın gerekli referanslar veya izinler olmadan kendi çalışmalarını yeniden üretmeleri, kendinden kendine intihali içerir. İntihal materyali içeren gönderiler otomatik olarak reddedilecektir. Yayınlanmış ise yayımlandıktan sonra dahi, ilgili eyleme karar verilerek COPE'nin Akran Hakemleri için Etik İlkelerine göre sürdürülür.

Makale Geri Çekme Politikası

Bünyesinde özgün makalelere yer veren Arkeoloji Bilimleri Dergisi yayın yönetimi, yayın politikası gereği henüz değerlendirme aşamasında veya dergide yayımlanmış bir makaleye dair etik olmayan bir durum şüphesinin oluşması veya telif hakkı ihlali halinde, söz konusu çalışma hakkında incelemelerde bulunabilir. Yapılan incelemeler sonucunda bu amaçla değerlendirilen makale için COPE'nin makale geri çekme süreçleri uygulanır.

Eğer dergi editörleriyle iletişime geçen çalışma sahibinin kendisinden henüz yayımlanmış, hakem sürecinden geçerek kabul edilmiş ya da değerlendirme aşamasındaki çalışmalarıyla ilgili bir geri çekme talebi gelirse Arkeoloji Bilimleri Dergisi Yayın Kurulu bunu ivedilikle işleme alır. Bu işlemin yapılabilmesi için yazar(lar)ın geri çekme isteklerini kaleme aldıkları bir belge hazırlayıp her bir yazarın ıslak imzasıyla imzalayarak Arkeoloji Bilimleri Dergisi e-posta adresine (editor@arkeolojibilimleridergisi.org) iletmesi gereklidir. Bu süreç COPE'nin Akran Hakemleri için Etik İlkelerine göre sürdürülür. Arkeoloji Bilimleri Dergisi Yayın Kurulu, başvuruyu inceleyip karar vermeden önce yazarların çalışmasını başka bir dergiye yayınlanmak üzere göndermesini katıyetle etik bir davranış olarak kabul görmez.

Finansman

Yayımda sunulan çalışmanın tamamlanması için alınan fon ve benzeri araştırma desteği, uygun olduğunda hibe numaraları ve/veya bilimsel proje numaraları da dahil olmak üzere beyan edilmelidir. Arkeoloji Bilimleri Dergisi'nde uygulanan yayın süreçleri, bilginin tarafsız ve saygın bir şekilde gelişimine ve dağıtımına temel oluşturmaktadır. Hakemli alışmalar bilimsel yöntemi somutlaştıran ve destekleyen çalışmalardır. Bu noktada sürecin bütün paydaşlarının—yazarlar, okuyucular ve araştırmacılar, yayıncı, hakemler ve editörler—etik ilkelere yönelik standartlara uyması önem taşımadır. Makalelerde cinsiyetçi, ırkçı veya kültürel ayırım yapmayan, kapsayıcı bir dil kullanmalıdır (“insanoğlu” yerine “insan”; “bilim adamı” yerine “bilim insanı” gibi). Arkeoloji Bilimleri Dergisi yayın etiği kapsamında tüm paydaşların bu etik sorumlulukları taşımasını beklenmektedir. Burada belirtilen etik görev ve sorumluluklar, Committee on Publication Ethics (COPE) tarafından açık erişimli olarak yayınlanan rehberler ve politikalar dikkate alınarak hazırlanmıştır. Bkz.: COPE İş Akış Diyagramları.

Kişisel Verilerin Korunması

Arkeoloji Bilimleri Dergisi'nde değerlendirilen çalışmalarda gerçek kişilere ait kişisel veriler Kişisel Verilerin Korunması Hakkında Kanun kapsamında koruma altındadır. Yazara ait hiçbir bilgi üçüncü kişi ve kurumlarla paylaşılmaz.



Turkish Journal of Archaeological Sciences Publication Ethics and Policies

Publication Ethics

The Turkish Journal of Archaeological Sciences adheres to the ethical standards set by the Committee on Publication Ethics (COPE), ensuring integrity in all aspects of the publication process for authors, reviewers, editors, publishers, and readers. The journal follows COPE guidelines to uphold ethical publishing practices.

For Editors: If a member of the editorial board submits an article to the journal, their editorial role is suspended during the peer review process to prevent any access to or influence over the review. This measure safeguards the integrity of the double-blind peer review system.

For Reviewers: The Turkish Journal of Archaeological Sciences employs an unbiased and ethical double-blind peer review system in accordance with COPE's Ethical Guidelines for Peer Reviewers. Reviewers are expected to complete their assessments within the assigned timeframe. The journal maintains the confidentiality of reviewers and expects both authors and reviewers to do the same. Reviewers must provide objective and respectful evaluations. Comments containing aggressive language or personal opinions about the authors will not be considered. Before commencing a review, reviewers must disclose any potential conflicts of interest to the editors.

For Authors: The Turkish Journal of Archaeological Sciences aims to contribute original research to the scientific community. Submitted manuscripts must be original and based on scientific research. By submitting a manuscript to the journal, authors confirm that the work has not been published elsewhere and is not under consideration for publication in another journal. Authors must comply with research and publication ethics. If the research requires ethical approval, authors must provide an Ethics Committee Approval. If financial support was received for the research, authors must declare this in the manuscript. Authors are responsible for correcting any errors discovered post-publication. Manuscripts that do not adhere to the journal's ethical principles will be rejected. Following a preliminary evaluation and plagiarism check, manuscripts undergo peer review by at least two independent reviewers.

Copyright Policy

All original articles published in the Turkish Journal of Archaeological Sciences are licensed under a Creative Commons Attribution-Non-commercial 4.0 International (*CC BY-NC 4.0*) license. This permits the distribution, reproduction, and modification of articles and visuals, provided proper attribution is given to the original source. Copyright remains with the authors under the CC BY-NC 4.0 license. Authors may share PDF versions of their published articles in institutional repositories, academic platforms, and social media, per the journal's open-access policy. The Turkish Journal of Archaeological Sciences does not derive financial benefits from published works.

Plagiarism Policy

The Turkish Journal of Archaeological Sciences reserves the right to check submitted manuscripts using plagiarism detection software (*iThenticate* or similar). Plagiarism includes the use of another's work—whether ideas, data, text, images, or other media—without proper citation or required permission. This also applies to self-plagiarism, where authors reuse their own previously published material without appropriate citation. Manuscripts found to contain plagiarism will be rejected. If plagiarism is identified post-publication, corrective measures will be taken under COPE's Ethical Guidelines for Peer Reviewers.

Article Retraction Policy

The Turkish Journal of Archaeological Sciences is committed to academic integrity and will investigate ethical concerns regarding submitted or published articles. If ethical violations or copyright infringements are suspected, the journal will initiate a review process and follow COPE's retraction procedures as necessary.

If an author wishes to withdraw their manuscript after submission, acceptance, or publication, the Editorial Board will process the request promptly. Authors must submit a signed withdrawal request, endorsed by all co-authors, to the journal's official email address (editor@arkeolojibilimleridergisi.org). Manuscripts must not be submitted to another journal before receiving formal withdrawal confirmation, as this is considered unethical.

Funding Disclosure

If the research was supported by a grant or other financial resources, authors must disclose this in the manuscript, including relevant grant numbers and project identifiers where applicable.

Ethical Standards and Responsibilities

The Turkish Journal of Archaeological Sciences aims to support the objective and reputable dissemination of knowledge. Peer-reviewed publications represent the application of scientific methodology, and all stakeholders—authors, readers, researchers, publishers, reviewers, and editors—must adhere

to ethical standards. Manuscripts should use inclusive language that is free from bias based on sex, race or ethnicity, etc. (e.g., “he or she” or “his/her/their” instead of “he” or “his”) and avoid terms that imply stereotypes (e.g., “humankind” instead of “mankind”). The ethical duties and responsibilities outlined herein align with open-access policies and the Committee on Publication Ethics (COPE) guidelines.

Protection of Personal Data

Personal data of individuals involved in research published in the Turkish Journal of Archaeological Sciences is protected under the Law on the Protection of Personal Data. No personal information of authors will be shared with third parties or external institutions.



Makale Gönderimi ve Yazım Kılavuzu

** Please see below for English*

Makale Kabul Kriterleri

Makalelerin konu aldığı çalışmalar, Arkeoloji Bilimleri Dergisi'nin amaçları ve kapsamı ile uyumlu olmalıdır (bkz.: Amaç ve Kapsam).

Makaleler Türkçe veya İngilizce olarak yazılmalıdır. Makalelerin yayın diline çevirisi yazar(lar)ın sorumluluğundadır. Eğer yazar(lar) makale dilinde akıcı değilse, metin gönderilmeden önce anadili Türkçe ya da İngilizce olan kişilerce kontrol edilmelidir.

Her makaleye 200 kelimeyi aşmayacak uzunlukta Türkçe ve İngilizce yazılmış özet ve beş anahtar kelime eklenmelidir. Özete referans eklenmemelidir.

Yazarın Türkçesi veya İngilizcesi akıcı değilse, özet ve anahtar kelimelerin Türkçe veya İngilizce çevirisi editör kurulu tarafından üstlenilebilir.

Metin, figürler ve diğer dosyalar wetransfer veya e-posta yoluyla archaeologicalsciences@gmail.com adresine gönderilmelidir.

Makale Kontrol Listesi

Lütfen makalenizin aşağıdaki bilgileri içerdiğinden emin olun:

- Yazarlar (yazarların adı-soyadı ve iletişim bilgileri buradaki sırayla makale başlığının hemen altında paylaşılmalıdır)
- Çalışılan kurum (varsa)
- E-mail adresi
- ORCID ID

Makalenin içermesi gerekenler:

- Başlık
- Özet (Türkçe ve İngilizce)
- Anahtar kelimeler
- Metin
- Kaynakça
- Figürler
- Tablolar

Yazım Kuralları

Metin ve Başlıkların Yazımı

- Times New Roman karakterinde yazılan metin 12 punto büyüklüğünde, iki yana yaslı ve tek satır aralıklı yazılmalıdır. Makale word formatında gönderilmelidir.
- Yabancı ve eski dillerdeki kelimeler *italik* olmalıdır.
- Başlık ve alt başlıklar **bold** yazılmalıdır.
- Başlıklar numaralandırılmamalı, italik yapılmamalı, altları çizilmemelidir.
- Başlık ve alt başlıklarda yalnızca her kelimenin ilk harfi büyük olmalıdır.

Referans Yazımı

Ayrıca bkz.: Metin İçi Atıflar ve Kaynakça Yazımı

- Referanslar metin içinde (Yazar yıl, sayfa numarası) şeklinde verilmelidir.
- Referanslar için dipnot ve son not kullanımından kaçınılmalıdır. Bir konuda not düşme amacıyla gerektiği taktirde dipnot tercih edilmelidir.
- Dipnotlar Times New Roman karakterinde, 10 punto büyüklüğünde, iki yana yaslı, tek satır aralıklı yazılmalı ve her sayfa sonuna süreklilik izleyecek şekilde eklenmelidir.

Şekiller ve Tablolar

- Makalenin altına şekiller ve tablolar için bir başlık listesi eklenmelidir. Görsellerde gerektiği taktirde kaynak belirtilmelidir. Her şekil ve tabloya metin içerisinde gönderme yapılmalıdır (Şekil 1 veya Tablo 1).
- Görseller Word dokümanının içerisine yerleştirilmemeli, jpg veya tiff formatında, ayrı olarak gönderilmelidir.
- Görüntü çözünürlüğü basılması istenen boyutta ve 300 dpi'nin üzerinde olmalıdır.
- Görseller Photoshop ve benzeri programlar ile müdahale edilmeden olabildiğince ham haliyle gönderilmelidir.
- Excel'de hazırlanmış tablolar ve grafikler var ise mutlaka bunların PDF ve Excel dokümanları gönderilmelidir.

Tarihlerin ve Sayıların Yazımı

- MÖ ve MS kısaltmalarını harflerin arasına nokta koymadan kullanınız (örn.: M.Ö. yerine MÖ).
- “Bin yıl” ya da “bin yıl” yerine “... binyıl” kullanınız (örn.: MÖ 9.binyıl).
- “Yüzyıl”, “yüz yıl” ya da “yy” yerine “yüzyıl” kullanınız (örn.: MÖ 7.yüzyıl).
- Beş veya daha fazla basamaklı tarihler için sondan sayarak üçlü gruplara ayırmak suretiyle sayı gruplarının arasına nokta koyunuz (örn.: MÖ 10.500).
- Dört veya daha az basamaklı tarihlerde nokta kullanmayınız (örn.: MÖ 8700).
- 0-10 arasındaki sayıları rakamla değil yazıyla yazınız (örn.: “8 kez yenilenmiş taban” yerine “sekiz kez yenilenmiş taban”).

Noktalama ve İşaret Kullanımı

- Ara cümleleri lütfen iki çizgi ile ayırınız (—). Çizgi öncesi ve sonrasında boşluk bırakmayınız.
- Sayfa numaraları, tarih ve yer aralıklarını lütfen tek çizgi (-) ile ayırınız: 1989-2006; İstanbul-Kütahya.

Kısaltmaların Yazımı

- Sık kullanılan bazı kısaltmalar için bkz.:

Yaklaşık:	yak.	Circa:	ca.
Bakınız:	bkz.	Kalibre:	kal.
Örneğin:	örn.	ve diğerleri:	vd.

Özel Fontlar

- Makalede özel bir font kullanıldıysa (Yunanca, Arapça, hiyeroglif vb.) bu font ve orijinal metnin PDF versiyonu da gönderilen dosyalar içerisine eklenmelidir.

Metin İçi Atıflar ve Kaynakça Yazımı

Her makale, metin içinde atıfta bulunulan çalışmalardan oluşan ve “Kaynakça” başlığı altında düzenlenmiş APA7’ye göre bir referans listesi içermelidir. Metin içindeki her referansın kaynakçada yer aldığından emin olunuz.

<https://apastyle.apa.org/style-grammar-guidelines/references/examples>

- **Doğrudan atıf:** *Örnek:* “... Esin (1995)’in belirtmiş olduğu gibi.”
- **Parantez içinde atıf:** *Örnek:* “... analiz sonuçları gösteriyor ki ... (Esin, 1995).”
- **Aynı parantezde birden fazla atıf:** Yayın yılına göre sıralanmalı ve noktalı virgül ile ayrılmalıdır. *Örnek:* “... (Dinçol & Kantman, 1969; Esin, 1995; Özbal et al., 2004).”
- **Aynı yazarın farklı yıllara ait yayınlarına atıf:** Yazarın soyadı bir kez kullanılır, yıllar virgül ile ayrılır. *Örnek:* “... (Peterson, 2002, 2010).”
- **Aynı yazarın aynı yıl içindeki farklı yayınlarına atıf:** Yılın yanına alfabetik harf eklenir (örn. “a”, “b”). *Örnek:* “... (Peterson, 2010a, 2010b).”
- **Tek yazarlı ve çok yazarlı kaynaklar:** Tek yazarlı kaynaklar önce sıralanır. Aynı yazarın farklı eş yazarlara sahip kaynakları ikinci yazarın soyadına göre alfabetik sıralanır. *Örnek:* “... (Esin, 1995; Esin & Özbal, 1998).”
- **Kaynakça Yazım Kuralları:** Kaynakça, ilk yazarın soyadına göre **alfabetik** olarak sıralanmalı ve aşağıdaki kurallar izlenmelidir:
 - 1) **Tek yazarlı yayınlar:** Yazarın soyadına göre sıralayın, ardından yayın yılına göre (en eskiden en yeniye doğru) düzenleyin.
 - 2) **İki yazarlı yayınlar:** İlk yazarın soyadına göre sıralayın, ardından ikinci yazarın soyadına göre ve son olarak yayın yılına göre sıralayın.
 - 3) **Üç veya daha fazla yazarlı yayınlar:** İlk yazarın soyadına göre sıralayın, ardından yayın yılına göre (en eskiden en yeniye doğru) düzenleyin. Ek yazarların sırası önemli değildir.

- Metinde atıfta bulunulan tüm çalışmalar “Kaynakça” başlığı altında listelenmelidir.
- Eğer mevcutsa, dergi makaleleri için mutlaka DOI numarası eklenmelidir (örn. “<https://doi.org/abc>”).
- Kişisel iletişimler ve yayımlanmamış çalışmalar yalnızca metin içinde belirtilmelidir ve kaynakçaya eklenmemelidir.

Dergi makalesi

Bickle, P. (2020). Thinking gender differently: New approaches to identity difference in the Central European Neolithic. *Cambridge Archaeological Journal*, 30(2), 201–218. <https://doi.org/10.1017/S0959774319000453>

Hansen, S., Mirtskhulava, G., & Bastert-Lamprichs, K. (2007). Aruchlo: A Neolithic settlement mound in the Caucasus. *Neo-Lithics*, 1, 13–19.

Pearson, J., & Meskell, L. (2015). Isotopes and images: Fleshing out bodies at Çatalhöyük. *Journal of Archaeological Method and Theory*, 22, 461–482. <https://doi.org/10.1007/s10816-013-9184-5>

Metin içi atıf: (Hansen vd., 2007; Pearson & Meskell, 2015; Bickle, 2020). Eğer sayfa numarası eklenecek ise: (Hansel vd., 2007, 16; Pearson & Meskell, 2015, 475; Bickle, 2020, 210–212).

Kitap / e-kitap

Dinçol, A. M., & Kantman, S. (1969). *Analitik arkeoloji: Denemeler*. Edebiyat Fakültesi Basımevi.

Peterson, J. (2002). *Sexual revolutions: Gender and labor at the dawn of agriculture*. AltaMira Press.

Metin içi atıf: (Dinçol & Kantman, 1969; Peterson, 2002).

Editörlü kitap & Kitap içi bölüm

Akkermans, P. M. M. G., & Schwartz, G. M. (Eds.). (2003). *The archaeology of Syria: From complex hunter-gatherers to early urban societies (c. 16,000–300 BC)*. Cambridge University Press.

Esin, U. (1995). Aşıklı Höyük ve radyo-aktif karbon ölçümleri. İçinde A. Erkanal, H. Erkanal, H. Hüryılmaz, & A. T. Ökse (Eds.), *İ. Metin Akyurt - Bahattin Devam anı kitabı. Eski Yakın Doğu kültürleri üzerine incelemeler* (ss. 135–146). Arkeoloji ve Sanat Yayınları.

Özkaya, V., & San, O. (2007). Körtik Tepe: Initial observations on cultural context based on findings. In M. Özdoğan & N. Başgelen (Eds.), *The Neolithic period in Turkey: New excavations and findings* (pp. 21–36). Archaeology and Art Publications.

Metin içi atıf: (Esin, 1995; Akkermans & Schwartz, 2003; Özkaya & San, 2007)

Çeviri kitabı

Foucault, M. ([1954]1992). Deliliğin tarihi. (M. A. Kılıçbay, Çev.). İmge Kitapevi.

Metin içi atıf: (Foucault, 1992)

Yüksek lisans & Doktora tezi

Kayacan, N. (2015). Anadolu’da Neolitik Dönem’de baskı tekniği ile taş yongalama: Uygulama, dağılım ve kültürel farklılıklar [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. İstanbul Üniversitesi.

Metin içi atıf: (Kayacan, 2015)



Submission and Style Guideline

Submission Criteria for Articles

The content of the manuscripts should meet the aims and scope of the Turkish Journal of Archaeological Sciences (cf. Aims and Scope).

Manuscripts may be written in Turkish or English. The translation of articles into English is the responsibility of the author(s). If the author(s) are not fluent in the language in which the article is written, they must ensure that the text is reviewed, ideally by a native speaker, prior to submission.

Each manuscript should include a Turkish and an English abstract of up to 200 words and five keywords in both Turkish and English. Citations should not be included in the abstract.

If the author(s) are not fluent in the language of the manuscript, a translation of the abstract and the keywords may be provided by the editorial board.

Manuscripts, figures, and other files should be sent via wetransfer or e-mail to archaeologicalsciences@gmail.com.

Submission Checklist

Each article must contain the following:

- Authors (please provide the name-last name and contact details of each author under the main title of the manuscript)
- Affiliation (where applicable)
- E-mail address
- ORCID ID

The manuscript should contain:

- Title
- Abstract (in English and Turkish)
- Keywords
- Text
- References
- Figures (when applicable)
- Tables (when applicable)

Style Guide

Manuscript Formatting

- Manuscripts should be written in Times New Roman 12-point font, justified and single-spaced. Please submit the manuscript as a word document.
- Words in foreign and ancient languages should be *italicized*.
- Titles and subtitles should appear in **bold**.
- Titles and subtitles should not be numbered, italicized, or underlined.
- Only the first letter of each word in titles and subtitles should be capitalized.

References

Cf.: In-Text Citations and References

- In-text citations should appear inside parenthesis (Author, year, page number).
- Footnotes and endnotes should not be used for references. Comments should be included in footnotes rather than endnotes.
- The footnotes should be written in Times New Roman 10-point font, justified and single-spaced, and should be continuous at the bottom of each page.

Figures and Tables

- Please provide a caption list for figures and tables following the references. Provide credits where applicable. Each figure and table should be referenced in the text (Figure 1, or Table 1), but please do not include figures in the text document.
- Each figure should be submitted separately as a jpg or tiff file.
- Images should be submitted in the dimensions in which they should appear in the published text and their resolution must be over 300 dpi.
- Please avoid editing the figures in Photoshop or similar programs but send the raw version of the figures if possible.
- Tables and graphs prepared in Excel should be sent as both PDF and Excel documents.

Dates and Numbers

- Please use BCE/CE and please avoid using dots without dots (i.e., BCE instead of BC or B.C.).
- Please use a dot for numbers and dates with 5 or more digits (i.e., 10.500 BCE).
- Please avoid using dots for numbers and dates with 4 or less digits (i.e., 8700 BCE).
- Please spell out whole numbers from 0 to 10 (e.g., “the floor was renewed eight times” instead of “the floor was renewed 8 times”).

Punctuation

- Please prefer em dashes (—) for parenthetical sentences: “Children were buried with various items, the adolescents—individuals between the ages of 12-19—had the most variety in terms of grave goods.”
- Please prefer an en dash (-) between page numbers, years, and places: 1989-2006; İstanbul-Kütahya.

Abbreviations

- Commonly used abbreviations:

Approximately:	approx.	Figure:	Fig.
Confer:	cf.	<i>Id est:</i>	i.e.
Circa:	ca.	<i>Exempli gratia:</i>	e.g.
Calibrated:	cal.		

Special Fonts

- If a special font must be used in the text (e.g., Greek or Arabic alphabet or hieroglyphs), the text in the special font and the original manuscript should be sent in separate PDF files.

In-Text Citations and References

Each article must include a reference list titled “References,” containing only works cited in the text, formatted according to APA 7. Ensure that every in-text citation has a corresponding entry in the reference list.

<https://apastyle.apa.org/style-grammar-guidelines/references/examples>

- **Direct Citation:** *Example:* “As Esin (1995) stated...”
- **Parenthetical Citation:** *Example:* “The analysis results indicate... (Esin, 1995).”
- **Multiple Citation in One Parenthesis:** Arrange by **publication year** and separate with semicolons. *Example:* “(Dinçol & Kantman, 1969; Esin, 1995; Özbal et al., 2004).”
- **Publications by the Same Author in Different Years:** List the author once and separate publication years with commas. *Example:* “(Peterson, 2002, 2010).”
- **Multiple Publications by the Same Author in the Same Year:** Add letters alphabetically to the publication year (e.g., “a,” “b”). *Example:* “(Peterson, 2010a, 2010b).”
- **Single and Multiple Authors:** List single-author works before multi-author works. For works by the same first author with different co-authors, arrange alphabetically by the second author’s last name. *Example:* “(Esin, 1995; Esin & Özbal, 1998).”
- **Reference List Formatting:** References should be arranged **alphabetically** by the last name of the first author, following these rules:
 - 1) **Single-author publications:** Order by the author’s last name, then by publication year (earliest to latest).
 - 2) **Two-author publications:** Order by the first author’s last name, then by the second author’s last name, and finally by publication year.
 - 3) **Publications with three or more authors:** Order by the first author’s last name, then by publication year (earliest to latest), regardless of additional authors.
- Include all publications cited in the text under the “References” heading.
- Always include DOI for journal articles in your reference list, if available. (e.g. “<https://doi.org/abc>”).
- Personal communications and unpublished works should only be mentioned in the text.

Journal article

Bickle, P. (2020). Thinking gender differently: New approaches to identity difference in the Central European Neolithic. *Cambridge Archaeological Journal*, 30(2), 201–218. <https://doi.org/10.1017/S0959774319000453>

Hansen, S., Mirskhulava, G., & Bastert-Lamprichs, K. (2007). Aruchlo: A Neolithic settlement mound in the Caucasus. *Neo-Lithics*, 1, 13–19.

Pearson, J., & Meskell, L. (2015). Isotopes and images: Fleshing out bodies at Çatalhöyük. *Journal of Archaeological Method and Theory*, 22, 461–482. <https://doi.org/10.1007/s10816-013-9184-5>

In-text citation: (Hansen et al., 2007; Pearson & Meskell, 2015; Bickle, 2020). If page numbers are required: (Hansen et al., 2007, 16; Pearson & Meskell, 2015, 475; Bickle, 2020, 210–212).

Book / eBook

Dinçol, A. M., & Kantman, S. (1969). *Analitik arkeoloji: Denemeler*. Edebiyat Fakültesi Basımevi.

Peterson, J. (2002). *Sexual revolutions: Gender and labor at the dawn of agriculture*. AltaMira Press.

In-text citation: (Dinçol & Kantman, 1969; Peterson, 2002).

Edited book & Book chapter

Akkermans, P. M. M. G., & Schwartz, G. M. (Eds.). (2003). *The archaeology of Syria: From complex hunter-gatherers to early urban societies (c. 16,000–300 BC)*. Cambridge University Press.

Esin, U. (1995). Aşıklı Höyük ve radyo-aktif karbon ölçümleri. İçinde A. Erkanal, H. Erkanal, H. Hüryılmaz, & A. T. Ökse (Eds.), *İ. Metin Akyurt - Bahattin Devam anı kitabı. Eski Yakın Doğu kültürleri üzerine incelemeler* (ss. 135–146). Arkeoloji ve Sanat Yayınları.

Özkaya, V., & San, O. (2007). Körtik Tepe: Initial observations on cultural context based on findings. In M. Özdoğan & N. Başgelen (Eds.), *The Neolithic period in Turkey: New excavations and findings* (pp. 21–36). Archaeology and Art Publications.

In-text citation: (Esin, 1995; Akkermans & Schwartz, 2003; Özkaya & San, 2007)

Translated book

Foucault, M. ([1954]2011). *Madness: The invention of an idea*. (A. Sheridan, Trans.). Harper Perennial Modern Thought.

In-text citation: (Foucault, 2011)

Dissertation & Thesis

Mosek, E. (2017). Team flow: The missing piece in performance [Doctoral dissertation, Victoria University]. Victoria University Research Repository.

In-text citation: (Mosek, 2017)

