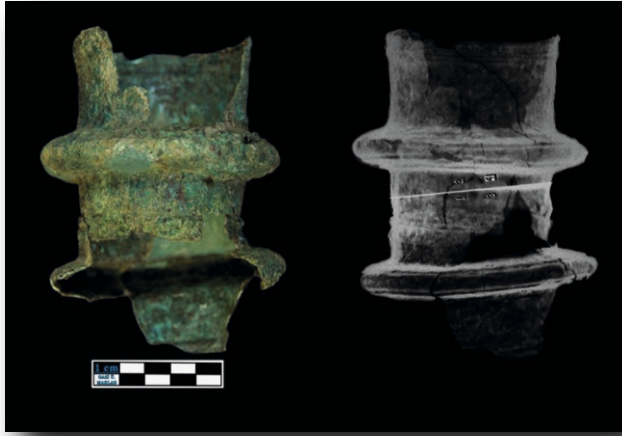


32

ARKEOMETRİ SONUÇLARI TOPLANTISI



T.C. KÜLTÜR ve TURİZM BAKANLIĞI
Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü





T.C

KÜLTÜR VE TURİZM BAKANLIĞI

Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü

32.

ARKEOMETRİ SONUÇLARI TOPLANTISI

23 -27 MAYIS 2016

EDİRNE

T.C

KÜLTÜR VE TURİZM BAKANLIĞI

Ana Yayın No : 3492

Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü

Yayın No : 177

YAYINA HAZIRLAYAN

Dr. Adil ÖZME



23 -27 MAYIS 2016 tarihlerinde gerçekleştirilen
32. Uluslararası Kazı, Araştırma ve Arkeometri
Sempozyumu,
Trakya Üniversitesi'nin katkılarıyla gerçekleşmiştir.

Kapak Fotoğrafı: Atalay KARATAK-ALİ AKIN AKYOL-Kaan İREN

Daskyleion Arkeolojik Alanı Metal Buluntuları Üzerine Arkeometrik ön
çalışmalar.

Mizanpaj : Teknisyen Sinan YILMAZ

ISSN : 1017-7671

*Not: Araştırma raporları, dil ve yazım açısından Dr. Adil ÖZME
tarafından denetlenmiştir. Yayımlanan yazıların içeriğinden yazarları
sorumludur.*

Edirne Trakya Üniversitesi Matbaa Tesislerinde Basılmıştır.

Edirne 2017

ARKEOLOJİK ÇÖMLEKLERDE ORGANİK KALINTI ANALİZLERİ: BALMUMU

Hadi ÖZBAL*

GİRİŞ

İnsan kültür tarihinin belirlenmesinin önemli bir yönü de beslenme alışkanlıklarının saptanmasıdır. Organik kökenli besin maddeleri kısa sürede çürüyerek yok olduğundan toplumların tüketim alışkanlıkları dolaylı olarak belirlenebilir. Kömürleşmiş bitki kalıntıları, tohumlar, çekirdekler ve hayvan kemikleri uzmanlar tarafından ayrıntılı incelenir. Analitik kimyada son zamanlarda uygulanan yöntemler sayesinde görsel buluntulara ek olarak besin maddelerinin depolanması, pişirilmesi, işlenmesi ve servisinde kullanılan çanak çömlek gibi malzemelerin yüzeyinde ve gözeneklerinde kalan eser miktarlarda varlığını koruyabilen organik besin kalıntıları incelenerek türlerinin belirlenmesi mümkün olmuştur (Evershed 2008a). Organik kalıntılar arasında hayvansal ve bitkisel kökenli lipitler, doğal parafinler, mumlar ve reçineler sayılabilir. Boğaziçi Üniversitesi Arkeometri Araştırma Merkezi'nde 2008 yılından beri özellikle Barcın Höyük ile Anadolu'nun çeşitli Neolitik ve Kalkolitik yerleşimlerinden sağlanan çömlek örneklerinde organik kalıntı analizi sürdürülmektedir (Gerritsen vd. 2010; Thissen vd. 2010; Özbal vd. 2012, 2013). Bu çalışmanın amacı çanak çömleklerdeki hayvansal kökenli lipit türlerini saptayarak prehistorik dönemde koyun, keçi, sığır ve domuz gibi evcilleştirilen hayvanların yayılma sürecini belirlemektir. Çalışma kapsamında günümüze kadar büyük bir çoğunluğu Neolitik olan çeşitli höyüklerden gelen toplam 1467 çömlek örneği incelenmiş, bunlardan 378 adedinde organik kalıntı saptanmıştır. Bunların 280 adedinde de kararlı karbon izotop analizi gerçekleştirilmiş ve bunlardan 103 adedinin sığır, koyun, keçi gibi geviş getiren hayvan doku yağı, 71 adedinin domuz gibi geviş getirmeyen doku yağı ve 106 adedinin de süt yağı olduğu belirlenmiştir. Lipit analiz sonuçlarına göre evcil hayvanların ve ikincil ürün olan sütün prehistorik Anadolu yerleşimlerinde

* Prof. Dr. Hadi Özbal, Boğaziçi Üniversitesi Kimya Bölümü, Bebek, 34342 İstanbul/TÜRKİYE, ozbal@boun.edu.tr

tüketilmesinin oldukça karmaşık olduğu anlaşılmaktadır. Bu çalışmanın önemli diğer bir yönü ise geniş getiren hayvanların süt ve yoğurt, peynir gibi ikincil süt ürünlerinin insanlar tarafından düşünülenden birkaç bin sene önce başladığının anlaşılmasıdır (Evershed vd. 2008b). Çalışmanın temelini oluşturan kuzeybatı Anadolu Bölgesi Barcın Neolitik yerleşiminde süt ve süt ürünlerini tüketen en eski toplum olduğu belirlenmiş ve çömleklerden özütlenen lipit türlerinin yarısından fazlasının süt olduğu belirlenmiştir. (Özbal vd. 2011)

Boğaziçi Üniversitesi'nde sürdürülen Anadolu Neolitik ve Kalkolitik çömleklerinde organik kalıntı analizleri sırasında lipit buluntularının yanı sıra 10 adedi Barcın'dan olmak üzere 16 balmumu kalıntısı gözlenmiştir (Tablo: 1). Bu sunumda Anadolu Neolitik yerleşimlerinden Barcın, Aşağıpınar, Ulucak, Ege Gübre, Yeşilova, Bademağacı ve Halaf Dönemi Tell Kurdu çömleklerinden elde edilen balmumu buluntuları değerlendirilecektir.

BALMUMU TARİHÇESİ

Ortadoğu ve Avrupa'da yaygın olarak bulunan arı türü *Apis Mellifera* dır. İspanya'nın Valencia yakınlarındaki Cuevas de la Arana mağarasında Mezolitik Döneme tarihlenen kaya resimleri bal toplama faaliyeti olarak yorumlanmıştır (Şekil: 1). Varlığı Neolitik Dönem çömleklerine kadar uzanan balmumu hidrofobik, plastik ve yapışkan özelliklerinden dolayı tarih boyunca yapıştırıcı, ilaç, kozmetik, su geçirmezlik, korozyon koruyucu, kandil yağı, mumyalama, yazı tableti, kayıp mum dökümü ve resim heykel gibi sanatsal alanlarda kullanılmıştır. (Huron vd. 1994, Evershed vd. 1997, Regert vd. 2001). Mélanie Roffet-Salque ve çalışma arkadaşları (2015) literatürde prehistorik dönemden beri arkeolojik çömleklerde bulunan balmumunun buluntu yerlerini gösteren dağılımları Harita 1'de, dönemleri de Şekil 2'de gösterilmiştir (Roffet-Salque vd. 2015). Bu çalışmada balmumu içeren en eski çömleklerden iki adedinin Çayönü'nün M.Ö. 7.binyıl tabakalarından, bir tanesinin de kesin olmamakla beraber Çatalhöyük'ten geldiği belirtilmiştir. Balmumu içeren çömlek buluntuları batıya doğru ilerledikçe M.Ö. 6. binyılda Aşağıpınar'dan başlayarak Balkan Neolitik yerleşimlerinde artış göstermiştir. Çömleklerde balmumu buluntusu LBK keramiklerinden anlaşıldığı üzere M.Ö. 6. ve 5. binyıllarında orta Avrupa'ya ve 4. ve 3. binyıllarında ise İngiltere'ye kadar ulaşmıştır (Roffet-Salque vd. 2015). Bu çalışmada görüldüğü gibi çömlekte en eski

220.....

balmumu örnekleri Anadolu'da bulunsa da sayıca çok azdır. Balmumu içeren çömlek sayısı batıya doğru gittikçe artmaktadır. Prehistorik Anadolu'da az sayıda balmumu içeren çömlek bulunması organik kalıntı analizlerinin azlığından olabilir. Ancak durum Tablo 1'de belirtildiği gibi Boğaziçi Üniversitesi'nde sürdürülen organik kalıntı analizleri sonucunda prehistorik Anadolu yerleşimlerinde de balmumunun yaygın olduğu anlaşılmıştır. Arkeolojik çömleklerde balmumuna rastlanma olasılığı çok nadirdir. Literatürde gözlenen sayı ortalama 100 çömlekte 1 civarındadır (Roffet-Salque vd. 2015). Aynı oran Boğaziçi Üniversitesi'nde sürdürülen organik kalıntı analizlerinde de görülmektedir. Balmumunun çömleklerde rastlanmasının nedeni hala tartışma konusu olmakla beraber en yaygın görüş çömleğin su geçirmezliğini artırmak olduğudur (Regert vd. 2001)

BALMUMUNU OLUŞTURAN BİLEŞİKLER VE DAĞILIMLARI

Oldukça karmaşık bir bileşik dağılımına sahip olan ve erime derecesi 62°C dolayında olan saf balmumunun en önemli bileşikleri düz zincirli C₂₃ – C₃₃ karbon arası tek karbonlu doymuş alkanlar (% 15) , C_{22:0} – C_{30:0} arası karbon aralığında çift karbonlu doymuş yağ asitleri (%12) ve 40 ve 52 arası karbon atomu içeren uzun karbon zincirli palmitat mum esterleri (%66), düz zincirli C₂₄ – C₃₄ arası çift karbonlu alkollerden (%1) ve C_{16:0} – C_{34:0} çift sayılı karbon içeren yağ asitlerinden (%12) oluşur (Regert 2001). Balmumu bileşiklerinin tanımı gaz kromatografisi ile gerçekleştirilir ve Şekil 3'te tipik bir örneği görülmektedir. Alkan, alkol, yağ asitleri ve mum esterlerinden oluşan homolog serilerde 27 karbonlu alkan, 24 karbonlu yağ asidi, 46 karbonlu mum esteri ve 30 karbonlu alkoller en fazla bulunan bileşiklerdir ve balmumunu tanımlamak için kesin biyomarkerdir (Aichl ve Lorbeer 1999, 2000). Ancak arkeolojik balmumu güncel balmumundan bazı farklılık gösterir. Bunun nedeni oldukça kararlı olmasına rağmen mum esterlerinin hidroliz nedeniyle azalarak palmitik asit ve düz zincirli çift karbonlu alkollere dönüşür. Ayrıca yüksek sıcaklık, kullanma ve çevre etkileri nedeniyle zaman içerisinde alkanların uçucu niteliklerinden dolayı miktarlarında azalma görülür.

ANALİTİK YÖNTEM

Bu çalışmada Evershed (2000) Regert (2005) tarafından geliştirilen organik kalını analizleri yöntemi uygulanmıştır. Bu yöntemde önce çömlek yüzeyi bir milim

kadar kazılarak olası kirleticilerden arındırılır. İki gram çömlek örneği toz haline getirildikten sonra kloroform:metanol (2:1) karışımı kullanılarak ultrason yardımı ile iki kez özütlendir. Elde edilen organik kalıntının varlığı uygun metil ester türevleri hazırlandıktan sonra gaz kromatografisi ile balmumunu oluşturan bileşiklerinin varlıkları miktarları belirlenir. Gereğinde gaz kromatografisi-kütle spektrometresi yardımı ile kalıntıda gözlenen tüm bileşiklerin niteliği ayrı ayrı belirlenerek kalıntının türü saptanır (Garnier vd. 2002).

PREHİSTORİK ANADOLU'DA BALMUMU

Çömleklerde balmumu bulunmasının nedeni tam olarak bilinmese de genellikle çömleğin su geçirmezliğini sağlamak için uygulandığı düşünülür (Regert 2001). Boğaziçi Üniversitesi'nde sürdürülmekte olan lipit analizleri çalışmalarında çömlek dokularında ve yüzey kalıntılarında varlığı belirlenen balmumu örneklerinin listesi Tablo 1'de sıralanmıştır. Söz konusu tabloda sıralanan ilk 1-12 sıra numaralı örneklerde balmumu çömlek dokusunda organik kalıntı analizi sırasında bulunmuştur. Organik kalıntı analizlerinde çömlek örneklerinin yüzeyleri kazınarak olası kirleticilerden temizlendiği için gözlenen balmumu kalıntısı çömlek dokusuna girmiş olanlardır. Ancak dokusunda balmumu kalıntısı bulunan çömleklerin iç yüzeyleri incelendiğinde bazılarında gözle görülebilir mertebede yüzey kalıntıları izlenmiştir. Resim 1'de Tell Kurdu çömlek örneğinin iç yüzeyi kaplamış olan kalıntı görülmektedir. Balmumu bulunan çömleklerin iç yüzey kalıntıları kazılarak elde edilen tozlara standart organik kalıntı analizi uygulanmış ve üç çömlek dışında yüzey kalıntılarında çömleğin dokusunda bulunandan çok daha fazla balmumu bulunmuştur (Tablo: 1). Hem çömlek yüzeyinde, hem de dokusunda balmumu kalıntısının bulunması bu çömleklerin balmumu ile ilgili işlemlerde kullanılmış olabileceği düşünülebilir. Ancak balmumu kalıntısı içeren çömlekler tipolojik olarak bir benzerlik göstermemiştir. Kâse, kupa ve pişirme kabı gibi her türlü çömlekte balmumu kalıntısının gözlenmesi çömleğin kullanım amacına bakmadan olağan bir işlem olarak uygulandığı algılanabilir (Mayyas 2012).

Bu hususta bir fikir edinmek amacı ile çömlek iç dokusundan hiçbir organik kalıntı bulunmayan diğer 16 Barcın çömleğinin iç yüzeyleri kazınarak elde edilen tozlara organik kalıntı analizi uygulanmış ve bunlardan dört adedinde oldukça yüksek oranda balmumu kalıntısı bulunmuştur. Örnekler Tablo 1'de 13,14,15 ve 16

sıra numaralı olarak gösterilmiştir. Bu sonuç çömlleklerin belki balmumu içeren bir işlemde kullanılmadığını ve sadece çömlleğin su geçirgenliğini azaltmak için uygulandığı izlenimi verebilir. Bu amaçla yapılan diğler bir çalışma ise iç yüzeyinde 52 µg/g balmumu biyomarkerleri gözlenen ve Tablo 1’de 6 sıra numaralı BH37686 Barcın örneğinin dış yüzey kazıntısının da organik kalıntı analizi ayrı olarak yapılmış ve 72 µg/g balmumu kalıntısı bulunmuştur (Resim: 2). Çömlleğin dış yüzeyinde de balmumunun gözlenmesi işlemin dekoratif amaçlı olabileceğini de yansıtabilir. Bu nitelikte bir dizi analiz planlananmış olup daha kesin bir sonuca ulaşmak hedeflenmektedir.

Çömllekler balmumu ile kaplandıktan sonra günlük yemek pişirme, depolama ve servis işlemlerinde kullanılması halinde özellikle hayvansal nitelikli lipitlerin de çömllek dokusuna geçmesi ve dolayısıyla balmumu kalıntıları ile birlikte elde edilmesi beklenir. Bilindiğı gibi çömlleklerde hayvansal kökenli lipit kalıntıları özellikle stearik asit ile mono- di- ve trigliseritliğin türü bileşiklerin varlığı ile anlaşılır. Çalışmada dokusunda balmumu bulunan 12 çömlleğin oldukça saf ve lipit kalıntısının çok az ya da hiç bulunmadığı gözlenmiştir. Çömllek dokusu analizleri çömlleklerin yüzeylerinin kazınarak temizlendikten sonra özütlendiğinden balmumu kalıntılarının saf olması beklenir. Öte yandan çömllek dokusunda az miktarda balmumu bulunan ancak ağırlıklı olarak hayvansal kökenli lipit kalıntısının varlığı gözlenen BH 34789 numaralı Barcın örneğinin izotop analizinde yapılmış ve bunun süt kökenli olduğu belirlenmiştir. Çömllek balmumu işleminden sonra süt veya süt ürünü hazırlamada kullanılmış olması gerekir. Doku analizlerinde olduğu gibi yüzeyi temizlenmeden yüzey kazıntısında balmumu bulunan örneklerin çok daha fazla lipit kökenli bileşikler içerdığı görülmüştür. Balmumu dışındaki organik kalıntı işlevsel olabileceğı yüzeyssel olduğundan gibi gömülü olduğu ortamdaki da kaynaklanabilir. BH 37686 numaralı Barcın çömlleğinde balmumu kalıntısının yanı sıra önemli miktarda lipit kökenli palmitik ve stearik asit ve di- ve tri-gliseritlerin varlığı görülmektedir (Şekil 4). Şekil dörtte önemli oranda stearik asidin yanı sıra di- ve tri- gliseritlerde vardır.

ARKEOLOJİK BALMUMUNUN TANIMLANMASI

Balmumunun Sekil 4’te görüldüğü gibi alkanlar, alkoller ve mum esterleri olarak belirlenen üç ana bileşen dizilerinin dağılımı ve miktarları elde edilen gaz

kromatografi çıktıları çok karmaşık olduğundan değerlendirilmesi zordur. Balmumunda alkan, alkol ve mum esterlerinin miktarlarının dağılımı (Şekil: 5) görüldüğü gibi sıralandığında örneğin geçirdiği kullanım süreçleri daha net olarak anlaşılmaktadır. Şekil 5'te birinci kolondaki diziler saf güncel balmumu bileşiklerinin miktar dağılımıdır. Üst grafik alkanların dağılımını, ortadaki grafik alkoller, alttaki grafik ise mum esterlerinin miktar dağılımı görülür. Saf ve güncel balmumunda mum esterlerinin hidrolize uğramadığından ortadaki grafikte alkollerle ilgili herhangi bir dağılım görülmemektedir. Alkoller bilindiği gibi mum esterlerinin uzun zaman içerisinde hidrolize uğrama sonucu oluşur. Diğer grafikler ise sırasıyla Aşağıpınar (AP80), Barcın Höyük (BH3181), Ege Gübre (EG40), Bademağacı (BA01-1) ve Ulucak (U65) çömlek dokularından elde edilen arkeolojik balmumu bileşiklerinin miktar dağılımı gösterilmektedir. Beklendiği gibi arkeolojik balmumu bileşiklerinin miktar dağılımı güncel balmumundan farklıdır ve orta grafiklerde görüldüğü gibi önemli oranda alkollerin meydana gelmiştir. Diğer önemli fark ise mum esterlerinin miktar dağılımı görülen üçüncü grafiklerde önemli bir azalma olmasıdır. Daha önce belirtildiği gibi azalma çömleğin işlevsel kullanımı ve zaman içerisinde gömülü olduğu sürede mikrobiyolojik ve kimyasal hidroliz nedeniyle mum esterlerin Şekil 5. Ege Gübre örneğinde hiç mum esteri kalmamıştır. Arkeolojik örneklerde alkanların varlığını ve dağılımlarını yansıtan birinci sıradaki grafiklerde bir miktar azalma ve dalgalanma izlenmektedir. Alkanlarda gözlenen azalma ve dalgalanma ise çömleğin yüksek sıcaklıklara maruz kalması ve gömüldüğü ortam koşulları nedeniyle uzaklaşmalarıdır.

SONUÇ

Prehistorik dönemden beri hidrofobik, yapışkan ve plastik özelliklerinden dolayı balmumunun yaygın olarak çok çeşitli amaçlarla kullanılmıştır. Kandil yakıtı, mumyalama gibi bazı özel uygulamalar dışında, balmumu yoğunlukla çömleklerde organik kalıntı olarak gözlenmiştir. Balmumunun işlenme ve depolanma aşamalarında çömlek dokuna bulaşması doğaldır. Ancak her türlü çömlekte balmumuna rastlanması onun işlenme ve depolanma işlevinin ötesinde bir amaca da hizmet ettiği anlaşılmaktadır. En yaygın görüş çömleğin su geçirgenliğinin azaltmak için kullanıldığıdır. Ancak çömleğin tipolojisine bakmadan çömleğin dokusunda, iç ve dış yüzeyinde de bulunması nedeniyle balmumu başka amaçlarla da kullanılabilir.

Olası kullanım amaçlarının daha ayrıntılı bir şekilde anlaşılabilmesi amacı ile Barcın Neolitik dönem çömleklerinin iç ve dış yüzeylerindeki olası kalıntılar Boğaziçi Üniversitesi Arkeometri Laboratuvarı'nda analizleri yapılarak sonuçlar çömlek tipolojisi ile olası ilişkiler incelenecektir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmaya çömlek sağlayan aşağıda isimlerini sıraladığım değerli kazı başkanlarına sonsuz teşekkür ederim. Barcın Höyük (Fokke Gerritsen), Bademağacı (Gülsün Umurtak ve Refik Duru), Aşağıpınar (Mehmet Özdoğan), Tell Kurdu (Rana Özbal Gerritsen ve Aslıhan Yener), Ulucak (Özlem Çevik), Yeşilova Höyük (Zafer Derin), Ege Gübre Höyük (Haluk Sağlamtimur), Yenikapı ve Pendik (Zeynep Kızıltan), Güvercin Kayası (Sevil Gülçur). Ayrıca örneklerin analizlerini gerçekleştiren çok sayıda Boğaziçi Üniversitesi Kimya Bölümü öğrencilerine teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

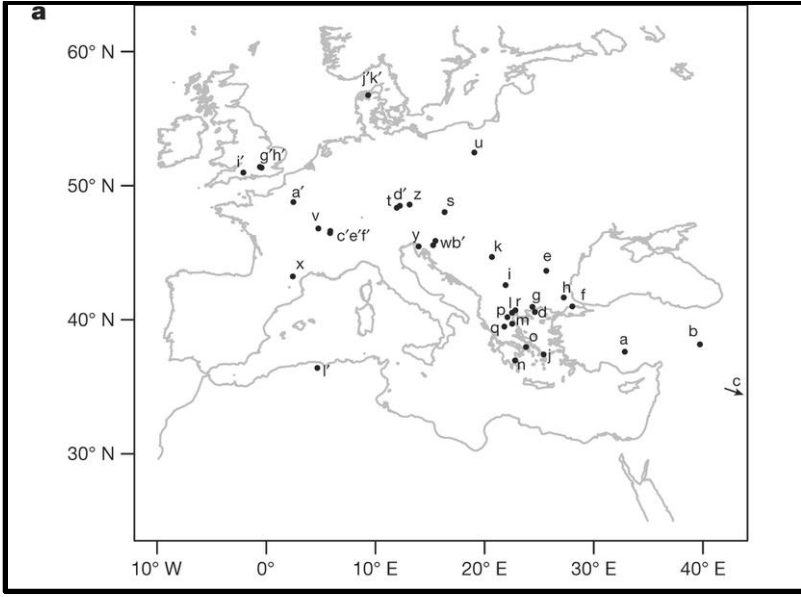
- AICHHOLZ, R., LORBEER, E., 1999, "Investigation of combwax of honeybees with high-temperature gas chromatography and high-temperature gas chromatography-chemical ionization mass spectrometry I", *Journal of Chromatography A*, Cilt 885, 601-615.
- AICHHOLZ, R., LORBEER, E., 2000, "Investigation of combwax of honeybees with high-temperature gas chromatography and high-temperature gas chromatography-chemical ionization mass spectrometry II", *Journal of Chromatography A*, Cilt 883, 75-88.
- EVERSHED, R.P., 2000, "Biomolecular Analysis by Organic Mass Spectrometry" in *Modern Analytical Methods in Art and Archaeology*, Ed. E. Ciliberto ve G. Spoto, John Wiley & Sons Inc. NY, Chapter 4.
- EVERSHED, R.P., 2008a, "Organic Residue Analysis in Archaeology: The Archaeological Biomarker Revolution", *Archaeometry*, Cilt 50, s. 895-924.
- EVERSHED, R.P., VAUGHAN, S.J., DUDD, S.N., SOLES, J.S., 1997, "Fuel for thought? "Beeswax in lamps and conical cups from Late Minoan Crete"" *Antiquity*, Cilt 71, s. 979-985.

- EVERSHED, R.P., PAYNE, S., SHERRATT, A.G., COPLEY, M.S., COOLIDGE, J., UREM-KOTSU, D., KOTSAKIS, K., ÖZDOĞAN, M., ÖZDOĞAN, A.E., NIEUWENHUYSE, O., AKKERMANS, P.M.M.G., BAILEY, D., ANDREESCU, R.-R., CAMPBELL, FARID, S., HODDER, I., YALMAN, N., ÖZBAŞARAN, M., BIÇAKÇI, E., GARFINKEL, Y., LEVY T., AND BURTON, M.M., 2008b. "Earliest date for milk use in the Near East and southeastern Europe linked to cattle herding", *Nature*, Cilt 455, S. 528–531.
- GARNIER, N., CREN-OLIVE, C., RONALDO, C., REGERT, M., 2002, "Characterization of Archaeological Beeswax by Electron Ionization and Electrospray Ionization MAss Spectrometry", *Analytical Chemistry*, Cilt 74, s. 4868-4877.
- GERRITSEN F., ÖZBAL, R., THISSEN, L., ÖZBAL, H., GALIK, A., 2010, "The late Chalcolithic settlement of Barcın Höyük", *Anatolica*, Cilt 36, s. 197-225.
- HERON, C., NEMCEK, N., BONFIELD, K.M., DIXON, D., OTTOWAY, B.S., 1994, 'The Chemistry of Neolithic Beeswax', *Naturwissenschaften*, Cilt 81, s. 266-269.
- MAYAS, A.S., AL-QUDAH, M.A., DOUGLAS, K.A., AL-AJLOUNY, F.K., 2012, "Beeswax preserved in archaeological ceramics: Function and use", *Annals of the Faculty of Arts*, Ain Shams University, cilt 40, July-Sept. 343-371.
- ÖZBAL, H., TÜRKEKUL-BIYIK, A., THISSEN L., DOĞAN, T., GERRITSEN, F., ÖZBAL, R., 2011, "Sütçülerin Öncüleri: Barcın Höyük Keramiklerinde Süt Kalıntıları", *26. Arkeometri Sonuçları Toplantısı*, s. 307-317.
- ÖZBAL, H., TÜRKEKUL-BIYIK, A., THISSEN L., DOĞAN, T., GERRITSEN, F., ÖZBAL, R., 2012, "M.Ö. 7. "Binyılda Barcın Höyük'te Süt Tüketimi Üzerine Yeni Araştırmalar", *27. Arkeometri Sonuçları Toplantısı*, s. 15 – 32.
- ÖZBAL, H., THISSEN L., DOĞAN, T., GERRITSEN, F., ÖZBAL, R., TÜRKEKUL-BIYIK, A., 2013, "Neolitik Batı Anadolu Yerleşimleri Çanak Çömleklerinde Organik Kalıntı Analizleri", *28. Arkeometri Sonuçları Toplantısı*, s. 105-114.
- REGERT, M., COLINART, S., DEGRAND, L., DECAVALLAS, O., 2001. "Chemical alteration and use of beeswax through Time: Accelerated ageing tests and analysis of archaeological samples from various environmental contexts", *Archaeometry*, cilt 43, s.549-569

- REGERT M., LANGLOIS, J., COLINART, S., 2005, "Characterization of wax Works of art by gas chromatography procedures", *Journal of Chromatography A*, cilt 1091, s. 124-136.
- ROFFET-SALQUE, M., EVERSHED, R.P., CRAMP, L.J.E., DUNNE, J., MILETO, S., PAAKÖNEN, M., SMYTH, J., SPBRL, O., WHELTON, H.L. VD. 2015, "Widespread exploitation of the honeybee by early Neolithic farmers", cilt 527, s. 226-231.
- THISSEN, L., ÖZBAL, H., TÜRKEKUL-BIYIK, A., GERRITSEN, F., ÖZBAL, R., 2010, "The land of milk? Approaching dietary preferences of Late Neolithic communities in NW Anatolia", *Leiden Journal of Pottery Studies*, Cilt 26, s. 157-172.

	Yerleşim	Örnek No	Doku µg/g	Yüzey µg/g
1	Barcın	BH3181	24	iz
2	Barcın	BH10117	7	98
3	Barcın	BH34755	5	iz
4	Barcın	BH34762	11	65
5	Barcın	BH34789	11	120
6	Barcın	BH37686	10	52
7	Aşağıpınar	AP84	49	816
8	Bademağacı	BA01-1	46	83
9	Ege Gübre	EG40	7	İz
10	Ulucak	U65	19	744
11	Tell Kurdu	TK2825-4	30	173
12	Yeşilova	YH25	8	5
13	Barcın	BH10164	0	284
14	Barcın	BH19930	0	112
15	Barcın	BH34775	0	60
16	Barcın	BH34792	0	31

Tablo 1: Arkeolojik çömlleklerin doku ve yüzeylerinden elde edilen balmumu miktarları.



Harita 1: Prehistorik balmumu buluntularının bölgesel dağılımı (Roffet-Salque vd. 2015).



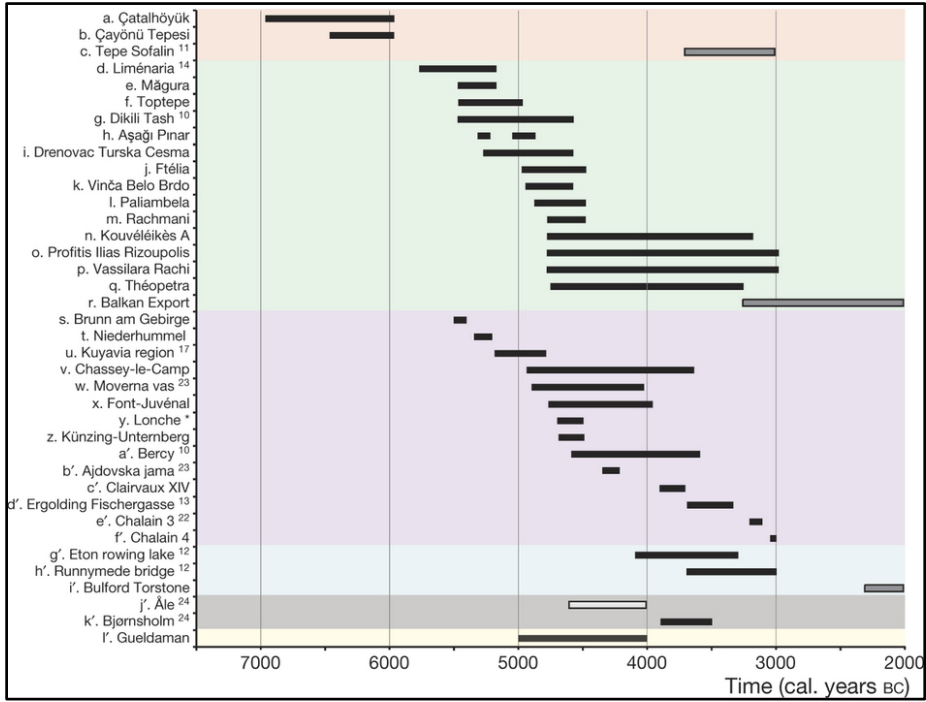
Resim 1: Tell Kurdu çömleğinin iç yüzeyinde balmumu kalıntıları.



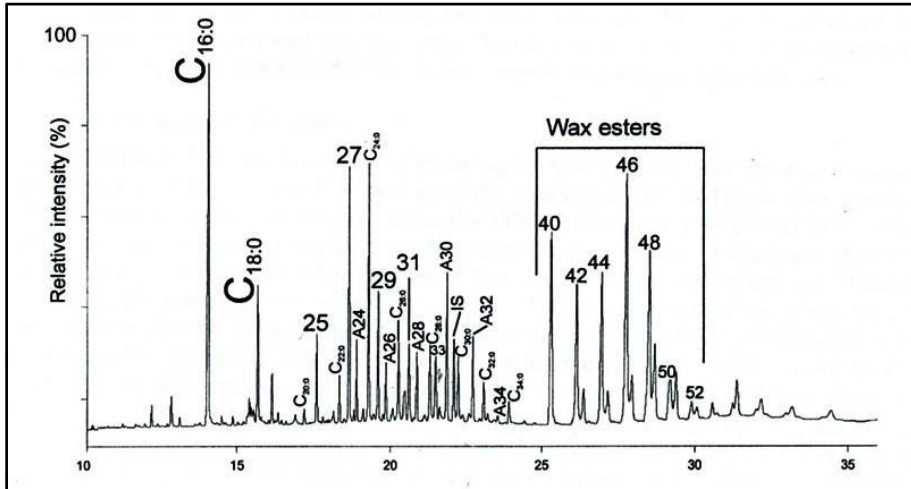
Resim 2: Barcın BH 37686 numaralı çömlek örneğinin kazılmış dış yüzey görüntüsü.



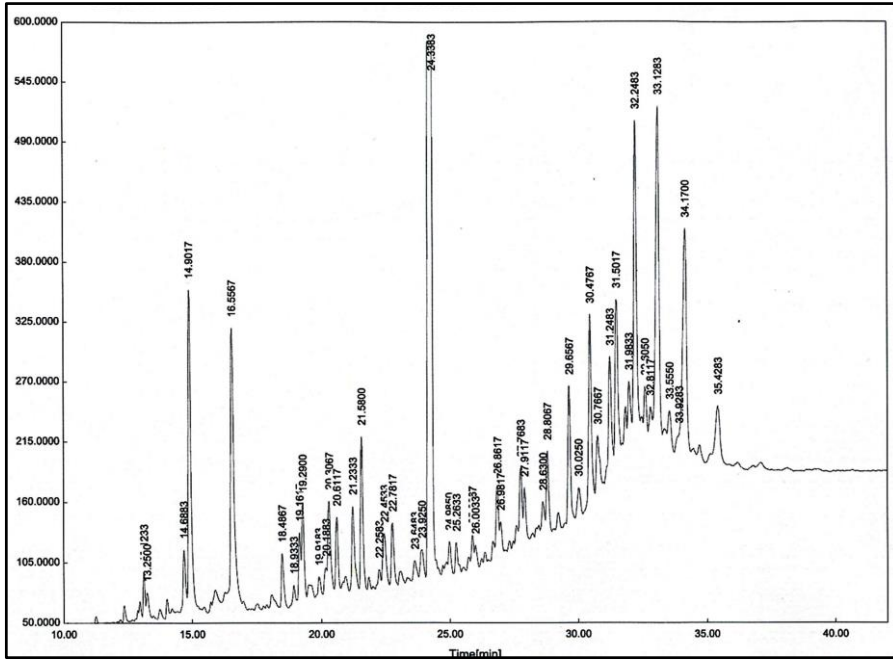
Şekil 1: İspanya Valencia yakınında Cuevas de la Arana Mağarası'nda bal toplama betimlemesi (Wikimedia Commons).



Şekil 2: Prehistorik balmumu buluntularının dönemsel dağılımı (Roffet-Salque vd. 2015)



Şekil 3: Balmumunun gaz kromatografi çıktısı.



Şekil 4: Barcın BH37686 numaralı çömlek örneğinin iç yüzey kazıntısının organik kalıntı dağılımı.

