

ANTİK ÇAĞ AMPHORALARININ GIDA AMBALAJILAMA TEKNOLOJİSİNDEKİ ÖNEMİ

THE IMPORTANCE OF ANCIENT AGE AMPHORES IN FOOD PACKAGING TECHNOLOGY

Dr.Öğr.Üyesi Tuğba GÜNGÖR ERTUĞRAL

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Gıda Teknolojisi Bölümü, Çanakkale/Türkiye.

ORCID ID: 0000-0002-1306-3399

Öğr.Gör. Öznur TANRIVER

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Müzecilik ve Kültürel Miras Yönetimi Bölümü, Çanakkale/Türkiye.

ORCID ID: 0000-0002-1521-5843

Reference Güngör Ertuğral, T. & Tanrıver, Ö. (2020). "Antik Çağ Amphoralarının Gıda Ambalajilama Teknolojisindeki Önemi", Academic Social Resources Journal, (e-ISSN: 2636-7637), Vol:5, Issue:19; pp:636-645

ÖZET

İki kulplu kap anlamında kullanılan amphora, geniş karınlı, sivri dipli veya geniş kaideli olarak antik çağ ve günümüzde farklı tip ve formda kullanılan pişmiş toprak kaplardır. En erken örneklerinin, Batı Anadolu ve Ege'nin bazı adalarında Erken Tunç Çağ'ından itibaren ve Troia antik kentinde İ.Ö. 3.bine kadar uzandığı düşünülen amphoralar gıda muhafazası amacıyla kullanılmış oldukça önemli antik dönem ambalaj türüdür. Bu çalışmada, amphoralar, kimyasal yapı benzerliği (SiO₂ ve Al₂O₃, Fe₂O₃, CaO ve MgO) olan ateş tuğlaları ve seramik sırlı malzemeleri ile karşılaştırılmış, duyulur ısı depolama özelliği gösteren; sıcaklık yükselmelerinde ve düşüşlerinde ortam ısısını depolayarak şarap ve zeytinyağının depo sıcaklığını koruyabilen nanoteknolojik bir materyal olduğu, ayrıca dip kısmına doğru daralan ve sivri tabanın zeytinyağı, şarap tortularını burada sıkıştırarak toplayabilirliği ve iyi bir sıvı dekantasyon aracı olma özellikleri ile birlikte fonksiyonel bir gıda ambalaj kabı olduğu açıklanmaya çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Amphora, Gıda Muhafazası, Ambalajlama, Duyusal Isı Depolama

ABSTRACT

Amphora, which means two-handled vessel, is a terracotta vessel with a wide belly, a pointed bottom or a wide base, used in ancient times and today in different types and forms. The earliest examples are found in Western Anatolia and some islands of the Aegean from the Early Bronze Age and in the ancient city of Troy, amphoras, which are thought to date back to the 3.000 B.C., are very important antique packaging type used for food preservation. In this study, amphoras were compared with fire bricks and ceramic glaze materials with chemical structure similarities (SiO₂ and Al₂O₃, Fe₂O₃, CaO and MgO), showing sensible heat storage characteristics; It is explained that it is a nanotechnological material that can preserve the storage temperature of wine and olive oil by storing the ambient temperature in temperature rises and decreases, and that the bottom narrowing and tapering towards the bottom is a functional food packaging container with the ability to squeeze olive oil and wine residues here and to be a good liquid decantation tool.

Key Words: Amphora, Food Storage, Packaging, Sensible Heat Storage

1. GİRİŞ

Grekçe bir kelime olan "amphora" (ἀμφιφορεύς – ἀμφορεύς), 'karşılıklı ve çift kulplu' anlamındaki "amphi" (Grekçe ἀμφί) ile 'taşımak' anlamında kullanılan "pherein/pheros" (Grekçe φέρειν) kelimelerinin birleştirilmesinden türemiştir (Lidell, Scott 1891: 46; Simpson, 1854: 41; Doğer, 1991: 7). İki kulplu kap anlamında kullanılan amphora, geniş karınlı, sivri dipli veya geniş kaideli olarak antik çağ ve günümüzde değişik tip ve form içeren pişmiş toprak kaplardır. Sıvı ürünlerden çoğunlukla zeytinyağı, şarap, sos gibi maddeler yanında, tahıl, balık, bal, incir gibi katı ürünlerin

saklanması veya taşınmasında kullanılmıştır (Doğer, 1991: 7-8; Tekçam, 2011:15). Amphora kelimesi, Antik Dönem yazarlarından Homeros tarafından *Odyseia* adlı eserinde “Odysseus’un gemilerinde kumanyaları amphoralar ile taşıdığı” şeklinde kullanılmıştır (Homeros, 1981: 290). Bunun dışında, İ.Ö. 2. bin yılda Myken Dönemine ait olan Linear B tabletlerinde amphorayı temsil eden iki kulplu kap şekli görüldüğü belirtilmektedir (Grace, 1961: 19). İki kulplu kap formu, Roma Döneminde ‘*amphoras*’ olarak isimlendirilirken, Erken Hıristiyanlık Döneminde ‘*kouphon*’, Bizans Döneminde ise, ‘*meagara*’ şeklinde adlandırılmıştır (Aktaş, 2015: 11). Amphoraların en erken örneklerinin, Batı Anadolu ve Ege Adalarının bazılarında Erken Tunç Çağından itibaren kullanıldıkları bilinirken, Troia’da İ.Ö. 3.bine uzanan ve yüksekliği 50 cm. civarında olan çift kulplu testilere rastlandığı söylenmektedir (Callender, 1965: 4). İ.Ö. 2. binin başlarından itibaren, Doğu Akdeniz ticaretinin başlamasıyla birlikte özellikle uzun mesafede dayanabilecek kaplara olan ihtiyaç artmış depolama ve taşıma amacıyla kullanılan ilk amphoraların, İ.Ö. 1600-1500 tarihlerinde Kenaanlular tarafından üretildikleri belirtilmiştir. Bu amphoralar, yumurta formunda gövdeleri, dar ağızları, oldukça kısa boyunları ve çift kulpları ile bilinmektedir (Grace, 1961: 6-9; Alpözen-Özdaş-Berkaya, 1995: 35). İ.Ö. 8. yüzyıldan itibaren Doğu Akdeniz’de ticari faaliyetleri artan Greklerin, bu dönemde bölgede ticari hakimiyeti bulunan Fenikelileri zayıflattıkları ve bu yüzyıldan sonra Akdeniz’de Fenike, Grek, Etrüsk amphoralarının görülmeye başladıkları söylenmektedir (Doğer, 1991: 11). Amphoraların hangi kente ait olduğu, kulplarına ve boyunlarındaki form farklılığına bakılarak ayırt edilir (Doğer, 1991: 11). Bilinen ilk Grek ticari amphoraların Akdeniz’de, İ.Ö. 8. yüzyılın son çeyreği ile 7. yüzyılın başlarında görüldükleri ve bu tarihten itibaren İ.Ö. 6. yüzyılın ortalarına kadar Yunanistan ve Batı Anadolu kıyılarından başlayan koloni hareketleri ile Sicilya, Güney İtalya, Marmara ve Karadeniz’e kadar yayıldıkları bilinmektedir (Doğer, 1991: 13). Aynı zamanda, İonia ve Aiolis kentleri olan Samos, Lesbos, Khios, Miletos ve Klazomenai, şarap ve zeytinyağı ihracı için kendi formlarını üretmişlerdir. Bu bağlamda, İ.Ö. 4. Yüzyıl sonu ve İ.Ö. 3. Yüzyıl başlarında Ege ve Doğu Akdeniz’de bol şarap üretimi, ticari amphora yayılımını oldukça güçlendirmiştir. Zira, Knidos, Rhodos ve Kos adalarının da kendi formlarını üretmede oldukça önemli oldukları anlaşılmaktadır (Peacock-Williams, 1986; Alpözen-Özdaş-Berkaya, 1986). İ.Ö. 5. ve 3. yüzyıllar arasında ise, Thasos amphoralarına, Ege ve Karadeniz kıyı kentlerinde görüldükleri ve aynı zamanda, bu dönemde, Doğu Akdeniz’in yoğunlukla şarap ve amphora üretiminde oldukları belirtilmektedir. İ.Ö. 3.yüzyıldan itibaren İtalya, İspanya, Fransa, Libya, Tunus ve Cezayir gibi kentlerin de kendilerine özgü farklı form ve hamur özelliklerine sahip üretimler yaptığı söylenmektedir (Doğer, 1991: 15). İ.S. 2. yüzyılda başlayan ahşap fıçı kullanımının Ege, Filistin ve Kuzey Afrika’ya ulaşmadığından dolayı bu bölgelerde ticari amphora üretiminin İ.S. 7. yüzyıla kadar devam ettiği belirtilmektedir. İ.S. 9. ve 13. yüzyıllar arasında ise, gövdeleri yivli amphoraların kullanımı Doğu Akdeniz ve Ege kıyılarında devam ettiği belirtilmektedir (Doğer, 1991: 29).

Antik Dönemde özellikle deniz ticaretinde oldukça yaygın kullanılan ve vazgeçilmez lojistik materyali olan amphoraların, taşıdıkları ürünlerin korunması ve bozulmaması için farklı yalıtım sistemleri kullanıldığı anlaşılmaktadır. Dolayısıyla, pişmiş toprak amphoraların içindeki sıvının sızma ve bozulmasına yönelik seramik ustalarının, üretim aşamasında bazı teknikler kullandıkları belirtilmektedir. Amphoralar morfolojik ve nanoteknolojik özellikleri ile incelendiğinde fonksiyonel bir ambalaj materyali olma özelliğindedir. 2000 yılı aşkın süredir kullanılan amforaların daha büyük kapasitede yapmak için tasarımı geliştirilmiş teknolojiler ve gemiler kullanılmıştır.

Amphoraların materyal yapısındaki bileşikler nedeniyle termal enerji depolayabilen, fiziksel özellikleri ile de gıdanın yapısını iyileştirici yönde etki sağlayabilen nitelikte olduğu söylenebilir. Isı enerjinin depolanması bir mühendislik uygulamasıdır. Bu çalışmada antik çağda gıda lojistiğinde kullanılan amphoraların kimyasal ve fiziksel özelliklerinin ambalajlama teknolojisindeki önemi; nanoteknolojik yapıda termal enerji depolama özelliği ve morfolojik yapısının gıda muhafazasına etkileri ele alınmıştır. Özellikle amphoraların fonksiyonel ambalaj olarak zeytinyağı ve şarap muhafazasındaki rolü incelenmiştir.

2. GIDA AMBALAJLAMA TEKNOLOJİSİNDE AMPHORALAR

2.1. Amphoraların Morfolojik Özelliklerinin Gıda Ambalaj Teknolojisindeki Rolü

Amphoralar, net 7 litre ile 80 litre (yani 2 ila 20 galon arası) arasında hacme sahiptir. Özellikle sıvı gıdalar için ambalajın verimliliği, net hacim/ağırlık oranının maksimize edilmesinde önemlidir. Amforalarda sivri tabanın nedeninin, büyük bir tabanın ağırlığını dengelemek amacıyla yeterli dar ağırlığı yakalamak ve bu amaçla üretim maliyetini düşürmek olduğu söylenebilir (Şekil 1). En kullanışlı amforalar, ince duvar yapısına sahip büyük hacimli amphoralardır. Yumurtaya benzer şekli ile yapısal olarak çok güçlüdür. Amphoralar statik ve dinamik yükleri dağıtan daire şekilleri ile çarpma şokunu yayabilir. Bazı amphoralar ise saman kullanılarak örgü sepet modelinde güçlendirilmiştir. Bu durum günümüzde geleneksel olarak chianti kaplayan sepetlere benzetilebilir (Twede, 2002). Ayrıca amforalarda sivri tabanlı olma sebebi (şekil 3,5,6,8) uzun süren seyahatlerde zeytinyağı ve şarap tortularının burada birikmesini sağlamak, sıvı içine dağılmasını önlemek ve aktarım sırasında daha berrak bir ürünün elde edilmesini kolaylaştırmak olarak açıklanabilir.



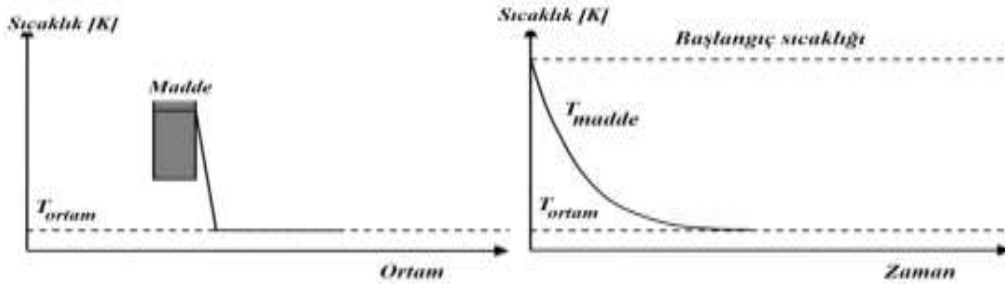
Şekil 1. Rodos, Knossos, Chios ve Roma'dan Amforalar (Twede, 2002).

2.2. Toprak Esaslı Materyallerde Duyulur Isı Depolama

Isıl enerji depolama; duyulur ve gizli ısı depolama olarak iki şekilde ele alınmaktadır. Maddedeki sıcaklık değişimi ile ısının depolanmasına "duyulur ısı depolama", faz değişimi ile depolanmasına "gizli ısı depolama" denir. Su, hava, yağ, kayaç, tuğla, kum ve toprak gibi materyaller duyulur ısı depolayabilir. Amphoraların pişmiş toprak kaplar olması nedeni ile duyulur ısı depolamada önemli bir ambalaj malzemesi olduğu söylenebilir. Depolanın enerji; sıcaklık farkı, depolama elemanı miktarı ve ısı kapasitesi ile orantılıdır. Duyulur ısı depolamada materyalin *ısı kapasitesinin yüksekliği*, yanma ve alevlenme özelliğinin olmaması, uzun zaman (10-15 yıl) özelliklerini muhafaza edebilmesi, zehirli ve korozif olmaması beklenir. Aynı zamanda depolama malzemesinin kolay temin edilebilen ve ucuz bir materyal olmalıdır (Gunerhan & Hepbasli, 2005). Duyulur ısı depolama yönteminde enerji, depo ortamının sıcaklığının (örneğin su, hava, yağ, kaya yatakları, tuğlalar, seramik tuğlalar, kum veya toprak) değişmesi sırasında depolanır (Dinçer vd., 1997). Kayaçlar arasındaki termal özelliklerin değişimi incelendiğinde, kayada bulunan minerallerin ve safsızlıkların oranına, kayaların farklı jeolojik yaşlarına ve kaynak yerindeki farklılıklara bağlı olarak duyusal ısı depolamanın değiştiği görülmüştür (Stylianou vd., 2016). Kuvarsit kaya, silisyum karbür seramik, yüksek sıcaklık beton, dökme demir ve alümina seramiği içeren beş depolama malzemesi üzerinde, beş malzemenin yaklaşık olarak aynı etkili boşaltma verimine sahip olduğu saptanmıştır (Xu vd., 2013). Termal enerjinin; katı ya da sıvı fazdaki maddenin ısı depolama kapasitesinden faydalanılarak depolanmasıdır. Isı depolama özeliğindeki materyalin sıcaklığının artırılması suretiyle ısı enerjisi duyulur ısı formunda depolanabilir. Duyulur ısı depolama sırasında ortam sıcaklığı değişir. Depolanın ısı enerjisi miktarı; ortamın özgül ısısına C_p , sıcaklık değişimine $\Delta T (T_{son}-T_{ilk})$ ve depolama maddesinin miktarına (m) bağlıdır (1), (Sarı, 2011).

$$Q = \int_{T_1}^{T_2} m C_p dT = m C_p (T_2 - T_1) \quad (1)$$

Duyulur ısı enerjisi depolamada ucuz ve özgül ısısı yüksek materyaller seçilmelidir. Isının hissedildiği ve verildiği değer aralığı da önemlidir. Bu özellikler ısı geçişinin bir fonksiyonudur. Isı kapasitesi ve iyi bir ısı iletim özelliği ile demir duyusal ısı depolama özelliklidir (Dinçer, 2002).



Şekil 2. Depolama ortamında duyulur ısıyla bir maddenin soğutulması (Mehling and Cabeza 2008).

Şekil 2.'de gösterilen belirli bir zaman aralığında depolanan ya da depolanabilecek ısı eşitlik (1) ifadesinden hesaplanabilir: $Q = m C_p (T_1 - T_0)$. Burada Q , depolanan toplam ısı (kWh / m^2), T_0 ilk sıcaklık (K), T_1 son sıcaklık (K), m kütle (kg), C_p özgül ısıyı ($\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$) ifade eder (Kılıç, 2018).

Isı iletim katsayısı yüksek olan veya düşük ısı kapasitesine sahip materyallerin ısı yayılım katsayıları da yüksek olduğundan iç ortamda ısı yayılımı artar. Isı yayılım katsayısı düşük ise; ısı büyük miktarda malzeme içinde absorblanır. (Çengel, 2003). Toprak killerin $20 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de ısı iletkenliği $1.5 \text{ W}/\text{m} \cdot \text{K}$ 'dir (Laing vd., 2015), kuru toprakta ise 0.3 'dür (Hasnain, 1998).

Amphoraların yapısında SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MnO , MgO , CaO , K_2O ve P_2O_5 bileşiklerine ratlanmıştır (Cankardes-Senol, 2017). Çakıl ve silika içeren kumlar $550 \text{ }^\circ\text{C}$ 'ye kadar duyusal ısı depolama özelliğine sahiptir (Alva vd., 2017). Amphoralar ile benzer bileşikler içeren ocak, soba, şömine gibi alanlarda kullanılan ateş tuğlalarının yapısında da yüksek oranda SiO_2 ve Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO ve MgO bulunmaktadır (emlakansiklopedisi.com/wiki/ates-tugla). Demir oksit ise yine yüksek oranda duyulur ısı depolama kapasitesine sahip olduğu bilinmektedir (Benli, 2006). Ateş tuğlasında bulunan demir oksit amphoralarda da tespit edilmiştir. Bu sebeple amphoraların sıcaklık dalgalanmalarında duyulur ısı depolayarak depo ısısını muhafaza ettiği ve belirli bir süre yalıtım sağlar.

Tablo 1. Bazı Katıların Duyusal Isı Depolamada Özellikleri (Bauer vd., 2012; Laing vd., 2015).

| Materyal | T ($^\circ\text{C}$) | C_p ($\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$) | k ($\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$) |
|-----------------------------|--------------------------|--|--|
| Tuğla (kuru) | 20 | 0.84 | 0.50 |
| Beton | 350 | 1.01 | 1.23 |
| Granit | 20 | 0.89 | 2.9 |
| Grafit | 20 | 0.61 | 155 |
| Kireç Taşı | 20 | 0.74 | 2.2 |
| Mucur | 20 | 0.84 | 0.57 |
| Tuz (sodyum klorür) | 20 | 0.86 | 6.5 |
| Kum (SiO_2) | 20 | 0.76 | 0.25 |
| (ambalaj, 0.8mm-DLR ölçümü) | 600 | 1.2 | 0.48 |
| Magmatik kayaç (balçık), | 20 | 0.838 | 2.45 |
| (DLR ölçümü) | 800 | 1.118 | 1.9 |
| Silis-yüksek ısıya duyarlı | 20 | 0.863 | 1.75 |
| (DLR ölçümü) | 800 | 1.127 | 2.10 |
| Aluminyum 99.99% | 20 | 0.945 | 238.4 |
| Bakır (saf olmayan) | 20 | 0.419 | 372 |
| Demir | 20 | 0.465 | 59.3 |

3. BULGU ve TARTIŞMALAR

3.1. Amphoralarda Nanoteknolojik Yapının Duyulur Isı Depolmaya Etkisi

Duyulur ısı depolama günümüzde nanomateryaller ile oluşan ve aynı zamanda nanomateryalin türüne göre değişim gösterebilen bir ısı depolama sistemidir. Çeşitli mineraller; SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 ,

Fe_2O_3 , MnO , MgO , CaO , K_2O ve P_2O_5 bileşikleri duyulur ısı depolayabilir (Ferber vd.,2019). Amphoralarla benzer özelliğe sahip ateş tuğlalarının yapısında SiO_2 ve Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO ve MgO bulunmaktadır (emlakansiklopedisi.com/wiki/ates-tugla). Ateş tuğlasının ısı iletim katsayısı $0,900 W/m \text{ } ^\circ K$, özgül ısı $790 J/Kg \text{ } ^\circ K$, ısı yayılım katsayısı $0.59 \cdot 10^{-6} m^2/s$, ısı kapasitesi $1.52 \cdot 10^6 J/m^3 \text{ } ^\circ K$ 'dir (Dinçer, 2002; Çengel, 2003). Bu özellikleri ile ateş tuğlaları iyi bir duyulur ısı depolama materyali olma niteliğindedir. Aleksandria'da bulunan Miletos kökenli mühürlü amphora kulplarının kil analizleri yapıldığında SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MnO , MgO , CaO , K_2O ve P_2O_5 ve 11 eser element V, Cr, Ni, Cu, Zn, Rb,Sr, Y, Zr, Nb, Ba tespit edilmiştir (Cankardes-Senol, 2017).

Seramiklerin pişirme sıcaklıkları $800-950^\circ C$ arasındadır (Polat vd., 2015). Sonuçlar incelendiğinde seramik sırlarda bulunan bileşiklerin amphoralarda da bulunduğunu söylemek mümkündür. Seramik sır yapımında kullanılan hammadde ve oksitlerin fonksiyonel özellikleri incelendiğinde; SiO_2 miktarı arttıkça sırnın erime sıcaklığını yükselttiği, refrakter özelliği artırdığı, akışkanlığı azalttığı, silika olgunlaşmış sırnın su ve kimyasal etkilere karşı direncini dengelediği, termal genleşme katsayısını düşürdüğü, sertliği ve dayanımı artırdığı görülmüştür. Alüminyum Oksit (Al_2O_3) ise asit ve baza karşı dayanımı iyileştirdiği bilinmektedir. Sırda sodyum içeriği arttıkça, çekme dayanımı ve elastiklik azalırken genleşme katsayısı yükselir ve yumuşama noktası düşer (Hamer, 1997). Kurşun oksit, bazik oksitlerden biri olup, sırlarda çok kullanılan kuvvetli bir ergiticidir ve ergime noktası $880 \text{ } ^\circ C$ 'dir. Magnezyum oksit (MgO) içeren sırlarda sert yüzey özelliği mümkündür. Bu sırlar hava koşullarına, asit ve bazlara karşı dirençlidirler (Arcasoy, 1983). Mekanik sertliği arttırmakta, asidik, zayıf asidik ve inorganik asitlere karşı direnç sağlamakta, alkalilere oranla çekme dayanımını artırırken, genleşme kat sayısını daha çok düşürmektedir. Baryum Oksit (BaO) parlaklık kazandırmakta ancak oranının artması matlık vermektedir. Ayrıca sırnın beyazlığını ve elastikiyetini arttırmaktadır. Çinko Oksit (ZnO) matlık, kimyasal kararlılık ve kristallendirici özellik katar (Sarıışık, 2010). Seramik sırların bu özellikleri amphoraların da benzer nanoteknolojik özellikte olduğunu düşündürmektedir.

3.2. Amphoraların Zeytinyağı ve Şarap Muhafazasına Etkisi

Zeytinyağı ve şarabın depolama şartları incelendiğinde; zeytinyağında yüksek depolama sıcaklığının sakıncalı olduğu, $24 \text{ } ^\circ C$ 'nin üzerinde, uzun vadede pozitif yağ özelliklerinin bozulmasına yol açarken, düşük sıcaklık hızlı bir şekilde ekşimeye yol açarak tüketicinin kabulünü ve dolayısıyla zeytin yağının raf ömrünü kısalttığı sonucuna varılmıştır (Ayton vd., 2012). Zeytin yağında en iyi muhafaza sıcaklık aralığı $(8)-(22) \text{ } ^\circ C$ 'dir (Piscopo, 2012). Türüne bakılmaksızın ise tüm şaraplar için ideal muhafaza sıcaklığı $(15)-(20)^\circ C$ arasındadır (www.doluca.com/sarap_dunyasi/sarap-saklama-kosullari).

Amphoralar duyulur ısı depolama özelliği ile sıcaklık yükselmelerinde ortam ısını depolayabilir ve belirli bir süre gıdaya ulaşmasını engelleyebilir, düşük sıcaklıklarda ise yine aynı şekilde düşük ısının gıdaya ulaşımını geciktirebilir ve bu şekilde bir yalıtım materyali özelliği gösterebilir.

Ayrıca zeytinyağı ve şarap gibi ürünlerin taşınması sırasında kalitesini uzun süre muhafaza etmek için amphoraların iç kısmının katran, ağaç zifti, reçine, sakız veya mum gibi malzemelerle yalıtıldıkları ifade edilmiştir (Koehler, 1986; 49-67; Peacock-Williams, 1986: 32). Amphoralarda tıpalama kullanılmaktaydı. Bunlar çığ kil tıpa yöntemi (Doğer, 2005) ve pişmiş toprak tıpalardır. Kırılan, hasar gören amphora ya da seramik parçaları yuvarlak bir forma getirilerek pişmiş toprak tıpalara dönüştürülürdü (Gülsefa, 2015). Bunların yanında dayanıklı olmayan ahşap, mantar, reçine, balmumu, deri, asma yaprağı, çam kozalağı gibi organik malzemeler de kullanılmıştır (Twede,2002). Özellikle şarap hava ile temas ettiğinde sirke bakterilerinin faaliyeti ile sirkeleşir ve hava ile teması sakıncalıdır.

Amphoraların fiziksel özellikleri incelendiğinde alt kısımda bulunan dışa doğru bombe göze çarpar. Günümüz şarap ve zeytinyağı şişeleri incelendiğinde ise taban kısımlarında içe doğru çukurlaşan bir bombeye sahiptir ve bu bombe güçlü ve stabil yapıdadır. Cam şişelerde bulunan bu içe dönük bombeli yapının sebebi zeytinyağı ve şarap tortularını toplamak ve daha berrak bir sıvı elde

etmektedir. Bu sayede şarap ya da zeytinyağı sedimentlerinin gıda içinde dağılımı yani bulanık görüntü engellenir. Amphoraların taban kısmındaki çıkıntının aynı görevi gördüğü söylenebilir (şekil 3,4,5,6,7,8). Amphoralarda depolanan zeytinyağı ve şarap içinde yüzen sedimentler uzun süren deniz yolculuğu sonunda dip çıkıntı kısmında tortu birikir ve dar alanda sıkışarak sıkıca tutulur. Amphoraların boşaltılması yani dekantasyon (aktarım) sırasında ise sıvı tortusundan olabildiğince arınmış şekilde aktarılabilir.



Şekil 3. Zeytinyağı Amphora, Roma Dönemi
(www.sabor-artesano.com/gb/oil-roman-empire.htm)



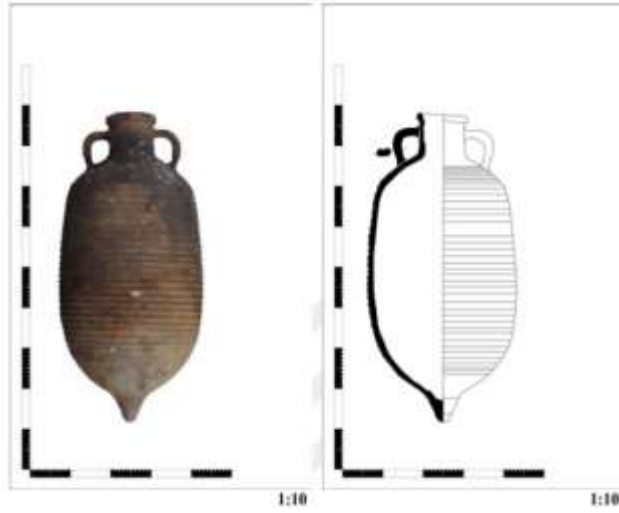
Şekil 4. Terracotta Şarap Amphora; İ.S. 100
(www.metmuseum.org/art/collection/search/254781)



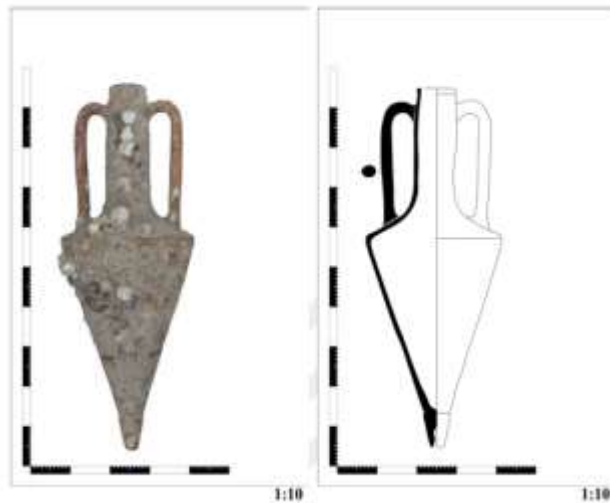
Şekil 5. Ticari Amphora, Metropolitan Sanat Eserleri Müzesi-Yunan ve Roma Çalışmaları Koleksiyonu,
(www.ipernity.com/doc/laurieannie/24443927)



Şekil 6. Roma ve Yunan Şarap ve Zeytinyağı Amphoraları (İngiltere Müzesi)
(www.karwansaraypublishers.com/ahblog/brief-history-roman-wine)



Şekil 7. Agora M273 MS 3. yy. sonu - 4. yy. sonu Ege (Doğu Ege Adaları, Batı Anadolu ya da Samos) Şarap amphorası (Çanakkale Müzesi) (Başdemir, 2019)



Şekil 8. Monachov Khios MÖ 4. yy. ilk çeyreği - 3. Çeyreği, Köken : Khios Olası, şarap amphorası (Gülpınar/Smintheion Kazı Evi Eser Deposu) (Başdemir, 2019)

Zamanın teknolojisi göz önüne alındığında amphoraların gıda muhafazasında 2000 yılı aşkın süre kullanılmış olduğu (Twede, 2002) şarap ve zeytinyağı nakliyesinde oldukça önemli rol aldığı açıktır.

4. SONUÇ

Yunanlıların geliştirdiği amfora çözümü verimlilik derecesi yüksek dikkat çekici bir gelişmişliktir ve koruma paketleme işlevlerini yerine getirmektedir. Antik çağ amphoraları bir ambalaj mühendisliği teknolojisinin varlığını göstermektedir. Amphoralar gıda muhafazasında yüksek performansa sahiptir. Günümüzde sıvı gıdaların muhafazası için küçük kapaklı ve uzun boyunlu ambalajlar her zaman için en kullanışlı ambalaj şekli olarak tercih edilmektedir. Antik Dönemde özellikle deniz ticaretinde oldukça yaygın kullanılan ve nakliye malzemesi olan amphoraların, taşıdıkları ürünlerin korunması ve bozulmaması için farklı yalıtım sistemlerine sahiptir. Tüm amphoraların ortak özelliği pişmiş toprak olmasıdır ancak içindeki mineral ve bileşikler amforalara nanoteknolojik özellikler kazandırmakta özellikle Fe₂O₃ bileşiği önemli rol oynamaktadır. Benzer şekilde; Sasani ve erken islam dönemine ait nakliye konteynerler ve bitümenlerinde de magnezyum (%4,5-9,0 MgO) ve kalsiyum (%7,7-19,9 CaO), silika (%48-57,8), demir oksit (% 4.7-6.5), sodyum (% 1.6-2.3 Na₂O), potasyum (% 1.4-2.3) ve alüminyum kullanılmıştır (Tomber vd., 2020). Toprak killerin 20 °C'de ısı iletkenliği 1.5 W/m °K (Laing vd., 2015) ve kuru toprakta ise 0.3 (Hasnain, 1998) olduğu düşünülürse amphoraların duyuşal ısı depolayabilen antik çağ gıda ambalajı olduğu söylenebilir. Özellikle ısı iletim katsayısı ve duyulur ısı depolama özelliği dikkate alındığında amphoraların içerdiği bileşiklerin gıda muhafazasındaki öneminin bir tesadüf olmadığı düşünülebilir. Amfora tasarımı 2000 yılı aşkın süredir devam etmiştir ve günümüz 21. yüzyılda tasarlanan ambalaj formlarının da bu kadar hayatta kalabilirliği merak konusudur.

KAYNAKÇA

- Aktaş, İ. (2015) Parion Arkaik, Klasik, Hellenistik Dönem Amphoraları, Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Erzurum.
- Alva, G., Liu, L., Huang, X., & Fang, G. (2017). Thermal energy storage materials and systems for solar energy applications. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 68, 693-706.
- Alpözen, T.O., Özdaş, H., Berkaya, B. (1995) Bodrum Sualtı Arkeoloji Müzesi Ticari Amphoraları-Eski Çağda Akdeniz Deniz Ticareti, Bodrum Museum of Underwater Archaeology Publication, Ankara.
- Arcasoy, A., & Teknolojisi, S. (1983). Marmara Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Seramik Anadolı Yayınları.
- Ayton, J.; Mailer, R.; Kerrie, G. (2012). Saklama Koşullarının Sızma Zeytinyağı Kalitesine Etkisi, Kingston: Fountain Valley, CA, ABD.
- Başdemir, B. (2019). Troas Bölgesi Buluntusu Ticari Amphoralar: Tipolojik ve Fonksiyonel Bir Analiz, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Çanakkale.
- Bauer, T., Steinmann, W. D., Laing, D., & Tamme, R. (2012). Thermal energy storage materials and systems. *Annual Review of Heat Transfer*, 15.
- Benli, H. (2006). "Bilgisayar kontrollü yatay toprak kaynaklı ve ısı depolamalı cam seralarda sıcaklık değişiminin incelenmesi", Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitü, Elazığ.
- Callender, M.H. (1965) Roman Amphorae with Index of Stamps, Oxford University Press, London.
- Cankardes-Şenol, G.; Alkac, E. & Abdelgawad, M. (2017). "The Results of Clay Analysis of Stamped Amphora Handles of Miletus and Rhodian Peraea in Alexandria (Egypt)", *Olba*, 25, 297.
- Çengel, Y.A. (2003). Heat Transfer A Pratical Approach (Second Edition), McGraw-Hill.
- Dincer, I., Dost, S., & Li, X. (1997). Performance analyses of sensible heat storage systems for thermal applications. *International Journal of Energy Research*, 21(12), 1157-1171.
- Dinçer, D. (2002). "Thermal energy storage and phase-change materials", Course on Porous Media, 17-21 Haziran, Evora, Portugal.

Doluca, www.doluca.com/sarap_dunyasi/sarap-saklama-kosullari

E. Doğer, Antik Çağ'da Amphoralar, Sergi Yayınevi, İzmir.

Doğer, E. (1991) Antikçağda Amphoralar, Sergi Yayınevi Turizm Dizisi III, İzmir.

Ferber, N. L.; Minh, D. P.; Falcoz, Q.; Meffre, A.; Tessier-Doyen, N.; Nzihou, A. & Goetz, V. (2019). "Ceramics from municipal waste incinerator bottom ash and wasted clay for sensible heat storage at high temperature", *Waste and Biomass Valorization*, 1-14.

Grace, V. (1961) Amphoras and the Ancient Wine Trade, Excavations of the Athenian Agora Picture Book No: 6, American Schools of Classical Studies at Athens, Princeton, 1-22.

Gunerhan, H. & Hepbasli, A. (2005). "Utilization of basalt stone as a sensible heat storage material", *Energy Sources*, 27(14), 1357-1366.

G. Gülsefa, 2006-2013 Myndos Kazılarında Ele Geçen Amphoralar ve Amphora Mühür Buluntuları, Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Bursa.

Hasnain, S. M. (1998). Review on sustainable thermal energy storage technologies, Part I: heat storage materials and techniques. *Energy conversion and management*, 39(11), 1127-1138.

Homeros (2007) Odyseia, Çev. A. Erhat-A. Kadir, Can Yayınları, İstanbul.

Ipernity, www.ipernity.com/doc/laurieannie/24443927

Kılıç, G. A. (2018). "Endüstriyel soğutma uygulamalarında ötektik soğutucuların etüdü ve parametrelerinin incelenmesi", Yayınlanmamış Doktora Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.

Koehler, G.C. (1986) Handling of Greek Transport Amphoras, BCH XIII, 49-67.

Laing, D., & Zunft, S. (2015). Using concrete and other solid storage media in thermal energy storage (TES) systems. In *Advances in Thermal Energy Storage Systems* (pp. 65-86). Woodhead Publishing.

Lidell, H., Scott, R., Jones, H.S., Roderick, M. (1891) A Lexicon, abridged from, Lidell and Scott's Greek-English Lexicon, Oxford University Press.

Mehling, H. and Cabeza L. F. (2008). Heat and cold storage with PCM: An up to date introduction into basics and applications. Springer, Berlin, Germany.

Peacock, D.P.S. & Williams, D.F. (1986) Amphora and Roman Economy: An Introductory Guide, Longman Archaeology Series, London and New York.

Piscopo, A.; Poiana, M. (2012). Zeytinyağının Ambalajlanması ve Depolanması. Gelen Zeytin Germplazm-Zeytin Yetiştirme, İtalya Tablo Zeytin ve Zeytinyağı Endüstrisi, IntechOpen: Londra, İngiltere.

Polat, R. T.; Akyol, A. A. & Kadioğlu, Y. K. (2015). "Teos Hellenistik Dönem Surları Çevresindeki Sondajlarda Bulunan Seramiklerin Arkeolojik ve Arkeometrik Ön Çalışmaları", *Seleucia*, (5), 211-236.

Sabor-artesano, www.sabor-artesano.com/gb/oil-roman-empire.htm

Sarı, A. (2011). Faz Değişimi Yoluyla Isıl Enerjinin Depolanması ve Bu Alanda Yapılan Çalışmalar. *Kimya Lisans Öğrencileri Araştırma Projesi Çalıştayı*, 20-28.

Sarıışık, G. (2010). "Afyon-İscehisar volkanik kayaçlarının sırlanabilirliğinin ve sır malzemesinin araştırılması", Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Simpson, D.P. (1854) Cassell's New Latin English, English-Latin Dictionary, London.

Stylianou, I. I., Tassou, S., Christodoulides, P., Panayides, I., & Florides, G. (2016). Measurement and analysis of thermal properties of rocks for the compilation of geothermal maps of Cyprus. *Renewable Energy*, 88, 418-429.

The Met 150, Metmuseum, www.metmuseum.org/art/collection/search/254781

Tekçam, T. (2011) Arkeoloji Sözlüğü, 2. Basım, Alfa Yayıncılık, İstanbul.

Tomber, R.; Spataro, M. & Priestman, S. (2020). “Early Islamic Torpedo Jars from Siraf: Scientific Analyses of the Clay Fabric and Source of Indian Ocean Transport Containers”, Iran, 1-24.

Twede, D. (2002). “The packaging technology and science of ancient transport amphoras. Packaging Technology and Science”, An International Journal, 15(4), 181-195.

Wikipedia, www.emlakansiklopedisi.com/wiki/ates-tugla

Xu, C., Li, X., Wang, Z., He, Y., & Bai, F. (2013). Effects of solid particle properties on the thermal performance of a packed-bed molten-salt thermocline thermal storage system. *Applied Thermal Engineering*, 57(1-2), 69-80.