

**T.C.
SİNOP ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
DİSİPLİNLERARASI ARKEOMETRİ ANABİLİM DALI**



**BATIK GEMİLERDE GERÇEKLEŞTİRİLEN ARKEOMETRİ
ÇALIŞMALARI**

AŞKIN BURAK KÜTÜK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**DANIŞMAN
DR. ÖĞR. ÜYESİ BABÜR MEHMET AKARSU**

SİNOP - 2025

TEZ KABUL

Aşkın Burak KÜTÜK tarafından hazırlanan “Batık Gemilerde Gerçekleştirilen Arkeometri Çalışmaları ” başlıklı bu çalışma, 16.05.2025 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak, jürimiz tarafından **YÜKSEK LİSANS tezi** olarak kabul edilmiştir.

Başkan (Danışman)	Dr. Öğr. Üyesi Babür Mehmet AKARSU Sinop Üniversitesi / Fen Edebiyat Fakültesi / Arkeoloji Bölümü	İmza
Üye	Prof. Dr. Murat KOCA Adıyaman Üniversitesi / Eczacılık Fakültesi / Farmasötik Kimya ABD	İmza
Üye	Prof. Dr. Asuman BALDIRAN Selçuk Üniversitesi / Edebiyat Fakültesi / Arkeoloji Bölümü	İmza

Enstitü Müdürü

Prof. Dr. Hüseyin Turan ARAT

.....

ETİK BEYANI

Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında; tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Aşkın Burak KÜTÜK

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BATIK GEMİLERDE GERÇEKLEŞTİRİLEN ARKEOMETRİ ÇALIŞMALARI

AŞKIN BURAK KÜTÜK

SİNOP ÜNİVERSİTESİ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

DİSİPLİNLERARASI ARKEOMETRİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: DR. ÖĞR. ÜYESİ BABÜR MEHMET AKARSU

Uluburun Batığı'ndaki taşınan kargonun bölgeler arası ticareti ve kültürel ilişkileri göstermesi ayrıca yapılan arkeometrik analizler sonucu batıkta bulunan buluntuların ve batığın yaş tayini, hangi bölgeye ait olduğu ve türünün belirlenmesi açısından içinde bulunduğu dönemin aydınlatması açısından önemlilik arz etmektedir. Örneğin kurşunlara yapılan kurşun izotop analiz sonuçlarına göre örneklerin çoğu Yunanistan ve Attika'daki Laurion kurşun maden yatağı 'nın izleriyle örtüştüğünü göstermektedir. Bazı örneklerdeki kurşun oranları ise olasılıkla Siphnos, Khalkikiki ve Troas Bölgesi'nden bulunan maden yatağından geldiği saptanmıştır. Bu sonuçlar ise Uluburun 'da bulunan kurşun ağırlıklarının hammaddelerinin farklı bölgedeki maden yataklarından geldiğini işaret etmektedir. Batığın farklı limanlara demirlenmiş olması farklı bölgelere ve kökenlere sahip kurşun madeninden alınmış olduğu düşüncesi mantıklı gelmektedir. Ayrıca yapılan başka bir kurşun madeninin analiz sonucuna göre Orta Toros maden kaynaklarının dördüncü binyıl sonlarından birinci binyılın başına kadar kullanıldığı anlaşılmaktadır. Başka bir analiz örneğinde yine Uluburun Batığı'nda bulunan buluntuların arasında 175 adet cam külçe bulunmuştur. Camlara New York Corning Cam Müzesi (Corning Museum Of Glass) görevlisi, konunun uzmanı olan Robert H. Brill tarafından arkeometrik analiz uygulanmıştır. Yapılan analiz sonucuna göre bu cam külçelerin yapı ve özelliğinin Mısır'da yapılmış olan cam şişeleriyle ve Miken'de yapılmış olan amuletlerin yapımında kullanılan camla aynı olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca Su altı kazı çalışmaları sırasında batıkta bulunan buluntular arasında bir kısmı ahşap olan örneklerden analiz için örnekler alınarak yapılan C14 analizi yapılmış olup sonucuna göre batık M.Ö. 1305 tarihinden sonra ki bir zaman içinde batmıştır. Batıkta ele geçen Miken medeniyetine ait olan seramikleri 'de yapılan bu analiz sonuçları ile uyushmaktadır. Ancak alınan örnekler içinde iki tane örnek haricinde diğer analizi yapılan örneklerin sonucuna göre Geç Hellas IIIA2 döneminin son zamanlarına tarihlendirilmektedir. Geç Hellas IIIA2 döneminin son zamanları

Mısır medeniyetinde o dönem'ki Mısır kralı olan Akhenaton dönemi ile çağdaştır, bu nedenle batık Amarna döneminin son zamanlarına ya da hemen sonrasında batmış olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca diğer bir batık olan Bozburun batığı'nda ele geçen 3 adet ahşap amphora tipasına cins ve tür tayini analizleri, Liphshitz'in analiz raporuna göre; yapılan analizlerin sonucu örnekler çamın ağacının dış kabuğuna ait olduğu tespit etmişlerdir. Ayrıca Gelidonya Batığı'nda yapılan arkeometrik analiz sonuçlarına göre; Gelidonya Batığı'nın gövdesini kaplayan çalılıklardan alınan 42 gram ağırlığındaki bir ince dal örneğinin analizi, Pennsylvania Üniversitesi Radyo-Karbon Laboratuvarı tarafından tarihlendirilmiştir. Analiz sonuçları: Gelidonya Batığı'nın yaşının MÖ 1060'tan daha genç olma ihtimali düşüktür. Ve MÖ 1250 kadar olabileceğini göstermiştir. Ayrıca yine bu yapılan analizin sonucuna göre; Gelidonya Batığı'nın ahşabının, çalılık örneklerinin tümü genç yaşta ağaç olduğu belirlenmiştir. Ve olgunlaşmamış olmasından dolayı, bunların 'Quercus' mu yoksa 'Castanea' mı olduğuna kararsız kalmışlardır. Ancak Güney Avrupa, Kuzey Afrika ve Küçük Asya'da yetiştiği bilinmektedir. Lübnan'da da bir kez kaydı vardır. Ancak Kıbrıs'tan hiç bildirilmemiştir. Bu yüzden Olgun olmayan ağaçtan, bu iki cinsi ayırt etmek için başlıca ayırt edici özellik olan Dendrokronojik analiz yönteminden biri uygulanmıştır. Bu analizin sonucunda; ağaç halkalarının geniş ışınlar yani açılarda olmadığı belirlenmiştir. Bu sebepten dolayı, bu örnekler, olgun olmayan 'Quercus' örneklerine daha yakın olduğu düşünülmektedir. Gelidonya Batığı'ndan ele geçen kurşun gurubunun içinde bulunan 14 adet örneğe ve Antik Çağ 'da çalıştırıldığı bilinen maden yataklarından gelen gelen cevherlerine yapılan analiz sonucuna göre; kurşun izotop dağılım oranları birbirleriyle uyushmaktadır. Birbiri ile uyushan kurşun izotoplarının dağılımına göre; ilk 3 örnek, üç ayrı ve geniş coğrafi bölgeden geldiğini göstermiştir. Bu bölgeler; ilk bölge olarak Roma Britanya'sı, ikinci bölge olarak günümüz Yunanistan ve son bölge olan üçüncü bölge olarak ise İspanya, Galler ve Sardunya'yı içermektedir. Geriye kalan 11 örnekten 10'nun sonucuna göre, örnekler; Atina, Miken, Korint, Keos, Kıbrıs, Sardes ve Antakya'ya bölgelerine ait olduğu tespit edilmiştir. Son olarak geriye kalan 1 örneğin izotop bileşimi verilerine göre, Laurion yakınlarındaki madenlerden çıkartılan kurşunla uyushmaktadır. Bu da bize, yukarıda görüldüğü gibi, dünyanın farklı bölgelerinden kurşun ticaret ağının gerçekleştiği, hammadde ihtiyacının nasıl karşılandığı'nı ve Antik Çağ'daki madencilik faaliyetleri hakkında bilgi vermektedir. Yassıda Batığı ise dönemi hakkında, Uluburun Batığı, Gelidonya Batığı ve Bozburun Batıkları'ndaki gibi bilgi sunmaktadır. Bu bilgiler yapılan su altı kazıları ve arkeometrik analizler sonucunda ortaya çıkarılmıştır. Yassıda Batığı 'ndan çıkartılan onaltı Amphoranın içeriğine arkeometrik analizlerden biri olan paleoetnobotanik analizi yapılmıştır. Paleoetnobotanik analizin sonucuna göre; Amphoraların birçoğunda bulunan çok sayıda üzüm çekirdeği, şarabın muhtemelen ana kargo ürünlerinden biri olduğunu düşündürmektedir. Üzüm çekirdeği dışında, zeytin çekirdekleri, çam çekirdeği kabukları ve Umbelliferae (Maydanozgiller) tohumları gibi diğer ele geçen botanik kalıntıların

her biri, Amphoralarda veya incelenen parçalanmış ahşap kutulardan depolanmış olan geminin orijinal yükünün bir bölümünü yansıtıyor. Analiz sonuçlarında ortaya koymaktadır ki Yassıada Batığı'nın ana kargosunun besin içerikli olduğunu göstermektedir. Bu da bize kendi döneminde yiyeceklerin ve içeceklerin nasıl taşındığını ayrıca dönemim insanların diyetleri hakkında bilgi sunmaktadır. Serçe Limanı Batığı ise bize dönemin'deki beslenme alışkanlıkları, madencilik faaliyetleri ve birçok konuda bilgi sağlamaktadır. Bu bilgileri yapılan su alt kazıları ve arkeometrik analizler sonucu öğrenmiş bulunmaktayız. Bu analizlerden bir tanesi şu şekildedir; Asma kilide yapılan analizin sonucuna göre: Antik dönemde kurşun ve bakır alaşımlı yamalara kimyasal analiz uygulanmıştır. Bir miktarda kalay ve kurşun, Sophie Stos-Gale'in Oxford Isotrace Laboratuvarı'nda yapılan Kurşun-izotop analizi sonucuna göre bulunmuştur. Bakırdaki kurşunun izotopik bileşiminin sonuçlarına göre; Güneydoğu Bulgaristan maden yataklarından olduğunu saptamıştır.

ANAHTAR KELİMELEER: Arkeometrik Analizler; Uluburun Batığı; Gelidonya Batığı;

Sinop/2025, 258 Sayfa

ABSTRACT

MSC THESIS

ARCHEOMETRIC STUDIES CARRIED OUT ON SHIPSWRECKS

AŞKIN BURAK KÜTÜK

SINOP UNIVERSITY INSTITUTE OF GRADUATE PROGRAMS

DEPARTMENT OF INTERDISCIPLINARY ARCHEOMETRY

SUPERVISOR: ASST. PROF. DR. BABÜR MEHMET AKARSU

The cargo carried in the Uluburun Shipwreck shows interregional trade and cultural relations, and the findings found in the shipwreck, as a result of archaeometric analyses, are important in terms of determining the age of the shipwreck, determining which region it belongs to and its type, and shedding light on the period it is in. For example, according to the results of lead isotope analysis conducted on the leads, most of the samples show that they match the traces of the Laurion lead ore deposit in Greece and Attica. The lead ratios in some samples were determined to have probably come from ore deposits found in Siphnos, Chalkikiki and the Troas Region. These results indicate that the raw materials of the lead weights found in Uluburun came from ore deposits in different regions. The fact that the shipwreck was anchored in different ports makes sense, considering that lead ores from different regions and origins were taken from. In addition, according to the results of another lead mine analysis conducted, it is understood that the Central Taurus mineral resources were used from the end of the fourth millennium to the beginning of the first millennium. In another analysis sample, 175 glass ingots were found among the findings found in the Uluburun Shipwreck. Archaeometric analysis was applied to the glass by Robert H. Brill, an expert in the field at the Corning Museum of Glass in New York. According to the results of the analysis, it was determined that the structure and properties of these glass ingots were the same as the glass used in the production of Egyptian glass bottles and Mycenaean amulets. In addition, C14 analysis was performed by taking samples from the samples, some of which were wooden, from the findings found in the shipwreck during the underwater excavation works, and according to the results, the shipwreck sank sometime after 1305 BC. The ceramics belonging to the Mycenaean civilization found in the shipwreck also match the results of this analysis. However, except for two samples, the other samples analyzed are dated to the late Late Helladic

IIIA2 period according to the results of the samples. The late Late Helladic IIIA2 period is contemporary with the period of Akhenaton, the Egyptian king of that period in Egyptian civilization, so it is thought that the shipwreck may have sunk in the late Amarna period or immediately after. In addition, the genus and species determination analyses of 3 wooden amphora stoppers recovered from another shipwreck, the Bozburun shipwreck, according to Liphshitz's analysis report; the results of the analyses determined that the samples belonged to the outer bark of the pine tree. In addition, according to the results of the archaeometric analysis conducted on the Gelidonya Shipwreck; the analysis of a 42-gram thin twig sample taken from the bushes covering the hull of the Gelidonya Shipwreck was dated by the Radio-Carbon Laboratory of the University of Pennsylvania. The analysis results: It is unlikely that the Gelidonya Shipwreck is younger than 1060 BC. And it showed that it could be around 1250 BC. In addition, according to the results of this analysis; It was determined that all of the wood and bush samples of the Gelidonya Shipwreck were young trees. And because they were not mature, they were undecided whether they were 'Quercus' or 'Castanea'. However, it is known that it grows in Southern Europe, North Africa and Asia Minor. There is also a record in Lebanon. However, it has never been reported from Cyprus. Therefore, one of the main distinguishing features, the Dendrochronological analysis method, was applied to distinguish these two species from immature trees. As a result of this analysis; it was determined that the tree rings were not in wide rays, i.e. angles. For this reason, these samples are thought to be closer to immature 'Quercus' samples. According to the analysis results of 14 samples found in the lead group obtained from the Gelidonya Shipwreck and galena ores from mines known to have been worked in the Ancient Age; the lead isotope distribution ratios are consistent with each other. According to the distribution of lead isotopes that are consistent with each other; the first 3 samples showed that they came from three separate and wide geographical regions. These regions; the first region is Roman Britain, the second region is present-day The third region includes Greece and the last region is Spain, Wales and Sardinia. According to the results of 10 out of the remaining 11 samples, it was determined that the samples belong to the regions of Athens, Mycenae, Corinth, Keos, Cyprus, Sardes and Antioch. Finally, according to the isotope composition data of the remaining 1 sample, it is compatible with the lead extracted from the mines near Laurion. This gives us, as seen above, information about the lead trade network from different parts of the world, how the raw material needs were met and about the mining activities in the Ancient Age. The Yassıda Shipwreck, on the other hand, provides information about its period, just like the Uluburun Shipwreck, the Gelidonya Shipwreck and the Bozburun Shipwrecks. This information was revealed as a result of underwater excavations and archaeometric analyses. Paleoethnobotanical analysis, one of the archaeometric analyzes, was carried out on the content of sixteen amphorae recovered from the Yassıada Shipwreck. According to the results of the

paleoethnobotanical analysis; The large number of grape seeds found in many of the amphoras suggests that wine was probably one of the main cargo products. In addition to grape seeds, each of the other botanical remains found, such as olive seeds, pine seed shells and Umbelliferae seeds, reflect a portion of the ship's original cargo, stored in amphoras or in the fragmented wooden boxes examined. The analysis results show that the main cargo of the Yassiada Shipwreck contained food. This provides us with information about how food and beverages were transported in its time and also about the diets of the people of its time. The Serçe Limanı Shipwreck provides us with information about the nutritional habits, mining activities and many other issues of the period. We have learned this information as a result of underwater excavations and archaeometric analyses. One of these analyses is as follows; According to the results of the analysis made on the padlock: Chemical analysis was applied to lead and copper alloy patches in ancient times. Tin and lead were found in small amounts in the lead isotope analysis conducted by Sophie Stos-Gale at the Oxford Isotrace Laboratory. The isotopic composition of lead in copper was determined to be from the deposits of Southeastern Bulgaria.

KEYWORDS: Archeometry Analysis; Uluburun Shipwreck; Gelidonya Shipwreck;

Sinop/2025, 258 Page

TEŞEKKÜR

Çalışmamda, batık gemilerin içerisinde bulunan malzemelere yapılan arkeometrik çalışmalar doğrultusunda; batma sebepleri, taşıdıkları hammaddelerin içeriği, batıkların yaş tayinleri ve hangi bölgeye ait oldukları ve bu doğrultuda ticari faaliyetlerinin bağlantılarına yer verdim. Son Tunç Çağı'nı ve sonraki dönemleri kapsayan çalışma; gemilerde taşınan hammadde ve özellikleri, ayrıca deniz ticaret ağlarının belirlenmesi açısından bilgi vermektedir. Sinop Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü Prof. Dr. Hüseyin Turan ARAT'a, Sinop Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yazı İşleri Görevlisi Bülent BAŞAR'a, Aileme, Halam Hülya KÜTÜK'e, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Arkeoloji Bölümü Protohistorya ve Önasya Arkeolojisi Öğretim Üyesi Doç. Dr. Erdener PEHLİVAN'a ve Dr. Öğr. Üyesi Kadir BÖYÜKULUSOY'a, Bodrum Sualtı Arkeoloji Müzesi Eski Müdürü Konservasyon Uzmanı ve Arkeolog Ayşe TEMİZ'e, Sualtı Arkeoloji Enstitüsü (INA) Bodrum Araştırma Merkezi Müdürü Dr. Tuba EKMEKÇİ LITTLEFIELD'e teşekkür etmeyi bir borç bilirim. Son olarak değerli danışmanım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Babür Mehmet AKARSU'ya, çalışmalarımın her aşamasını değerlendirdiği ve yönlendirdiği için teşekkür etmeyi bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

TEZ KABUL SAYFASI.....	ii
ETİK BEYANI.....	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	vii
TEŞEKKÜR.....	x
İÇİNDEKİLER.....	xi
TABLolar DİZİNİ	xv
ŞEKİLLER DİZİNİ	xviii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xxiii
1. GİRİŞ.....	1
2. METOT VE YÖNTEM.....	2
3. SU ALTI ARKEOLOJİSİNİN TANIMI VE TÜRKİYE’DE SU ALTI ARKEOLOJİSİNİN GELİŞİMİ.....	3
3.1 Su Altı Arkeolojisi.....	3
3.2 Türkiye’de Su Altı Arkeolojisi.....	3
4 .ULUBURUN BATIĞI.....	4
4.1. Uluburun Batığı’nda Gerçekleştirilen Arkeometrik Analizler.....	5
4.1.1 Uluburun Batığı’nda Ele Geçen Ahşap Malzemelere Yapılan Analizler.....	5
4.1.2 Uluburun Batığı’nda Ele Geçen Balık Ağı Kurşunlarına ve Kurşundan Olan Levharlara Yapılan Analizler; Kurşun İzotop Analizi, İzotop Parmak İzleri Analizi.....	7
4.1.3 Uluburun Batığı’nda Ele Geçen Öküz Gönü ve Pide Biçimli Bakır Külçelere Yapılan Analizler; Kurşun İzotop Analizi, Atomik Absorpsiyon Analizi, Kurşun İzotop Parmak İzleri Analizi.....	8
4.1.4 Uluburun Batığı’nda Ele Geçen Kurşundan Yapılmış Disk Biçimli Terazî Ağırlıklara ve Baltalara Yapılan Arkeometrik Analizler.....	11
4.1.5 Uluburun Batığı’nda Ele Geçen Kalay Mataraya Yapılan Kurşun İzotop Analizi.....	11
4.1.6 Uluburun Batığı’nda Ele Geçen Silahlara Yapılan Kurşun İzotop Analizi.....	12
4.1.7 Uluburun Batığı’nda Ele Geçen Cam Eserlere Yapılan Kimyasal Analizler.....	13

4.1.8 Uluburun Batığı'nda Ele Geçen Yazı Tahtasına Yapılan Mikroskop Analizi.....	15
4.1.9 Uluburun Batığı'nda Ele Geçen Gıda Ürünlerine Yapılan Arkeometrik Analizler.....	17
4.1.10 Uluburun Batığı'nda Ele Geçen Taş Çapalara Yapılan X-Işınları Difraktometresi (XRD) Analizi.....	18
4.1.11 Uluburun Batığı'nda Ele Geçen Deniz Kabuğundan Yüzüğe ve Kehribara Yapılan Kimyasal Analizler.....	20
4.1.12 Uluburun Batığı'nda Ele Geçen Matara Kabına Yapılan Analizler; Maden Petrografik, Kütle Spektrometrisi (HRGC- EIMS), İçindekilerinin Belirlenmesi İçin DNA Analizi.....	21
4.1.13 Uluburun Batığı'nda Ele Geçen Kalem Keski ve Ok Ucu'na Yapılan Analizler; X Işını Floresans Spektroskopisi (XRF), Mikroskop ve Taramalı Elektron Mikroskop (SEM) Analizleri.....	24
5. BOZBURUN BATIĞI.....	33
5.1 Bozburun Batığı Kazısında Ele Geçen Ahşap Tıpalara Yapılan Cins ve Tür Tayin Analizi.....	34
6. GELİDONYA BATIĞI.....	36
6.1 Gelidonya Batığı'nda Gerçekleştirilen Arkeometrik Analizler.....	37
6.1.1 Gelidonya Batığı'nda Ele Geçen Ahşap Gövdesine Yapılan İçin Radyokarbon (C14) Analizi.....	37
6.1.2 Gelidonya Batığı'nda Ele Geçen Bakır Buluntulara Yapılan Spektrografik Analiz.....	41
6.1.3 Gelidonya Batığı'nda Ele Geçen L 22 Kodlu Kurşuna Yapılan Kimyasal Analiz ve İzotop Oranı İncelenmesi.....	42
6.1.4 Gelidonya Batığı'nda Ele Geçen Bir Boncuğa Yapılan Analiz.....	44
6.1.5 Gelidonya Batığı'nda Ele Geçen Metal Parçasına Uygulanan Arkeometrik Analiz.....	47
6.1.6 Gelidonya Batığı'nda Ele Geçen Bir Çömleğe Yapılan Spektrografik Analiz.....	49
6.1.7 Gelidonya Batığı'nın Ahşaplarının Demir-Sülfür Bileşiklerinin Varlığının Tespti İçin Yapılan X Işını Floresans Spektroskopisi (XRF), X-Işını Kırınım Spektroskopisi (XRD), X-Işını Fotoelektron Spektrometresi (XPS), Taramalı Elektron Mikroskobu ve Enerji Dağılımlı X Işını Spektroskopisi (SEM-EDX), X ışını Absorbsiyon Spektroskopisi (XANES), Taramalı X Işını Spektro-Mikroskobu (SXM) Analizleri.....	50
7. YASSIADA BATIĞI.....	52

7.1 Yassıada Batığı'nda Gerçekleştirilen Arkeometrik Analizler.....	52
7.1.1 Yassıada Batığı'nda Ele Geçen Çapa'nın Metalurjisinin Tespiti İçin Yapılan Kimyasal Analiz, Mikroskop Analizi ve Spektrografik Analiz.....	52
7.1.2 Yassıada Batığı'nın Omurgasına Yapılan Dendrokronolojik Analiz ile Batığın Tarihlendirilmesi.....	57
7.1.3 Yassıada Batığı'nda Ele Geçen Amphoraların İçeriğinin Belirlenmesi İçin Yapılan Analiz.....	58
7.1.4 Amphora İçerikleri'nin Analizi.....	61
7.1.5 Amphoranın içinde Bulunan Çam Tohumlarına Yapılan Analiz.....	63
8. SERÇE LİMANI BATIĞI.....	64
8.1 Serçe Limanı Batığı'nda Gerçekleştirilen Arkeometrik Analizler.....	66
8.1.1 Serçe Limanı Batığı'nda Ele Geçen Çapaların Demir Analizi.....	66
8.1.2 Serçe Limanı Batığı'nda Ele Geçen Bir Takım Takı Halkalarına Yapılan Kimyasal Analiz.....	69
8.1.3 Serçe Limanı Batığı'nda Ele Geçen Bazı Metal Nesnelerin Kimyasal Analizi.....	72
8.1.4. Serçe Limanı Batığı'nda Ele Geçen Çeşitli Silahlara, Asa, ve Kılıca Yapılan Analizler	78
8.1.5 Serçe Limanı Batığı'nda Ele Geçen Olta ve Balıkçılık Malzemelerine Yapılan Arkeometrik Analizler.....	81
8.1.6 Serçe Limanı Batığı'nda Ele Geçen Asma Kilitlere Yapılan Kurşun İzotop Analizi.....	83
8.1.7 Serçe Limanı Batığı'nda Ele Geçen; Camlara, Sırlara ve Bazı Metal Buluntulara Yapılan Kurşun İzotop Analizi.....	85
8.1.8 Serçe Limanı Batığı'nda Ele Geçen Hayvan Kalıntılarına Yapılan Analiz.....	94
8.1.9 Serçe Limanı Batığı'nda Ele Geçen Bitki Kalıntılara Yapılan Analiz.....	100
8.1.10 Serçe Limanı Camlarının Kimyasal ve Stronsium İzotop Analizi.....	106
9. YENİKAPI BATIKLARI.....	149
9.1 Yenikapı Batığı'nda Gerçekleştirilen Arkeometrik Analizler.....	153
9.1.1 Radyokarbon (C14) Analizleri.....	153
9.1.2 Gövde ahşaplarının Cins/Tür Teşhisleri Analizleri.....	154

9.1.3 Reçine ve Serme Kalafat Analizleri.....	157
9.1.4 Demir Analizleri.....	158
9.1.5 Batığın Ahşabının Kimyasal Bozulma Belirlenmesi ve Sülfür İçeriğinin Tepsitinin Analizi.....	159
9.1.6 Batığın Ahşabının Maksimum Su İçeriği Belirlenmesi ve Ahşap Yoğunluğu Tepsitinin Analizi.....	160
9.1.7 Yenikapı 12. Batık Ahşaplarının Dendrokronolojik ve Ksiloloji Analizleri.....	161
9.1.8 Yenikapı Batığı'nın Ahşap Materyallerine Tespit İçin Yapılan Cins/Tür Analizi.....	163
9.1.9 Yenikapı Batığı'nın Ahşaplarına ve Kargosuna Yapılan Arkeometrik Analizler.....	177
9.1.10 Batıkların Olası Yapım Yerlerinin Analizi.....	221
9.2 İskelelerin Analizi.....	223
SONUÇ VE DEĞERLENDİRME.....	225
KAYNAKLAR.....	231
ÖZGEÇMİŞ.....	234

TABLÖLAR DİZİNİ

Sayfa

Tablo 1. Sertlik Dağılımı.....	26
Tablo 2. Ok ucuna Ait Korozyon Tabakasının Bileşimi.....	29
Tablo 3. Ok Ucunun Sertlik Derecesi.....	30
Tablo 4. Analiz Sonucunda Tespit Edilen Ağaç Türleri Tablosu.....	39
Tablo 5. Gelidonya Külçelerinde Mevcut Elementlerin Bağlı Miktarları	42
Tablo 6. Gümüş içeriğinin Belirlenmesi İçin Uygulanan Kantitatif Analiz Sonucuna Göre Elementlerin Dağılımı.....	44
Tablo 7. Alınan Cam Örneğinin Analiz Sonucuna Göre Örneğin İçindeki Elementlerin Dağılımı.....	45
Tablo 8. Boncuk İçindeki Çeşitli Oksitlerin Yüzdesi.....	47
Tablo 9. Alınan Örneğin Kantitatif Bir Spektrografik Analiz Sonucuna Göre İçerisindeki Element Dağılımı.....	48
Tablo 10. Örneğin Yetersiz Boyutu Olduğundan Dolayı Bir Tane Daha Yapılan Analiz Sonucuna Göre İçerisindeki Element Dağılımı.....	49
Tablo 11. Çömleğe Yapılan Spektrografik Analiz Sonuçlarına Göre İçerisindeki Element Dağılımını Gösteren ve Arpera, Çiflik ve Enkomi Gruplarıyla da Karşılaştırmasını Gösterir Tablo	49
Tablo 12. Ferforjelerin Kimyasal Analiz Sonuçları ve İçerikleri.....	56
Tablo 13. Dendrokronolojik Analiz Tarihlendirilmesinde En Uzun Yarıçapı ile Halka Ölçüleri(milimetrenin yüzde biri cinsinden).....	57
Tablo 14. Amphoraların Botanik İçeriği ve İçerdikleri Ürünler.....	60
Tablo 15. Kalitatif Spektrografik Analizler Sonuçları ve Analiz Sonucuna Göre Örneklerin İçerdiği Elementleri Gösterir.....	71
Tablo 16. Aranacak Bulunamayan Elementler: P, Ti, Zr, V, Mo, Cr, Cd, In, Be, Ga, Ge, Cb, W. Emisyon Spektrografik Analizleri.....	75
Tablo 17. Aranacak Bulunamayan Elementler: P, Ti, Zr, V, Mo, Cr, Cd, In, Be, Ga, Ge, Cb, W. Niceliksel Veriler Atomiktir Absorpsiyon ve/veya İndüktif Olarak Eşleşmiş Plazma Spektroskopisi; Niteliksel Tahminler Emisyon Spektroskopisi ile Yapılır. No'nun Düşük Toplamı. 6080'in (%92,5) Bazı İç Korozyon Ürünlerinin Eklenmesinden Kaynaklandığı Görülmektedir.....	77
Tablo 18. Eserler İçin Kurşun İzotop Verileri.....	87
Tablo 19. Eserler İçin Kurşun İzotop Verileri Devamı.....	88
Tablo 20. Eserler İçin Kurşun İzotop Verileri, Devamı.....	88
Tablo 21. Eserler İçin Kurşun İzotop Verileri Devamı.....	89
Tablo 22. Eserler İçin Kurşun İzotop Verileri Devamı.....	89
Tablo 23. İran'ın Çeşitli Maden Bölgelerindeki Cevherler, Cürüfler ve Köyün Kurşun İzotop Oranları.....	90
Tablo 24. Faunal Kalıntılar Serçe Limanı Batığından: Kemik Elemanları'nın Sayısı ve Ağırlıkları	95

Tablo 25. Serçe Limanı Batığından Faunal Kalıntılar Tanımlanan Kemik Elemanları'nın Özel Kataloglama Tablosu; Analiz İçin Alınan Faunal Kemiklerini, Analizi Yapmak İçin Hazırlık Aşaması ve Kemik Adetleri Ayrı Ayrı Sistematik Bir Sırayla Yazılmış Olan Ayrıntılı Bir Özel Katalog Tablosu	96
Tablo 26. Serçe Limanı Keçisinin Ortaçağ ve Modern Keçilerle Boyu'nun Karşılaştırılması.....	97
Tablo 27. Serçe Limanı Batığından Faunal Kalıntıları; Domuz Keçi/koyun ve Balık Mevcutluğu	97
Tablo 28. Serçe Limanı Batığından Faunal Kalıntılar; Kemik Ağırlığına Göre Her Tür/Tasonun Katkıda Bulunduğu Et Oranları (gr Cinsinden).....	99
Tablo 29. Serçe Limanı Batığına Ait Faunal Kalıntılar: Kıç Bölgesindeki Kemik Sayılarının Başka Yerde Bulunanlar ile Karşılaştırılması (Pruva ve Geminin Orta Kısım),.....	99
Tablo 30. VITIS SP Tohumları İçin Ölçümler ve Örnek Verileri	104
Tablo 31. VITIS SP Tohumları İçin Ölçümler ve Örnek Verileri (Devamı).....	104
Tablo 32. Serçe Limanı tipolojisi Analiz Edilen Parçalar	110
Tablo 33. Aykırı Değerler ve Sınırdaki Örnekler.....	117
Tablo 34. Serçe Limanı Camları, İstatistiksel Verilerin Özeti.....	120
Tablo 35. Bağlı Sapmalar.....	120
Tablo 36. Serçe Karşılaştırmaları Liman Bardakları ve Diğer Siteler Gelenler	127
Tablo 37. Tahmini Fiziksel Serçe Limanı Camlarının Özellikleri	129
Tablo 38. Serçe Limanı Örneklerinin Çok Değişkenli Küme İle Kümelenmesi Analizi	132
Tablo 39. Temel Bileşen Analizleri	132
Tablo 40. Stronsiyum İzotop Oranları Bazı Serçe Limanı Camları İçin	140
Tablo 41. a-1 Adlı Çalışmanın Sonucuna Göre; Hesaplamalarda Kullanılan Serçe Limanı Bitki Külü Soda Camları (n=92) (aSiO ₂ d %100,00'den Farkla Tahmin Edilir. Bu Nedenle P ₂ O ₅ , Cl ve SO ₃ 'ü de İçerir (P ₂ O ₅ 'in Ayrı Olarak Rapor Edildiği Durumlar Hariç).....	141
Tablo 42. a- 1 (devam).....	142
Tablo 43. a- 1 (devam).....	142
Tablo 44. a- 1 (devam).....	143
Tablo 45. a- 1 (devam),.....	143
Tablo 46. a- 1 (devam).....	144
Tablo 47. a- 1 (devam)	144
Tablo 48. a- 1 (devam).....	145
Tablo 49. a- 1 (devam).....	145
Tablo 50. a- 1 (devam).....	146
Tablo 51. Serçe limanı Natron Camları (Hesaplamalara Dâhil Edilmemiştir), (n=4).....	147
Tablo 52. Serçe Limanı Yüksek Değer Zümrüt Yeşili Camlar Hariç Hesaplamalardan (n=4),	148
Tablo 53. YK12 Batığının Radyokarbon Sonuçları. Bütün Örnekler Oxford Üniversitesinin Radyokarbon Hızlandırma Ünitesi'nde Oxcal V14 1.7 Kullanılarak Kalibre edilmiştir (Üst Tarafta İngilizcesi, Alt Tarafta Türkçesi Verilmiştir).....	154

Tablo 54. YK12 Batığında Ağaç Cins/Türleri ve Kullanım Yerleri.....	157
Tablo 55. YK 12 Batığında Bulunan Ağaç Malzemenin Kullanım Yerleri ve Cinsleri.....	167
Tablo 56. Ahşapların Cins/Tür Tespit Yöntemleri ve Gemilerle İlgili Bazı Bilgiler.....	184
Tablo 57. Gemilerdeki Örnek Sayıları.....	185
Tablo 58. Yeni Kapı 12 Batığı'ndan Ele Geçen ve İncelenen Parçalarının Kısımları.....	186
Tablo 59. Teşhis Edilen Cinsler ve Bu Cinslere Ait Olası Türler.....	191
Tablo 60. YK3 nolu Batıkta Kullanılan Cins/Türler.....	193
Tablo 61. YK3 nolu Batıkta Kullanılan Cins/Türler Tablonun Devamı.....	194
Tablo 62. YK6 Batıkta Kullanılan Cins/Türler.....	196
Tablo 63. YK6 Batıkta Kullanılan Cins/Türler Tablonun Devamı.....	197
Tablo 64. YK7 nolu Batıkta Kullanılan Cins/Türler.....	199
Tablo 65. YK8 nolu Batık' da Kullanılan Cins/Türler.....	201
Tablo 66. YK8 nolu Batık' da Kullanılan Cins/Türler Tablonun Devamı.....	202
Tablo 67. YK9 nolu Batık 'da Kullanılan Cins/Türler	203
Tablo 68. YK10 nolu Batıkda Kullanılan Cins/Türler.....	205
Tablo 69. YK10 nolu Batıkda Kullanılan Cins/Türler Tablonun Devamı	206
Tablo 70. YK12 nolu Batıkda Kullanılan Cins/Türler.....	208
Tablo 71. YK12 nolu Batıkda Kullanılan Cins/Türler Tablonun Devamı	209
Tablo 72. YK12 nolu Batıkda Kullanılan Cins/Türler Tablonun Devamı.....	210
Tablo 73. YK12 nolu Batıkda Kullanılan Cins/Türler Tablonun Devamı.....	212
Tablo 74. Dönemlere Göre Gemilerin Ana Kısımlarında Kullanılan Ana Ağaç Cins/Türleri	220
Tablo 75. Teşhis Edilen Ağaçlar ve Bu Cins/Türlerin Genel Yayılış Alanları	223

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1. Bodrum Müzesi Uluburun Gemisi'nin Kesiti ve Batığın Deniz Altındaki Durumu. Rekonstrüksiyon.....	5
Şekil 2. Uluburun Batığının Ahşap Parçaları	6
Şekil 3. Yapılan Kurşun İzotop Analiz Sonucunun Grafikselsel Dağılımı	8
Şekil 4. Bodrum Müzesi Balık Ağı Kurşunları ve Kurşun Levhalar	8
Şekil 5. Bodrum Müzesi Öküz Gönü Bakır Külçe	10
Şekil 6. Bodrum Müzesi Öküz Gönü Bakır Külçe	10
Şekil 7. Bodrum Müzesi Yassı Balta	11
Şekil 8. Bodrum Müzesi Kalay Matara.....	12
Şekil 9. Bodrum Müzesi İtalyan Tipi Kılıç.....	13
Şekil 10. Bodrum Müzesi Uluburun Cam Külçeler Örnekleri	14
Şekil 11. Bodrum Müzesi Uluburun Cam Külçeler Örnekleri.....	15
Şekil 12. Bodrum Müzesi Uluburun Yazı Tahtası.....	17
Şekil 13. Bodrum Müzesi Uluburun Taş Çapa Örneği.....	19
Şekil 14. Bodrum Müzesi Uluburun Taş Çapa Örneği.....	20
Şekil 15. Bodrum Müzesi Deniz Kabuğundan Yüzükler.....	20
Şekil 16. Bodrum Müzesi Uluburun Kehribar Boncuk Örnekleri	21
Şekil 17. KW 600 Numaralı Matara Kabın İç Yüzü.....	22
Şekil 18. Uluburun Batığında Bulunan Taklit Kıbrıs Tıraşlanmış Beyaz Küçük Sürahi.....	23
Şekil 19. Büyük Boyutta Uluburun Matara Örnekleri.....	24
Şekil 20. a. Kalem Keski 'nin Biçim ve b. Metalografik İncelenme İçin Örneğin Çıkarıldığı Bölge	26
Şekil 21. Kalem Keski 'nin Bütününün Spectrace 5000 Tracor Marka EDXRF Spektrometresinde Analiz Sonucu Elde Edilen Pikler.....	27
Şekil 22. Kalem Keski'nin, Dağlanmadan Önceki Mikroyapısı ve Yapıda Silikat (Curuf) Kalıntısı Görüntüleri.....	27
Şekil 23. Bodrum Müzesi Kalem Keski.....	28
Şekil 24. Ok Ucu'nun Şekli ve Örneğin Alındığı Bölge (Taraflı Alan).....	29
Şekil 25. Ok Ucu'nun Biçimi.....	30
Şekil 26. Ok Ucu'nun, Göbek Kısımında Yer Alan Metalik Bölgenin Enine Kesit Mikroyapısı.....	31
Şekil 27. Ok Ucu Buluntunun, Spectrace 5000 Tracor Marka EDXRF Spektrometresi ile Yapılan Analizinde Elde Edilen Pikler.....	31
Şekil 28. Ok Ucu'nun Biçimi.....	32
Şekil 29. Buluntunun Sap Kısımında Yer Alan Ağaç Dokusunun SEM Görüntüsü.....	32
Şekil 30. Bozburun INA Arşivinden.....	33
Şekil 31. Amphora Tıpa.....	34

Şekil 32. Tıplar	35
Şekil 33. Bodrum Müzesi Bozburun Batığı Amphoraları,	35
Şekil 34. 1960 Kazı Sezonu Fotoğrafları, Genellikle Öküzgönü Külçeleri İçeren Buluntu.....	36
Şekil 35. Bodrum Müzesi Gelidonya Batığı Amphorası.....	50
Şekil 36. Demir-Sülfür İçeren Analiz Yapılmış Ahşabın Gösterildiği Bölge, Filitresiz XRF Analiz Sonucu ve Grafikte Sülfür (S), Demir(Fe), Rodyum(Rh), Paladyum(Pd) ve Argon(Ar) Elementlerinin Tespitini Gösteren Pikleri Vermektedir	51
Şekil 37. Yassıada Batığı'nın Su Altı Kazısı 1962'de Ortaya Çıktığı Hali.....	52
Şekil 38. Oksitlenmemiş Demirin Örneği.....	53
Şekil 39. Demirin Tipik Mikro Yapısı. Açık Alanlar Ferrit Koyu Bölgeler ise Perlittir. Yapı, Elle Su Birikintisi Yapılmış Bir Ferforjeden Yapılmış Olup, Cüruf Kalıntılarından Oldukça Arınmıştır.....	54
Şekil 40. Yassıada Tipik Kargo Amphoraları.....	58
Şekil 41. Bodrum Müzesi Yassıada Batığı Amphora.....	61
Şekil 42. Bodrum Müzesi Yassıada Batığı Amphoraları.....	62
Şekil 43. Batık Planı III. Çapalar, Kargo Amphoraları ve Su Kavanozu Gösterilmiştir	63
Şekil 44. Bodrum Müzesi Serçe Limanı Batığı.....	64
Şekil 45. Bodrum Müzesi Serçe Limanı Batığı.....	65
Şekil 46. Demir Çapa Kalıntıları.....	67
Şekil 47. Bodrum Müzesi Serçe Limanı Batığı Çapa Örneği.....	68
Şekil 48. 1-9: Ankrajlardan Elde Edilen Demirin Mikro Yapısını Gösteren Mikroskop Görüntüleri.....	68
Şekil 49. Çapa 1 Örneğinin Bir Ölçeği 1:10.....	69
Şekil 50. Bodrum Müzesi Serçe Limanı Metal Tas Örneği.....	73
Şekil 51. Silahlar; Sağ Taraftaki 5'li Grup Mızrak Ucu, Sol Taraftaki 4 'lü Grup Kılıçtır.....	79
Şekil 52. Bodrum Müzesi Serçe Limanı Mızrak Ucu Örnekleri.....	80
Şekil 53. WP 64 Kodlu Bronz Kılıç Kabzası.....	80
Şekil 54. Bodrum Müzesi Serçe Limanı WP 64 Kodlu Bronz Kılıç Kabzası 'ün.....	81
Şekil 55. Bodrum Müzesi Serçe Limanı Balık Ağı Ağırlığı Örnekleri	82
Şekil 56. Bodrum Müzesi Serçe Limanı On İki Uçlu Mızrak Başı	82
Şekil 57. Kurşun Ağ Platinler.....	83
Şekil 58. Epoksi Reçineyle Konservasyon Uygulanan Kilitler.....	83
Şekil 59. Asma Kilit Yönü Başından Sonuna Kadar Gösterir.....	84
Şekil 60. Bodrum Müzesi Serçe Limanı Asma Kilit Örnekleri.....	84
Şekil 61. Bodrum Müzesi Serçe Limanı Cam Eser Örnekleri	85
Şekil 62. Serçe Limanı Eserleri, İran'dan Bazı Cevherler ve Doğu Rodop'tan Bazı Cevherlerin Kurşun İzotop Bileşimleri.....	91

Şekil 63. Serçe Limanı'ndan Bulgaristan Cevher Yatakları ve Kurşun Metali İçin Kurşun İzotop Verileri.....	93
Şekil 64. Sol Üstten Saat Yönünde: Üzüm (<i>Vitis vinifera</i> L.), Azarol (<i>Crataegus azarolus</i>), Kayısı (<i>Armeniaca vulgaris</i>), Erik (<i>Prunus Domestica</i> ; aynı zamanda ortada), Badem (<i>Amygdalus communis</i>) ve Sumak (<i>Rhus coriaria</i>),.....	100
Şekil 65. Üst Sıra: Zeytin Taşı İzlerini Gösteren Bir Beton Yığınının Parçası, Azarol; Alt Sıra: Üç Zeytin Taş Parçaları; (b) Badem (c) Şeftali; (d) BN Depolama Kavanozundaki Üzüm Çekirdekleri; (e) Zeytin Çekirdeği; (f) Karpuz Çekirdeği; (g) Koprolit, Muhtemelen Koyun veya Keçi Kökenli.....	101
Şekil 66. Bodrum Müzesi Serçe Limanı Cam Eser Örneği	106
Şekil 67. Bodrum Müzesi Serçe Limanı Cam Eser Örneği.....	107
Şekil 68. Bodrum Müzesi Serçe Limanı Cam Eser Örnekleri.....	108
Şekil 69. Bodrum Müzesi Serçe Limanı Yeşil Cam Külçe Örneği.....	112
Şekil 70. 93 Adet Serçe Limanı Bitki Külü Soda Bardağı İçin Kireç-Soda Arsası İçerikli Kare Medyan Değer; Yıldız İşaretleri (*), Değerlerin Azaltılmış Bileşimden Olduğunu Gösterir (veriler 100%'ye normalleştirilmiştir); Noktalar İşaretlendi Okunabilirliği Artırmak İçin Normalden Daha Küçük ve Elips 95% Güven Sınırını Gösterir.....	114
Şekil 71. 93 Adet Serçe Limanı Bitki Külü Soda Bardağı İçin Magnesia ve Potas Grafiği.....	115
Şekil 72. 93 Adet Serçe Limanı Bitki Külü Soda Bardağı İçin Alümina ve Silika Grafiği.....	115
Şekil 73. 93 Adet Serçe Limanı Bitki Külü Soda Bardağı İçin Demir-Alümina Grafiği.....	115
Şekil 74. 179 İslami bitki külü soda bardağı için kireç ve soda. Örnekler 20 Farklı Konumu veya Dekorasyon Türünü Temsil Ediyor. İçerikli Kare Medyan Değeri, Elips ise 95% Güven Sınırını Gösterir.....	122
Şekil 75. 179 İslami Cam İçin Magnesia ve Potas Grafiği. Bunlardan Bazılarından Bir Referans Noktası Yanlışıyla Çıkarıldı Grafikler	123
Şekil 76. 179 İslami Cam İçin Alümina ve Silika Grafiği	123
Şekil 77. 179 İslami Cam İçin Demir ve Alümina Grafiği. Bu Grafiklerin Bazılarından Yanlışıyla Bir Referans Noktası Çıkarıldı.....	124
Şekil 78. Serçe Limanı Camlarını 180 İslami Camla Karşılaştırmalı Olarak Gösteriyor: Kireç ve Soda.....	124
Şekil 79. Serçe Limanı Camlarını 179 İslami Cama Göre Gösteriyor (Bir Dış Nokta İhmal Edilmiştir): Magnezya vs. Potası.....	125
Şekil 80. Serçe Limanı Camlarını 179 İslami Cama Göre Gösteriyor (Bir Dış Nokta İhmal Edilmiştir): Alümina ve Silika.....	125
Şekil 81. Serçe Limanı camlarını 179 İslami Cama Göre Gösteriyor (Bir Dış Nokta İhmal Edilmiştir): Demir ve Alümina.....	126
Şekil 82. Solda 92 adet Serçe Limanı Camına Ait Üçlü Arsa; Sağda, On altı Farklı Bölgeyi Temsil Eden 180 İslami Camlar İçin Benzer Bir Grafik Siteler veya Dekorasyon Türleri.....	128
Şekil 83. Üstte, Serçe Limanı'ndan 93 Adet Bitki Külü Soda Bardağının Hiyerarşik Küme Analizi İçin Dendrogram; Alt, Basitleştirilmiş Serçe Limanı Camlarına İlişkin Ana Veri Gövdesini (Gölgesiz Kümeler 1-6) ve Görünen Örnek Kümelerini Gösteren Dendrogram Farklı Kaynaklardan Gelmiş Olmalıdır (gölgeli kümeler 7-15),	130
Şekil 84. 93 Adet Serçe Limanı Bitki Külü Soda Bazlı Camın Ana Bileşen Grafiği.....	135

Şekil 85. Limanın Batı Kısmını Oluşturan ve Günümüzde 100 Ada Olarak Adlandırılan Bölgede Ortaya Çıkarılan Mimari Kalıntıları.....	149
Şekil 86. YK12 Batığının Amphoralar ve Kişisel Kullanım Kaplarından Oluşan Kargosu	150
Şekil 87. I. Theodosius Dönemi Konstantinopolis’ini 14 Bölgeye Ayrılmış Halde Gösteren Harita	151
Şekil 88. Kazı Alanının En Büyük Gemisi Olan YK12 Batığı Üzerinde Yapılan Temizlik ve Belgeleme Çalışmaları.....	152
Şekil 89. Yeni Kapı Batıkların’dan Amphoralı Halinin Kroplanmamış Hali	153
Şekil 90. Odun Örneklerinin Mikroskopik Fotoğrafları 1. Dişbudak, 2. Meşe, 3. Kestane Ve 4. Cevizdir.....	156
Şekil 91. 67 a-b: Gri Reçine Optik Mikroskop ve SEM Görüntüsü 68 a-b: Sarı Reçine Optik Mikroskop ve SEM Görüntüsü 69 a-b: Serme Kalafata Optik Mikroskop ve SEM Görüntüsü.....	158
Şekil 92. FTIR Spektrumları 1. Referans Kestane Odunu ve İK2-1 Numaralı Kaplama Tahtası Örneklerinin Spektrumları, 2. Referans Dişbudak Ağacı ve Yelken Yatağı Örneklerinin Spektrumları.....	159
Şekil 93. Yenikapı 16 numaralı Batık Ahşaplarından Demir Korozyonu.....	160
Şekil 94. YK12 Batığının Dijital Çizimi.....	161
Şekil 95. YK12 Bozulma Durumu (w/%w) ve K12 Ahşaplarının Bozulma Haritası.....	161
Şekil 96. Yenikapı 12 Batığı.....	163
Şekil 97. Geminin Omurga, Eğri, Posta, Kaplama ve İç Kaplamaları.....	165
Şekil 98. Kay-Akmeşe Grubu Örneği Odunun Enine Kesiti (Örnek no: YK 12 döşek 89E-23).....	168
Şekil 99. Kay-Akmeşe Grubu Örneği Odunun Enine Kesiti (Örnek no: YK 12 döşek 92 E-21).....	168
Şekil 100. Kay-Kırmızı Meşe Odunun Enine Kesiti (Örnek no: YK 12 Ahşap Çivi E-18- AT)	169
Şekil 101. Kay-Anadolu Kestanesi Örneği Odunun Enine Kesiti (Örnek no: YK 12 Kaplama Tahtası İK5-2).....	169
Şekil 102. Dişbudak Odunun Enine Kesiti (Örnek no: YK12 Döşek 91 E-20).....	171
Şekil 103. Dişbudak Odunun Enine Kesiti (Örnek no: YK 12 Posta 85 E18-S1).....	171
Şekil 104. Gürgen Odunu Enine Kesiti (Örnek no: YK 12 Döşek E-16).	172
Şekil 105. Gürgen Odunu Enine Kesiti (Örnek no: YK 12 Döşek E-16).	172
Şekil 106. Gürgen Odunu Enine Kesiti (Örnek no: YK 12 Döşek E-16).	173
Şekil 107. Ceviz Odunu Enine Kesiti (Örnek no: YK 12 Döşek 86-E26).....	173
Şekil 108. Ceviz Odunu Enine Kesiti (Örnek no: YK 12 Döşek 87-E24).....	174
Şekil 109. Ceviz Odunu Teğet Kesiti (Örnek no: YK 12 Döşek 87-E25).....	174
Şekil 110. Çınar Odunu Enine Kesiti (Örnek no: YK 12 Farş F-24).....	175
Şekil 111. Dendrokronolojik Tarih Belirleme (Dendrokronolojik Tarihlendirme Amacıyla Alınmış Uygun Bir Örnek),.....	182
Şekil 112. Metro YK22 (üst) ve Metro YK34 Nolu (alt) Gemilerden Alınmış İdeal Örnekler	182

Şekil 113. Gemilerin Çıkartılması.....	183
Şekil 114. Gemilerin Çıkarılması	183
Şekil 115. Örneklerin Jiletle İnce Kesit Alınması.....	187
Şekil 116. Mikroskopta Örnek Teihisi Ekranda Odunun Enine Kesiti Görülmekte, Sağ Tarafta Ekranda Odunun Mikroskop Görüntüsü Görünmekte.....	189
Şekil 117. YK3 nolu Batık Gemi Renklendirilmiş (alt) ve Ahşap Formu (üst)).....	191
Şekil 118. Batıkların Ahşapları ve YK3 nolu Batık.....	195
Şekil 119. YK6 nolu Batık Renklendirilmiş (sol) Ahşabın Formu (sağ).....	195
Şekil 120. YK6 nolu Batık.....	198
Şekil 121. YK7 nolu Batık Renklendirilmiş (sol) Ahşap Formu (sağ).....	198
Şekil 122. YK8 nolu Batık Renklendirilmiş (alt) Ahşap Formu (üst).....	200
Şekil 123. YK9 nolu batık Renklendirilmiş (sağ) Ahşap Formu (sol).....	203
Şekil 124. YK10 nolu Batık Renklendirilmiş (alt) Ahşap Formu (üst).....	204
Şekil 125. YK12 nolu Batık Renklendirmiş (sol) Ahşap Formu (sağ).....	207
Şekil 126. YK12 nolu Batık.....	211
Şekil 127. Uludağ Göknaarının Genel Görünüşü.....	216
Şekil 128. Göknaar Odunun Anatomik Kesitleri 1.Enine 2. Radyal 3. Teğet kesit.....	217
Şekil 129. İstanbul Belgrad Ormanı'nda Doğal Bir Gürge Meşceresi.....	218
Şekil 130. Gürge Odunlarının Anatomik Kesitleri 1. Enine Kesit 2. Enine Kesit 3. Basit Perfarasyon Tablası 4. Yalancı Öz Işın.....	219
Şekil 131. Ahşap Kullanımda Dönemsel Değişimler.....	221

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

KISALTMALAR

AA: Atomik Absorpsiyon- (Eng.: Atomic Absorption)

C14: Radyokarbon Tarihleme Yöntemi - (Eng.: Radiocarbon Dating)

DTPA: Dietilentriaminpentaasetik Asit - (Eng.: Diethylenetriaminepentaacetic Acid)

EDS: Enerji Dağılımlı X-Işını Spektroskopisi - (Eng.: Energy-Dispersive X-Ray Spectroscopy)

EDTA: Etilendiamintetraasetik Asit - (Eng.: Ethylenediaminetetraacetic Acid)

FT-IR: Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi - (Eng.: Fourier Transform Infrared Spectroscopy)

HRGC- EIMS: Kütle Spektrometrisi - (Eng.: Mass Spectrometry)

ICP: İndüktif Eşleşmiş Plazma - (Eng.: Inductively Coupled Plasma)

İÜ: İstanbul Üniversitesi - (Eng.: Istanbul University)

INA: Sualtı Arkeoloji Enstitüsü (Eng.: Institute of Nautical Archaeology)

PEG: Polietilen Glikol - (Eng.: Polyethylene Glycol)

PIXE: Kurşun Parçacık Kaynaklı X-Işını Emisyonu - (Eng.: X-Ray Emission from Lead Particle)

PM: Pikometre, Metrik Sistemde, Metrenin Trilyon'da biri - (Eng.: Picometer, One Trillionth of a Meter in the Metric System)

PPM: Parça/milyon - (Eng.: Parts Per Million)

MNI: Minimum Birey Sayısı - (Eng.: Minimum Number of Individuals)

NIST: Ulusal Standartlar Bürosu - (Eng.: National Bureau of Standards)

SEM: Taramalı Elektron Mikroskop - (Eng.: Scanning Electron Microscopy)

SEM-EDX: Taramalı Elektron Mikroskobu ve Enerji Dağılımlı X Işını Spektroskopisi - (Eng.: Scanning Electron Microscope and Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy)

SXM: Taramalı X Işını Spektro-Mikroskobu - (Eng.: Scanning X-Ray Spectro-Microscope)

vb.: Ve Benzeri

vd.: Ve Diğerler

XANES: X Işını Absorbsiyon Spektroskopisi - (Eng.: X-Ray Absorption Spectroscopy)

XPS: X-Işını Fotoelektron Spektrometresi - (Eng.: X-Ray Photoelectron Spectroscopy)

XRD: X-Işınları Difraktometresi - (Eng.: X Ray Diffraction)

XRF: X Işını Floresans Spektroskopisi – (Eng.: X-Ray Fluorescence)



1. GİRİŞ

Bu çalışmada gemi batıklarında yapılan sualtı kazıları ve yapılan arkeometrik analizler sonucunda; gemi batıklarının buluntularına, batıkların yapım teknolojileri, hangi malzemeden yapıldıkları ve yaşları tarihlendirilmiştir. Ayrıca yapılan analiz çalışmaları sonucunda içerisinde bulunan buluntuların türü, hangi bölgelerden geldiği ve bu dönemdeki bölgeler arası ticari bağlantıların ve rotanın nasıl olduğu ortaya konmuştur. Örneğin yapılan analizlerden biri ortaya çıkarmaktadır ki Uluburun Batığı'nda ele geçen madenin bir kısmı bize analiz sonuçlarına göre Kara Yunanistan, Kuzey Ege ya da Anadolu'dan seyir rotasını izleyerek Levant Kıyılan'na ve büyük olasılıkla Kıbrıs'a varmış olmasını ortaya koymuştur. Bu durum değerlendirilecek olursa; Geç Tunç Çağı'nda kurşunun Akdeniz'in hem doğu bölgesine hem bölgenin batısına ulaştığı düşünülebilir. Bu durum bize ticaret rotasının genişliği gösterebilmektedir. Bir başka örnek ise Gelidonya Batığı'nda yapılan arkeometrik analize göre; Gelidonya Batığı'nın gövdesini kaplayan çalılıklardan alınan 42 gram ağırlığındaki bir ince dal örneğinin analizi, C14 (Radyokarbon) Analizi sonucuna göre; Gelidonya Batığı'nın yaşı MÖ 1060-1250 tarihleri arasında olduğu düşünülmektedir. (C14 analizi sonucuna göre saptanan tarihlendirme aralığı: MÖ 1060'tan daha genç olma ihtimali düşüktür -1110 eksi 50-. MÖ 1250'ye kadar eski bir zaman olabilir -1200 artı 50-.) Benzer sonuçları içeren bir çalışma yapılmış olup tezimde bu konulara yer verilmeye çalışılmıştır.

2. METOT VE YÖNTEM

Bu çalışmayı hazırlarken kendi kitaplığımdan konumla ilgili kitapları ve dergileri okuyarak bu eserleri çalışarak, konumla ilgili kısımlardan faydalandım. Ayrıca internet üzerinde bulunan, Yüksek Öğretim Kurulu Başkanlığı Ulusal Tez Merkezi WEB sitesi üzerinden konumla ilgili tezleri inceleyerek, üzerlerinde detaylı çalışma gerçekleştirilerek, içindeki ilgili kısımlardan faydalandım. Yine internetten Google Akademi WEB sitesi üzerinde ilgili bilimsel makalelere ulaşarak okumalar yaptım ve okuduğum makalelerden konumla ilgili kısımları faydalandım. İnternet üzerinden <https://kvmgm.ktb.gov.tr/> adresinden Arkeometri Sonuçları Toplantıları'na ulaşarak yapılan çalışmaları okuyarak ilgili ilgili kısımları faydalandım. Ayrıca Bodruma giderek Bodrum su altı müzesini gezdim ve orada bulunan gemi batıklarını içerisinden çıkan eserleri fotoğraflayarak kütüphanesinde ve müzedeki arkeologlarla birlikte araştırma yaptım. Bunun yanı sıra Sualtı Arkeoloji Enstitüsü (INA) Bodrum Araştırma Merkezine giderek batıklarda yapılan Arkeometrik çalışmalar hakkında kaynak taraması yaptım. Bulduğum kaynakların içinde konumla ilgili kısımlardan faydalandım ve kaynaklar içinde bulunan ingilizce olan tabloları Türkçeye çevirdim. Sinop Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nün hazırladığı tez yazım kılavuzuna göre bu çalışmamı hazırlamış bulunmaktayım.

3. SU ALTI ARKEOLOJİSİNİN TANIMI VE TÜRKİYE’DE SU ALTI ARKEOLOJİSİNİN GELİŞİMİ

3.1 Su altı Arkeolojisi

Su altı Arkeolojisi (Underwater Archaeology), günümüzde doğal afetler nedeniyle su altında kalmış veya batmış olan kalıntıların veya buluntuların (batıklar, yapılar, kemikler, Amphoralar, mimari vs.) çeşitli sualtı yüzey araştırması yöntemleri ile tespit edilmesi, sualtına dalış yapılarak kazı yerinde tespit edilerek belgelenmesi ve korunarak su üstüne çıkarılması işleminin yapıldığı Arkeoloji dalıdır. Sualtında bulunan mimari, gemi kalıntıları ve buluntuların her türlü sualtı Arkeolojisi’nin inceleme ve araştırma alanını oluşturmaktadır. Sualtı Arkeolojisinin diğer Arkeoloji dallarından temel ayrımı, sualtında kazı yapılacak yerde tespit edilmesi, belgelenmesi ve buluntuların veya kalıntıların kaldırma işlemlerinin daha dikkatli olunması ve çoğunlukla suyun altında yapılıyor olması veya su üstündeki gemi kalıntılarının ‘da araştırılmasıdır. Sualtında yapılar Arkeoloji kazı uygulaması için özel geliştirilmiş donanım ve yöntemler kullanılmakta olup çalışma prensibi karadan farklı olarak karada yapılan arkeolojik kazı yöntemlerinden farklı olabilmektedir. Su altı Arkeolojisi kavramı bu kapsamda buluntuların niteliklerine ve buluntu topluluğunun kısmen su altında veya üstünde bulunuşuna göre farklı isimlendirmeler ve yorumlamalar içerebilmektedir. Böylelikle Sualtı arkeolojisi, eski ve antik çağlardaki denizcilik ve sualtında kalmış şehir, kalıntıların incelenmesindeki çalışmaları için giderek daha önemli hale gelmiştir (Gölbaş, 2019, s. 589-605).

3.2 Türkiye’de Su altı Arkeolojisi Gelişimi

Üç tarafı deniz olan ülkemizin çağlar boyu gemilerin seyir rotası olarak kullandığı deniz ticaretinin yolları üzerinde bulunur. Kıyı şehirlerimizin çoğunluğu gemilerin liman olarak kullandığı yer olmuştur (Akarsu ve Tarakçı, 2019, s. 1033). Antik çağlarda gemiler olağan dışı gelişen hava şartları, deniz dip akıntıları, denizin içinde bulunan tehlikeli burunlar ve deniz yüzeyine çok yakın mesafede yükseltiler sebebiyle deniz kazası ile parçalanarak ya da alabora olarak batmışlardır. Ülkemiz denizleri, Tunç Çağı’na tarihlendirilen ticaret gemisinden ve 19. yüzyılda batan Osmanlı savaş gemisine dek tarihin her döneminde her türlü batığın ve geminin bulunduğu bölge olmuştur. Bu batıklar Antik Dönem ticaret rotasını ve hangi tür malzemelerin ticaretinin yapıldığını belirleyecek niteliktedir (Berkaya, 1993, s. 297).

Türkiye'de, 1960 yılından günümüzedek su altı Arkeolojik Kazı ve Araştırmaları yapılmaktadır. Türkiye'nin güneyindeki büyük su altı kazı projesi, Gelidonya Batığı (1960) kazısı ile pek çok veri elde edilmiştir. Bu ilk batık tamamen dalgıç olan arkeologlar tarafından kazılıp araştırması yapılmış olduğundan, bu kazı sistemi yeni bir disiplin olarak su altı arkeoloji gelişiminde bir dönüm noktası olmuştur (Berkaya, 1993, s. 297).

4. ULUBURUN BATIĞI

Antalya ilinin Kaş ilçesinin Kıyı şeridinden 60 metre kadar açıkta olan Uluburun Batığı'nın (Şekil 1) kazısı 1984'ten 1994'e kadar sürmüş ve 10 yıllık bir çalışma sonucunda bitirilmiştir. Batık 45 ile 60 metreler arasında farklılık gösteren bir derinlikte bulunmuştur. Geminin 3300 yıl boyunca deniz dibinde saklı kalmış olmasından dolayı ve kayalık bir bölgede batması sonucu batık kazısının yapılmasını ve batıktaki eserlerin çıkarılmasını güçleştirmiştir. Son Tunç Çağı'na ait batıkta yapılan kazı ve arkeometrik analiz çalışmalar, kazının büyük kayanın batısı ve kazı alanının daha sığ bölgesi olan kısımlarında yoğunlaşarak kazı çalışmaları yapılmıştır. Batığın diğer tarafı olan derin kısmını kazılmamış ancak görülebilen kalıntılar röleveye çizilerek aktarılmıştır.

Ayrıca batığın kargosu çeşitli mallarla dolu olduğu kazılar sonucu saptanmıştır ve bunların bazılarına, arkeometrik analizler uygulanmıştır (Akarsu, 2020, s. 521-522; Yalçın, Pulak, ve Slotta, 2006, s. 58). Örneğin batıkta ele geçen bakır ve kalay bize, Doğu ve Batı rotasında yapılan bakır ve kalay nakliyatı Doğu Akdeniz'in hammadde ihtiyacını nasıl karşılandığını anlamamızda önemli bir rol oynamıştır. Bunu anlamamıza yardımcı olan aynı şekilde batmış olan başka bir batıktan ele geçen bakır ve kalay külçelerin bulunması ile söz konusu olan ticaret rotasının izlediği yol aydınlığa kavuşmuştur (Yalçın, Pulak, ve Slotta, 2006, s. 58).



Şekil 1. Bodrum Müzesi Uluburun Gemisi'nin Kesiti ve Batığın Deniz Altındaki Durumu. Rekonstrüksiyon (A. Burak KÜTÜK'ün Arşivinden).

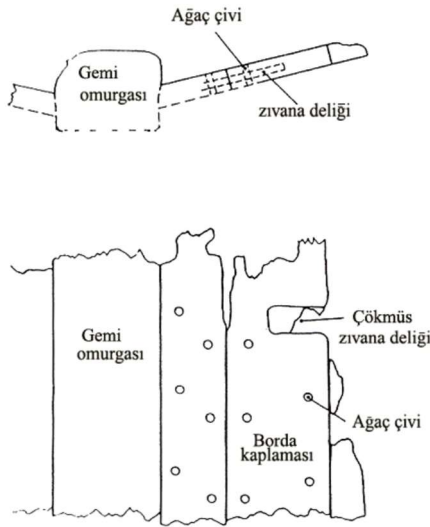
4.1 Uluburun Batığı'nda Gerçekleştirilen Arkeometrik Analizler

4.1.1 Uluburun Batığı 'nda Ele Geçen Ahşap Malzemelere Yapılan Analizler

Sedir ağacından yapılmış olduğu analizler sonucu anlaşılmış olan Uluburun batığı, 14-15 metre uzunluğunda ve 4.5-5 metre enindedir. Batık 'da, Sualtı Arkeoloji Enstitüsü (INA) tarafından gerçekleştirilen 1989 yılı sualtı kazı çalışmalarında farklı boyutlarda ağaç kütükleri bulunmuştur. Ele geçmiş olan bu kütüklerden bir tanesi Mısırın güneyinde, Habeşistan ve Somali menşeli abanoz (*Dalbergia melanoxylon*) kütük türü olduğu saptanmış ve daha önceki kazılarda da ele geçmiştir. 1989 yılı sulatı kazı çalışmasında tamamen açığa çıkartılmış olan ve yapılan arkeometrik analizlere göre ladin (*picea*) ya da lariks (*larix*) çamı türlerinden biri olduğu belirlenen iki tane kütük daha ele geçirilmiştir (Akarsu, 2008, s. 50-51; Akarsu, 2024, s. 59).

Su altı kazı çalışmaları sırasında batıkta bulunan buluntular arasında bir kısmı ahşap (Şekil 2) olan örneklerden analiz için örnekler alınarak yapılan C14 analizlerine göre batık M.Ö. 1305 tarihinden sonra ki bir zaman içinde batmıştır. Batıkta ele geçen Miken medeniyetine ait olan seramikleri 'de yapılan bu analiz sonuçları ile uyushmaktadır. Ancak alınan örnekler içinde iki tane örnek haricinde diğer analizi yapılan örneklerin sonucuna göre Geç Hellas IIIA2 döneminin son zamanlarına tarihlendirilmektedir. Geç Hellas IIIA2 döneminin son zamanları Mısır medeniyetinde o dönem ' ki Mısır kralı olan Akhenaton dönemi ile çağdaştır, bu nedenle batık Amarna döneminin son zamanlarına ya da hemen sonrasında batmış olabileceği düşünülmektedir.

Batığın taşıdığı kargonun çoğunluğunu oluşturan bakır külçelerinin altında bulunan, boyu tahmini olarak bir metreyi bulan bir ağaç kütüğü bulunmuştur. Ardıç olduğu düşünülen kütük herhangi bir işlem görmemiş olmasından ötürü batığın bünyesindeki taşınan kargodan ayrı tutulmaktadır. Batıktan sualtı kazısı sonucu ele geçen bu kütük hakkında iki önerme vardır. Ya gemide bakır külçelerin altına günümüzdeki gibi palet benzeri destek (takoz) olarak işlevi olarak kullanılmıştır, ya da gemi battıktan sonra su akıntısı yoluyla oraya rastlantısal olarak gelerek bulunduğu yere sıkışmıştır. Ancak kütük üzerinde yapılan dendrokronolojik analiz yöntemi ile incelemeler sonucunda, ağacın tarihinin MÖ 15. yüzyıl ortalarına tarihlendiği saptanmıştır. Bu tarihi verinin ortaya çıkması sonucunda Uluburun batığı'ndan en az yüz yıl öncesine tarihlendiği belirlenmiştir. Bu durum şu sonucu ortaya verebilmektedir; ağaç öldükten uzun bir müddet sonra kesilmiş olup ve yolculukta külçelere destek (takoz) işlevi olarak kullanılmak üzere batığa alınmış olduğunu ve bu durum sonucunda birinci düşünceyi desteklemektedir (Gürgeç, 2017, s. 88).

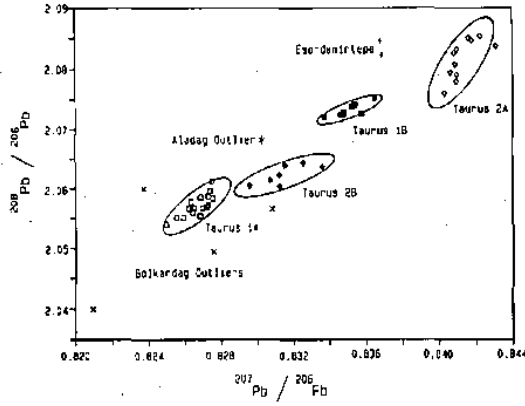


Şekil 2. Uluburun Batığının Ahşap Parçaları (Votruba 2006, Lev. 40.2.).

4.1.2 Uluburun Batığı'nda Ele Geçen Balık Ağı Kurşunlarına ve Kurşundan Olan Levhalarla Yapılan Analizler; Kurşun İzotop Analizi, İzotop Parmak İzleri Analizi

Gemideki mürettebata ait olduğu düşünülen birden fazla sayıda balık ağı kurşunları kazıda ele geçmiştir ve genel olarak balık ağlarında, yapılan analizlerde Laurion kurşununun kullanıldığı görülmüştür. Laurion kurşununun, gemide olta ağırlığı ve balık ağı ağırlığı amaçlı kullanılmış olduğu da saptanmıştır. Aslıhan Yener'in yaptığı laboratuvar analizleri sonucunda Uluburun Batığı'ndaki iki balık ağı kurşununun Toroslar'ın Bolkardağ bölgesi kaynaklı olduğu belirlenmiştir. Diğer üçü (AAN8II, 812, 813) Yunanistan'ın Laurion bölgesi ile uyum göstermektedir (Yener, Barnes, Joel, ve Sayre, 1990, s. 89-91). Bu sonuçlardan, Orta Toros kaynaklarının dördüncü bin yılsonlarından birinci bin yılın başına kadar kullanıldığı anlaşılmaktadır (Yener, Barnes, Joel, ve Sayre, 1990, s. 89-91).

Uluburun Batığın'da kurşun külçeler bulunamamış olup ancak buluntular 'da saptanan kurşun levhaların balık ağı ağırlığı olarak kullanıldığı düşünülmüştür. Bulunan 100 tane kadar balık ağlarının ağırlıklarından analiz yapılmak üzere alınan örneklerin kurşun izotop analizleri (Şekil 3) ve izotop parmak izleri analizleri yapılmış olup yapılan analiz sonuçlarına göre örneklerin çoğu Yunanistan ve Attika'daki Laurion kurşun maden yatakları 'nın izleriyle örtüştüğünü göstermektedir. Ayrıca analiz sonucunun gösterdiği başka bir bilgi ise bazı örnekler'deki kurşun oranlarının belirlenmesiyle olasılıkla Siphnos, Khalkikiki ve Troas Bölgesi'nden bulunan maden yatakların 'dan geldiği tespit edilmiştir (Yener, Barnes, Joel, ve Sayre, 1990, s. 89-91). Bu sonuçlar üzerine Uluburun 'da ele geçen kurşun ağırlıkları 'nın (Şekil 4) hammaddelerinin farklı bölgedeki maden yataklarından geldiğini işaret etmiştir. Kurşun madeni bozulması zor olan bir maden olması nedeniyle sürekli kullanılabilen bir malzeme olmasından dolayı bu durum olan üstünlük az etmez. Ayrıca batığın farklı limanlara demirlenmiş olması farklı bölgelere ve kökenlere sahip kurşun ağırlıklar alınmış olduğu düşüncesi mantıklı bir düşünülecek olarak düşünülebiliriz.



Şekil 3. Yapılan Kurşun İzotop Analiz Sonucunun Grafiksel Dağılımı (Yener, Barnes, Joel, ve Sayre, 1990, s. 94).



Şekil 4. Bodrum Müzesi Balık Ağı Kurşunları ve Kurşun Levhalar (A. Burak KÜTÜK 'ün Arşivinden).

4.1.3 Uluburun Batığı'nda Ele Geçen Öküz Gönü ve Pide Biçimli Bakır Külçelere Yapılan Analizler; Kurşun İzotop Analizi, Atomik Absorpsiyon Analizi, Kurşun İzotop Parmak İzleri Analizi

Uluburun Batığı'nda ele geçen buluntuları içinde bulunan öküz gönü biçimli bakır külçeler (Şekil 5) ile pide biçimli bakır külçelerin (Şekil 6) neredeyse hemen hepsine kurşun izotop analizi yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre külçelerin kaynağı henüz saptanamamış olan bir bakır kaynağını göstermektedir. Lakin bununla beraber Kıbrıs'ın farklı yerleşimlerinden gelen Geç Tunç Çağı I tarihli olduğu bilinen çok sayıda buluntunun kurşun izotop analizleri, Uluburun örnekleri ile benzerlik göstermektedir. Bu analiz ve karşılaştırmalar sonucu Uluburun Batığı'nda bulunan bakır külçelerin Kıbrıs'ta henüz yeri saptanamayan bir bakır yatağından gelmiş olabileceği düşünülmektedir. Uluburun Batığı'ndan 100 yıl sonra batmış olan Gelidonya gemisi batığı 'nda yapılan kazı çalışmaları ile ele geçen külçelerin, atomik absorpsiyon ve kurşun izotop analizlerine göre Kıbrıs bakırından yapıldığı anlaşılmıştır (Votruba, 2006, s. 121-144).

Uluburun Batığı 'nda ele geçen öküz gönü biçimli külçelerin 160 âdetinde, pide biçimli külçelerin de 62 âdetinde; bir veya birden çok sayıda işaret saptanmıştır. Bu işaretlerden en az beş tanesi Kıbrıs-Minos (Cypro-Minoan) yazısı ile ilişkilendirilmektedir. İşaretlerden birisi Girit-Hagia Triadha'da bulunan öküz gönü biçimli bir bakır külçer 'de görülen işaretle benzerdir. Benzer işaretler Kıbrıs-Enkomi ile Sardunya'da bulunan külçe örneklerinde de saptanmıştır (Votrubá, 2006, s. 121-144).

Uluburun Batığı'nda ele geçen külçelerden biri üzerinde saptanan başka bir işaret, 2004 yılında Mochlos'ta ele geçen buluntuda M.Ö. 15. yüzyıla tarihlendirilen yarım bir öküz gönü biçimli ingot parçasında da görülmektedir. Mochlos külçe örneğinin Kıbrıs'ta bilinmeyen bir maden yatağının bakırından yapıldığı saptanmıştır. Uluburun Batığı'ndaki öküz gönü biçimli külçelere aşırı derece 'deki bir kısmının da aynı maden yatağına işaret etmesi, Uluburun gibi başka bir batığın bir yüzyıl önce Girit-Mochlos'a aynı kaynaktan metal getirdiğini göstermiştir. Bakır külçeler 'den farklı olarak batıkta ele geçen tunç ve gümüşten yapılmış buluntular ve kalay külçeler de arkeometrik analizlere tâbi tutulmuştur. Bakır alaşımlı eserlerin bakır külçeler'den oldukça farklı sonuçlar verdiği saptanmıştır.

Buluntuya yapılan analizlerden biri olan kurşun izotop analizinin sonucuna göre batıktan ele geçen bakır buluntunun Kıbrıs kökenli olduğu saptanmıştır. Kıbrıs'ta bulunan cüruf topluluğunun 'dan oluşan tepeler ve önemli bakır madenlerin 'den alınan örneklerin analizlerin yapılması sonucun 'da bölgedeki madenlerin hemen hepsini kapsayan kurşun izotop parmak izleri toplanmıştır. Bölgedeki maden yatakları ve crüflere ait bu "parmak izleri" MÖ 13. yüzyıl ortasına tarihlendirilirken öküz gönü külçelerin hepsinin Kuzey Kıbrıs madenlerine ait kurşun izotop verileriyle benzerliği saptanmıştır. MÖ 14. yüzyıl sonuna tarihlenen Uluburun öküz gönü ve pide biçimli külçelerin ait izotop verilerinin çoğu birbiriyle çok az miktarda bölgede bulunan maden yataklarından alındığını göstermiştir. Analiz sonucuna göre çoğu külçelerin izotop değerleri Kuzeybatı Kıbrıs'ta Trodos Dağları'ndaki Apliki maden yataklarını tanımlayan korelasyon çizgisinin uzantısı üzerinde bulunur. Ancak bu günümüzde bilinen ve Kıbrıs 'da bulunan madenlerden kurşun izotop izleriyle bağlantı kurabileceğimiz bir alan değildir. Bu nedenle Uluburun külçelerinin imalatında kullanılan bakırın Apliki Madeni'nin yakınındaki madenlerden elde edilmiş olma olasılığı daha mantıklı olacaktır. Söz konusu madenin daha Antik Çağ'da tükendiği düşünülmektedir (Gürgen, 2017, s. 92).



Şekil 5. Bodrum Müzesi Öküz Gönü Bakır Külçe (A. Burak KÜTÜK'ün Arşivinden).



Şekil 6. Bodrum Müzesi Öküz Gönü Bakır Külçe (A. Burak KÜTÜK'ün Arşivinden).

4.1.4 Uluburun Batığı'nda Ele Geçen Kurşundan Yapılmış Disk Biçimli Terazi Ağırlıklara ve Baltalara Yapılan Arkeometrik Analizler

Kurşundan yapılmış olan iki adet disk biçimli terazi ağırlığı ve üç adet balta (Şekil 7) Uluburun batığı 'nda ele geçmiştir yapılan analiz sonucuna göre kurşunların bir kısmı Attika-Laurion kentin 'de bulunan maden yataklarından alınan kurşun ile diğer 19 buluntunun analiz sonuçları Toros Dağları'nın maden yatakları ile aynı sonuçları vermiştir. Batık 'da ele geçen ve Toros Dağları'nın maden yataklarından geldiği saptanan bu metal buluntular Hititler'in metal imalatı ile bağlantılı olabilir. Toroslar 'daki zengin maden yatakları bu dönemde büyük olasılıkla Hitit İmparatorluğu'nun kontrolü altında çalıştırılmaktaydı (Votrubá, 2006, s. 115-116).



Şekil 7. Bodrum Müzesi Yassı Balta (A. Burak KÜTÜK 'ün Arşivinden).

4.1.5 Uluburun Batığı'nda Ele Geçen Kalay Mataraya Yapılan Kurşun İzotop Analizi

Zengin kalay madenlerine sahip olan Afganistan, batıkta bulunan kalay külçelerin geldiği yer için en kuvvetli olasılıktır. Toroslar'ın gümüş ve kurşunun yanı sıra zengin kalay madenlerine de sahiptir. Öte yandan bu madenlerin Erken Tunç Çağı'nda yoğun şekilde kullanıldığı ve kaynakların Orta Tunç Çağı'nın başlarından itibaren tükendiği saptanmıştır. Orta Tunç Çağı'nın başlarında Asurlu tüccarların altın ve gümüş ile takas için Anadolu'daki ticaret kolonilerine tekstil ürünleri ve kalay getirip takas etmeleri de, Anadolu'nun bu çağda kalay ihtiyacını dışarıdan sağladığını gösterir. Bu sebeple Uluburun Batığı'ndaki kalay külçe ve diğer buluntuların kökeninin Toroslar'dan gelmiş olması ihtimali düşüktür. Bununla beraber Aslıhan Yener tarafından yapılan arkeometrik analizlerden biri olan kurşun izotop analizleri, batıkta bulunan kalaydan yapılmış bir mataranın (Şekil 8) Toroslar'ın Bolkardağ bölgesinden gelmiş olabileceğini saptanmıştır (Votrubá, 2006, s. 121-144).



Şekil 8. Bodrum Müzesi Kalay Matara (A. Burak KÜTÜK 'ün Arşivinden).

4.1.6 Uluburun Batığı'nda Ele Geçen Silahlara Yapılan Kurşun İzotop Analizi

Uluburun Batığı'nda ele geçen çok kötü korunmuş bir kılıç (Şekil 9) Güney İtalya ve Sicilya'da Orta Tunç Çağı'nda ve Geç Tunç Çağı'nda bilinen örnekler içinde karşılaştırma yapıldığında. Güney İtalya ve Sicilya'daki bu kılıçların, özellikle de Sicilya tipinin Ege ve Kıbrıs tiplerinden ilham alarak üretildiği düşünülmektedir. Kılıca uygulanan arkeometrik analizlerden biri olan kurşun izotop analizlerine göre kılıcın imal edildiği metal, Kıbrıs'taki Apliki-Solea madenlerinden getirilmiştir. yalnızca iki adet mızrak ucu ve bir Miken kılıcı Kıbrıs'taki Apliki-Solea madenleri ile bağlantılı olduğu saptanmıştır.



Şekil 9. Bodrum Müzesi İtalyan Tipi Kılıç (A. Burak KÜTÜK ‘ün Arşivinden).

4.1.7 Uluburun Batığı’nda Ele Geçen Cam Eserlere Yapılan Kimyasal Analizler

Batıkta diğer cam külçelere (Şekil 10) göre büyük çoğunluğu oluşturan kobalt mavisi külçelerin kimyasal analiz sonucuna göre, hem 18. Sülale Mısır Medeniyeti’ndeki vazoları hem de Kıta Yunanistan’da bulunan Miken Medeniyeti’ndeki mavi cam boncukları ve amuletleri ile aynı özelliğe ve yapıya sahip olduğu saptanmıştır, böylece hemen hepsinin aynı kaynaktan gelmiş olduğu anlaşılmıştır.

Bilinen en eski tarihli batıklardan olan, Son Tunç Çağı, M.Ö. 14 yüzyıla tarihlenmiş olan, Kaş açıklarında batmış bir ticaret gemisi olan Uluburun Batığı’nın kargosunda çeşitli buluntular içerir. Ancak buluntuları arasında 175 adet cam külçe (Şekil 11) bulunmuştur. Bu külçelerin boyutları her biri 15 cm. çapında, 6,5 cm. kalınlığında, rengi ise, donuk kobalt mavisi, koyu ve açık mor- lavanta renklerde dir.

New York Corning Cam Müzesi (Corning Museum Of Glass) konunun uzmanı olan Robert H. Brill tarafından arkeometrik analizleri yapılan bu cam külçelerin yapı ve özelliğinin Mısır cam şişeleriyle ve Miken amuletlerinin yapımında kullanılan camla aynı olduğu tespit edilmiştir. George F. Bass'da Leo Oppenheim'in düşüncesini öne sürerek bu camların mekku taşı olduğunu iddia etmişlerdir. Bu cam külçeler ise Son Tunç Çağı'nın Suriye ve Ege arasında yapılan cam ticaretinin hammaddesinin olduğunu göstermektedir. Yapılan arkeometrik analizlerin sonuçları koyu mavi renkteki külçelerin Mısır'daki Amarna şehrindeki bulunan cam fırınlama yapılarında bulunan cam kalıntılarıyla aynı benzerlikte olduğunu göstermiştir. Bu külçelerin Amarna'daki cam fırınlama atölyesinde üretilmiş olup buradan ticaret yolu ile Akdeniz'e hammadde olarak gönderilmek üzere hazırlanıp gemiye yüklenmiş olması düşüncesi 'de bilim dünyasında halen tartışılmaktadır.



Şekil 10. Bodrum Müzesi Uluburun Cam Külçeler Örnekleri (A. Burak KÜTÜK 'ün Arşivinden).



Şekil 11. Bodrum Müzesi Uluburun Cam Külçeler Örnekleri (A. Burak KÜTÜK 'ün Arşivinden).

4.1.8 Uluburun Batığı 'nda Ele Geçen Yazı Tahtasına Yapılan Mikroskop Analizi

Uluburun Batığı sualtı kazıları esnasında iki adet yazı tahtası ele geçmiştir Fildişi menteşeli, açılıp kapanabilen iki levhadan yapılmış olan bu yazı tahtaları (Şekil 12), batıktaki en değerli buluntular arasındadır. Oyma işlemi, balmumu ve olası süslü bir uç hariç on beş parçanın birleştirilerek bir araya getirilmesiyle yapılmış olan bu yazı tahtaları, Geç Tunç Devrinin, Yakın Doğu'dan ele geçmiş olan ilk tahta yazı takımı örneklerindendir. Geminin battığı esnada kapalı şekilde olduğu düşünülen yazı tahtaları, kullanılmak istendiğinde 180 derecelik bir açı ile kendi eksenleri etrafında açılabilir. Bu kabiliyetleri doğrultusunda yazı tahtaları düz bir zeminde tam olarak açılabilir ya da kapanabiliyordu. Yazı tahtalarını birbirine bağlayabilmek için ilik halkası ve çengel mekanizmasının yapılmış olduğu saptanmıştır (Akarsu, 2008, s. 53; Akarsu, 2024, s. 61).

Hücrelerin içi bal mumlu ya da lifli bir madde ile dolmuş oldukları belirlenmiştir. İki tahta parçası sırasıyla önce birçok kez değiştirilen damıtılmış suda işleme tabi tutulduktan sonra ısıtılmış iksilenden geçirildi. Bundan sonra parçalar sırasıyla iksilen ve amil asetat'dan oluşan bir solüsyona aktarıldı. Daha sonra birkaç kez tam amil asetat solusyonuna batırılmak suretiyle işleme tabi tutuldu. İşlemden sonra, parçalar renkleri daha açık ortaya çıktı ve diseksiyon mikroskopla bakılarak daha çok ağaç yapısı gözlemlendi. Taramalı elektron mikroskop (SEM)'un kullanılması aşamasına gelen parçalar daha sonra incelenmek için kurutuldular. Kurutma işleminden sonra gelinen kritik aşamada, parçalar Leney ve Casteef tarafından tarif edilen uygulamaya benzer işlemlerin yapılması ile saptanabilen anatomik özelliklerin ortaya çıkarılması için parçalar daha küçük parçalara ayrıldı. Keskin bir bıçakla kesilen parçaların yüzeylerdeki hücreler daha önce yassı düzlükler biçimine gelecek konumda sıkıştırıldı veya ezildi, bu şekilde görünüş şeklini olanaksız hale getirdi. Kırılmış olan yüzey hücreleri pürüzlü, düzensiz ve üç boyutlu şekildegidiler, bunlar da keskin, sınırlandırılmış yapılar göstermekte idi. Bu işlemlerden sonra örnekler alüminyum tablalar üzerine yerleştirilerek, üzerlerine altın paladyum püskürtme yöntemi ile kaplandı ve son olarak 20 den 3000 misli boyutunda kadar büyütülerek taramalı elektron mikroskopla incelendi ve sonuç olarak uygun özelliklerin fotomikrografileri alındı (Nock, ve Pendleton, 1996, s. 2-3).

Uluburun çift kanatlı yazı tahtası ağacının anatomik yapısının, arkeometrik analiz yöntemlerin 'den yerleşmiş metodolojilerle tanımlaması yapıldı. Bu özellikler bilgisayar aracılığı ile ağaç tanımlama programına (GUESS) yüklendi. Bu program bize yüklenmiş özelliklerin ve yapıların her varyasyonu için ağaç çeşitlerini ve türlerini belirtti ve bunlardan sadece tarihi, arkeolojik ve anatomik buluntuların kanıtlarına göre, çift kanatlı yazı tahtasında kullanılan ağaç türü için en güçlü aday şimşir ağacı (Buxus) olduğundan dolayı, Kudüs İbrani Üniversitesi'nden Ella Werker tarafından sağlanan ve belirlenmesi yapılan bir Buxus sempervirens örneği taramalı elektron mikroskop da incelenmek için parçalanarak örnek hazırlanmıştır. Bu örnek Uluburun çift kanatlı yazı tahtasının yapımında kullanılabilecek ağacın gerçekten şimşir (Buxus) olduğu yönündeki hipotezi doğrulamıştır (Nock, ve Pendleton, 1996, s. 2-3).

Ayrıca ağaç veya çalı şeklinde büyüye bilen şimşir, özellikle küçük boyutlu oymalar için Tunç Devri'nden Roma İmparatorluk Dönemi'ne kadar kullanıldığı bilinmektedir. Sebebi ise şimşirin homojenliği, sertliği ve kolayca çatlamaması ve kullanışlı olmasıdır. Ayrıca yapılan analizler sonucunda tahtanın yüzeyinde gözlemlenen kristal yapılar Akdeniz'in tuzlu suyundan emilmiş olan tuz mineralleridir.



Şekil 12. Bodrum Müzesi Uluburun Yazı Tahtası (A. Burak KÜTÜK 'ün Arşivinden).

4.1.9 Uluburun Batığı 'nda Ele Geçen Gıda Ürünlerine Yapılan Arkeometrik Analizler

Uluburun Gemisi'nde bulunan nar, incir, üzüm, zeytin, badem, çam fıstığı, aspur veya yalancı safran gibi meyve türleri; arpa, buğday, bakliyat gibi hububat türleri; kişniş, sumak, çöre otu gibi baharat türleri ticaret ve günlük besinin karşılanması düşünülmektedir (Akarsu, 2008, s. 52; Akarsu, 2024, s. 60).

Kazı sırasında sağlam elde geçen ve beraberin 'de pek çok Amphora parçasının içinde, Suriye-Filistin kökenli Amphoralar içerisinde taşınan bir ton miktarında menengiç reçinesi ve pithoslar saptanmıştır. Arkeometrik analiz sonuçlarına göre, batıkta saptanan reçinenin, Mısır'ın 18. Sülalesi'nin merkez şehri olan Amarna'da bulunan reçine benzer olduğunu göstermiştir. Mısır'da reçinenin kullanımı ise mumyalama amacıyla yani ölü gömme adeti ile ilişkili olarak kullanıldığı bilinmektedir (Votruba, 2006, s. 132-133).

Ege Bölgesi'nde ise daha çok tütün ya da tütün tütsüsü yani törensel olabileceği amacıyla kullanıldığı düşünülmektedir. Kalıntıları ile bulunan az sayıda kuruyemiş büyük ihtimalle gemi tayfası için yiyeceklerin arasında yer alıyordu (Votruba, 2006, s. 132-133).

Batıkta ele geçen bir Kenan Amphorası içinde 2500 adet zeytin çekirdeği saptanmıştır. Gemi mürettebatının kendi besin kaynağı olma olasılığı bulunmakla beraber, miktarca çok olması sebebiyle zeytinin ticaret amaçlı lüks mal olarak gemide bulunduğu düşüncesi vardır. Zeytinyağı Geç Tunç Çağı'nda, tekstil, sabun, parfüm gibi ürünlerin imalatında kullanılmıştır. Uluburun Batığı'nda tahmini olarak 100 adet bulunan kişniş tohumları, Geç Tunç Çağı'nda zeytinyağına eklenerek hem kokulu yağ üretiminde hem de törensel sunularda kullanılmaktadır. Deniz yoluyla ticareti olan zeytinyağı ve kokulu yağlar Uluburun Batığı'nda da bulunan tipleri büyük ve küçük boylardaki üzengi kulplu çömleklerde taşınmıştır. Bunların yanı sıra Uluburun Batığı'nda, Kıta Yunanistan, Kıbrıs, Suriye-Filistin ve Mısır'dan da örneklerini bildiğimiz 149 adet Kenan Amphorası saptanmıştır. Batıkta ele geçen örnekler kuzey tipidir ve büyük ihtimalle Suriye kökenlidir. Amphoraların bir bölümünün içinde zeytinyağı ve şarap taşındığına gösteren zeytin ve üzüm çekirdek kalıntıları bulunmuştur.

Uluburun Batığı'nda kazısında ele geçen nar kabuğu, yalancı safran ve sumak antik çağlarda boyama malzemesi olarak kullanılmıştır. Ancak aynı zamanda birer besin kaynağı oldukları için sadece boyama maksadıyla ticaretlerinin yapıldığı düşünülmektedir. Dinsel tasvirlerde bereket ve yeniden doğumun sembolü olan nar, Levant Bölgesi'nde yaygın bir şekilde yetişmektedir. Ve Geç Tunç Çağı'nda çok önemli bir meyve olduğu bilinmektedir.

4.1.10 Uluburun Batığı 'nda Ele Geçen Taş Çapalara Yapılan X-Işınları Difraktometresi (XRD) Analizi

Uluburun Batığı'ndan ele geçirilen onlarca çapanın (Şekil 13) arkeometrik incelemeleri sonucunda taş, kalker, mermerimsi beyaz ve pürüzsüz kalker ve kumtaşından yapılmış olduğu saptanmıştır. Ayrıca Kaş 'da bulunan Uluburun Batığı'ndan ele geçen 3 taş çapa örnekler üzerinde arkeometrik analiz incelemeleri yapılmıştır. Eserlerden İnce kesit örnekler alınarak ve X-Işınları Difraktometresi (XRD) yöntemi yapılan analize göre elde edilen sonuçlar, batıkta ele geçen bu taş çapaların (Şekil 14) mineralojik açıdan türlerini saptamıştır. Örnekler arkeometrik analizleri, ODTÜ Arkeometri Laboratuvarında X-Işınları Difraktometresi (XRay Diffraction- XRD) analizi için örnekler hazırlanmıştır.

Numune hazırlamada örnekler ilk olarak parçalar toz haline getirilmiş, 80°C'lik fırında bir gün bekletildikten sonra ODTÜ Metalürji Bölümüne getirilerek X-Işınları Difraktometresi cihazdan geçirilmiştir (Evrin, Özer, ve Türkmenoğlu, 2000, s. 23-27).

Örnek 16: Sedimenter Kayaç - Fosilli Kireçtaşı (Kaş-Uluburun Batığı) Bol miktarda fosil (globigerina, globigerin) içeren bu kireçtaşında kuarizlar da göze çarpmaktadır (Evrin, Özer, ve Türkmenoğlu, 2000, s. 23-27).

Örnek 17: Sedimenter Kayaç - Kireçtaşı (Kaş-Uluburun Batığı) 16. örnekten daha fazla ve farklı fosiller (deniz kabukları) içermekte olan bu kireçtaşınca, kuartz ve feldspar da görülmektedir (Evrin, Özer, ve Türkmenoğlu, 2000, s. 23-27).

Örnek 18: Sedimenter Kayaç - Kireçtaşı (Kaş-Uluburun Batığı) Bol kuartzlı bu kireçtaşında, monuks fosiller (kabuklu deniz hayvanları) görülmektedir. Matriks yapıda da kalsit vardır. Sığ deniz veya göl ortamında oluştuğu söylenebilir (Evrin, Özer, ve Türkmenoğlu, 2000, s. 23-27).



Şekil 13. Bodrum Müzesi Uluburun Taş Çapa Örneği (A. Burak KÜTÜK 'ün Arşivinden).



Şekil 14. Bodrum Müzesi Uluburun Taş Çapa Örneği (A. Burak KÜTÜK 'ün Arşivinden).

4.1.11 Uluburnu Batığı'nda Ele Geçen Deniz Kabuğundan Yüzüklere ve Kehribara Yapılan Kimyasal Analiz

Uluburun batığı 'nda, üzerinde bulunan buluntuların arasında Mezopotamya bitumeni bulunan 20 adet deniz kabuğundan yapılmış yüzük de (Şekil 15) su altı kazılarında ele geçmiştir. Bitumen üzerinde yapılan kimyasal analizleri sonucunda kaynağının Irak olabileceği saptanmıştır.



Şekil 15. Bodrum Müzesi Deniz Kabuğundan Yüzükler (A. Burak KÜTÜK 'ün Arşivinden).

Ayrıca batık’da çok sayıda kehribar (Şekil 16), akik, kuartz, deniz kabuğu, altın, kemik, fayans ve camdan boncuklar bulunmuş olup ayrıca devekuşu yumurtası batığın kargosunda sualtı kazılarında ele geçmiştir. Kehribarın kimyasal analizleri sonucu Baltık kehribarı olduğu saptanmıştır.



Şekil 16. Bodrum Müzesi Uluburun Kehribar Boncuk Örnekleri (A. Burak KÜTÜK ‘ün Arşivinden).

4.1.12 Uluburun Batığı’nda Ele Geçen Matara Kabına Yapılan Analizler; Maden Petrografik, Kütle Spektrometrisi (HRGC- EIMS), İçindekilerinin Belirlenmesi İçin DNA Analizi

Matara Kaplarına İnce-Kesit Mikroskop Uygulaması;

Uluburun ele geçen matara kaplarında (Şekil 17) Doğu Akdeniz Son Tunç Çağına benzer şekilde olan matara kaplarını andıracak şekilde ve özgü gövde şekli, kulp ve boyun eklentisi tespit etmişlerdir. Ayrıca, analiz yapılmak için ince-kesit mikroskopuyla uygulanan petrografik analizlerin sonucuna göre bu kapların yapımında kullanılan kilin (Hm2) Kermil (Carmel) kıyısına ait olduğunu analizin sonucuna göre saptamıştır. Uluburun batığı ele geçen matara kapları benzerleri ise Tel Dan, Hazor, Tell Abu Hawam, Beth-Shean, Gibeon, Akko ve Lachish’i de kapsayan bölgelerde ve 14. yüzyıl içerikli birçok Doğu Akdeniz yerleşkesinde olduğunu analiz sonucu göstermiştir (Pulak, ve Matheny, 2021, s. 34).



Şekil 17. KW 600 Numaralı Matara Kabın İç Yüzü (Pulak, ve Matheny, 2021, s. 3).

Matara Kaplarının Yapılan Kütle Spektrometrisi (HRGC- EIMS) Uygulaması;

Uluburun da gerçekleştirilen su altı kazıları sonucu ele geçen matara kapları (Şekil 18) dar boyunları ve arkeolojik kazılarda ele geçen benzer formdaki matara kaplarımızın ağız kısımları katı ürünü içerisine koymak için oldukça dar oluşlarından ötürü bu kaplarda büyük ihtimalle sıvı hammadde veya benzer ürünlerin taşındığını düşünülmektedir. Uluburun da ele geçen matara kaplarının birkaç tane incir çekirdeği ve kişniş tohumu ele geçmiştir. Ancak yinede incir çekirdeği ve kişniş tohumlarının tüm kazı alanına yayılmış bir şekilde bulunduğunu düşünecek olursak, ele geçen bu çekirdeklerin ve tohumların batıktaki orijinal kaplarından dökülerek matara kaplara içerisine dökülmüş olması olası bir durumdur (Pulak, ve Matheny, 2021, s. 36).

Ele geçen orta büyüklükte olan iki matara kabına ait parçalardan analiz için örnek alınarak, yüksek çözünürlüklü gaz kromatografisiyle bağlaşıklık elektronik etki iyonizasyon modlu kütle spektrometrisi (HRGC- EIMS) kullanılarak analizi yapılmış olup incelenmiştir. Analiz sonusuna göre her iki örnekte de analizin gösterdiğini üzere hayvan yağından kaynaklanan kolesterolün (C₂₇) olduğu tespit etmişlerdir, ayrıca bir örnekte de bitkisel mumu mu gösteren palmitat ve palmitoleat serileri saptamıştır. Ayrıca Kolesterol ve monogliseritlerin varlığı matara kap parçalarının kazı sonrası çıplak el ile tutulmuş olmasından dolayı da olabileceği düşünülmektedir (Pulak, ve Matheny, 2021, s. 37).



Şekil 18. Uluburun Batığında Bulunan Taklit Kıbrıs Tıraşlanmış Beyaz Küçük Sürahi (Pulak, ve Matheny, 2021, s. 55).

Matara Kaplarının İçeriklerinin Belirlenmesi İçin DNA Analiz Uygulaması;

Uluburun Batığı 'nda ele geçen matara kaplarının (Şekil 19) içerisindeki maddenin kesinlik kazanması için alınan dört adet Uluburun matara kabından, zarar görmeden alınan DNA özütü ve dizilimi tespiti için bir miktar örnek alınmıştır. Bunların analiz sonucuna göre ya çok az miktar'da DNA verisi sağlanmış veya sadece modern DNA tespit edilmiştir. Bu ilk sonuçlara bakılarak şimdilik söylenebilecek tek veri, Uluburun'da ele geçen matara kaplarında henüz belirlenemeyen türde bir bitkisel yağ taşınmış olduğu tespit edilmiştir (Pulak, ve Matheny, 2021, s. 38).



Şekil 19. Büyük Boyutta Uluburun Matara Örnekleri (Pulak, ve Matheny, 2021, Sayfa 33).

4.1.13 Uluburun Batığı'nda Ele Geçen Kalem Keski ve Ok Ucu'na Yapılan Analizler; X Işını Floresans Spektroskopisi (XRF) , Mikroskop ve Taramalı Elektron Mikroskop (SEM) Analizi

Kalem keskinin: Uluburun batığı'nda bulunması üzere analiz için şekli ve metalografik inceleme için örneğin alındığı bölge, Şekil 20 'de gösterilmiştir. Ele geçen buluntuda, korozyonun sadece dış kısımda etkilemiş olup iç kısımlarının sağlam olduğu tespit etmişlerdir (Yener, Barnes, Joel, ve Sayre, 1990, s. 103).

Buluntunun genel bileşimi aşağıda belirtilmektedir;

Kalem keskinin bütününün Spectrace 5000 Tracor marka EDXRF spektrometresi ile yapılan genel kalitatif analizin (Şekil 21) sonucuna göre, Al, Ca, Cr, Fe, Cu, Ni, Au, As, Pb ve Sr piklerine tespit edilmiş olup. Metalografik araştırılması üzerine çıkarılan örneğin tarama elektron mikroskobun 'da ayırmalı x-ışınları ile yapılan analizinde ise sadece Fe pik'i tespit etmişlerdir (Yener, Barnes, Joel, ve Sayre, 1990, s. 103).

Buluntudaki kalıntıların bileşimi aşağıda belirtilmektedir;

Analiz sonucuna göre tespit edilen pikler aşağıdaki gibi 'dir;

% 0.81 Mg, % 3.95 Al, %20.02 Si, % 1.78 P, % 12.56 K, % 9.18 Ca, % 2.66 Mn, % 49.05 Fe. (Yener, Barnes, Joel, ve Sayre, 1990, s. 103)

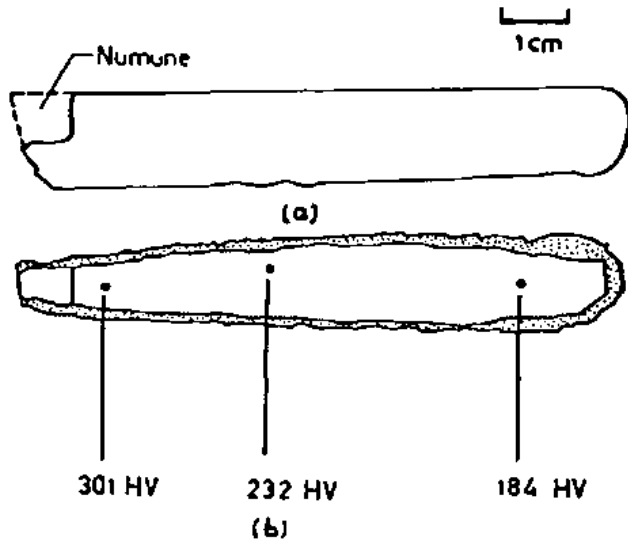
Buluntunun sertliği;

Keskinin sertliğinin, Tablo 1'de görüldüğü üzere her bölgede aynı sertlik derecesi olmadığı, keskinin uç kısma doğru sertliğin arttığı ve sertlik değerlerinin 180-300 HV arasında değişiklik gösterdiği tespit etmişlerdir (Yener, Barnes, Joel, ve Sayre, 1990, s. 103).

Mikroskobik incelenmesi;

Kalem keski Buluntusunun cevher mikroskobu ile yağlı objektif ve yeşil filtre kullanılarak 1400x büyütmede yapılan araştırmada, ppm mertebesinde. nabit altına tespit edilmiştir. Gerçekten de yapılan diğer analize göre yani, genel kalitatif analiz sonucuna göre de Au pik' ine tespit edilmiş olup, altın miktarının 20-50 ppm mertebesinde olduğu iki analiz sonucuna göre anlaşılmaktadır. Ele geçen bu eserin, enine ve boyu oluşan kesidine ait parçalanmamış Durum 'daki içyapı mikrografları Şekil 23 'de gösterilmiştir. Ele geçen kalıntı parçalarının biçimine bakılarak keskinin sıcakta dövülerek şekil verildiği tespit etmişlerdir, Keskinin parçalanmamış durumdaki mikro yapısı ise ince bir perlit içeriği vardır. Perlit yapısının sıcak şekillendirilmesi için keskinin ara ara odun kömüründe maruz bırakılması sonucu karbon emdirerek oluştuğu düşünmektedirler. Bu nedenlidir ki keskinin uç kısmının sert olması bu nedenle olma olasılığı yüksektir (Yener, Barnes, Joel, ve Sayre, 1990, s. 103).

Ele geçen buluntunun şekli ve örneğin alındığı kısım Şekil 20 'de gösterilmektedir. Buluntunun büyük ölçüde korozyona oluştuğu ve sadece göbek bölgesinin ufak bir metalik bölge de yer aldığı saptanmıştır. Mikroskobik araştırmada, korozyon oluşan kabuğun çeşitli tabakalaşmadan oluştuğu anlaşılmaktadır. En dış kısımda yer alan yaklaşık 1100 mikron kalınlığındaki oksit tabakası, süngerimsi görünümünde olup yapısında Si, P, K, Ca, Mg ve Al içermektedir. Bu korozyon olmuş kabuk bölgesinden merkeze doğru ilerledikçe demirin madenin başka diğer bir elementlere rastlanılmamış. Korozyonlu kabuk olan bölge de, yüzeyden 300, 500 ve 1050 mikron uzaklıklarda tespit edilmiş olan yarı-kantitatif bileşimler Şekil 22 'de gösterilmiştir. Ele geçen buluntuda, cevher mikroskobisi ile yapılan araştırmada, hematit, limonit ve geotit'e gibi madenlerde saptanmışlardır (Şekil 24), (Yener, Barnes, Joel, ve Sayre, 1990, s. 103).



Şekil 20. a. Kalem Keski 'nin Biçim ve b. Metalografik İncelenme İçin Örneğin Çıkarıldığı Bölge (Yener, Barnes, Joel, ve Sayre, 1990, s. 103).

Tablo 1. Sertlik Dağılımı (Yener, Barnes, Joel, ve Sayre, 1990, s. 103).

TUBE VOLTAGE: 25 KV
TUSE CURRENT: 0.10 mA
ATMOSPHER: AIR
FILTER USED: THIN
LIVETIME: 100 SEC



Şekil 23. Bodrum Müzesi Kalem Keski (A. Burak KÜTÜK'ün arşivinden).

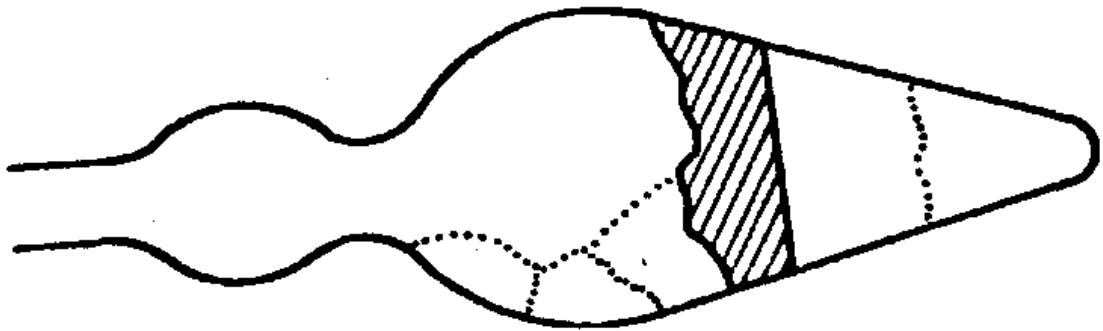
Uluburun Batığı 'ndan bulunan Ok Ucu (Şekil 24) analiz yapılması için ilk olarak biçimsel olarak, Şekil 25 'da gösterilmektedir. Ele geçen bu buluntunun, metalik kısım kalmadığı ve tamamıyla oksitlendiği anlaşılmıştır. Bu nedenden dolayı, metalografik karakteristikleri analizi başarısız olmuştur ve özelliklerini saptayamamışlardır. Ancak bir başka analize yani spektral analize tabi tutularak buluntunun tümünü analiz yaparak analiz sonucuna göre Al, K, Ca, Cr, Fe, Zn, Pb, ve Sr pikleri saptamıştır. Tablo 2 ve Tablo 3 de Ok ucunun sertlik derecesi gösterilmektedir. Ayrıca bir başka analiz olan Tarama elektron mikroskobunda yapılan analiz sonucuna göre Al, Si, S, Cl ve Ca elementleri göstermiş olup ve cevher mikroskobunda yapılan analize göre de ppm inertebeğinde nabit altına saptamıştır. Buluntunun biçimi Şekil 26 ve 29 'de görülmektedir. Buluntunun ucu kıvrık olan okucunun sap kısmından alınan örnekte üzerinde analizler yapılmış, ancak analiz sonucuna göre metalik kısım saptanmamıştır (Yener, Barnes, Joel, ve Sayre, 1990, s. 103).

Ayrıca bir başka ele geçen buluntu olan okucu'nun dağıldıktan sonraki analiz sonucu olan mikro yapısı yer göstermişlerdir (Şekil 27). Analiz sonucuna göre mikro yapıda ferrit ve perlit fazlarının yer aldığı ve perlit fazının temperlenme sonucu kısmen toplandığı saptamıştır (Yener, Barnes, Joel, ve Sayre, 1990, s. 103).

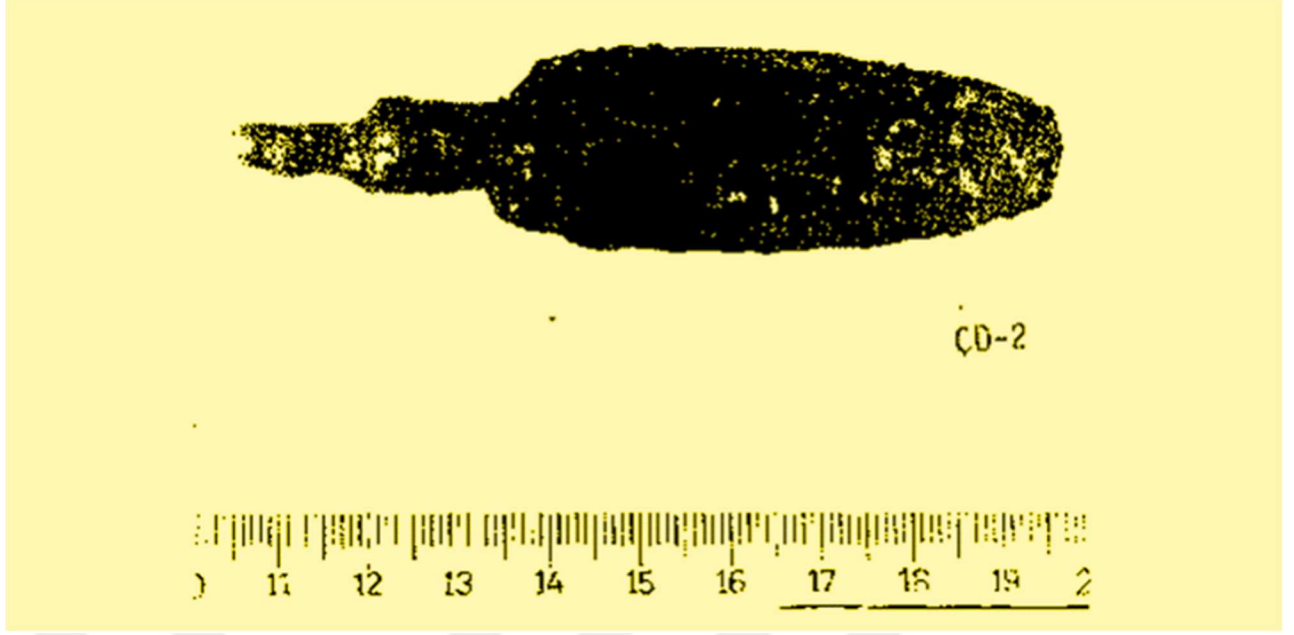
Tablo 2. Ok ucuna Ait Korozyon Tabakasını Bileşimi (Yener, Barnes, Joel, ve Sayre, 1990, s. 100).

Yüzeyden itibaren mesaf (mikron)	Si	P	K % Ağırlık	Ca	Mg	Al	Fe
300	2.76	0.54	0.04	0.80	—	—	95.86
550	15.52	0.56	—	0.35	5.02	8.59	69.97
1050	16.09	—	0.63	0.44	5.19	8.82	68.84

Tarama elektron mikroskopunda yapılan yarı-kantitatif analiz sonucuna göre, ok ucu 'nun dış kısmında demir ve diğer (%0.41 Si, %0.78 P, %0.16 K ve %0.51 Ca) elementlere ait pik'ler saptamıştır, ok ucu 'nun iç kısmında ise sadece demir pik'i saptamıştır (Şekil 28). Ok ucu 'nun, dış kısmında yer alan kabuk kısmında Şekil 26 'da gösterildiği gibi ağaç dokusuna saptamıştır, Bu kısımda yapılan analiz sonucuna göre, demir ve %0.57 Si ve %0.28 Ca elementlerinde varlığı saptamıştır. Bu sonuçlara göre okucunun sap kısmının ağaç (Şekil 29) içerisine gömüldüğünü göstermektedir (Yener, Barnes, Joel, ve Sayre, 1990, s. 103).



Şekil 24. Ok Ucu'nun Şekli ve Örneğin Alındığı Bölge (Taralı Alan) (Yener, Barnes, Joel, ve Sayre, 1990, s. 105).



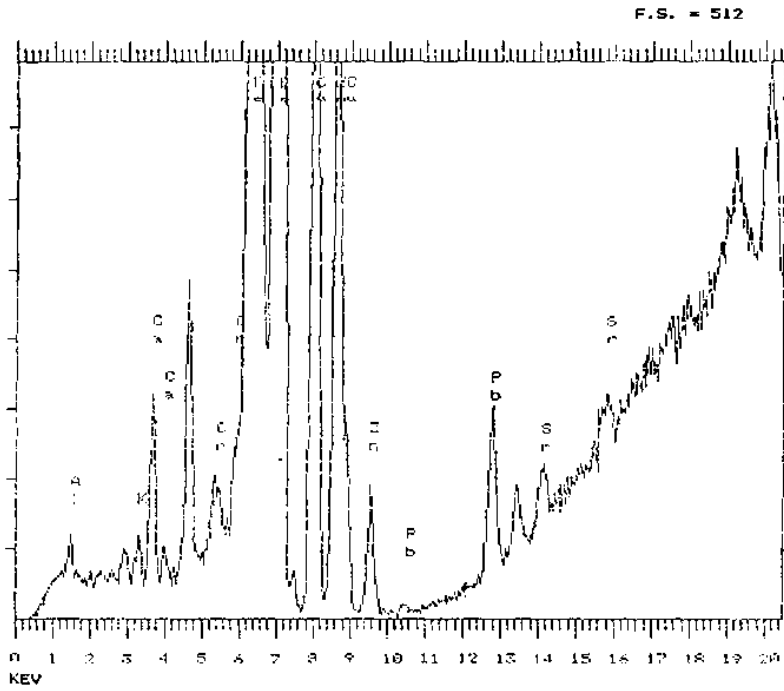
Şekil 25.Ok Ucunun Biçimi (Yener, Barnes, Joel, ve Sayre, 1990, s. 106).

Tablo 3. Ok Ucunun Sertlik Derecesi (Yener, Barnes, Joel, ve Sayre, 1990, s. 106).

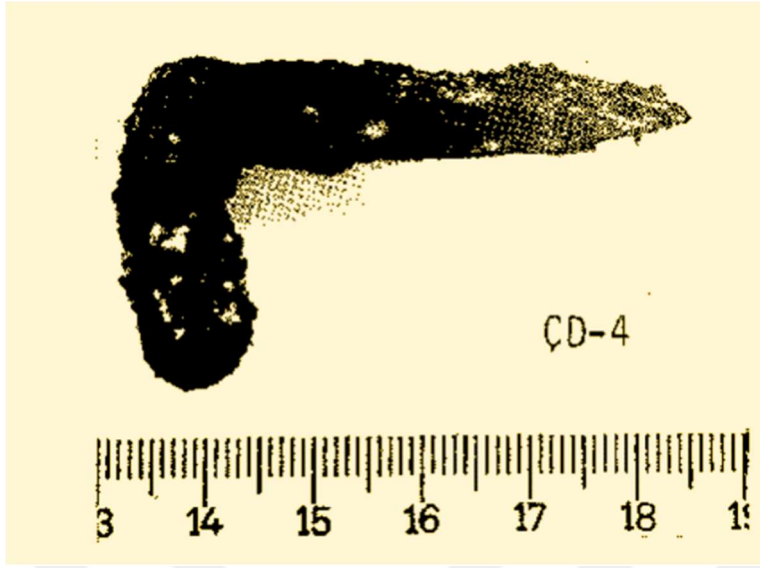
TUBE VOLTAGE: 25 KV
TUSE CURRENT: 0.15 mA
ATMOSPHER: AIR
FILTER USED: THIN
LIVETIME: 100 SEC



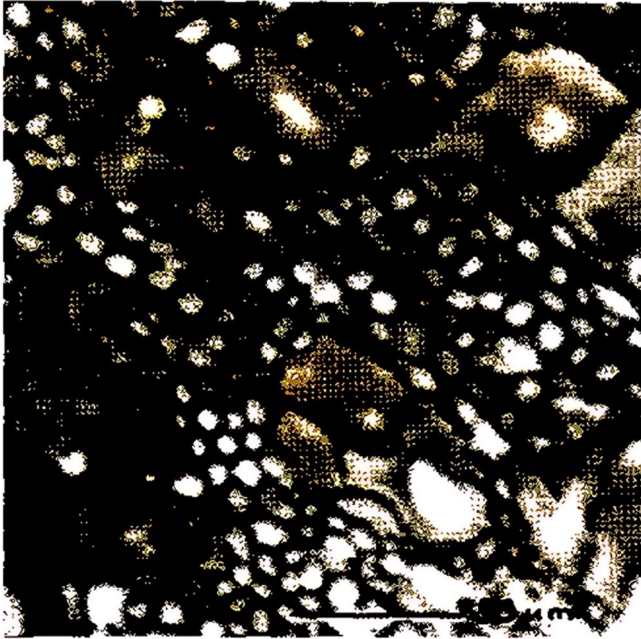
Şekil 26. Ok Ucunun, Göbek Kısımında Yer Alan Metalik Bölgenin Enine Kesit Mikroyapısı (Yener, Barnes, Joel, ve Sayre, 1990, s. 105).



Şekil 27. Ok Ucu Buluntunun, Spectrace 5000 Tracor Marka EDXRF Spektrometresi ile Yapılan Analizinde Elde Edilen Pikler. (Yener, Barnes, Joel, ve Sayre, 1990, s. 106).



Şekil 28.Ok Ucunun Biçimi (Yener, Barnes, Joel, ve Sayre, 1990, s. 107).

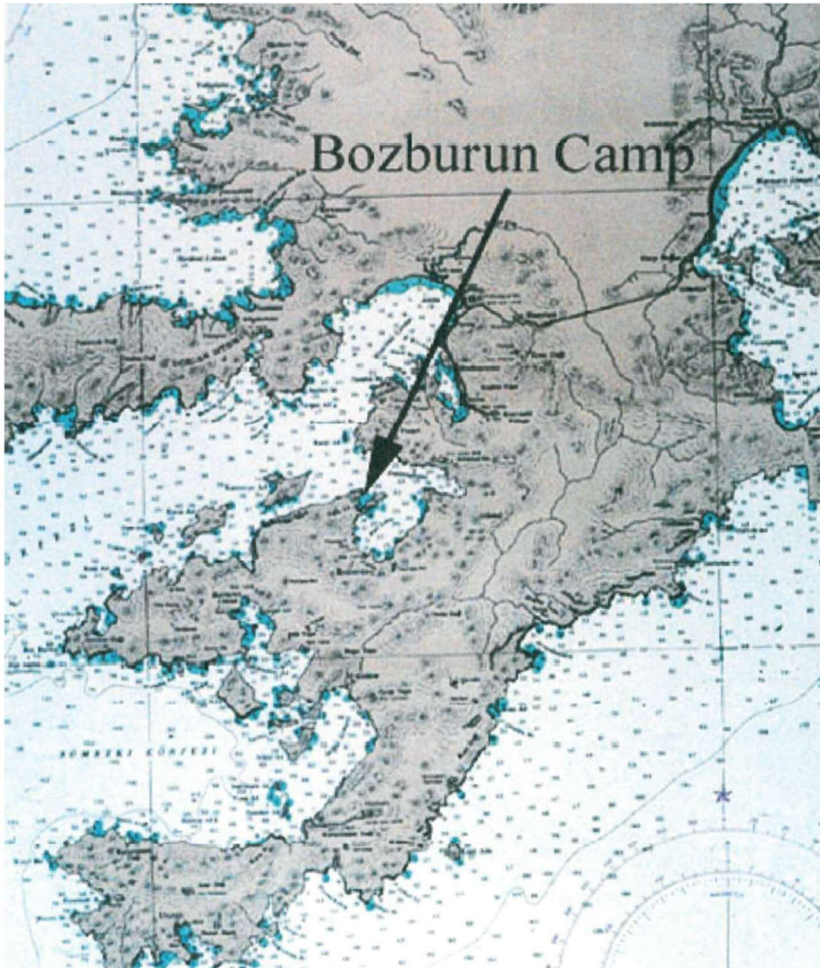


Şekil 29. Buluntunun Sap Kısımında Yer Alan Ağaç Dokusunun SEM Görüntüsü (Yener, Barnes, Joel, ve Sayre, 1990, s. 107).

5. BOZBURUN BATIĞI

Bizans Batığı olan Bozburun Batığı, Marmaris'in Selimiye köyüne 1-2 kilometre mesafede bulunan Küçüven Burnu'nda (Şekil 30), sünger dalgıcı olan Mehmet Aşkın tarafından tespit edilmiştir. Aşkın'ın, 1973 yılında Sualtı Arkeoloji Enstitüsü (INA) tarafından gerçekleştirilen yüzey araştırmaları ile beraber ayrıca Bass'a 30-35 m derinlikte bulunan bu antik batığın yerini göstermiş olup ayrıca bölge etrafında bir batık daha olduğunu ortaya çıkarmışlardır (Biçer, 2015, s. 48).

INA'nın sualtı kazılarını yaptığı MS 7. yy Yassıada ve MS 11. yy Serçe Limanı batıklarının arasında bulunan 400 yıllık bir boşluk bulunmaktadır. 1973 ve 1982 yıllarında gerçekleştirilen ve yüzey araştırmaları yapılması sonucunda, Bozburun Batığı'nın MS 9. yy ikinci yarısına tarihlendiği ve Yassıada ile Serçe Limanı Batıklarının arasındaki bu 400 yıllık boşluğu doldurduğu tespit edilmiştir (Biçer, 2015, s. 48).



Şekil 30. Bozburun INA Arşivinden (Biçer, 2015, s. 49).

5.1 Bozburun Batığı Kazısında Ele Geçen Ahşap Tıpalara Yapılan Cins ve Tür Tayin Analizi

MS 9. yy Bozburun Batığı'nda ele geçen 3 adet ahşap amphora (Şekil 33) tıpasına (Şekil 31 ve 32) cins ve tür tayini analizleri, İsrail Tel Aviv Üniversitesi Botanik Laboratuvarları'nda, Nili Liphshitz tarafından gerçekleştirilmiştir. Liphshitz'in analiz raporuna göre; yapılan analizlerin sonucu örnekler çam ağacının dış kabuğuna ait olduğu tespit edilmiştir. Dış kabuğu olduğu için tür tayini yapılmış olmasına rağmen örneklerin türü tayin edilememiş olup, sadece cins analizinin sonucuna göre çam ağacının dış kabuğundan yapıldığı tespit edilmiştir (Biçer, 2015, s. 58).



Şekil 31. Amphora Tıpa (Biçer, 2015, s. 53).



Şekil 32. Tıplar (Biçer, 2015, s. 53).



Şekil 33. Bodrum Müzesi Bozburun Batığı Amphoraları, (A. Burak KÜTÜK'ün Arşivinden).

6. GELİDONYA BATIĞI

Antik döneme, yaklaşık MÖ 1200 yıllarına tarihlenen Gelidonya Burnu Batığı'nın keşfinin ardından, 1960 yılında Prof. Dr. George Bass ve ekibi tarafında su altı kazısı gerçekleştirilmiştir (Şekil 34). Gelidonya Batığı'nın, su altı kazısı ile açığa çıkan oldukça mühim özelliği, dönemin deniz ticaretine ışık tutan batığın kargosu yani; ağırlığı 1000 kilogramdan fazla olan tunç külçeler, tunç alaşımı nesneler, hurda tunç gibi unsurlardan oluşan kargosudur (Lehner, vd., 2021, s. 61; Akarsu, 2020, s. 521).

Ege ve Doğu Akdeniz bölgesinde Geç Tunç Çağı sonunda yaşadığı bu hızlı ve sert değişim dönemlerinde Kıbrıs ve Kıbrısın ilerisi ile kurulmuş olan ilişkilere dair net bilgiler sunmuş olup, Bass bu batığın ve kargosunun metal ticareti, üretimi ve tamiri hakkında bilgi vereceğini ve bunları yapmak için fırsatlar aramak için Doğu Akdeniz kıyıları boyunca dolaşan seyyar bir metal ustasının malları olarak yorumlamıştır (Lehner, vd., 2021, s. 61).



Şekil 34. 1960 Kazı Sezonu Fotoğrafları, Genellikle Öküzgönü Külçeleri İçeren Buluntu (Lehner, vd., 2021, s. 61).

6.1 Gelidonya Batığı'nda Gerçekleştirilen Arkeometrik Analizler

6.1.1 Gelidonya Batığı'nda Ele Geçen Ahşap Gövdesine Yapılan İçin Radyokarbon (C14) Analizi

Analiz uygulaması aşağıda belirtilmiştir;

Gelidonya batığı 'nın Gövdesini kaplayan çalılıklardan alınan 42 gram ağırlığındaki bir ince dal örneğinin analizi, Pennsylvania Üniversitesi Radyo-karbon (C14) Laboratuvarı tarafından tarihlendirilmiş olup. Analiz Sonuçları aşağıda belirtilmektedir: (Bass, Throckmorton, du Plat Taylor, Hennessy, Shulman, ve Buchholz, 1967, s. 168)

MÖ 102050 5568 yarı ömür ile hesaplanmış.

MÖ 111050 5730 yarı ömür ile hesaplanmış.

MÖ 120050 Yaşı bilinen örneklerin ölçümlerine dayalı olarak etkin yarı ömür ile hesaplanmış ve belirtilmiştir (Bass, Throckmorton, du Plat Taylor, Hennessy, Shulman, ve Buchholz, 1967, s. 168).

Yarı ömür toleransı (5568 için ± 30 , 5730 için ± 40 ve "etkin" yarı ömür için belirsiz bir miktar) sonucu çıkarmışlardır. Bu sonucun çıkmasının temel nedeni, örneğin 5568'den 5730'a geçişin 162 yıl olmasından kaynaklıdır. Bu sebepten ötürü, analiz 'deki örneklerden yalnızca üç yarı ömür belirlemesinin tutarlılığının bir ölçüsü olan 30 (veya ± 40) gerçekçi sayılmamıştır (Bass, Throckmorton, du Plat Taylor, Hennessy, Shulman, ve Buchholz, 1967, s. 168).

Radyo-karbon uzmanları 5568 yarılanma ömrü ile hesaplanan tarihleri yayınlamaya devam etmesinden ötürü, M.Ö. bu günlükteki diğer tarihlerle sağlamalarını yapmak için kullanılan değer olmaktadır. Bununla birlikte, 5730 değeri artık C-14'ün yarı ömrü için kabul edilmesinden ötürü, MÖ 1100 tarihi örneğin gerçek yaşına daha yakın olduğu düşünülmektedir (Bass, Throckmorton, du Plat Taylor, Hennessy, Shulman, ve Buchholz, 1967, s. 168).

Ancak analiz sonucunun bu değişime ek olarak, başka bir analiz olan ve bu yaş aralığındaki ağaç halkası yani dendrokronoloji analizinin yapmış olan örneklerin tarih ölçüleri M.Ö. eski yaşlarla (bu zaman diliminde) ilişki bakımından daha uygun gelmektedir. Bu tarih M.Ö. ve B.P. çarpımı sonucu elde edilir. 2986 tarihi (5568 yarı ömür) yüzde 6 oranındadır (Bass, Throckmorton, du Plat Taylor, Hennessy, Shulman, ve Buchholz, 1967, s. 168).

Gelidonya Batığı'nın yaşı MÖ 1060-1250 tarihleri arasında olduğu düşünülmektedir. (C14 analizi sonucuna göre saptanan tarihlendirme aralığı: MÖ 1060'tan daha genç olma ihtimali düşüktür -1110 eksi 50-. MÖ 1250'ye kadar eski bir zaman olabilir -1200 artı 50-.) Bu zaman dilimine ait yaşı bilinen daha fazla örnekte ölçüm yapıldığında, bu örneğin yaşını gerçek yaşıyla daha net bir biçimde ilişkilendirmek mümkündür (Bass, Throckmorton, du Plat Taylor, Hennessy, Shulman, ve Buchholz, 1967, s. 168).

Ahşap tanımlaması ise şu şekilde yapılmıştır;

Enkazın tanımlanamayan bir bölgesinden hava asansörü yardımı ile iki kömür örneği çıkartılmıştır. Bir örneğin Quercus türü olduğu saptanırken, diğerinin durumu tespit edilemeyecek kadar kötüydü. Tanımlana bilen on iki nemli ahşap örneği tespit etmişlerdir. Bunları ayırt edebilmek için iki gruba bölerek, birinci gruba; A, B, C, E, H ve L harfleri verildi ve ayrıca bu parçalar, gemi yapısının parçaları olduğu düşünülmüşlerdir çünkü boyutları oldukça büyük keresteler gibi görünüyordu (Bass, Throckmorton, du Plat Taylor, Hennessy, Shulman, ve Buchholz, 1967, s. 168).

İkinci grup olan diğer altı örnekte ise üzerinde bakır külçerin yüklendiği takoz görevi olarak kullanılmış olduğu anlaşılmış ve çalı çırpı parçalarıdır. Bunları da ayırt etmek için ilk gruptaki gibi D, F, G, I, J ve K harfleri verildi. Tüm örneklerin, alınması için jiletle ayırma yapılmış olup ancak pratikte tüm örneklerin çeşitli miktarlarda bakır tuzları ve metalik bakırla emprenye edildiği saptamıştır (Tablo 4). Bu da örnek alırken kesme işlemini çok kolay olmamasına sebep olmuştur; aslında L örneğinin kesilerek alınması imkânsız olduğu anlaşılmıştır. Bunun üzerine örnek alınması için sentetik reçine ve zemin ile emprenye uygulaması ile örnek alınmıştır (Bass, Throckmorton, du Plat Taylor, Hennessy, Shulman, ve Buchholz, 1967, s. 168).

Tespitler şu şekildedir:

Tablo 4. Analiz Sonucunda Tespit Edilen Ağaç Türleri Tablosu (Çev. A. Burak KÜTÜK), (Bass, Throckmorton, du Plat Taylor, Hennessy, Shulman, ve Buchholz, 1967, s. 168).

İşlenmiş Keresteler

<i>A</i>	kozalaklı ağaç	<i>Cupressus</i> sp.
<i>B</i>	kozalaklı ağaç	<i>Cupressus</i> sp.
<i>C</i>	kozalaklı ağaç	<i>Cupressus</i> sp.
<i>e</i>	Sertağaç	<i>Quercus</i> sp.
<i>H</i>	Sertağaç	muhtemelen <i>Quercus</i> sp.
<i>L</i>	Sertağaç	<i>Quercus</i> sp.
Çalılık		
<i>D</i>	Sertağaç	<i>Quercus</i> sp., muhtemelen herdem yeşil bir meşe.
<i>F</i>	Sertağaç	Muhtemelen <i>Quercus</i> sp., ancak olgunlaşmamış dal.
<i>G</i>	Sertağaç	<i>Quercus</i> türü, ancak olgunlaşmamış.
<i>ben</i>	Sertağaç	<i>Quercus</i> sp.
<i>J</i>	Sertağaç	muhtemelen <i>Quercus</i> sp.
<i>k</i>	Sertağaç	muhtemelen <i>Quercus</i> sp., ancak atipik.

Ancak a tipik örneklerin kötü bir biçimde olması, bazı durumlarda bir analiz yapmayı zorlaştırmıştır. Ahşap, yapının parçalarını tahrip eden ve büyük ölçüde deforme olmuş örneklerin büyük boyutta zayıflatılan oluşan en az iki tür ya da büyük ölçüde sıkıcı organizmaların saldırısına maruz kalmıştır. Metalik bakır ve bakır tuzları ile emprenye yapılması ve örneklerin üzerini kaplaması ile çoğu örnekteki birçok anatomik özelliği göstermiştir. Ancak A ve B örnekleri yeşil lekeli olmaktan daha fazladır (Bass, Throckmorton, du Plat Taylor, Hennessy, Shulman, ve Buchholz, 1967, s. 168).

Çalılık örneklerinin tümü olgun olmamış ve budan ötürü, bunların *Quercus* mu yoksa *Castanea* mı olduğuna kararsız kalmışlardır. Ayrıca Güney Avrupa, Kuzey Afrika ve Küçük Asya'da yetişir. Görünüşe göre Lübnan dan bir kez kaydı vardır, Ancak Holmboe bunu Kıbrıs'tan hiç bildirmemiştir. Olgun olmayan ağaçta, bu iki cinsi ayırt etmek için başlıca ayırt edici özellik olan geniş ışınlar yoktur, ancak genel olarak bu örnekler, olgun olmayan *Quercus* örneklerine daha yakın olduğu düşünülmüşlerdir. Bu tür malzemeden spesifik tanımlama yapmak veya birçok cins içerisinde bir türü diğerinden ayırt etmek zordur, hatta modern iyi malzemede bile normal olarak mümkün değildir (Bass, Throckmorton, du Plat Taylor, Hennessy, Shulman, ve Buchholz, 1967, s. 168).

Birinci analizden ayrı olarak ikinci bir analiz uygulaması yapılmak suretiyle; su altı kazıları neticesinde ele geçen kanıtlardan anlaşılması üzere, geminin batıya, belki Ege'ye ve büyük ihtimalle Kıbrıs'tan, ana bakır külçe kargosu ile gittiği anlaşılmıştır ve bu düşünceye göre, gemi ele geçen çalılarının da bakır ve diğer kargonun durması için Kıbrıs'ta yüklendiği öne sürmüşlerdir. Altı çalılık örneğinin tümü *Quercus* türü olarak saptamıştır (Bass, Throckmorton, du Plat Taylor, Hennessy, Shulman, ve Buchholz, 1967, s. 169).

Ancak modern bitki örtüsünün bize eski bitki örtüsü hakkında bilgi vermesi ve rehberlik sağlaması varsayarsak, günümüzde Kıbrıs'ta bulunan olası *Quercus* türleri Şu şekildedir: *Q. infectoria* Oliv., *Q. alnifolia* Poech. ve *Q. coccifera* L., bunlara *Q. palaestina* Ky dahil. *Q. alnifolia*, başkalarıyla birlikte olasıdır: *Q. petraea* Liebl., *Q. ehrenbergii* Ky., *Q. cerris* L., *Q. syriaca* Ky., *Q. libani* Oliv. ve *Q. ilex* L. (Bass, Throckmorton, du Plat Taylor, Hennessy, Shulman, ve Buchholz, 1967, s. 169).

Geminin nerede yapıldığı anlaşılması, çalılarının nereden geldiği anlamaktan daha zor olduğu araştırmacıları tarafından düşünülmektedir. Arkeolojik kazılar neticesinde ele geçen kanıtlara göre, orijinal limanın Ege'de kıyılarında olmayıp, daha doğuda olduğunu göstermiştir. Gemi yapısının bir parçası olması muhtemel örnekler, üç *Quercus* türü ve üç *Cupressus* türü olarak tespit etmişlerdir. Aynı *Cupressus* türleri, Suriye ve Lübnan için olduğu gibi yakın zamanda Kıbrıs için de varlığı kaydedilmişlerdir ve kuzeye Amanus Dağları'na ve ötesine uzanmaktadır, yani *C. sempervirens* L., *C. horizontalis* Mill. ve *C. pyramidalis* Nyman. Kıbrıs'taki son tür şüpheli gözükmemektedir. *Cupressus* örneklerini özel olarak tespit araştırmacıları tarafından edilse bile, bu türler şimdiki zaman da adada ve ana karada yetiştiği için menşei limanına dair hiçbir bilgi vermemektedir. Ayrıca bunun böyle olmadığını düşünmek için bir kanıt yoktur. Geçmişte kereste olduğunu, sonrasında ise kerestenin meşe ağacından tespit edilen parçalar büyük ihtimalle daha fazla bilgi verebilir.

Çünkü bir tür, *Quercus alnifolia*, sadece Kıbrıs'ta bulunur ve Lübnan, Amanus ve Toros dağları şimdiki zamanda adada bulunmayan bazı türleri yetişir. Analizin zorluğu ise bu örneklerin tamamının deforme olmuş ve bakır akıntıları tarafından kaplanmış olmasıdır. Analiz yapabilmek sonucuna göre tespit edebilmek için yeteri kadar detaylı inceleme yapabilmek için örneklerden iyi kesitlerin hazırlanması mümkün olmamıştır. Bundan ötürü, geminin menşei limanı sorusu, kereste kanıtlarından analiz yapılma imkanı olmadığı için kesin olarak cevaplanamamıştır (Bass, Throckmorton, du Plat Taylor, Hennessy, Shulman, ve Buchholz, 1967, s. 169).

6.1.2 Gelidonya Batığı'nda Ele Geçen Bakır Buluntulara Yapılan Spektrografik Analiz

Analizin yöntemi;

Örnekler DC ile uyarıldı, grafit elektrotlu yöntem ile analize tabi tutuldu. Analiz sonucunda ortaya çıkan spektral çizgiler tanımlamışlar ve görsel olarak karşılaştırılmıştır (Bass, Throckmorton, du Plat Taylor, Hennessy, Shulman, ve Buchholz, 1967, s. 169).

Analizin amacı;

Örnek Bakır veya bakır alaşımı, Türkiye'de Akdeniz'de, Gelidonya Batığı'nın hemen açıklarında, 90 fit su altında bulunmuştur. Farklı işaretler sahip veya biçimde olan örnekler arasındaki bir fark olup olmadığını karşılaştırmak amacı ile külçelerde bulunan eser elementleri belirtmek amacı ile yapılan analiz sonucunda. (Bass, Throckmorton, du Plat Taylor, Hennessy, Shulman, ve Buchholz, 1967, s. 169).

Analizin sonucuna göre;

1. Magnezyum (Mg), Kurşun (Pb), Kalay (Sn), Nikel (Ni), Kobalt (Co), Baryum (Ba), Kalsiyum (Ca), Silikon (Si) ve Arsenik (As) tüm örnekler bulundu.
2. Örneklerde Demir (Fe) yoktu: 20'de, 29'da ve 36'da.
3. Örneklerde Çinko (Zn) yoktu: 11'de, 34'te ve 36'da.
4. Örneklerde Bizmut (Bi) yoktu: 8'de, 34'te
5. Örneklerde Titanyum (Ti) mevcuttu: 12'de, 13'te, 17'de, 31'de, 34'te ve 39'da.
6. Örneklerde Alüminyum (Al) mevcuttu: 4'te, 5'te, 9'da, 10'da, 12'de, 13'te, 17'de, 20'de, 21'de, 28'de, 31'de, 34'te ve 39'da .
7. Örneklerde Manganez (Mn) yoktu: 1'de, 6'da, 10'da, 11'de, 18'de, 23'te, 24'te, 25'te, 27'de, 29'da, 33'te, 35'te, 36'da, ve 37'de. (Bass, Throckmorton, du Plat Taylor, Hennessy, Shulman, ve Buchholz, 1967, s. 169)

Bir örnekte bulunan göreceli ön bellek ögesi miktarı, sırayla gösterilir: 5, 4, 3, 2, 1, P ve 0 (yok), eşlik eden Tablo 5 gösterildiği gibi:

Tablo 5. Gelidonya Külçelerinde Mevcut Elementlerin Bağlı Miktarları (Bass, vd. , 1967, s. 169).

	Mg	Pb	Sn	Ni	Co	Ba	Ca	Si	Fe	Zn	Bi	Ti	Al	Mn	As
In 1	2	3	1	2	2	1	1	1	1	P	1	0	0	0	1
In 2	4	1	P	1	1	2	3	P	1	P	1	0	0	P	P
In 3	5	4	1	2	2	1	4	2	2	P	2	0	0	1	2
In 4	3	3	1	3	3	1	2	3	2	1	1	0	1	1	1
In 5	5	3	1	2	2	1	2	3	2	1	1	0	2	2	2
In 6	1	3	1	2	2	1	P	P	2	P	1	0	0	0	2
In 7	4	3	1	2	2	1	3	2	1	P	1	0	0	2	1
In 8	2	2	3	2	3	P	P	3	3	1	0	0	0	1	P
In 9	4	2	2	3	2	2	2	4	2	1	1	0	P	0	2
In 10	2	1	1	2	2	2	3	2	1	P	1	0	P	0	1
In 11	2	3	1	2	2	1	2	1	2	0	1	0	0	0	1
In 12	3	3	1	2	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1
In 13	4	2	1	3	3	2	2	3	2	P	1	1	1	P	3
In 14	3	3	1	2	2	2	1	P	1	P	1	0	0	1	1
In 15	No sample was submitted.														
In 16	1	P	1	2	2	2	1	1	1	2	1	0	0	P	1
In 17	5	3	2	2	2	2	3	2	3	1	1	1	2	3	2
In 18	2	P	P	2	2	2	1	P	1	P	1	0	0	P	1
In 19	2	3	2	2	2	1	3	P	3	2	1	0	0	1	2
In 20	4	3	1	2	2	1	3	2	0	1	1	0	0	P	1
In 21	4	1	1	3	3	2	2	3	2	P	1	0	P	P	2
In 22	4	1	P	2	2	2	2	2	1	1	1	0	0	P	2
In 23	4	P	P	2	2	2	2	P	1	P	1	0	0	0	1
In 24	4	3	1	2	2	1	2	2	1	P	1	0	0	0	P
In 25	3	3	1	2	2	1	2	P	2	1	1	0	0	0	1
In 26	5	1	P	2	2	1	P	3	1	P	1	0	0	P	1
In 27	2	3	1	2	2	1	2	P	1	P	1	0	0	0	P
In 28	3	P	1	3	2	1	2	2	1	P	1	0	P	1	2
In 29	1	2	1	2	2	1	1	P	0	P	1	0	0	0	P
In 30	2	3	2	2	2	2	2	P	4	1	2	0	0	P	1
In 31	4	1	1	2	3	2	2	3	1	P	1	0	P	P	2
In 32	3	2	1	3	3	3	2	P	2	P	1	0	0	0	2
In 33	1	2	1	1	1	1	3	P	2	1	P	0	0	0	P
In 34	3	2	1	1	1	1	3	4	3	0	0	1	3	1	1
In 35	2	3	1	2	2	1	P	P	1	P	1	0	0	0	1
In 36	2	3	1	1	1	1	2	P	0	0	1	0	0	0	P
In 37	1	3	1	2	2	1	2	P	2	1	1	0	0	0	P
In 38	4	1	1	3	3	2	2	2	2	P	1	0	0	P	2
In 39	4	2	1	3	3	2	2	4	1	1	2	1	2	2	3
SI 14	3	P	5	2	2	2	3	2	1	P	1	0	0	P	2
BI frag.	2	1	5	2	1	P	1	2	1	P	0	0	0	P	2

6.1.3 Gelidonya Batığı'nda Ele Geçen L 22 Kodlu Kurşuna Yapılan Kimyasal Analiz ve İzotop Oranı İncelenmesi

Ele geçen bu parçadan bir örnek alınarak, kurşundan yapılmış arkeolojik nesnelerle ve antik çağda çalıştığı bilinen maden yataklarından galen cevherlerindeki kurşun izotop dağılım oranlarının araştırılması da birlikte yapmışlardır. Bu yapılan analizin sonucuna göre üç geniş coğrafi bölgeden kurşundan yapılmış nesnelerin izotop ölçümleri temelinde açık şekilde ayırt edildiğini gösteriyorlar. İlk bölge olarak Roma Britanyası, ikincisi bölge olarak Yunanistan ve son bölge olan üçüncüsü ise İspanya, Galler ve Sardunya'yı içermektedir (Bass, Throckmorton, du Plat Taylor, Hennessy, Shulman, ve Buchholz, 1967, s. 170).

L 22 örneğindeki kurşunun izotop oranları şöyledir:

$$206/204 = 18,99$$

$$206/207 = 1.1996$$

$$206/208 = 0,4831$$

Bu elde edilen analiz verileri, örneğin Atina, Miken, Korint, Ceos, Kıbrıs, Sardes ve Antakya'dan farklı tarihlere sahip olduğunu ve yaklaşık on örnekten oluşmakta olan bir gruba yerleştirmiştir. Bunlar, Kod L olarak adlandırılan adaylar olarak belirlendi (Bass, Throckmorton, du Plat Taylor, Hennessy, Shulman, ve Buchholz, 1967, s. 170).

Analizin İzotop bileşimi verileri, Laurion yakınlarındaki madenlerden çıkartılan kurşunla uyushmaktadır, ancak bir ihtimal olarak da başka bölgedeki jeolojik açıdan benzer maden yataklarından da gelmiş olabileceğini düşünmektedirler. Örnek olarak 'da Türkiye'de ve İran'da bu türe benzer kurşun çıkartılan madenler olduğu bilinmektedir (Bass, Throckmorton, du Plat Taylor, Hennessy, Shulman, ve Buchholz, 1967, s. 170).

Arkeometrik analizlerden biri olan yarı kantitatif bir spektrografik teknikle yapılan analize göre kurşun örneğinin kimyasal analizi de uygulanmıştır. Gümüş içeriği için ise bir başka analiz olan kantitatif analiz uygulanmıştır. Sonuçlar aşağıda gösterilmiştir (Tablo 6), (Bass, Throckmorton, du Plat Taylor, Hennessy, Shulman, ve Buchholz, 1967, s. 170).

Bu analizlerin kompozisyonunda ilgili ilk dikkat çeken şey, kurşunun çok saf olduğudur, lakin bu durum eski örnekler şaşırtıcı değildir. Bu örnekteki kurşun büyük ihtimalle büyük, iyi biçimlendirilmiş ve galen cevheri kristallerinden eritilmiş olup bu sebepten ötürü yüksek saflıkta kurşunun tespit edilmesi mümkün olduğunu gözlemlemişlerdir. Diğer önemli durum ise, yüzde 0,04'lük gümüş içeriğinin, analiz edilen yüz kadar örneğin çoğunda bulduğumuz değerlerden biraz daha yüksek değerde olmasıdır. Bu durum ise bu kurşun örneğini gümüşten arındırmak için hiçbir yöntemin uygulamadığını tespit etmişlerdir. Başka düşünceyle, madenciler büyük ihtimalle kurşun arıyorlardı ve kurşun ise gümüş elde etmek için uygulanan bir işlem olmayıp Romalı madenciler genellikle kurşundan gümüş çıkarabiliyorlardı ((Bass, Throckmorton, du Plat Taylor, Hennessy, Shulman, ve Buchholz, 1967, s. 170).

Tablo 6. Gümüş içeriğinin Belirlenmesi İçin Uygulanan Kantitatif Analiz Sonucuna Göre :Elementlerin Dağılımı (Çev. A. Burak KÜTÜK), (Bass, vd. , 1967, s. 170).

Kurşun	Ana
Kalay	0,00X
Bakır	0,0X
Bismut	0,00X (düşük)
Antimon	0,00X
Çinko	Bulunamadı
Magnezyum	Bulunamadı
Silikon	Bulunamadı
Alüminyum	Bulunamadı
Gümüş	%0,04

Yüzde 0,01'den daha az gümüş bırakacak kadar verimli çalışılmış ve Helenistik metalürjistler en az yüzde 0,02'ye kadar ve büyük ihtimalle daha iyi bir şekilde maden çıkartılmıştır. Analiz edilen birkaç galen cevheri arasında tespit ettimiz en yüksek gümüş içeriği, Laurion'daki bulunan eski atölyelerin yakınındaki Kamareza'daki günümüzdeki bir atölyeden alınan bir örnekte yüzde 0,10'du (Bass, Throckmorton, du Plat Taylor, Hennessy, Shulman, ve Buchholz, 1967, s. 170).

6.1.4 Gelidonya Batığı'nda Ele Geçen Bir Boncuğa Yapılan Analiz

Alınan örnek, uzun süre su altında kalmış olmasından dolayı çok kötü durumda bozulmuş olan küçük bir boncuk parçasıydı. Çoğunluğu ufalanmış, kırılğan durumda ve rengi devetüyü rengindedir. Su altından suyun üstüne çıkarılınca pul şeklindeki cam boncuklar ufalanmıştır. Mikroskobik analiz incelemesi sonucuna göre, bunun bir cam boncuk kalıntısı olduğu ve örneğin Mısır mavisi veya fayans olmadığı saptamıştır. Başlangıç olarak boncuğun çekirdeği olan yerin yakınında çok az miktarda "orijinal" cam bulunmuşsa da bakır tuzlarıyla yoğun bir şekilde kaplanması ve hava koşullarına maruz kalması ile oluşan gözenekli yeşil bir malzemeyle ilişkilendirilmiştir. Mikroskop altında dikkatli bir şekilde analiz edilerek ve incelemeye tabi tutulan örneklerde, berrak sarımsı yeşil camın birkaç tanesini ayırt edebilmek mümkün olmuştur. Bir kaç tane ele geçen camın kötü hava koşullarında parçalanmasına rağmen, hidrolize edildiğinde oksidasyona uğramadığını görmekteyiz.

Bu durumlara rağmen gene de bir spektrografik analiz yapılmasına değer görmüşlerdir. Örneğin boyutu o kadar küçüktü ki, güvenilir nicel sonuçlar almak mümkün gözükmüyordu, ancak gene de yapılan tahminler aşağıdaki Tablo 7 de sıralanmıştır (Bass, Throckmorton, du Plat Taylor, Hennessy, Shulman, ve Buchholz, 1967, s. 170).

Alınan örneğin orijinal cam olmadığı analiz sonucuna göre ortaya çıktı. Silika ana bileşeni olup bakır ise renklendirmek için kullanılmıştır. Alkali, genellikle Na₂O, görünüşe göre uzun süre daldırma sonucu sızmış olduğu düşünülür. Kalsiyum miktarı çok düşük olduğu için, kayda değer ölçüde magnezyum içeriğinin büyük ölçüde deniz suyundan dolayı değiş tokuşta şeklinde kaynaklandığını düşünmüşlerdir. Magnezyumun kalsiyum ve iyon değişimi olan bu etki durumu daha önceleri kötü hava koşullarına maruz kalmış cam örneklerde saptanmıştır (Bass, Throckmorton, du Plat Taylor, Hennessy, Shulman, ve Buchholz, 1967, s. 170).

Tablo 7. Alınan Cam Örneğinin Analiz Sonucuna Göre Örneğin İçindeki Elementlerin Dağılımı (Bass, vd. , 1967, s. 170).

SiO ₂	Major
CuO	5–10 per cent
MgO	5–10 per cent
*Al ₂ O ₃	0.X
Fe ₂ O ₃	0.X
PbO	0.0X
Sb ₂ O ₃	0.0X
MnO	0.0X
CaO	0.2

İkinci element grubunun tahminleri güvenilir olmamakla birlikte düşük değerler ve bozulmanın ve/veya başlıca SiO₂'den oluşan hava koşullarına maruz kalma sebepleriyle önlenemez kirlenmenin sonucu olarak düşünülmüştür (Bass, Throckmorton, du Plat Taylor, Hennessy, Shulman, ve Buchholz, 1967, s. 170).

Boncuk analizinin sonucunda ve yapılan analizlerin sonuçlarına göre boncukların cam olmadığı fikrine kapılmışlardır. Ancak yapılan başka bir analiz yani mikroskopik bir inceleme sonucu, boncuğun çekirdeğinin, ara kısımlarında mavimsi bir bağlayıcı madde tespiti, boyutu ince bir kum büyüklüğünde bulunan küçük parçalardan oluşan heterojen bir kütle varlığını saptamıştır (Bass, Throckmorton, du Plat Taylor, Hennessy, Shulman, ve Buchholz, 1967, s. 171).

Tespit ettikler bu yapı, fayans veya belki de çok az ısıya mağruz kalmasından dolayı erimiş bir camdır (Bass, Throckmorton, du Plat Taylor, Hennessy, Shulman, ve Buchholz, 1967, s. 171).

Bu bağlayıcı malzeme, suyun hidrolitik etkisi ile boylu boyunca ayrıştığı görülmüşlerdir. Malzemenin bağlanma gücü kalmamış, hafif basınç altında kolaylıkla ufalanıp ve hidrolize olmuş camsı malzeme görünümünde olduğunu saptamıştır (Bass, Throckmorton, du Plat Taylor, Hennessy, Shulman, ve Buchholz, 1967, s. 171).

Hidrolitik olmasından kaynaklı ayrışmanın boncukların başlangıçtaki gibi bileşimini değil de büyük ölçüde bileşiminin değiştireceğine araştırmacılar ikna olmuşlardır, bu sonuçlar ise ekteki tabloda (Tablo 8) sunulmuş olup ve çekirdek gövdenin tamamen bir analizini yapmışlardır. Analiz ise şaşırtıcı derecede olup bir decomp olabileceğinden daha da yakın bir analizdir. Böylece bir fayanstan daha pozlanmış olarak cam tespit etmişlerdir. Ele geçen çürümüş bir cam için tek konsantrasyon, çok yüksek magnezyum içeren konsantrasyondur. Magnezyum ise analiz için bu örnekte iki farklı spektrum aralığında spektrografik analizle belirlendi ve her ikisi de yüksek olan ancak yakın uyum içinde olmayan bu iki analizin ortalaması rapor etmişlerdir. Magnezyumun maddesi analiz sonucunda boncukta muntazam bir şekilde dağılım göstermemiştir. Ancak başlangıç seviyesinde olduğu gibi yüksek konsantrasyon seviyesinde olması yerine büyük ihtimalle bir miktar deniz suyu tarafından biriktiği sonucunu saptamıştır. Ele geçen boncuk dönemindeki camı, yüksek derecede magnezyum oksit konsantrasyonu, yani yaklaşık 5 % MgO bulunmaktadır. Ancak analiz sonucuna göre burada bulduğumuz kadar yüksek bir konsantrasyon ile karakterize edilmiş olduğu düşünülmektedir. Analiz sonucunun (Tablo 8) araştırmacılara gösterdiği bir başka veri ise yüksek bakır konsantrasyonu boncuk kaplaması ve bağlama ortamında bu element vasıtasıyla boncuğun renginin maviye boyandığını ayrıca yüksek antimon konsantrasyonu içermesi ise bunun bilerek opak hale getirildiğini göstermiştir (Bass, Throckmorton, du Plat Taylor, Hennessy, Shulman, ve Buchholz, 1967, s. 171).

Yinede, örneğin çürümüş durumu ve homojen olmaması göz ardı edilmeden vardıkları sonuçlar oldukça birsizlik taşıdığını belirtmişlerdir.

Tablo 8. Boncuk İçindeki Çeşitli Oksitlerin Yüzdesi (Çev. A. Burak KÜTÜK), (Bass, vd. , 1967, s. 171).

Lityum	Li_2O	0,00045	Krom	Cr_2O_3	0,0027
Sodyum	Na_2O	3.8	Manganez	MnO	0.13
Potasyum	K_2O	0,115	Ütü	Fe_2O_3	4.85
Rubidyum	Rb_2O	<0,00040	Kobalt	CoO	0,015
Magnezyum	MgO	12	Nikel	NiO	0,017
Kalsiyum	CaO	6.6	Bakır	CuO	9.9
Stronsiyum	SrO	<0,014	Çinko	ZnO	<0,018
Baryum	BaO	<0,00085	Zirkonyum	ZrO_2	0,0041
Bor	B_2O_3	0,066	Gümüş	Ag_2O	<0,00026
Alüminyum	Al_2O_3	2.19	Kalay	SnO_2	0,0096
fosfor	P_2O_5	0,092	Antimon	Sb_2O_3	0,69
Titanyum	TiO_2	0.12	Kurşun	PbO	0,0044
Vanadyum	V_2O_5	0,016	Bizmut	Bi_2O_3	<0,0010

6.1.5 Gelidonya Batığı'nda Ele Geçen Metal Parçasına Uygulanan Arkeometrik Analiz

Bass tarafından tespit edilen, birkaç öküz gönü külçesinin alt kısmında üçgen şekili olmayan beyaz kütle bulmuştur. Ayrıca, bakırın beyaz malzeme ile bire bir teması olduğu halde malzemenin her durumda belirgin bir biçimde yoğun korozyon veya bozulma gösterdiği araştırmacıları tarafından saptanmıştır (Bass, Throckmorton, du Plat Taylor, Hennessy, Shulman, ve Buchholz, 1967, s. 171).

Ayrıca külçenin yanı sıra ele geçen ve yüzeye çıkarıldığında şüphe duyulan kalay dış macunu kıvamında olduğunu gözlemlemişlerdir. Yaklaşık olarak 8 kg geri kazanılmış olup bu örnekten yaklaşık 12-15 gramlık bir parça analiz için alındı. Bir alüminyum film kartuşu içine sızdırma yapmayacak şekilde yerleştirildi ve Philadelphia'ya geri götürüldü. 1964 baharında bu örneğe bakıldığında, donuk beyaz, şeker dokulu bir gövdeye sahip olup yaklaşık bir parmak ucu büyüklüğünde durumda olan kumlu bir topak kütle biraz güçlüklerle elle kırılabilir şekildedir. Renkte veya şeritte herhangi bir değişiklik belirgin şekilde görünmemektedir.

Kütle homojen görüntüsü verdi, bu da bize değişikliğin veya yer değiştirmenin temelde tamamlandığını göstermiştir.

Film kartuşu ise içinde delinme noktasına kadar olan kısımda önemli ölçüde korozyon göstermiş olup bu korozyonun galvanik kökenli olduğunu saptamıştır (Bass, Throckmorton, du Plat Taylor, Hennessy, Shulman, ve Buchholz, 1967, s. 171).

Örnek takribî olarak iki eşit parçaya bölmüşlerdir. Biri Teksas, Galveston'dan Bay Ter Braake'e gönderilmiş olup diğeri analiz için E. J. Lavino'nun laboratuvarlarına göndermişlerdir. Ancak örnekleri eski postalarda büyük ölçüde kaybolduğunu belirtmişlerdir. (Bass, Throckmorton, du Plat Taylor, Hennessy, Shulman, ve Buchholz, 1967, s. 171).

Kalan malzemenin yarı kantitatif bir spektrografik analiz sonucu aşağıda Tablo 9'da ve Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 9. Alınan Örneğin Kantitatif Bir Spektrografik Analiz Sonucua Göre İçerisindeki Elemet Dağılımı (Çev. A. Burak KÜTÜK), (Bass, vd. , 1967, s. 171).

Ca (Kalsiyum) +++	
Sn (Kalay)	++
Ni (Nikel)	Tr. (Bu muhtemelen enstrümanda kalan bir kalıntıdır)
Cr (Krom)	Tr. (Bu muhtemelen enstrümanda kalan bir kalıntıdır)
Ti (Titanyum)	Tr. (Bu muhtemelen enstrümanda kalan bir kalıntıdır)
Al (Alüminyum)	Tr. (Konteyner bozulmasının sonucu mu?)
Cu (Bakır)	
Fe (Demir)	
K (Potasyum)	
Cl (Klor)	
Ag (Gümüş)	
S (Kükürt)	

Örneğin yetersiz boyutu olduğu için daha fazla örneğin gergin analizleri,

Tablo 10. Örneğin Yetersiz Boyutu Olduğundan Dolayı Bir Tane Daha Yapılan Analiz Sonucuna Göre İçerisindeki Element Dağılımı (Çev. A. Burak KÜTÜK), (Bass, vd. , 1967, s 171).

CaCO ₃	(Kalsiyum Karbonat)	71.00%
SnO ₂	(Kalay Oksit)	13.84
Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	(Alümina + Ferrik Oksit)	1.40
SiO ₂	(Silika)	1.66
Cu	(Bakır)	0,01

Bu analiz sonuçlarına göre, malzemenin bir dönem metalik kalay olan ve büyük miktarda kalsiyum karbonatla ile değiştirilen maddenin kalıntısı olduğunu doğruladığını araştırmacı tarafından düşünülmektedir (Bass, Throckmorton, du Plat Taylor, Hennessy, Shulman, ve Buchholz, 1967, s. 172).

6.1.6 Gelidonya Batığı'nda Ele Geçen Bir Çömleğe Yapılan Spektrografik Analiz

Aşağıda belirtilen çömleğe (Şekil 35) uygulanan spektrografik analiz sonuçları, Dr. E. Hall'un izniyle, Oxford'daki Arkeolojik Araştırma Laboratuvarları tarafından gerçekleştirilmiş ve yapılmıştır. Tablo 11 ise Gelidonya Batığı'nda bulunan iki Miken çömlek parçasının, daha önce de Dr. Catling ve diğer araştırmacılar tarafından analiz sonuçları yayınlanmış olan Arpera Çiflik ve Enkomi gruplarıyla da karşılaştırmasını gösterir (Bass, Throckmorton, du Plat Taylor, Hennessy, Shulman, ve Buchholz, 1967, s. 172).

Tablo 11. Çömleğe Yapılan Spektrografik Analiz Sonuçlarına Göre İçerisindeki Element Dağılımını Gösteren ve Arpera, Çiflik ve Enkomi Gruplarıyla da Karşılaştırmasını Gösterir Tablo (Çev. A. Burak KÜTÜK), (Bass, vd., 1967, s. 172).

	Oksitler:									
	% of Toplam	Magnesium MgO	Calcium CaO	Aluminium Al ₂ O ₃	Demir FeO	Sodyum Na ₂ O	Titanyum TiO ₂	Krom Cr ₂ O ₃	Manganez MnO	Nikel YOK
Gelidonya (W9 I)		6.9	24.4	10.3	9.7	1.68	0.77	0.085	0.077	0.058
Arpera Çiftik I I	100	5.8 ± 1.7	18.3 ± 3.7	11.3 ± 2.5	10.7 ± 2.1	1.48 ± 0.31	0.92 ± 0.21	0.070 ± 0.021	0.095 ± 0.025	0.010 ± 0.002
Gelidonya (282)		5.1	10.1	14.5	10.2	1.58	1.06	0.060	0.049	0.021
Enkomi II	100	5.4 ± 2.2	14.3 ± 3.1	13.5 ± 3.1	9.9 ± 2.0	1.42 ± 0.37	0.96 ± 0.28	0.12 ± 0.09	0.084 ± 0.023	0.014 ± 0.009
Miken çanak çömlek parçaları										
Gelidonya		9.9	22.2	10.6	12.1	1.36	1.26	0.076	0.048	0.076
Geldonya (233)		11.2	6.1	12.8	13.8	0.46	1.42	0.115	0.034	0.066
Gelidonya (232)		6.3	15.6	16.2	16.6	0.60	1.27	0.124	0.058	0.037
Gelidonya (467)		4.3	16.6	8.9	11.6	1.47	1.23	0.094	0.038	0.040
Su Kavanozu Parçası										
Gelidonya B.9 (12)		14.0	15.9	11.2	26.5	1.89	1.89	>1.0	0.117	0.041
Düz Beyaz Seramik Sürahi										
Gelidonya (144)		7.1	19.5	12.7	3.6	0.71	1.42	0.075	0.055	0.011



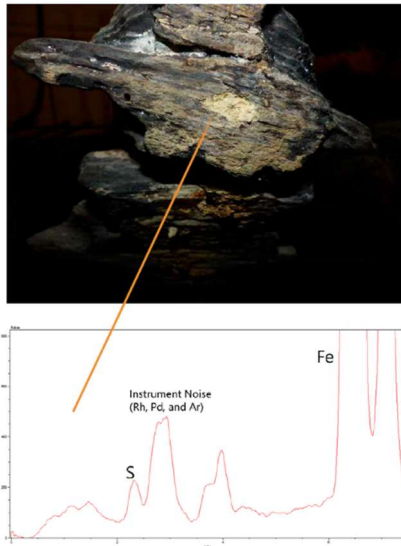
Şekil 35. Bodrum Müzesi Gelidonya Batığı Amphorası (A. Burak KÜTÜK 'ün Arşivinden).

6.1.7 Gelidonya Batığı'nın Ahşaplarının Demir-Sülfür Bileşiklerinin Varlığının Tespti İçin Yapılan X Işını Floresans Spektroskopisi (XRF), X-Işını Kırınım Spektroskopisi (XRD), X-Işını Fotoelektron Spektrometresi (XPS), Taramalı Elektron Mikroskobu ve Enerji Dağılımlı X Işını Spektroskopisi (SEM-EDX), X ışını Absorbsiyon Spektroskopisi (XANES), Taramalı X Işını Spektro-Mikroskobu (SXM) Analizler

Günümüz teknolojisi ile batık gemilerin ahşaplarında bulunan demir-sülfür bileşiklerinin varlığını tespit etmek farklı analiz cihazları ile mümkündür. Gelidonya Batığı'nın ahşabındaki demir-sülfürün tespiti için yapılan ilk analiz X-Işını Kırınım Spektroskopisi analizidir. XRD (X-Işını Kırınım Spektroskopisi) cihazı ile ahşap yüzeylere yapılan analiz sonucuna göre ahşap yüzeyinde birikmiş olan tuz çökeltileri saptamıştır (Şekil 36). Ayrıca iki analiz yapılarak; Taşınabilir XRF (X Işını Floresans Spektroskopisi) ve Raman Spektroskopisi cihazları ile yapılan analiz sonucuna göre ahşabın yapısı içerisinde bulunan demir ve sülfür elementleri birkez daha saptanmıştır.

XPS (X-Işını Fotoelektron Spektrometresi) analiz sonucuna göre ahşaplardaki demir-sülfür bileşikleri tanımlanmış olup, değerliklerini saptamıştır. SEM-EDX (Taramalı Elektron Mikroskobu ve Enerji Dağılımlı X Işını Spektroskopisi) analizinin sonucuna göre ve ayrıca elementel analizinin sonucuna göre ahşabın hücre duvarındaki sülfür ve demir dağılımını haritalandırmıştır. XANES (X ışını Absorbsiyon Spektroskopisi) analizinin sonucuna göre ahşap malzemenin içinde bulunan birikmiş sülfür bileşimlerinin kimyasal hali ve bağları saptanmıştır. SXM (Taramalı X Işını Spektro-Mikroskobu) analiz sonucuna göre ahşapta mikroskobik düzeydeki bileşikler belirlenmiştir (Altınanıt, 2021, s. 40).

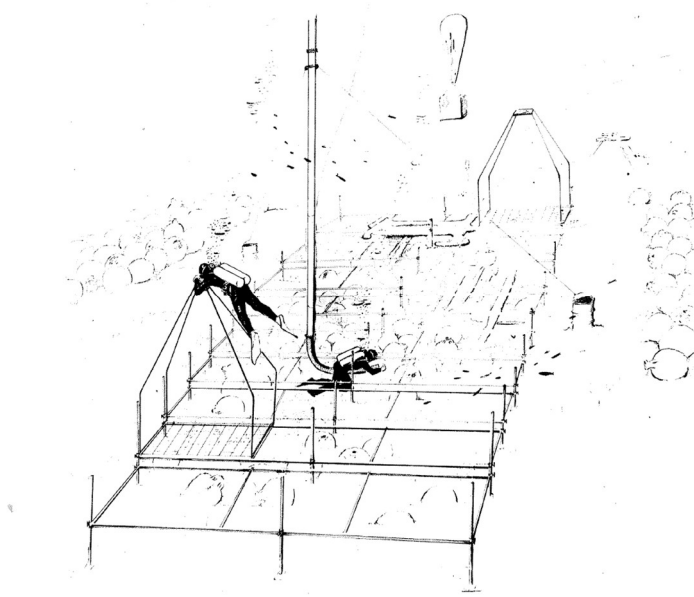
Ahşabın bünyesinden demir bileşiklerini çıkarabilmek ve bu bileşiklerin oksidasyonu sonucunda oluşan asidi nötralize etmek için çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Aynı çalışmaların yapıldığı Mary Rose batığı ahşapları üzerinde demir bileşiklerini ekstrakte etmek için kalsiyum fitat, Etilendiamintetraasetik Asit (EDTA), Dietilentriaminpentaasetik Asit (DTPA) ve Amonyum Sitrat şelatlarının sulu çözeltileri ile bir takım deneysel çalışmalar yapılmıştır. Bunun sonucunda iki batığın karşılaştırılması yapılarak ve Gelidonya Bağı'nın sonuçları Mary Rose Batığı'nın sonucuyla uyuşması üzerine batıkta ele geçen demirin oksidasyona uğradığı kesin olarak tespit edilmiştir (Altınanıt, 2021, s. 41).



Şekil 36. Demir-Sülfür İçeren Analiz Yapılmış Ahşabın Gösterildiği Bölge, Filtresiz XRF Analiz Sonucu ve Grafikte Sülfür (S), Demir(Fe), Rodyum(Rh), Paladyum(Pd) ve Argon(Ar) Elementlerinin Tespitini Gösteren Pikleri Vermektedir (Altınanıt, 2021, s. 46).

7. YASSIADA BATIĞI

1961 yılı yaz sezonunda, Pennsylvania üniversite müzesi tarafından gerçekleştirilen Yassıada Batığı'nın su altı kazısı başlatılmıştır (Şekil 37). Bir sığ kayalığın üzerinde batmış olan ve çok eski batıklardan olan biri olan bu batık Bodruma yakın Yassıada'nın (Lodo) yaklaşık 100 metre güneyinde bulunmuştur. Bodrumlu sünger dalgıçları tarafından bulan ve bu batıklar Kaptan Kemal Araş tarafından Mustafa Kaplan, Rasim Divanlı, Peter Throckmorton'a göstermişlerdir (Bass, 1962, s. 8).



Şekil 37. Yassıada Batığı'nın Su Altı Kazısı 1962'de Ortaya Çıktığı Hali (Bass, ve Doorninck, 1982 s. 18).

7.1 Yassıada Batığı'nda Gerçekleştirilen Analizleri

7.1.1 Yassıada Batığı'nda Ele Geçen Çapanın Metalurjisinin Tespiti İçin Yapılan Kimyasal Analiz, Mikroskop Analiz ve Spektrografik Analiz

Metal çapadan alınan “An 1” kod ile adlandırılan örnekten alınan demir örneğinin (Şekil 38) metalografik olarak incelenmiştir. Örneğin malzemesinin, üretim yöntemini ve olası demir kaynağını tespit için iki ayrı analiz gerçekleştirilmiştir (Bass, ve Doorninck, 1982, s. 322).

Analizler;

1. olarak ıslak kimyasal yöntem gerçekleştirilmiştir.
2. Olarak 'da spektrografik teknik kullanılarak analiz edilmiş olup yapılan mikroyapısal inceleme ve bileşim analizlerinin sonucuna göre, demirin yüksek derecede saflık içeren bir malzeme 'den işlenmiş saptamıştır. 7.807 g/ cm³ yoğunluğuyla, 17. yüzyıla kadar aslında değişmeden kalabilen ve kökenlerinin iyi derecede gelişmiş bir Roma medeniyeti demir yapım teknolojisine ait ürün olduğu saptamıştır (Bass, ve Doorninck, 1982, s. 322).



Şekil 38. Oksitlenmemiş Demirin Örneği (Bass, ve Doorninck, 1982, s. 322)

İlk analiz çalışması mikroskobik inceleme ile yapmışlardır. Örnek analiz edilmek için öğütülmüş, parlatılmış ve metalürjik mikroskop altında incelenerek mikro yapıyı ortaya çıkması için dağlamışlardır. Şekil 39, 300X'te çekilmiş tipik bir mikrofotograf görüntüsüdür. Malzemenin 1100-1150°C sıcaklıklarda yapılan elle puding işlemine tabi tutulması sonucunda çok farklı tane boyutlarına sahip perlitik ve ferritik bir yapıya sahip olduğunu saptamıştır. Ayrıca malzemenin cüruf kalıntılarından çokça arınmış olduğu tespit etmişlerdir. Analiz sonucuna göre tespit edilen mikroyapısı, karakteristik olarak düşük karbonlu içeriğe sahip bir dövme demir olduğunu tespit etmişlerdir.

Bu demir tipik olarak 17. yüzyıldan önce kullanım teknolojisi tarafından imal edilen bir demirdir. Bu örnek orijinal demir kütlesi olan ve çekirdeğinden gelmiş ve hızlı yüzey soğutma işleminden geçse de etkilenmeyecek olması, beklendiği üzere su verme işleminde sertleşmesine dair bir kanıt bulamamışlardır (Bass, ve Doorninck, 1982, s. 323).



Şekil 39. Demirin Tipik Mikro Yapısı. Açık Alanlar Ferrit Koyu Bölgeler ise Perlittir. Yapı, Elle Su Birikintisi Yapılmış Bir Ferforjeden Yapılmış Olup, Cüruf Kalıntılarından Oldukça Arınmıştır (Bass, ve Doorninck, 1982, s. 322).

Ele geçen buluntunun bilinen genel boyutlarını ve olan ankrajları'nın orijinal ağırlığı için tahmin'de bulunabilmek için, demir buluntunun yoğunluğunun belirlenmesi gerekmektedir. Buluntunun yoğunluğunu, ağırlığını ve hacim ölçümleriyle belirleyebilmek için ilk olarak kaba bir kontrol araştırmacıları tarafından yapmıştır. Örneği analize hazırlamak için, düşük yoğunluk olan demir oksit ve demirde çekirdekten dikkatlice yontmuşlardır. Yoğunluğun $7,22 \text{ g/cm}^3$ olduğu tahmin etmişlerdir; bu değer ise, malzemenin düşük oranla cüruf içermediği gözlemlenmiştir. Ayrıca nispeten cüruf içermeyen mikro yapıya sahip olduğundan ötürü beklenmedik bir biçimde düşük değerdedir.

Bu düşük değer ise şüphesiz oksidin örnekten yetersiz derecede ayrışmasından kaynaklandığını düşünülmektedir. Ortaya çıkan bu değer son ağırlık hesaplamaları için kullanmamışlardır; çünkü kompozisyon hesaplamaları yapılırken daha güvenilir bir yoğunluk rakamı elde etmişlerdir.' Demirin kimyasal analizi ise iki teknikle kullanılarak belirlemişlerdir: ilk olarak ana bileşenler için geleneksel bir ıslak kimyasal analiz kullanılmış olup ikinci olarak ise eser elementlerin belirlenmesi için daha kalitatif, tahribatsız bir spektrografik lazer tekniği kullanmışlardır (Bass, ve Doorninck, 1982, s. 323).

Islak kimyasal analiz, aşağıda belirtilen değerlerle sonuçlanmıştır:

Karbon, % 0.07;

Manganez, % 0,01;

Fosfor, % 0,06; kükürt, % 0,008; ve son olarak silikon, % 0.14.

Spektrografik analiz tekniğinin sonucuna göre, eser elementleri tanımlamışlar ve böylece ıslak örneğin bulgularını tamamlamışlardır (Bass, ve Doorninck, 1982, s. 323).

Bu sonuçlarla birlikte, 7,22 g/cm³lük bu değer, G. F. Bass, ed., A History of Seafaring Based on Underwater Archaeology'de verilen çapaların hesaplanmış ağırlıkları için kullanılmıştır. P. 140. Analizleri ise, Fisher Scientific Company'nin Jarrell-Ash Bölümünden Jeanine Bonini tarafından gerçekleştirilmiştir (Bass, ve Doorninck, 1982, s. 323).

Kimyasal yöntem ile yapılan analizin sonuçları Tablo 12'un ilk satırında gösterilmiştir. Ele geçen eser elementlerinin tespitlerinin yapılması oldukça kalitatif şekilde olmasına karşın, elde edilen bulguların ise olabildiğince temsili bir biçimde olduğu hissedilmiştir. Sonuçları karşılaştırma yapmak için, çapa demiri ve diğer iki antik demirin ayrıca daha yakın günümüze yakın zamandan kalma iki demirinde bileşimleriyle birlikte verilerek listelemişlerdir. Çapa demiri diğer örneklerle, kıyaslandığı zaman çapa demiri yüksek saflıkta işlenmiş bir malzeme olduğu görüşmüşlerdir. Ayrıca manganez içeriği düşük olup bu da fırın içeriğine manganez cevherini eklemek suretiyle malzemeyi daha da sertleştirmek için kasıtlı olarak yapmadıklarını göstermiştir (Bass, ve Doorninck, 1982, s. 323).

Şekil 51'in analiz sonucunun, yüksek derecede bir güvene sahip olan ve orijinal ankrajların ağırlıklarını hesaplamak için kullanılan verilere göre 7.807 g/cm³ lük ankraj demiri için yoğunluk rakamını elde etmek için kullanılmıştır (Bass, ve Doorninck, 1982, s. 323).

Araştırmalar üzerine literatürde, demirin üretim aşamaları ve onu faydalı biçimlere dönüştürmek için kullanılmış tekniklerinin anlatılan eski demir eritme sanatını içeren çok fazla bilgi olduğu saptamıştır." Bu bilgiler, Bizanslılarının çapa demirini hiçbir biçimde eşsiz olmadığını, ancak bilinen Roma türleri içinde benzer bir demir örneğinin var olduğunu tespit etmişlerdir (Bass, ve Doorninck, 1982, s. 323).

Demirin, 1150 °C civarı sıcaklıklarda üretilmiş ve elle buğulanmış bir şekilde demire özgü geniş bir boyut aralığına sahip düzensiz biçimde tanecikler olduğu, oldukça saf, işlenmiş bir malzemeden olduğunu tespit etmişlerdir. Araştırmalar sonucu tespit edilen literatürde göre sadece brüt bileşim bilgisi verilmiş olup ayrıca bu bilgi sıklık ile rapor etmişlerdir; eser elementler hakkında ise bilgiler çok yüzeysel verilmiştir. Mevcut bilgiler ışığında, eser elementlerini içeren analizlerin, herhangi bir yararlı kaynak bilgisini saklama eğiliminde olmaları sebebiyle şu anda sınırlı değere ve bilgiye sahip olunmuştur. Bu sebepten ötürü metallerin kökenini ve antik dünyanın demir ticaretinin olguları hakkında bilgi edinmek için eser elementleri hakkındaki bilgileri kullanmak istemeleri ne yazık ki olumsuz olmuştur. Bu olumsuzluğa rağmen bununla birlikte, burada sunulan bilgilerin ışığında, eski medeniyetler tarafından kullanılmış demir kaynaklarını belirlemek için bir miktarda olsa katkıda bulunacağı araştırmacıları tarafından düşünülmektedir (Bass, ve Doorninck, 1982, s. 323).

Tablo 12. Ferforjelerin Kimyasal Analiz Sonuçları ve İçerikleri (Çev. A. Burak KÜTÜK), (Bass, ve Doorninck, 1982, s. 324).

Demir Kaynağı	Bileşen (yüzde)									
	C	P	S	Si	Hayır	Mg	Al	ca	Ti	V
Yedinci yüzyıl										
çapa*	0,07	0,06	0,008	0,14	.005	.005	0,05	0,005	.005	.01
Roma dönemi -										
yaklaşık M.S. 300*	0,097	0,044	0,025	0,046					0,38	
Dördüncü yüzyıl										
Roma baltası ¹	.05-.6	0,061	0,007	iz						
Son el-										
su birikintisi demir .06		.086	.009	0,101						
Son dövme										
ütü ¹	0,08	0,115	0,045	0,183						

Demir Kaynağı	Bileşen (yüzde)											
	Cr	Mn	Co	Ni	Cu	Zr	Ag	As	N	Ay	Cüruf	Fe
Yedinci yüzyıl												
çapa*	.1	.007	1.0	0,5	.005	.5	.0005					kalan
Roma çiçeği												
yaklaşık M.S. 300 ¹	.040				0,010			0,049				kalan
Dördüncü yüzyıl												
Roma baltası *	0,013		.033	.015				0,071	0,0065	0,020		kalan
Son zamanlarda el ile												
şekillendirilmiş demir ¹	.045										1.97	kalan
Son dövme												
ütü	0,029										2.85	kalan

7.1.2 Yassıada Batığı'nın Omurgasına Yapılan Dendrokronolojik Analiz ile Batığın Tarihlendirilmesi

Yassıada Batığı'nın omurgasının örneklendirme için kesilmiş bir kısmı, Cornell Üniversitesi'ndeki Ege Dendrokronoloji Projesi laboratuvarında analize tabi tutuldu. Analiz sonucuna göre şimdilik herhangi bir dendrokronolojik tarih alınamamıştır. Batığın Omurgasından, alınan örnekten omurganın en fazla 28 x 18 cm boyutlarında oval kesitli bir kütükten yapılmış olduğu tespit etmişlerdir. Bir yarıçapta (rad. = 15,6 cm) öz ile başlayan maksimum 57 yıllık büyüme halkası olduğunu saptamışlardır. Ahşabın orijinal kare dış görünümü hakkında bir bilgi araştırmacıları tarafından edinenememiştir. Bu nedenden ötürü, bilinmeyen sayıda ağaç halkası eksik olup ve eğer ağaç için dendrokronolojik analiz yapıp bir tarih türetilmek istenirse, bunun son tarih olması gerektiğini düşülmüşlerdir (Bass, ve Doorninck, 1982, s. 326).

Bu en uzun yarıçapın halka ölçüleri (milimetrenin yüzde biri cinsinden) aşağıdaki Tablo 13 gibidir:

Tablo 13. Dendrokronolojik Analiz Tarihlendirilmesinde En Uzun Yarıçapı ile Halka Ölçüleri (Milimetrenin Yüzde Biri Cinsinden), (Bass, ve Doorninck, 1982, s. 326).

Ring No.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	664	498	275	203	373	390	378	407	439	350
10	266	381	364	355	383	352	240	214	164	225
20	305	270	361	359	325	276	213	301	214	231
30	165	195	170	375	292	139	218	189	246	162
40	202	147	207	227	194	271	217	139	188	207
50	136	165	147	200	214	273	(last ring un-measurable)			

Ege ahşabında yapılan önceki araştırmalara göre, bir örnekte yüz veya daha fazla halkanın korunmuş olması gereklidir ve diğer parçalarla da çapraz şekilde tarihlendirme yapabilme şansının oldukça yüksek olduğunu gösterir. Tek bir örnekte yalnızca yarım asırlık halkaların korunduğu Yassıada Batığı'nın alınan örnekteki, ağaç halkalarına bakılarak tarihlendirilme şansı çok az olduğunu düşülmüşlerdir. Ayrıca selvi ağacının, analiz yapılabilen zor bir ağaç türüdür. Sahte halkalar vermesi yaygın olup 7. Yüzyıl da ana ağaç halkası kronolojisinin olmaması üzerine, bu halkalardan bazılarının inanmış olmaları mümkün olduğunu düşünülmektedirler (Bass, ve Doorninck, 1982, s. 326).

Ege'nin ana ağaç halkası kronolojisini çıkarılması için, ancak 7. yüzyıldan 13. yüzyıla kadar olan daha fazla örnek olan yani odun ve kömür örneği grubunu dikkatli bir biçimde toplanması ve analizi edilerek, bu batığın tarihlendirilmesine yardımcı olacak tarih aralığı genişletileceği araştırmacıları tarafından düşünülmektedir (Bass, ve Doorninck, 1982, s. 326).

7.1.3 Yassıada Batığı'nda Ele Geçen Amphoraların İçeriğinin Belirlenmesi İçin Yapılan Analiz

Yassıada Batığı'nda 1980 tarihinde sualtı kazıları sonucu ele geçen 16 Amphoranın (Şekil 40-41) içeriği test etmişlerdir. Ele geçen bu amphoraların her biri hasarsız bir şekilde bulunmuştur, ancak tıpları üzerinde olan Amphoralara bulunamamıştır. Genelde her bir Amphoranın en alt tarafında birikmiş olan yaklaşık 10-20 cc sıvı ve katı içerik, alınarak ayrı ayrı steril plastik şişelerle Texas A&M Üniversitesi Arkeobotanik Laboratuvarı'na gönderilmiştir; gönderilen bu miktar, Yassı Ada'da toplanan ve görsel olarak incelenen toplam örnek miktarının yalnızca bir kısmıdır.

Ele geçen her bir Amphoranın en alt kısmında birikmiş olan tortu, örneklerin konduğu her bir kabın orijinal içeriğini göstermesine ilişkin bilgileri çıkarması amacıyla analiz yapılmak üzere seçmişlerdir. 16 Amphoranın hepsi, Yassıada batığı enkazında olmasından bu yana geçen yıllar süresince katı ve sıvı maddelerle dolmuştur. Bu sebepten ötürü araştırmacılar, bütün Amphoraların içeriğinin (hepsi olmasa da) orijinal olarak batığın taşıdığı yükten daha çok çevresindeki deniz dibinden gelen maddelerle dolduğunu tespit etmişlerdir. Bu durumla birlikte, gene de Amphoranın orijinal olarak içeren maddenin bir kısmı, daha sonra üzerine düşmüş birikintinin altında kalan kısımda hala orijinal içeriğin korunabileceği düşünülmektedirler (Bass, ve Doorninck, 1982, s. 327).



Şekil 40. Yassıada Tipik Kargo Amphoraları (Bass, ve Doorninck, 1982, s. 156).

Amphoralardan örnekler alındıktan sonra, bu örneklerin kurumaması için özellikle ilgilenilip özen göstermişlerdir. Bu çalışma gerekliydi, çünkü suya batmış olan küçük tohumların veya odun parçalarının hızlı kuruması sonucu geri dönüşü olmayacak hasara neden olabilir ve bu da daha sonra analiz yapılmasını engelleyebilir. 16 örneğin her biri için, hassas derecede bitki parçaları karadaki gibi arkeolojik alanlardaki gibi geri kazanılması için yüksek teknoloji laboratuvar teknikleri kullanılıp Texas A&M Üniversitesi laboratuvarında işleme tabi tutmuşlardır (Bass, ve Doorninck, 1982, s. 327).

Yapılan işlemlerin laboratuvar adımları aşağıdakileri içermektedir:

1. Her örnek büyük bir pirinç elek üzerine boşaltılıp 150 mikron açıklıklar ile örnek daha sonra, eleğin üzerinde yalnızca 150 mikrondan daha büyük birikintiler kalana kadar damıtılmış su ile temizlenmiştir. Bitki polenleri ve fitolitler (bitki kristalleri) bitki kalıntılarından en dayanıklı türleridir ve bazen bitkinin diğer tüm kısımları bozulsa bile bitkilerin geçmişteki varlığına dair ipuçları verebilir. Hem polen hem de fitolitler 150 mikrondan küçüktür ve bizim kullandığımız gibi pirinç bir elekten kolayca geçerler. Bu nedenle, ekrandan geçen sıvıda bu tür kalıntılar için rutin bir arama yaptık, ancak hiçbirini bulamamışlardır (Bass, ve Doorninck, 1982, s. 327).

2. Pirinç eleğin üstünde haps olan malzeme bir petri kabına yerleştirildi ve bir diseksiyon mikroskobuyla incelendi. Bitkisel kökenli tüm maddeler ayrıldı ve kuruduklarında çatlamalarını ve bükülmelerini önlemek için polivinil asetat ile işlendi (Bass, ve Doorninck, 1982, s. 327).

3. Paleoetnobotanik öneme sahip öğelerin fotoğrafları çekildi, ölçüldü, tartıldı, analiz edildi ve daha sonra ileride referans olması için saklandı (Bass, ve Doorninck, 1982, s. 327).

Yukarıda açıklandığı gibi, inceledikleri 16 örnekten hiçbiri, ele geçtiği zaman halen mühürlü olan amphoralardan bulunmamıştır. Her bir örnekte, genellikle çökme olmasından sonra kontaminasyonu temsili olan materyal içermektedir. Analiz için alınan 16 örnek de ele geçen ortak buluntular arasında küçük kabuklu dış iskelet parçaları, kırık çift kabuklu ve tek kabuklu deniz kabukları parçaları, kalsiyum karbonat parçaları, küçük kaya ve mercan parçaları, kırık sünger spikül parçaları ve kalkerli alg parçaları tespit etmişlerdir. Analize tabi olan örnekler ayrıca, temel olarak alglerden ve tanımlanamamış küçük bitki kalıntılarından oluşan küçük bir bitki kalıntısı parçası da içerdiğini tespit etmişlerdir. 16 amphora örneğinin 12 'si, bölgenin bir bölümünü tanımlayan bitki botanik

kalıntıları içermektedir. Batığın orijinal kargosu ise, 12 Amphoradan 9 'da toplam 174 adet üzüm (Vitis) çekirdeği, 4 'de toplam 5 zeytin (Olea) çekirdeği, 3 'de toplam 7 Umbelliferae (Maydanozgiller) çekirdeği, Amphoralardan 2 tanesinde toplam 2 adet çam (Pinus) tohum kabuğu bulunmaktadır (Tablo 14). Zeytin çekirdeği, çam çekirdeği veya Umbelliferae (Maydanozgiller) tohumu içeren amphoralarda üzüm çekirdeği de bulunduğu tespit etmişlerdir (Bass, ve Doorninck, 1982, s. 327).

Tablo 14. Amphoraların Botanik İçeriği ve İçerdikleri Ürünler (Çev. A. Burak KÜTÜK), (Bass, ve Doorninck, 1982, Sayfa 328).

Amfora	Üzüm Çekirdeği	Zeytin Çekirdeği	Çam Çekirdeği Kabukları	Umbelliferae tohumları	Diğer Botanik Kalıntılar
X-1	2				Kömür parçaları (3), deniz yosunu parçası, küçük reçine parçası
X-2					Bir yuvarlak tohum, deniz yosunu parçaları
X-3	35	1	1	5	Tohum parçası, bitki sapı veya dal, küçük kömür parçası
X-4	5				Deniz yosunu ve odun parçaları
X-5					Ahşap parçaları
X-6	5	2		1	Deniz yosunu ve küçük odun parçaları
X-7					Yosun
X-8	69	1	1		Bir yuvarlak tohum, deniz yosunu
X-9					Deniz yosunu ve odun parçaları
X-10	3	1			Deniz yosunu
X-11	4				Tohum parçaları, yosun?
X-12	49			1	Deniz yosunu ve odun parçaları
X-13					Bir adet yassı tohum (bkz. Helianthus)
X-14					Deniz yosunu ve odun parçaları
X-15					Yosun
X-16	2				Ahşap parçaları



Şekil 41. Bodrum Müzesi Yassıada Batığı Amphora (A. Burak KÜTÜK ‘ün Arşivinden).

7.1.4 Amphora İçerikleri’nin Analizi

Ele geçen bu Amphoraların (Şekil 42) tortu kalıntıları tortu olarak tespit edemediklerinden ötürü, incelenen amphoraların neredeyse hepsinin orijinal olarak bir üzüm veya şıra yükü taşımış olmadığından şüphelenmişlerdir. Bu sebepten ötürü, şimdilik tek makul açıklaması, üzüm çekirdeği kalıntılarının bir şarap kargosu kanıtı olarak görünen biçimde araştırmacıların düşüncesidir. Helenistik dönem ve Geç Bizans dönemine kadar olan zaman da su altı batıklarında yapılan kazılar sonucu ele geçen Amphoralardaki benzer üzüm çekirdeği kalıntıları, son zamanlarda birçok sefer ele geçmiş olup ve orijinal olarak şarap kargoları olacağını araştırmacılar tarafından düşünülmektedir." Amphoraların 4 ‘de bulunan 5 zeytin çekirdeğinin nereden geldiği hâlen tespit edilememiştir.

Daha önce de söylediği gibi, kökenleri hakkında bilgi için, incelenen ve şüpheli olarak şarap taşıyan amphoraların herhangi birinde zeytinlerin depo edilmesiyle ilgili bağlantı olabileceği araştırmacıları tarafından şüphe duyulmaktadır. Bu sebepten ötürü, tek mantıklı sonuç olarak, zeytin çekirdeklerinin büyük ihtimalle Yassıada Batığı’nın battıktan sonra oluşan bir tür kirlenmekten ötürü olduğunu düşünülmektedir. Ayrıca belki izole edilmiş olan zeytin çekirdekleri batıktaki diğer Amphoralar veya Amphoraların üzerinde duran veya saklanan çabuk bozulabilen çuval veya sepet gibi ya da çukurlar batığın batmadan önce ki durumunda sintineye atılmış olduğu düşünülmektedir.

Daha sonrada zeytin çekirdekleri Amphoralara düşmüş olabileceği veya fırtına oluşması ile devam eden su altı türbülansı birkaç tane zeytin çekirdeğini Amphoraların 4 'ne taşımış olacağı düşünülmektedir. Bu türden bir hipotez söylemelerinin nedeni ise, incelenen Amphora örneklerinde çok az zeytin çekirdeğinin bulunmasını sebebi ile araştırmacılar tarafından söylenmiştir. Alternatif bir düşünceleri de, zeytin çekirdeklerinin, Yassıada resifinin çevresinde devamlı olarak süngercilerin ve bunların teknelerinin kenar kısımlarına zeytin çekirdekleri attığını ve bilinen modern süngercilerden kaynaklanmış olabileceğini düşünmektedirler. Eğer bu düşünce doğruysa, o zaman açılan çukurlardan 5 tanesinin sonunda bulunan 4 farklı Amphoranın açık olan kısmından içeriye girmiş olabilir, ancak bu düşünce zeytinlerin aslen Bizans gemisinde bulunması düşüncesi çok akla yatkın olduğunu belirtmişlerdir (Bass, ve Doorninck, 1982, s. 331).



Şekil 42. Bodrum Müzesi Yassıada Batığı Amphoraları (A. Burak KÜTÜK 'ün Arşivinden).

7.1.5 Amphoranın İçinde Bulunan Çam Tohumlarına Yapılan Analiz

Batık alanından (Şekil 43) incelenen ve analiz edilen Amphoraların 2 'sinde birer çam çekirdeği kabuğu tespit etmişlerdir. Çam tohumları ise, Akdeniz bölgesinde uzun zamandan beri ek gıda kaynağı olarak kullanıldığı bilinmektedir. Belki de bu çam tohumları çalışmalarda incelediğimiz Amphoraların dışında başka bir kap ya da bozulma saplayan kaplarda saklanıyor olabileceği araştırmacıları tarafından böyle bir düşüncesinde vardır. Eğer durum böyle ise, inceledikleri 2 Amphora kabına da belki tohumlardan 2 'si su altı akıntılarıyla birlikte taşınmış olabileceğini düşünülmektedir. Bundan ötürü tek makul açıklama olarak bu batığın enkaz alanında çam tohumlarının ele geçmesinin nedeni olarak, zeytin çekirdeklerinde olduğu üzere, çam tohumlarında batık alanı üzerinden hareket halinde olan modern bir süngerci teknesinden dökülmüş olacağı düşünülmüştür. Çam tohumlarının, inceledikleri 16 Amphoradan herhangi birinde depolanmış orijinal kargoya ait bir parça olduğundan ciddi derecede şüphenilmektedirler. Çünkü bu tür bir kargo taşıyan gemiler, iki geminin her birinde yalnızca bir çam tohumu kabuğu bırakması yerine çok sayıda çam tohumu ve kabuğu bırakacağını araştırmacıları tarafından düşünülmektedir (Bass, ve Doorninck, 1982, s. 329).



Şekil 43. Batık Planı III. Çapalar, Kargo Amphoraları ve Su Kavanozu Gösterilmiştir (Bass, ve Doorninck, 1982, Sayfa 354).

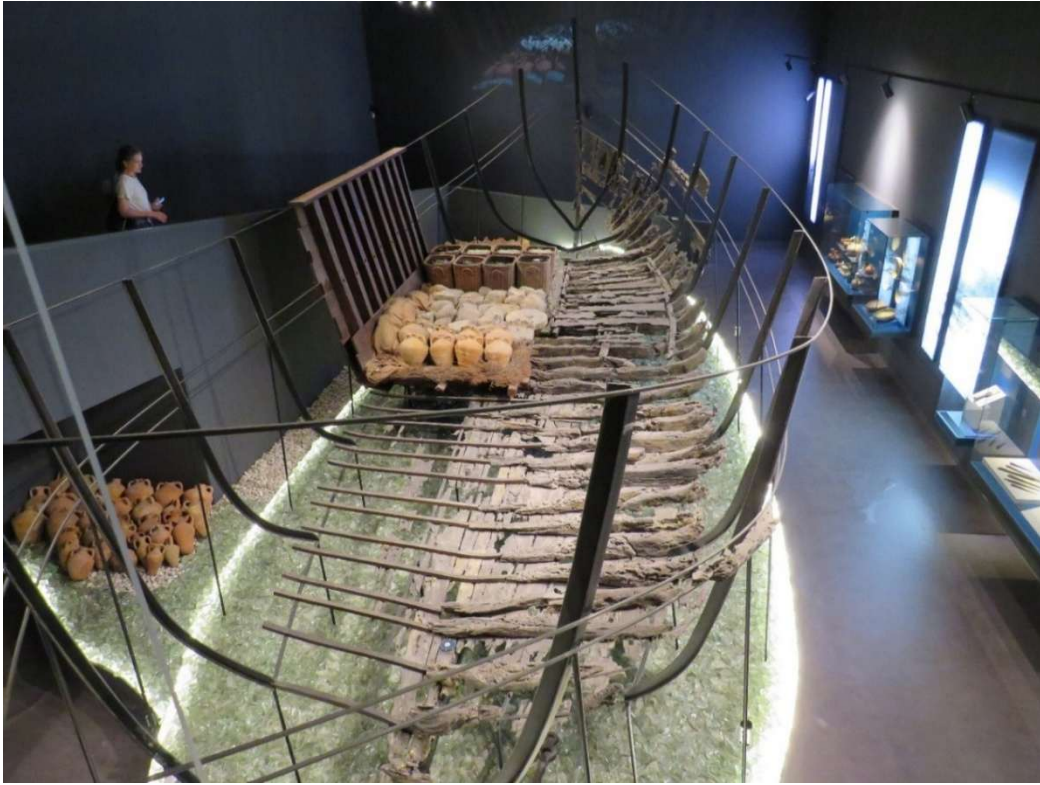
8. SERÇE LİMANI BATIĞI

11. yüzyılın, bir Bizans ticaret gemisi olan ve Fatımi Suriye kıyılarından Konstantinopolis çevresine dönüş yolculuğu sırasında, belki de kötü hava şartlarından dolayı, Güney Anadolu kıyısındaki doğal bir liman olan Serçe Limanı'nda demirlemek istemiş olabileceği düşünülmektedir (Şekil 44). Adanın ve Rodos kentinin hemen kuzeyinde tahminen güçlü bir rüzgârla gemi kıyıya doğru sürüklenirken tahmini olarak yalnızca bir demir atabildiği düşünülmektedir. Halat çapayı tutumuş olabilir ancak çapanın demir gövdesi kırıldığı için gemi, kıyı şeridindeki kayalıkların kayalarına çarptığı ve yüzeyin 33 m altında, kayalıkların dibindeki kumlu bir deniz yatağında battığı düşünülmektedir (Bass, Brill, Lledó, ve Matthews, 2009, s. 3).



Şekil 44. Bodrum Müzesi Serçe Limanı Batığı (A. Burak KÜTÜK 'ün Arşivinden).

Batığın, toplam uzunluğu yalnızca 15,6 m (50 Bizans fiti), uzunluğun da olup üçte biri genişliğinde ve yaklaşık 30 metrik ton veya kabaca yaklaşık 3.000 modius (Romalılar tarafından kuru maddeleri ölçmek için kullanılan bir ölçü birimi) kapasiteli kutu benzeri bir ambar ile iki direkli bir gemidir (Şekil 45). Bu nedenle, orta büyüklükte bir gemiydi ama aynı zamanda Bizans manastırları tarafından o zamanlar mahsulün taşınması için yaygın olarak kullanıldığını bildiğimiz gemilere kıyasla nispeten büyüktü (Bass, Brill, Lledó, ve Matthews, 2009, s. 3).



Şekil 45. Bodrum Müzesi Serçe Limanı Batığı (A. Burak KÜTÜK 'ün Arşivinden).

Batığın ve mürettebatının ana limanı muhtemelen Marmara Denizi'nin kuzey kıyısında, o zamanlar Konstantinopolis'in önemli bir tahıl, şarap ve yağ tedarikçisi olan Rhaidestos'un genel bölgesinde olan bir yerdeydi. Batığa ait bazı kişisel eşya ve nesnelerden alınan örnekler kurşunun analizi yapılmıştır. Bunun Bulgaristan'ın Güneydoğusundaki Doğu Rodop dağlarındaki yakınlardaki kurşun madenlerinden geldiğini göstermektedir. Ayrıca batıkta bulunan bazı Bizans amphoralarının, bazı kumaş parçalarının ve killere yapılan kimyasal analizlerin sonucu göre, Marmara Denizi'nin kuzey kıyısındaki bir bölgeden geldiğini göstermiştir (Bass, Brill, Lledó, ve Matthews, 2009, s. 3).

8.1 Serçe Limanı Batığı'nda Gerçekleştirilen Arkeometrik Analizler

8.1.1 Serçe Limanı Batığı'nda Ele Geçen Çapaların Demir Analizi

1983 'de Van Doorninck'in başkanlığında kod An isimli demir çapa olan 3, 7 ve 8'den 7 tane analiz için çapalardan (Şekil 46) demir örnekleri alınmıştır. Örneklerin, ankrajlarını nasıl yerleştirildiğini tespit etmek için kaynağın bulunduğu ve görünen kısımlardan alınmıştır. Labratuar'dan çıkmış olan örnekler, soğuk sertleşen epoksi içine konularak monte edilmiş olup portatif bir el aleti ile çıkarılma işlemi yapılmış ve standart metalografik prosedür izlenerek taşlanma ve parlatma işlemi uygulanmıştır. Örneklerin tane yapısını görünür olması için 2 % veya 5 % Nital (etil alkol içinde konsantre nitrik asit) ile dağlama işlemi yapılmıştır (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 192).

Çapa (Şekil 47) örneklerinden 3. Çapanın oksitlenmemiş dört parçası günümüze gelmiştir. Bundan ise dört demir örneği analiz için alınmıştır. Örnek 3-1 çizimden sonra sol kolun alın kısmından örnek alınmıştır (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 192).

Demir örneği normal gibi görünüyor neredeyse hiç karbomlaşıma olmamış çiçekliye benzer bir görüntüsü vardır. (Şekil 48 - 1) Bu kısımda ankrajın kırılabilirliğine dikkat ederek ve bunu bize gösteren önemli bir cüruf kalıntısı tespit etmişlerdir. Örnekdeki kısımdan net bir kanıt rastlamamışlardır (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 192).

Örneklerden, 3-2 den kol ile gövde arasındaki kısımdan yüz kısmına çok yakın, ancak sağ yüzenden değil, ankrajın sol koluna denk gelen ve en uzak şekilde uzanan sapın kenar kısmından örnek alınmıştır. Bu örnekte, az miktarda olsa demir oksit gibi görünen (Şekil 48 - 2) ve normal çiçek açarmış görüntüsü olan bir demir örneğidir. Bir kaynak hattı belirtisi saptayamamışlardır (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 192).

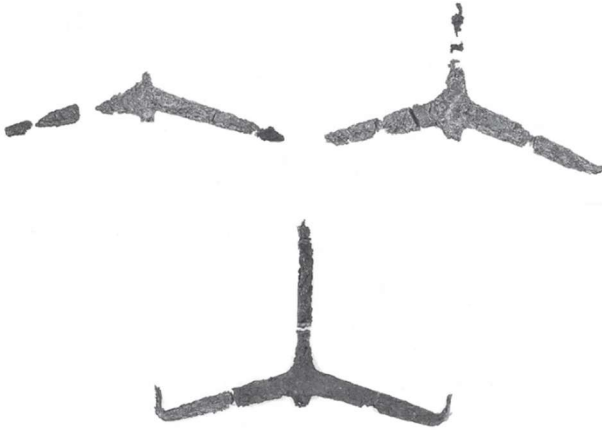
Örneklerden 3, yine sağ taraftan olmayıp sapın sol kolun üzerinden uzanan kenar kısmından örnek alınmıştır, ancak kolun üst kısmına yakın olan kısımdan ve örnek 3 – 2 kadar yakın olacak şekilde değildir, temel olarak 3-2 örneğiyle neredeyse aynı, ancak diğer örneğe göre büyük bir cüruf partikülü saptamıştır (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 192).

Şekil 49 – 3' de yine kaynak işlemi görünmüyor. 3 - 4 örneği, şaftını oluşturan ve örnekte en alttaki iki demir parçasını birleşmesini sağlayan S-şekilli profilin kısmının yakınından örnek alınmıştır. Demir (Şekil 48 - 4) oldukça ince taneli görünmektedir ve az miktarda karbon (odun kömürü) içerir (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 193).

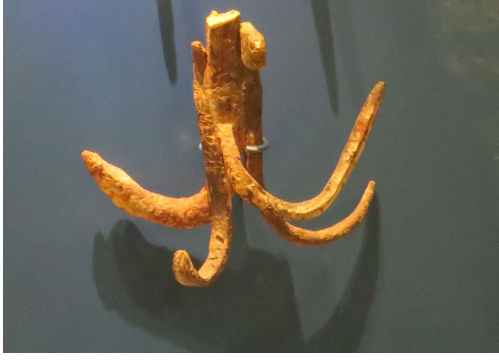
Karbon, demiri "çelikleştirme" (yani, demirin karbonu emmesini sağlayarak sertleştirme) için herhangi bir kasıtlı işlem uygulanmayıp, büyük ihtimalle ısıtım sırasında metale karbon girişi olmuştur. Ayrıca birkaç cüraf ve demir oksit kalıntıları tespit etmişlerdir, ancak yön sellik görünmediği, bir kaynağın parçası gibi olmadığı düşüncesindeler (Şekil 48 - 5), (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 193).

Çapa 7. Çapanın oksitlenmemiş halde 5 adet parçası günümüze ulaşmıştır. 7 - 1 örneği, ankraj çizigisin'deki sol koldaki alın kısmından örnek alınmıştır. Demir, karbon içermemiş olan tipik bir çiçek açma ürünü gibi görüntülenmektedir. (Şekil 48 - 6). Cüraf ve demir oksit damlaları tespit etmişlerdir, ancak kaynak işlemi olabileceğine dair bir kanıt yok (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 193).

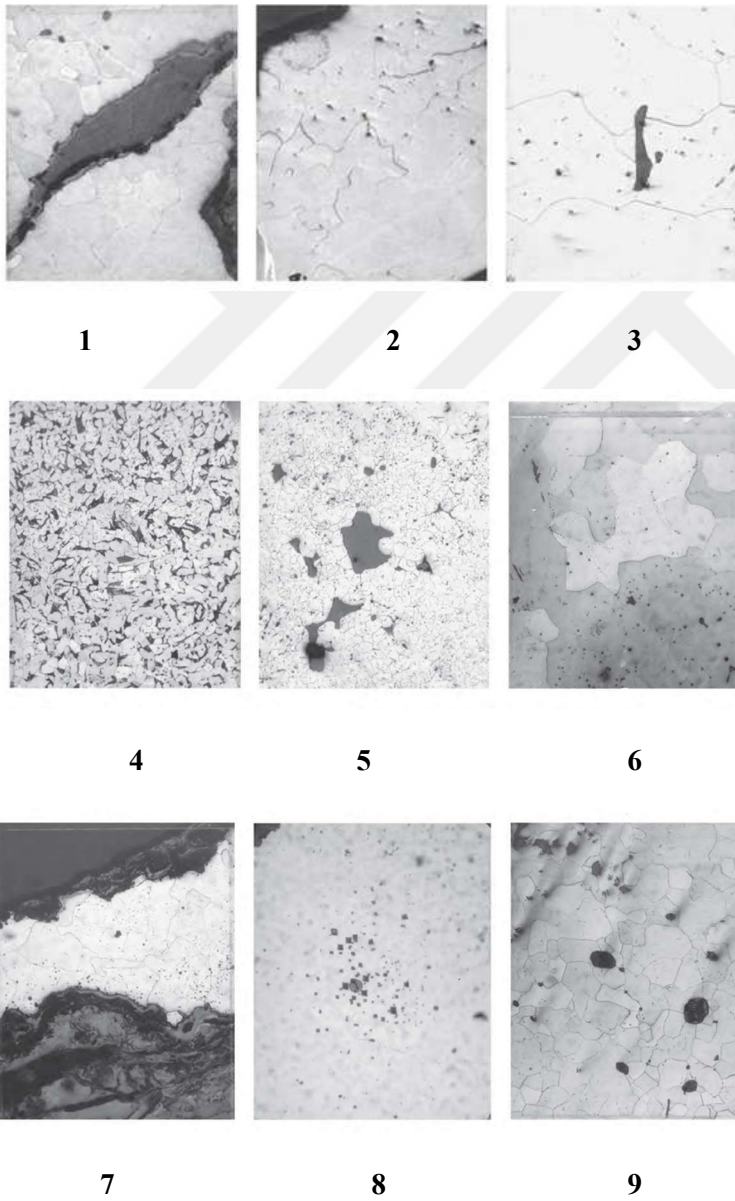
Çapa 8. Ankrajin oksitlenmemiş 3 adet parçası günümüze kadar ulaşmıştır. Örnekler, zorunluluk olarak artık kesin net bir şekilde yeri değiştirilemeyen şaft üzerindeki iki belirgin kaynağın bulunduğu kısımlardan örnekler alınmıştır. Örnek 8-1 (Şekil 49) yine faz damlaları içeren tipik bir çiçeklenme ürünü görüntülenmiştir (Şekil 48 - 7) birbirinden ayrılmış cüraf ve demir oksit (Şekil 48 - 8). İnküzyonların yönlülüğü belirsirdir, bu sebepten ötürü bir kaynak olduğuna dair kesin bir kanıt yoktur. Cüraf parçacıkları daha büyük olmasına rağmen 8 - 2 örneğine ve 8-1 örneğine benzer şekildedir (Şekil 48 - 9), (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 193).



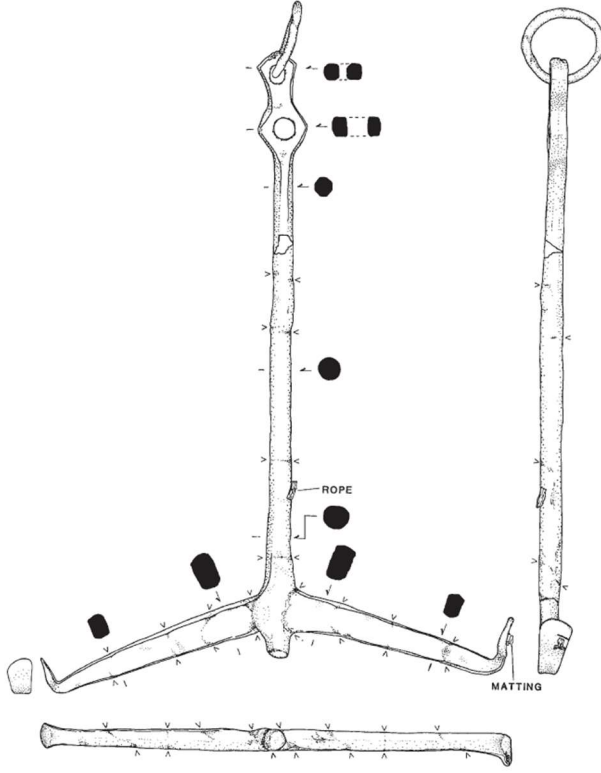
Şekil 46. Demir Çapa Kalıntıları (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 193).



Şekil 47. Bodrum Müzesi Serçe Limanı Batığı Çapa Örneği (A. Burak KÜTÜK Arşivinden).



Şekil 48. 1-9: Ankrajlardan Elde Edilen Demirin Mikro Yapısını Gösteren Mikroskop Görüntüleri (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 194).



Şekil 49. Çapa 1 Örneğinin Bir Ölçeği 1:10 (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 196).

8.1.2 Serçe Limanı Batığı'nda Ele Geçen Bir Takım Takı Halkalarına Yapılan Kimyasal Analiz

Gümüşten yapıldığı düşünülen yüzüklerden 6'sı George Bass ve Marilyn Jenkins-Madina tarafından analiz edildi. Ele geçen bu örnekler hem küçük ve durumları ise ağır derecede aşınmış durumdaydı. Analiz sırasında hiçbir metal dayanamadı ve parçalandı. Ama sadece korozyona uğramış örneklerin gevrek kısımları ve siyah benekli kısımları analiz edilip, aşağıdaki gibi tanımlanmıştır (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 294).

J 2 (GW 1021=CMG No. 6694 ve Pb-3294)

J 13 (GW 1023=CMG No. 6695 ve Pb-3295)

J 4 (GW 1024=CMG No. 6696 ve Pb-3296)

J 6 (GW 1028=CMG No. 6697 ve Pb-3297)

J 7 (GW 1029=CMG No. 6698 ve Pb-3298)

J 8 (GW 1030=CMG No. 6699 ve Pb-3299)

Örnekler küçük olduğundan dolayı, sadece nitel emisyon spektrografik analizi yapılmıştır. Ancak yine de küçük parça olan diğer örneklerin bazıları kurşun izotop analizi yapılmak için ayrılmışlardır. Daha sonra bu örnek parçaları Japonya'daki Muroran Teknoloji Enstitüsü'nden Hiroshi Shirahata'ya gönderilerek analiz edilmiş olup; analiz sonucunda elde edilen veriler aşağıdaki verilmiştir (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 295).

Spektrografik analizler, Corning, Inc.'den Prudence Jones tarafından uygulanmıştır. Sonuçlar, ana, küçük ve iz metalik elementlerin üstte ve olası kirleticilerin altta listelendiği (Tablo 15) 'da gösterilmiştir (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 295).

6 halkadan 4'nün ana metalik bileşeni gümüştür, iki istisna haricinde CMG 6694 (J 2) ve 6694 (J 4) idi. Korozyon ürünleri her ne ölçüde orijinal metallerin temsilcisi olarak alınabilirse de, no. 6694 (J 2), çinko içeren tek örnek olduğundan muhtemelen pirinç veya bronz gibi görünmektedir. 6696 (J 4) ise sadece kurşun içeriyor gibi görünüyor (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 295).

Diğer 3 halkanın (nos.6697 [J 6], 6698 [J 7] ve 6699 [J 8]) önemli ölçüde kurşun içeren gümüşlerden yapıldığı düşünülmektedir. 6695 (J 13) ise onu bir gümüş-kalay alaşımı olması için yeteri kadar kalaya sahip olabilir düşüncesi vardır (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 295).

Bir örneğin (No. 6699 [J 8]) aslında bir "halkadan ziyade demir ek parçası" olarak tanımlanmıştır. Demir pekâlâ bir kirletici olabilir düşünülmektedir. Bakır, kurşun halkası (No. 6696 [J 4]) dışında hepsinde eser konsantrasyonlardan daha yüksek konsantrasyonlarda tespit ettiklerinden, onunda kasıtlı olarak katkı maddesi olabileceğini düşünülmektedir. Bununla birlikte, 2 % bakır seviyesi gerçekten güvenilir bir değer olmayacağını düşünülmektedir (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 295).

Tablo 15. Kalitatif Spektrografik Analizler Sonuçları ve Analiz Sonucuna Göre Örneklerin İçerdiği Elemanları Gösterir (Çev. A. Burak KÜTÜK), (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 294).

	6694 Pb-3294 J 2	6695 Pb-3295 J 13	6696 Pb-3296 J 4	6697 Pb-3297 J 6	6698 Pb-3298 J 7	6699 Pb-3299 J 8
Gümüş	%0,2	>%20	0,005%	>%20	>%20	>%20
Kalay	1-10	>10/20	0,02	0,05	0,2	2
..	0,02	1-10	1-10	5-20	5-20	1-10
Bakır	2	2	0,005	2	2	2
Ütü	0,2	1-10		1-10	0,5	5-20
Çinko	2					
Altın	0,005	0,02		0,05	0,02	0,05
Antimon	0,02	0,02	0,02		0,05	
Manganez	0,005	0,005		0,005	0,005	0,02
Kobalt	0,02					
Nikel	0,02	0,02		0,02		0,02
Krom	0,001	0,005		0,005		0,005
Bizmut	0,005	0,005	0,02	0,001	0,005	0,001
Titanyum		0,02		0,02	0,02	0,2
Vanadyum		0,005		0,005		0,005
Arsenik						0,05
Kalsiyum	0,005	>20	0,005	>20	1-10	2
Magnezyum	1-10	1-10	0,0005	1-10	0,2	2
Silikon	0,02	0,2	0,001	0,5	0,2	1-10
Alüminyum		0,5		2	0,2	2
Sodyum		0,5		0,5	0,2	0,5
Örnek	1,6 mg	10,9 mg	1,1 mg	9,7 mg	7,0 mg	12,3 mg (demir
Ağırlık	(tam analiz için çok küçük)		(tam analiz için çok küçük)			takviyesinden geldiği söyleniyor?)

Yüksek derece gümüş içerikli (20 % 'den fazla) 4 yüzük örneği eser miktarda da altın içermektedir. Bu ilginçtir, çünkü Sasani ve İslam gümüş sikkeleri de ve Sasani gümüş kapları sıklıkla da yüzde 0,4-1.0, kadar altın içerir. Bu analiz sonucuna göre, analizlerin yalnızca niteliksel olduğu söylemek gerekmektedir. Örnekler aşınmış ve kirleticiler içermektedir, buda bize Serçe Limanı gümüş yüzüklerinin gümüş sikkeleri geri dönüştürülerek yapılmış olmasını düşünülmektedir (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 295).

Eski gümüşlerin çoğuluğu kurşunun kupelasyonu ile elde edilir ve genellikle o kurşunun izlerini içermektedirler bu durumda önemli miktarda gümüşlerin kurşun-izotop analizleri sonucu genellikle ana kurşun cevherlerinin ve sonuç olarak gümüşlerin kendilerinin kaynağının neresi olduğuna dair yani kökenli kanıtlar sağlamaktadır. Bunun yanı sıra, gümüş geniş çapta alınıp satıldığı yanı ticaretinin sıklıkla yapılıp ve çoğunlukla geri dönüştürüldüğü için, analiz sonuçları dikkatli bir şekilde incelenmelidir (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 295).

Sonuç olarak ise 6 halkanın korozyon ürünlerinin kalitatif analizleri, üçünün oldukça saf olmayan gümüşten yapıldığını göstermiş olup, 1'nin gümüş-kalay alaşımı olduğunu, 1'nin pirinç veya bronz olabileceği ve 1'nin de alaşım yapılmış gibi görüldüğünü tespit etmişlerdir. Benzer halkalardan biraz daha büyük ve korozyona uğramamış metal örnekleri feda edilebilse, bir elektron mikropobuyla kantitatif kimyasal analizler yapmanın kesinlikle faydalı olacağı araştırmacıları tarafından düşünülmektedir (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 295).

8.1.3 Serçe Limanı Batığı'nda Ele Geçen Bazı Metal Nesnelerin Kimyasal Analizi

Serçe Limanı Batığın'daki ele geçen metal eserlerin içerdikleri alaşım türleri hakkında bilgi edinmek için, batığın enkazında ele geçen eserlerden George F. Bass ve Cemal Pulak tarafından seçilen 11 örneğin kimyasal analizlerini yapmışlardır. 31 Temmuz 1989'de analiz için teslim edilen parçaların hepsi orta ila ağır derecede aşınmış bir biçimdedir. Her bir parçanın parçalarından korozyonları hava aşındırıcı bir özel temizleyici ile temizlendikten sonra, tüm örneklerin ya bakırdan yapıldığı ya da bakır bazlı alaşımlardan yapılmış nesneler olduğunu tespit etmişlerdir (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 356).

Kimyasal analizler için yeni metal örnekleri kullanılmıştır (Şekil 50). Her bir örneğin ikinci kısımları, Japonya'daki Muroran Teknoloji Enstitüsü'nden Hiroshi Shirahata tarafından kurşun izotop analizi için kullanılmıştır. Kurşun-izotop analizlerinin yapılmasının iki amacı vardı: Birincisi, eserleri kendi aralarında sınıflandırabilmek, yani hangilerinin ortak coğrafi kökenlere sahip olduklarını görmek amacı ile ve ikinci olarak ise, metallerin gerçekte belirli olan madencilik bölgelerine kadar izlerini sürebilinecek mi yoksa kesitiye mi uğryacağını tespit etmek amacıyla uygulanmıştır (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 356).

Aşağıdaki belirtilen ve analiz edilen eserler listesinde, kimyasal analizler için Corning Cam Müzesi (CMG) numaraları eser numaralarını takip edilmiştir (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 356).

MV 1 (GW 977=CMG no. 6085), teknenin yanı

MV 2 (GW 451=CMG no. 6081), geminin tabanı

MV 3 (GW 971=CMG no. 6080), büyük, yuvarlak kenar gemi

MV 6 (GW 970=CMG no. 6086), kova tarafı

MV 7 (GW 969=CMG no. 6087), kova tarafı

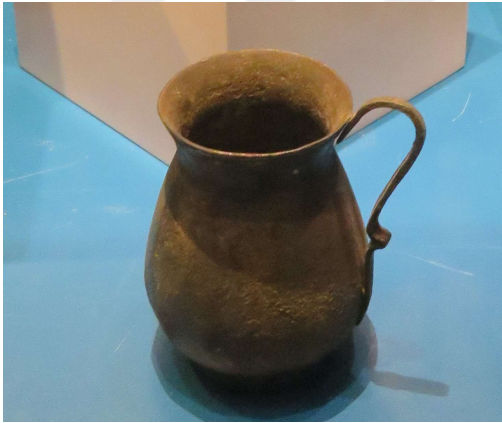
MV 8 (GW 55=CMG no. 6088), bir yazıtın yanı Kova

MV 8 (GW 55=CMG no. 6089), aynı parçayı işleyin Kova

MV 9 (GW 313=CMG no. 6084), silindirik bir kutunun yanı

MV 10 (GW 166=CMG no. 6090), bir kolun altında duvar bardak

MV 12 (GW 556=CMG no. 6082), bilinmeyen şekil



Şekil 50. Bodrum Müzesi Serçe Limanı Metal Tas Örneği (A. Burak KÜTÜK 'ün Arşivinden).

Bakır Eserler;

Bakır içeren 10 metal üzerinde kalitatif emisyon spektrografik analizleri yapılmıştır. analiz sonucuna göre örneklerden 6 tanesinin bakır dışında ana element içermediği tespit etmişlerdir: CMG no. 6085, 6081, 6086, 6087, 6088 ve 6089 MV 1 ve 2 (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 356).

Kazanlarından ve MV 6 ila 8. kovalarından olduğu bilinmektedir Ayrıca % 1 düzeyi kadar başka element de olmadığı tespit etmişlerdir. Analiz sonucuna göre, bu örneklerin geldiğı ana nesnelerin alaşımsız bakırdan imal edilmiş olduğu kabul edilebilir. Ayrıca bununla birlikte, her durumda bakırın oldukça saf olmadığını göz ardı edilmemelidir; 6 örnekte, değişkenlik gösteren miktarlarda önemli seviyelerde arsenik, antimon, kalay, kurşun ve çinko içerir (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 356).

Tüm bakır örneklerinde %0.X arsenik içermektedir, bu durum ise bu eserlerin arsenikli bakır cevherlerinden eritilerek elde edilen bakırdan yapıldığını düşünmektedirler. 5 bakır kaptan alınan aynı 6 örnekte, karşılaştırılabilir ölçülerde antimon, nikel, kobalt, gümüş, bizmut, manganez ve bor içerdiği tespit etmişlerdir (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 356).

Bu elementleri, arsenikle birlikte değerlendirerek, bu bakırların ve bakırın eritilmiş olduğunu düşündüğümüz cevher yataklarına göre de sınıflandırmak için yaralı olacağını araştırmacıları tarafından düşünülmektedir. 6 metal eser, kurşun, kalay ve çinko ile demir, silikon, alüminyum ve magnezyum açısından biraz (ancak sistematik olarak değil) farklı içerik göstermiş olup bunların hepsinin, toplanma sırasında büyük ihtimalle cevherleri kirleticiler arasında olabileceği tartışılmaktadır. Ya bir metalurji atölyesinde ya da eritme sırasında olabileceği düşünülmektedir (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 356).

Kurşun, kalay ve çinko, eski atölyelerde büyük miktarlarda mevcut olurken, diğer 4 element ise eritme sırasında veya ana silikat minerallerinden ortaya çıkmış (veya arta kalmış) olabileceği düşünülmektedir. Sonuçta, bu 5 bakır kabın tek bir maden bölgesinden elde edilen bakır cevherinden yapılmış olabileceği düşüncesindedir. Aslında, analiz verilerine göre de aynı atölyede yapılmış olmalarına karşı olacak hiçbir veri yoktur (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 356).

Arsenikli bakır cevherinin elde edildiğı antik maden bölgeleri arasında ilk akla gelen yer Kıbrıs'tır. Ancak diğer bölgeler de aynı türde cevherler madeni vermiştir (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 356).

Bakır Alaşımlı Eserler;

Orijinal esere yapılan niteliksel analizlerin sonucuna göre, analize tabi tutulan 4 nesnenin bakır bazlı alaşımlardan yapıldığını tespit etmişlerdir. Daha sonra mevcut ele geçen ana ve belirli küçük metaller için de kantitatif analizler uygulanmışlardır. (Tablo 16), bu analiz sonucuna göre artık kazan MV 3 olarak bilinen, pek çok örnekler CMG no. 6080 safsızlık içeren bakır bir kaptan; Cmg numarası, MV 12 olarak katalogla ‘anan, ağır kurşunlu bronz/pirinçten imal edilmiş kalp şeklinde bir nesneden; CMG numarası 6082, yukarıda MV 9 olarak kataloglanmış, pirinçten imal edilmiş silindirik bir kutudan ve CMG numarası 6090, tek kulplu bir bardak veya testiden, muhtemelen kalaylı bronz veya bakırdan imal edilmiş ve bu eserde MV 10 kodu ile kataloglamıştır. Öncelikle arsenik eksikliği oluşu ve iz element seviyelerindeki miktarlarda göz önüne alınmalıdır (pirinç silindirik kutu alındığında, CMG no. 6084 ve MV 9). CMG no. 6090 (bronz kap MV 10) aynı maden bölgesi menşeli bakırdan yapıldığı saptamıştır. CMG no. 6080 alınmıştır (kazan MV 3), ancak diğer örneklenenlere benziyor gibi görünmektedir. Ancak arsenik içeriği açısından bakır eserler ve bakıra eşlik ettiği düşünülen eser bu elementleri içerir (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 357).

Tablo 16. Aranana Bulunamayan Elementler: P, Ti, Zr, V, Mo, Cr, Cd, In, Be, Ga, Ge, Cb, W. Emisyon Spektrografik Analizleri (Çev. A. Burak KÜTÜK), (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 357).

	6081 Pb-3281	6085 Pb-3285	6086 Pb-3286	6087 Pb-3287	6088 Pb-1770	6089 Pb-3289
	MV 2	MV 1	MV 6	MV 7	MV 8	MV 8
Bakır	ana	ana	ana	ana	ana	ana
...	0.X	0.X	0,X düşük	0,0X	0.X	0,0X
...	0,0X	0,X düşük	0,X yüksek	0,0X	0.X	0,0X
Çinko	0,X düşük	0,0X	0.X	0,0X	0.X	0,0X
Antimon	0,X düşük	0.X	0,X düşük	0,0X	0.X	0.X
Arsenik	0.X	0.X	0.X	0.X	0.X	0.X
Ütü	0,X düşük	0,X düşük	0,0X yüksek	0,0X yüksek	0,0X yüksek	0,0X yüksek
Nikel	0,0X	0,0X	0,0X	0,0X	0,0X	0,0X
Bizmut	0,0X	0,0X	0,0X düşük	0,0X düşük	0,0X	0,0X
Gümüş	0,0X	0,0X	0,0X	0,0X	0,0X	0,0X
Kobalt	0,0X düşük	0,0X düşük	0,0X düşük	0,0X düşük	0,0X düşük	0,0X düşük
Manganez	0.000X	0.000X	nf	0.000X	0.000X	nf
Silikon	0,X düşük	0,00X	0,0X	0,0X düşük	0,0X düşük	0,00X
Magnezyum	0,0X	0.00X düşük	0,0X	0,0X	0,0X	0.00X düşük
Bor	0.000X	0.000X	0.000X	0.000X	0.000X	0.000X
Alüminyum	0,00X	nf	nf	nf	0,00X	nf

Diğer hususlar ise kantitatif olarak analiz edilen ve analizin sonucuna göre, 4 metale ilişkin kayda değer sonuçlar sunmuştur. 4’de birbirinden oldukça farklı olup her biri için bir paralellik olabilir düşüncesindelerdir. James Allan'ın önceki yaptığı ve yayınladığı analizin sonucunda bu bulunmuştur. CMG no. 6080 (kazan MV 3'ten), küçük seviyelerde 4 veya 5 başka metal içeren saf olmayan bir bakır olarak saptamıştır. Etiketlemek için yeterli miktarda diğer metaller mevcuttur. Aynı ayrı tanımlanmış bir alaşım olarak bileşim içerir. Batıkta görülene göre bakırın eritilmesiyle yapılmış olması muhtemeldir. Biraz hurda bronz ve hurda pirinç üretilmiş olacağı düşüncesindeler ayrıca en az biri hurda olan metaller ağır şekilde kurşun içermekteydi. CMG numarası 6082, belirsiz bir türdeki (MV 12) 1 nesneden bir parça alınarak analiz edilmiştir ve analiz sonucuna göre, ağır kurşunlu bir alaşım olduğunu saptamıştır (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 357).

Bu yapılan analizin, Allan'ının Seraf' dan gelen zil için yaptığı ve bildirdiği analize çok benziyor. Diğer 2 nesne 1 kemer ve 1 cımbız olan Seraf 'da oldukça benzerdir. Ancak farklı olarak biraz daha fazla çinko içermekte olup biraz daha az kalay vardır. Büyük ihtimalle en iyi şekilde ağır kurşunlu olarak pirinçler tanımlamıştır (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 357).

CMG numarası 6084 (silindirik kutu MV 9'dan), çok yüksek çinko içeriğine sahiptir. Ancak pirinç olduğunu saptamıştır. Aynı durumu Allan birkaç tane rapor etmiştir. Louvre ve Ashmolean müzelerindeki nesnelerin analizleri benzer şekilde yüksek çinko içeriğine sahip, az veya hiç kurşun içermeyen ve kalay 0.3% ile 1.0% arasında. Teneke muhtemelen tesadüf olduğu düşüncesindelerdir. Çünkü pirinç metal işçileri basitçe 3:1 veya 4:1 'ri hedefliyor olabilirdi. CMG için sonuçlar 6090 (sürahi MV 10'dan) özellikle ilgi çekicidir. Toplu kimyasal analizden olabilir. Alışılmadık derecede yüksek kalay içeriğine sahip bir bronz olarak kabul edilir (25.9%Sn). Allan'ın rapor ettiği analiz (Tablo 17), British Museum (78.4%%Cu, 20,2 %Sn ve 0.91% Fe) olabilir. bu Serçe Limani kupasına paralel olarak kabul edilmiştir. Ancak, bir örnekdeki mikroskobik inceleme sonucunda, bu elementlere sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Pirinç rengindeki yüzeyi kaplayan belirgin, kararmış yüzey kabuğu, taze metal iç siyah kabuk yaklaşık 0.15 mm kalınlığındadır. Bir yüzey ince ve diğer çok daha ince tipik yeşilimsi renklenme veya kırmızı kuprit kaparımları en eski bakır bazlı alaşımlardaki korozyon ürünüdür (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 357).

Henüz yüzey kabuğu ayrı ayrı araştırmacıları tarafından analiz etmemişlerdir. Ancak ağır şekilde aşınmış bir kalay tabakası gibi göstermektedir. Bu nedenden ötürü, bu bardağın kalaylı bakırın erken bir örneği olduğuna düşünülmekte olup büyük ihtimalle, kalaylı bronz metal işlemi yani bu tür mallar hala sık sık bugün Orta Doğu'daki pazarlarda, Yunanistan ve Türkiye 'de parlak kalaylı yüzeyler, bakır renkli arka planlar vardır. Bunlar bazen sadece dekoratif amaçlıda olabilmektedir (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 357).

Tablo 17. Aranan Ancak Bulunamayan Elementler: P, Ti, Zr, V, Mo, Cr, Cd, In, Be, Ga, Ge, Cb, W. Niceliksel Veriler Atomiktir Absorpsiyon ve/veya İndüktif Olarak Eşleşmiş Plazma Spektroskopisi; Niteliksel Tahminler Emisyon Spektroskopisi ile Yapılır. No'nun Düşük Toplamı. 6080'in (%92,5) Bazı İç Korozyon Ürünlerinin Eklenmesinden Kaynaklandığı Görülmektedir (Çev. A. Burak KÜTÜK), (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 358).

	6080 Pb-3280 MV 3	6082 Pb-3282 MV 12	6084 Pb-1771 MV 9	6090 Pb-3290 MV 10
Bakır	89.9	73.0	74.7	72.5
Kurşun	0,97	16.0	0,07	0,04
Kalay	0.21	4.32	0,43	25,9
Çinko	0,37	2.41	23.3	nf
Antimon	0.21	0,02	nf	nf
Arsenik	0,49	0,51	nf	nf
Ütü	0,15	0.19	0,07	0.82
Nikel	0,0X	0,0X	0,0X	0,0X
Bizmut	0,0X	0,0X	nf	nf
Gümüş	0,0X	0,0X	0,00X	0,00X
Kobalt	0,0X düşük	0,0X düşük	0,0X düşük	0,0X
Manganez	0.000X	nf	0.000X	0.000X
Silikon	0.00X düşük	0,0X düşük	0,00X	0,0X
Magnezyum	0,00X	0,00X	0.00X düşük	0,0X
Bor	0.000X	0.000X	0.000X	0.000X
Alüminyum	nf	nf	nf	0,00X

Yapılan analizin sonuçları aşağıda belirtilmiştir;

Analiz edilen 10 örnekten 6'sı (5 eserden) arsenikli bakır cevherlerinden eritilmiş oldukça saf olmayan bakırlardan yapılmış olduğu saptanmıştır. Ayrıca element seviyeleri bakımından oldukça benzerlikler olduğunu tespit etmişlerdir. Belirli eser elementleri analizler kanıtlamıyor ancak tek bir atölyede yapılmış olduğunu tespit etmişlerdir ve bunun da aksine herhangi bir kanıt yoktur (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 358).

Geriye kalan 4 nesnenin daha karmaşık kimyasal bileşimlere sahip olduğunu tespit etmilerdir. Biri birkaç küçük içerik bileşenler, ancak hurdadan eritildiğine inanılan metallerden üretildiğini düşünmektedirler. Diğer 3'ü birbirinden farklılıkları vardır. Ancak görünüşe göre metal işleme teknolojisi bilinen İslami alaşımlara veya bilinen tiplere karşılık gelmektedir. Ağır kurşunlu bronz/pirinç, yüksek çinkolu pirinç ve kalaylı bronz olduğu düşünülen veya kalaylı bakır olduğu da düşünülmektedir (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 358).

8.1.4 Serçe Limanı Batığı'nda Ele Geçen Çeşitli Silahlara, Asa ve Kılıca Yapılan Analizler

Batıkta ele geçen asa, mızrak ucu ve kılıç gibi örneklerin Prof. Dr. George Bass ve ekibi tarafından konservasyon altına alınmıştır. (Şekil 51). Ele geçen bu örnek grubunun korozyona uğraması sebebiyle metalurji analiz için yeterli demir içermediğini belirlenmiştir. Bu korozyon uğramış olan grubun dışında başka bir grup olan personel silahı olarak tanımladıkları örneklerin (Şekil 52) sap kısımların 'daki önemli miktarda kalıntının incelenmesi neticesinde; sapların ikisinde sert bir ağaç türü olan kayın türü olduğu belirtilmiştir. Bu kayın türlerinden *Fagus sylvatica* ve *Fagus orientalis* olduğu saptanmıştır.

Bu buluntu grubunun içinde olan bronz kabzaya (Şekil 53), (Prof. Dr. George Bass tarafından bronz kabzaya verilen kod: WP 64) ilk defa uygulanan kantatif birleşim analiz olup analiz sonucunda eşit miktarlarda arsenik madeni olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca gene arsenik madenine eşit derecede çinko, kurşun, kobalt, nikel, bakır ve kalay madenide içermekde olduğunu gözlemlemişlerdir.

Bronz kabzanın kökenin (Şekil 54), gümüş yıkama, yaldız analizi ve Kurşun parçacık kaynaklı X-ışını emisyonu (PIXE) analizinin sonucuna göre; kabzanın yüzeyindeki kuşunun orijinal bileşimi Bulgaristanın Güneydoğusun 'dan olduğu verilerle tespit edilmiştir. Lakin bahsedilen kurşun madenin günümüzde yeri tespit edilememiştir (Bass, Matthews, Steffy, Doorninck, 2004, s. 363).

Serçe Limanı batıkta ele geçen bir diğer bronz yapılan niteliksel kompozisyon, kurşun-izotop ve PIXE analizleri sonucuna göre; Doğu Avrupa/ Yakın Doğu kökenli bir başka bronzla karşılaştırılması yapılarak kökenin aynı olduğu tespit edilmiştir. Analiz sonucu, arkeolojik ve imal ediliş teknolojisine göre; Yakın Doğu üretimi olduğunu ve Doğu-Batı arasında ticaretinin yapıldığının 'da belirtmişlerdir. Ayrıca S. D. Goitein, P. Wheatley, O. W. Wolters ve B. E. Colless, araştırmacılarının yaptığı araştırmaya göre; Bu bronzun benzerlerine 'de Orta çağa ait olan bazı batıklarda 'da tespit edilmesi üzerine ticaretini yapıldığı kesin olarak tespit etmişlerdir (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 386).

Bulgaristan'nın Güneydoğusu kökenli olduğu analizler sonucu tespit edilen Bronz kabza; Gürcistan, günümüz kaskasyanın diğer bölgeleri ve Hindistan ve Batı arasında tacirler tarafından ticareti kesin olarak ortaya koymaktadır. Bu bronz kabzanın ticaretinin ilk defa yapıldığını ortaya çıkartmışlardır. Ayrıca yukardaki coğrafyalarla sınırlı kalmayıp tacirler tarafından bu kabza tipinin geniş bir ticaret rotasında yapıldığı Prof. Dr. George Bass tarafından ilk kez kanıtlanmıştır (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 386).



Şekil 51. Silahlar; Sağ Taraftaki 5'li Grup Mızrak Ucu, Sol Taraftaki 4 'lü Grup Kılıçtır (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 364).



Şekil 52. Bodrum Müzesi Serçe Limanı Mızrak Ucu Örnekleri (A.Burak KÜTÜK 'ün Arşivinden).



Şekil 53. WP 64 Kodlu Bronz Kılıç Kabzası (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 384).



Şekil 54. Bodrum Müzesi Serçe Limanı WP 64 Kodlu Bronz Kılıç Kabzası (A.Burak KÜTÜK ‘ün Arşivinden).

8.1.5 Serçe Limanı Batığı’nda Ele Geçen Olta ve Balıkçılık Malzemelerine Yapılan Arkeometrik Analizler

Batıkta ele geçen, günümüzde halen oltadaki yem takılı iğnenin ve ağıın suya batması için ağırlık olarak (Şekil 55) kullanılan türde birkaç adet piramit ve konik tipte kurşun platin tespit edilmiştir (Şekil 57). Bu türün içinde bulunan platin tipli olan örneğe kurşun-izotop analizi ile analiz yapılmıştır. Batıkta ayrıca, günümüzde ‘de halen kullanımı görülen, balıkları yakalamak ve balıkları zıpkınlamak için kullanılanlara benzer on iki uçlu bir mızrak başı (Şekil 56) ele geçmiştir (Bass, Matthews, Steffy, Doorninck, 2004, s. 400).



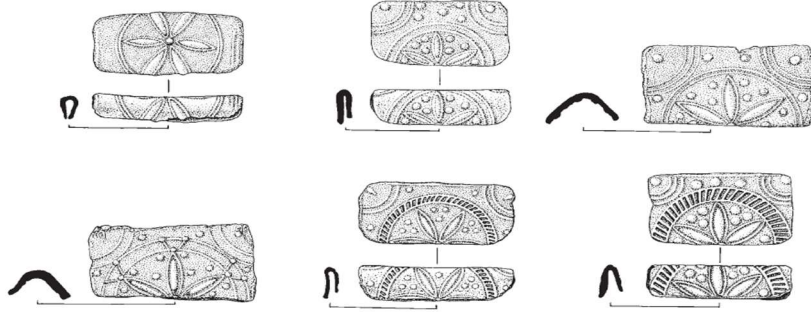
Şekil 55. Bodrum Müzesi Serçe Limanı Balık Ağı Ağırlığı Örnekleri (A.Burak KÜTÜK 'ün Arşivinden).

Analiz sonucuna göre bu buluntular, 11. yüzyıl gemi yaşamının bir yönünü aydınlatılmasına yardımcı olmuştur; bize avcılık teknolojileri (olta, ağ ve zıpkın kullanımı) ve mürettebatın diyetleri hakkında bilgi sunmuştur (Bass, Matthews, Steffy, Doorninck, 2004, s. 400).



Şekil 56. Bodrum Müzesi Serçe Limanı On İki Uçlu Mızrak Başı (A.Burak KÜTÜK 'ün Arşivinden).

Ayrıca, George Bass tarafından isimlendirilen tip A1 türünden olan ve katlanmış şekilde bulunan kurşun platine Kurşun-izotop analiz uygulanmıştır. Analiz sonucuna göre; kurşun kaynağı olarak İran'ın Arak-Kashan kentini olduğu tespit edilmiştir (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 403).



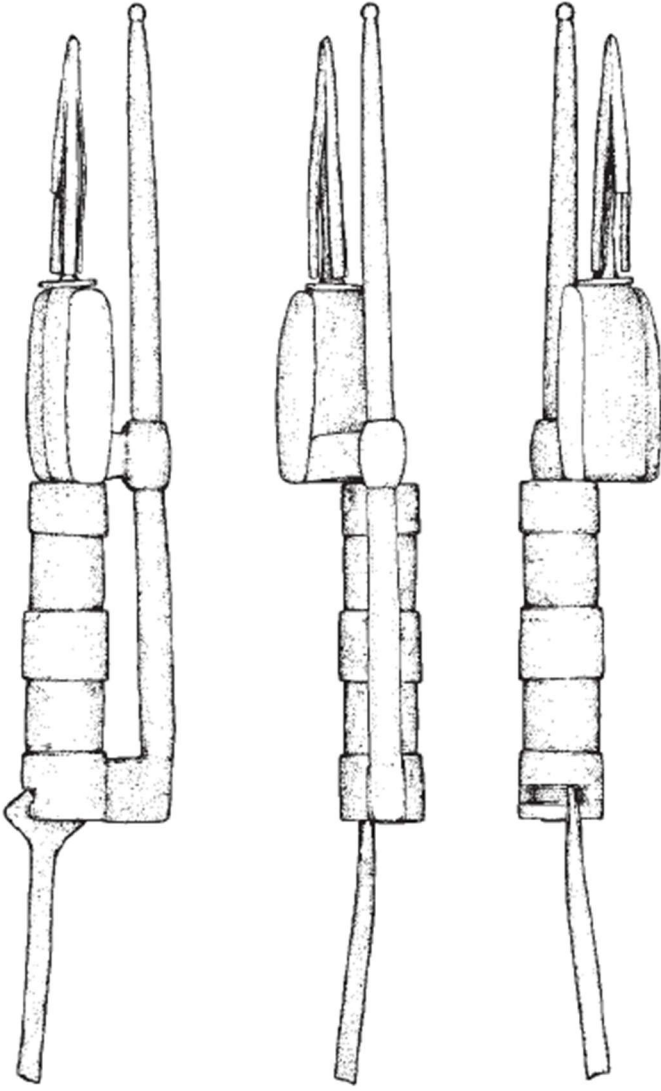
Şekil 57. Kurşun Ağ Platinler (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 401).

8.1.6 Serçe Limanı Batığı'nda Ele Geçen Asma Kilitlere Yapılan Kurşun İzotop Analizi

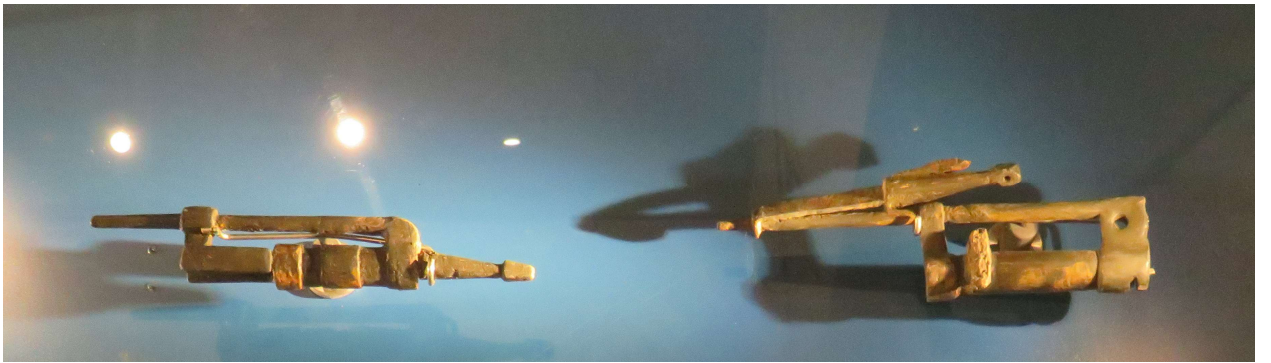
Asma kilitlerin küçük parçaları muhtemelen bakır alaşımlıdır (Şekil 58). Bakır alaşımlı yamalara kimyasal analizler uygulamıştır (Şekil 59). Ayrıca bir miktar kalay ve kurşuna, Sophie Stos-Gale'in Oxford Isotrace Laboratuvarı 'nda yapılan kurşun-izotop analizi sonucuna göre; bakırdaki kurşunun izotopik bileşimi göstermiştir 'ki bakırın, kalayın ve kurşunun kökenin madenin Bulgarista 'nın Güneydoğusu 'ndaki bir maden kaynaklıdır (Şekil 60), (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 444).



Şekil 58. Epoksi Reçineyle Konservasyon Uygulanan Kilitler (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 438).



Şekil 59. Asma Kilit Yönü Başından Sonuna Kadar Gösterir (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 441).



Şekil 60. Bodrum Müzesi Serçe Limanı Asma Kilit Örnekleri (A.Burak KÜTÜK 'ün Arşivinden).

8.1.7 Serçe Limanı Batığı'nda Ele Geçen; Camlara, Sırlara ve Bazı Metal Buluntulara Yapılan Kurşun İzotop Analizi

Eski eserlerin bilimsel analizleri, geçmiş zamanlar hakkında pek çok bilgi sağlayabilir. Özellikle kimyasal analizler ile camların (Şekil 61), sırların ve metal buluntuların; hammadesini, üretim teknolojisi ve kökeni hakkında bilgi sunmaktadır (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 453).

Ancak ele geçen bu buluntuların her bölgede üretim teknolojileri aynı olmayabilir. Bu durumdan dolayı farklı bölgelerde ele geçen buluntuların ticaretinin yapıldığını göstermektedir. Daha sonradan ticareti yapılan bu ürünlerin yerel olarak taklit edilerek aynı üretim teknolojisini kullanılarak yerel üretimlerini 'de yapılmıştır. Analiz sonuçları da bu durumu doğrulamıştır. Bu yüzden her ürünün kökeni farklı bölgeye ait değildir. Yani kimyasal bileşiği farklı olmayıp kökeni yerel özellik olduğunu göstermiştir (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 453).

Ayrıca cam, sırlı çanak çömlek ve metal, yapabilmek sadece üretim teknolojisi değil yapılacak olan ürünün hammadeside gereklidir. Bu sonuca göre; hammadde ticareti de yapılmıştır. Ayrıca yerel olan hammadde kullanılmıştır bu yüzden analiz edilmeden ürünlerin kökenini kesin olarak belirlemek mümkün değildir (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 453).



Şekil 61. Bodrum Müzesi Serçe Limanı Cam Eser Örnekleri (A.Burak KÜTÜK 'ün Arşivinden).

Serçe Limanı Batığı'ndan toplam 95 eser üç laboratuvarında analiz edildi: Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü'nde (NIST; eski adıyla Ulusal Standartlar Bürosu) 39 öge ; , Oxford; ve H. Shirahata'nın izniyle Muroran Teknoloji Enstitüsü'ndeki 15 metal numunesi. Her üç laboratuvardaki analitik prosedürler genel olarak aynıdır ve tüm veriler tamamen karşılaştırılabilir (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 456).

Bir artefaktan iki numune NIST ve Isotrace Laboratuvarında analiz edildi ve LI sonuçları, analitik hata dahilinde aynıdır. Bu bölüm, mevcut tüm kurşun izotop analizlerinin sonuçlarını araştırmacıları tarafından yorumlamışlardır (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 453).

Analiz edilen öğelerin ve verilerin açıklamaları Tablo 18' de listelenmiştir. Analiz edilen eserler üç malzeme grubuna ayrılabilir: camlar, sırlı çömlekler ve metaller (bronz ve kurşun). İlk iki grupta kurşun, eklenen minerallerden kaynaklanmaktadır. Teknolojik nedenlerle malzemenin üretimi sırasında. Sırlı seramik üretiminde kurşun, bir sır oluşturmak üzere kuvarsın erime sıcaklığını düşürmek için bir eritken olarak kullanılmışlardır (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 456).

Camlarda kurşun oksit (PbO ; litharge, beyaz), kırmızı kurşun (Pb_3O_4) veya kurşun antimonat ($Pb_3(SbO_4)_2$, sarı) matlaştırıcı ve renklendirici olarak kullanılabilir. Kalay-bronzdaki kurşun miktarı %1'in altında olabilir, genellikle bakır cevherindeki kurşun mineral safsızlıklarından kaynaklanır; daha büyük miktarlarda, genellikle bu metalin kasıtlı olarak metalürjik olarak eklenmesini temsil eder. Bu nedenle, bakır bazlı alaşımdaki kurşun içeriği %1'den yüksekse, kurşun izotop analizleri bakırın değil, yalnızca kurşunun kaynağını gösterebilir. Birçok maden yatağı, bakır ve kurşun minerallerini yan yana içerir. Bu tür multimetalik cevherlerden eritilen bakır, oldukça yüksek kurşun içeriğine sahip olabilir; ancak 19. yüzyılın başında, herhangi bir cevherden üretilen bakırın safsızlıklardan arınmış olabileceği ölçüde bakır saflaştırma yöntemleri geliştirildiği araştırmacıları tarafından belirtilmiştir (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 456).

Serçe Limanı'ndan çıkarılan eserlerin kurşun-izotop diyagramı Tablo 19' de sunulmaktadır. Bu eserlerin LI parmak izleri, farklı malzemelerdeki kurşun kaynaklarının önemli bir çeşitliliğini göstermektedir. LI parmak izleri, Türkiye'den gelen kurşun cevherlerinin deseniyle uyuşmuyor. İtalya, İspanya, Almanya, Britanya veya Kızıldeniz çevresinden (ya da Kıbrıs'tan) gelen cevherlerle de herhangi bir benzerlik yoktur, ancak

adada kurşun cevheri olmadığı için Kıbrıs, düşük kurşunlu bakır eserler dışında tümü için hariç tutulmalıdır. Bununla birlikte, bu eserlerin çoğu, İran'dan gelen küçük bir galen grubu için NIST'de IL Barnes tarafından ölçülen kurşun izotop oranlarıyla tutarlı görünmektedir. İran Jeolojik Araştırması (1966–1973) raporları Tablo 23'de bulunabilir. Sırlı kâselerin büyük çoğunluğu (yirmi altıda yirmi ikisi), dört kurşun ağ platin ve üç yeşil cam kaplar aynı yataktan minerallerin kurşun-izotop (Tablo 19-22) bileşimlerini gösterir (Şekil 62), (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 456).

Tablo 18. Eserler İçin Kurşun İzotop Verileri (Çev. A. Burak KÜTÜK), (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 457).

Nesne No.	Malzeme Türü	Tanım	Pb Li kökenli	$^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$
GW 14	sır	sırlı kase	Anguran, Kuzeybatı İran	2.04906	0,82807	18.944
GW 11	sır	sırlı kase	Anguran, Kuzeybatı İran	2.04934	0,82810	18.948
GW 15	sır	sırlı kase	Anguran, Kuzeybatı İran	2.04951	0,82819	18.947
GW 13	sır	sırlı kase	Anguran, Kuzeybatı İran	2.04954	0,82809	18.951
Pb-1139	sır	karanlık, itibaren sıçramış eşya parçası	Anguran, Kuzeybatı İran	2.04992	0,82802	18.924
GW 553	sır	sırlı kase	Anguran, Kuzeybatı İran	2.05021	0,82835	18.952
GW 579	sır	sırlı kase	Anguran, Kuzeybatı İran	2.05022	0,82833	18.961
GW 571	sır	sırlı kase	Anguran, Kuzeybatı İran	2.05030	0,82834	18.953
GW 17	bakış	sırlı kase	Anguran, Kuzeybatı İran	2.05041	0,82839	18.953
Pb-1137	bardak	yeşil, baz bir geminin fr.g.'si	Anguran, Kuzeybatı İran	2.05044	0,82815	18.935
Pb-1138	sır	yeşil, beyaz kaseden	Anguran, Kuzeybatı İran	2.05093	0,82823	18.941
GW 530 (Pb-1787)	sır	sırlı kase	Anguran, Kuzeybatı İran	2.05098	0,82841	18.944
GW 1085 (Pb-1711)	kurşun metal	ağ platin	Anguran, Kuzeybatı İran	2.05152	0,82819	18.947
GW 28 (Pb-1783)	sır	sırlı kase	Anguran, Kuzeybatı İran	2.05180	0,82875	18.960
GW 29	sır	sırlı kase	Anguran, Kuzeybatı İran	2.05189	0,82862	18.971
GW 1074 (Pb-1717)	kurşun metal	net kurşun (Tip Ia)	Anguran, Kuzeybatı İran	2.05192	0,82842	18.954
GW 258	sır	kurşun sır gaz lambasından	Anguran, Kuzeybatı İran	2.05196	0,82884	18.948
GW 1073 (Pb-1716)	kurşun metal	net kurşun (Tip Ib)	Anguran, Kuzeybatı İran	2.05219	0,82845	18.950
GW 22 (Pb-1781)	sır	sırlı kase	Anguran, Kuzeybatı İran	2.05232	0,82871	18.955
Pb-1134	bardak	yeşil, kalın duvarlı kap	Anguran, Kuzeybatı İran	2.05252	0,82848	18.961
GW 271	sır	sırlı kase	Anguran, Kuzeybatı İran	2.05305	0,82949	18.924
413b	kurşun metal	ağ platin	Anguran, Kuzeybatı İran	2.05355	0,83031	18.919
GW 528 (Pb-1785)	sır	sırlı kase	Anguran, Kuzeybatı İran	2.05394	0,82888	18.980
GW 551 (Pb-1789)	sır	sırlı kase	Anguran, Kuzeybatı İran	2.05402	0,82895	18.980

Tablo 19. Eserler İçin Kurşun İzotop Verileri Devamı (Çev. A. Burak KÜTÜK), (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 458).

Nesne No.	Malzeme Türü	Tanım	Pb Li kökenli	$^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$
Pb-1136	bardak	yeşil, bir kabın ağzı	Anguran, Kuzeybatı İran	2.05424	0,82838	18.965
GW 21	sır	sırlı kase	Anguran, Kuzeybatı İran	2.05442	0,82907	18.979
(1780)						
GW 529	sır	sırlı kase	Anguran, Kuzeybatı İran	2.05475	0,82914	19.981
(Pb-1786)						
GW 552	sır	sırlı kase	Anguran, Kuzeybatı İran	2.05587	0,83018	18.929
(Pb-1790)						
GW30	sır	sırlı kase	Anguran, Kuzeybatı İran	2.05678	0,82979	18.981
(Pb-1784)						
GW 23	sır	sırlı kase	Lavrion	2.05766	0,83147	18.867
GW 1099 LP 1	kurşun metal	kubbeli kurşun domuz	Lavrion	2.06008	0,83169	18.829
(Pb-1714)						
Pb-1141	bardak	koyu mavi duvar parçası	Lavrion	2.06059	0,83199	18.854
GW 547	sır	sırlı kase	Lavrion	2.06195	0,83230	18.886
(Pb-1788)						
413a	kurşun metal	ağ platin	Lavrion	2.06424	0,83382	18.827
GW 343	kurşun metal	denge için denge	Doğu Bulgaristan (Burgaz)	2.06530	0,83608	18.761
GW 548	sır	sırlı kase	Güneydoğu Bulgaristan	2.06596	0,83375	18.795
GW 481 KS 2	kurşun metal	anahtar şeklindeki nesne	Doğu Bulgaristan (Burgaz)	2.06723	0,83640	18.727
(Pb-1705)						
GW 1023	gümüş/kalay	yüzük	Lavrion'u mu?	2.06729	0,83111	18.895
(J13/CMG 6695 ve Pb-3295)						
[Parti 1769]	kurşun metal	net kurşun (Tip L)	Güneydoğu Bulgaristan	2.06822	0,83551	18.777
GW 1100LP3	kurşun metal	oval Pb domuz	Güneydoğu Bulgaristan	2.06918	0,83414	18.804
(Pb-1706)						
GW 932 LR 2	kurşun metal	balıkçılık için büyük Pb halkası	Güneydoğu Bulgaristan	2.07007	0,83492	18.792
1630d	kurşun metal	net kurşun (Tip C)	Güneydoğu Bulgaristan	2.07117	0,83661	18.756
GW 491 B 20	kurşun metal	pan-denge ağırlığı	Güneydoğu Bulgaristan	2.07336	0,83887	18.690
GW 166	bronz veya kalaylı bakır	bir fincan sapının altındaki duvar	belirsiz	2.07361	0,84066	18.160
(MV 10/CMG 6090 ve Pb-3290)						
GW 1091	kurşun metal	net kurşun (Tip A6)	Güneydoğu Bulgaristan	2.07403	0,83752	18.716
(Pb-1731)						
206c	kurşun metal	ağ platin (ters E Tipi)	Güneydoğu Bulgaristan	2.07416	0,83846	18.745

Tablo 20. Eserler İçin Kurşun İzotop Verileri, Devamı (Çev. A. Burak KÜTÜK), (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 459).

GW 228 LS3	kurşun metal	konik balıkçı platin	Güneydoğu Bulgaristan	2.07446	0,83821	18.693
GW 1076	kurşun metal	net kurşun (Tip A8)	Bulgaristan	2.07454	0,83668	18.780
(Pb-1727)						
GW 1029	gümüş	yüzük	Güneydoğu Bulgaristan	2.07464	0,83805	18.683
(J7/CMG 6698 ve Pb-3298)						
GW 1065	kurşun metal	net kurşun (Tip A5)	Güneydoğu Bulgaristan	2.07562	0,83800	18.691
(Pb-1725)						
1854e	kurşun metal	net kurşun (Tip A)	Güneydoğu Bulgaristan	2.07562	0,83925	18.697
GW 1080	kurşun metal	net kurşun (Tip D)	Güneydoğu Bulgaristan	2.07658	0,83892	18.669
(Pb-1720)						
GW 556	kuaterner bakır-bazlı alaşım (Bakır-Pb-Sn-Zn)	şekli bilinmeyen kap	Güneydoğu Bulgaristan	2.07811	0,83775	18.714
(MV 12/CMG 6082 ve Pb-3282)						
GW 1089	kurşun metal	net kurşun (Tip E)	Güneydoğu Bulgaristan	2.07821	0,84043	18.650
(Pb-1718)						
GW 1067	kurşun metal	net kurşun (Tip A9)	Güneydoğu Bulgaristan	2.07852	0,83945	18.707
(Pb-1708)						
GW 970	bakır metali	bir kovanın tarafı	Güneydoğu Bulgaristan	2.07868	0,83781	18.736
(MV 6/CMG 6086 ve Pb-3286)						
GW 1084	kurşun metal	net kurşun (Tip C)	Güneydoğu Bulgaristan	2.07901	0,84106	18.619
(Pb-1719)						
GW1030	gümüş	yüzük	Güneydoğu Bulgaristan	2.07934	0,83997	18.656
(J8/CMG 6699 ve Pb-3299)						
GW 975 B	bronz	domuz başlı kantar (örnek 1)	Güneydoğu Bulgaristan	2.07995	0,84052	18.639
(Pb-1741) Barnes ve ark. 1986						
GW 975 W bronz (Oxford analizi)		domuz başlı kantar (örnek 2)	Güneydoğu Bulgaristan	2.08034	0,84117	18.642
GW 1043	sır	sırlı kase	Güneydoğu Bulgaristan	2.08140	0,83855	18.760
(Pb-1791)						
GW 1028	gümüş	yüzük	Güneydoğu Bulgaristan	2.08173	0,84067	18.648
(J6/CMG 6697 ve Pb-3297)						

Tablo 21. Eserler İçin Kurşun İzotop Verileri Devamı (Çev. A. Burak KÜTÜK), (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 460).

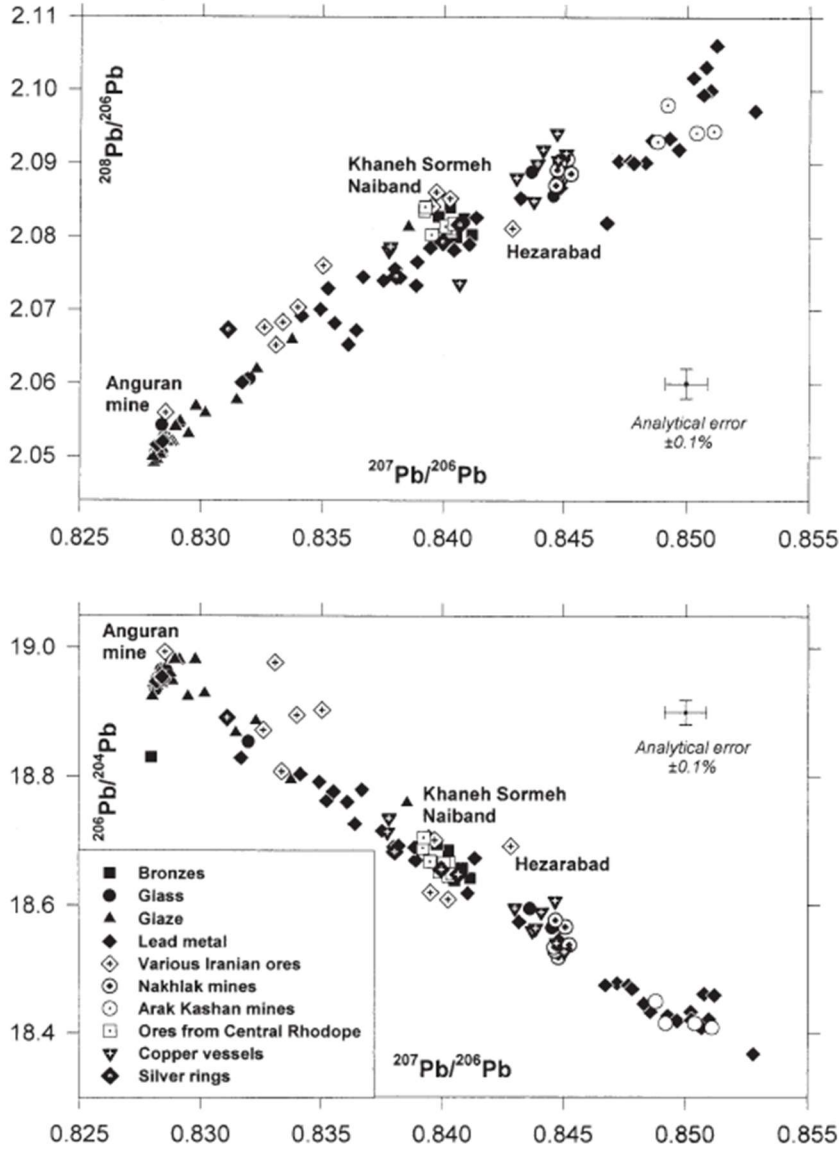
Nesne No.	Malzeme Türü	Tanım	Pb Li kökenli	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$
GW 520 B 36	kurşun metal	tava dengesi için ağırlık?	Kuzeybatı Bulgaristan mı?	2.08197	0,84673	18.47
GW 1824 Lk1	bronz	bronz varil kili	Güneydoğu Bulgaristan	2.08251	0,84084	18.658
(Pb-1745)						
GW 975 W 1a	kurşun metal	GW 975'ten kurşun	Güneydoğu Bulgaristan	2.08267	0,84135	18.673
(Pb-1740)		destek ek parçası				
GW 56	bronz	GW 56'nın içi boş	Güneydoğu Bulgaristan	2.08278	0,83979	18.695
(Pb-1299)		(16,5% PbO)				
Wp64						
GW 56	bronz	kılıç kabzasının kabzası,	Güneydoğu Bulgaristan	2.08403	0,84027	18.686
(Tirmizi-1298)		yüzey (2.6% Pb)				
Wp64						
GW 1086	kurşun metal	net kurşun (Tip K2)	İran mı, Nahlak mı?	2.08535	0,84318	18.575
(Pb-1712)						
Pb-1135	bardak	yeşil, küçük molar şişe	İran, Nahlak	2.08568	0,84453	18.566
GW 1087	kurşun metal	net kurşun (H Tipi)	İran, Nahlak	2.08681	0,84482	18.547
(Pb-1721)						
GW 55 (MV8) bakır metal		yazılı bir kovanın yan tarafı	İran mı?	2.08810	0,84301	18.596
CMG 6088 ve						
Pb-1770)						
1854f	kurşun metal	kurşun silindir	İran mı?	2.08869	0,84642	18.506
Pb-1140	bardak	koyu mavi, şişe ağzı İran mı?		2.08889	0,84362	18.595
GW 977	bakır metali	bir geminin yan tarafı	İran mı?	2.09000	0,84387	18.565
(MV 1/CMG						
6085 ve						
Pb-3285)						
GW 1071	kurşun metal	ağ platin	Arak-Kaşan, İran	2.09013	0,84783	18.469
(Pb-1715)						
1867 Haziran	kurşun metal	net kurşun (Tip L)	Arak-Kaşan, İran	2.09019	0,84831	18.448
(Pb-1707)						
GW 931 KS 1	kurşun metal	anahtar şeklindeki nesne	Arak-Kaşan, İran	2.09036	0,84721	18.478
(Pb-1709)						
GW 1078	kurşun metal	net kurşun (Tip A)	Arak-Kaşan, İran	2.09037	0,84768	18.476
(Pb-1710)						
GW 969	bakır metali	bir kovanın tarafı	İran mı?	2.09049	0,84472	18.542
(MV 7/CMG						
6087 ve						
(Seyfe-3287)						

Tablo 22. Eserler İçin Kurşun İzotop Verileri Devamı (Çev. A. Burak KÜTÜK), (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 461).

GW 55	bakır metali	bir kovanın sapı	İran mı?	2.09139	0,84505	18.528
(MV 8/CMG						
6089 ve						
Pb-3289)						
GW 971	bakır metal (aşınmış)	yuvarlak, büyük bir kabin ağzı mı İran?		2.09190	0,84410	18.590
(MV 3/CMG						
6080 ve						
Pb-3280)						
GW 1098 LS 1	kurşun metal	piramidal balıkçı platin	Arak-Kaşan, İran	2.09194	0,84967	18.420
GW 1092	kurşun metal	ağ platin	Arak-Kaşan, İran	2.09320	0,84857	18.433
(Pb-1704)						
GW 1068	kurşun metal	net kurşun (Tip A11)	Arak-Kaşan, İran	2.09346	0,84929	18.428
(Pb-1701)						
GW 451	bakır metali	bir geminin tabanı	İran mı?	2.09413	0,84467	18.607
(MV 2/CMG						
6081 ve						
Pb-3281)						
GW 1090	kurşun metal	net platin dekore edilmiş	Arak-Kaşan, İran	2.09720	0,85279	18.367
(Pb-1713)		balıklı (Tip F)				
GW 1079	kurşun metal	ağ platin	Arak-Kaşan, İran	2.09942	0,85067	18.409
(Pb-1703)						
[Parti 1084]	kurşun metal	net kurşun (Tip L)	Arak-Kaşan, İran	2.10000	0,85097	18.422
M 4 (Pb1700)						
1873 Haziran	kurşun metal	silindirik ağ kurşunu	Arak-Kaşan, İran	2.10172	0,85023	18.434
CS 3 (Pb-1702)						
Parti 1846	kurşun metal	ağ platin ile	Arak-Kaşan, İran	2.10175	0,85026	18.421
		Hristiyan yazıt				
GW 1093	kurşun metal	minyatür balıkçılık ağırlığı	Arak-Kaşan, İran	2.10320	0,85077	18.462
Parti 1897	kurşun metal	Hristiyan yazısı	Arak-Kaşan, İran	2.10620	0,85120	18.460
		bulunan ağ kurşunu				
GW 313	pirinç	silindirik kutu	Sardunya/Iglesiente?	2.10620	0,86096	18.166
(MV 9/CMG						
6084 ve						
Pb-1771)						
GW 26	SİF	sırlı kase	Sardunya/Iglesiente?	2.11356	0,86180	18.276
(Pb-1782)						

Tablo 23. İran'ın Çeşitli Maden Bölgelerindeki Cevherler, Cürüfler ve Köyün Kurşun İzotop Oranları (Çev. A. Burak KÜTÜK), (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 462).

Örnek No	Tip	maden/Site	Tedarikçi	$^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$	$^{206}\text{Pb}/^{208}\text{Pb}$	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$
Pb-823	sülfür	Anguralı (kuzeybatı İran)	Rio Tinto Çinko Şirketi	2.05595	0.82854	18.993
Pb-820	galen	Larassam (Tahran yakınları)	bilinmiyor	2.06760	0.83261	18.872
PI 8c	Cu Cüruf	Chah-Mess, Piraje	R. Pleiner	2.06519	0.83309	18.977
PI 4/1	Cu Cüruf	Baiazeh, Kavir Çölü	R. Pleiner	2.07035	0.83399	18.895
PI 4/2	Cu Cüruf	Baiazeh, Kavir Çölü	R. Pleiner	2.07605	0.83503	18.903
Pb-112	galen	Haneh Sormeh, Isfahan	O. Schaeffer	2.08420	0.83952	18.619
PI 5	Cu Cüruf	Naiband	R. Pleiner	2.08612	0.83970	18.702
PI 6	Cu Cüruf	Naiband	R. Pleiner	2.08527	0.84026	18.609
Pb-821	galen	Hezarabad (Arak'ın kuzeydoğusu, Tofresh ilçesi)	bilinmiyor	2.08119	0.84284	18.692
PI 2	Pb cürufu	Nahlak	R. Pleiner	2.08709	0.84463	18.535
PI 1B	Pb cürufu	Nahlak	R. Pleiner	2.08680	0.84466	18.529
PI 3	Pb cürufu	Farrohi	R. Pleiner	2.08916	0.84468	18.577
PI 1a	Pb cürufu	Nahlak	R. Pleiner	2.08739	0.84468	18.532
Pb-833	Kurşun cürufu/litharge	Nahlak Kalesi	T. Berthoud ve diğerleri.	2.08792	0.84479	18.522
Pb-834	galen	Nahlak Kalesi	T. Berthoud ve diğerleri.	2.09030	0.84480	18.519
Pb-832	serizit	Nahlak Kalesi	T. Berthoud ve diğerleri.	2.09061	0.84509	18.566
Pb-835	taş ocağı	Nahlak Kalesi	G.Weisgerber	2.08864	0.84525	18.539
Pb-824	galen	Lakan, Arak-Kaşan	bilinmiyor	2.09300	0.84880	18.450
Pb-825	galen	Ahangaran. Arak-Kaşan	bilinmiyor	2.09800	0.84920	18.416
Pb-827	galen	Darreh Noghre Gümüş vadisi, Arak-Kaşan	bilinmiyor	2.09420	0.85040	18.403
Pb-826	galen	Hüseyinabad, Arak-Kaşan	bilinmiyor	2.09440	0.85110	18.409
PI 27	Pb cürufu	Muteh	R. Pleiner	2.10180	0.85817	18.308
İran 16	serüsit	katran madeni	R. Pleiner	2.12463	0.86995	18.006
Pb-822	galen	Kouchke (Bafq'ın en kuzeyi)	bilinmiyor	2.12734	0.8755	17.959

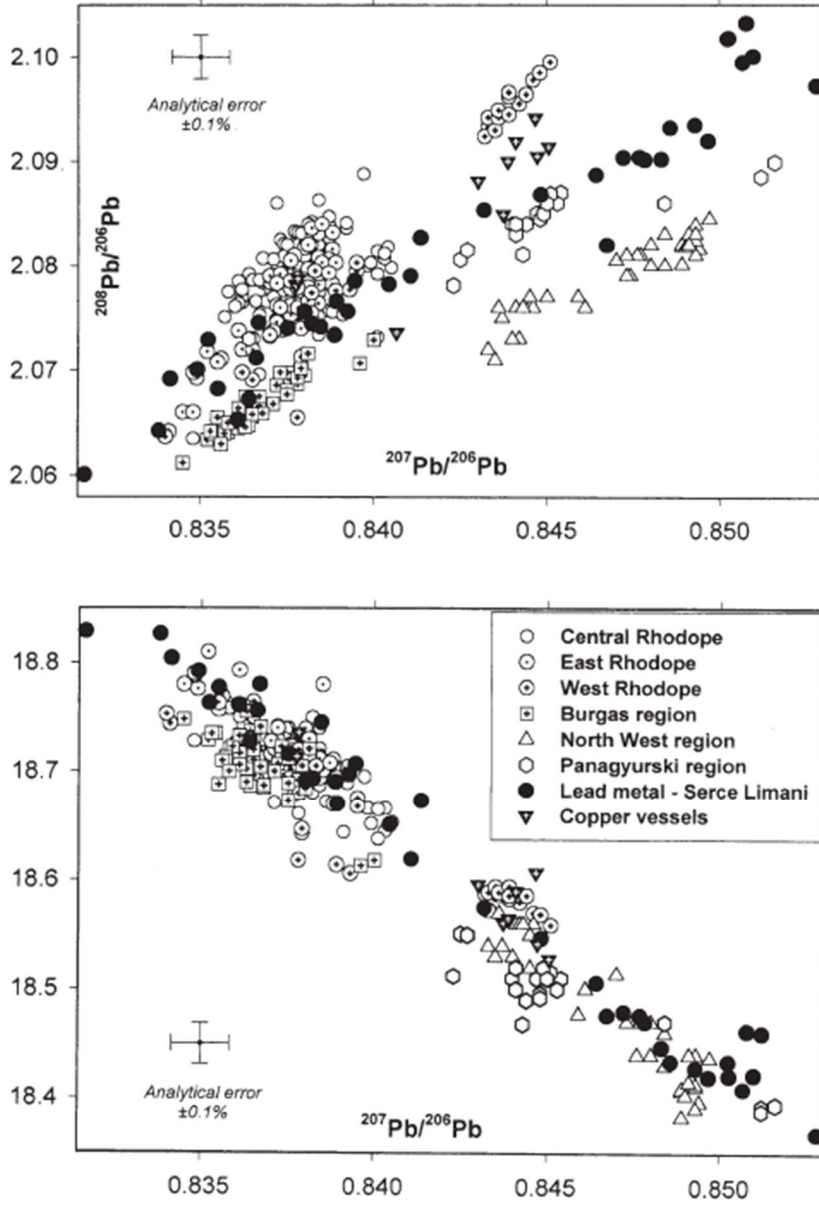


Şekil 62. Serçe Limanı Eserleri, İran'dan Bazı Cevherler ve Doğu Rodop'tan Bazı Cevherlerin Kurşun İzotop Bileşimleri (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 463).

Bu eserlerin LI parmak izlerine çok iyi uyan tek kurşun cevheri İran'dan geliyor. Bu özel örnek, İran'ın kuzeybatısındaki Elbruz Dağları'ndaki Anguran madenlerinden geliyor. Otuz yıl kadar önce bir Fransız maden mühendisi, Anguran yatağını o zamanlar İran'da bilinen en büyük çinko ve kurşun yatağı olarak tanımladı. Zandjan köyünden 3.000 m yükseklikte dağlık bir bölgede, karayolu ve pistle 180 km uzaklıkta yer alan bu bölgede, 400 m uzunluğunda, 200 m genişliğinde ve maksimum 10 m derinliğinde bir açık ocak madeni de dahil olmak üzere önemli antik eserler bulunuyordu (Şekil 63), (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 464).

Bazı yer altı galerileri bunlar kesinlikle masif kalamın ve galenlerden serüzitin çıkarılması içindi. Anguran kurşun-izotop oranları, Yakın Doğu ve Orta Doğu ile Güney Avrupa için bilinen LI oranlarının en alt noktasındadır. Bu tür oranlar, bu bölgelerdeki müşteri adaylarının herhangi bir karışımından kaynaklanamaz (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 464).

Serçe Limanı batığı buluntuları arasında yer alan iki eser, güneybatı Sardunya'daki Iglesiente 'deki büyük kurşun depolarıyla eşleşen kurşun-izotop bileşimlerine sahiptir: bunlardan biri GW 26 kasesinin perdahı ve diğeri pirinç silindirik kutu MV 9 (GW 313) /CMG 6084). Sardunya'daki cevher yatakları kurşun, çinko ve bakır mineralleri içerir. Pliny, Natural History (33-34) adlı eserinde Campania'dan Roma pirinç endüstrisinin merkezi olarak bahseder. Pirinç yapımıyla tanınan başlıca şehirler (Puteoli, Nola ve Capua) İtalya anakarasında, Sardunya adasının tam karşısında yer alır. Bu kasabaların yakınında hiçbir yerde çinko içeren cevher bulunmadığından, büyük olasılıkla ithal hammaddelere güveniyorlardı. Sardunya, gerekli tüm hammaddelere büyük miktarda sahipti. Pirinç üretimi Roma döneminden sonra da burada devam etmiş olabilir. Bu iki yapı için veri noktaları gösterilmemiştir çünkü bunların kurşun-izotop oranları bu diyagramın 207Pb/206Pb ve 206Pb/ 204Pb aralığının dışındadır (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 464).



Şekil 63. Serçe Limanı'ndan Bulgaristan Cevher Yatakları ve Kurşun Metali İçin Kurşun İzotop Verileri (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 465).

Son olarak, kubbeli bir kurşun domuz, bir kurşun ağ platin, iki sırlı kase ve bir lacivert cam parçasından oluşan küçük bir eser grubu vardır. Bu beş eserden dördü aynı kurşun-izotop oranlarına sahiptir. Sır ve cam kurşun domuzdan (veya aynı kökenden başka bir kurşundan) yapılmış gibi, şaşırtıcı bir şekilde, bu dört kurşun izotop oranı, Attika'daki (Yunanistan) Lavrion madenlerinden elde edilen galenlerle aynıdır (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 466).

Analiz Sonuçları;

Kurşun izotop bileşimleri açısından analiz edilen Serçe Limanı Batığı'ndan az sayıdaki sırlı çanaklar, cam yük ve bazı metaller, batığın çoğunlukla kuzey ve orta İran ve güneydoğu Bulgaristan'dan minerallerle yapılmış olduğu tespit edilmiştir (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 466).

İki büyük kurşun metali grubu sırasıyla Arak-Kashan bölgesindeki orta İran'daki büyük madenlerdeki kurşun cevherlerinden ve güney Rodop'taki eşit derecede önemli yatlardan olduğu belirlenmiştir (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 466).

8.1.8 Serçe Limanı Batığı'nda Ele Geçen Hayvan Kalıntılarına Yapılan Analiz

Serçe Limanı Batığı'ndan çıkarılan hayvan kemikleri, çoğunlukla Orta Çağ dönemine aittir. Gemideki mürettebat ile yolcuların beslenme alışkanlıkları hakkında bilgi sağlamaktadırlar (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 471).

Serçe Limanı Batığı'nda çok sayıda faunal örneği ele geçmiştir. Ancak sadece bir kısmını analiz edilmiştir. 11. yüzyıla ait deniz yolculuğuna ait olan beslenme ve yemek yeme biçimlerine ilişkin bilgileri sağlamaktadır. Ayrıca batıkta araştırma yapan araştırmacılar, bu analizleri yaparak, aynı zaman'da şu sorunları da çözmek istemişlerdir: Analiz edilen bu kemik örneklerinden veri datası, yaparak; daha sonra yapılacak batık kazılarında çıkan kemik örneklerini karşılaştırma yöntemi ile kemik buluntuları'nın tespitini yaparak zooarkeolojik kayıtlar elde etmek ve bu kişilerin etnik kökenleri belirlenmesini amaçlamışlardır (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 471).

Genel osteolojik tanımlama; memelilerin sayıları, ağırlıkları ve kılçıklar şu şekildedir: Serçe Limanı Batığı'ndan toplam 193 adet kemik analiz için incelemeye gönderilmiştir. Bunlardan 71 tanesi (36.8 %) tanımlanmıştır. Geriye kalan 122 adet (63.2 %) kemik ise tanımlayamamışlardır. Tanımlanan 71 elemandan 53'ü memeli (74.6 %), 18'i Balık (25.4 %) türündendir. Kuş, sürüngen veya insan kemiği tanımlanamamıştır (Tablo 24). Ayrıca diğer tanımlanamayan 122 adet örnek kemik'ten 84'ü memeli (68.9 %) ve 38'i balık (31.1 %) olduğu düşünülmektedir (Tablo 25) (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 472).

Geminin battığı yerde dip akıntılarında dolayı oluşan balçığın birikmesi, bu biriken balçığın içinde balık kılçığı bulunmaktadır. Bu balçık yığını zaman içinde betonlaşmıştır. Bulunan bu betonlaşmış ve içinde balık kılçığı'nın bulunan balçık yığının ağırlığı 688.5 g'dir. Ayrıca bunun 555.5 g (80.7 %) tanımlanmış malzeme ve 133 g (19.3 %), tanımlanmamış malzemedir oluşmaktadır (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 472).

Tablo 24. Faunal Kalıntılar Serçe Limanı Batığından: Kemik Elemanları'nın Sayısı ve Ağırlıkları (Çev. A. Burak KÜTÜK), (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 472).

	Eleman Sayısı	Ağırlık (gr)
Memeli kemikleri Sus		
(evcil) domuz	32 (16,8%)	251 (%36,5)
Capra hircus	21 (11,1%)	258,5 (37,5%)
(evcil) &?		
Ovis aries (evcil)		
keçi/koyun		
Tanımlanamayan (muhtemelen domuz/keçi/koyun)	84 (44,2%)	86 (12,5%)
Balık kemikleri		
tanımlanmış	18 (9,5%)	46 (%6,7)
(ton balığı, levrek, levrek balığı, davul balığı türü)		
kimliği belirsiz	35 (18,4%)	47 (%6,8)
Toplamlar	190	688.5

Tablo 25. Serçe Limanı Batığı'ndan Faunal Kalıntılar Tanımlanan Kemik Elemanları'nın Özel Kataloglama Tablosu; Analiz İçin Alınan Faunal Kemiklerini, Analizi Yapmak İçin Hazırlık Aşaması ve Kemik Adetleri Ayrı Ayrı Sistematik Bir Sırayla Yazılmış Olan Ayrıntılı Bir Özel Katalog Tablosu (Çev. A. Burak KÜTÜK), (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 473).

	Memeli				Balık			
	Keçi	Koyun/Keçi	Domuz	Domuz/Koyun/Keçi	orkinos	Bas	Küvet	Tambur Değil
				Tanımlanmadı			Gurnard	Tanımlandı
Boynuz çekirdeği								
Kafatası			1					
Maksilla						1 PMX		
Mandibula						1 SANAT		
Diş		1	7					
Skapula	1		2					
Omuz kemiği	1	1	2					
Yarıçap	1	3	1					
Ulna			2					
İsimsizleştirme								
Femur	2	2	2					
Kaval kemiği		2	1					
Fibula								
Kalkaneum		1	1					
Talus		1						
Metacarpus			1					
Metatarsis								
Falanks I I								
Falanks II								
Ekstremit								
kemik			2NV	6				
bölünmüş								
uzun kemik								
Uzun kemik				4				
parçalar								
(tanımlanamadı)								
Kemik				58				2DS 32
Omurga			5		13		1	6
Kalbursa		4	5	16				
Hyoid								
Göğüs kemiği								
Patella		1						

Batıkta yenen yemeklerin çeşitliliği ve bileşimi aşağıda belirtilmektedir;

Diyetleri özellikle toplanan kemik grubu olmayabilir. Ancak uzmanlar tarafında yenmemiş veya istenmeyen yiyecek artıklarının çoğunun kayıt için kaplardan alınarak, bağıl değerleri hesaplamışlardır (Şekil 26). Örnekteki her türün/taksonun oluşumu, iki Arkezoologlar tarafından yaygın olarak kullanılan parametreler: NISP olarak değerlendirildi (Tablo 26), (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 480).

Tablo 26. Serçe Limanı Keçisinin Ortaçağ ve Modern Keçilerle Boyu'nun Karşılaştırılması (Bass, Matthews, Steffy, Doorninck Jr. 2004, Sayfa 480).

	N	Omuz yüksekliği (cm)	
		Menzil	Anlam
Serçe Limanı shipwreck, 11th c.	1	56.4	
's-Hertogenbosch, Hollanda, 13. yüzyıl.	5	58,7-73,9	65.9
Kutsal Ada, İskoçya, Modern	5	61.1-80.3	69.9

Tablo 27. Serçe Limanı Batığından Faunal Kalıntıları; Domuz Keçi/koyun ve Balık Mevcutluğu (Çev. A. Burak KÜTÜK), (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 481).

	Türler/Takson		
	Domuz	Keçi/Koyun	Balık
NISP	32 (45,1%)	21 (29,6%)	18 (25,3%)
MNI	2 (%20)	4 (%40)	4 (%40)

Tanımlanan örneklerin sayısı (kemik elemanlarının); ve MNI göre, asgari kişi sayısı bu verilerden görülüyor ki (Tablo 27), eğer yorum NISP'ye göre yapılacaksa, Keçi/koyun veya balık yerine diyeti yerine domuzun görünüşe göre daha önemli olduğu söylenebilir. Ancak MNI değerleri, keçi/koyun ve balıkların olduğu çok farklı bir tablo ortaya koymaktadır (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 481).

Bu çelişkili sonuçlar ışığında, üçüncü bir analiz türü için kemiğin orantılı ağırlığını inceleyen ve uygulanan analize göre tanımlanan türlerin/taksonların her biri için kemiğin ağırlığını her türün/taksonun sağladığı etin nispi katkısını belirlemek için doğrudan kullanılabileceğini düşünülmektedir. Genel diyete bakılarak ve bu analizin sonuçlarından, görülmektedir 'ki (Tablo 28) et miktarları domuz ve keçi/koyun eşit katkıda bulunmuştur. Balık ise sadece diyete destek olduğu düşünülmektedir (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 481).

Farklı kemik gruplarının türlerine göre mekânsal açıdan dağılımlarını göstermek için hazırlanan diyagramların incelenmesi ve bu inceleme sonucunda taksonları (domuz, keçi/koyun ve balık) ortaya koymaktadır. Batıkta ayrı yaşam alanları olduğunu da ortaya koymaktadır (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 481).

Özellikle, kış tarafında bulunan Mürettebatın ve/veya yolcuların en önemli üyeleri için yaşam alanı olarak tanımlanan alanda, örneklerin neredeyse üçte ikisini temsil eden en yüksek kemik konsantrasyonuna (odaklanmaya) saptamıştır (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 481).

Uzamsal modellerin analizi ile birkaç belirgin özellik ortaya çıkarmışlardır. Bunlar şu şekilde açıklanmıştır. Kış Bölgesi Domuz kemiklerinin yaklaşık üçte ikisi oluştur kış bölgesinde, belirgin bir ikincil küme ile sonraki ambarda saklanan camın etrafında bulunan yedi kemik (ızgara karesi N₄). Üç tane ve daha sonra izole, kemik elemanları L₄, M₃ ve M₅ ızgara karelerinde daha da ileriye yerleştirilmiştir (Tablo 29). Bu on tane dış ve kemik bile sonradan akıntı ile başka yerden oraya gelmeyip orijinal durumdadır. Kış bölgesinden, daha sonraki dağılımları battıkta ve içindekilerin saçılması ve/veya çökme sonrası oluşabilir düşüncesindedirler (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 481).

Kılçık; Izgara karelerindeki iki kemik elemanı dışında J₃ ve J₄—muhtemelen kazı sırasında oraya yer değiştirmiştir. Tüm balık kemikleri ile açıkça ilişkiliydi veya orijinal olarak tüketilmiştir ızgara kareleri de bulunanlara dahil olmak üzere kış bölgesinden N₃, P₂, O₆ ve P₇, muhtemelen birikme sonrası oluşması nedeniyle sert yoğunlaşma içerir (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 481).

Keçi/Uyluk kemikleri; Yedi arka bacak kemiği elemanı N₄, O₃ ve O₄ ızgara kareleri muhtemelen kış yaşam alanı olarak kullanıldığı düşünülmektedir (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 481).

Orta Bölge; Keçi/Uyluk kemikleri, bir grup keçi/koyun kemiği vardı. L₄, L₅, M₄ ve M₅ ızgara karelerinde batığın ortasında ortalanmış. Büyük ihtimalle bu grupla ilişkili daha uzak izole kemikler vardı. Dışarıda ve bitişik ızgara karelerinde: K₄, K₅, M₃ ve N₅. Bunlar batma anında veya daha sonra dağılmış olacağı düşünülür (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 481).

Yay Alanı; Keçi/Uyluk kemikleri, olarak tanımlanan bir unsurun dışında keçi/koyun kaburga kemiğinde bulunan diğer tüm memeli kemikleri pruva alanı (ızgara kare J) türlerine veya parçalara atfedilemez. Parçalı durumları ve/veya zayıf olmaları nedeniyle iskeletin muhafaza durumund a(Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 481).

Sunulan kanıtlara göre, üç tane olabilirler. Batıkta farklı beslenme rejimleri: Yolcuların çeşitli balıkların tadını çıkardığı kıç bölgesi türlerin yanı sıra domuz eti ve bazı keçi/koyun eti de tüketildiğini düşünmüşlerdir (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 481).

Tablo 28. Serçe Limanı Batığından Faunal Kalıntılar; Kemik Ağırlığına Göre Her Tür/Tasonun Katkıda Bulunduğu Et Oranları (gr Cinsinden), (Çev. A. Burak KÜTÜK), (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 481).

	Türler/Takson		
	Domuz	Keçi/Koyun	Balık
kemiğin ağırlığı (gr)	251 (%45,2)	258,5 (46,5%)	46 (%8,3)

Tablo 29. Serçe Limanı Batığına Ait Faunal Kalıntılar: Kıç Bölgesindeki Kemik Sayılarının Başka Yerde Bulunanlar ile Karşılaştırılması (Pruva ve Geminin Orta Kısım), (Çev. A. Burak KÜTÜK), (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 484).

Kemik Grubu (Tür/Takson)	Kemik Elementlerinin Sayıları	
	Stern ^a	Yay ve Gemi Ortası Kombine
Domuz	19 (65,5%)	10 (34,5%)
Keçi/koyun	4 (%20)	16 (80%)
Domuz/keçi/koyun büyüklüğünde kaburgalar ve tanımlanamayan memeli kemikleri	44 (60,3%)	29 (39,7%)
Balık (tanımlanmış ve tanımlanmamış)	38 (88,4%)	5 (11,6%)
Toplamlar	105 (63,6%)	60 (36,4%)

Analiz Sonucu;

Fauna analizlerine göre, keçi/koyun eti ve Domuzlar görünüşe göre denizcilerin temel besin maddelerini oluşturuyordu ve diyetlerini takviye eden batıktaki yolcular taze yakalanmış çeşitli balıkları tüketiyordu. Levanten kıyısı boyunca uğrak limanlarında sınırlı kullanılabilirliğini yansıtabilir veya belki de batıkta herhangi bir yemek hazırlamanın ve pişirmenin pratik olmaması nedeniyle, keçi/koyun ve domuzlardan etler hazır kesilir düşüncesindedirler. Böylece çok az hazırlık gerektiren açık deniz yolculukları kasaplık ve kazanda kaynatılarak kolayca pişirilebilir (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 489-490).

Gerçekten de, ortaçağ ve sonraki tarihsel kaynaklar açıkça denizcilerin canlı canlı öldürme uygulamasının ne kadar yaygın olduğunu göstermek erzak olarak yanlarında taşındığı bilinmektedir (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 489-490).

Serçe Limanı Batığı'nda bulunan diğer buluntu kategorileri (cam gibi) ile karşılaştırıldığında, hayvan kemikleri muhteşem görünmeyebilir, ancak burada gösterildiği gibi, analizleri ve yorumları batıktaki yaşamın tarihsel yeniden inşasının ayrılmaz bir parçasını oluşturur. Bu batığın, mürettebat ve yolcuların etnik kimliğinin tespitinde yardımcı olduğu gibi, Bizanslı olduğunu düşünmektedirler (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 489-490).

8.1.9 Serçe Limanı Batığı'nda Ele Geçen Bitki Kalıntılara Yapılan Analiz

Serçe Limanı batığından çıkarılan buluntular arasında tohumlar, meyveler ve yemişler vardır (Şekil 64). Serçe Limanı Batığı kazısı on yıl önce yapılsaydı, bu bitki kalıntıları 'nın kolayca gözden kaçabileceğini düşünmüşlerdir. Çünkü 1950'lerden beri Akdeniz 'de bulunan diğer gemi batıklarında meyve çekirdekleri ve yemişler bulunmasına rağmen, 1970'lere kadar tespit edilmediğini belirtilmiştir. Serçe Limanı Batığı 'nın araştırmacıları analiz için gövde parçaları haricinde bitki kalıntılarının varlığını saptamak için sistematik olarak örnek alınmasını denemişlerdir (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 495).



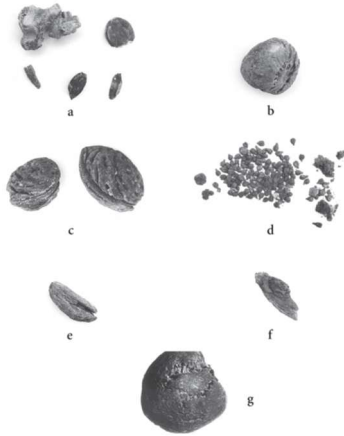
Şekil 64. Sol Üstten Saat Yönünde: Üzüm (*Vitis vinifera* L.), Azarol (*Crataegus azarolus*), Kayısı (*Armeniaca vulgaris*), Erik (*Prunus Domestica*; aynı zamanda ortada), Badem (*Amygdalus communis*) ve Sumak (*Rhus coriaria*), (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 496).

Arkeobotanikçiler 1960'lerde kömürleşmiş bitki kalıntılarını arkeolojik toprak matriksinden ayırmak için yüzdürme tekniğini kullanmışlardır. Bu işlemlerin başlatılması, arkeobotanik biliminde devrim olmuş ve bitkiler merkezli insan faaliyetlerine ilişkin daha kapsamlı bilgi sunmuş ve araştırmalara olanak sağlamıştır (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 495).

Yüzdürme ile elde edilen örnekler daha büyük daha eksiksizdi ve görsel olarak tespit edilen ve toplanan veya toprak örneklerinin ağıllı eleklerden geçirdikten sonra toplananlardan daha fazla bitki kalıntısı içermektedir (Şekil 65), (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 495).

Arkeobotanistler, kömürleşmiş Yakın Doğu flotasyon örneklerini analiz ederek ve inceleyerek buğday, arpa, mercimek, fasulye ve keten tohumu gibi tohumlu mahsullerin ekolojisi ve ekonomisi hakkında fazlaca bilgi edinme imkânı bulmuşlardır (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 495).

Yakın Doğu'nun kurak doğası olması, su tutan malzemeleri kıt hale getirmiştir, bu nedenle, batık enkazı kazılarında arkeobotanik tekniklerin uygulanması, belirli bir batık enkazının daha büyük insan içinde nasıl görülebileceğine dair anlayışımızı geliştirmesini düşündürmektedirler (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 495).



Şekil 65. Üst Sıra: Zeytin Taşı İzlerini Gösteren Bir Beton Yığınının Parçası, Azarol; Alt Sıra: Üç Zeytin Taş Parçaları; (b) Badem (c) Şeftali; (d) BN Depolama Kavanozundaki Üzüm Çekirdekleri; (e) Zeytin Çekirdeği; (f) Karpuz Çekirdeği; (g) Koprolit, Muhtemelen Koyun veya Keçi Kökenli (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 497).

Kazılara devam eden yıllarda, ayrıca konservasyon çalışanlarının yapılması ve bu çalışmalar neticesinde oluşan çimento benzeri beton yığınların içinden cam kırıntılarını çıkarmak gibi uzun ve zorlu bir süreci yavaş yavaş yaparken, bununla beraber küçük miktarlarda ek büyük tohum ve kabuklu yemişlerle karşılaşmışlardır. Bunların yanı sıra ayrıca kazı alanından, büyük ihtimalle bir koyun veya keçiye ait olabileceği düşünülen, yüzey kısmında yumuşatılmış ot parçaları bulunan tek bir koprolit de (Fosilleşmiş dışkı) bulunmuştur (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 499).

Bunun yanı sıra ayrıca, koyu renkli tohumları ve bitki materyali parçalarını, tıplarını kaybettiklerinde Amphoraları yıkayan kum parçalarından, kırık kabuktan ve metal korozyon ürünlerinden ayırmak zordur. Bu tür çalışmalar mikroskop yardımıyla daha verimli bir şekilde yapılmıştır (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 499).

Ayrıca kavanoz içeriğinin, reçine astarlarının ve kavanozun kimyasal analizleri içeriği hakkında daha fazla bilgi eklemiş olabilir. İçindekiler ise Fitolitler (bitkilerin etli dokularında oluşan karakteristik silika gövdeleri) artık kaybolan kargoları önermek için kullanılmış olabilir. Polen analizi, yalnızca batıkta çamura gömüldüğünde yardımcı olabilir. Sadece tespit edilen bitki kalıntıları kurtarıldığı için Serçe Limanı Batığı için bu seçeneklerin hiçbirisi söz konusu olamamıştır. Ancak INA kazıları artık bu çeşitli teknikler aracılığıyla mikroskobik değerlendirme için standart tortu örnekleri koleksiyonunu içermektedir (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 499).

Tanımlama aşağıda verilmiştir;

Serçe Limanı üzüm çekirdeğinin temel ölçüleri Tablo 30-31' De verilmiştir. Ayrıca botanikçiler tarafından kullanılan beş oranı içermekte olup arkeobotanistler üzüm çekirdeklerini analiz edeceklerdir. Ancak küçük örnek boyutu kesin istatistiksel analizleri engellemektedir. Özellikle bir örnek ele alınır ve örneğin bir tarafı bölünür kömürleşmiş ve kömürleşmemiş olarak ayrılır ama yine de, bunlardan bazıları kırık veya olgunlaşmamıştır ancak analiz edilmiştir (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 503).

Analiz sonucuna göre bu malzeme grubu için L:B analizi bir başka analizin sonucu olan Terpo'nun analizleriyle örtüşüyor ve özellikle kullanışlı değil Tohum gruplarını ayırt etmek için karşılaştırılmıştır. Bununla birlikte, B:L indeksi gibi, Kömürleşmiş tohumlar için L:B hesaplamaları, uncharred (bilinmeyen) olanlar. Kömürleşmiş tohum oranları 10 % daha büyüktür.

Aynı kazının farklı dönemlerinden ya da diğer antik dönemlere ait tohumların indekslerini karşılaştırılması dikkat çekmiştir (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 503).

Başka bir kazı olan İslami siteler için karşılaştırmalı arkeobotanik malzeme son derece nadir bir çalışma olup D. Samuel'in bitki kalıntıları üzerine yaptığı analiz çalışması sonucu, Suriye'nin Orta Fırat kıyısındaki Qaryat Medad bölgesi, 12. yüzyıla kadar üzüm çekirdeklerinin ayrıntılı analizlerini içermektedir (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 503).

2,000 'den fazlasını içeren 13. yüzyıl ocakları her biri üzüm çekirdeği her birinden 100 tohum örnek ölçüleri alınmış olup Serçe Limanı tohumları için tek çağdaş karşılaştırmalı materyali sağlar. Serçe Limanı ve Qaryat Medad tohumları arasındaki en çarpıcı fark, ortalama yaş gaga uzunluğudur. Batıdaki kömürleşmiş tohumların ortalama gaga uzunluğu 0.0022 idi; her iki örnek için ortalamalar Qaryat Medad 0.0012 ve 0.00128 'dir. Kömürleşmemiş örnekler için ise Serçe Limanı'ndan olanların ortalama gaga uzunluğu 0.00159 'dir. Serçe Limanı tohumları da daha uzun ve geniş ama Qaryat Medad tohumları biraz daha kalındır (0.00296 ile karşılaştırıldığında), (Kömürsüz için 0.0029 ve kömürleşmiş için Serçe Limanı tohumları), (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 503).

Tablo 30. VITIS SP Tohumları İçin Ölçümler ve Örnek Verileri (Çev. A. Burak KÜTÜK), (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 504).

Örnek Konum	L	B	Bu	BL	CL	BL:CL	BL:L	B:L	Th:B	---
[Lot 1965] N3 UR	6.0	5.0	3.0	[2.2]	3.8	58	37	83	60	120
[Parti 1956] (?)	5.3	3.6	2.5	1.6	3.7	43	30	68	69	147
[Parti 1985] ¹ N4 LL1/2	4.4	3.3	1.8	0.8	3.9	13	11	75	55	133
[Lot 1993] O3 LL2/4 + O4 UL1/3, 10 ve 12 Frs arasında	6.1	4.0	3.0	1.8	4.3	42	30	66	75	153
GW milyar O4 UL3/4-UR1/3 (100 tohum, ortalama ölçümler)	6.1	4.0	2.7	1.5	4.6	33	25	65	6	153
103 M5 LL1'deyim	6.0	4.0	2.5	2.0	4.0	50	33	67	63	150
88(b) N3 LL3'üm	5.1	3.6	2.1	1.8	3.3	55	35	71	58	142
CL N4 UR yumrusu	7.1	5.0	3.0	2.0	5.1	39	28	70	60	142
88(a) N3 LL3'üm	5.2	4.0	2.9	1.5	3.7	41	29	77	73	130
81 M5 LR3/4	5.5	4.0	3.0	2.1	3.4	62	39	73	75	138
[Parti 1999] N4 LL1/2	6.0	4.3	2.8	2.0	4.0	50	33	72	65	140
Cam topaklarından etiketlenmemiş buluntular	5.9	4.2	3.1	1.4	4.5	31	24	71	53	140
	6.4	4.1	2.8	1.6	4.8	33	25	64	68	156
	6.3	3.8	3.1	1.6	4.7	34	25	60	82	166
	5.2 ^a	5.2	2.8	—	—	Yok	Yok	Yok	54	Yok
	6.1	4.1	3.0	1.7	4.4	39	28	67	73	149
	6.1	3.6	2.8	1.7	4.4	39	28	49	78	169
	6.9	3.8	2.8	1.7	5.1	33	25	56	74	182
	5.2 ^a	4.2	3.1	—	—	Yok	Yok	Yok	74	Yok
	4.7	2.7	1.4	1.4	3.3	42	30	57	52	174
Ortalama	6.1	4.0	2.75	1.59	4.51	35	26	65	68	152

Tablo 31. VITIS SP Tohumları İçin Ölçümler ve Örnek Verileri (Devamı) (Çev. A. Burak KÜTÜK), (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 505).

Örnek Konum	L	B	Bu	BL	CL	BL:CL	BL:L	B:L	Th:B	---
Kömürleşmiş tohumlar										
Etiketsiz yumru	7.0	4.5	[2.8]	2.2	4.8	46	31	64	62	155
Yığın X2 N4 UR2/4	6.2	3.8	3.0	2.5	3.7	68	40	61	79	163
Topak C N3 LL4-LR3 + N4 UL2	6.6	4.8	2.8	2.0	4.6	43	30	73	58	138
Y4a x1 N4 UL2 yığını	6.3	4.1	3.0	2.1	4.2	50	33	65	73	154
Y4b N4 UL1b yumrusu	4.7	2.8	1.8	2.1	2.6	80	45	60	64	169
Ortalama	6.5	4.3	2.9	2.2	4.3	52	33.5	65.75	67.2	152.5

Analiz Sonuçları;

Batığın enkaz alanlarının arkeobotanik analizi, cam veya çanak çömlek gibi kargo bileşenlerinin izole edilmiş çalışmalarının sunduğundan farklı bir bakış açısı sağladığı düşüncesindedir. Serçe Limanı enkazından bitki kalıntılarının çıkarılması, bugün kullanılan prosedürler kadar karmaşık olmasa da, kırılan parçaların kendi hikâyeleri vardır. Bu çalışma, tüm bitki kalıntılarının geminin son yolculuğuyla ilişkili olduğu varsayımını yapıyor ve kalıntıların Amphoralardaki dağılımı ve cam beton buluntuları, bunu destekliyordu (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 509).

Sert çekirdekli meyveler, nar taneleri ve yemişlerin birkaç örneği, bu yiyeceklerin, muhtemelen daha zengin yolcular veya gemi zabitleri için erzak olarak, gemide sınırlı miktarlarda bulunduğunu düşünülmektedir. Zeytin ve üzüm veya kuru üzüm, diyetlerini tamamlamış veya mürettebatın diyetinin büyük bir bölümünü oluşturmuş olabilir. Sumak meyveleri kargo veya çeşni olabilir. Yerde durmadıkları için kargo olduklarından düşünülmektedir (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 509).

Tarihsel kanıtlar, Serçe Limanı Batığı'nın kaynağı olarak Orta Çağ Suriye kıyılarına işaret ediyor. Botanik kanıtlar, yelken mevsimi ile ilgili çelişkili kanıtlar sunuyor, ancak gemideki her bir ürünün kullanımdan veya nakliyeden önce bir yıl kadar uzun süre kurutulup saklanabilmesine rağmen, erken sonbaharda bir tarihi desteklediğini belirtmişlerdir (Bass, Matthews, Steffy, Doorninck, 2004, s. 509).

Batıkta temsil edilen her bir türün bireysel çalışmaları, İslam bahçeciliğinin şu anda yetersiz olan kaydına ve arkeobotanikçilerin bitki kalıntılarından elde edilen metrik verileri nasıl yorumladıklarına ilişkin bazı sorulara katkıda bulunmuştur (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 509).

Kazı ekibi tarafından tohum örnekleri için bağlamın dikkatli bir şekilde kaydedilmesi ve tarihsel kanıtların arkeolojik ve arkeobotanik analizlerle birleştirilmesi, batıktan küçük bitki kalıntıları koleksiyonunun yorumlanmasını hem mümkün hem de anlamlı olduğunu araştırmacıları tarafından belirtilmiştir (Bass, Matthews, Steffy, ve Doorninck, 2004, s. 509).

8.1.10 Serçe Limanı Batığı'nda Ele Geçen Camlarının Kimyasal ve Stronsium İzotop Analizi

1960 'tan bu yana Corning Cam Müzesi ile Prof. Dr. George Bass'ın Serçe Limanı su altı kazılarının 'da bulunan cam (Şekil 66) ve diğer bazı eserlerin bilimsel araştırmaları için birlikte çalışmışlardır. Bu iş birliği kapsamında, Serçe Limanı Batığı'nın cam (Şekil 67) parçalarından çıkarılan 103 küçük örneğin kimyasal analizler uygulamışlardır (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 459).

1977 ve 1981'de analiz için Serçe Limanı koleksiyonundan cam örnekleri çıkartılmıştır. Ana parçaları fotoğraflarla kaydetmişlerdir. Ardından, numunelerin gönderimi için gerekli olan izinler alınarak, küçük numuneleri kimyasal analiz için Corning Cam Müzesi'ne göndermişlerdir. Analizlerin tamamlanmasının ardından numunelerin kalıntıları Bodrum'a müzesine iade etmişlerdir (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 459).



Şekil 66. Bodrum Müzesi Serçe Limanı Cam Eser Örneği (A.Burak KÜTÜK 'ün Arşivinden).



Şekil 67. Bodrum Müzesi Serçe Limanı Cam Eser Örneği (A.Burak KÜTÜK 'ün Arşivinden).

Renklendiriciler ve Renk Gidericiler;

Ortaçağ İslam camlarında kullanılan renklendiriciler önceki dönemlerde kullanılanlarla aynıydı. Mavi camlar bakır oksit, kobalt oksit veya her ikisinin eklenmesiyle, yeşil camlar demir eklenerek ve mor veya pembe camlar manganekz eklenerek yapılmıştır. Opak İslami camlar nispeten azdı, ancak analiz ettiğimiz birkaç örnekteki opaklaştırıcılar kalay okside (SnO_2) olduğunu tespit etmişlerdir (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 461).

Eski camlarda yaygın olarak kullanılan iki katkı maddesi, analizlerde sırasıyla MnO ve Sb_2O_5 olarak bildirilen manganekz ve antimon oksitleridir. İslami camlar genellikle $\sim 0.5\text{--}1.5\%$ MnO olmak üzere manganekz içerir. Kural olarak, eski camlar yalnızca yaklaşık $0.02\text{--}0.03\%$ MnO seviyesinde bir arka plan safsızlık seviyesi içerir ve $\sim 0.2\%$ 'den büyük herhangi bir şey muhtemelen kasıtlı bir ilaveyi gösterir. Bu nedenle, İslami bardaklardaki manganekz kasıtlı bir ekleme anlamına geldiğini belirtmişlerdir (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 461).

Manganekz ya bir renk giderici olarak eklendi demir safsızlıkları tarafından üretilen su tonlarını ayarlamak veya camların kehribar rengi almasını önlemek için. İkinci durumda, manganekzin oksitleyici özellikleri, kuvvetli indirgeyici koşullar altında meydana gelen demirli sülfür renklendirici türlerinin oluşumunu engeller. Böylece manganekz kehribar rengi oluşumunu engeller. Bitki külü camları özellikle kehribar rengine dönüşmeye karşı hassastır, çünkü küller hem demir hem de kükürt içerir (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 461).

Aşağıda görüldüğü gibi (Şekil 68), Serçe Limanı camları, çoğu İslami cam gibi, muhtemelen yukarıda belirtilen nedenlerle ve belki de sıklıkla ürettiği çekici pembe ve morumsu girdaplar nedeniyle genellikle manganez içerir. Bu girdaplar, manganezin eksik karıştırılmasından veya cam eriyiği içindeki redoks koşullarındaki yerel değişikliklerden kaynaklanır. Buna karşılık, İslami camlar nadiren antimon içerirdi. Aynı şey onların Sasani ataları için de geçerlidir. (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 462).



Şekil 68. Bodrum Müzesi Serçe Limanı Cam Eser Örnekleri (A.Burak KÜTÜK 'ün Arşivinden).

Serçe Limanı Camları Kimyasal Analizleri;

Serçe Limanı Batığı örnekleri uzun bir dönem, Corning Cam Müzesi tarafından yürütülen ve halen devam eden analitik proje ile çalışma yapılmaktadır. Yaklaşık 400 adet (103 adet Serçe Limanı bardağı dâhil) olmak üzere 3.500 bardak içermektedir. Serçe Limanı camlarının analiz sonuçları verilmiştir (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 462).

Fragmanların Örneklenmesi ve Sınıflandırılması;

Örnekleme, herhangi bir analitik girişimin en önemli adımlarından biridir. Gerçekten de hiç bir kimyasal analiz, numune alma prosedürlerinden daha iyi olamaz. Serçe Limanı Batığı'ndan 500.000 kadar cam parçasıyla karşılaşıldığında, 50 kadar cam parçası seçmek ve bunların anlamlı bir şeyi temsil ettiğini söylemek zor olduğunu araştırmacıları tarafından belirtilmiştir (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 462).

Birkaç yüz parçayı ele alıp inceledikten sonra, serbest üflemleri cam parçalarını, desen kalıplı camları, bardakları, lamba parçalarını ve bazılarını dâhil etmeye çalışarak, toplam dizinin büyük bölümlerine özgü görünen bazılarını analiz için seçmişlerdir (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 462).

Bozulmamış renksiz, kesilmiş kaplara benzeyen parçalar ve ayrıca temsili cam kırığı parçalarını ve bazı atölye atığını (döküntüler, tortular, nakavtlar, vb.) seçmişlerdir. Örneklenen 103 parçanın kısa açıklamalarının da araştırmacıları tarafından verilmiştir (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 462).

Numunelerin seçiminde, istisnai parçalardan ziyade tipik olanı seçmeye çalışılmıştır. Bunların bir dereceye kadar (bilinmeyen) kap parçalarının ve kazılan diğer cam türlerinin çoğunluğunu temsil ettiğini araştırmacıları tarafından varsayılmıştır (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 462).

Yukarıda belirtilen prosedürün aksine, analiz için 16 parça seçilmiştir çünkü bunlar tam da o sırada incelenen yüzlerce parçanın tipik bir örneği gibi görünmediğini belirtmişlerdir. Bu atipik parçalar arasında, görünüşlerine dayanarak Romalı olabileceğine veya en azından Orta Doğu dışında bir yerden gelmiş olabileceğine karar verdikler dört tane parça vardı (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 462).

Bu nedenle, analiz edilen parçaların yaklaşık 16% 'sının Serçe Limanı cam buluntularına göre atipik olduğu apriori bir esasa göre yargılansa da, bir bütün olarak Serçe Limanı camının yalnızca çok küçük bir bölümünü temsil ediyorlardı. Ayrıca, örnekleme 1977'de ve 1981'de Sidney Goldstein'in yardımıyla tüm kazılmış cam incelemeye hazır olmadan önce yapıldığına dikkat edilmelidir. Analiz edilen fragman türleri gösterilmektedir (Tablo 32). Kolaylık sağlamak için, çeşitli alt gruplara atanmışlardır (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 462).

Laboratuvar Prosedürleri;

Yaklaşık 200 mg cam numunesi çıkarıldı seçilen her parçadan; ana parçalar etiketlendi ve Bodrum'a göndermişlerdir. Kantitatif kimyasal analizler örnekler Brandt A. Rising ve meslektaşları tarafından gerçekleştirildi. Hakem ve Kontrol Hizmetleri'nde, West Babylon, New York. İndüktif eşleşmiş plazma (ICP) veya ana oksitler için atomik absorpsiyon (AA) analizleri ve bazı küçük oksitlerin yanı sıra yarı niceliksel emisyon Eser elementler için spektrografik analizleri maalesef, aletsel bir sınırlama nedeniyle fosfor (P₂O₅) örneklerin çoğunda belirlenememiştir. Çoğu durumda silika (SiO₂) 100,0%'den farkla tahmin edilmiştir ve Yükselen kullanılmış (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 462).

Tablo 32. Serçe Limanı tipolojisi Analiz Edilen Parçalar (Çev. A. Burak KÜTÜK), (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 463).

	Tip tanımı
Üflemleri kaplar ve lambalar (38)	Gemiler
Seçilmiş desen kalıplı kaplar (12)	Pat. c ve Pat. de
Kesilmiş kaplar (7)	Kesmek
Bardak (4)	Bardak
Atipik	Yolsuz 1 ve Yolsuz 2
imbikler, fasetli cam, opak cam, düz cam, vb. (8)	
Kırıntı (13)	Cam Kırığı A ve Cam Kırığı B
Üretim atığı	
halkalar veya halkalar (7)	Yüzükler
izler, vb. (4)	Atık
Boncuk (2)	
Zümrüt yeşili (4)	
"Roma(?)"b (4)	

Referans Camları A, B, C ve D, Corning Cam Müzesi tarafından analizleriyle hazırlanmıştır. Bunlar, arkeometrik çalışmalarda yer alan laboratuvarlar tarafından yaygın olarak kullanılmaktadır (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 463).

Serçe Limanı Verilerinin Tartışılması;

103 adet Serçe Limanı örneğinin analizleri raporlanmıştır. Bardaklar çoğunlukla soda kireç bardaklarıdır. Bitki külü soda türü. İstisnalar dört natron tipidir. camlar ve dört adet yüksek kurşunlu, zümrüt yeşili cam, tespit etmişlerdir (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 463).

Dört Natron Bardağı;

Deniz mavisi camını süsleyen mavi bir ipliğe sahip olan 3435, bir elektron mikroskobu üzerinde analiz edildi. Koyu mavi ipliğin, demir içeriğindeki bir artışla birlikte az miktarda kobaltın eklenmesi dışında bileşim olarak temel camla hemen hemen aynı olduğu ortaya çıktı. Bu nedenle, bu özel kap durumunda, lacivert camın, kabın yapıldığı atölyede renksiz cama kobalt renklendirici ilave edilerek yapılmış olduğu anlaşılmaktadır. Bu analizler, Georgia Üniversitesi'nden Colleen Stapleton tarafından yapılmıştır (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 463).

Zümrüt Yeşili Camlar;

Dört zümrüt yeşili cam, nispeten nadir bir kimyasal tip ortaçağ İslam camının örnekleridir. Ayırt edici zümrüt veya bazen mavi-yeşil rengine sahip bu tür camlar, genellikle molar şişeler gibi derin oyulmuş kaplar veya kameo kesimli kapların üst katmanları şeklinde bulunur. 60–75% kadar PbO içeren kurşun: silika ($PbO:SiO_2$) cam ailesinin üyeleridir. Yüksek kurşun içeriği camı yumuşatır ve bu nedenle kolayca kesilir veya taşlanır (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 463).

Serçe Limanı örnekleri örnek no. 3576–79. raporlanan analizleri, aslında ağır kurşunlu olduklarını ve PbO içeriğinin 61.2 % ile 65.4 % arasında değiştiğini gösteriyor. Bu parçalar, kalıpla üflenmiş iki parçanın yanı sıra küçük kesilmiş bir molar şişe ve bir damar kaidesi içerdikleri için belki de sıra dışıdır. Enkazdan alınan diğer yedi zümrüt yeşili cam parçası üzerinde de yarı kantitatif emisyon spektrografik analizleri yapıldı. Ancak bunlar o kadar küçüktü ki, kantitatif olarak analiz edilen dört örnekten herhangi biriyle aynı nesnelerden gelip gelmedikleri tespit edememişlerdir. (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 463).

Her nedenle, bu yedi numunenin hepsinin benzer şekilde yüksek kurşun içeriğine sahip olduğu kanıtlanmıştır. Başka yerlerde bulunan ağır kurşunlu Ortaçağ camları arasında Rusya'dan ve Doğu Avrupa'nın bazı bölgelerinden Viking boncuklarının yanı sıra yüzükler, boncuklar ve diğer küçük nesneler yer alır. Hepsi yaklaşık 9. ila 13. yüzyıllardan kalmadır. Bu olağandışı formülasyonun, Almanya ve Avusturya'da 12. yüzyıldan 15. yüzyılın başlarına kadar uzanan vitray pencerelerde ara sıra rastlanan, görece yaygın olmayan, ancak kolayca tanınabilen bir koyu yeşil cam türünün ortaya çıkışıyla bir şekilde bağlantılı olup olmadığı düşünce konusudur (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 463).

Bununla birlikte, pencere camlarının düzeni biraz farklıdır. Zamanın sıradan potas: yüksek kireç: silika camlarına eklenmiş gibi görünen yalnızca yaklaşık 25–35 % PbO iç erirler. Burada bahsettiğimiz zümrüt yeşili camlar sadece iki ana bileşen içerir, PbO ve SiO₂ (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 464).

Kurşun: silika bileşiminin kaynağı bilinmemektedir, ancak bu cam ailesinin seramik sırlama, cam veya metal emaye kaplama veya imitasyon değerli taşların imalatı gibi yakından ilişkili bazı teknolojilerden evrimleşmiş olması muhtemeldir. Ayrıca, bu olağandışı bileşimin Çin'den (belki daha spesifik olarak Çin'in en batısı) İpek Yolu üzerinden batıya doğru gelip gelmediği de merak ediliyor. Belki de Han hanedanı bağlarına kadar. Aklımızda olan belirli parçalar gerçek PbO:SiO₂'dir. Baryum da içeren daha bilindik Çin kurşun camları değil. Kurşun: silika camlar, minyatür Budist figürinler ve sözde kulak makaraları gibi açıkça Orta Asya ve Çin menşeli bazı nesneleri ve ayrıca belirli boncuk türlerini içerir (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 464).

Serçe Limanı zümrüt yeşili (Şekil 69) ise daha yakın bir bağlantı var: batıkta da bulunan yeşil sırlı çanak çömlek ve bu sırlardan ikisi analiz edilmiş ve kurşun izotop oranlarının Serçe Limanı zümrüt yeşili camlarının üçünde kurşun izotop oranlarıyla hemen hemen aynı olduğu bulunmuştur. Yeşil sırlar ve bu üç özel zümrüt yeşili camın (Şekil 76), ortak bir coğrafi kökene sahip olması muhtemeldir (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 464).

Dördüncü cam nesne olan molar şişe belirgin şekilde farklı kurşun izotop oranlarına sahiptir. Başlangıcı, batıktan çıkarılan bazı bronz eserler, özellikle de bronz kılıç kabzası için yakın izotopik bir eşleşmedir. Bu camların kurşun izotop analizleri ve enkazdan çıkarılan çok sayıda metalik eser daha önce yayınlanmıştı. Bu kurşunların Türkiye veya İran'daki maden bölgelerinden gelmiş olabileceğine dair bazı işaretler var (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 464).



Şekil 69. Bodrum Müzesi Serçe Limanı Yeşil Cam Külçe Örneği (A.Burak KÜTÜK 'ün Arşivinden).

İki Cam Boncuk;

İncelenen 103 Serçe Limanı camı arasında iki cam boncuk (no. 3745 ve 3746) yer aldı. Her ikisi de, koyu gri eskitme katmanlarının altında güçlü renkli camlardır ve kırmızı opak yüzey bezeme izleri içerir. Grafikler çizilirken ve takip eden istatistiksel hesaplamalar yapılırken diğer bardaklarla birlikte kullanılmamasının daha iyi olacağı düşünülmüştür (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 464).

Serçe Limanı Verilerinin Analizi Grafik Muayene;

Serçe Limanı verilerinin yorumlanmasına başlamak için, 93 Serçe Limanı camını kapsayan birkaç grafik çizdik analiz edilen toplam 103 eksi yukarıda açıklanan dört natron cam, dört zümrüt yeşili cam ve iki boncuk. 93 numunenin tümü, K_2O * ve MgO * içeriklerinden de anlaşılacağı gibi, bitki küllerinden elde edilen soda ile yapılan parçalardandır. Bu değerlerin tümü yaklaşık 2.0 % 'den büyüktür. İçindeki veriler grafikler iki bilyeyi de içererek alınmıştır (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 464).

Temsili grafikler Şekil 70 ve 71 'da bunlar, tüm soda: kireç: silika ($Na_2O:CaO:SiO_2$) analizleri için rutin olarak yaptığımız aynı dört grafikdir. Veriler indirgenmiş bileşimler biçimindedir. Bu grafikleri oluşturmak için kullanılan bilgisayar yazılımındaki bir tuhaflık ve verilerin sınırlı alanlarda yoğunlaşması nedeniyle, bazı grafiklerde 93 noktanın bir kısmı gizlenmiştir. Tek tek noktalar, örtüşen ping ile daha az noktanın gizlenmesi için deneysel hataların normalde dikte edeceğinden daha küçük çizilmiştir. Elipsler, ortalamaların etrafındaki tahmini 95° güven sınırlarını temsil eder. Sonuç olarak, 93 örnek için, normalde yaklaşık dört veya beş noktanın bu elipslerin dışında kalması beklenebilir. 93 örneğin medyan değerleri kareler halinde çizilmiştir (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 464).

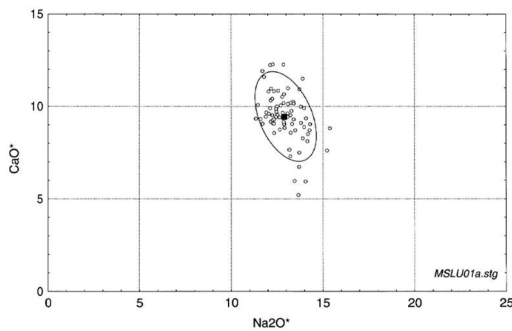
Şekillerden elde edilen ilk izlenim (Şekil 72-73)Serçe Limanı camları, yaklaşık bir düzine örnek için aykırı değerler ve diğerleri elipslerin sınır çizgilerine yakın noktalar olmasına rağmen, oldukça sıkı bir kompozisyon grubu oluşturuyor (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 464).

Biraz ileri atlarsak, homojen bir kompozisyon grubu resmi görürüz. Deneyimlerimize dayanarak, verilerin, camın çoğunluğunun tek bir yerde, oldukça kısa bir süre içinde, benzer parti malzemelerden ve benzer cam yapım uygulamaları kullanılarak yapıldığı hipoteziyle tutarlı olduğunu görüyoruz.

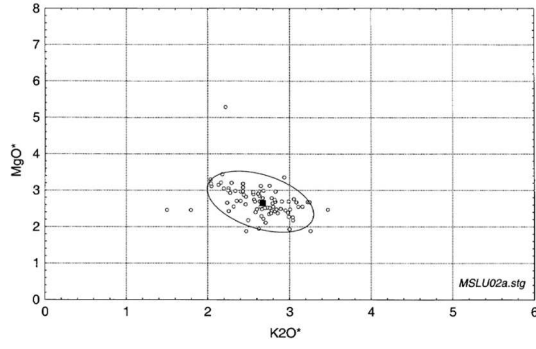
"Yer", "kısa" ve "benzer" terimleri burada kasıtlı olarak muğlak kaldığını belirtmişlerdir. Ancak imalathane/atölye olarak tek bir binayı veya zaman dilimi olarak birkaç günü veya tek bir partiyi ima etmeleri amaçlamamışlardır. Toplu malzemeler ne de olsa işin içinde çok fazla cam var. Araştırmacıları bir zaman tahmin etmişlerdir çok kabaca, kargonun tüm parçalı kısmı, çalışan tek bir fırında iki cam üfleyici tarafından yaklaşık iki ila üç aylık üretimi temsil ettiğini belirtmişlerdir. (Bütün parçalar atıklardan olsaydı ve 15% reddetme oranı varsayılırsa, bunlar yaklaşık bir buçuk yıllık üretimi temsil ederdi.) Bununla birlikte, 11.000 parça veya halka, eşit sayıda parçanın üretimini temsil ederdi. Kaplar ve aynı matematiğe göre üretmek için yaklaşık beş ay gerekirdi (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 464).

Ancak Serçe Limanı ürünleri, tek bir kaynaktan cam kullanılarak, birbiriyle yakın birkaç atölyede daha kısa sürede yapılabilirdi. Bu kaynak, camı benzer, ancak çok az değişen çok sayıda toplu malzemeden hazırlanan ayrı eriyiklerden tedarik etmiş olabilir. Araştırmacılarının görüşüne göre, yol boyunca başka kaynaklardan gelen bir miktar hurda camın karışması koşuluyla, her iki resim de genel bulgulara uyumlu olacağı düşüncesindeler (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 464).

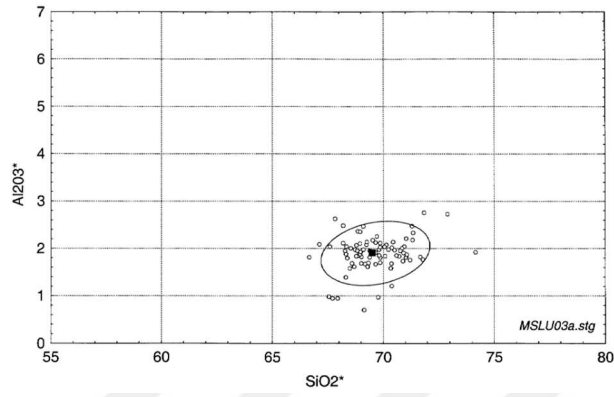
Verilerin ana gövdesi oldukça sıkı bir bileşimsel grup oluştursa da, birkaç cam örneği yukarıda açıklandığı gibi grup içine girmez. Bazıları oldukça açık bir şekilde aykırı değerlerdir ve diğerleri sınırlı vakalardır (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 464-467).



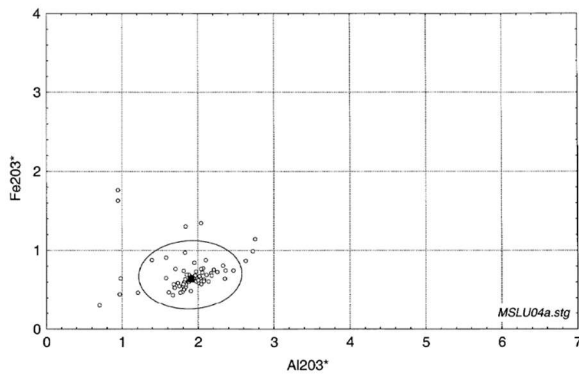
Şekil 70. 93 Adet Serçe Limanı Bitki Külü Soda Bardağı İçin Kireç-Soda Arsası İçerikli Kare Medyan Değer; Yıldız İşaretleri (*), Değerlerin Azaltılmış Bileşimden Olduğunu Gösterir (veriler 100%'ye normleştirilmiştir); Noktalar İşaretlendi Okunabilirliği Artırmak İçin Normalden Daha Küçük ve Elips 95% Güven Sınırını Gösterir (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 465).



Şekil 71. 93 Adet Serçe Limanı Bitki Külü Soda Bardağı İçin Magnesia ve Potas Grafiği (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 465).



Şekil 72. 93 Adet Serçe Limanı Bitki Külü Soda Bardağı İçin Alümina ve Silika Grafiği (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 466).



Şekil 73. 93 Adet Serçe Limanı Bitki Külü Soda Bardağı İçin Demir-Alümina Grafiği (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 466).

Bunlardan bazılarının grubun üyesi olmadığına, diğerlerinin ise muhtemelen sadece istatistiksel şans yasalarına göre grubun dışında olduğuna inanılmaktadır (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 467).

Şekil 70-71-72-73 'deki dört standart grafiğin dikkatli incelemeleri sayesinde. 93 Serçe Limanı bitki küllü soda bardakları için 95 % güven elipslerinin dışında kalan örnekleri ayırmak mümkün oldu. Bazı durumlarda ayrımlar barizdi, ancak bir dereceye kadar onları yargılamak biraz öznel bir süreçti, çünkü diğer iki faktörü de dikkate almışlardır. Bunlar, sınırda olan örneklerin birden fazla grafikte sınırda olma eğiliminde olup olmadığı ve bunların birden fazla grafikte aykırı değerler veya diğer sınırda olan örneklerle gruplandırılmış görünüp görünmediğiydi. Sonuçlar Tablo 33 'de tablo olarak verilmiştir (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 467).

Grafikler incelendiğinde 93 adet bitkisel küllü gazoz bardağından sekizinin atipik olduğu ve muhtemelen Serçe Limanı camcılığının ana gövdesine ait olmadığı görülmektedir. Muhtemelen 93 camın ana popülasyonunun yapıldığı imalathane veya atölye(ler)den başka bir yerde yapılmıştır (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 467).

Diğer dört örneğin Serçe Limanı camına ait olduğu, ancak şans eseri 95% güven sınırına yakın veya dışında olduğu görülmektedir (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 467).

Diğer on iki örneğin sonuçları belirsizdir. Bu camlardan bazılarının farklı bir kaynağı olabilir, ancak en azından bazılarının, verilerin ana gövdesinden tamamen tesadüfen farklı olan “sınırdan” vakalar olması daha muhtemeldir. Ayrıca "Cullet B" olarak adlandırılan beş cam kırığı parçasından alınan numuneleri ayırmaktadır. Bu örnekler, grafiklerdeki elipslerin içinde, ancak sınır çizgisinin yakınında yer alır. İlgili örneklerin bir alt grubunu oluşturuyor gibi görünüyorlar (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 467).

Tablo 33. Aykırı Değerler ve Sınırdaki Örnekler (Çev. A. Burak KÜTÜK), (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 467).

Örnek numarası	Alt grup ve açıklama	Grafik sayısı nerede dış (veya sınırdaki)	Varsayılan açıklama
Farklı kaynaklar (8)			
3422	Kap, büyük kavanoz	3	Farklı kaynak
3571	Damar, taban; dk. mor.	3	Aynı
5910	Stray 2, büyük şişe	3	Aynı
3581	Stray 1, fasetli taban	3/4	Aynı
3569	Stray 1, yassı şişe	3	Aynı
3598	Başboş 2, imbik	3/4	Aynı
3568	Stray 1, büyük gemi	3	Farklı kaynak(?)
3586	Stray 1, mavi opak	1/2	Aynı
Farklı parti mi? (5)			
3737	Cam kırığı B, cam kırığı	1	Farklı parti(?)
3739	Cam kırığı B, cam kırığı	1	Aynı
3740	Cam kırığı B, cam kırığı	2	Aynı
3734	Cam kırığı B, cam kırığı	1	Aynı
3736	Cam kırığı B, cam kırığı	1	Aynı
Muhtemelen şans eseri (12)			
3589	Yüzük, yüzük	2	Şans eseri(?)
5901	Pat. c, pat. mld. çanak	1/2	Aynı
3556	Pat. c, pat. mld. çanak	1	Aynı
3421	Kap, büyük kavanoz	2	Aynı
3427	Tambur, kesilmiş	2	Aynı
5908	Kap, büyük kavanoz	2	Aynı
3573	Kap, ibrik, dk. mavi	2/3	Aynı
3574	Pat. c, pat. mld. taban, dk. mavi	2/3	Aynı
3575	Kes, kes parça, dk. mavi	2/3	Aynı
3442	Kap, ipli kavanoz	1/2	Aynı
3544	Kap, büyük tabak, v. köpüklü	2	Aynı
3432	Kap, ipli kavanoz	1/2	Aynı
Şans eseri (4)			
3551	Kap, ağız iplikli	1	Şans eseri
3555	Pat. c, taban, yedi yıldızlı	1	Aynı
3557	Pat. d, taban, beş yıldızlı	1	Aynı
3445	Pat. d, büyük tabak	1	Aynı

Onlar ayrıca, "Cullet A" olarak adlandırılan diğer yedi cam kırığı örneğinden kimyasal olarak farklı görünmektedir. İkiisi arasındaki farklar küçük ama biz bunların gerçek olduğuna inanıyoruz. Başka bir deyişle, verilerin ana gövdesi içinde biraz farklı bileşimsel cam kırığı alt grubu var gibi görünmektedir (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 468).

Bunun, batığın yükünün en az iki ayrı cam eriyiğinden kırıntı içerdiğinin kanıtı olduğundan şüpheleniyoruz. Etki, büyük olasılıkla aynı cam ayölyesinden, farklı zamanlarda yapılmış iki farklı eriyik arasındaki farklara karşılık gelebilir. Farklılıkların tek bir büyük tank eriyiği içindeki heterojenliği yansıttığı da muhtemelen iddia edilebilir. başka yerde yapıldığını düşündüğümüz sekiz bardaktan altısı da diğer camlardan farklı olduğu önceden tespit edilen numuneler arasında yer almaktadır.

3581 nolu örnek, bir renksiz cam parçası bu parça, İran'daki Nişabur'dan gelen kesme cam parçalarının su beyazı berraklığına sahiptir (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 468).

Görünümdeki benzerlik, bileşimiyle, özellikle de 5.28 % 'lik alışılmadık derecede yüksek MgO^* içeriğiyle doğrulandı. Bu özellik, Serçe Limanı camları arasında benzersizdir, ancak Nişabur parçaları için tipiktir. 3581 nolu onlarla yakından eşleşti. Bu tek Serçe Limanı parçası ve Nişabur grubu ortak bir kökene sahip olabilir (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 468).

3586 nolu örnek, hafif opaklığı nedeniyle bir kenara bırakıldı. Numune alındığı sırada, incelenen parçalar arasında bulunan tek opak cam parçasıydı. Cam, Al_2O_3 ve muhtemelen Fe_2O_3 açısından biraz düşük olmasının yanı sıra, opaklığından sorumlu olan az miktarda kalay (SnO_2) ve biraz da kurşun (PbO) içerir. 3598'in farklı olduğu düşünülmektedir, çünkü numune almak için cam incelendiği sırada fark edilen iki imbik parçadan biriydi ((Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 468).

Diğer başıboş numunelerin, camın geri kalanından görünüş veya şekil bakımından farklı olduğuna karar verildi. Ancak, bu tür camların bariz kıtlığına ilişkin bu açıklamalardan herhangi biri, Serçe Limanı parçalarının tamamına göre yanlış çıkarsa, o zaman çıkarımların kendisi yeniden düşünülmelidir (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 468).

Parçalardan üçü (no. 3573, 3574 ve 3575) kobalt (CoO_2) ile renklendirilmiş lacivert şeffaf camlardır. Camın ana gövdesinden biraz farklıdırlar ve orijinal olarak farklı bir yerde yapıldığı sanılan örneklerle birlikte yerleştirilmiştir. Bu, mavi camların başka bir yerde yapıldığını gösterirdi. Ancak daha sonra kanıtların bu kadar önemli bir sonuca varmayı gerektirecek kadar güçlü olmadığına karar verildi ve biraz tereddüt ettikten sonra "Muhtemelen Şans eseri" etiketli gruba taşımışlardır (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 468).

Serçe Limanı camında farklı imalathane veya atölyelerden gelmiş gibi görünen çeşitli parçaların bulunması şaşırtıcı değildir. Daha önce de belirtildiği gibi, hurda camın rutin olarak toplanmak üzere toplandığına inanılmaktadır. Bir enerji tasarrufu önlemi olarak yeniden eritme. Bu parçaların bulunması, dört natron tipi camın da bulunmuş olmasının mantıksal bir uzantısıdır (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 468).

Uyumsuz örneklerin sayısı, analiz edilen parça sayısının görünürde yüksek bir yüzdesini temsil eder (93 örnekten sekizi bitki külü soda örneği veya 8.6 %). Aslında, dört natron bardağı dâhil edilir, ancak zümrüt yeşili ve iki boncuk dikkate alınmazsa, bariz yanlış eşleşmelerin yüzdesi 97'de 12 veya 12,4 % olur. Yine de, aynı yüksek yüzdenin zorunlu olarak bir bütün olarak kargo için geçerli olduğu yanlışına düşülmemelidir. Bu yüzde, yalnızca farklı görünen örnekleri dâhil etmek için kasıtlı çaba nedeniyle yüksek olabilir (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 468).

Özellikle önemli bir gözlem, örneklerin, yani tüm farklı parça türlerinin üstünlüğünün, dört grafikteki elipslerin içinde yer almasıdır. Bu, farklı türdeki parçaların bardaklar, kesici dekore edilmiş parçalar, kalıplar (halkalar), atık cam ve çok az farklı iki cam kırığı türü muhtemelen tek bir atölyede veya yakın ilişkili küçük atölyelerden oluşan küçük bir grupta makul bir şekilde kısa bir süre içinde yapılan homojen bir popülasyon gibi görünüyor. Cam yükün üçte ikisini temsil eden cam kırığı parçalarının, kap parçalarının ana gövdesinden kimyasal olarak ayırt edilemez göründüğünü belirtmişlerdir. Başka bir deyişle, cam kırığı ve kırık parçaların ortak bir kökene sahip olduğu anlaşılmaktadır (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 468).

Bağlı Sapmalar;

Bu konuya bakmanın başka bir yolu daha var. 93 örnekteki oksitler için ortalamaları, medyanları ve göreceli sapmaları gösterir. Göreceli sapmalar (ortalamaların yaş yüzdesi olarak ifade edilen standart sapmalar kullanılarak verilerin yayılması) yol göstericidir. Bir grup analizin “tutarlılığının” bir ölçüsü olarak düşünülebilirler. Göreceli sapmalar ne kadar küçük olursa, grubun tutarlılığı o kadar büyük olur (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 468).

Serçe Limanı camlarındaki yedi oksidin göreceli sapmalarına bakıldığında, yalnızca kireç ve demirin, ortak bir kökene sahip bir cam grubu için normalde beklediğimizden biraz daha fazla yayıldığı görülmektedir. Tablo 34'te, ilk sütun 93 numunenin tümü için değerleri tekrar eder, ancak Tablo 35 'da gösterildiği gibi 93 örneğin sekizi farklı yerlerde yapılmış olabilir. Bu nedenle, hesaplamalar bu 8 numune çıkarılarak tekrarlandı (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 468).

Tablo 34. Serçe Limanı Camları, İstatistiksel Verilerin Özeti (Çev. A. Burak KÜTÜK), (n=93)
(Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 468).

Oksit	Anlam	Medyan	Std. dev.	Rel. dev.
SiO ₂ *	69.66%	%69,5	%1,26	%1,81
Na ₂ O*	12.96	12.9	0,86	6.65
CaO*	9.45	9.44	1.25	13.2
K ₂ O*	2.65	2.67	0,34	12.6
MgO*	2.68	2.65	0,43	16.0
Al ₂ O ₃ *	1.90	1.91	0,35	18.4
Fe ₂ O ₃ *	0,69	0,64	0.22	32.4

Tablo 35. Bağlı Sapmalar (Çev. A. Burak KÜTÜK), (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 469).

	Serçe Limanı (n=93)	Serçe Limanı (adjusted) ^a (n=85)	Diğer İslami (20 site veya tür) (n=180)	Nişabur, renksiz (n=17)	Nişabur, çeşitli (n=20)	Jalame natron (n=52)
SiO ₂ *	%1,81	%1,54	%6,25	%1,92	%3,99	%1,75
Na ₂ O*	6.65	6.73	20.3	8.25	10.1	5.70
CaO*	13.2	10.1	24.2	6.37	17.5	7.71
K ₂ O*	12.6	11.0	31.3	13.2	21.7	17.6
MgO*	16.0	11.8	30.8	12.4	22.5	20.8
Al ₂ O ₃ *	18.4	14.0	56.2	13.4	30.9	5.71
Fe ₂ O ₃ *	32.4	31.5	68.2	29.1	40.1	22.6

Düzeltilmiş değerler, Tablo 35 'ün ikinci sütununda gösterilmektedir, burada bazı görel sapmaların bir miktar azaltıldığı ve Serçe Limanı camları için verilerin sıkılaştırıldığı görülmektedir. Bu, verilerin ana gövdesindeki 85 örneğin tek bir kaynaktan geldiği varsayımını pekiştiriyor (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 469).

Bütünün bağlı sapması yüksek olabilir, çünkü bazı camlar renklidir ve demir genellikle renklendiricilerle bir kirletici madde olarak tanıtılır. Manganez katkı maddesi ile değişen miktarlarda demir de katılmış olabilir (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 469).

Kireç için nispeten yüksek değer (10.1% veya 13.2%) daha temel olabilir, çünkü doğrudan camın temel formülasyonunu ve başlangıç parti malzemelerinin değişkenliğini yansıtır. Kireçteki nispeten yüksek değişkenliğin, nihayetinde tüm bitki külü soda bardaklarının doğasında olduğu kanıtlanabilir. Bitki külü, bitkileri çukurlarda veya toprakla temas halinde yakarak hazırlandıysa, kirecin değişken bir kirletici olması beklenir. Ayrıca devreye girmiş olabilecek refrakter korozyon durumunun olduğunda belirtmişlerdir (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 469).

Karşılaştırma için, Nişabur'daki İslami camların (hem "renksiz, kesilmiş " hem de "çeşitli renklerde") ve Celile'deki Jalame'deki dördüncü yüzyıl atölyedeki camın görelî sapmaları da gösterilmiştir. Jalame'de cam, natron tipi, bu nedenle doğrudan Serçe Limanı camları ile karşılaştırmak biraz zayıf olabilir. Ne yazık ki, sınırlı bir süre içinde tek bir İslami atölyede yapıldığı bilinen camların tutarlılığı hakkında elimizde veri yok. Bu nedenle, Serçe Limanı örneklerinin tutarlılığını ölçmek için gerçekten geçerli bir ölçütümüz yok. Uygun veriler elde edildiğinde, Serçe Limanı nispi sapmalarını, tek atölyede yapıldığı bilinen İslami bitki külü soda bardakları gruplarınınkilerle karşılaştırmak faydalı olacağı düşüncesindedirler. Dahası, nasıl olduğuna dair daha net bir resme ihtiyacımız var. Herhangi bir fabrikanın camı içindeki eriyik-eriyik farklarından kaynaklanan değişkenlik, cam yapımının farklı bölgesel merkezleri arasındaki değişkenlikle karşılaştırılır (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 469).

Serçe Limanı 'nın Diğer İslam Camlarını Bileşimşeri ile Karşılaştırmaları;

Şekillerin kompozitleri. Şekil 73'den 75'e (Serçe Limanı camları için) ve Şekiller 76 ila 77 (180 bitki külü soda bardağı için diğer İslami yerler olarak) gösterilmektedir. Serçe Limanı camlarının (Şekil 78-79-80-81) diziyle karşılaştırılması diğer İslami camlar. Burada da değişkenliğin olduğu görülmektedir. Serçe Limanı camlarının oranı bundan belirgin şekilde İslami bitki külü soda bardakları genel olarak daha azdır. Ayrıca görülebilir İslami camların bu sınırlı seçimiyle ilgili olarak, belirli çıkarımlar yapılabilir. Bunlarla karşılaştırıldığında İslami camlar, Serçe Limanı camları aşağıdaki 3 maddedeki gibidir (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 469).

(1) nispeten düşüktür sodada ve nispeten yüksek kireçte,

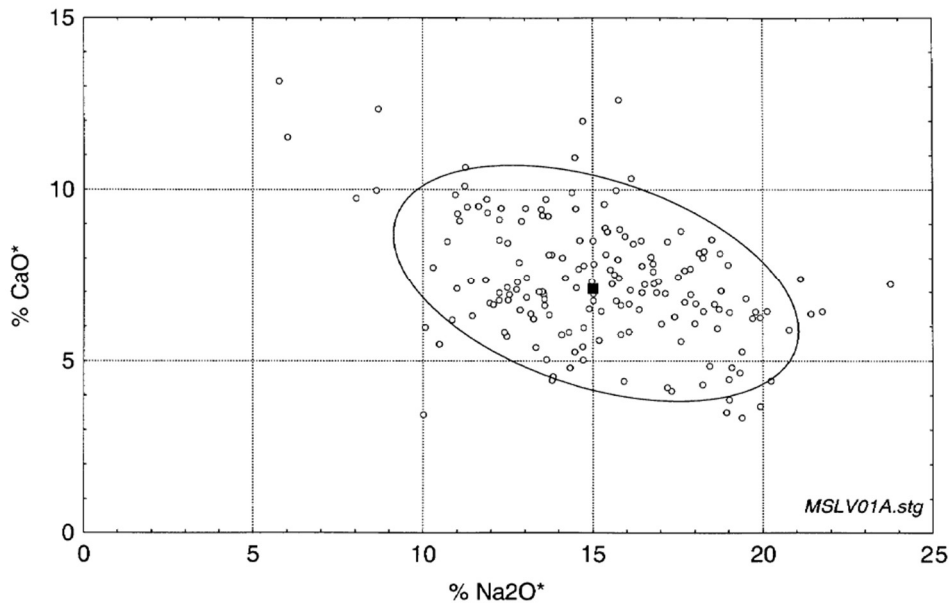
(2) nispeten düşük magnezyada ve

(3) daha yüksek silika ve ara madde içerenler arasında alümina içerir (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 469).

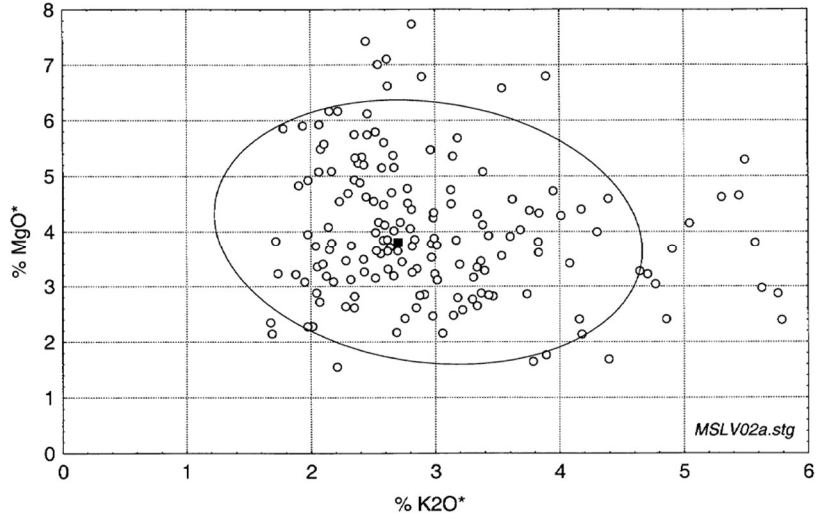
Umudumuz, bu tür karşılaştırmalar yoluyla, batığın kargosundaki camın nereden geldiğine dair kanıt sunacak bileşimsel kalıpları veya eşleşmeleri belirleyebilmeyi hedeflemişlerdir (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 469).

Bu nedenle, Serçe Limanı camlarını, çeşitli İslami sitelerden cam gruplarının her biri ve belirli dekorasyon türlerine sahip camlarla ayrı ayrı karşılaştırdık. Bazı oksitler için önemli ölçüde örtüşme bulduk (çok sayıda grafiğin hiç biri gösterilmemiştir araştırmacıları tarafından), ancak yalnızca birkaç durumda, yedi oksidin tümünün karşılaştırmasına dayalı olarak Serçe Limanı camları için yakın eşleşmeler bulundu ve bu vakalar bile tam eşleşme değildi. Bu en iyi eşleşmeler, Caesarea'dan 10. ila 12. yüzyıla ait yedi parçaydı (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 469).

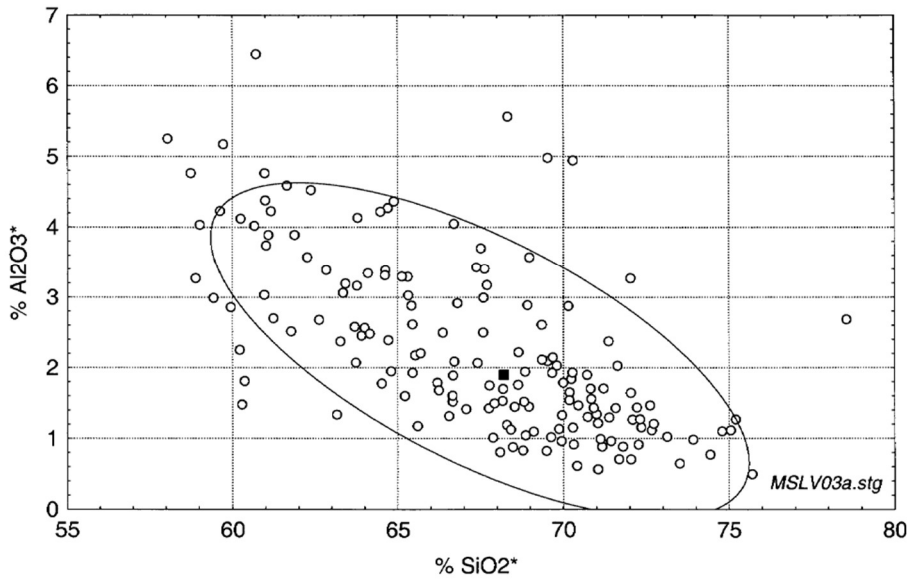
Tire'den dört parça cam kırığı ve bir atık var. Suriye'deki Qasr al-Hayr'dan bazı batık parçaları ve bazı cilalı, emaye ve çizik süslemeli camlar vardır (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 469).



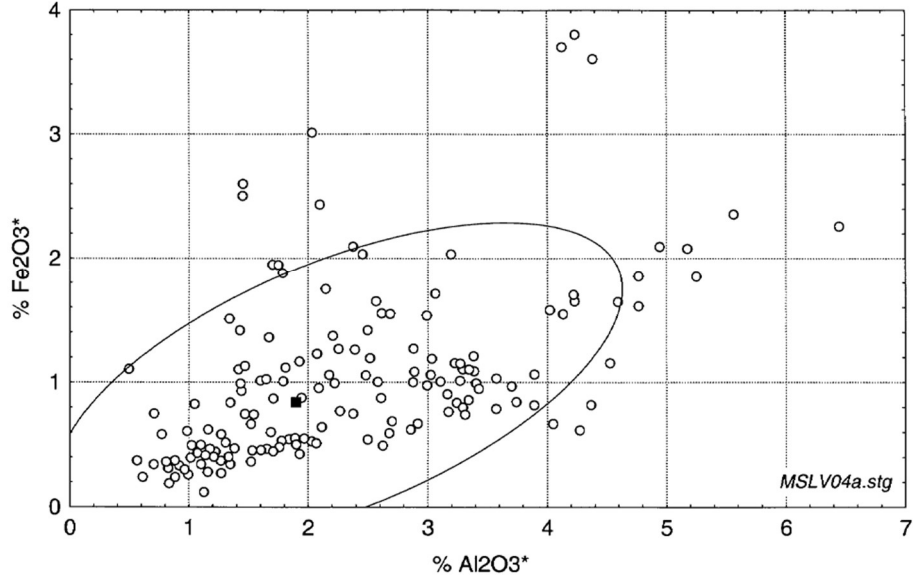
Şekil 74. 179 İslami bitki külü soda bardağı için kireç ve soda. Örnekler 20 Farklı Konumu veya Dekorasyon Türünü Temsil Ediyor. İçi Dolu Kare Medyan Değeri, Elips ise 95% Güven Sınırını Gösterir (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 470).



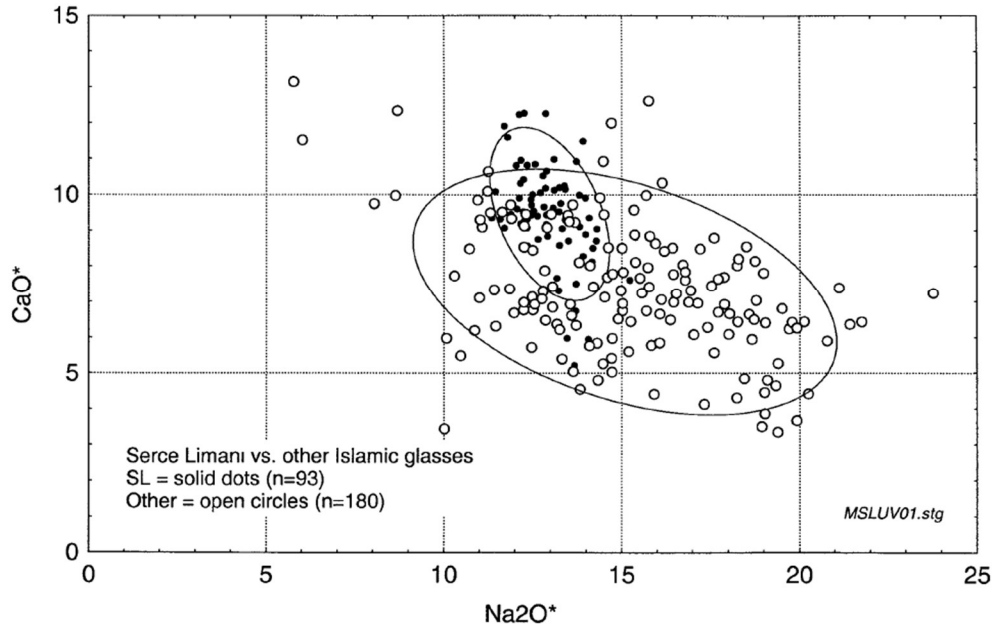
Şekil 75. 179 İslami Cam İçin Magnesia ve Potas Grafiği. Bunlardan Bazılarından Bir Referans Noktası Yanlışlıkla Çıkarıldı Grafikler (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 470).



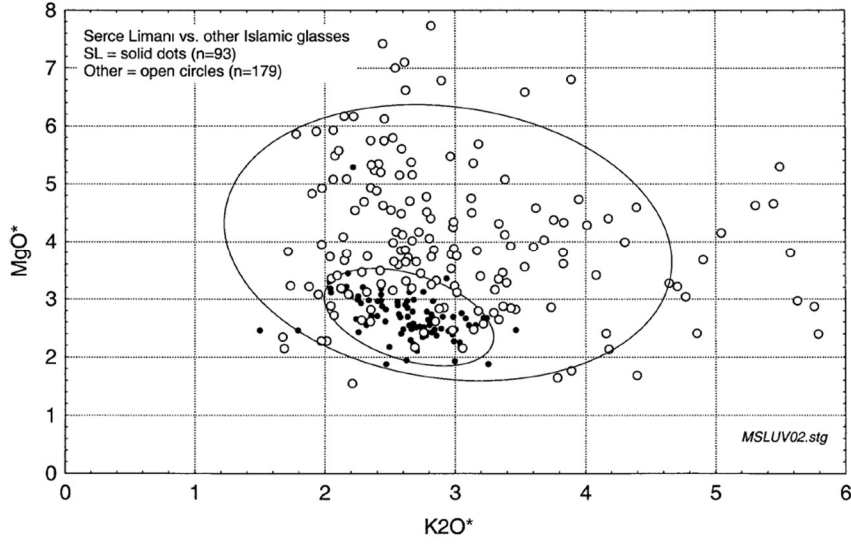
Şekil 76. 179 İslami Cam İçin Alümina ve Silika Grafiği (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 471).



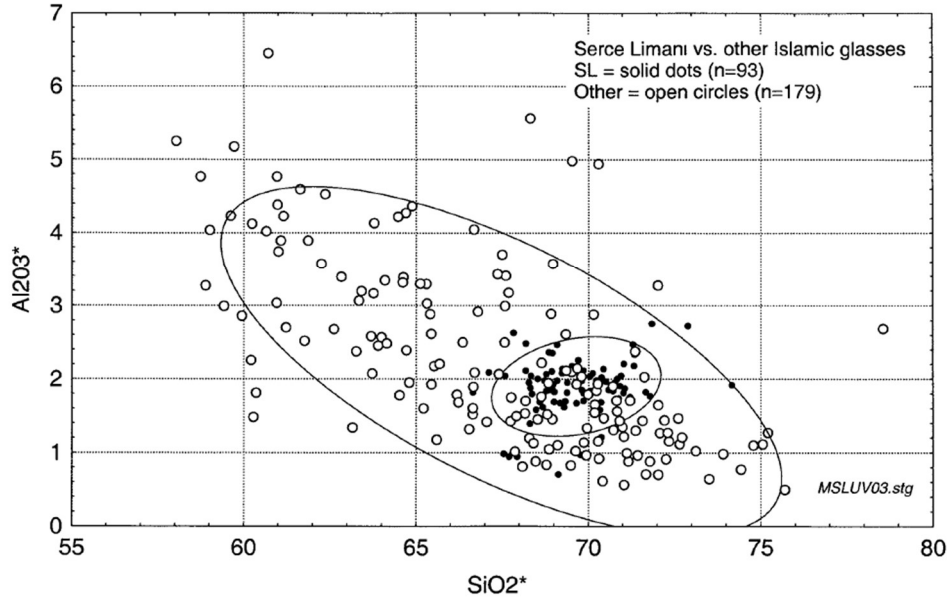
Şekil 77. 179 İslami Cam İçin Demir ve Alümina Grafiği. Bu Grafiklerin Bazılarından Yanlışlıkla Bir Referans Noktası Çıkarıldı (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 471).



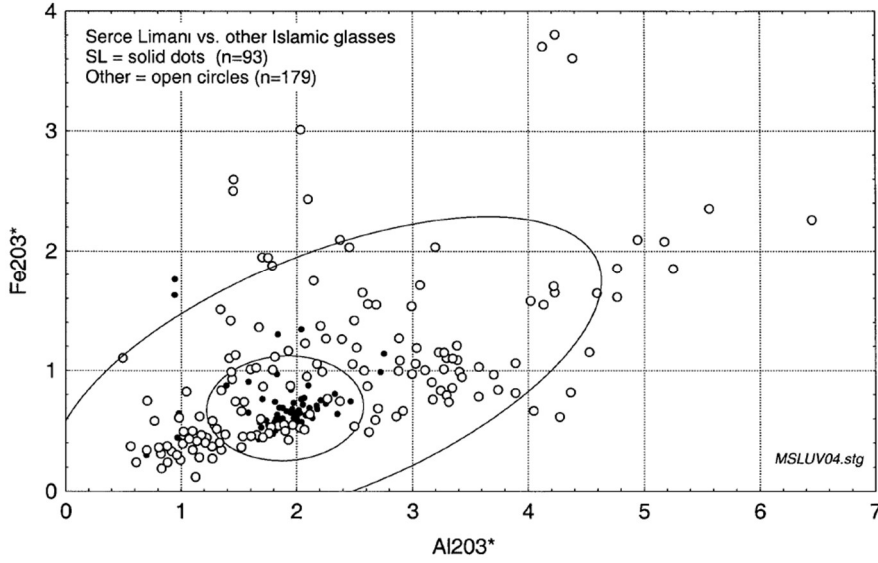
Şekil 78. Serçe Limanı Camlarını 180 İslami Camla Karşılaştırmalı Olarak Gösteriyor: Kireç ve Soda (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 472).



Şekil 79. Serçe Limanı Camlarını 179 İslami Cama Göre Gösteriyor (Bir Dış Nokta İhmal Edilmiştir): Magnezya vs. Potas (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 472).



Şekil 80. Serçe Limanı Camlarını 179 İslami Cama Göre Gösteriyor (Bir Dış Nokta İhmal Edilmiştir): Alümina ve Silika (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 473).



Şekil 81. Serçe Limanı camlarını 179 İslami Cama Göre Gösteriyor (Bir Dış Nokta İhmal Edilmiştir): Demir ve Alümina (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 473).

Serçe Limanı camının kimyası Caesarea, Tire ve Qasr al-Hayr camlarınıninkine o kadar benziyor ki, bunların ortak bir bölgesel kökene sahip olabileceği sonucuna varmak mantıklı. Üç bölgede kazılan camlar muhtemelen Doğu Akdeniz boyunca veya Qasr al-Hayr örneğinde olduğu gibi muhtemelen Suriye'nin iç kesimlerinde yapılmıştır. Bezemeli cam parçalarının menşei yoktur, ancak Suriye veya Mısır'da yapılmış olmaları muhtemeldir. Genel olarak Serçe Limanı camları, yedi oksitten en az birinde ve çoğu durumda birden fazlasında diğer tüm cam gruplarından açıkça farklıdır. Çok sayıda grafiksel karşılaştırmanın sonuçları Tablo 36 'te özetlenmiştir (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 474).

Yukarıda tartışılan ikili grafiklere ek olarak, veriler için üçlü grafikler de yapmışlardır. Eksenler, $(Na_2O * + K_2O *)$ 'ye karşı $(CaO * + MgO *)$ 'ya karşı $(SiO_2 * + Al_2O_3 * + Fe_2O_3 *)$ ağırlık yüzdelelerini temsil eder. Bu tür grafiklerin, büyük veri gövdelerindeki gruplamaları tanımlamak için kullanımı her zaman kolay değildir çünkü noktalarda çok fazla örtüşme vardır. Bununla birlikte, bu grafikten elde edilen çıkarımlar yukarıda belirtilenlerle tutarlıydı (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 474).

Üçlü grafikler, camların fiziksel özellikleriyle ilgilenen ve camları jenerik gruplara göre tanımlamaya alışkın olan cam bilimciler için özellikle yararlıdır. Toplam alkali ($\text{Na}_2\text{O}^* + \text{K}_2\text{O}^*$) genellikle diğer birçok İslami camdan daha azdır. Bu nedenle Serçe Limanı camını eritmek ve işlemek için diğer camlara göre biraz daha yüksek sıcaklıklar gerekirdi. Öte yandan, Serçe Limanı camları da diğer camlara göre bir nebze daha dayanıklı, yani su ile korozyona karşı daha az hassas olurdu (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 474).

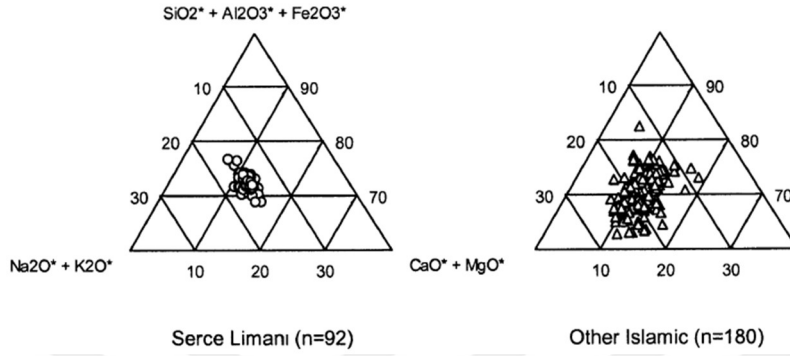
Gösterildiği üzere oksitlerin medyan değerlerinden tahmin edilen Serçe Limanı camının bazı fiziksel özellikleride verilmektedir. Kullanılan kompozisyon, bu grafikte Serçe Limanı elipsinin merkezine yakın düştüğünü belirtmişlerdir (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 474).

Tablo 36. Serçe Karşılaştırmaları Liman Bardakları ve Diğer Siteler Gelenler (Çev. A. Burak KÜTÜK), (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 474).

Site veya tür	Gruptaki sayı	Yaklaşık. tarih
Olası eşleşmeler		
Lastik kırıntısı	(5)	9.-13. yüzyıllar
Sezariye (y grubu)	(7)	10.-12. yüzyıllar
Qasr al-Hayr (kaplar)	(4)	İslami
Parlaklık (b)	(5)	9.-12. yüzyıllar
Kısmi eşleşmeler		
Parlaklık (c)	(8)	9.-12. yüzyıllar
Aralık kazıyın.	(7)	8.-9. yy.
Emaye	(6)	13.-14. yüzyıllar
Mümkün ama şüpheli		
Taht-ı Süleyman (y)	(5)	İslami
Şıraf (x)	(3)	9.-10. yüzyıllar
Nişabur (çeşitli renkler)	(20)	9.-10. yüzyıllar
Fustat (y)	(4)	9.-13. yüzyıllar
Şıraf (y)	(5)	9.-10. yüzyıllar
Sezariye (x grubu)	(4)	9.-12. yüzyıllar
Afganistan (x)	(12)	7.-13. yüzyıllar
Eşleşmiyor		
Nişabur (renksiz, kesik)	(17)	9.-10. yüzyıllar
Nişabur komşuları	(10)	10.-11. yüzyıl
Fustat (x)	(10)	9.-13. yüzyıllar
Fustat (b)	(4)	9.-13. yüzyıllar
Kasr-ül Hayr (bilezikler)	(5)	İslami
Qasr al-Hayr diğer gemi	(1)	İslami
Qsar es Seghir	(16)	Çeşitli İslami
Taht-ı Süleyman (x)	(5)	İslami
Parlaklık (a)	(3)	9.-12. yüzyıllar
Afganistan (y)	(14)	7.-13. yüzyıllar
Toplam	180	diğer gözlükler

Serçe Limanı Verileri Çok Değişkenli İstatistiksel İşlenmesi;

Beş özel soruyu yanıtlamak için Serçe Limanı ve diğer İslami camların verilerine üç çok değişkenli istatistiksel analiz yöntemi tipolojiye (Şekil 82'de gösterilen) uygulamışlardır (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 474).



Şekil 82. Solda 92 adet Serçe Limanı Camına Ait Üçlü Arsa; Sağda, On altı Farklı Bölgeyi Temsil Eden 180 İslami Camlar İçin Benzer Bir Grafik Siteler veya Dekorasyon Türleri (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 475).

Sadece Serçe Limanı Camına değerlendirme;

1. Veriler, analiz edilen 93 numunenin aynı fabrikada yapıldığı hipoteziyle tutarlı mı, yani Serçe Limanı camları tek bir kimyasal popülasyon mu yoksa veriler içinde istatistiksel olarak anlamlı alt gruplar var mı? (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 474).
2. Alt gruplar varsa, bunlar başlangıçta camların tanımlamak için kullanılan tipolojiye (Tablo 37) karşılık geliyor mu düşüncesi araştırmacıları tarafından düşünülmektedir.
3. Cullet A, Cullet B'den farklı mı? Diğer 19 İslami cam grubundan alınan 180 örnekle ilgili olarak:
4. İslami camların 19 alt grubu birbirinden önemli ölçüde farklı mı yoksa birbirinden ayırt edilemeyen alt gruplar var mı?

Serçe Limanı camlarının diğer İslami camlara göre karşılaştırmasına gelince:

5. İslami camların hangi alt grupları ayırt edilemez? Serçe Limanı camlarından mümkün mü (ya da en çok buna benzer)? Daniel Heyer birkaç yararlı ön hesaplama gerçekleştirdi (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 474).

Tablo 37. Tahmini Fiziksel Serçe Limanı Camlarının Özellikleri (Çev. A. Burak KÜTÜK), (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 475).

Yoğunluk	2,51 gr/cc
Kırılma indeksi [D]	1.524
Termal genleşme katsayısı	9.21 ppm/°C
Yumuşama noktası	725°C
Tavlama noktası	545°C
Çalışma noktası	1021°C

Hesaplamaları, ardından Corning, Inc.'den Dean V. Neubauer tarafından bağımsız olarak gerçekleştirilen kapsamlı hesaplamalar izledi (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 475).

Uygulanan çok değişkenli istatistiksel yöntemler, hiyerarşik küme analizi, temel bileşenler analizi ve diskriminant analizi idi. Neubauer, bu analizleri piyasada bulunan Minitab ve Zetaware Ternary yazılım programlarını kullanarak yürütmüşlerdir (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 475).

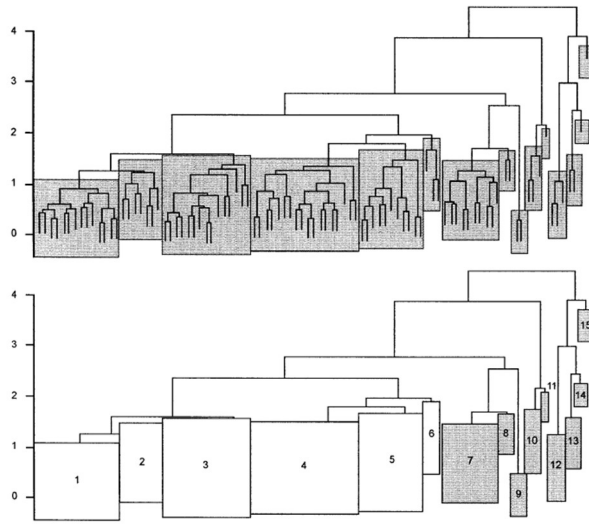
Serçe Limanı Verilerinin Hiyerarşik Küme Analizinin Sonuçları;

93 Serçe Limanı örneğini 15 kümeye ayırmak için hiyerarşik küme analizi kullanılmıştır. Bunların sadece bitki külü soda bardaklarını içerdiğini bilinmektedir. Kümeler, Şekil 83'de gösterilen dendrogramlardan belirgindir. Bu çok değişkenli yaklaşım, daha önce bahsedilen tüm grafikleri çizmek için kullanılan aynı yedi oksitte dayanıyordu. Şekil 90'da, on beş kutu birbirine en çok benzeyen örnekleri içine alır (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 475).

Bu kümeler 1-15 arasında numaralandırılmıştır. Dikey ölçek, kümelerin farklılığının istatistiksel bir ölçüsüdür. Dendrogram yapısında aşağı doğru hareket edildiğinde, verilerde altı ana grup ortaya çıkar. O halde, onu inşa etmek için kullanılan 93 Serçe Limanı örneğinin, birbirine görece benzeyen (küme 1-6) yaklaşık 68 örnekten oluşan bir "ana gövde" ve biraz farklı olan 25 örnekten oluşan bir gruptan oluştuğu sonucuna varılabilir. Bu ana gövdeden çıkar. Farklı olanlar, şekildeki en sağdaki kümelerdir (kümeler7-15), (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 475).

Şekil 90' da hangi örneklerin on beş kümenin her birinin üyesi olduğunu göstermektedir. İlginç bir şekilde, dendrogramın sağ tarafına doğru dokuz küçük kümedeki (küme 6 ve 8-15) numuneler, orijinal sıralama işlemi sırasında sıra dışı olarak tanımlanan ve rapor edildiği gibi grafik inceleme. Bu nedenle, kümeleme analizinin daha titiz süreci, basitçe grafikleri incelemenin daha sübjektif süreciyle tatmin edici bir uyum içindedir. Sonuçlar, bağımsız olarak yürütülen ancak burada gösterilmeyen daha önceki küme analizleriyle de genel olarak uyum içindedir; bu önceki hesaplamalar, özetlenen çok değişkenli (yedi oksit) yaklaşımı yerine tek oksitler olarak ham verilere dayanıyordu (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 475).

Birkaç yerde, benzer türdeki parçalar, kompozisyon kümeleri içinde birbirine yakın görünür. Örneğin, 3427, 3430 ve 3431'in tümü küçük, ince cidarlı bardaklardandır ve küme analizindeki yakınlıklarının da gösterdiği gibi, kimyasal bileşimleri çok benzerdir. Bu mantıklıdır (hepsi 3. kümede birbirine yakındır). Aynısı küme 1'deki üç atık cam parçası ve diğer birkaç örnek çifti için de geçerlidir. Sonuçlar ayrıca Cullet A'nın, Cullet B'den çok farklı olmasa da, yine de istatistiksel anlamda önemli ölçüde farklıdır (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 475-476).



Şekil 83. Üstte, Serçe Limanı'ndan 93 Adet Bitki Külü Soda Bardağının Hiyerarşik Küme Analizi İçin Dendrogram; Alt, Basitleştirilmiş Serçe Limanı Camlarına İlişkin Ana Veri Gövdesini (Gölgesiz Kümeler 1-6) ve Görünen Örnek Kümelerini Gösteren Dendrogram Farklı Kaynaklardan Gelmiş Olmalıdır (gölgeli kümeler 7-15), (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 476).

Öte yandan, verilerin ana gövdesine yayılan benzer türde bardakların daha fazla örneği vardır (küme 1-6). Bu, bir bütün olarak camın tipolojik çizgileri aşan bir kimyasal homojenliği olduğunu düşündürür ve yükün, tipolojiden bağımsız olarak öncelikle tek bir fabrikanın çıktısı olduğu ve diğer kaynaklardan gelen bazı kaçak camların karıştırıldığı hipotezini güçlü bir şekilde destekler. (küme 8-15 ve muhtemelen 6) Bununla birlikte, olası tanımlanamayan örneklerin dâhil edilmesine yönelik kasıtlı bir örnekleme taraftarı olduğu belirmişlerdir, bu nedenle toplam kargodaki tanımlanamayan yüzdesi muhtemelen Fragmanların bu özel örneklemede bulunan orantı ve bu oran, verilere nasıl baktığınıza bağlı olarak 11/93 ile 25/93 (12–27) arasında değişebilir (Bass, Brill, Lledó, Sheila, Matthews, 2009, s. 476).

Serçe Limanı Verileri Temel Bileşenler Analizinin Sonuçları;

Temel bileşenler analizi, verilerdeki değişkenlikten sorumlu olan cam oksit seviyelerinin bağımsız doğrusal kombinasyonlarını (matematiksel fonksiyonlar) tanımladı. Bunlara temel bileşenler denir. Tipik olarak, bu tür analizler, varyasyonun çoğunu açıklayan bu bileşenlerden yalnızca birkaçını üretir (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 476).

93 Serçe Limanı örneği için, verilerdeki değişkenliğin 90 'sinin PC1 ve PC2 olarak adlandırılan ilk iki ana bileşenle açıklanabileceğini bulduk. Bunlardan daha önemlisi silika (SiO_2 *) ve kireç (CaO *) arasındaki bir ilişki olan PC1' dir. Tablo 38-39 'da gösterildiği gibi, PC1 verilerdeki toplam değişkenliğin 60.6 %'sini oluşturur. Diğer ana bileşen olan PC2, arasındaki ilişkiyi temsil eder (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 476).

Tablo 38. Serçe Limanı Örneklerinin Çok Değişkenli Küme İle Kümelenmesi Analizi (Çev. A. Burak KÜTÜK), (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 477).

Ana Veri Gövdesi			
Küme 1	Küme 2	Küme 3	Küme 4
3554 Cam Kırığı A	3559 kesim	3733 A'yı Ayıkla	3735 A'yı Ayıkla
3741 Cam Kırığı A	3560 kesim	3590 yüzük	3588 yüzük
3742 Cam Kırığı A	3424 gemi	3427 mezar	3580 Pat.d
3596 atık	3436 gemi	3437 gemi	3449 gemi
3738 Cam Kırığı A	3434 gemi	3430 tam	3433 gemi
3587 yüzük	3447 gemi	3431 mezar	3429 mezar
3597 atık	5903 gemi	3549 Pat.d	3445 Pat.d
3552 yüzük		3443 gemi	3591 yüzük
5909 Pat. d		3548 gemi	3543 gemi
5904 gemi		5907 gemi	5905 gemi
3563 gemi		3446 Pat.d	3438 gemi
3594 atık		3432 gemi	3592 yüzük
3584 gemi		3423 gemi	5902 Pat. d
5906 gemi		3421 gemi	3562 gemi
		*3582 Başışboş 2	3593 atık
			3557 Pat.d
			3572 kesim
			3435 gemi
Küme 5	Küme 6		
3553 Eleme B	3575 kesim, dbt		
3734 B'yi Ez	*3586 Kaçak 1, lbo		
3583 gemi	*3568 Stray 1, düz mü?		
3426 kesim			
*3731 Başışboş 2			
3736 Eleme B			
3544 gemi			
3547 gemi			
3570 gemi			
3737 B'yi Ez			
3739 Eleme B			
Aykırı Değerler ve Sınır Çizgisi			
Küme 7			
3743 A'yı Ayıkla	3545 gemi	3561 kesim	
3564 gemi	3568 kesim	3565 gemi	
3550 gemi	3555 Pat.c	5900 Pat.c	
3444 gemi			
Küme 8	Küme 9	Küme 10	Küme 11
3556 Pat. c, 7 yıldızlı	*3574 Pat. c, dbt	3740 Eleme B	*3598 Stray 2, alem
5908 gemi, büyük kavanoz	*3573 gemi, dbt	3442 gemi, blg.	
		*3569 Stray 1, düz	
Küme 12	Küme 13	Küme 14	Küme 15
3589 yüzük	*3422 vess, büyük kavanoz	*3571 damar, mor,	*3581 Kaçak 1, fctd.
5901 Pat. c, mtpl-yıldız	*5910 Stray 2, bttl.		
3551 gemi, unk.			

Tablo 39. Temel Bileşen Analizleri (Çev. A. Burak KÜTÜK), (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 478).

	Serçe Limanı (n=93)			Diğer İslam (n=180)		
Özdeğer	2.6400	1.2771	0,1790	26.075	4.430	1.849
Oran	0,606	0,293	0,041	0,752	0,128	0,053
Kümülatif	0,606	0.900	0,941	0,752	0,880	0,933
Değişken	PC1	PC2	PC3	PC1	PC2	PC3
SiO ₂ *	-0,705	0,448		0,809	0,381	
Hayır, O*		-0,743		-0,550	0,487	
CaO*	0,701	0,425			-0,783	
K ₂ O*			-0,434			
MgO*			0,568			-0,848
Al ₂ O ₃ *			-0,572			0,465
Fe ₂ O ₃ *						

Silika, kireç ve sodadır ve toplam değişkenliğin 29.3 % 'ünü oluşturur. Böylece, bu iki ana bileşen, soda: kireç: silika camlarının üç ana bileşenini oluşum halinde içerir. Bu üç ana bileşendeki varyasyonlar, Serçe Limanı cam numuneleri arasındaki bileşimsel farklılıkların çoğundan sorumludur (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 478).

Serçe Limanı verilerindeki değişkenlikten hangi oksit fonksiyonlarının sorumlu olduğunu matematiksel olarak belirledikten sonra, iki ana bileşeni birbirine karşı basitçe çizerek numune gruplarını aramak mümkün hale gelir. Bu tür gruplandırmalar, bileşim açısından en çok benzeyen noktalardan (cam numuneleri) oluşur (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 478).

Ham verilerin grafiklerinde olduğu gibi, aykırı örneklerin olduğu görülmektedir. Grafik ayrıca 95° 'lik bir güven elipsi içerir. Noktaların çoğu, ortak olasılık dağılımına göre uzundur, yani, daha önce açıklandığı gibi, bir kez daha tek bir fabrikadan veya yakın ilişkili atölyeler grubundan gelmiş gibi görünürler. Yine de, elipsin hem dışında hem de sınırları içinde sınırda ve sınırda örnekler var (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 478)

Daha az önemli üçüncü bir faktör olan PC3, potasyum, magnezyum ve alüminyum oksitleri (K_2O *, MgO * ve Al_2O_3 *) içerir. Bu nedenle, Serçe Limanı camları için, küçük bileşenlerle ilişkilidir ve değişkenliğin sadece 4.1 % 'sini oluşturmaktadır. Üçüncü bir ana bileşen dâhil edildiğinde, üç ana bileşeni üç boyutlu uzayda çizmek mümkündür ve bazen gruplamalar daha net hale gelir. Ancak bu durumda grafiklerin okunması kolay olmadığı için buraya dâhil edilmemiştir (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 478).

Bu temel bileşenler yaklaşımı tarafından oluşturulan gruplandırmalar, genel olarak, grafik incelemelerin sonuçlarını içeren listelenen ve çok değişkenli şekilden alınan ile uyumludur (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 478).

Küme analizi yukarıda tartışılan 93 Serçe Limanı örneğinin diğer 180 örnekle nasıl karşılaştırıldığını da göstermektedir (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 478)

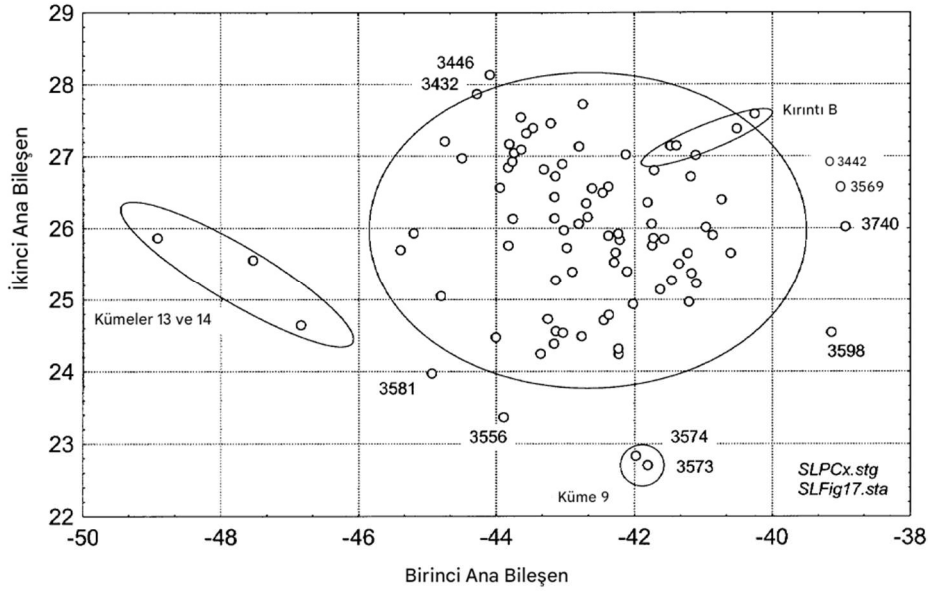
Analitik verilere sahip olduğumuz İslami camlar. Aynı 180 bardak iç in temel bileş enler analizi yapıldı (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 478).

180 İslami camın ilk iki ana bileş eni, verilerdeki varyasyonun yaklaşık 88 % 'sini oluşturmaktadır (Serçe Limanı camları için 90% 'ye karş ılık). Bununla birlikte, oksit ilişkileri biraz farklıdır. Serçe Limanı camları için PC1 silika ve kireç içerir; 180 İslami camlar için silika ve soda içerir (İslami camlar için PC2 silika, soda ve kirecin bir fonksiyonudur ve PC3 MgO^* ve $Al_2O_3^*$ içerir.), (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 478).

İki veri seti için PC1'deki farkı araştırmacılarını düşündürmektedir. Birbirinden çok uzak bölgelerden gelen İslami camlar için, değişkenliğin çoğu muhtemelen iki temel bileş en, yani silis ve alkali parti malzemeleri arasındaki önemli kimyasal farklılıklardan kaynaklanmıştır. Bu beklenebilir. Bununla birlikte, yalnızca Serçe Limanı camlarında, değişkenliğin çoğu, görünüş e göre, iki baş langıç parti malzemesinden birinin kireç içeriğindeki değişkenlikten kaynaklanıyordu: ya bitki küllerinde bir toprak kirletici olarak kireç ya da silis kaynağında bir kirletici olarak. Her ikisi de gereksinimlere uyacaktır, ancak değişkenlik silika kaynağına atfedilirse, bunun önemli sonuçları olacaktır. Kuvarsit çakıllarının kireçle fazla kirlenmesi olası değildir, oysa sahil kumlarının kireç içeriklerinde önemli değişkenlik gösterdiği bilinmektedir. Dolayısıyla, bu akıl yürütme, silikayı tanıtmak için sahil kumunun kullanılıp kullanılmadığı hakkında düşünmektedirler. (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 478).

Diskriminant Analizi Sonuçları;

Temel bileş enler analizi, Serçe Limanı ve İslami veri setlerinin kompozisyonları arasındaki ilişkilerin doğasını tanımlamıştır (Şekil 84). Ancak bu analiz, Serçe Limanı camlarının nereden geldiğini ve bir veya daha fazla kaynağın iş in içinde olup olmadığını belirleyemedi. Bu nedenle, İslami camlar kullanılarak doğrusal bir ayırım analizi kullanıldı (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 478).



Şekil 84. 93 Adet Serçe Limanı Bitki Külü Soda Bazlı Camın Ana Bileşen Grafiği. (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 479).

Bu analizin amacı, sınıflandırma için gruplar Serçe Limanı camlarının her birini bileşim bakımından (olasılık açısından) en benzer İslami gruplara yerleştirmektir. Diskriminant analizinde kullanılan kümeleme teknikleri, veri setini iki veya daha fazla homojen gruba ayırmak için tasarlanmıştır. Bu hesaplamaların detayları ise araştırmacıları tarafından rapor edilmemiştir, sadece sonuçlar verilmiştir (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 479).

Diskriminant analizi, Serçe Limanı veri setinin, dikkate alınan 18 İslami gruptan yedisiyle değişen derecelerde ilişkili camlar içerdiğini göstermiştir. 93 Serçe Limanı örneğinden 84'ü Tire, Caesarea İslam camları ve Takht-i-Süleyman'dan birkaç cam ile en yakın eşleşmelerini ve bazı emaye ve cilalı camları buldu. Bu 84 Serçe Limanı camının yarısı, Tire'deki cam kırığı ile diğer gruplardan daha yakından ilişkiliydi (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 479).

Bir örnek (no. 3581), Nişabur'dan gelen renksiz kesme camla en yakın eşleşmeyi buldu. Sıraftan gelen bazı camlarla da bazı benzerlikler bulundu. Genel olarak, bu bulgular diğer yorumlayıcı yaklaşımlardan gelenlerle iyi bir uyum içindedir (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 479).

İlgili Sonuçlar Serçe Limanı ‘nın Cam Kökeni;

Serçe Limanı numunelerinin kimyasal analizlerinden umulabilecek en iyi sonuç, camın tek bir imalathane veya atölyede yapılıp yapılmadığının, yapılmışsa o imalathane veya atölye yer aldı. Başlangıçta, sorunun ilk kısmı muhtemelen cevaplanabilir olsa da, ikinci kısmın muhtemelen yalnızca en genel ve geçici terimlerle ele alınacağını belirtmişlerdir ve durum da böyle olduğunu söylemektedirler (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 479).

Verilerin yorumlanmasındaki en büyük engel, bilinen atölyelerden alınan çağdaş camların ve hatta bilinen sitelerden alınan tarihli camların kimyasal analizlerinden oluşan kapsamlı bir verinin olmamasıydı. Serçe Limanı camları, yalnızca başlangıçta anlatılan 180 ortaçağ İslam camlarıyla karşılaştırılabilmişlerdir (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 479).

Dokuz yerleşim yeri veya bölgeden on dokuz farklı gruba ayrılmış olan ve kaynağı bilinmeyen üç dekoratif cam türünün örneklerini içeren bu bölüm ayrıca, cam eserlerin ille de bulundukları yerin yakınında yapılmadığını tekrarlamakta fayda (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 480).

Bu faktörleri göz önünde bulundurarak, verileri incelerken iki yaklaşım benimsedik. İlki, yedi ana ve küçük oksidin standart grafiklerini incelemektir. İkincisi, üç çok değişkenli istatistiksel hesaplama olmadan oluşuyordu: temel bileşenler analizi, küme analizi ve diskriminant analizi. İki yaklaşım da genel olarak tutarlı bulgular sağladı (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 480).

Natron tipi camlar olduğu anlaşılan dört örnek ve ağır kurşunlu zümrüt yeşili camlar olan dört örnek dışında, Serçe Limanı camları muhtemelen bitki küllerinden elde edilen sodadan yapılmış soda: kireç: silika camlardır (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 480).

Üç farklı açıdan bakıldığında, Serçe Limanı camları yaklaşık 85 örnekle temsil edildiği gibi ortak bir kökene sahip, bileşimsel olarak homojen bir cam gövdesi gibi görünüyor. Diğer sekiz numunenin farklı kaynaklardan geldiğine karar verildi, ancak birkaç camın sonuçları bunların belirsiz, sınırdaki vakalar olduğunu gösterdi (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 480).

Özet olarak, veriler, batık'taki parçaların büyük çoğunluğunun tek bir atölyede (veya yakından ilişkili atölyeler grubunda), oldukça kısa bir süre içinde (muhtemelen birkaç ay), ham cam kırıntısından yapıldığını göstermektedir. Tek bir atölye tarafından sağlandı, ancak belki de çok benzer yığın malzemelerin farklı partilerinden eritildi (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 480).

93 Serçe Limanı örneğinin tipolojik alt gruplarla eşleşen kimyasal alt gruplara ayrılmasının minimal olması dikkat çekicidir. Başka bir deyişle, tüm farklı şekillerin camı, tek bir istatistiksel popülasyon olma eğilimindedir (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 480).

Ayrıca, iki yakından ilişkili cam kırığı partisinin temsil edildiğine dair bazı göstergeler olmasına rağmen, büyük cam kırığı parçalarının kap parçalarından ve atık camdan kimyasal olarak ayırt edilemez görünmesi de dikkate değerdir. Bu nedenle cam kırığı ve damar parçalarının ortak bir kökene sahip olduğu görülmektedir. Yalnızca kimyasal kanıtlara dayanarak, cam kırığı ve kırık cam parçalarının gemiye muhtemelen aynı konumda yüklendiği sonucu çıkar. Öte yandan, başka bir yerde yapılmış küçük bir cam oranı da karıştırılmıştır belirgin şekilde farklı camlar (dört natron tipi parça ve dört ağır kurşunlu cam) ve o bölgeye ait olmadığı anlaşılan yaklaşık sekiz bitki külü soda bardağı dâhildir (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 480).

Diğer 180 İslami camın analizleriyle çeşitli grafik ve istatistiksel karşılaştırmalar yaptıktan sonra, tipik Serçe Limanı camının en çok Caesarea'dan 13 bardak, Tire'den bir miktar cam kırığına benzediği sonucuna varmışlardır. Ve Qsar al- Hayr'dan dört parça ve ayrıca bazı emaye ve lüsterle süslenmiş kaplar. Bu bulguların dikkate değer bir sonucu, Serçe Limanı camlarının kompozisyonlarının, test edilen diğer on altı kadar grubun camlarından önemli ölçüde farklı olmasıdır. Ortak bir kökenleri yoktur (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 480).

Bu bölgesel bağlantılar, Serçe Limanı enkazında bulunan camın bir Levantini veya Suriye menşeli olduğunu gösteriyor gibi görünmektedir. Bu, batığın battığında büyük olasılıkla Doğu Akdeniz'den batıya veya kuzeye doğru gittiğini gösteriyor (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 480).

Ancak yalnızca kimyasal kanıtlara dayanan bu tür herhangi bir sonuç yalnızca geçici olabilir ve İslami ve diğer ilgili camlar için yeni analitik veriler elde edildikçe yeniden düşünülmelidir. Ancak şimdilik, resim mantıklı görünüyor en azından enkazdan elde edilen arkeolojik kanıtlarla çelişmediği sürece. Bunu belirtmemizin nedeni, kimyasal analitik kanıtların burada rapor edilen yorumunun, burada yazılan olmasıdır. Bu, maksimum nesnelliği korumak adına yapıldı (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 480).

Tire'den gelen cam kırığına kimyasal benzerlik özellikle ilginçtir, çünkü bu dört külçe (bir atık cam parçasıyla birlikte) büyük bir cam eritme tankının kalıntılarının yakınında bulunmuştur. David Whitehouse, tankın Abbasi, Fatımi veya Haçlı dönemine ait olduğuna inanıyor. Cam kırıntısı parçalarının rengi yeşilden maviye, renksizden mora değişiyor, bu yüzden tek bir eriyikten değillerdi ama hepsinin büyük ihtimalle yerel veya en azından bölgesel kökenli analizler, Serçe Limanı camı için tam bir kimyasal eşleşme değil. Ancak dört standart grafik üzerinde, Tire cam kırığı ve Serçe Limanı camlarının ortak bir bölgesel kökene sahip olabileceğine inandığımız kadar yakın. Dolayısıyla bu kimyasal kanıt, Serçe Limanı camının Levanten kökenli olmasıyla tutarlıdır (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 480).

Biraz benzer bir durum, Caesarea'daki Fatımi parçaları için de geçerlidir. Bunlar cam kırığı değil, on iki kap parçası ve bir kalıp ya da halka biçimindeki bir parça atık camdır. Yine aynı olmamakla birlikte kimyasal bileşimleri Serçe Limanı camına oldukça benzer. Ne yazık ki sağlanan numuneler, ana parçaların damar şekillerinin ve herhangi bir kalıp deseninin enkazdan çıkarılan camınkine benzer olup olmadığını belirlemek için çok küçüktü. Serçe Limanı ve Caesarea analizleri arasındaki yakın uyumun, en azından bir kısmı natron bazlı olan Caesarea'dan önceki camlar için değil, yalnızca 9. yüzyıldan 12. yüzyıla kadar olan camlar için geçerli olması dikkat çekicidir (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 480).

Analizlerden çıkan en ilginç bulgulardan biri, renksiz, kesme bir şişe parçasının birçok kompozisyon özelliğinde Serçe Limanı camının geri kalanından belirgin şekilde farklı olmasıdır. Karşılaştırmak on dört su parçasıyla yaptığı analizin Nişabur'dan gelen beyaz, renksiz, kesme cam çok yakın bir eşleşme gösterdi camların ortak bir bölgesel kökene sahip olduğuna inanmamıza yetecek kadar yakın. Nişabur örnekleri, Corning Cam Müzesi'ndeki büyük bir parça koleksiyonundan geldi. 10. ve 12. yüzyıllar arasına tarihlendiğine inanılan yüzey buluntularıdır. Bu bileşimin Nişabur'daki daha sıradan camların diğer renklerinden açıkça ayırt edilebilmesi ve bu tür renksiz, kesme lüks camların özelliği gibi görünmesi özellikle önemlidir (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 480-481).

Bu gözleme dayanarak, batıkta bulunan ek renksiz, kesme cam örneklerini analiz etmek değerli olacaktır örneğin, kaptanın veya yolcuların mallarının bir parçası olduğu düşünülen bazı sağlam veya neredeyse bozulmamış gemiler. Kompozisyonları, geminin ana limanının ve kaptanının bölgesel konumuna veya geminin kaderiyle karşılaşmadan önce uğradığı limanlara ilişkin bağımsız kanıtlar sunabilir (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 481).

Stronsium İzotop Analizleri;

Daha önce jeolojik araştırmalarda ve iskelet kalıntılarını incelemek için kullanılan bir laboratuvar yöntemi olan stronsiyum izotop analizi, tarihi camları sınıflandırmak için kullanılabilir hale geldiğini belirtmişlerdir. Camlara uygulanması hala geliştirmenin ilk aşamalarında, ancak yöntem, kimyasal analizleri desteklemek için bağımsız bilgi sağlama konusunda umut vaat etmektedir. Biraz basitleştirilmiş terimlerle, stronsiyum izotop analizleri, camları eritmek için kullanılan parti malzemelerinin gelmiş olabileceği jeolojik ortamlar hakkında bilgi verir. Böylece camların nerede yapılmış olabileceğine dair bilgi sağlarlar. 2006 yılında, Kuzey Carolina Üniversitesi'nden Profesör Paul D. Fullagar ile iş birliği içinde, çok çeşitli tarihleri, kazı alanlarını ve kimyasal bileşim ailelerini temsil eden 325 tarihi camın stronsiyum izotop analizlerini gerçekleştirilmiştir (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 481).

Kaynaklar, yaklaşık 2.600 yıllık cam yapım tarihini kapsıyordu ve Batı Avrupa'dan Doğu Asya'ya kadar uzanıyordu. Analizin amacı, bu çok çeşitli cam türleri arasında hangi stronsiyum izotop oranlarının var olduğunu keşfetmektir. Diğer araştırmacıların çalışmaları ile birlikte, sonuçlar cesaret verici olmuştur. Örneğin, bu araştırma, erken dönem Mısır ve Mezopotamya camları ile Roma ve İslam camları arasında net bir ayrım yapmanın mümkün olduğunu gösterdi. Ayrıca, Roma camları arasında (ve İslam camları arasında) farklı imalat bölgelerine karşılık gelebilecek küçük farklılıklar olduğu belirtmişlerdir. Analiz edilen 25 İslami cam, Serçe Limanı Batığı'ndan on cam parçasını içermektedir (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 481).

Tablo 40. Stronsiyum İzotop Oranları Bazı Serçe Limanı Camları İçin (Çev. A. Burak KÜTÜK), (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 482).

Örnek numarası."	Tip	87 Kdemi/86 Kdemi
3424	küvanca	0,708517
3430	bardak	0,70898
3545	plaka	0,708266
3549	kalıplanmış tabak	0,708821
3560	kesilmiş şişe	0,708783
3587	yüzük	0,708708
3735	cam kırntısı	0,70854
3739	cam kırntısı	0,708795
3741	cam kırntısı	0,708683
3581	kesilmiş şişe	0,708589
Anlam	(n=10)	0,7086682
medyan	(n=10)	0,7086955
std. dev.		0,00020
deniz suyu		0,709175

0,70898 ve 0,70827'nin dış değerleri. Veriler Tablo 40 'da verilmiştir. İki aykırı değer biraz şaşırtıcı çünkü verilerin beklediğimiz kadar sıkı bir şekilde gruplandırılmadığını gösteriyor ancak bu bitki külü soda bardaklarının doğasında olabilir. Şu anda, bunun ötesine geçmek için erken olacaktır. Bununla birlikte, bulgular kesinlikle tutarlıdır (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 482).

Analiz Sonuçları;

Bu sonuçlar 41' den 52 'de kadar olan Tablolarda verilmiştir ve numuneler oldukça gelişigüzel bir şekilde düzenlenmiş, kısmen ana parçaların görünümünün benzerliklerine veya bazı durumlarda verilerin ön incelemelerinden kaynaklanan kimyasal tiplere karşılık gelen gruplara ayrılmıştır (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 482).

Rutin uygulamalara uygun olarak, azaltılmış bileşimler her sütunun altında rapor edilir. İndirgenmiş bileşimler, eski camları sınıflandırmak için normalde en yararlı olduğuna inandıkları yedi ana ve küçük oksidi 100.00 %'ye normalleştirerek hesaplanır. Bu hesaplama bazen, renklendiricilerin veya diğer katkı maddelerinin bileşimsel etkilerinin bir kısmını matematiksel olarak ortadan kaldırdığı için bileşimleri karşılaştırmak için daha tatmin edici bir temel sağlar. Normalde, grafikleri çizerken indirgenmiş bileşimler kullanmışlardır ancak indirgenmiş bileşimlerde, ayrı ayrı oksitler, CaO* ve MgO*'da olduğu gibi bir yıldızla işaretlenmişlerdir (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 482).

Tablo 41. a-1 Adlı Çalışmanın Sonucuna Göre; Hesaplamalarda Kullanılan Serçe Limanı Bitki Külü Soda Camları (n=92) (aSiO₂ d %100,00'den Farkla Tahmin Edilir. Bu Nedenle P₂O₅, Cl ve SO₃'ü de İçerir (P₂O₅'in Ayrı Olarak Rapor Edildiği Durumlar Hariç), (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 483).

	Sample number										
	3421	3422	3423	3424	3426	3427	3429	3430	3431	3432	3433
SiO ₂ d*	70.38	70.50	68.94	68.14	68.32	70.49	66.33	69.68	69.40	69.69	67.63
Na ₂ O	12.2	13.8	11.2	13.1	11.9	12.0	13.0	11.7	11.7	11.4	13.8
CaO	8.46	5.83	9.86	8.94	10.1	9.15	9.54	9.29	9.50	8.83	9.78
K ₂ O	2.59	1.76	2.52	2.15	2.62	2.24	2.57	2.81	2.98	3.17	2.40
MgO	1.92	2.41	2.63	2.98	2.52	2.41	2.93	2.33	2.21	1.83	2.93
Al ₂ O ₃	2.44	2.70	1.92	1.87	1.81	2.19	2.57	1.97	1.80	1.80	1.56
Fe ₂ O ₃	0.72	1.12	0.70	0.65	0.59	0.75	0.85	0.58	0.54	0.59	0.64
TiO ₂	0.2	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.1	0.1
Sb ₂ O ₃											
MnO	0.78	1.60	1.82	1.78	1.75	0.38	1.56	1.25	1.48	1.48	0.92
CuO	0.003	0.008	0.003	0.003	0.003	0.001	0.01	0.002	0.003	0.83	0.004
CoO											
SnO ₂										0.02	
Ag ₂ O	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.001	0.001	0.003	0.002	0.002	0.001
PbO	0.05	0.001	0.002	0.002	0.002		0.01	0.002	0.002	0.001	0.001
BaO	0.1	0.03	0.1	0.08	0.08	0.08	0.01	0.08	0.08	0.08	0.08
SrO	0.1	0.03	0.1	0.1	0.1	0.1	0.03	0.1	0.1	0.1	0.1
Li ₂ O	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.003	0.001	0.001	0.001	0.001
B ₂ O ₃	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
V ₂ O ₅	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005		0.005	0.005	0.005	0.005
Cr ₂ O ₃	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005		0.005	0.005	0.005	0.005
NiO	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005		0.005	0.005	0.005	0.005
ZnO	0.01	0.018	0.01	0.012	0.01	0.011		0.011	0.01	0.029	0.013
ZrO ₂	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.005	0.01	0.01	0.01	0.01
Bi ₂ O ₃											
P ₂ O ₅							0.41				
Total	29.62	29.504	31.062	31.865	31.683	29.509	33.669	30.324	30.603	30.308	32.375
100 - T = d	70.38	70.496	68.938	68.135	68.317	70.491	66.331	69.676	69.397	69.692	67.625
M	98.71	98.116	97.768	97.825	97.857	99.231	97.791	98.356	98.127	97.312	98.735
SiO ₂ *d	71.30	71.85	70.51	69.65	69.81	71.04	67.83	70.84	70.72	71.62	68.49
Na ₂ O*	12.36	14.06	11.46	13.39	12.16	12.09	13.29	11.90	11.92	11.71	13.98
CaO*	8.57	5.94	10.09	9.14	10.32	9.22	9.76	9.45	9.68	9.07	9.91
K ₂ O*	2.62	1.79	2.58	2.20	2.68	2.26	2.63	2.86	3.04	3.26	2.43
MgO*	1.95	2.46	2.69	3.05	2.58	2.43	3.00	2.37	2.25	1.88	2.97
Al ₂ O ₃ *	2.47	2.75	1.96	1.91	1.85	2.21	2.63	2.00	1.83	1.85	1.58
Fe ₂ O ₃ *	0.73	1.14	0.72	0.66	0.60	0.76	0.87	0.59	0.55	0.61	0.65
T*	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
(Na+K)*	14.98	15.86	14.03	15.59	14.84	14.35	15.92	14.75	14.96	14.97	16.41
(Ca+Mg)*	10.52	8.40	12.78	12.19	12.90	11.65	12.75	11.81	11.93	10.95	12.87
(Si+Al+F)*	74.50	75.74	73.19	72.23	72.27	74.00	71.33	73.43	73.11	74.07	70.72
(Na/K)	4.71	7.84	4.44	6.09	4.54	5.36	5.06	4.16	3.93	3.60	5.75
(Ca/Mg)	4.41	2.42	3.75	3.00	4.01	3.80	3.26	3.99	4.30	4.83	3.34

Tablo 42. a- 1 (devam), (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 484).

	3434	3435	3436	3437	3438	3442	3443	3444	3445	3446
SiO ₂ d	69.02	68.13	68.79	70.08	67.62	66.32	70.26	68.26	66.48	70.10
Na ₂ O	13.0	13.0	13.2	12.2	12.8	11.9	11.9	13.9	13.0	11.1
CaO	8.42	9.29	9.15	8.97	9.89	12.0	9.47	9.23	9.53	9.14
K ₂ O	2.55	2.88	2.62	2.29	2.29	2.74	2.67	2.02	2.93	2.78
MgO	2.43	2.67	2.44	2.52	2.92	2.40	2.08	3.07	2.41	2.29
Al ₂ O ₃	1.98	1.82	1.67	2.03	1.89	2.00	1.73	1.65	2.42	1.78
Fe ₂ O ₃	0.66	1.29	0.52	0.71	0.62	0.75	0.54	0.54	0.72	0.61
TiO ₂	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.13	0.1	0.1	0.10	0.1
Sb ₂ O ₃										
MnO	1.24	0.24	1.06	0.81	1.58	1.50	1.10	1.08	1.83	1.95
CuO	0.25	0.19	0.16	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.003	0.001
CoO		0.05								
SnO ₂	0.06									
Ag ₂ O	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
PbO	0.001		0.002	0.001	0.001	0.01	0.001	0.005	0.005	0.001
BaO	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.1	0.05	0.05	0.10	0.05
SrO	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.05	0.05	0.02	0.05
Li ₂ O	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
B ₂ O ₃	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
V ₂ O ₅	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005		0.005
Cr ₂ O ₃	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005			
NiO	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005		0.005
ZnO	0.015	0.064	0.016	0.013	0.008	0.007	0.005	0.006		0.006
ZrO ₂	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.001	0.01
Bi ₂ O ₃										
P ₂ O ₅									0.43	
Total	30.983	31.871	31.215	29.923	32.378	33.685	29.744	31.744	33.521	29.9
100 - T = d	69.017	68.129	68.785	70.077	67.622	66.315	70.256	68.256	66.479	70.1
M	98.057	99.079	98.385	98.797	98.032	98.105	98.646	98.666	97.489	97.8
SiO ₂ *d	70.38	68.76	69.91	70.93	68.98	67.60	71.22	69.18	68.19	71.68
Na ₂ O*	13.26	13.12	13.42	12.35	13.06	12.13	12.06	14.09	13.33	11.35
CaO*	8.59	9.38	9.30	9.08	10.09	12.23	9.60	9.35	9.78	9.35
K ₂ O*	2.60	2.91	2.66	2.32	2.34	2.79	2.71	2.05	3.01	2.84
MgO*	2.48	2.69	2.48	2.55	2.98	2.45	2.11	3.11	2.47	2.34
Al ₂ O ₃ *	2.02	1.84	1.70	2.05	1.93	2.04	1.75	1.67	2.48	1.82
Fe ₂ O ₃ *	0.67	1.30	0.53	0.72	0.63	0.76	0.55	0.55	0.74	0.62
T*	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
(Na+K)*	15.86	16.03	16.08	14.67	15.39	14.92	14.77	16.14	16.34	14.19
(Ca+Mg)*	11.06	12.07	11.78	11.63	13.07	14.68	11.71	12.47	12.25	11.69
(Si+Al+Fe)*	73.08	71.90	72.14	73.70	71.54	70.40	73.52	71.40	71.41	74.12
(Na/K)	5.10	4.51	5.04	5.33	5.59	4.34	4.46	6.88	4.44	3.99
(Ca/Mg)	3.47	3.48	3.75	3.56	3.39	5.00	4.55	3.01	3.95	3.99

Tablo 43. a- 1 (devam), (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 485).

	3447	3449	3543	3544	3545	3547	3548	3549	3550	3551
SiO ₂ d	69.40	67.50	67.91	67.43	68.22	67.30	69.47	69.94	67.06	69.02
Na ₂ O	12.7	13.2	12.9	12.4	14.1	12.7	11.9	12.1	13.7	13.4
CaO	8.69	10.1	9.97	10.7	8.87	10.5	9.32	9.14	8.71	7.32
K ₂ O	2.36	2.78	2.78	3.42	2.22	2.74	2.62	2.95	2.70	2.63
MgO	2.66	2.64	2.64	2.43	3.00	2.74	2.17	2.24	3.06	2.54
Al ₂ O ₃	1.82	1.66	1.66	1.77	1.59	1.85	1.77	1.71	1.79	1.80
Fe ₂ O ₃	0.68	0.53	0.55	0.47	0.45	0.68	0.56	0.58	0.95	0.94
TiO ₂	0.1	0.1	0.1	0.13	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Sb ₂ O ₃										
MnO	1.44	1.34	1.34	1.10	1.30	1.24	1.94	1.11	1.20	1.42
CuO	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.003	0.01	0.005
CoO										
SnO ₂									0.001	
Ag ₂ O	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001		
PbO	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.02	0.005
BaO	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.03	0.05	0.03
SrO	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.1	0.1
Li ₂ O	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002
B ₂ O ₃	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
V ₂ O ₅	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005		
Cr ₂ O ₃										
NiO	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005			
ZnO	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.005	0.021	0.0078	0.0075
ZrO ₂	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01		0.01	0.01
Bi ₂ O ₃										
P ₂ O ₅									0.51	0.65
Total	30.6	32.5	32.09	32.57	31.78	32.7	30.529	30.062	32.9408	30.9795
100 - T = d	69.4	67.5	67.91	67.43	68.22	67.3	69.471	69.938	67.0592	69.0205
M	98.31	98.41	98.41	98.62	98.45	98.51	97.811	98.658	97.9692	97.6505
SiO ₂ *d	70.59	68.59	69.01	68.37	69.29	68.32	71.03	70.89	68.45	70.68
Na ₂ O*	12.92	13.41	13.11	12.57	14.32	12.89	12.17	12.26	13.98	13.72
CaO*	8.84	10.26	10.13	10.85	9.01	10.66	9.53	9.26	8.89	7.50
K ₂ O*	2.40	2.82	2.82	3.47	2.25	2.78	2.68	2.99	2.76	2.69
MgO*	2.71	2.68	2.68	2.46	3.05	2.78	2.22	2.27	3.12	2.60
Al ₂ O ₃ *	1.85	1.69	1.69	1.79	1.62	1.88	1.81	1.73	1.83	1.84
Fe ₂ O ₃ *	0.69	0.54	0.56	0.48	0.46	0.69	0.57	0.59	0.97	0.96
T*	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
(Na+K)*	15.32	16.24	15.93	16.04	16.58	15.67	14.84	15.25	16.74	16.42
(Ca+Mg)*	11.55	12.95	12.81	13.31	12.06	13.44	11.75	11.53	12.01	10.10
(Si+Al+Fe)*	73.14	70.82	71.25	70.64	71.37	70.89	73.41	73.21	71.25	73.49
(Na/K)	5.38	4.75	4.64	3.63	6.35	4.64	4.54	4.10	5.07	5.10
(Ca/Mg)	3.27	3.83	3.78	4.40	2.96	3.83	4.29	4.08	2.85	2.88

Tablo 44. a- 1 (devam), (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 486).

	3552	3553	3554	3555	3556	3557	3558	3559	3560	3561
SiO ₂ d	68.95	67.40	68.58	67.53	67.87	67.68	67.95	68.48	68.08	68.38
Na ₂ O	12.0	11.7	12.3	13.6	14.9	12.2	13.9	13.3	12.6	14.0
CaO	9.34	10.5	9.37	8.09	7.44	9.77	7.97	8.58	8.83	8.39
K ₂ O	2.89	2.70	2.58	2.24	2.51	3.05	2.60	2.85	2.91	3.04
MgO	2.40	2.36	2.91	3.13	2.68	2.50	3.06	2.45	2.33	2.63
Al ₂ O ₃	1.55	1.76	1.67	2.41	1.79	2.31	2.04	2.14	2.20	1.67
Fe ₂ O ₃	0.89	0.72	0.75	0.73	0.62	0.63	0.62	0.70	0.71	0.52
TiO ₂	0.1	0.1	0.15	0.08	0.1	0.10	0.10	0.15	0.10	0.15
Sb ₂ O ₃										
MnO	1.09	1.65	1.07	1.74	1.94	1.24	1.35	1.20	1.78	1.06
CuO	0.005	0.005	0.008	0.001	0.001	0.01	0.001	0.002	0.001	0.002
CoO										
SnO ₂			0.01							
Ag ₂ O				0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
PbO	0.005	0.005	0.01	0.005	0.001	0.01	0.005	0.001	0.005	0.001
BaO	0.03	0.05	0.05	0.03	0.05	0.01	0.03	0.05	0.03	0.05
SrO	0.1	0.1	0.1	0.01	0.05	0.03	0.02	0.05	0.01	0.05
Li ₂ O	0.002	0.002	0.003	0.001	0.001	0.001		0.001	0.001	0.003
B ₂ O ₃	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02
V ₂ O ₅					0.005			0.005		0.005
Cr ₂ O ₃										0.005
NiO					0.005			0.005		0.005
ZnO	0.009	0.013	0.059		0.006	0.001		0.006	0.001	0.007
ZrO ₂	0.01	0.01	0.01	0.005	0.01	0.01	0.005	0.01	0.005	0.01
Bi ₂ O ₃										
P ₂ O ₅	0.61	0.91	0.35	0.38		0.44	0.33		0.39	
Total	31.051	32.605	31.42	32.473	32.13	32.323	32.052	31.521	31.924	31.619
100 - T = d	68.949	67.395	68.58	67.527	67.87	67.677	67.948	68.479	68.076	68.381
M	98.019	97.135	98.16	97.727	97.81	98.137	98.138	98.499	97.656	98.631
SiO ₂ *d	70.34	69.38	69.87	69.10	69.39	68.96	69.24	69.52	69.71	69.33
Na ₂ O*	12.24	12.05	12.53	13.92	15.23	12.43	14.16	13.50	12.90	14.19
CaO*	9.53	10.81	9.55	8.28	7.61	9.96	8.12	8.71	9.04	8.51
K ₂ O*	2.95	2.78	2.63	2.29	2.57	3.11	2.65	2.89	2.98	3.08
MgO*	2.45	2.43	2.96	3.20	2.74	2.55	3.12	2.49	2.39	2.67
Al ₂ O ₃ *	1.58	1.81	1.70	2.47	1.83	2.35	2.08	2.17	2.25	1.69
Fe ₂ O ₃ *	0.91	0.74	0.76	0.75	0.63	0.64	0.63	0.71	0.73	0.53
T*	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
(Na+K)*	15.19	14.82	15.16	16.21	17.80	15.54	16.81	16.40	15.88	17.28
(Ca+Mg)*	11.98	13.24	12.51	11.48	10.35	12.50	11.24	11.20	11.43	11.17
(Si+Al+Fe)*	72.83	71.94	72.33	72.31	71.85	71.96	71.95	72.41	72.69	71.55
(Na/K)	4.15	4.33	4.77	6.07	5.94	4.00	5.35	4.67	4.33	4.61
(Ca/Mg)	3.89	4.45	3.22	2.58	2.78	3.91	2.60	3.50	3.79	3.19

Tablo 45. a- 1 (devam), (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 487).

	3562	3563	3564	3565	3568	3569	3570	3571	3572	3573
SiO ₂ d	68.41	69.56	67.76	69.25	68.97	66.07	66.22	72.66	67.67	67.28
Na ₂ O	13.1	12.2	13.6	14.2	13.7	12.0	12.4	13.4	13.2	15.3
CaO	9.42	9.20	8.97	8.66	10.9	12.0	10.2	5.10	8.97	8.76
K ₂ O	2.44	2.74	2.63	2.71	2.27	2.87	3.06	2.42	3.19	2.15
MgO	2.79	2.34	2.74	2.51	2.92	3.28	2.47	1.84	2.65	3.19
Al ₂ O ₃	2.07	2.11	1.92	1.66	0.70	0.96	1.90	1.88	2.02	0.94
Fe ₂ O ₃	0.67	0.60	0.83	0.43	0.30	0.63	0.66	0.67	1.33	1.75
TiO ₂	0.15	0.092	0.1	0.15		0.15	0.2	0.13	0.079	0.08
Sb ₂ O ₃										
MnO	0.78	0.63	1.16	0.27	0.038	1.75	2.73	1.70	0.22	0.092
CuO	0.002	0.005	0.005	0.002	0.002	0.05	0.005	0.003	0.13	0.20
CoO						0.01			0.05	0.05
SnO ₂			0.001							
Ag ₂ O	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
PbO	0.001	0.01	0.14	0.001	0.001	0.01	0.001	0.001	0.03	0.008
BaO	0.05	0.02	0.03	0.05	0.05	0.05	0.05	0.1	0.01	0.05
SrO	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.03	0.05
Li ₂ O	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
B ₂ O ₃	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
V ₂ O ₅	0.005	0.001	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005		0.005
Cr ₂ O ₃	0.005			0.005	0.005	0.005	0.005	0.005		
NiO	0.005			0.005	0.005		0.005	0.005		
ZnO	0.024	0.001	0.025	0.006	0.057	0.083	0.005	0.004	0.05	0.062
ZrO ₂	0.01	0.005	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.005	0.01
Bi ₂ O ₃										
P ₂ O ₅		0.41							0.34	
Total	31.594	30.436	32.238	30.746	31.035	33.935	33.778	27.345	32.326	32.719
100 - T = d	68.406	69.564	67.762	69.254	68.965	66.065	66.222	72.655	67.674	67.281
M	98.896	98.754	98.452	99.424	99.755	97.805	96.912	97.965	99.034	99.371
SiO ₂ *d	69.17	70.44	68.83	69.66	69.13	67.55	68.33	74.16	68.33	67.71
Na ₂ O*	13.25	12.35	13.81	14.28	13.73	12.27	12.80	13.68	13.33	15.40
CaO*	9.53	9.32	9.11	8.71	10.93	12.27	10.53	5.21	9.06	8.82
K ₂ O*	2.47	2.77	2.67	2.73	2.28	2.93	3.16	2.47	3.22	2.16
MgO*	2.82	2.37	2.78	2.52	2.93	3.35	2.55	1.88	2.68	3.21
Al ₂ O ₃ *	2.09	2.14	1.95	1.67	0.70	0.98	1.96	1.92	2.04	0.95
Fe ₂ O ₃ *	0.68	0.61	0.84	0.43	0.30	0.64	0.68	0.68	1.34	1.76
T*	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
(Na+K)*	15.71	15.13	16.49	17.01	16.01	15.20	15.95	16.15	16.55	17.56
(Ca+Mg)*	12.35	11.69	11.89	11.23	13.85	15.62	13.07	7.08	11.73	12.03
(Si+Al+Fe)*	71.94	73.19	71.62	71.76	70.14	69.17	70.97	76.77	71.72	70.41
(Na/K)	5.37	4.45	5.17	5.24	6.04	4.18	4.05	5.54	4.14	7.12
(Ca/Mg)	3.38	3.93	3.27	3.45	3.73	3.66	4.13	2.77	3.38	2.75

Tablo 46. a- 1 (devam), (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 488).

	3574	3580	3581	3582	3583	3584	3586	3587	3588	3589
SiO ₂ d	67.54	67.64	69.81	71.12	67.55	69.27	67.60	68.92	66.96	70.08
Na ₂ O	15.3	13.6	13.6	12.3	12.1	12.5	13.0	12.3	13.0	13.0
CaO	8.76	9.84	6.68	8.55	10.6	9.20	9.84	9.58	10.0	7.18
K ₂ O	2.12	2.75	2.20	2.97	2.75	2.61	2.18	2.63	2.63	2.71
MgO	3.13	2.60	5.24	1.91	2.53	2.51	2.90	2.58	2.93	2.47
Al ₂ O ₃	0.94	1.59	1.20	1.75	1.84	1.95	0.94	2.00	1.91	2.14
Fe ₂ O ₃	1.62	0.46	0.46	0.46	0.59	0.59	0.43	0.64	0.64	0.67
TiO ₂	0.05	0.1	0.05	0.1	0.1	0.1	0.08	0.10	0.10	0.10
Sb ₂ O ₃										
MnO	0.11	1.07	0.46	0.63	1.73	1.04	0.14	1.06	1.65	1.17
CuO	0.17	0.003	0.002	0.002	0.003	0.003	1.44	0.002	0.002	0.005
CoO	0.06									
SnO ₂							0.18			
Ag ₂ O	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
PbO	0.002	0.15	0.15	0.01	0.005	0.03	1.00	0.01	0.003	0.005
BaO	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.03
SrO	0.05	0.1	0.05	0.1	0.1	0.1	0.08	0.08	0.08	0.02
Li ₂ O	0.001	0.001	0.003	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
B ₂ O ₃	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
V ₂ O ₅	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	
Cr ₂ O ₃										
NiO	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	
ZnO	0.06	0.01	0.005	0.006	0.008	0.007	0.099	0.007	0.007	0.001
ZrO ₂	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.005
Bi ₂ O ₃										
P ₂ O ₅										0.39
Total	32.464	32.365	30.191	28.88	32.448	30.732	32.401	31.081	33.044	29.918
100 - T = d	67.536	67.635	69.809	71.12	67.552	69.268	67.599	68.919	66.956	70.082
M	99.406	98.475	99.189	99.06	97.962	98.628	96.889	98.649	98.066	98.252
SiO ₂ *d	67.94	68.68	70.38	71.79	68.96	70.23	69.77	69.86	68.28	71.33
Na ₂ O*	15.39	13.81	13.71	12.42	12.35	12.67	13.42	12.47	13.26	13.23
CaO*	8.81	9.99	6.73	8.63	10.82	9.33	10.16	9.71	10.20	7.31
K ₂ O*	2.13	2.79	2.22	3.00	2.81	2.65	2.25	2.67	2.68	2.76
MgO*	3.15	2.64	5.28	1.93	2.58	2.54	2.99	2.62	2.99	2.51
Al ₂ O ₃ *	0.95	1.61	1.21	1.77	1.88	1.98	0.97	2.03	1.95	2.18
Fe ₂ O ₃ *	1.63	0.47	0.46	0.46	0.60	0.60	0.44	0.65	0.65	0.68
T*	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
(Na+K)*	17.52	16.60	15.93	15.41	15.16	15.32	15.67	15.13	15.94	15.99
(Ca+Mg)*	11.96	12.63	12.02	10.56	13.40	11.87	13.15	12.33	13.18	9.82
(Si+Al+Fe)*	70.51	70.76	72.05	74.03	71.44	72.81	71.18	72.54	70.88	74.19
(Na/K)	7.22	4.95	6.18	4.14	4.40	4.79	5.96	4.68	4.94	4.80
(Ca/Mg)	2.80	3.78	1.27	4.48	4.19	3.67	3.39	3.71	3.41	2.91

Tablo 47. a- 1 (devam), (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 489).

	3590	3591	3592	3593	3594	3596	3597	3598	3731	3733
SiO ₂ d	70.00	67.81	67.91	68.05	68.86	68.74	68.96	66.11	68.52	70.57
Na ₂ O	12.1	12.5	12.8	12.6	12.2	12.3	12.3	13.8	12.1	12.1
CaO	8.98	9.88	9.42	9.49	9.23	9.36	9.74	11.4	10.3	9.14
K ₂ O	2.60	2.78	2.78	2.51	2.78	2.40	2.40	2.16	2.95	2.45
MgO	2.66	2.91	2.42	2.90	2.30	2.83	3.04	3.41	2.66	2.60
Al ₂ O ₃	1.88	1.79	1.91	2.10	1.96	2.08	1.80	1.80	1.80	2.03
Fe ₂ O ₃	0.48	0.59	0.63	0.61	0.61	0.69	0.50	0.50	0.48	0.57
TiO ₂	0.05	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Sb ₂ O ₃										
MnO	0.84	1.43	1.77	1.43	1.71	1.24	0.91	0.51	0.88	0.23
CuO	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001
CoO										
SnO ₂										
Ag ₂ O	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
PbO	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
BaO	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
SrO	0.01	0.05	0.1	0.05	0.1	0.1	0.1	0.05	0.05	0.05
Li ₂ O	0.001	0.001	0.001	0.003	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
B ₂ O ₃	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
V ₂ O ₅		0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
Cr ₂ O ₃								0.005	0.005	0.005
NiO		0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
ZnO	0.001	0.008	0.01	0.005	0.006	0.007	0.004	0.005	0.005	0.004
ZrO ₂	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Bi ₂ O ₃										
P ₂ O ₅	0.31									
Total	29.999	32.187	32.089	31.946	31.145	31.256	31.043	33.889	31.479	29.427
100 - T = d	70.001	67.813	67.911	68.054	68.855	68.744	68.957	66.111	68.521	70.573
M	98.701	98.263	97.871	98.264	97.935	98.404	98.737	99.181	98.811	99.463
SiO ₂ *d	70.92	69.01	69.39	69.26	70.31	69.86	69.84	66.66	69.35	70.95
Na ₂ O*	12.26	12.72	13.08	12.82	12.46	12.50	12.46	13.91	12.25	12.17
CaO*	9.10	10.05	9.62	9.66	9.42	9.51	9.86	11.49	10.42	9.19
K ₂ O*	2.63	2.83	2.84	2.55	2.84	2.44	2.43	2.18	2.99	2.46
MgO*	2.70	2.96	2.47	2.95	2.35	2.88	3.08	3.44	2.69	2.61
Al ₂ O ₃ *	1.90	1.82	1.95	2.14	2.00	2.11	1.82	1.81	1.82	2.04
Fe ₂ O ₃ *	0.49	0.60	0.64	0.62	0.62	0.70	0.51	0.50	0.49	0.57
T*	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
(Na+K)*	14.89	15.55	15.92	15.38	15.30	14.94	14.89	16.09	15.23	14.63
(Ca+Mg)*	11.79	13.02	12.10	12.61	11.77	12.39	12.94	14.93	13.12	11.80
(Si+Al+Fe)*	73.31	71.43	71.98	72.01	72.93	72.67	72.17	68.98	71.65	73.57
(Na/K)	4.65	4.50	4.60	5.02	4.39	5.13	5.13	6.39	4.10	4.94
(Ca/Mg)	3.38	3.40	3.89	3.27	4.01	3.31	3.20	3.34	3.87	3.52

Tablo 48. a- 1 (devam), (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 490).

	3734	3735	3736	3737	3738	3739	3740	3741	3742	3743
SiO ₂ d	68.38	67.19	67.36	67.52	67.56	67.62	66.24	68.85	67.23	67.06
Na ₂ O	12.0	13.2	11.7	11.5	12.1	11.6	12.7	12.7	12.2	14.0
CaO	10.8	10.1	10.6	11.7	9.68	11.4	12.1	9.30	9.08	8.85
K ₂ O	2.71	2.37	2.76	2.61	2.28	2.54	2.21	2.52	2.54	2.56
MgO	2.31	2.92	2.37	2.25	2.62	2.36	2.62	2.85	2.75	2.84
Al ₂ O ₃	1.81	2.08	2.31	1.94	1.91	2.03	2.06	1.78	2.05	1.96
Fe ₂ O ₃	0.53	0.68	0.73	0.72	0.63	0.76	0.76	0.54	0.67	0.58
TiO ₂	0.15	0.15	0.11	0.15	0.15	0.15	0.15	0.1	0.091	0.10
Sb ₂ O ₃										
MnO	1.15	1.15	1.47	1.46	2.92	1.39	1.01	1.21	2.80	1.65
CuO	0.002	0.002	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.01	0.005
CoO										
SnO ₂			0.001						0.001	
Ag ₂ O	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
PbO	0.005	0.005	0.01	0.003	0.003	0.003	0.003	0.001	0.01	0.005
BaO	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.10	0.03
SrO	0.05	0.05	0.10	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.10	0.02
Li ₂ O	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
B ₂ O ₃	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
V ₂ O ₅	0.005	0.005	0.001	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.001	
Cr ₂ O ₃	0.005	0.005								
NiO	0.005	0.005		0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.01	
ZnO	0.005	0.005	0.001	0.005	0.005	0.005	0.006	0.005	0.001	0.001
ZrO ₂	0.01	0.01	0.005	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.005	0.005
Bi ₂ O ₃										
P ₂ O ₅			0.41						0.33	0.31
Total	31.619	32.809	32.643	32.482	32.442	32.382	33.763	31.15	32.771	32.938
100 - T = d	68.381	67.191	67.357	67.518	67.558	67.618	66.237	68.85	67.229	67.062
M	98.541	98.541	97.827	98.238	96.778	98.308	98.687	98.54	96.519	97.852
SiO ₂ *d	69.39	68.19	68.85	68.73	69.81	68.78	67.12	69.87	69.65	68.53
Na ₂ O*	12.18	13.40	11.96	11.71	12.50	11.80	12.87	12.89	12.64	14.31
CaO*	10.96	10.25	10.84	11.91	10.00	11.60	12.26	9.44	9.41	9.04
K ₂ O*	2.75	2.41	2.82	2.66	2.36	2.58	2.24	2.56	2.63	2.62
MgO*	2.34	2.96	2.42	2.29	2.71	2.40	2.65	2.89	2.85	2.90
Al ₂ O ₃ *	1.84	2.11	2.36	1.97	1.97	2.06	2.09	1.81	2.12	2.00
Fe ₂ O ₃ *	0.54	0.69	0.75	0.73	0.65	0.77	0.77	0.55	0.69	0.59
T*	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
(Na+K)*	14.93	15.80	14.78	14.36	14.86	14.38	15.11	15.45	15.27	16.92
(Ca+Mg)*	13.30	13.21	13.26	14.20	12.71	14.00	14.92	12.33	12.26	11.95
(Si+Al+Fe)*	71.77	70.99	71.96	71.44	72.43	71.62	69.98	72.22	72.47	71.13
(Na/K)	4.43	5.57	4.24	4.41	5.31	4.57	5.75	5.04	4.80	5.47
(Ca/Mg)	4.68	3.46	4.47	5.20	3.69	4.83	4.62	3.26	3.30	3.12

Tablo 49. a- 1 (devam), (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 491).

	3745	3746	5900	5901	5902	5903	5904	5905	5906	5907
SiO ₂ d	62.48	65.49	67.58	69.83	68.18	69.34	67.86	67.44	68.52	69.86
Na ₂ O	16.0	11.0	13.6	12.9	12.9	12.4	11.6	12.6	12.6	11.4
CaO	7.89	9.21	8.12	7.50	9.31	8.58	9.37	9.97	8.97	9.16
K ₂ O	3.51	2.50	3.18	2.44	3.01	2.98	2.90	2.38	2.64	2.77
MgO	2.31	2.76	2.62	2.13	2.72	2.13	2.43	3.11	2.46	2.69
Al ₂ O ₃	2.39	1.60	2.06	2.28	1.95	1.91	2.01	1.81	1.99	1.84
Fe ₂ O ₃	2.54	5.78	0.86	0.79	0.60	0.64	0.59	0.61	0.64	0.59
TiO ₂	0.15	0.081	0.15	0.15	0.1		0.15	0.1	0.1	0.1
Sb ₂ O ₃										
MnO	1.15	0.82	1.66	1.84	1.10	1.88	2.54	1.84	1.94	1.40
CuO	0.18	0.07	0.003	0.003	0.003	0.003	0.01	0.003	0.003	0.003
CoO	0.08									
SnO ₂	0.02	0.044								
Ag ₂ O	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
PbO	0.25	0.16	0.001	0.001	0.001	0.002	0.03	0.001	0.001	0.003
BaO	0.05	0.05	0.05	0.03	0.03	0.03	0.10	0.03	0.03	0.03
SrO	0.1	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.03	0.05	0.05	0.1
Li ₂ O	0.005	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
B ₂ O ₃	0.04	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
V ₂ O ₅	0.005	0.005	0.005	0.005				0.005	0.005	
Cr ₂ O ₃	0.005	0.005								
NiO	0.005	0.005								
ZnO	0.12	0.01	0.029	0.019	0.019	0.02	0.001	0.02	0.019	0.02
ZrO ₂	0.005	0.005	0.01	0.01	0.01	0.01	0.005	0.01	0.01	0.01
Bi ₂ O ₃										
P ₂ O ₅	0.71	0.34					0.35			
Total	37.516	34.507	32.42	30.17	31.825	30.657	32.138	32.561	31.48	30.138
100 - T = d	62.484	65.493	67.58	69.83	68.175	69.343	67.862	67.439	68.52	69.862
M	97.124	98.343	98.02	97.87	98.665	97.983	96.762	97.919	97.82	98.312
SiO ₂ *d	64.33	66.60	68.95	71.35	69.10	70.77	70.13	68.87	70.05	71.06
Na ₂ O*	16.47	11.19	13.87	13.18	13.07	12.66	11.99	12.87	12.88	11.60
CaO*	8.12	9.37	8.28	7.66	9.44	8.76	9.68	10.18	9.17	9.32
K ₂ O*	3.61	2.54	3.24	2.49	3.05	3.04	3.00	2.43	2.70	2.82
MgO*	2.38	2.81	2.67	2.18	2.76	2.17	2.51	3.18	2.51	2.74
Al ₂ O ₃ *	2.46	1.63	2.10	2.33	1.98	1.95	2.08	1.85	2.03	1.87
Fe ₂ O ₃ *	2.62	5.88	0.88	0.81	0.61	0.65	0.61	0.62	0.65	0.60
T*	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
(Na+K)*	20.09	13.73	17.12	15.67	16.13	15.70	14.99	15.30	15.58	14.41
(Ca+Mg)*	10.50	12.17	10.96	9.84	12.19	10.93	12.19	13.36	11.68	12.05
(Si+Al+Fe)*	69.41	74.10	71.92	74.49	71.68	73.37	72.82	71.34	72.74	73.53
(Na/K)	4.56	4.40	4.28	5.29	4.29	4.16	4.00	5.29	4.77	4.12
(Ca/Mg)	3.42	3.34	3.10	3.52	3.42	4.03	3.86	3.21	3.65	3.41

Tablo 50. a- 1 (devam), (Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 492).

	5908	5909	5910	3575
SiO ₂ d	68.97	69.06	71.46	67.76
Na ₂ O	14.0	11.9	13.2	13.0
CaO	7.93	9.72	5.85	10.9
K ₂ O	2.01	2.75	1.47	2.02
MgO	3.13	2.50	2.41	3.27
Al ₂ O ₃	1.81	1.65	2.67	1.38
Fe ₂ O ₃	0.56	0.56	0.97	0.87
TiO ₂	0.1	0.1	0.15	0.069
Sb ₂ O ₅				
MnO	1.35	1.62	1.68	0.23
CuO	0.003	0.003	0.003	0.03
CoO				0.03
SnO ₂				
Ag ₂ O	0.001	0.001	0.001	0.001
PbO		0.001	0.001	0.01
BaO	0.03	0.03	0.03	0.02
SrO	0.05	0.05	0.05	0.03
Li ₂ O	0.001	0.001	0.001	0.001
B ₂ O ₃	0.02	0.02	0.02	0.02
V ₂ O ₅			0.005	
Cr ₂ O ₃				
NiO				
ZnO	0.021	0.026	0.018	0.065
ZrO ₂	0.01	0.01	0.01	0.005
Bi ₂ O ₃				
P ₂ O ₅				0.29
Total	31.026	30.942	28.539	32.241
100 - T = d	68.974	69.058	71.461	67.759
M	98.414	98.138	98.031	99.199
SiO ₂ *d	70.09	70.37	72.90	68.31
Na ₂ O*	14.23	12.13	13.47	13.10
CaO*	8.06	9.90	5.97	10.99
K ₂ O*	2.04	2.80	1.50	2.04
MgO*	3.18	2.55	2.46	3.30
Al ₂ O ₃ *	1.84	1.68	2.72	1.39
Fe ₂ O ₃ *	0.57	0.57	0.99	0.88
T*	100.00	100.00	100.00	100.00
(Na+K)*	16.27	14.93	14.96	15.14
(Ca+Mg)*	11.24	12.45	8.43	14.28
(Si+Al+Fe)*	72.49	72.62	76.61	70.57
(Na/K)	6.97	4.33	8.98	6.44
(Ca/Mg)	2.53	3.89	2.43	3.33

Tablo 51. Serçe limanı Natron Camları (Hesaplamalara Dâhil Edilmemiştir), (n=4), ((Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 492).

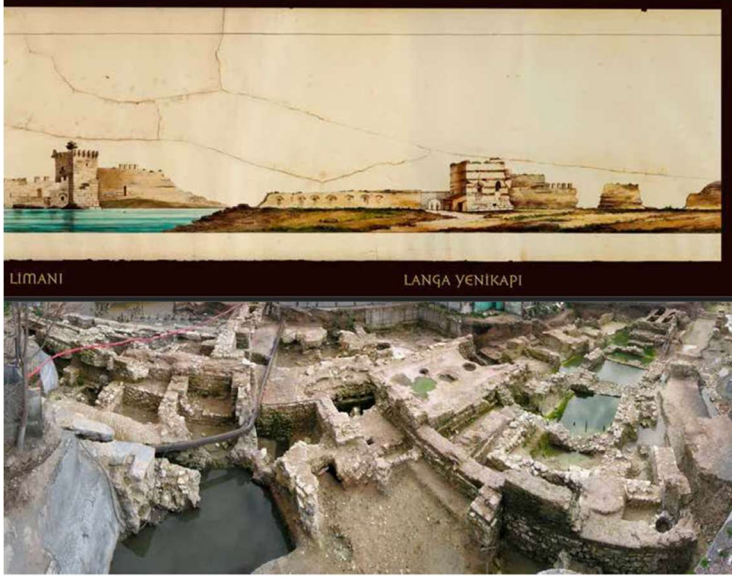
	3585	3595	3732	3744
SiO ₂ d	69.99	69.91	69.77	68.84
Na ₂ O	13.0	19.0	19.7	15.0
CaO	11.4	2.99	3.03	9.20
K ₂ O	0.77	0.58	0.61	0.93
MgO	0.72	0.83	0.80	0.63
Al ₂ O ₃	3.20	4.11	4.02	3.26
Fe ₂ O ₃	0.59	1.47	1.47	0.94
TiO ₂	0.1	0.85	0.40	0.15
Sb ₂ O ₅				
MnO	0.026	0.038	0.035	0.056
CuO	0.001		0.001	0.002
CoO				0.15
SnO ₂				0.008
Ag ₂ O	0.001	0.001	0.001	0.001
PbO	0.003	0.02	0.01	0.69
BaO	0.05	0.05	0.05	0.05
SrO	0.1	0.1	0.05	
Li ₂ O	0.001	0.001	0.001	0.001
B ₂ O ₃	0.02	0.02	0.02	0.02
V ₂ O ₅	0.005	0.005	0.005	0.005
Cr ₂ O ₃			0.005	
NiO	0.005	0.005	0.005	0.05
ZnO	0.004	0.008	0.005	0.006
ZrO ₂	0.01	0.01	0.01	0.01
Bi ₂ O ₃				
P ₂ O ₅				
Total	30.006	30.088	30.228	31.159
100 - T = d	69.994	69.912	69.772	68.841
M	99.674	98.892	99.402	98.801
SiO ₂ *d	70.22	70.70	70.19	69.68
Na ₂ O*	13.04	19.21	19.82	15.18
CaO*	11.44	3.02	3.05	9.31
K ₂ O*	0.77	0.59	0.61	0.94
MgO*	0.72	0.84	0.80	0.64
Al ₂ O ₃ *	3.21	4.16	4.04	3.30
Fe ₂ O ₃ *	0.59	1.49	1.48	0.95
T*	100.00	100.00	100.00	100.00
(Na+K)*	13.82	19.80	20.43	16.12
(Ca+Mg)*	12.16	3.86	3.85	9.95
(Si+Al+Fe)*	74.03	76.34	75.71	73.93
(Na/K)	16.88	32.76	32.30	16.13
(Ca/Mg)	15.83	3.60	3.79	14.60

Tablo 52. Serçe Limanı Yüksek Değer Zümrüt Yeşili Camlar Hariç Hesaplamalardan (n=4),
(Bass, Brill, Lledó, Sheila, ve Matthews, 2009, s. 493).

	3576	3577	3578	3579
SiO ₂ d	29.96	32.71	31.76	34.66
Na ₂ O	0.36	0.30	0.26	0.33
CaO	0.31	0.24	0.24	0.24
K ₂ O	0.48	0.49	0.38	0.49
MgO	0.075	0.40	0.057	0.057
Al ₂ O ₃	1.45	1.76	1.36	1.58
Fe ₂ O ₃	0.77	0.31	0.35	0.27
TiO ₂	0.15	0.2	0.2	0.2
Sb ₂ O ₅				
MnO	0.003	0.009	0.10	0.012
CuO	0.82	0.75	0.87	0.82
CoO				
SnO ₂	0.005		0.05	0.005
Ag ₂ O	0.001	0.005	0.001	0.001
PbO	65.4	62.7	64.2	61.2
BaO	0.01	0.01	0.01	0.01
SrO		0.005	0.005	0.005
Li ₂ O	0.001			
B ₂ O ₃	0.01	0.01	0.01	0.01
V ₂ O ₅	0.005			
Cr ₂ O ₃				
NiO	0.005	0.005	0.005	0.005
ZnO	0.18	0.08	0.13	0.1
ZrO ₂	0.01	0.01	0.01	0.01
Bi ₂ O ₃		0.003		
P ₂ O ₅				
Total	70.045	67.287	68.238	65.345
100 - T = d	29.955	32.713	31.762	34.655
M	33.4	36.213	34.409	37.622
SiO ₂ *d	89.69	90.33	92.31	92.11
Na ₂ O*	1.08	0.83	0.76	0.88
CaO*	0.93	0.66	0.70	0.64
K ₂ O*	1.44	1.35	1.10	1.30
MgO*	0.22	1.10	0.17	0.15
Al ₂ O ₃ *	4.34	4.86	3.95	4.20
Fe ₂ O ₃ *	2.31	0.86	1.02	0.72
T*	100.00	100.00	100.00	100.00
(Na+K)*	2.51	2.18	1.86	2.18
(Ca+Mg)*	1.15	1.77	0.86	0.79
(Si+Al+Fe)*	96.33	96.05	97.28	97.03
(Na/K)	0.75	0.61	0.68	0.67
(Ca/Mg)	4.13	0.60	4.21	4.21

9. YENİKAPI BATIKLARI

MS 4. yüzyılda Doğu Roma İmparatorluğunun (Bizans) yeni başkenti olarak ve yeniden kurulmuş olan günden itibaren günümüze değin Akdeniz'in en önemli kentleri arasındadır (Şekil 85). Bu kent olan İstanbul, üç dünya İmparatorluğunun başkentlik yapmış olup ve Türkiye Cumhuriyeti'nin en görkemli şehirlerinden biri olma özelliğini günümüzde halen korumaktadır. Doğu ve batı medeniyetlerinin buluşma ve farklı kültürlerin çatışma ile birlikte yaşamalarına sahne olan şehirdir. İstanbul, uzun tarihi geçmişi boyunca, şehrin sınırların belirlerken Theodosius surlarıyla belirlendiği zamanlardan, büyük bir şehirleşme olarak, 15 milyon insanın yaşadığı anakent bir hale dönüşmüştür. Tarihi bir kent modern bir anakent dönüşmüşken yanında problemleri de getirmiştir bunlardan en önemli problemlerden biri de ulaşım olmuştur. Bu problemi çözüme kavuşturmaya yönelik olarak planlanan Marmaray ve Metro projelerinin Üsküdar, Sirkeci, Sultanahmet ve Yenikapı'daki istasyonlarının yapımı öncesinde, tarihi bir doku olan bu yerlerde İstanbul Arkeoloji Müzeleri Müdürlüğü detaylı bir kurtarma kazısı başlatmıştır. (Kocabaş. 2014, s. 26-41).



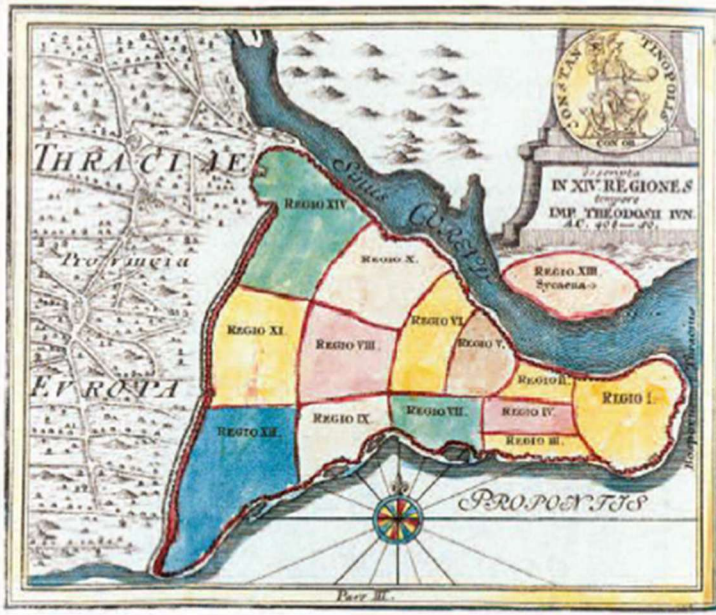
Şekil 85. Limanın Batı Kısmını Oluşturan ve Günümüzde 100 Ada Olarak Adlandırılan Bölgede Ortaya Çıkarılan Mimari Kalıntıları (Kocabaş, Kılıç, ve Asal, 2020, s. 22).

Bu kurtarma kazıları ile birlikte bulunan Yenikapı kazıları yapılmış olup Yenikapı kazı alanında batıklardan kargoları ile birlikte bulunmuş olan Yenikapı 12, amphora buluntuların (Şekil 86) yanı sıra, teknenin kış kısmında ayrı bir bölme den oluşan yerde kaptanın kişisel eşyaları da ele geçmiş olup bu sebepten ötürü diğer batıklardan daha da ön plana çıkmıştır. Kazılar sonucu ele geçen batığın korunan uzunluğunun 7 metre, kamaranın en geniş yerinin 2,3 metre olduğunu araştırmacıları tarafından saptamıştır. İçinde ele geçen buluntulardan biri olan bir sikkeye, ayrıca taşıdığı amphoralara ve yapılan radyokarbon analiz sonucuna göre batık MS 9. yüzyıla tarihlendiğini belirlemişlerdir. Teknenin batmasıyla ilgili araştırmacıların görüşüne göre, tekne rıhtımdan ayrıldıktan hemen sonra veya liman içinde biraz ilerleyebildikten sonra ve mendireklerden çıkmadan güneyden geldiği düşünülen bir fırtınanın büyük dalgaları sonucu batmış olma olasılığı hakkında yüksek derecede tahmin ediyorlardır. Ayrıca araştırmacılara göre fırtınadan ve dalgalardan ötürü yüksek enerjili bir ortam olduğundan ve çok büyük bir fırtınaya maruz kalınması sonucu, deniz tabanından kalkan kumun fırtına sonrası geri çökmesi ile batan teknenin üstünü örtüldüğü görüşündedirler. Bu yaşanan olaydan ötürü, batığın üzerinin bir kısmı ani bir şekilde hızlıca deniz kumuyla örtülmesi sonucu, amphoraların büyük kısmı deniz dibine dağılmadan orijinal olarak yerlerinde kalmasına neden olduğu düşünülmektedir (Yolcu, 2015, s. 94-97).



Şekil 86. YK12 Batığının Amphoralar ve Kişisel Kullanım Kaplarından Oluşan Kargosu (Kocabaş, 2014, s. 31).

Kazılarla, Yenikapı kazısı önceleri limanın doğal bir koyda kurulduğunu düşündürmüş kazı ilerledikçe sonraları ise Lykos (Bayrampaşa) deresi tarafından taşınan alüvyon tabakası ile dolarak, günümüzde bulunan sahil şeridinden yaklaşık 300 m içeride kaldığı tespit etmişlerdir. (Şekil 87) Yenikapı Kazı çalışmalarını yaklaşık 50 arkeolog ve ortalama 600 işçiyle yürüten İstanbul Arkeoloji Müzeleri Müdürlüğü yerli yabancı birçok üniversite ve enstitünün ilgili bölümleriyle işbirliği yaparak gemi ve tekne arkeolojisi, konservasyon, osteoarkeoloji, arkeobotanik, jeoloji, filoloji, dendrokronoloji, prehistorya ve antropoloji alanlarında bilimsel destek alınarak sürdürülmektedir. Bu kazıyla birlikte özellikle Yenikapı'da bulunduğu bilinen ve Theodosius Limanında ortaya çıkarılmış olan toplam 37 adet Bizans Dönemi Batığı ise son zamanların en önemli sualtı arkeolojik keşifleri arasında yer aldığını düşünmektedirler (Kocabaş, 2014, s. 26-41).



Şekil 87. I. Theodosius Dönemi Konstantinopolis'ini 14 Bölgeye Ayrılmış Halde Gösteren Harita (Kocabaş, 2014, s. 29).

Halen devam etmekte olan su altı kazıları birçok arkeolojik eseri ortaya çıkardı. Ele geçen bu eserler arasında yer alan 37 gemi batığı ise dünyadaki en büyük antik gemi koleksiyonu olarak kabul edilmiş olup Bizans dönemi denizcilik tarihi, denizciliği, deniz ticareti ve gemi yapımı teknolojileriyle ilgili eşsiz derecede bilgiler sağlamaktadır (Kocabaş, 2014, s. 26-41).

Ancak batıkların kökeniyle ilgili bilgilerimiz sınırlı olmakla birlikte. Batıkların inşa edildikleri coğrafi bölgelerin tespiti için batığın elemanlarından analiz için alınan yaklaşık 2800 mikro örnek, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi öğretim üyesi Prof. Dr. Ünal Akkemik tarafından incelemeye tabi tutulmuştur. Analiz sonuçlarına göre, batığın ahşaplarında çoğu batı ve kuzey Anadolu bölgelerinde yaygın olarak yetişen meşe, çam, kestane ve dişbudak ağaçları kullanıldığı tespit edilmiştir (Şekil 88). Ancak bu sonuçlarla birlikte bu türlerin tüm Akdeniz bölgesinde geniş alanda yetiştiğini bilinmesi sonucu, Yenikapı batıklarının yapıldığı yerlerin kesin olarak belirlenmesi şimdilik mümkün olmadığı düşüncesindedirler (Kocabaş. 2014, s. 26-41).

Batıkların kesin tarihlendirme analizleri Oxford Üniversitesinin Radyokarbon Hızlandırma Ünitesi'nde (ORAU) yapılmış olup, C14 (radyokarbon) metoduyla analiz edilmiştir. Bu analizlere ek olarak da daha güvenilir sonuçlar elde almak ve kesinleştirmek için dendrokronoloji analizi yapılması araştırmacıları tarafından planlanmaktadır (Şekil 89), (Kocabaş. 2014, s. 26-41).



Şekil 88. Kazı Alanının En Büyük Gemisi Olan YK12 Batığı Üzerinde Yapılan Temizlik ve Belgeleme Çalışmaları (Kocabaş, 2014, s. 30).



Şekil 89. Yeni Kapı Batıkların'dan Amphoralı Halinin Kroplanmamış Hali (Kocabaş, 2015, s. 27).

9.1 Yenikapı Batığı'nda Gerçekleştirilen Arkeometrik Analizler

9.1.1 Radyokarbon (C14) Analizi

YK12 alanı ahşap örneklerinin tarihlendirme analizi Üniversitesinin Oxford Radyokarbon Hızlandırma Ünitesi'nde tarafından yapılmıştır, analiz ise radyokarbon metodu uygulamışlardır. Yenikapı Batığı merkezi omurgası (Om3 kodlu), bir eğrisi (E11 kodlu) ve bir kaplama tahtasından (SK7-2 kodlu) analiz için alınan 3 adet ahşap örneğinin analiz sonucu % 95 üstü olasılıkla MS 672-876 tarih aralığını gösterdiğini saptamıştır (Tablo 53). Mevcutta olan radyokarbon analiz verilerinin IntCal20 veri tabanına göre kalibrasyonu yapıp, bayes istatistik analizi açısından ele almışlardır. Radyokarbon analiz verilerinin bayes analizine göre Yenikapı Batığı'ndan alınan YK12 nolu ahşap örnekleri, 8. yüzyıl başı ve 9. yüzyıl başı arasına tarihleri arasında olduğunu saptamıştır. Batığın Amphoraları ise, İstanbul Arkeoloji Müzeleri araştırmacıları tarafından kontrol edilerek MS 9. yüzyıla tarihlendirilmiştir (Denker, 2013, s. 46).

Tablo 53. YK12 Batığının Radyokarbon Sonuçları. Bütün Örnekler Oxford Üniversitesinin Radyokarbon Hızlandırma Ünitesin’nde Oxcal V14 1.7 Kullanılarak Kalibre edilmiştir (Üst Tardafta İngilizcesi, Alt Tardafta Türkçesi Verilmiştir), (Kocabaş, 2015, s. 46).

Sample ID	Location	14C age years BP	Calibrated	Probability	Type of tree
OxA-23836	Floor-timber (Fr11)	1246 ± 25 BP	cal AD 681-870	95.4%	Oak (<i>Quercus</i> L.)
OxA-23837	Plank (PS7-2)	1233 ± 24 BP	cal AD 690-876 cal AD 762-876	95.4% 60.1%	Chesnut (<i>Castanea sativa</i> L.)
OxA-23838	Central keel (Keel 3)	1258 ± 25 BP	cal AD 672-859 cal AD 672-818	95.4% 93.4%	Oriental beech (<i>Fagus orientalis</i> L.)

Örnek no.	Örnek yeri	14C yaşı BP	Kalibreli	Olasılık	Ağaç cinsi
OxA-23836	Döşek (E11)	1246 ± 25 BP	cal AD 681-870	95.4%	Meşe (<i>Quercus</i> L.)
OxA-23837	Kaplama (SK7-2)	1233 ± 24 BP	cal AD 690-876 cal AD 762-876	95.4% 60.1%	Kestane (<i>Castanea sativa</i> L.)
OxA-23838	Merkez omurga (Om3)	1258 ± 25 BP	cal AD 672-859 cal AD 672-818	95.4% 93.4%	Doğu Kayını (<i>Fagus orientalis</i> L.)

9.1.2 Gövde Ahşaplarının Cins/Tür Teşhisleri Analizleri

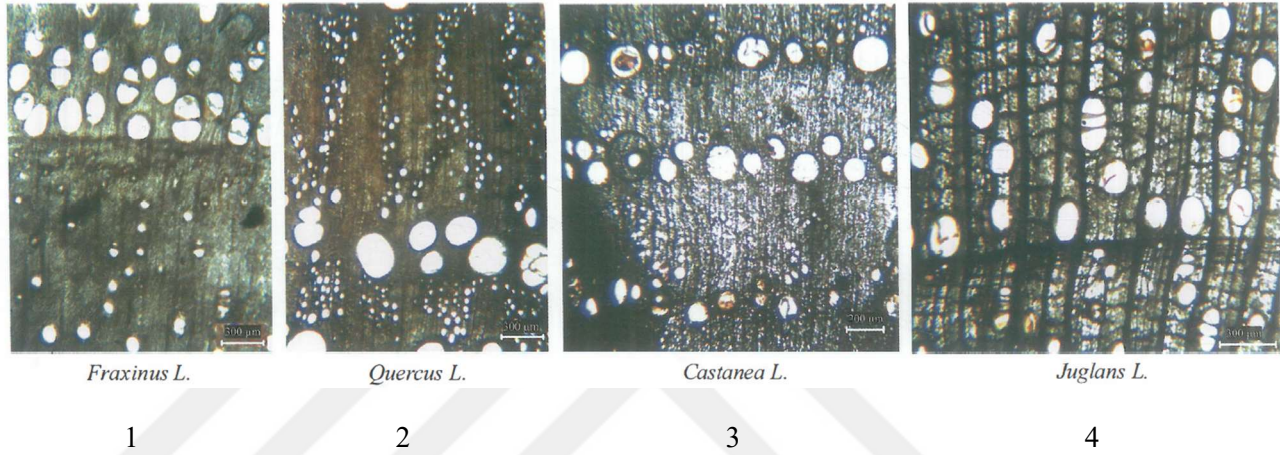
Ahşap cins/türlerinin belirlenmesi için Yenikapı Batığı’ndan YK8 batığı nolu ahşaplarından 54 örnek analiz için almışlardır. Alınan örneklere yapılan analizler sonucuna göre, teknenin yapımında kestane, meşe, ceviz, kayın ve karaçam olmak üzere 5 farklı cinstе ağaçlar kullandıklarını saptamıştır. Omurga kısmında doğu kayını; dış kaplamalarında çoğunluklu olarak Anadolu kestanesini kullanma tercihinde bulunmuşlardır. Birkaç kaplama da akmeşe ve birini de karaçam olarak tanımlamışlardır. Döşek kısımlar çoğunlukla Akmeşe den şekillendirilerek yapılmış olup birer döşek ise ceviz ve kırmızı meşe ağacından yapıldığını tespit etmişlerdir. (Kocabaş, 2015, s. 47-50).

Ayrıca yine Yenikapı 12 Batığı'ndan, cins/tür tayinlerini analizini yapmak üzere 394 odun örneği alınmış olup analizleri, İÜ- Cerrahpaşa, Orman Fakültesi, Orman Botaniği Anabilim Dalı, Prof. Dr. A. Yılmaz BOZKURT Odun Anatomisi Laboratuvarı'nda, Prof. Dr. Ünal Akkemik tarafından uygulanmıştır. Odun anatomisi çalışmaları sonucunda, tekne, meşe (*Quercus L.*), dişbudak (*Fraxinus L.*), ceviz (*Juglans L.*), kestane (*Castanea L.*), gürgen (*Carpinus L.*), kayın (*Fagus L.*) ve çınar (*Platanus L.*) olmak üzere 7 farklı cinsten ağaç kullanıldığı saptanmıştır (Akkemik 2008, 205; Akkemik 2015, 43). Bütün kaplamalar kestane (*Castanea L.*) ağacındandır. Dişbudak (*Fraxinus L.*) postaların tamamında, yelken yatağı ve kanallı bölme ahşaplarında; gürgen (*Carpinus L.*) bodoslama topukları ve bodoslamalarda, kenar kavelaları ve bazı döşeklerde kullanılmıştır. Merkez omurga kayın (*Fagus L.*); döşekler ağırlıklı olarak meşe (*Quercus L.*) ve ceviz (*Juglans L.*) ağaçlarından işlenmiştir. Ahşap çiviler, çapa tahtası ve iç kaplamalarda meşe (*Quercus L.*) ağacı tercih edilmiştir. Tür düzeyine inilebilen kısımlarda, döşek ve iç kaplamalar akmeşe; ahşap çivilerin büyük çoğunluğu akmeşe; döşeklerin bir kısmı adi ceviz (*Juglans regia L.*); birkaç ahşap çivi ve yelken direği destek çıtaları kırmızı meşe; kenar kavelaları adi gürgen (*Carpinus betulus L.*); merkez omurga (Om3) doğu kayını (*Fagus orientalis L.*); bodoslama topukları (Om2 ve Om4) ve bodoslamalar (Oml ve Om5) adi gürgen (*Carpinus betulus L.*) ve kaplamalar Anadolu kestanesi (*Castanea sativa L.*) olarak tanımlanmıştır. Tamir olarak düşünülen büyük bir iç kaplama tahtası doğu çınarı (*Platanus orientalis L.*)'dır (Akkemik, ve Kocabaş, 2015, s. 21).

Bu örnekleri korunma işlemi ise dondurarak kurutma çalışmasından sonra yapılmış olup kazıdan parçalı ile kırık şekilde gelen parçaların yapıştırılması ve batık ahşaplarını depolanması gerçekleştirmişlerdir (Kocabaş, ve Kılıç, 2016, s. 84-89.).

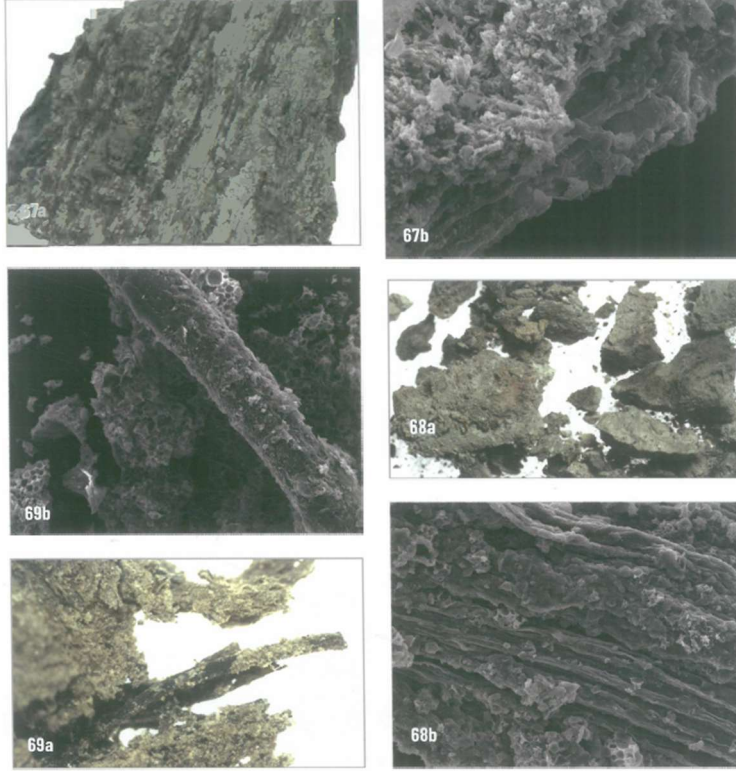
Korumaya alınan örnekler, batık havuzlarında geçirilerek, hem tuzdan arındırma işlemi esnasında hem de PEG ön emdirme işlemi esnasında alınan önlemlerden biri olan bakteri oluşumunu önlemek amacıyla Exocite 1012 ticari adıyla üretilen kimyasal malzeme 1/1000 oranında tank içerisine uzmanlar tarafından ilave etmişlerdir. Yapılan bu işlem boyunca yapılan ölçümlerle biyolojik aktivasyonu kontrol altında tutmaya çalışılmışlardır (Kocabaş, Kılıç, ve Asal, 2020, s. 14-55).

Ahşaplarda demir, kükürt ve kimyasal yapıda bozulmayı tespit etmeye yönelik çalışmalar FT-IR, SEM, SEM, EDS, XRF ve XPS analizleri ile Araş. Gör. Doktorant A. Gökçe Kılıç tarafından 2015-2016 yılları içerisinde sürdürülmüş olup söz konusu çalışmalar halen devam etmektedir. Ayrıca 2016 yılı içerisinde çoğunlukla PEG emdirilen ahşaplar üzerinde gerçekleştirilen SEM analizleri (Şekil 90) ile de ahşaplarda emdirme süreci ve penetrasyon oranı hakkında önemli veriler elde edilmiştir (Şekil 90 ve Tablo 54), (Kocabaş, ve Kılıç, 2016, s. 84-89).



Şekil 90. Odun Örneklerinin Mikroskopik Fotoğrafları 1. Dişbudak, 2. Meşe, 3. Kestane Ve 4. Cevizdir (Kocabaş, 2015, s. 47).

Yapılan bu analizlerin sonuçlarına göre, gri reçine olarak tespit edilen örnekte mastik saptanmışlardır. Sarı reçine tabakasının ise larch/ turpentine reçinesi ve at kılı katkısı karışımı olduğunu saptamıştır. Serme kalafat analizlerinin sonucun da, larch/turpentine reçineleri ve bitkisel lifler tespit etmişlerdir (Özsait-Kocabaş 2018, s. 375-376).



Şekil 91. 67 a-b: Gri Reçine Optik Mikroskop ve SEM Görüntüsü 68 a-b: Sarı Reçine Optik Mikroskop ve SEM Görüntüsü 69 a-b: Serme Kalafata Optik Mikroskop ve SEM Görüntüsü (Kocabaş, 2015, s. 51).

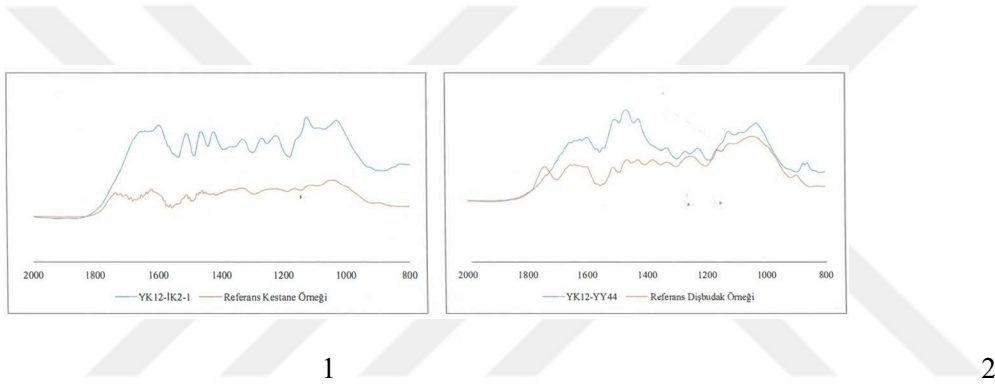
9.1.4 Demir Analizleri

Yenikapı Batığı ahşaplarından alınan örnekler üzerinde yapılan analizlerin sonucunda demir çivilerinin yüksek derecede korozyon oluştuğu ve metalik özelliklerinin kaybolduğunu saptamıştır. Demir elementi, batıktan alınan ahşap örneklerinin üzerinde bulunan çivilerin çevresinde oluşmuş korozyon ve sarı renkli lekeler üzerinde yapılan SEM-EDX ve XPS analizleri sonucunda saptamıştır (Ki 2017b, 61), (Kılıç 2018, s. 8-9).

9.1.5 Batıĝın Ahşabının Kimyasal Bozulma Belirlenmesi ve Sülfür İeriĝinin Tepsitinin Analizi

Yenikapı Batıĝı'nda ele geçen YK12 nolu ahşap örneklerinin kimyasal bozulma durumunu tepitini yapmak için FT-IR analizi ile Dr. Öğr. Üyesi Öznur Özden tarafından Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Endüstri Mühendisli Bölümü'nde uygulanmıştır (Şekil 93). Dr. Öğr. Üyesi Öznur Özden ve Doç. Dr. Gökçe Kılıç tarafından uygulanan analizin sonucuna göre ahşap cinslerinin farklılıklarına göre hücre yapılarındaki kimyasal bozulmalar belirlemiştir (Şekil 92).

Analiz alışmaları sonucu, YK 12 ahşap örneklerinin polimer degradasyonuna uğradıĝını tespit edilmiştir (Özden, 2012, s. 56).



Şekil 92. FTIR Spektrumları 1. Referans Kestane Odunu ve İK2-1 Numaralı Kaplama Tahtası Örneklerinin Spektrumları, 2. Referans Dişbudak Ağacı ve Yelken Yataĝı Örneklerinin Spektrumları (Kocabaş, 2015, s. 52).

Yenikapı Batıĝı'nın ahşap örnekleri liman tabanından depolamış olduĝu sülfür ieriĝi belirlenmesi için analizleri Doç. Dr. A. Gökçe Kılıç tarafından uygulanmıştır. Yapılan bu analizlerin, XRF (X-Işını Floresans Spektroskopisi) ve SEM-EDX sülfür ve demir elementlerini ahşapta tespiti için uygulanmıştır. Tespit edilen sülfür ve demirin seviyelerinin anlaşılması için XPS (X-Işını Fotoelektron Spektroskopisi) analizi uygulanmıştır (Kılıç 2017a). Bu analizlerden başka olarak yapılan SEM-EDX analizleri batıĝa konservasyon yapılması sırasında, kimyasal temizlik, öncesi ve sonrasında demir ve sülfür elementlerini oransal olarak deĝişimini tespit etmek için uygulanmıştır. Yenikapı Batıĝı'nın ahşap yapısındaki fiziksel bozulmaları tespit edilmesinde ve ahşap hücrelerinde PEG (polietilen glikol) dağılım biçimini gözlemlemek için SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu) imajlarından yararlanılarak uygulanmıştır (Kılıç, 2018, s. 9-10).



Şekil 93. Yenikapı 16 numaralı Batık Ahşaplarından Demir Korozyonu (Kocabaş, Kılıç, ve Asal, 2020, s. 39).

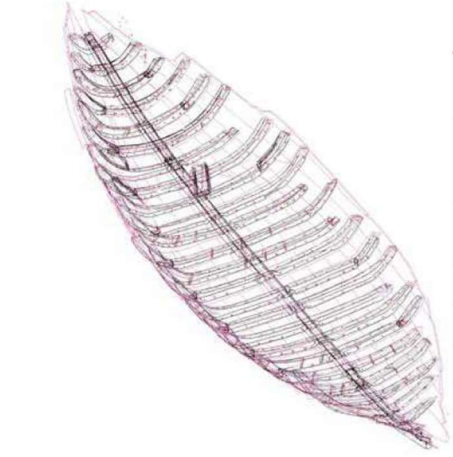
9.1.6 Batığın Ahşabının Maksimum Su İçeriği Belirlenmesi ve Ahşap Yoğunluğu Tespitinin Analizi

Yenikapı Batığı'ndan alınan YK12 (Şekil 94) nolu ahşap örneklerinin içerisinde içerdikleri su miktarına göre ahşabın bozulma derecesinin tespitini İÜ Yenikapı Batıkları Uygulama ve Araştırma Laboratuvarı'nda Doç. Dr. Namık Kılıç tarafından yapılmıştır. Yenikapı Batığı'nın ahşap örneklerinin ıslak ağırlıkları hassas terazi ile ölçülmüş olup daha sonra bu örnekler 105°C'de 24 saat boyunca kurutulmaya tabi tutulmuştur. Kurutulan ahşap örneklerinin desikatör içerisinde oda sıcaklığına geldiği zaman tekrar tartılarak suretiyle maksimum su içeriği U_{max} % değerinde hesaplanması yapılmıştır. Analizlerin sonucunda elde edilen verilere göre batıktan alınan YK12 nolu ahşap örneklerinin U_{max} değeri % 280 ile % 700 arasında tespit etmişlerdir (Kılıç 2013, s. 50-51).

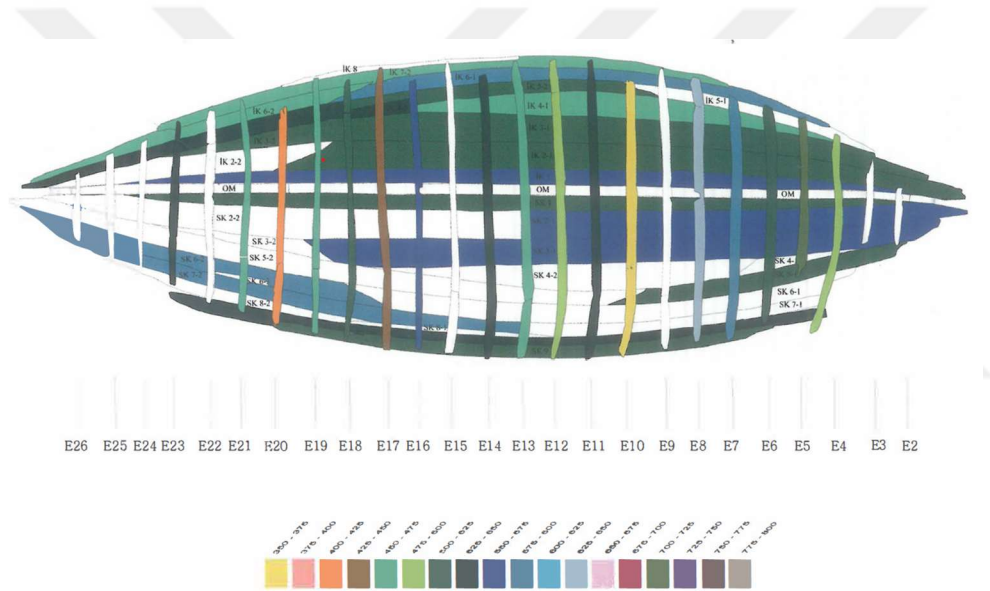
Örnekler üzerinde gerçekleştirilmiş olan maksimum su içeriği ve ahşap yoğunluğu analizlerinin sonucuna göre YK12 nolu ahşap örnekleri oldukça su çekmiş olduğu tespit edilmiş ve yoğunluk derecesinin düşük olduğu saptanmışlardır. Yapılan analizin sonucuna göre ahşap örneklerinin su içeriği yaklaşık 500-1000 (9%w/w), yoğunluğu 0.09-0,18 g/cm³ arasında olduğu tespit edilmiştir. (Kılıç, 2017, s. 58-59).

Ahşabın bozulması ile ahşap dokusunun arasındaki ilişki değerlendirilmeye alındığında batıktan alınan YK 12 nolu ahşap örneklerindeki bozulmanın tüm dokularda eşit şekilde gerçekleştiği saptanmıştır.

Ancak yinede ahşabın ağırlığını arttırmış olan ve oldukça yumuşak bir biçime getiren bu durum, ahşap elemanlarının hacminde de bozulma olmasına yol açmamış olup boyutları ise orijinal ölçülerinde kaldığını tespit etmişlerdir (Şekil 95). (Kocabaş, 2015, s. 53).



Şekil 94. YK12 Batığının Dijital Çizimi (Kocabaş, Kılıç, ve Asal, 2020, s. 38).



Şekil 95. YK12 Bozulma Durumu (w/%w) ve K12 Ahşaplarının Bozulma Haritası (Kocabaş, 2015, s. 53).

9.1.7 Yenikapı 12. Batık Ahşaplarının Dendrokronolojik ve Ksiloloji Analizleri

Günümüzde bilimsel çalışmalar birbirinden farklı disiplinlerin ortak çalışmaları ile sorunları ve cevaplanamayan soruların çözülmesinde çok etkin olduğunu bilim insanları tarafından düşünülmektedir. Son zamanlarda arkeolojik kazılar da ve araştırmalarda elde edilen odunsu materyallerin arkeometrik analizler sayesinde arkeolojik buluntuları tarihlendirmede (dendrokronoloji) ve kullanılan ağaç malzemenin tanımlanmasında (ksiloloji) araştırmacılar tarafından önemli sonuçlara ulaşılmaya başlardır. (Kocabaş, 2008, s. 203)

Yenikapı kazılarında ele geçen iskele kazıkları olarak kullanılmış olan meşe ağacı örnekleri üzerinde yapılan arkeometrik analizlerden biri olan yıllık halka analizleri (dendrokronoloji) sonucunda, örnekler 11 ve 12. Yüzyıllara tarihlendiğini saptamıştır. Yine de bu tarihlendirme kesin olmayıp, çalışmalara halen devam edilmektedir. Ancak analizin ilk sonuçlarına göre, limanda 1092-93, 1104-05, 1145 ve 1175-76 tarihleri arasında yenileme çalışmaları yapıldığını saptamıştır. Analiz sonucunda elde edilen bilgilere göre meşe ağaçlarının aynı ormanın ürünü yani temin edildiği ve limanın yaklaşık olarak 30 yıl aralıklarla yeniden yapılarak ve genişletildiğini tespit etmişlerdir(Kocabaş, 2008, s. 203).

Yenikapı kazında arkeometrik analizler sonucunda açığa bazı batıklarda meşe, çınar, kızılçam, karaçam ve kavak gibi ağaç türlerinin kullanıldığını araştırmacılar belirlemişlerdir. Analizleri, İstanbul Üniversitesi (İÜ) Edebiyat Fakültesi Taşınabilir Kültür Varlıklarını Koruma ve Onarım Bölümü tarafından belgeleme ve kaldırma çalışmaları tarafından yapılmış olup tamamlanan Yenikapı (YK) 12 Batığı'nda tespit ettikleri ahşaplarının teşhisleri araştırmacılar tarafından sunulmuştur. Batık tam boyunun 8-8,5 m, karinasının en geniş yerinin yaklaşık 2,8 m olduğu düşünülmektedir (Şekil 96). (Kocabaş, 2008, s. 203).

Yine bir başka analizi yapan İÜ Orman Fakültesi Orman Botaniği Anabilim Dalı'nda gerçekleştirilen çalışmaya göre bu batıkta kullanılmış olan ağaç cinsleri ile hangi ağaçların batığın hangi kısımlarında kullanıldığı analiz sonucunda belirlenmiş olup ağaç malzemenin kullanımı ile ilgili araştırmacıları tarafından teoriler ileri sürülmüştür. Analiz sonucuna göre odunsu malzeme analizinde teşhis edilenler, büyük oranda cins 2 düzeyinde olduğunu tespit etmekle birlikte tür 3 düzeyinde teşhisler zor olmakla birlikte, az sayıdaki cinsten tür düzeyinde teşhis araştırmacıları tarafından tespit edilmiştir (Kocabaş, 2008, s. 203).



Şekil 96. Yenikapı 12 Batığı (Kocabaş, 2008, s. 204).

9.1.8 Yenikapı Batığı'nın Ahşap Materyallerine Tespit İçin Yapılan Cins/Tür Analizi

YK 12 batığı'ndan, analizleri yapılmak üzere alınan 148 adet odun örneğinin hemen hemen hepsi çürümüş durumda ve oldukça küçük boyutlardadır (Şekil 97). Odunsu buluntu olan materyallerin cins düzeyinde analiz edilebilmesi için, odunu oluşturan buluntuların hemen hemen hepsi üç boyutlu bir şekilde incelenmesi gerekli olduğunu araştırmacıları tarafından söylenmiştir. Araştırmacıların üç boyutlu şekilde inceleme yapabilmesi için odunların enine, ııınsal ve teğer yönlerinden kesitleri almışlardır. Bu yöntem ile çürümeye başlamış örneklerden, keskin bir jiletle, üç yönden ince kesit örnek alınarak odun özellikleri incelemişlerdir (Kocabaş, 2008, s. 204).

Örneklerden teşhis için, alınan ince kesitler lam-lamel arasına yerleştirilerek ve sonrasında, mikroskop altında incelenmek suretiyle, önemli derecede odun özelliklerine dayanılarak araştırmacılar tarafından gerçekleştirilmiştir.

Teşhis yapılırken, gerek gördükleri taktirde İ.Ü.Orman Fakültesi Orman Botaniği Anabilim Dalı'nda bulunan referans örneklerden ve bazı diğer kaynaklardan araştırmacıları tarafından yararlanılmıştır. Yapılan teşhisler sonucunda, öncelikli olarak odunsu malzemenin ait olduğu grup (gymnospermangiosperm) analiz sonucunda belirlemiştir (Kocabaş, 2008, s. 204).

Teşhisler yapılırken kullanılan odun özellikleri aşağıda verilmiştir (Kocabaş, 2008, s. 204).

1. Eğer gymnosperm (açık tohumlu) örneği ise (YK 12 batığı'nda herhangi bir gymnosperm odununa rastlanmamıştır), (Kocabaş, 2008, s. 204).

- Yıllık halka sınırlarının belirgin olup olmaması ve yaz odunu genişliği
- Reçine kanalının varlığı, konumu, reçine kanalı çevresindeki salgı hücrelerinin özellikleri
- Öz ışınlarının homojen ya da heterojen oluşu ve enine traheidlerin özellikleri
- Karşılaşma yeri geçitlerinin tipleri
- Öz ışınlarının yükseklikleri
- Traheidlerin boyutları ve hücre arası boşlukları, gibi...(Kocabaş, 2008, Sayfa 204).

2. Eğer angiosperm (kapalı tohumlu) örneği ise (YK 12 batığı'ndaki örneklerin tamamı bu gruba aittir), (Kocabaş, 2008, s. 204):

- Trahelerin halkalı, yarı halkalı veya dağınık dizilişi, yaz odunu trahelerinin dizilişi
- Birim alandaki trahe sayısı
- Trahe çapları
- Odun parانشimlerinin konumları ve dizilişi
- Öz ışınlarının homoselüler ya da heteroselüler olması
- Öz ışınlarının yükseklik ve genişlikleri
- Perforasyon tipleri ve özellikleri
- Türlerle özel yapıların varlığı Salgı kanallarının varlığı, gibi... (Kocabaş, 2008, s. 204-205).



Şekil 97. Geminin Omurga, Eğri, Posta, Kaplama ve İç Kaplamaları (Kocabaş, 2008, s. 205).

Yenikapı 12 Batığı'ndaki Ahşapları; YK 12 batığı'ndan analiz için alınan 148 adet ahşap malzeme örneği üzerinde gerçekleştirilen odun anatomisi analizi sonucunda, meşe (çoğunluğu akmeşe grubuna ait), dişbudak, ceviz, kestane, gürgen ve çınar ağaçları saptanmıştır (Tablo 55). 148 örnekten 76 adedi meşe, 29 adedi kestane, 20 adedi dişbudak, 10 adedi gürgen, 8 adedi ceviz, 2 adedi çınar ağacına ait bulunmaktadır. 3 adet örnek ise küçük ve çok fazla çürümüş olmaları sebebiyle ve odun özellikleri yeterince olmadığından ötürü teşhis edilememiştir (Kocabaş, 2008, s. 205-206).

Bu üç örneğin hepsi de kaplama tahtasından alınmış örnekler olup, bu kısımdaki ağaçların tümü kestane olduğu tespit etmişlerdir. Örneklerin çekilen SEM görüntüleri aşağıda sunulmaktadır (Şekil 98-99-100-101). Görüntüler, çürümüş örneklerden çekildiği için, parçalanma izleri var olup büyütme oranları pm (1 mm = 1.000 µm) olarak belirlenmiştir (Kocabaş, 2008, s. 206).

Teşhis edilen ahşap örneklerin özellikleri, familyaları, Latince ve Türkçe adları ile birlikte aşağıda verilmektedir:

Fam. Fagaceae, Cins; Quercus L. (Meşe): Meşe, ülkemizde 18 türle temsil edilmekte olup çok önemli bir ağaç cinsidir. Tür sayısının fazlalığından ötürü Türkiye, dünyanın meşe merkezlerinden biri olarak kabul edilmiştir. Meşe ağaçları, büyük ormanlar oluşturur. Özellikle de sert ve dayanıklı odunlara sahip olmaları sebebiyle, direnç göstermesi gerektiren ahşap malzemenin gerekli olduğu tüm alanlarda kullanılmıştır (Kocabaş, 2008, s. 206).

Meşe odunlarının mikroskopik analizleri oldukça kolaydır. Akmeşeler, kırmızı meşeler ve herdem yeşil meşeler oluşmakta olup üç gruba ayrılmakta ve analizleri ancak grup düzeyine inilebilmektedir. Tür düzeyinde analiz ise mümkün olamadığı belirtmişlerdir. Meşe odunlarında traheler (odun içerisinde yer alan su iletim boruları) genellikle halkalı, öz ışınları 1, 2 ve çok sıralı (25 sıraya kadar) olup, bundan dolayı oldukça kolay analiz edilebilmektedirler (Kocabaş, 2008, s. 206).

Grupların odun özellikleri şöyledir:

- a. Akmeşeler: İlkbahar traheleri halka şeklinde, ilk- bahar odunundan yaz odununa geçiş çok ani ve yaz odunu traheleri alev dili şeklinde dizilmiştir.
- b. Kırmızı meşeler: İlkbahar traheleri halka şeklinde, ilkbahardan yaz odununa geçiş daha yavaş, yaz traheleri daha seyrektr.
- c. Herdem yeşil meşeler: Traheler özden çevreye doğru radyal olarak dizilmiş olup ilkbahar-yaz geçişleri belirgin değildir(Kocabaş, 2008 s. 206).

YK 12 Batığı'ndaki örneklerin çoğu akmeşe grubu olarak tespit edilmiştir. Bazı örneklerde yıllık halkalar çok dar olduğu ve yaz traheleri görünmediği için, bu grubun analizi yapılmamış olup cins düzeyinde bırakılmışlardır(Kocabaş, 2008, s. 206).

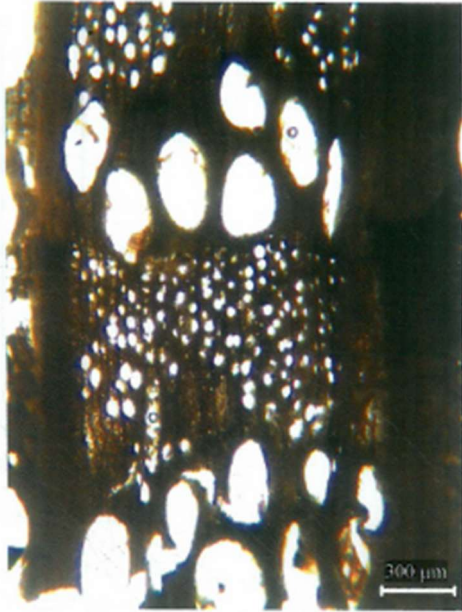
Fam. Fagaceae, Cins; Castanea Miller (Kestane): Kestane, ülkemizde, Anadolu kestanesi (Castanea sativa Miller) adlı tek türü bulunmaktadır. Anadolu kestanesi; Karadeniz, Marmara ve İç Ege civarında yetişmektedir. Kestane ağaçları oldukça dayanıklı oduna sahip olmaları sebebinden ötürü, gemi yapımında ve binaların ana taşıyıcılarında sıkça kullanılmıştır (Kocabaş, 2008, s. 206).

Tablo 55.YK 12 Batığında Bulunan Ağaç Malzemenin Kullanım Yerleri ve Cinsleri (Kocabaş, 2008, s. 207).

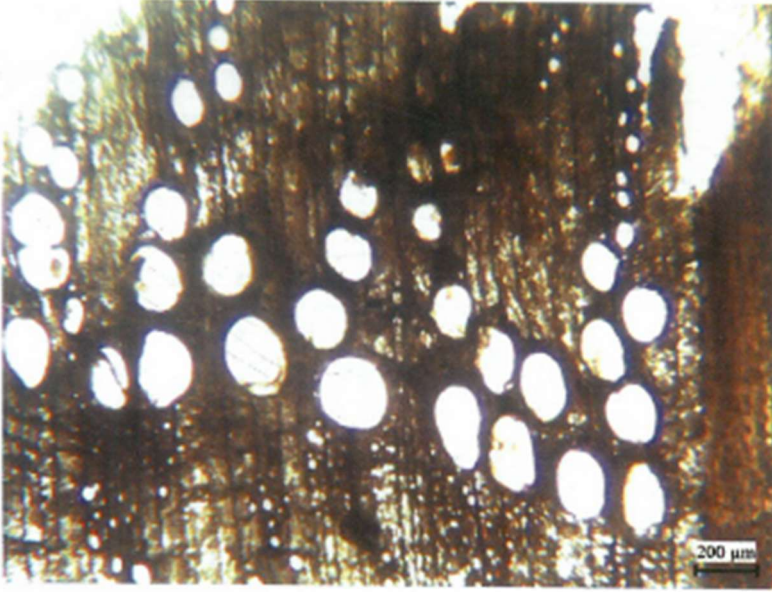
Timber identification of Yenikapı 12 shipwreck / Yenikapı 12 batığı ahşaplarının cins/tür teşhisleri	
Area of use / Ahşabın kullanıldığı yer	Wood genus-species / Ağaç cinsi-türü
Treenail (from E18) / Ahşap çivi (E18'den)	Red oak / Kırmızı meşe
Treenail (from E18) / Ahşap çivi (E18'den)	Red oak / Kırmızı meşe
Treenail (from E18) / Ahşap çivi (E18'den)	Oak / Meşe
Bulkhead / Bölme tahtası (E20-1)	Ash / Dişbudak
Bulkhead / Bölme tahtası (E18-1)	Ash / Dişbudak
Stanchion / Dikme	Ash / Dişbudak
Futtock / Posta (E8-İ1)	Walnut (<i>Juglans</i>) / Ceviz (<i>Juglans</i>)
Floor timber / Döşek (E7, E6, E5, E26, E25, E13, E14)	Walnut (<i>Juglans</i>) / Ceviz (<i>Juglans</i>)
Floor timber / Döşek (E20)	Ash / Dişbudak
Floor timber / Döşek (E2, E16)	Hornbeam (<i>Carpinus betulus</i>) / Gürgen (<i>carpinus betulus</i>)
Floor timber / Döşek (E4, E3, E24, E22, E11, E9, E10, E19, E18, E15)	Oak / Meşe
Floor timber / Döşek (E23, E21, E17)	Oak (white oak group) / Meşe (akmeşe grubu)
Ceiling / Farş (F24)	Plane / Çınar
Ceiling / Farş (F21, F18, F19, F16, F15, F20, F12, F13, F14, F25, F26, F27, F28, F30, F31, F33, F34, F35, F36, F37, F38, F39, F40, F41, F42, F43, F45, F46, F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7, F8, F9, F22, F1-B)	Oak / Meşe
Ceiling / Farş (F23, F11, F32, F17)	Oak (white oak group) / Meşe (akmeşe grubu)
Ceiling / Farş (F29)	Oak (red oak group) / Meşe (kırmızı meşe grubu)
Planking / Kaplama tahtası (İK6-2, İK 5-1, İK 3-1, SK 7-2, SK 6-1, İK4-2, İK-5-2, SK4-2, SK3-1, SK2-1, SK2-1, SK-2-2, İK2-2, İK6-1, İK1, SK1, SK6-2, İK8, SK5-1, İK2-1, İK7-2, SK8-1, SK7-1, İK6-2, SK3-2, İK3-2, İK2-1)	Chestnut / Kestane
Planking / Kaplama tahtası (SK6-3)	Oak / Meşe
Dowel / Kavela (SK3-1, SK4-2, SK5-2)	Hornbeam / Gürgen
Wale / Çapa tahtası (ÇT-1)	Oak / Meşe
Keel / Omurga	Plane / Çınar
Keel / Omurga	Hornbeam / Gürgen
Futtock / Posta (E8-İ1, E22-İ1, E23-S1, E25-S1, E11-S1, E7-S1, E12-İ1, E13-S1, E17-S1, E15-S1, E9-S1, E24-İ1, E18-S1, E19-S1)	Ash / Dişbudak
Mast step / Yelken yatağı (YY-44)	Ash / Dişbudak



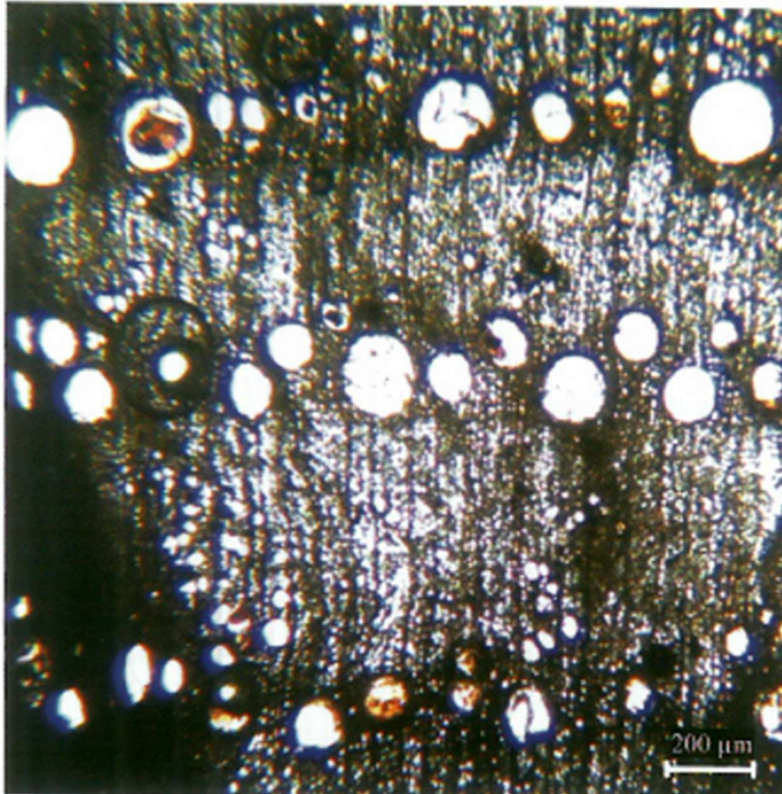
Şekil 98. Kay-Akmeşe Grubu Örneği Odunun Enine Kesiti (Örnek no: YK 12 döşek 89E-23)
(Kocabaş, 2008, s. 207).



Şekil 99. Kay-Akmeşe Grubu Örneği Odunun Enine Kesiti (Örnek no: YK 12 döşek 92 E-21)
(Kocabaş, 2008, s. 207).



Şekil 100. Kay-Kırmızı Meşe Odunun Enine Kesiti (Örnek no: YK 12 Ahşap Çivi E-18- AT)
(Kocabaş, 2008, s. 208).



Şekil 101. Kay-Anadolu Kestanesi Örneği Odunun Enine Kesiti (Örnek no: YK 12 Kaplama
Tahtası İK5-2), (Kocabaş, 2008, s. 208).

Kestane odunlarında trahe dizilişı halkalı olup, ilkbahar traheleri geniş çaplı, teğet çapları 300 µm'ye kadar ve 2-3 sıralıdır. Yaz traheleri ise küçük çaplı, dağınık ya da dentrik bir diziliş gösterirler. Öz ışınları tek sıralı ve 5-30 hücre yüksekliğindedir (Kocabaş, 2008, s. 208).

Fam; Oleaceae, Cins; Fraxinus L. (Dişbudak): Dişbudak, ülkemizde 3 türü bulunmaktadır. Her üç tür de ülkemizin nemli bölgelerinde, dere kenarlarında ve taban arazilerinde yetiştiği bilinmektedir. Türler. Sivri meyveli dişbudak (*Fraxinus angustifolia* Vahl.), adi dişbudak (*Fraxinus excelsior* L.) ve çiçekli dişbudak (*Fraxinus ornus* L.) olup küçük gemilerin yapı malzemesi olarak kullanıldığı bilinmektedir (Kocabaş, 2008, s. 208).

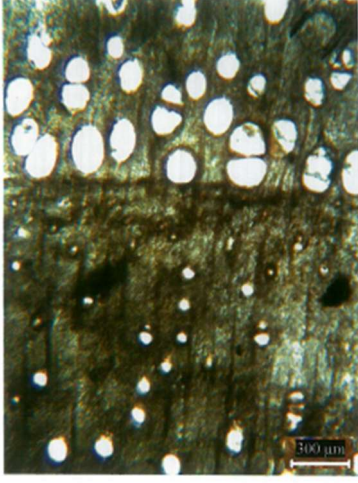
Dişbudak odunları, halkalı traheli olup, ilkbahar traheleri geniş (350 µm'ye kadar) ve 1-4 sıralı; yaz odununda ise trahe çapları küçük olup, tek tek ya da çift olarak bulunurlar ve oldukça seyrektiler. Trahe hücre çeperleri oldukça kalındır. Öz ışınları 1-3-5 sıralıdır, ortalama 10 hücre yüksekliğinde ve çoğunlukla da 1-2 hücre genişliğindedir (Şekil 102-103), (Kocabaş, 2008, s. 208).

Fam; Betulaceae, Cins; Carpinus L. (Gürgen): Gürgen, ülkemizde, ilki adi gürgen (*Carpinus betulus* L.), ağaç formunda ve ikincisi doğu gürgeni (*Carpinus orientalis* Mill.), ağaççık veya çalı formunda olmak üzere iki türü bulunmaktadır. Ülkemizde özellikle kuzey bölgesi ormanların içerisinde karışıma giren ağaç türüdür (Kocabaş, 2008, s. 208).

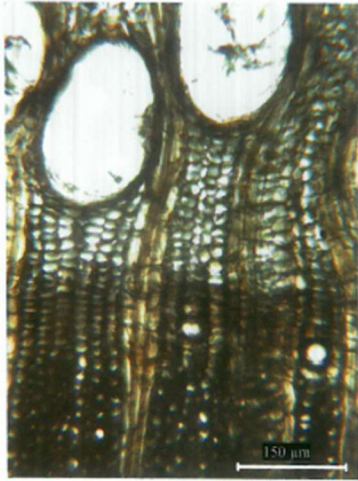
Gürgen odunlarında trahe dizilişı dağınık olup, trahe çapları 60-80 µm'dir. Traheler tek tek ya da radyal yönde 6-10 adet traheden oluşan küçük gruplar halinde dizilirler. Perforasyon basit, bazen de 3-6 geniş bölmelidir. Öz ışınları 1-2 sıralı olup, bileşik öz ışınları belirgindir (Şekil 104-105-106), (Kocabaş, 2008, s. 208).

Fam; Juglandaceae, Cins; Juglans L. (Ceviz): Ceviz, Doğu Anadolu Bölgesi'nde doğal olarak yetiştiği bilinmekte olup, hemen her bölgede yetişen bir ağaç cinsidir. Meyve ve odunları açısından çok değerlidir. Ülkemizde *Juglans regia* L. (Adi ceviz) adı altında tek bir türü bulunur. Bu nedenle, analiz edilen örnekler bu türe ait olabilir (Kocabaş, 2008, s. 208).

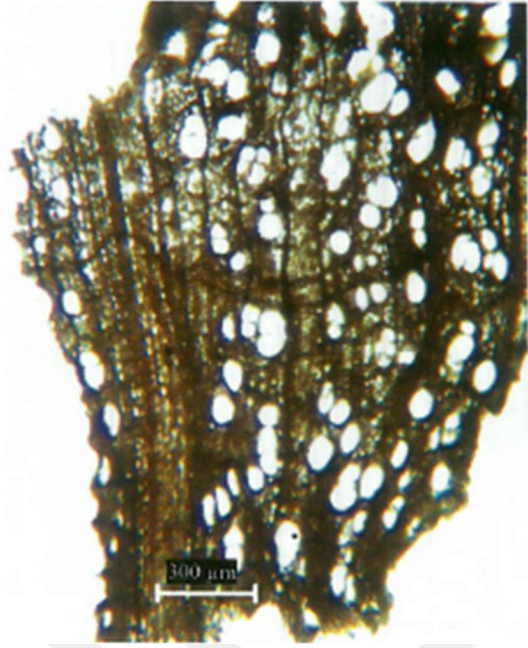
Ceviz odunlarında traheler büyük olup (200 μm 'ye kadar), çoğunlukla dağınık ya da yarı halkalı şekilde dizilmiştir. 1 mmdeki trahe sayısı 5-10 arasında değişmektedir. Yaz odununda ise tek tek ya da 3-4 radyal sıralıdır. Teğet sıralı boyuna paranşim hücreleri belirgindir. Öz ışınları 1-5 sıralı, maksimum 40 hücre yüksekliğindedir (Şekil 107-108-109), (Kocabaş, 2008, s. 208).



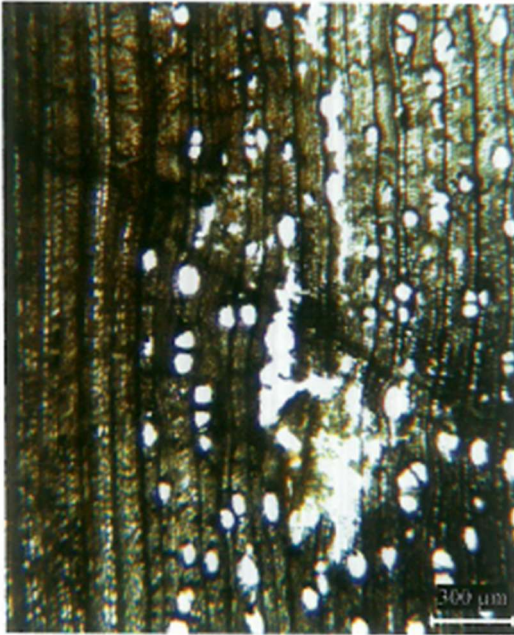
Şekil 102. Dişbudak Odunun Enine Kesiti (Örnek no: YK12 Döşek 91 E-20), (Kocabaş, 2008, s. 209).



Şekil 103. Dişbudak Odunun Enine Kesiti (Örnek no: YK 12 Posta 85 E18-S1), (Kocabaş, 2008, s. 209).



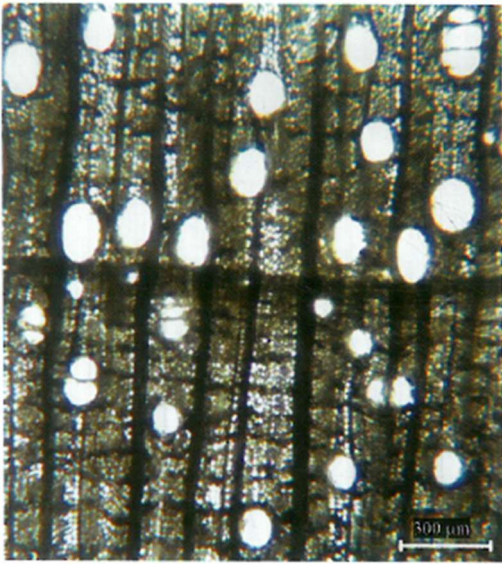
Şekil 104. Gürgen Odunu Enine Kesiti (Örnek no: YK 12 Döşek E-16), (Kocabaş, 2008, s. 209).



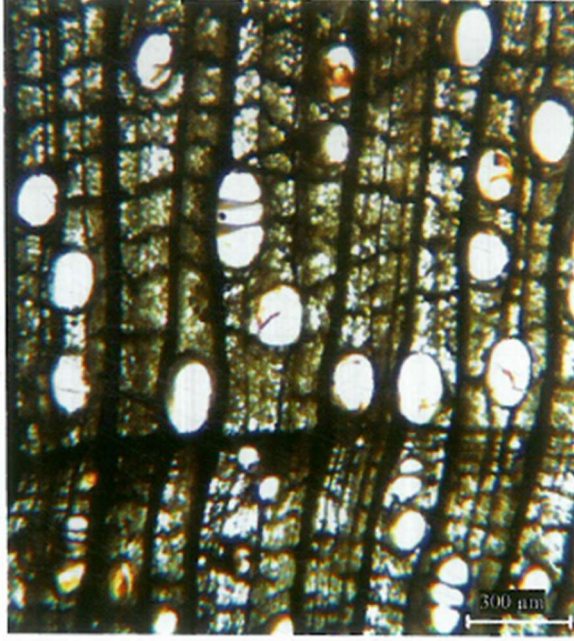
Şekil 105. Gürgen Odunu Enine Kesiti (Örnek no: YK 12 Döşek E-16), (Kocabaş, 2008, s. 209).



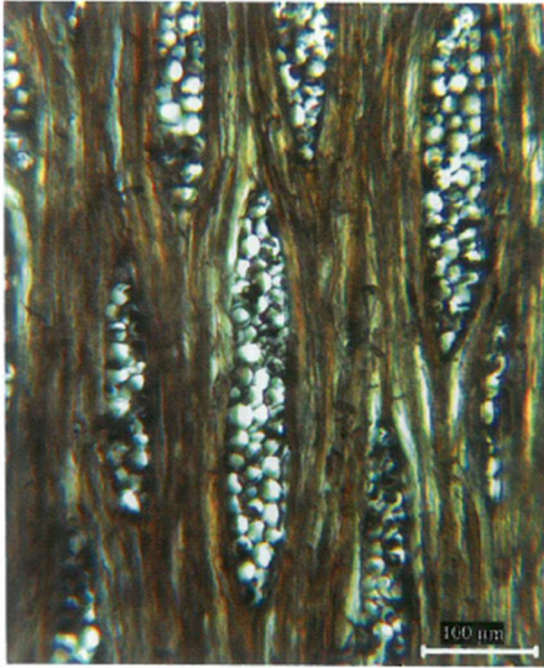
Şekil 106. Gürgen Odunu Enine Kesiti (Örnek no: YK 12 Döşek E-16), (Kocabaş, 2008, s. 209).



Şekil 107. Ceviz Odunu Enine Kesiti (Örnek no: YK 12 Döşek 86-E26), (Kocabaş, 2008, s. 210).



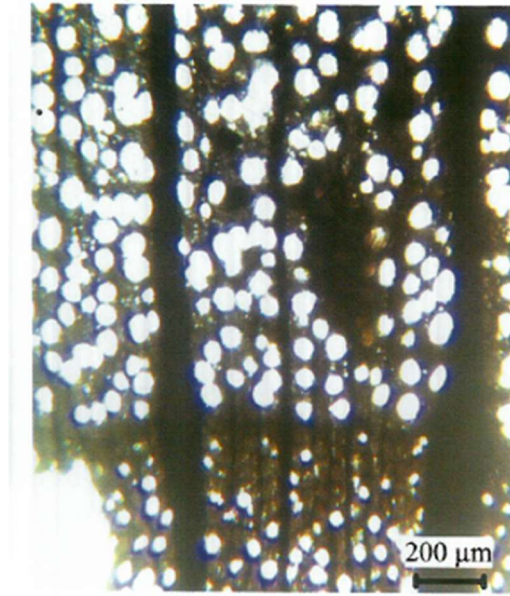
Şekil 108. Ceviz Odunu Enine Kesiti (Örnek no: YK 12 Döşek 87-E24), (Kocabaş, 2008, s. 210).



Şekil 109. Ceviz Odunu Teğet Kesiti (Örnek no: YK 12 Döşek 87-E25), (Kocabaş, 2008, s. 210).

Fam; Platanaceae, Cins; Platanus L. (Çınar): Çınar, genel olarak nehir kenarlarında, taban arazilerde ve sulak alanlarda yetişen bir ağaç cinsidir. Ülkemizde *Platanus orientalis* L. (Doğu çınarı) adlı tek bir türü bulunmaktadır. Analiz edilen çınar, bu doğal türe ait bir parça olabilir (Kocabaş, 2008, s. 201).

Çınar odunlarında traheler dağınık diziliştedir (Şekil 110). 1 mm² deki trahe sayısı oldukça fazla olup 100-150 arasındadır. Traheler tek tek ya da küçük gruplar halinde dizilmişlerdir. Teget çapları 75 µm'nin altındadır. Öz ışınları geniş olup, 1-12 sıralı ve 1-2 mm boyundadır (Kocabaş, 2008, s. 201).



Şekil 110. Çınar Odunu Enine Kesiti (Örnek no: YK 12 Farş F-24), (Kocabaş, 2008, s. 210).

Ağaç Türlerinin Batıdaki Kullanım Yerleri; Analizle tespit edilen örneklerin kullanım yerleri genel olarak bir bütünlük gösterdiğini tespit etmişlerdir (Kocabaş, 2008, s. 201).

Batığın döşek kısmında çoğunlukla olarak ceviz; bölme tahtası ve posta kısımlarında çoğunlukla olarak dişbudak; bütün kaplama tahtalarında kestane; ahşap çivi ve iç kaplama kısımlarında meşe; kavela ile omurga kısımlarında da gürgen ağaçları kullanıldığını araştırmacılar tarafından analiz sonucuna göre tespit etmişlerdir (Kocabaş, 2008, s. 210).

Yine analiz sonucuna göre ınar ağaçlarının belirgin bir kullanım yeri bulunmadığını saptamıştır. Yinele, adı geçen türler az sayıda da olsa değişik kısımlarda kullanıldığını belirlemişlerdir. Bu durum ise bize, kullanılan ve bir bütünlük göstermeyen kullanımlar, normal kullanım ya da sonradan yapılan tamirat için kullanılmış olarak değerlendirilmiştir (Kocabaş, 2008, s. 210).

Ahşap Malzemenin Olası Orijini; YK 12 Batığı'ndan elde edilen ahşapların anlızi sonucunda meşe, kestane, dişbudak, gürgen, ceviz ve ınar ağaç türleri olarak saptanmıştır (Kocabaş, 2008, s. 210).

Tespit edilen bu ağaçlardan ceviz dışında kalan diğer tüm cinslere ait türler, İstanbul'un hemen kuzeyinde yer alan Belgrad Ormanı'nda ve çevresindeki ormanlarda doğal olarak yetiştiği bilinmektedir (Kocabaş, 2008, s. 210).

Bu ormanlarda, akmeşe grubu 3, diğer cinsler de birer türle temsil edilmektedir. Adı geçen cinslere ait türler şunlardır: (Kocabaş, 2008, s. 210)

Mese: Sapsız meşe (*Quercus petraea*

Mattuschka Liebl.)

Saplı meşe (*Quercus robur* L.)

Macar meşesi (*Quercus frainetto* Ten.)

Dişbudak Sivri meyveli dişbudak (*Fraxinus angustifolia* Vahl.)

Gürgen: Adi gürgen (*Carpinus betulus* L.) ınar : Doğu ınarı (*Platanus orientalis* L.)

Kestane: Anadolu keşanesi (*Castanea sativa* Miller)

Bu ağaçlar dışında teşhis edilmiş olan diğer cins olan ceviz ağaçları (*Juglans regia* L.) da, yakın çevreden getirilerek kullanılmış olabileceği araştırmacıları tarafından düşünülmektedir (Kocabaş, 2008, s. 210).

Bizans Dönemi'nde İstanbul evresi orman var olduğu düşüncesi ve günümüze kıyasla çok daha yoğun bir şekilde olduğu, özellikle Alibey Deresi evresinin ormanlarla kaplı olduğu yine araştırmacıları tarafından düşünülmektedir (Kocabaş, 2008, s. 211).

1870 yılında hazırlanmış olan bir raporda, Belgrad Ormanı'nın kapladığı alan 7500 hektar olarak belirtilmiştir (Kocabaş, 2008, s. 211).

Belgrad Ormanı'ndan, Bizans Dönemi'nde 8. yüzyıldan başlayarak ve yakın zamanlara kadar süre gelen zaman içinde, yakacak ve yapı malzemesi olarak kullanmak için (bina, gemi ve iskele inşası) amaçlı ağaç kesimleri yapıldığı, bu kesimlerin ise düzensiz bir şekilde gerçekleşti ifade edilmektedir (Kocabaş, 2008, s. 211).

Bu bilgilere dayanılarak, YK 12 Batığı'nın inşasında, büyük ihtimalla İstanbul çevresindeki ormanlardan kesilerek temin edilen ahşapların kullanılmış olduğu araştırmacıları tarafından yine düşünülmektedir (Kocabaş, 2008, s. 211).

9.1.9 Yenikapı Batığı'nın Ahşaplarına ve Kargosuna Yapılan Arkeometrik Analizler

Dünyanın önde gelen arkeolojik kazı alanından biri olan Yenikapı arkeolojik kazıları ile ilgili multidisipliner çalışmalar başlatmışlardır, kazı alanı, fen ve doğabilimleri den arkeolojiye kadar değişik bilim dallarının bir arada çalışmalar yürüttüğü önemli bir laboratuvar haline getirmişlerdir (Akkemik, 2015, s. 4).

Yurkarda da bahsedildiği üzere Arkeolojik çalışmaların yanı sıra, Yenikapı Batığı'nda arkeometrik analizlerden yararlanılarak ahşap cins/tür analizlerini gerçekleştirmek üzere ksilolojik (odun teşhisi ile ilgili) araştırmacıları tarafından çalışmalar yapılmışlardır (Akkemik, 2015, s. 4).

Yine multidisipliner araştırmalar sonucunda, Yenikapı Batığı kazı alanında bulunan buluntuların yani iskelelerin hangi dönemlere ait olduğunu belirleyen dendrokronolojik analizler, jeolojik kesitlerdeki doğal afetleri inceleyen jeoarkeolojik analizleri ve hayvan iskelet kalıntılarını incelemek için araştırmacıları tarafından çalışmalar uygulanmış. Aynı şekilde araştırmacılarının tarımsal ekonomi ile ilgili bilgileri ortaya çıkarmak için arkeobotanik analizler yapılmış olup analizler sonucunda önemli bilgiler ortaya çıkarılmışlardır (Akkemik, 2015, s. 5).

Yenikapı arkeolojik kazılarından çıkarılan 37 batığın 27'si batığın kaldırılması işlemi İstanbul Üniversitesi ekibi tarafından uygulanmıştır (Akkemik, 2015, s. 5).

Yenikapı Batığı'nın arkeometrik analizlerinden biri olan ilk cins/ tür teşhis çalışmaları 2007-2008 yılları arasında Cemal Pulak ve N. Liphshitz tarafından uygulanmıştır (Akkemik, 2015, s. 5).

Bu yapılan çalışmalar 11. yüzyıla ait olan Yenikapı 1 (YK1) no.lu batık ile o zamanda henüz tam olarak çıkarılmamış olan ve sadece analiz için bazı parçalarından örnek alınan Yenikapı 2 (YK2) no.lu batığının ağaçlarına analizler uygulanmıştır (Akkemik, 2015, s. 5).

YK1 no.lu batıkla analiz için toplam 94 örnek üzerinde çalışmıştır; 4 kızılçam (*Pinus brutia*), 8 karaçam (*Pinus nigra*), 73 saçlı meşe (*Quercus cerris*), 1 ova karaağacı (*Ulmus campestris*), 6 doğu ınarı (*Platanus orientalis*) ve 2 kavak (*Populus nigra/P.alba*) analiz sonucunda teşhis edilmiştir (Akkemik, 2015, s. 5).

Bu teşhis edilen ağaç türleri içerisinde özellikle saçlı meşe ve ova karaağacı teşhis etmek ve tür düzeyine inmek oldukça zordur. Schweingruber (1990), Avrupa ve ülkemizde doğal yetişen  karaağaç (*Ulmus*) türünün (*Ulmus minor*, *Ulmus glabra*, *Ulmus laevis*) odunlarının çok benzer ve tür düzeyinde ayrılmasının son derece güç olduğunu belirtmektedir (Akkemik, 2015, s. 5).

Yine aynı durumda meşe (*Quercus*) cinsi odunlar da, analizlerinde güvenilir teşhisler için en çok üç grup (akmeşeler, kırmızı meşeler ve herdemyeşil meşeler) halinde analiz sonucunda teşhis etmişlerdir. N. Liphshitz tarafından yapılan analizin sonucunda teşhislerde verilen Türk meşesi, saçlı meşe (*Quercus cerris*), ülkemizde en yaygın şekilde bulunan ve geniş şekilde ormanlar oluşturan bir kırmızı meşe grubu ağacıdır (Akkemik, 2015, s. 5).

Ova karaağacı (*Ulmus campestris*) deniz kenarından yaklaşık 1.000 m'lere kadar, alanda insanların kolaylıkla ulaşacak yükselti de olmaları ve yaygın olarak bulunabilen bir karaağaç türüdür. Liphshitz ve Pulak (2008) tarafından YK2 no.lu batığından alınan üç örneğin analiz sonucunda teşhisi edilen 1 karaçam, 1 Akdeniz servisi (*Cupressus sempervirens*) ve 1 doğu ınarı olarak bilgiler verilmiştir (Akkemik, 2015, s. 5).

Diğer yandan Akkemik (2008) tarafından Yenikapı 12 no.lu batığının analizi sonucunda teşhisi yapılmış olan ahşap örneklerinin, meşe ve kestane (*Castanea sativa*) ağaçlarının batıkta en çok kullandıkları ağaçlar olduğu belirtmiştir (Akkemik, 2015, s. 5).

Diğer yanda batığın araştırmacıları dan Pulak ve diğ. (2015), 2'si kadirga (kadirga-çektiri) ve 6'sı da ticaret gemisi olmak üzere toplam 8 batığa ilişkin yapılan analiz sonucunda şu bilgilere ulaşmıştır: Ticaret gemisi olan batık YK11: *Ulmus campestris*, *Cupressus sempervirens*, *Pinus brutia*, *Quercus cerris*; YK23, YK24, YK14 ve YK5: *Quercus cerris*; YK1: *Quercus cerris*, *Pinus brutia*, *Pinus nigra* ağaçlarında yapılmış olduğunu belirlenmiştir (Akkemik, 2015, s. 5-6).

Kadirga olan YK2 ve YK4: *Cupressus sempervirens*, *Platanus orientalis* ve *Fagus orientalis* ağaçlarından yapılmış olduğunu belirlenmiştir (Akkemik, 2015, s. 6).

Kuniholm (2010) tarafından yapılan arkeometrik analizlerden biri olan dendrokronolojik çalışmalar sonucunda, Yenikapı Batığı kazısındaki bulunan iskelelerin 4. yüzyıldan 11. yüzyıla kadar olan geniş bir zaman zarfına ait olduğunu analiz sonucunda tespit etmiştir (Akkemik, 2015, s. 6).

Yine bir başka arkeometrik analizlerden biri olan Jeoarkeolojik çalışmalarda Yenikapı Batığı'na uygulanmıştır. Analiz sonucuna göre alanda MS 557 yılında oluşan deprem ve sonrasında meydana gelen tsunaminin 4. birim olarak isimlendirilen birimin oluştuğunu belirtmiştir ancak bu durum halen araştırmacıları tarafından tartışılmaktadır (Akkemik, 2015, s. 6).

Yine bu çalışmaya ek olarak yapılan ve Algan vd. (2008) tarafından analizi yapılan ve analizin sonucuna göre 10.-11. yüzyıllara ait olduğunu belirten 25 dolayındaki batığın batma sebebinin İstanbul kıyılarını etkileyen çok güçlü bir fırtınadan kaynaklı olduğunu belirtilmiştir (Akkemik, 2015, s. 6).

Onar ve diğ. (2008) tarafından yapılan analiz çalışmaları, Yenikapı Batığı kazısından çıkarılan hayvan iskeletlerinin analiz sonucuna göre özellikle sığır, koyun, keçi, domuz, kanatlı ve geyik türleri olduğu tespit etmişlerdir. Bunların ise yiyecek olarak tüketildiği belirtilmiştir (Akkemik, 2015, s. 6).

Başka bir analiz sonucuna göre ise; at, eşek gibi tek tırnaklı hayvan iskeletlerinin yük taşımada kullanıldığını ve düşünceyi doğrulayan ise omurga ve bacaklarında gözlemlenen patolojik deformasyonlara dayanarak belirlediğini belirtilmiştir (Akkemik, 2015, s. 6).

Bir başka arkeometrik analiz olan ve Alanda yapılan arkeobotanik araştırmaların sonucuna göre, Yenikapı Batığı kazısında incir, kızılıcık, kavun, zeytin, vişne-kiraz, erik, üzüm, fıstıkçamı ve yabani bitkilere ait çok sayıda tohum tespit etmişlerdir. Tespit edilen tohumların sayısının ve çeşitliliğinin, limanda önemli bir düzeyde tarımsal açıdan ticaretin olduğunu belirtmişlerdir (Akkemik, 2015, s. 6).

Yenikapı Batığı kazısında bulunan tohumlardan farklı olarak, özeliklerini bozulmadan koruyarak günümüze gelmiş olan fıstıkçamı kozalaklarının ele geçmesi de botanik bilimi bakımından ilginç bir bulgu olmuştur. Ele geçen Fıstık  amlarının kozalakları ve kozalıklardan ziyade kozalağın tohumlarının ticarete kullanıldığını araştırmacıları tarafından belirtmişlerdir (Akkemik, 2015, s. 6).

Ayrıca İstanbul'da fıstık çamlarının doğal olarak bulunmadığını, belirtmiş olup 18.-19. yüzyıllarda İstanbul Boğazı'nın her iki tarafında yer alan koru ve bahçelere getirilmek suretiyle yetiştirildiği ve bu kozalakların,  amfıstığı ticareti yapmak için yüksek oranda kozalak halinde ticareti yapıldığını ortaya koyabileceğini belirmişlerdir (Akkemik, 2015, s. 6).

Araştırmacıların bir başka düşüncesine göre, iklimsel açıdan fıstık çamlarının doğal yetişmesi m mk m olan İstanbul sahillerinde, bu türün doğal yetiştiği belitmiş olup ancak şehirleşme ya da başka bir sebepten ötürü yok olduğunu belirmişlerdir (Akkemik, 2015, s. 6).

Yenikapı Batığı Kazısında yapılacak olan detaylı analiz çalışmaları, fıstık çamlarının doğal olup olmadığı konusuna bilgi sağlayacaktır. Ayrıca 2013 yılında Köse, Taylor ve Wada vd. tarafından batığın bozulma durumunu belirlemek için incelemeler yapılmıştır (Akkemik, 2015, s. 6).

Ahşapların Cins/Tür Tespit Yöntemleri şöyledir;

1. Örneklerin Alınması

Sualtı Arkeolojisi kazılarında, Batıklardan analiz için alınan odun parçası örnekleri, değişik zamanlardaki ahşap kullanımı, yapım tekniği ve tarihlendirme gibi önemli bilgiler sunmaktadır (Akkemik, 2015, s. 11).

Sualtı arkeolojisi kazısında örnek alınması ve çalışmanın hangi amaçlı olduğu büyük önem taşımaktadır. Eğer amaç batığın tarihini belirleme ise analiz için ağaçların uç kalın kısmından yaklaşık 3-4 cm kalınlığında tekerlek biçiminde örnek alınması gerektiğini

belirtmişlerdir. Alınan bu örneklerin de minimum 50 yıllık halka (yaş halkası ya da ağaç halkası) olduğundan emin olunması ve dikkat edilmesi gerektiğini belirtmişlerdir (Şekil 111), (Akkemik, 2015, s. 11).

Analiz için kullanılan ahşabın cins/tür teşhisi ortaya çıkarmak istenmesinden ötürü, her ne kadar küçük ölçekli örnekler yeterli görülsede yinede yaklaşık 1 cm³ boyutlarındaki alınan örnekler ahşabın teşhisi için ideal örnek olduğunu belirtmişlerdir (Şekil 112), (Akkemik, 2015, s. 11).

Analiz için alınan örneklerin dikkatli bir şekilde kodlanması ve korunması büyük önem taşımaktadır. Yenikapı batıklarından analiz için alınan tüm örnekler, İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Taşınabilir Kültür Varlıklarını Koruma ve Onarım Bölümü, Sualtı Kültür Kalıntıları Koruma Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Doç. Dr. Ufuk Kocabaş tarafından yürütülen proje kapsamında, batık numarası ve batıkta kullanıldığı yer belirtilemek suretiyle kodlanmış olup böylece her parça için bir örnek numarası vermiştir (Akkemik, 2015, s. 11).

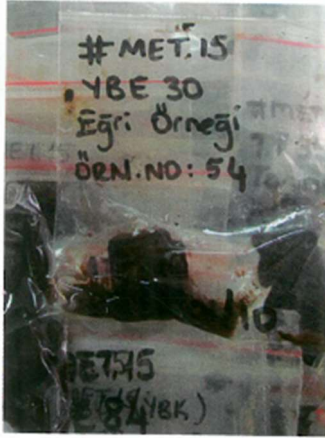
Yenikapı kazında toplam 37 batık bulunmuştur. Bu batıkların 27 tanesi, İstanbul Üniversitesi tarafından çıkarılmıştır (Şekil 113-114) ve bunlara ilişkin ahşap cins/tür analizi ve analiz sonucunda teşhisleri için örnekler alınmıştır (Akkemik, 2015, s. 11).

Kalan 10 batıktan 2'si İstanbul Arkeoloji Müzeleri Müdürlüğü tarafından çıkarılmıştır. 8 batığa ilişkin örnekler ise Doç. Dr. Cemal Pulak (Texas A&M Üniversitesi) ve ekibi tarafından alınmıştır (Şekil 113-114) Örnek alınan bu 27 batığın kodları, türleri ve yaklaşık yaşları Tablo 56'de, örnek sayıları ve türleri de Tablo 57'de verilmiştir (Akkemik, 2015, s. 11-12).

Boyutları diğerlerine göre daha büyük olan kadirga türü batıklar (YK13, YK16, YK25) ve büyük boyutlu bazı ticaret batıkları (YK35 gibi) örnek sayıları diğer batıklara oranla daha fazladır (Akkemik, 2015, s. 12).



Şekil 111. Dendrokronolojik Tarih Belirleme (Dendrokronolojik Tarihlendirme Amacıyla Alınmış Uygun Bir Örnek), (Akkemik, 2015, s. 11).



Şekil 112. Metro YK22 (üst) ve Metro YK34 Nolu (alt) Gemilerden Alınmış İdeal Örnekler (Akkemik, 2015, s. 12).



Şekil 113. Gemilerin Çıkartılması (Akkemik, 2015, s. 12).



Şekil 114. Gemilerin Çıkarılması (Akkemik, 2015, s. 12).

Analiz için alınan örnekler genel olarak omurga, eğri sistemi, posta, iskele ve sancak kaplamalar, iç kaplama ve ahşap çivilerdir. Bu alınan örnekler hemen hepsinde ve tüm batıklarda mevcuttur. Ayrıca bunlara ek olarak batıkların türlerine göre değişik kısımlarından da parçalar ortaya çıkarmışlardır. Bazı batıkların yelken yatağı, bazılarında farş kısmı ve bazılarında da çapa tahtası gibi farklı kısımlar da bulmuşlardır (Akkemik, 2015, s. 12).

Batıklardan bazıları dağınık bir biçimde bulunmuş olup kaplama ve eğri örnekleri diğer batıklarda olduğu gibi bütün halde ele geçmemiştir. Bu batıkların örnekleri kaplama ve eğri örnekleri olarak sınıflandırmışlardır (Tablo 56), ancak örneklerin yerleri tespit edilemediği için örnekler, "Yeri tespit edilmeyen kaplama (YBO-K)" ve "Yeri tespit edilmeyen eğri (YBO-E)" şeklinde kodlamışlardır (Akkemik, 2015, s. 12).

Tablo 56. Ahşapların Cins/Tür Tespit Yöntemleri ve Gemilerle İlgili Bazı Bilgiler (Akkemik, 2015, s. 13).

NAME / ADI	DIMENSIONS / ÖLÇÜLERİ (Length and width/Uzunluk ve Genişlik)	EXCAVATOR INSTITUTE* / ÇIKARAN KURUM*	PERIOD / DÖNEMİ	REMARKS / AÇIKLAMA
YK 1	6,5 m – 4 m	INA	End of 10 th century to 11 th century / 10. yy sonu-11. yy başı	Merchantman / Ticaret gemisi
YK 2	14,70 m – 2,10 m	INA	End of 10 th century to 11 th century / 10. yy sonu-11. yy başı	Galley / Kadirga
YK 3	9,12 m – 2,28 m	IU	7 th -9 th centuries / 7.-9. yy	Merchantman / Ticaret gemisi
YK 4	18 m – 4 m	INA	End of 10 th century to 11 th century / 10. yy sonu-11. yy başı	Galley / Kadirga
YK 5	12 m – 3,5 m	INA	End of 10 th century to 11 th century / 10. yy sonu-11. yy başı	Merchantman / Ticaret gemisi
YK 6	6 m – 1,90 m	IU	End of 10 th century to 11 th century / 10. yy sonu-11. yy başı	Merchantman / Ticaret gemisi
YK 7	7 m – 2 m	IU	End of 10 th century to 11 th century / 10. yy sonu-11. yy başı	Merchantman / Ticaret gemisi
YK 8	5 m – 1,60 m	IU	End of 10 th century to 11 th century / 10. yy sonu-11. yy başı	Merchantman / Ticaret gemisi
YK 9	12 m – 2,2 m	IU	End of 10 th century to 11 th century / 10. yy sonu-11. yy başı	Merchantman / Ticaret gemisi
YK 10	Distributed to an area about 100 sqm. Yaklaşık 100 m ² 'lik bir alana dağılmış	IU	8 th century / 8. yy	Merchantman / Ticaret gemisi
YK 11	8,50 m – 4 m	INA	7 th -8 th centuries / 7.-8. yy	Merchantman / Ticaret gemisi
YK 12	7 m 2,20 m	IU	9 th century / 9. yy	Merchantman / Ticaret gemisi
YK 13	21 m – 2,80 m	IU	8 th -9 th centuries / 8.-9. yy	Galley / Kadirga
YK 14	12 m – 2,55 m	INA	End of 10 th century to 11 th century / 10. yy sonu-11. yy başı	Merchantman / Ticaret gemisi
YK 15	11 m	IU	8 th -9 th centuries / 8.-9. yy	Merchantman / Ticaret gemisi
YK 16	25 m – 2,80 m	IU	8 th century / 8. yy	Galley / Kadirga
YK 17	8,5 m – 2,40 m	IU	8 th -9 th centuries / 8.-9. yy	Merchantman / Ticaret gemisi
YK 18	5,53 m – 3,12 m	IU	10 th -11 th centuries / 10.-11. yy	Merchantman / Ticaret gemisi
YK 19	5 m – 2,5 m	IU	8 th century / 8. yy	Merchantman / Ticaret gemisi
YK 20	8,80 m – 2,30 m	IU	9 th -10 th centuries / 9.-10. yy	Merchantman / Ticaret gemisi
YK 21	11 m – 4 m	IU	9 th -10 th centuries / 9.-10. yy	Merchantman / Ticaret gemisi
YK 22	Distributed to an area about 200 sqm. Yaklaşık 200 m ² 'lik bir alana dağılmış	IU	5 th -6 th centuries / 5.-6. yy	Merchantman / Ticaret gemisi
YK 23	9 m – 3 m	INA	8 th -9 th centuries / 8.-9. yy	Merchantman / Ticaret gemisi
YK 24	5 m – 1,5 m	INA	End of 10 th century to 11 th century / 10. yy sonu-11. yy başı	Merchantman / Ticaret gemisi
YK 25	19 m – 1,5 m	IU	10 th -11 th centuries / 10.-11. yy	Galley / Kadirga
YK 26	2 m – 1,5 m	IU	5 th -6 th centuries / 5.-6. yy	Merchantman / Ticaret gemisi
YK 27	12 m – 2,30 m	IU	8 th -9 th centuries / 8.-9. yy	Merchantman / Ticaret gemisi
YK 28	Distributed to an area about 28 sqm. Yaklaşık 28 m ² 'lik bir alana dağılmış	IU	8 th -9 th centuries / 8.-9. yy	Merchantman / Ticaret gemisi
YK 29	8,80 m – 6,35 m	IU	8 th century / 8. yy	Merchantman / Ticaret gemisi
YK 30	Visible 1 m – 2,5 m	IU	8 th -9 th centuries / 8.-9. yy	Merchantman / Ticaret gemisi
YK 31	5 m – 3 m	IU	9 th century / 9. yy	Merchantman / Ticaret gemisi
YK 32	Distributed to an area about 25 sqm. Yaklaşık 25 m ² 'lik bir alana dağılmış	IU	8 th -9 th centuries / 8.-9. yy	Merchantman / Ticaret gemisi
YK 33	3,5 m – 2 m	Museum	End of 10 th century to 11 th century / 10. yy sonu-11. yy başı	Merchantman / Ticaret gemisi
YK 34	Visible 9 m – 4 m	IU	5 th century / 5. yy	Merchantman / Ticaret gemisi
YK 35	15 m – 5 m	IU	5 th century / 5. yy	Merchantman / Ticaret gemisi
YK 36	Distributed to an area about 50 sqm. Yaklaşık 50 m ² 'lik bir alana dağılmış	IU	End of 10 th century to 11 th century / 10. yy sonu-11. yy başı	Galley / Kadirga

Tablo 57. Gemilerdeki Örnek Sayıları (Akkemik, 2015, s. 14).

No	Code of the ship/ Gemi kodları	Parts of the ships / Gemilerin kısımları																					Total / Toplam	
		Planking/Kaplama	Ceiling/Farş	Frame /Eğri	Keel/Ömürge	Garboard/Barma tahtası	Mast step/Yelken yatağı	Treenail/Ahşap çivisi	Wale/Çapa tahtası	Starboard wale/Sancak çapa tahtası	Stringer/Çık kuşak	Bulkhead/Livar	Wedge/ Kama	Peg / Pim Kilit	Stempost/ Başbodoslama	Portside/İskale	Starboard/Sancak	Deck beam/Kemere	Bench/Oturak	Stanchion/Dikeme	Wood/Odan	Piece from unknown position/ Yeri belli olmayan parça		Unidentified piece/ Tanımlanamamış Parça
1	YK 3	15	6	45	6	1				1													74	
2	YK 6	25	-	27	5	4	1																62	
3	YK 7	22	-	14	2	2									1	1							42	
4	YK 8	35	-	10	2		7																54	
5	YK 9	11	-	11	2	2																	26	
6	YK 10	27	-	35	-				2														64	
7	YK 12	31	46	45	5		3	262	1										1				394	
8	YK 13	19	-	113	2	6		30	2												4		176	
9	YK 15	7	-	-	3																		10	
10	YK 16	27	-	172	5	5		19	3	2											6		239	
11	YK 17	13	-	26	1				2	3										1			46	
12	YK 18	45	-	27	3	4		4	1														84	
13	YK 19	8		12	2	5															17		44	
14	YK 20	54	-	56	3	4	1	4	2	2							1						127	
15	YK 21	52		25	2	2		8															89	
16	YK 22	73	17	111	2				4	3												48	258	
17	YK 25	15	-	73	-	2		49		4								1					144	
18	YK 26	15	-	2	-																		17	
19	YK 27	46	5	69	2	4				5												9	140	
20	YK 28	13	-	22	-	1																1	37	
21	YK 29	48	14	36	2		1			6		3											110	
22	YK 30	3	-	3	1																		7	
23	YK 31	25	13	28	3	4			1	3		4									1		82	
24	YK 32	22	-	26	4	1								1								4	58	
25	YK 34	33	15	51	3	2		10	3	1			12	3								2	135	
26	YK 35	95	254	126	7	2	7		5	20										1		11	528	
27	YK 36	34	1	25	1					2											1	12	76	
Total / Toplam		812	371	1190	68	51	13	393	24	53	1	7	12	3	1	1	1	1	1	1	2	29	87	3123

Gemi parçaları ve kodları şu şekildedir: Batığın kısımları, kazılarda çıkarılan batıklarda günümüze kadar ulaşan parça kısımları ile sınırlıdır. Bazı batıklarda batığın tamamına yakını kısmı çıkarılırken, batıkların bazılarında, batıkların bir kısmı kalmıştır. Kazılar sonucu çıkarılabilen batık kısımları (Tablo 58) ve bunlara ilişkin kısaltmalar yapılmış olup aşağıda listelenmişlerdir (Akkemik, 2015, s. 15).

Tablo 58. Yeni Kapı 12 Batığı'ndan Ele Geçen ve İncelenen Parçalarının Kısımları (Akkemik, 2015, s. 15).

AÇ	: Ahşap çivi
BDS	: Bodoslama
BT	: Burma
ÇT	: Çapa tahtası
D	: Döşek
E	: Eğri
E-İ	: Eğrinin iskele postası
E-S	: Eğrinin sancak postası
F	: Farş - İç kaplama
İ	: İskele
İB	: İskele burma
İF	: İskele farş
İçOm	: İç omurga
İÇT	: İskele çapa tahtası
İçK	: İç kuşak
İK	: İskele kaplama
K	: Kaplama tahtası
Om	: Omurga
P	: Posta
S	: Sancak
SB	: Sancak burma
SÇT	: Sancak çapa tahtası
SF	: Sancak farş
SK	: Sancak kaplama
TP	: Tanımlanamayan parça
YBO	: Yeri belli olmayan
YOm	: Yalpa omurga
YY	: Yelken yatağı

Kesitlerin alınma şekli; sualtı arkeolojisinde ele geçen arkeolojik buluntularla ilgili en önemli sorun, kömürleşmiş olan buluntu ya da Yenikapı batıklarında olduğu gibi çürümüş şekilde olan buluntulardır. Bu durumlar analiz için ince kesitlerin alınmasında önemli derecede zorlaştırmaktadır (Akkemik, 2015, s. 15).

Yenikapı'nın eski batıklarından analiz için alınan örneklerin çoğunlukla çürümüş ve kötü durumda olmaması sebebiyle belirtilen zorluklar sıkça oluşmakta olup ve yüksek kalitede bulunan kesitlerin analiz için alınmasını güçleştirmiştir (Akkemik, 2015, s. 15).

Bu şekildeki örneklerde, güncel biçimde olan analiz için alınan kesitlere uygulanan standart şekilde preparat hazırlama yöntemleri uygulanamadığını belirtmişlerdir. Standart (referans) preparatların hazırlamasında:

- Örneklerin kaynatılarak yumuşatılması
- Mikrotom yardımıyla 30-40 µm kalınlığında kesitlerin alınması (1 mm-1.000 µm)
- Kesitlerin yabancı maddelerden arındırılması için hipokloritten geçirilmesi
- Değişik derecelerde alkol serisinden geçirilmesi
- Boyanması (genellikle kırmızı renkli safraninle) • Lam-lamel arasında, gliserin-jelatin içerisinde kapatılması şeklinde bir yöntem uygulamışlardır (Akkemik, 2015, s. 15-16).

Yenikapı Batığı örnekleri bin yıldan fazla bir sürede sulu ve nemli bir ortam içerisinde maruz kaldığından büyük çoğunluğu çürümüş ve yumuşamış durumda olup suya doymuş bir biçimde ahşap niteliği taşıdığını belirlemişlerdir. Bu sebeple, yumuşatma, hipoklorit ve alkol serisinden geçirilerek ve boyanma gibi işlemler uygulanamadığını belirtmişlerdir. Analiz için kesit alınmasında, mikrotom kullanılamamış olup, keskin jiletler vasıtasıyla ince kesitler alınması başarılmıştır (Şekil 115). Jiletler örnek alımı için her 3-4 örnekte değiştirilmeye tabi oluşturmıştır (Akkemik, 2015, s. 16).



Şekil 115. Örneklerin Jiletle İnce Kesit Alınması (Akkemik, 2015, s. 16).

Hatta o kadar titizlikle örnekler alınmış ki çok fazla çürümüş olan parçalardan örnekler, hiç kullanılmamış jiletler vasıtasıyla kesitler alınmıştır. 8 adet Yenikapı Batığı'nın cins/tür analizini ve analiz sonucunda teşhislerini yapan Liphschitz ve Pulak (2009) da aynı yöntemleri izleyerek kesitler almıştır (Akkemik, 2015, s. 16).

Yukarıda belirtilen toplam 27 batıktan analiz için alınan 3123 örnek (üzerinde cins/tür düzeyinde analiz ve sonucunda teşhis yapmak üzere, odun kesitleri üç yönlü bir biçimde alınmıştır (Akkemik, 2015, s. 16).

Analiz ve sonucunda teşhislerde odunların enine, radyal bir biçimde (öz ile çevre arasındaki yüzey) ve teğet bir biçimde (gövdenin çevresine paralel olan yüzey) kesitleri alınmak suretiyle (elde edilmiş olup teşhislerde kullanılan parçaların odun özellikleri bu kesitler üzerinde incelemişlerdir. Kesitlerin kalınlığının genellikle 30-50 µm (nanometre) olmasına için özen gösterilmiştir ancak genel bir biçimde su altında kalmış ve büyük oranda çürümüş olmalarından ötürü örnekler üzerinde çalışıldığı zaman ve kesitler çoğunlukla keskin jiletlerle alındığından ötürü ne kadar dikkatli ve özenli davranılsa da zaman zaman kesitlerin kalınlığı homojen olmadığını ifade etmişlerdir. Ancak yine de kesitlerin ince olan kısımları analiz ve sonucunda teşhis için gerekli özelliklerinin görülmesinde yeterli olduğunu belirterek ve teşhislerin yapılmasında gerekli olan tüm özellikleri ve her örnek için cins/türleri fotoğraflanmıştır (Akkemik, 2015, s. 16).

Cins/Tür Teşhislerinin yapılması aşağıda belirtilmektedir;

Analiz için alınan ince kesitler incelenmek için lam-lamel arasına konulduktan sonra, mikroskop altında incelenmiş olup, bu inceleme sonucunda gerekli görülen odun özellikleri saptanarak teşhisleri yapmışlardır (Şekil 116). Analizi yapan araştırmacıları teşhisler sırasında gerekli gördükleri takdirde IU Orman Fakültesi Orman Botaniği Anabilim Dalı'nda bulunan referans örnekler den ve referans kaynaklardan yararlanmışlardır (Akkemik, 2015, s. 16).

Analiz sonucu olarak teşhislerde, öncelikli şekilde odunsu malzemenin ait olduğu gruplar (gymnosperm angiosperm) belirlenmişlerdir. Analizle incelenen örneğin bu iki gruptan hangisi olduğunu tespit edilmesi, teşhislerde ilk basamağını oluşturduğunu belirtmişlerdir. Analiz sonucunda bu saptamalardan sonra aşağıda detayları verilen diğer özelliklerinin incelenmesine geçmişlerdir (Akkemik, 2015, s. 16).

1.Enine kesit:

- Gymnosperm odunlarında: Yıllık halka sınırının belirgin olup olmadığı, reçine kanalının varlığı, konumu, reçine kanalı çevresindeki salgı hücrelerinin özellikleri; odun parenşimlerinin varlığı (Akkemik, 2015, s. 16)
-
- Angiosperm odunlarında: Trahelerin çapları, dizilişi (dağınık, yarı halkalı ya da halkalı), yaz odunu trahelerinin dizilişi, birim alandaki trahe sayısı, odun parenşimlerinin yoğunluğu ve dizilişi, trahe hücre çeperlerinin ince ya da kalın olması, salgı kanallarının varlığı (Akkemik, 2015, s. 16-17).



Şekil 116. Mikroskopta Örnek Teihisi Ekranda Odunun Enine Kesiti Görülmekte, Sağ Tarafda Ekranda Odunun Mikroskop Görüntüsü Görünmekte (Akkemik, 2015, s. 17).

2.Radyal kesit:

- Gymnosperm odunlarında: Öz ışınlarının homojen ya da heterojen oluşu, enine traheidlerin yapısı ve özelliği, karşılaşma yeri geçitlerinin tipi, odun parانشimlerinin enine çeperlerinin düz ya da nodüler olması, öz ışın hücre çeperlerinin teğet çeperlerinin geçitli, nodüler, ya da düz olması, indentürlerin olup olmadığı, horizontal çeperlerinin geçitli ya da geçitsiz olması; traheidler üzerinde bulunan kenarlı geçitlerin çift ya da tek sıralı oluşu, torus kenarının düz ya da dişli olması (Akkemik, 2015, s. 17).
- Angiosperm odunlarında: Öz ışınlarının homoselüler ya da heteroselüler oluşu, trahelerin uçlarında bulunan perforasyon tablasının basit, skalariform ya da retikül oluşu, tabakalı yapının (storied structure) varlığı (Akkemik, 2015, s. 17).

3.Teğet kesit:

- Gymnosperm odunlarında: Öz ışınlarının yüksekliği, enine reçine kanallarının varlığı, odun parانشimlerinin horizontal çeperlerinin düz ya da nodüler oluşu
- Angiosperm odunlarında: Öz ışınlarının genişliği ve yüksekliği, türlere özgü tabakalı yapıların varlığı (storied structure), (Akkemik, 2015, s. 17).

Analizin sonucunda teşhislerde yapılırken Uluslararası Odun Anatomistleri Derneği (International Association of Wood Anatomists) tarafından oluşturulmuş olan odun teşhislerine ilişkin komitenin hazırladığı ve yayımladığı teşhis anahtarı esas alınmıştır (Akkemik, 2015, s. 17).

Söz konusu Komite 1989'da angiospermiler (IAWA Committee, 1989) ve 2004'te de gymnospermiler (IAWA Committee, 2004) için birer teşhis kılavuzu oluşturmuştur. Bu kılavuzlar, teşhislerde önemli bir altlıktır. Ayrıca, başta Schweingruber (1990) tarafından hazırlanmış olan "Anatomy of European Woods" adlı odun anatomisi atlası olmak üzere, Greguss (1955), Jacquot (1955), Merev (2003), Fahn vd. (1986), Berkel ve Bozkurt (1961) ile Bozkurt ve Erdin (1995) tarafından yazılan odun anatomisi kitaplarından da yararlanılarak tüm teşhis işlemleri gerçekleştirmişlerdir (Akkemik, 2015, s. 17).

Ayrıca teşhislerde, yazar tarafından Almanya'da yayımlanan (Kessel Publishing House) "Wood Anatomy of Eastern Mediterranean Species" (Akkemik ve Yaman, 2012) adlı eser de temel kaynak olarak kullanılmışlardır (Akkemik, 2015, s. 17).

Gemilerin Ahşapları şu şekildedir;

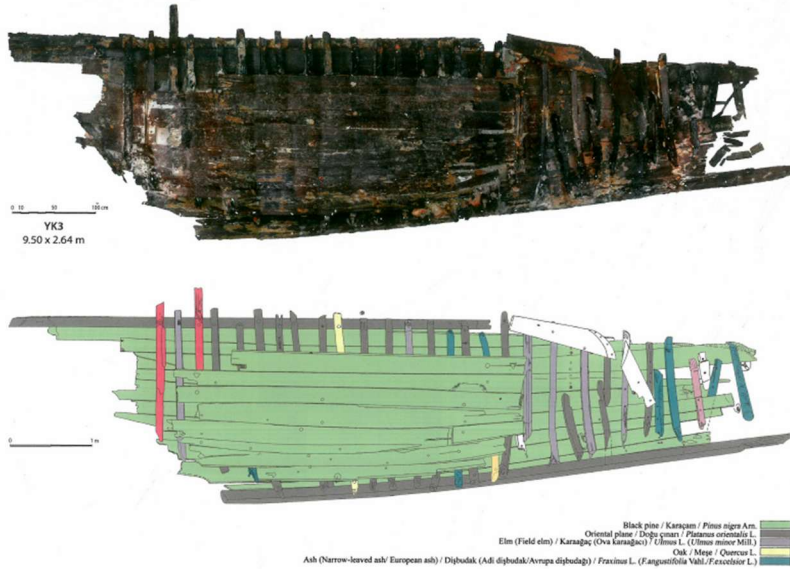
Batıkların analizler sonucunda teşhis edilen ahşapların cins ve türleri, "İğne Yapraklılar" ve "Geniş Yapraklılar" olmak üzere iki gruba ayırmışlardır. Teşhis edilen bu gruplara dâhil olan, cins/türlerin listesi aşağıda belirtilmiştir. Ayrıca bu cinsler dışında farklı olarak az sayıda kavak, mersin ve akçakesme örnekleri de analiz sonucunda teşhis edilmiştir. Bu ağaç türlerinin ise onarımda kullanılmış olabileceği araştırmacıları tarafından düşünülmektedir (Tablo 59), (Akkemik, 2015, s. 21).

Batıklarda sıklıkla kullanılan ahşap cinsleri çam, servi, meşe, kestane, çınar ve katırtırnağıdır. Bu ağaç türlerine göre daha az oranla kullanılan cinsler sedir, karaağaç, gürgen, kayın, dişbudak, ceviz ve gök narlardır. Ayrıca bunlara ek olarak en az kullanılan ağaçlar ise kavak, mersin ve akçakesmelerdir (Akkemik, 2015, s. 21).

Ahşap kullanımı, belirgin bir dönemsellik göstermiş olup, erken dönemdeki iğne yapraklı ağaçların (çam ve servi) kullanımı olmuştur ancak daha geç dönemlerde bu ağaç türü terk edilerek bir başka tür olan yapraklı ağaçlara (meşe ve kestane) doğru bir yönelme olduğunu belirtmişlerdir. Batıklarda (Şekil 117) analiz sonucunda tespit edilen bu cins/türlerin hangi geminin hangi kısmında ve ne yoğunlukta kullanıldığı, aşağıda her batık için ayrı ayrı ve detaylı verilmiştir (Akkemik, 2015, s. 21).

Tablo 59. Teşhis Edilen Cinsler ve Bu Cinslere Ait Olası Türler (Akkemik, 2015, s. 21).

Genus identified / Teşhis edilen Cins	Possible species of the genus / Cinsin Olası Türleri
Conifers / İğne Yapraklılar (Gymnospermae)	
<i>Abies</i> L. (Fir / Gökmar)	Caucasian fir / Karadeniz gökmarı (<i>Abies nordmanniana</i> Mattf.) Taurus fir / Toros gökmarı (<i>Abies cilicica</i> Carr.)
<i>Cedrus</i> L. (Cedar / Sedir)	Taurus cedar / Toros sediri (<i>Cedrus libani</i> A. Rich.)
<i>Cupressus</i> L. (Cypress / Servi)	Mediterranean cypress / Akdeniz servisi (<i>Cupressus sempervirens</i> L.)
<i>Pinus</i> L. (Pine / Çam)	Turkish pine / Kızılcam (<i>Pinus brutia</i> Ten.) Black pine / Karaçam (<i>Pinus nigra</i> Arn.) Stone pine / Fıstıkçamı (<i>Pinus pinea</i> L.)
Broad-leaved trees / Geniş Yapraklılar (Angiospermae)	
<i>Carpinus</i> L. (Hornbeam / Gürgen)	Common hornbeam / Adı gürgen (<i>Carpinus betulus</i> L.)
<i>Castanea</i> L. (Chestnut / Kestane)	Sweet chestnut / Anadolu kestanesi (<i>Castanea sativa</i> L.)
<i>Fagus</i> L. (Beech / Kayın)	Eastern beech / Doğu kayını (<i>Fagus orientalis</i> Lipsky.) European beech / Avrupa kayını (<i>Fagus sylvatica</i> L.)
<i>Fraxinus</i> L. (Ash / Dişbudak)	European ash / Avrupa dişbudacı (<i>Fraxinus excelsior</i> L.) Narrow-leaved ash / Sivri meyveli dişbudak (<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl.) South European flowering ash / Çiçekli dişbudak (<i>Fraxinus ornus</i> L.)
<i>Juglans</i> L. (Walnut / Ceviz)	Common walnut / Adı ceviz (<i>Juglans regia</i> L.)
<i>Phillyrea</i> L. (Phillyrea / Akçakesme)	Phillyrea / Akçakesme (<i>Phillyrea latifolia</i> L.)
<i>Populus</i> L. (Poplar / Kavak)	Black poplar / Karakavak (<i>Populus nigra</i> L.) Asian pyramidal black poplar / Asya servi kavağı
<i>Platanus</i> L. (Plane / Çınar)	Eastern plane / Doğu çınarı (<i>Platanus orientalis</i> L.)
<i>Quercus</i> L. (Oak / Meşe)	White oaks / Akmeşeler Red oaks / Kırmızı meşeler Evergreen oaks / Herdemyeşil meşeler
<i>Spartium</i> L. (Spanish broom / Katırtırnağı)	Spanish broom / Katırtırnağı (<i>Spartium junceum</i> L.)
<i>Ulmus</i> L. (Elm / Karaağaç)	Field elm / Ova karaağacı (<i>Ulmus minor</i> Mill.) Mountain elm / Dağ karaağacı (<i>Ulmus glabra</i> Huds.)



Şekil 117. YK3 nolu Batık Gemi Renklendirilmiş (alt) ve Ahşap Formu (üst), (Akkemik, 2015, s. 22).

1. Yenikapı 3 (YK3)

Batığın Türü: Ticaret gemisi

Dönemi: 7.-9. yüzyıl

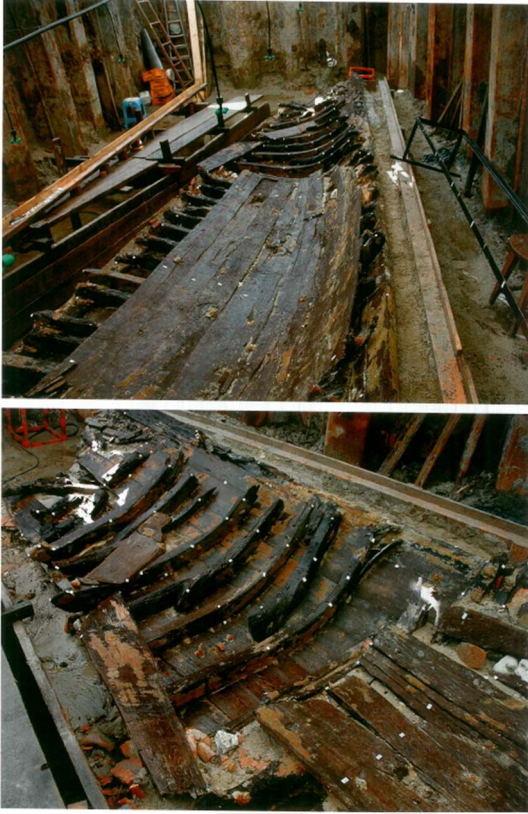
Batıkta 7 farklı örneğe cins/türe analizi yapılarak toplam 74 örneğin teşhisi yapılmıştır (Tablo 60-61), (Şekil 119-118). Batıkta yapı malzemesi olarak büyük çoğunlukla karaçam ve çınar ağaçları kullanmışlardır. Kullanılan ağaçlara ek olarak 3 kayın, 1 karaağaç ve 1 de servi ayrıca analizlerle teşhis edilmiştir. Özellikle karaçam, servi, çınar ve karaağaç gibi analizin sonucunda bu örneklerinin kullanımı erken dönem batığına gösterdiğini belirmişlerdir. Ayrıca kayın ağaçlarına batıkların yapımlarında pek sık rastlanmadığını da belirtmişlerdir. Analiz sonucunda belirlenen bu 3 kayın örneğinin teşhisi, bu ağaç türünün İstanbul ve Karadeniz sahillerinde yetişmesinden ötürü, bu bölgeye ait bir batık olduğunu ya da bu bölgede yapılmış bir onarımı gösterdiğini belirmişlerdir (Akkemik, 2015, s. 23).

Tablo 60. YK3 nolu Batıkta Kullanılan Cins/Türler (Akkemik, 2015, s. 23).

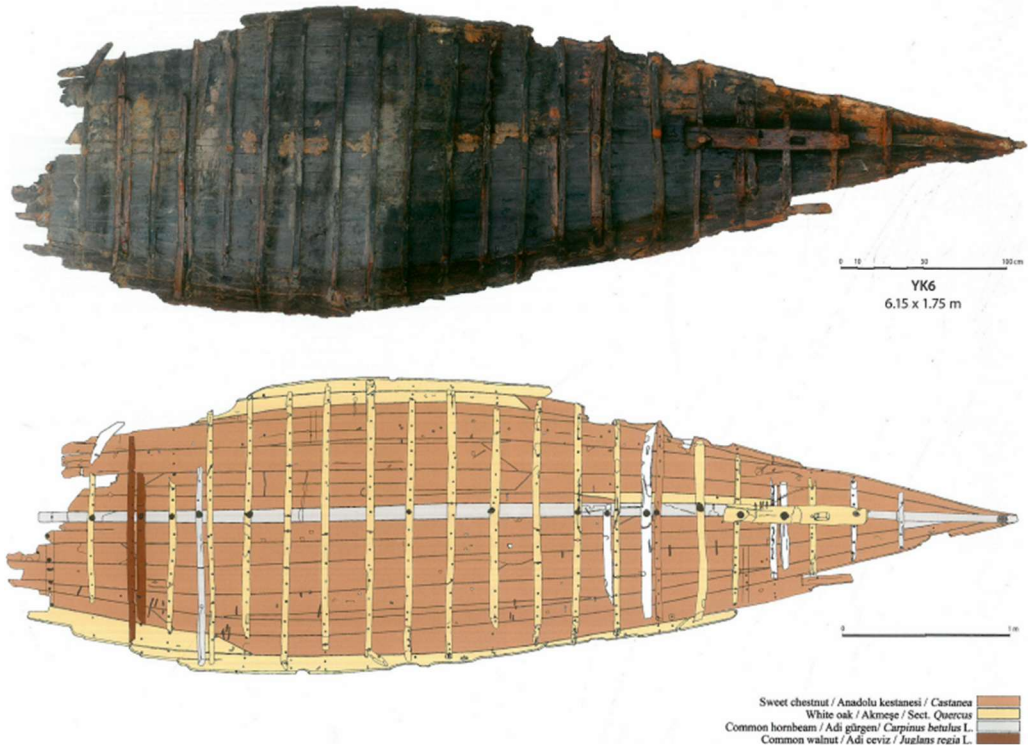
Sample no / Örnek no	Sample type / Örnek türü	Sample code / Örnek kodu	Identification (Genus/species) / Teşhis sonucu (Cins/tür)
1	Floor timber/Döşek	D1	—
2	Floor timber/Döşek	D2	Elm tree/Karaağaç
3	Floor timber/Döşek	D3	—
4	Floor timber/Döşek	D4	Eastern plane/Doğu çınarı
5	Floor timber/Döşek	D5	Eastern plane/Doğu çınarı
6	Floor timber/Döşek	D6	Eastern plane/Doğu çınarı
7	Floor timber/Döşek	D7	Eastern plane/Doğu çınarı
8	Floor timber/Döşek	D8	Eastern plane/Doğu çınarı
9	Floor timber/Döşek	D9	Eastern plane/Doğu çınarı
10	Floor timber/Döşek	D10	Oak/Meşe
11	Floor timber/Döşek	D11	Eastern plane/Doğu çınarı
12	Floor timber/Döşek	D12	Eastern plane/Doğu çınarı
13	Floor timber/Döşek	D13	Elm tree/Karaağaç
14	Floor timber/Döşek	D14	Eastern plane/Doğu çınarı
15	Floor timber/Döşek	D15	Ash tree/Dişbudak
16	Floor timber/Döşek	D16	Eastern plane/Doğu çınarı
17	Floor timber/Döşek	D17	Ash tree/Dişbudak
18	Floor timber/Döşek	D18	Eastern plane/Doğu çınarı
19	Floor timber/Döşek	D19	Elm tree/Karaağaç
20	Floor timber/Döşek	D20	Elm tree/Karaağaç
21	Floor timber/Döşek	D21	Eastern plane/Doğu çınarı
22	Floor timber/Döşek	D22	Elm tree/Karaağaç
23	Floor timber/Döşek	D23	Eastern plane/Doğu çınarı
24	Floor timber/Döşek	D25	Eastern plane/Doğu çınarı
25	Floor timber/Döşek	D26	Ash tree/Dişbudak
26	Floor timber/Döşek	D27	—
27	Floor timber/Döşek	D29	Ash tree/Dişbudak
28	Floor timber/Döşek	Piece after D29/ D29'dan sonraki parça	Ash tree/Dişbudak
29	Frame/Eğri	E24	Elm tree/Karaağaç

Tablo 61. YK3 nolu Batıkta Kullanılan Cins/Türler Tablonun Devamı (Akkemik, 2015, s. 24).

Sample no / Örnek no	Sample type / Örnek türü	Sample code / Örnek kodu	Identification (Genus/species) / Tespis source (Cins/tür)
30	Frame/Egri	E27	Eastern plane/Doğu çınarı
31	Frame/Egri	E28	Eastern plane/Doğu çınarı
32	Portside garboard/İskele burma	IB	Black pine/Karaçam
33	Portside ceiling/İskele farş	IF1	Black pine/Karaçam
34	Portside ceiling/İskele farş	IF2	Black pine/Karaçam
35	Portside ceiling/İskele farş	IF3	Black pine/Karaçam
36	Portside ceiling/İskele farş	IF4	Black pine/Karaçam
37	Portside ceiling/İskele farş	IF5	Black pine/Karaçam
38	Portside ceiling/İskele farş	IF6	Black pine/Karaçam
39	Portside planking/İskele kaplama	IK1	Black pine/Karaçam
40	Portside planking/İskele kaplama	IK2-1	Black pine/Karaçam
41	Portside planking/İskele kaplama	IK2-2	Black pine/Karaçam
42	Portside planking/İskele kaplama	IK3-1	Black pine/Karaçam
43	Portside planking/İskele kaplama	IK3-2	Black pine/Karaçam
44	Portside planking/İskele kaplama	IK4	Black pine/Karaçam
45	Portside planking/İskele kaplama	IK5-1	Black pine/Karaçam
46	Portside planking/İskele kaplama	IK5-2	Black pine/Karaçam
47	Portside planking/İskele kaplama	IK6-1	Black pine/Karaçam
48	Portside planking/İskele kaplama	IK6-2	Black pine/Karaçam
49	Portside planking/İskele kaplama	IK8-1	Black pine/Karaçam
50	Portside planking/İskele kaplama	IK9	Black pine/Karaçam
51	Portside planking/İskele kaplama	IK10	Black pine/Karaçam
52	Portside planking/İskele kaplama	IK10-1	Black pine/Karaçam
53	Portside planking/İskele kaplama	IK11	Black pine/Karaçam
54	Stringer/İç kuşak	İçK11	Eastern plane/Doğu çınarı
55	Keel/Ömürge	Om	Eastern plane/Doğu çınarı
56	Keel/Ömürge	Om (Bow/Baş D1)	Eastern plane/Doğu çınarı
57	Keel/Ömürge	Om (D2-D3)	Eastern plane/Doğu çınarı
58	Keel/Ömürge	Om (D9-D13)	Eastern plane/Doğu çınarı
59	Keel/Ömürge	Om (D9-D13)	Eastern plane/Doğu çınarı
60	Keel/Ömürge	Om (K14)	Eastern plane/Doğu çınarı
61	Futtock/Posta	P5-2	Ash tree/Dişbudak
62	Futtock/Posta	P6-1	Black pine/Karaçam
63	Futtock/Posta	P7-2	Eastern plane/Doğu çınarı
64	Futtock/Posta	P11-2	Ash tree/Dişbudak
65	Futtock/Posta	P13-2	Eastern plane/Doğu çınarı
66	Futtock/Posta	P15-2	Elm tree/Karaağaç
67	Futtock/Posta	P17-2	Eastern plane/Doğu çınarı
68	Futtock/Posta	P17-2	White oak/Akmeşe
69	Futtock/Posta	P18-1	Eastern plane/Doğu çınarı
70	Futtock/Posta	P18-2	Elm tree/Karaağaç
71	Futtock/Posta	P18-2	Elm tree/Karaağaç
72	Futtock/Posta	P21-1	Spanish broom/Katirtırnağı
73	Futtock/Posta	P23-2	Ash tree/Dişbudak
74	Futtock/Posta	P25-2	Ash tree/Dişbudak



Şekil 118. Batıkların Ahşapları ve YK3 nolu Batık (Akkemik, 2015, s. 25).



Şekil 119. YK6 nolu Batık Renklendirilmiş (sol) Ahşabın Formu (sağ), (Akkemik, 2015, s. 26).

2. Yenikapı 6 (YK6)

Batığın Türü: Ticaret gemisi

Dönemi: 10.-11. yüzyıl

Batıkta 5 farklı cins/türe analizi yapılmıştır. Analizler sonucunda toplam 62 örneğin teşhisi yapılmıştır (Tablo 62-63), (Şekil 120-121). Bu batık olan ticaret gemisi analizlerin sonucunda büyük oranda akmeşe ve kestane ağaç türleri teşhis edilmiştir. Ayrıca bu ağaçlardan farklı olarak 7 gürgen, 2 ceviz ve 2 de kavak ağacında yapı malzemesi olarak kullanılmıştır. . (Akkemik, 2015, Sayfa 27) Batığın Omurgası gürgen ağacından yapılmış olup bu ağaçların odunları, omurga yapımında daha çok tercih edilen çınar ağacı gibi beyaz renkli ve ince tekstürlüdür. . (Akkemik, 2015, Sayfa 27) Dağınık traheli (çınarla aynı tip) oduna sahiptir. Ayrıca analiz sonucunda teşhis edilen türlerden cevizin ticaretle en çok kullanılmış ağaçlardan biri olması ve kavak ağaçlarının da hemen her bölgede yetişmesinden dolayı batığın onarımında hangi türün kullanıldığı hakkında bilgi verilmemiştir (Akkemik, 2015, s. 27).

Tablo 62. YK6 Batıkta Kullanılan Cins/Türler (Akkemik, 2015, s. 27).

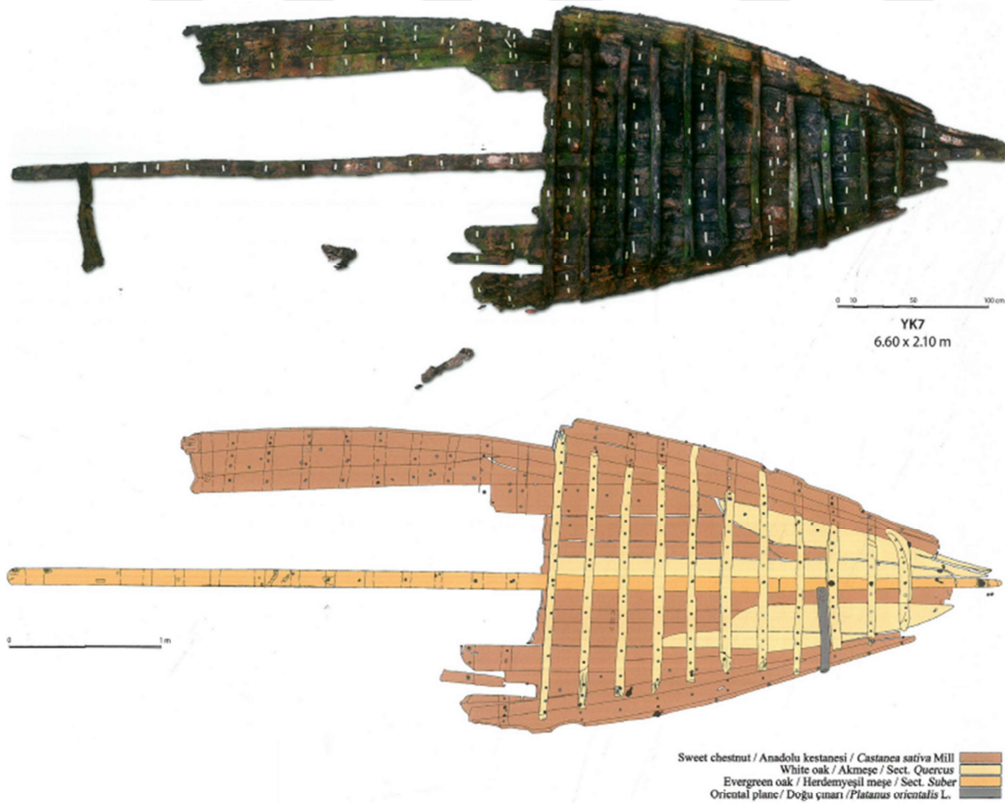
Sample no / Örnek no	Sample type / Örnek türü	Sample code / Örnek kodu	Identification (Genus/species) / Teşhis sonucu (Cins/tür)
1	Floor timber/Döşek	D1	White oak/Akmeşe
2	Floor timber/Döşek	D2	Walnut/Ceviz
3	Floor timber/Döşek	D3	Walnut/Ceviz
4	Floor timber/Döşek	D7	White oak/Akmeşe
5	Floor timber/Döşek	D8	White oak/Akmeşe
6	Floor timber/Döşek	D9	White oak/Akmeşe
7	Floor timber/Döşek	D10	White oak/Akmeşe
8	Floor timber/Döşek	D11	White oak/Akmeşe
9	Floor timber/Döşek	D12	White oak/Akmeşe
10	Floor timber/Döşek	D13	White oak/Akmeşe
11	Floor timber/Döşek	D14	White oak/Akmeşe
12	Floor timber/Döşek	D15	White oak/Akmeşe
13	Floor timber/Döşek	D16	Poplar/Kavak
14	Floor timber/Döşek	D17	White oak/Akmeşe
15	Floor timber/Döşek	D18	Poplar/Kavak
16	Floor timber/Döşek	D19	Chestnut/Kestane
17	Floor timber/Döşek	D20	White oak/Akmeşe
18	Floor timber/Döşek	D21	White oak/Akmeşe
19	Floor timber/Döşek	D24	White oak/Akmeşe
20	Floor timber/Döşek	D26	Hornbeam/Gürgen
21	Floor timber/Döşek	E22	Hornbeam/Gürgen
22	Frame/Eğri	E4	White oak/Akmeşe
23	Frame/Eğri	E5	Hornbeam/Gürgen
24	Frame/Eğri	E8	White oak/Akmeşe
25	Frame/Eğri	E17	White oak/Akmeşe
26	Frame/Eğri	E23	White oak/Akmeşe

Tablo 63. YK6 Batıkta Kullanılan Cins/Türler Tablonun Devamı (Akkemik, 2015, s. 28).

Sample no / Örnek no	Sample type / Örnek türü	Sample code / Örnek kodu	Identification (Genus/species) / Teşhis sonucu (Cins/tür)
27	Frame/Eğri	E25	White oak/Akmeşe
28	Portside garboard/İskele burma	İB1-1	White oak/Akmeşe
29	Portside garboard/İskele burma	İB1-2	Chestnut/Kestane
30	Portside garboard/İskele burma	İB1-3	White oak/Akmeşe,
31	Portside planking/İskele kaplama	İK1-1	Chestnut/Kestane
32	Portside planking/İskele kaplama	İK1-2	Chestnut/Kestane
33	Portside planking/İskele kaplama	İK1-3	Chestnut/Kestane
34	Portside planking/İskele kaplama	İK2-1	Chestnut/Kestane
35	Portside planking/İskele kaplama	İK2-2	Chestnut/Kestane
36	Portside planking/İskele kaplama	İK2-3	Chestnut/Kestane
37	Portside planking/İskele kaplama	İK3	Chestnut/Kestane
38	Portside planking/İskele kaplama	İK4-1	Chestnut/Kestane
39	Portside planking/İskele kaplama	İK4-2	Chestnut/Kestane
40	Portside planking/İskele kaplama	İK5-1	Chestnut/Kestane
41	Portside planking/İskele kaplama	İK5-2	White oak/Akmeşe
42	Portside planking/İskele kaplama	İK6	White oak/Akmeşe
43	Portside planking/İskele kaplama	İK2-3	Chestnut/Kestane
44	Starboard garboard/Sancak burma	SB1-1	Chestnut/Kestane
45	Starboard planking/Sancak kaplama	SK1-1	Chestnut/Kestane
46	Starboard planking/Sancak kaplama	SK1-2	Chestnut/Kestane
47	Starboard planking/Sancak kaplama	SK2-1	Chestnut/Kestane
48	Starboard planking/Sancak kaplama	SK2-2	Chestnut/Kestane
49	Starboard planking/Sancak kaplama	SK3	Chestnut/Kestane
50	Starboard planking/Sancak kaplama	SK4-1	Chestnut/Kestane
51	Starboard planking/Sancak kaplama	SK4-2	Chestnut/Kestane
52	Starboard planking/Sancak kaplama	SK5-1	Chestnut/Kestane
53	Starboard planking/Sancak kaplama	SK5-2	White oak/Akmeşe
54	Starboard planking/Sancak kaplama	SK6-1	White oak/Akmeşe
55	Starboard planking/Sancak kaplama	SK6-2	White oak/Akmeşe
56	Starboard planking/Sancak kaplama	SK6-3	White oak/Akmeşe
57	Keel/Ömurga	Om	Hornbeam/Gürgen
58	Keel/Ömurga	Om1	Hornbeam/Gürgen
59	Keel/Ömurga	Om3	Hornbeam/Gürgen
60	Keel/Ömurga	Om5	Hornbeam/Gürgen
61	Bilge keel/Yalpa omurga	YOm	White oak/Akmeşe
62	Mast step/Yelken yatağı	YY	White oak/Akmeşe



Şekil 120. YK6 nolu Batık (Akkemik, 2015, s. 29).



Şekil 121. YK7 nolu Batık Renklendirilmiş (sol) Ahşap Formu (sağ), (Akkemik, 2015, s. 30).

3. Yenikapı 7 (YK7)

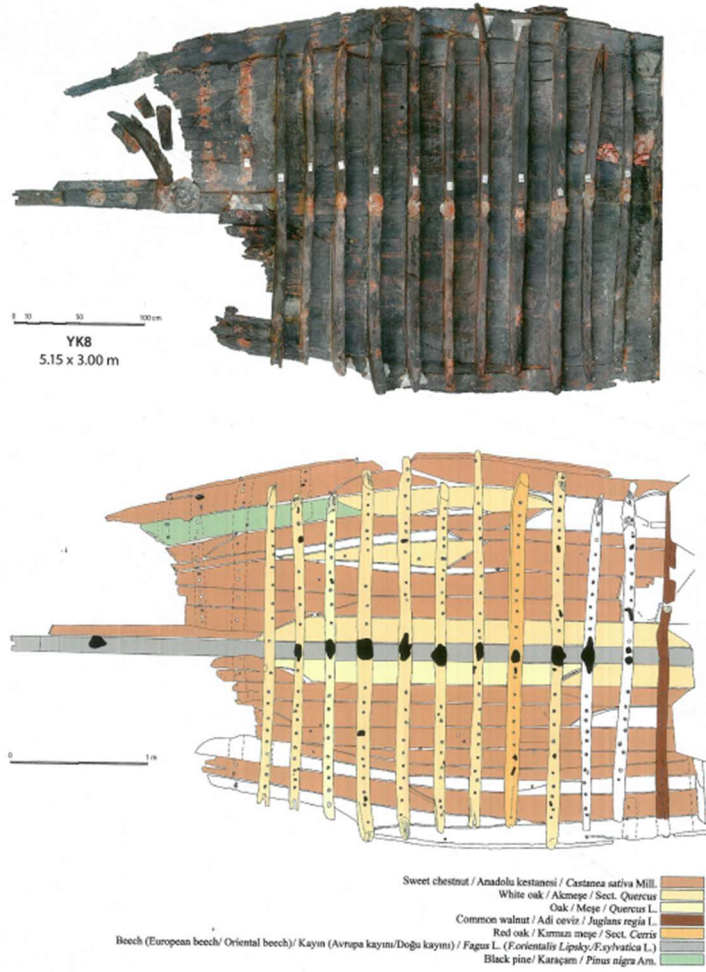
Batığın Türü: Ticaret gemisi

Dönemi: 10.-11. yüzyıl

Batıkta 4 farklı cins/türe analizi yapılmıştır. Analizler sonucunda toplam 42 örneğin teşhisi yapılmıştır (Tablo 64), (Şekil 122). Batık olan bu ticaret gemisinin yapı malzemesi olarak büyük çoğunlukla akmeşe, kestane kullanılmış olup ayrıca gene analizler sonucu teşhisi yapılan 2 çınar ve 2 kırmızı meşe ağacında kullanılmıştır. Ayrıca omurga yapımında malzeme olarak kırmızı meşe tercih edilmiştir. Kırmızı meşe örnekleri, bu batıkta sadece omurga yapımında kullanılmıştır ve batığın diğer kısımlarda genellikle akmeşe tercih etmişlerdir (Akkemik, 2015, s. 31).

Tablo 64. YK7 nolu Batıkta Kullanılan Cins/Türler (Akkemik, 2015, s. 31).

Sample no / Örnek no	Sample type / Örnek türü	Sample code / Örnek kodu	Identification (Genus/species) / Teşhis sonucu (Cins/tür)
1	Floor timber/Döşek	D3	White oak/Akmeşe
2	Floor timber/Döşek	D4	White oak/Akmeşe
3	Floor timber/Döşek	D6	White oak/Akmeşe
4	Floor timber/Döşek	D7	White oak/Akmeşe
5	Floor timber/Döşek	D8	White oak/Akmeşe
6	Floor timber/Döşek	D9	White oak/Akmeşe
7	Floor timber/Döşek	D10	White oak/Akmeşe
8	Floor timber/Döşek	D11	White oak/Akmeşe
9	Floor timber/Döşek	D12	White oak/Akmeşe
10	Floor timber/Döşek	D13	White oak/Akmeşe
11	Frame/Eğri	E2	White oak/Akmeşe
12	Frame/Eğri	E3	White oak/Akmeşe
13	Frame/Eğri	E4	White oak/Akmeşe
14	Frame/Eğri	E4-1	Eastern plane/Doğu çınarı
15	Portside garboard/İskele burma	IB	White oak/Akmeşe
16	Portside planking/İskele kaplama	IK1-2	Chestnut/Kestane
17	Portside planking/İskele kaplama	IK2-1	Chestnut/Kestane
18	Portside planking/İskele kaplama	IK2-2/IK3-2	White oak/Akmeşe
19	Portside planking/İskele kaplama	IK3-1	Chestnut/Kestane
20	Portside planking/İskele kaplama	IK4-1	Chestnut/Kestane
21	Portside planking/İskele kaplama	IK4-2/IK5-2	Chestnut/Kestane
22	Portside planking/İskele kaplama	IK5-1	Chestnut/Kestane
23	Portside planking/İskele kaplama	IK6-1	Chestnut/Kestane
24	Portside planking/İskele kaplama	IK6-2	Chestnut/Kestane
25	Portside planking/İskele kaplama	IK7	Chestnut/Kestane
26	Portside planking/İskele kaplama	IK8	Chestnut/Kestane
27	Portside/İskele	I	Chestnut/Kestane
28	Keel/Ömürge	Om1	Red oak/Kırmızı meşe
29	Keel/Ömürge	Om2	Red oak/Kırmızı meşe
30	Starboard garboard/Sancak burma	SB	Chestnut/Kestane
31	Starboard planking/Sancak kaplama	SK1-1	Chestnut/Kestane
32	Starboard planking/Sancak kaplama	SK1-2	White oak/Akmeşe
33	Starboard planking/Sancak kaplama	SK2-1	Chestnut/Kestane
34	Starboard planking/Sancak kaplama	SK2-2	White oak/Akmeşe
35	Starboard planking/Sancak kaplama	SK3-1	Chestnut/Kestane
36	Starboard planking/Sancak kaplama	SK4-1	Chestnut/Kestane
37	Starboard planking/Sancak kaplama	SK4-2	White oak/Akmeşe
38	Starboard planking/Sancak kaplama	SK5	Chestnut/Kestane
39	Starboard planking/Sancak kaplama	SK5-2	White oak/Akmeşe
40	Starboard planking/Sancak kaplama	SK6	Chestnut/Kestane
41	Starboard planking/Sancak kaplama	SK6-1	White oak/Akmeşe
42	Starboard/Sancak	S	Eastern plane/Doğu çınarı



Şekil 122. YK8 nolu Batık Renklendirilmiş (alt) Ahşap Formu (üst), (Akkemik, 2015, s. 32).

4. Yenikapı 8 (YK8)

Batığın Türü: Ticaret gemisi

Dönemi: 10.-11. yüzyıl

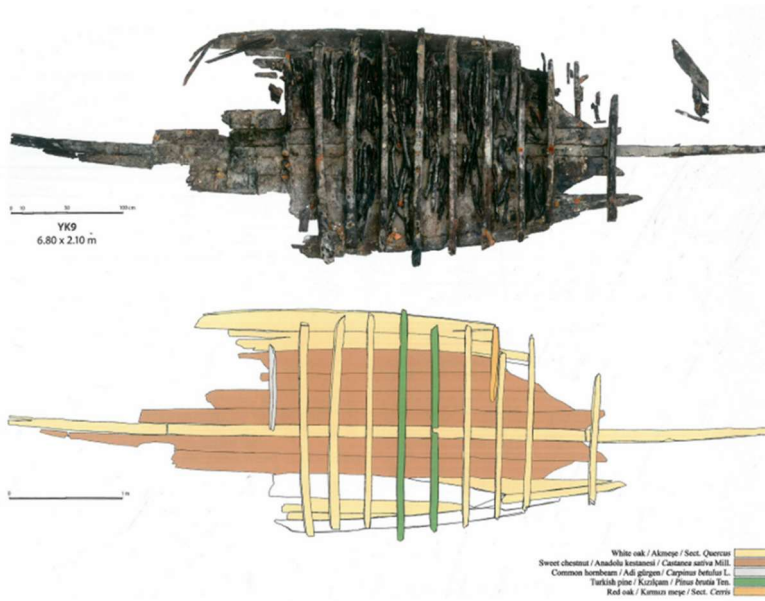
Batıkta 5 farklı cins/türe analiz yapılmıştır. Analiz sonucunda toplam 54 örneğin teşhisi yapılmıştır (Tablo 65-66), (Şekil 123). Batığın yapımında büyük çoğunlukla akmeşe ve kestane türü ağaçlar kullanılmıştır. Yine analiz sonucuna göre Bu ağaçlardan farklı olarak 1 ceviz, 1 karaçam ve 2 çınar ağacı analizlerde tespit edilmiştir. Bu batıkta ise omurga yapımında meşe ağacı tercih etmişlerdir. Bazı meşe örneklerinde yıllık halkaların çok dar olması nedeniyle hangi gruba ait oldukları belirleyememişlerdir Akkemik, 2015, Sayfa 33). Ayrıca bu bilgilere dayanılarak batıkta kullanılan meşe ağaçlarının yoğunluğuna da bakıldığı takdirde bunların da akmeşe olma olasılığı yüksek olacağını belirtmişlerdir (Akkemik, 2015, s. 33).

Tablo 65. YK8 nolu Batık’ da Kullanılan Cins/Türler (Akkemik, 2015, s. 33).

Sample no / Örnek no	Sample type / Örnek türü	Sample code / Örnek kodu	Identification (Genus/species) / Tehsis sonucu (Cins/tür)
1	Frame/Eğri	E4	White oak/Akmeşe
2	Frame/Eğri	E5	White oak/Akmeşe
3	Frame/Eğri	E6	Oak/Meşe
4	Frame/Eğri	E7	White oak/Akmeşe
5	Frame/Eğri	E8	White oak/Akmeşe
6	Frame/Eğri	E9	White oak/Akmeşe
7	Frame/Eğri	E10	White oak/Akmeşe
8	Frame/Eğri	E11	Red oak/Kırmızı meşe
9	Frame/Eğri	E12	White oak/Akmeşe
10	Frame/Eğri	E15	Walnut/Ceviz
11	Treenail/Ahşap çivi	E12	White oak/Akmeşe
12	Treenail/Ahşap çivi	E12	White oak/Akmeşe
13	Treenail/Ahşap çivi	E12	White oak/Akmeşe
14	Treenail/Ahşap çivi	E15	White oak/Akmeşe
15	Treenail/Ahşap çivi	E15	White oak/Akmeşe
16	Treenail/Ahşap çivi	E15	White oak/Akmeşe
17	Treenail/Ahşap çivi	E15	White oak/Akmeşe
18	Portside planking/İskele kaplama	İK1-1	Chestnut/Kestane
20	Portside planking/İskele kaplama	İK1-2	Oak/Meşe
21	Portside planking/İskele kaplama	İK1-3	White oak/Akmeşe
22	Portside planking/İskele kaplama	İK1-4	Oak/Meşe
23	Portside planking/İskele kaplama	İK2-1	Chestnut/Kestane
24	Portside planking/İskele kaplama	İK2-2	Chestnut/Kestane
25	Portside planking/İskele kaplama	İK2-3	Chestnut/Kestane
26	Portside planking/İskele kaplama	İK3-1	Chestnut/Kestane
27	Portside planking/İskele kaplama	İK3-2	Chestnut/Kestane
28	Portside planking/İskele kaplama	İK4	Chestnut/Kestane
29	Portside planking/İskele kaplama	İK5	Chestnut/Kestane

Tablo 66. YK8 nolu Batık’ da Kullanılan Cins/Türler Tablonun Devamı (Akkemik, 2015, s. 34).

Sample no / Örnek no	Sample type / Örnek türü	Sample code / Örnek kodu	Identification (Genus/species) / Teşhis sonucu (Cins/tür)
30	Portside planking/İskele kaplama	IK7-1	Chestnut/Kestane
31	Portside planking/İskele kaplama	IK8-1	Chestnut/Kestane
32	Portside planking/İskele kaplama	IK8-2	Chestnut/Kestane
33	Keel/Ömürge	Om	Beech/Kayın
34	Keel/Ömürge	Om (Bow/Baş BDS)	Beech/Kayın
35	Starboard planking/Sancak kaplama	SK1-1	Chestnut/Kestane
36	Starboard planking/Sancak kaplama	SK1-2	White oak/Akmeşe
37	Starboard planking/Sancak kaplama	SK1-3	White oak/Akmeşe
38	Starboard planking/Sancak kaplama	SK2-1	Chestnut/Kestane
39	Starboard planking/Sancak kaplama	SK2-2	Chestnut/Kestane
40	Starboard planking/Sancak kaplama	SK3-1	Chestnut/Kestane
41	Starboard planking/Sancak kaplama	SK3-2	Chestnut/Kestane
42	Starboard planking/Sancak kaplama	SK5-1	White oak/Akmeşe
43	Starboard planking/Sancak kaplama	SK5-2	Chestnut/Kestane
44	Starboard planking/Sancak kaplama	SK6-2 (Sternpost/Kıç BDS)	Chestnut/Kestane
45	Starboard planking/Sancak kaplama	SK7-1	Chestnut/Kestane
46	Starboard planking/Sancak kaplama	SK7-2	Chestnut/Kestane
47	Starboard planking/Sancak kaplama	SK8-1	White oak/Akmeşe
48	Starboard planking/Sancak kaplama	SK8-1 (Planking/Kaplama, Keel/Ömürge)	Black pine/Karaçam
49	Starboard planking/Sancak kaplama	SK8-2 (Planking/Kaplama)	White oak/Akmeşe
50	Starboard planking/Sancak kaplama	SK8-4 (Piece from the hole near the aft/ Kıç yönündeki geniş delikten alınan ahşap)	Oak/Meşe
51	Starboard planking/Sancak kaplama	SK9-1	Chestnut/Kestane
52	Starboard planking/Sancak kaplama	SK9-1 (Planking/Kaplama)	Chestnut/Kestane
53	Starboard planking/Sancak kaplama	SK9-2	Chestnut/Kestane
54	Starboard planking/Sancak kaplama	SK18-3	Chestnut/Kestane



Şekil 123. YK9 nolu batık Renklendirilmiş (sağ) Ahşap Formu (sol), (Akkemik, 2015, s. 36).

5. Yenikapı 9 (YK9)

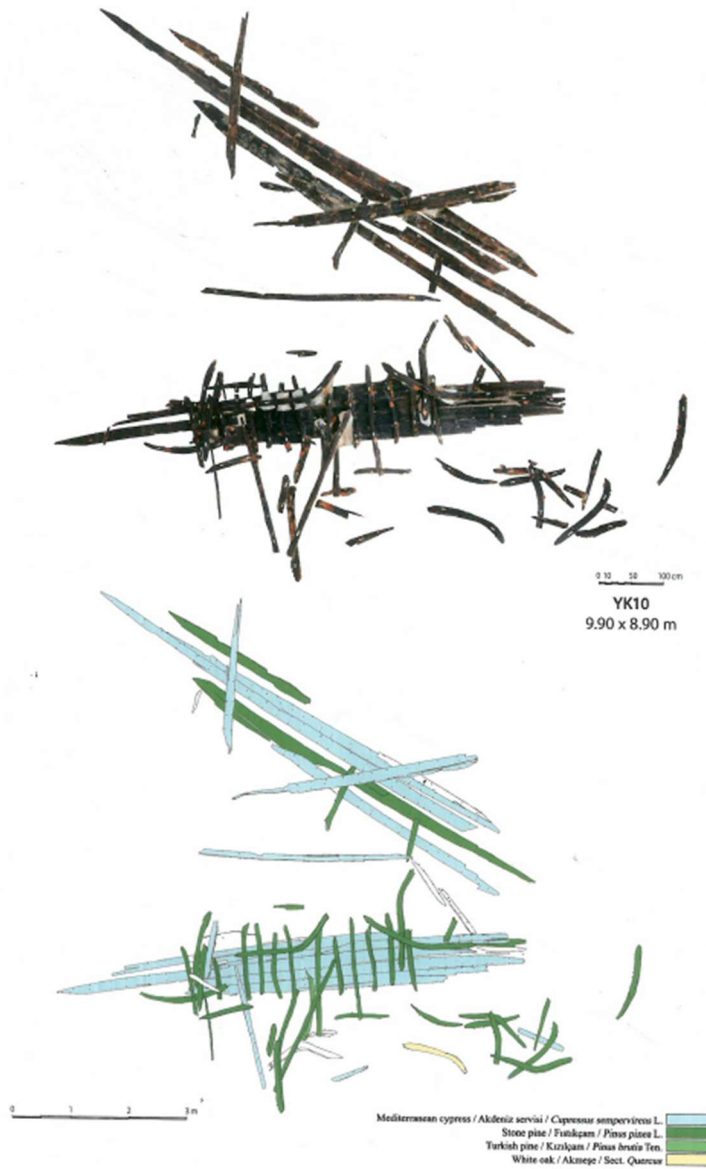
Geminin Türü: Ticaret gemisi

Dönemi: 10.-11. yüzyıllar

Batıkta 5 farklı cins/türe analiz yapılmıştır. Analiz sonucunda toplam 26 örneğin teşhisi yapılmıştır (Tablo 67), (Şekil 124). Batığın yapımında büyük çoğunlukla akmeşe ve kestane türü ağaçlar kullanılmış olup ayrıca bu türlere ek olarak 1 kırmızı meşe, 2 kızılçam, 1 adi gürgen ağacı türlerini de kullanılmışlardır. Bu batıkta Omurga yapımında tercih edilen ağaç türü ise akmeşe ağacı tercih edilmiştir (Akkemik, 2015, s. 37).

Tablo 67. YK9 nolu Batık 'da Kullanılan Cins/Türler (Akkemik, 2015, s. 37).

Sample no / Örnek no	Sample type / Örnek türü	Sample code / Örnek kodu	Identification (Genus/species) / Teşhis sonucu (Cins/tür)
1	Frame/Eğri	E1	White oak/Akmeşe
2	Frame/Eğri	E3	White oak/Akmeşe
3	Frame/Eğri	E4	White oak/Akmeşe
4	Frame/Eğri	E4- 1 (Futtock/Posta)	Red oak/Kırmızı meşe
5	Frame/Eğri	E5	Turkish pine/Kızılçam
6	Frame/Eğri	E6	Turkish pine/Kızılçam
7	Frame/Eğri	E7	White oak/Akmeşe
8	Frame/Eğri	E8	White oak/Akmeşe
9	Frame/Eğri	E9	White oak/Akmeşe
10	Frame/Eğri	E10	White oak/Akmeşe
11	Frame/Eğri	E11	Hornbeam/Gürgen
12	Portside garboard/İskele burma	İB	Chestnut/Kestane
13	Portside planking/İskele kaplama	İK1-2	Chestnut/Kestane
14	Portside planking/İskele kaplama	İK2	Chestnut/Kestane
15	Portside planking/İskele kaplama	İK3	Chestnut/Kestane
16	Portside planking/İskele kaplama	İK4	White oak/Akmeşe
17	Portside planking/İskele kaplama	İK5	White oak/Akmeşe
18	Portside planking/İskele kaplama	İK6	White oak/Akmeşe
19	Keel/Omurga	Om2	White oak/Akmeşe
20	Keel/Omurga	Om3	White oak/Akmeşe
21	Sterboard garboard/Sancak burma	SB	Chestnut/Kestane
22	Sterboard planking/Sancak kaplama	SK1	Chestnut/Kestane
23	Sterboard planking/Sancak kaplama	SK2	White oak/Akmeşe
24	Sterboard planking/Sancak kaplama	SK2-1	White oak/Akmeşe
25	Sterboard planking/Sancak kaplama	SK4	White oak/Akmeşe
26	Sterboard planking/Sancak kaplama	SK4-1	White oak/Akmeşe



Şekil 124. YK10 nolu Batık Renklendirilmiş (alt) Ahşap Formu (üst), (Akkemik, 2015, s. 38).

6. Yenikapı 10 (YK10)

Batığın Türü: Ticaret gemisi

Dönemi: 8. yüzyıl

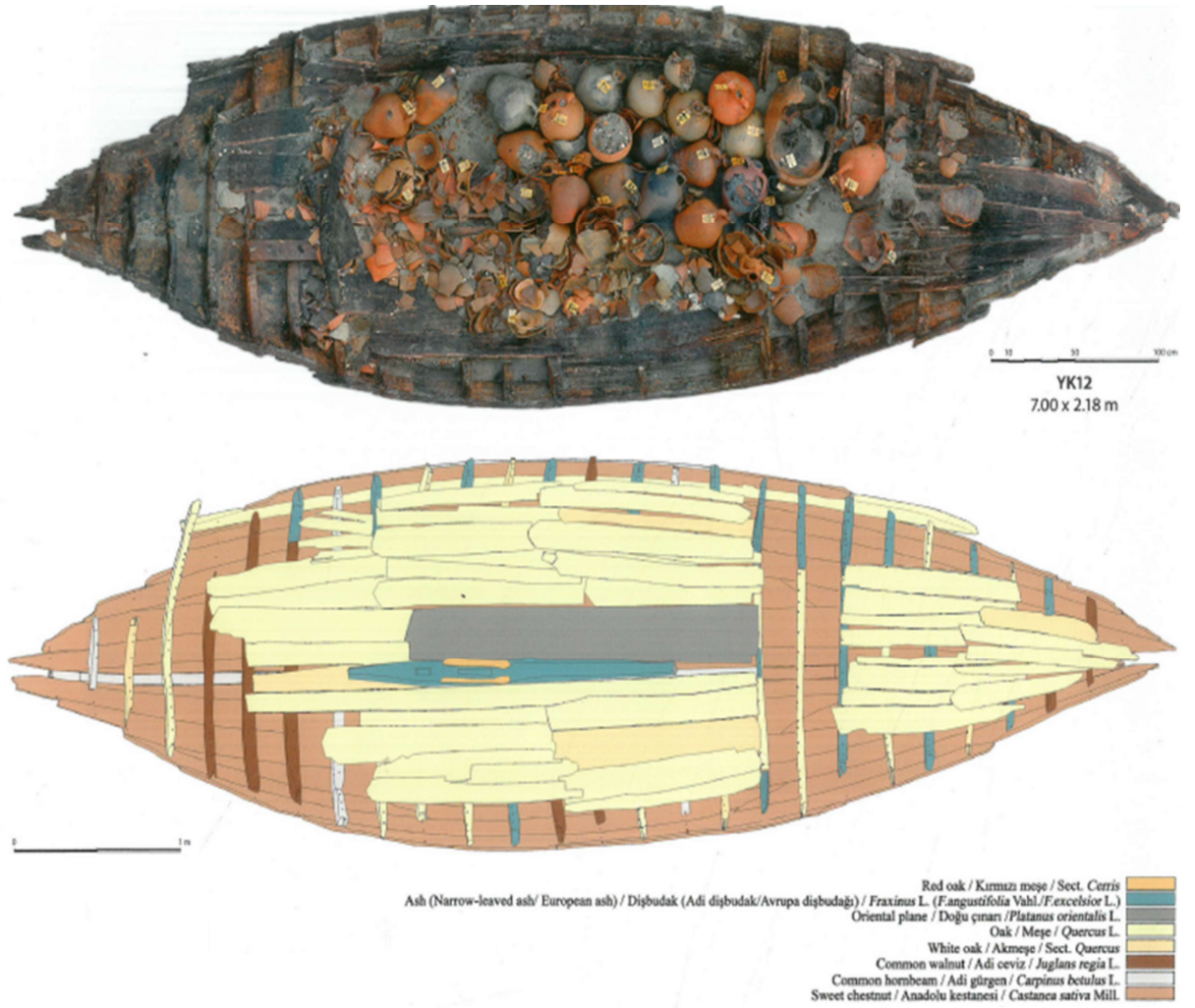
Batıkta 5 farklı cins/türe analiz yapılmıştır. Analiz sonucunda toplam 64 örneğin teşhisi yapılmıştır (Tablo 68-69), (Şekil 125). Bu batığın yapımında bundan önceki batıklardan farklı olarak servi, fıstıkçamları ve 2 kızılçam, 1 çınar ve 1 akmeşe kullanıldığı analizler sonucunda tespit edilmiştir. Araştırmacılarının düşüncesine göre bu analiz edilen parçalar onarım parçaları olabilir (Akkemik, 2015, s. 39).

Tablo 68. YK10 nolu Batıkda Kullanılan Cins/Türler (Akkemik, 2015, s. 39).

Sample no / Örnek no	Sample type / Örnek türü	Sample code / Örnek kodu	Identification (Genus/species) / Tespis sonucu (Cins/tür)
1	Frame/Eğri	E1	Stone pine/Fistikçamı
2	Frame/Eğri	E2	Stone pine/Fistikçamı
3	Frame/Eğri	E3	Stone pine/Fistikçamı
4	Frame/Eğri	E3-S1	Stone pine/Fistikçamı
5	Frame/Eğri	E4	Stone pine/Fistikçamı
6	Frame/Eğri	E5	Stone pine/Fistikçamı
7	Frame/Eğri	E61 (Broken/Kırık)	Stone pine/Fistikçamı
8	Frame/Eğri	E62 (Broken/Kırık)	Stone pine/Fistikçamı
9	Frame/Eğri	E7	Stone pine/Fistikçamı
10	Frame/Eğri	E8	Stone pine/Fistikçamı
11	Frame/Eğri	E9	Stone pine/Fistikçamı
12	Frame/Eğri	E10	Stone pine/Fistikçamı
13	Frame/Eğri	E11, AÇ/D11	Stone pine/Fistikçamı
14	Frame/Eğri	E12	Turkish pine/Kızılçam
15	Stringer/İç kuşak	İçK1	Turkish pine/Kızılçam
16	Stringer/İç kuşak	İçK2	Stone pine/Fistikçamı
17	Starboard planking/Sancak kaplama	SK1	Mediterranean cypress/Akdeniz servisi
18	Starboard planking/Sancak kaplama	SK13	Mediterranean cypress/Akdeniz servisi
19	Starboard planking/Sancak kaplama	SK11	Stone pine/Fistikçamı
20	Starboard planking/Sancak kaplama	SK2	Mediterranean cypress/Akdeniz servisi
21	Starboard planking/Sancak kaplama	SK3-1	Mediterranean cypress/Akdeniz servisi
22	Starboard planking/Sancak kaplama	SK3-2	Stone pine/Fistikçamı
23	Starboard planking/Sancak kaplama	SK4-1	Mediterranean cypress/Akdeniz servisi
24	Starboard planking/Sancak kaplama	SK4-2	Mediterranean cypress/Akdeniz servisi
25	Starboard planking/Sancak kaplama	SK5	Mediterranean cypress/Akdeniz servisi
26	Starboard planking/Sancak kaplama	SK6	Stone pine/Fistikçamı
27	Starboard planking/Sancak kaplama	SK7-1	Stone pine/Fistikçamı
28	Starboard planking/Sancak kaplama	SK7-2	Mediterranean cypress/Akdeniz servisi
29	Starboard planking/Sancak kaplama	SK8-1	Stone pine/Fistikçamı
30	Starboard planking/Sancak kaplama	SK8-2	Stone pine/Fistikçamı
31	Starboard planking/Sancak kaplama	SK9	Mediterranean cypress/Akdeniz servisi

Tablo 69. YK10 nolu Batıkda Kullanılan Cins/Türler Tablonun Devamı (Akkemik, 2015, s. 40).

Sample no / Örnek no	Sample type / Örnek türü	Sample code / Örnek kodu	Identification (Genus/species) / Teghis sonucu (Cins/tür)
32	Frame from unknown position/Yeri belli olmayan eğri	YB0 E1	Stone pine/Fistikçamı
33	Frame from unknown position/Yeri belli olmayan eğri	YB0 E2	Stone pine/Fistikçamı
34	Frame from unknown position/Yeri belli olmayan eğri	YB0 E3	Mediterranean cypress/Akdeniz servisi
35	Frame from unknown position/Yeri belli olmayan eğri	YB0 E4	Stone pine/Fistikçamı
36	Frame from unknown position/Yeri belli olmayan eğri	YB0 E5	Stone pine/Fistikçamı
37	Frame from unknown position/Yeri belli olmayan eğri	YB0 E6	Stone pine/Fistikçamı
38	Frame from unknown position/Yeri belli olmayan eğri	YB0 E7	Stone pine/Fistikçamı
39	Frame from unknown position/Yeri belli olmayan eğri	YB0 E8	Stone pine/Fistikçamı
40	Planking from unknown position/Yeri belli olmayan kaplama	YB0 E9	Stone pine/Fistikçamı
41	Frame from unknown position/Yeri belli olmayan eğri	YB0 E11	Stone pine/Fistikçamı
42	Frame from unknown position/Yeri belli olmayan eğri	YB0 E12	Stone pine/Fistikçamı
43	Frame from unknown position/Yeri belli olmayan eğri	YB0 E14	Stone pine/Fistikçamı
44	Frame from unknown position/Yeri belli olmayan eğri	YB0 E15	White oak/Akmeşe
45	Frame from unknown position/Yeri belli olmayan eğri	YB0 E17	Stone pine/Fistikçamı
46	Frame from unknown position/Yeri belli olmayan eğri	YB0 E18	Stone pine/Fistikçamı
47	Frame from unknown position/Yeri belli olmayan eğri	YB0 E19	Stone pine/Fistikçamı
48	Frame from unknown position/Yeri belli olmayan eğri	YB0 E20	Stone pine/Fistikçamı
49	Frame from unknown position/Yeri belli olmayan eğri	YB0 E21	Stone pine/Fistikçamı
50	Frame from unknown position/Yeri belli olmayan eğri	YB0 E24	Stone pine/Fistikçamı
51	Frame from unknown position/Yeri belli olmayan eğri	YB0 E25	Stone pine/Fistikçamı
52	Frame from unknown position/Yeri belli olmayan eğri	YB0 E27	Stone pine/Fistikçamı
53	Frame from unknown position/Yeri belli olmayan eğri	YB0 E28	Stone pine/Fistikçamı
54	Planking from unknown position/Yeri belli olmayan kaplama	YB0 K1	Stone pine/Fistikçamı
55	Planking from unknown position/Yeri belli olmayan kaplama	YB0 K2	Mediterranean cypress/Akdeniz servisi
56	Planking from unknown position/Yeri belli olmayan kaplama	YB0 K4	Mediterranean cypress/Akdeniz servisi
57	Planking from unknown position/Yeri belli olmayan kaplama	YB0 K5	Stone pine/Fistikçamı
58	Planking from unknown position/Yeri belli olmayan kaplama	YB0 K6	Stone pine/Fistikçamı
59	Planking from unknown position/Yeri belli olmayan kaplama	YB0 K7	Mediterranean cypress/Akdeniz servisi
60	Planking from unknown position/Yeri belli olmayan kaplama	YB0 K8	Mediterranean cypress/Akdeniz servisi
61	Planking from unknown position/Yeri belli olmayan kaplama	YB0 K9	Mediterranean cypress/Akdeniz servisi
62	Planking from unknown position/Yeri belli olmayan kaplama	YB0 K10	Mediterranean cypress/Akdeniz servisi
63	Planking from unknown position/Yeri belli olmayan kaplama	YB0 K11	Stone pine/Fistikçamı
64	Planking from unknown position/Yeri belli olmayan kaplama	YB0 K26	Eastern plane/Doğu çınarı



Şekil 125. YK12 nolu Batık Renklendirmiş (sol) Ahşap Formu (sağ), (Akkemik, 2015, s. 42).

7. Yenikapı 12 (YK12)

Geminin Türü: Ticaret gemisi

Dönemi: 9. yüzyıl

Batıkta 7 farklı cins/türe analiz yapılmıştır. Analiz sonucunda toplam 394 örneğin teşhisi yapılmıştır (Tablo 70-73), (Şekil 126). Bu batığın yapımında büyük çoğunlukla meşe, kestane, dişbudak, gürgen türü ağaçlar kullanılmış olup bunlara farklı olarak 1 kayın (omurga yapımında), 8 ceviz ve 1 çınar ağacı türleride kullanılmıştır. Araştırmacılarına göre özellikle kayın ağacı bir onarım esnasında eklenmiş bir parça olabilir (Akkemik, 2015, s. 43).

Tablo 70. YK12 nolu Batıkda Kullanılan Cins/Türler (Akkemik, 2015, s. 43).

Sample no / Örnek no	Sample type / Örnek türü	Sample code / Örnek kodu	Identification (Genus/species) / Teghis sonucu (Cins/tür)
1	Treenail/Ahşap çivi	AÇ	Hornbeam/Gürgen
2	Treenail/Ahşap çivi	E18-AÇ	Red oak/Kırmızı meşe
3	Treenail/Ahşap çivi	E18-AÇ	Red oak/Kırmızı meşe
4	Treenail/Ahşap çivi	E18-AÇ	Oak/Meşe
5	Treenail/Ahşap çivi	E18-AÇ	Oak/Meşe
6	Treenail/Ahşap çivi	E18-AÇ	Oak/Meşe
7	Treenail/Ahşap çivi	E18-AÇ	Oak/Meşe
8	Treenail/Ahşap çivi	E18-AÇ	Oak/Meşe
9	Treenail/Ahşap çivi	E18-AÇ	Oak/Meşe
10	Treenail/Ahşap çivi	E18-AÇ	Oak/Meşe
11	Treenail/Ahşap çivi	E18-AÇ	Oak/Meşe
12	Treenail/Ahşap çivi	E18-AÇ	Oak/Meşe
13	Treenail/Ahşap çivi	E18-I1-AÇ	Oak/Meşe
14	Treenail/Ahşap çivi	E18-I1-AÇ	Oak/Meşe
15	Treenail/Ahşap çivi	E18-I1-AÇ	Oak/Meşe
16	Treenail/Ahşap çivi	E20-1	Ash tree/Diğbudak
17	Treenail/Ahşap çivi	21-E18-AÇ	Oak/Meşe
18	Coak/Kavala	SK3-1	Hornbeam/Gürgen
19	Coak/Kavala	SK4-2	Hornbeam/Gürgen
20	Coak/Kavala	SK5-2	Hornbeam/Gürgen
21	Wale/Çapa Tahtası	ÇT1	Oak/Meşe
22	Stanchion/Dikme	—	Ash tree/Diğbudak
23	Frame/Eğri	E2	Hornbeam/Gürgen
24	Frame/Eğri	E3	White oak/Akmeşe
25	Frame/Eğri	E4	Oak/Meşe
26	Frame/Eğri	E5	Walnut/Ceviz
27	Frame/Eğri	E6	Walnut/Ceviz
28	Frame/Eğri	E7	Walnut/Ceviz
29	Frame/Eğri	E7-S1	Ash tree/Diğbudak
30	Frame/Eğri	E8	Hornbeam/Gürgen
31	Frame/Eğri	E8-I1	Ash tree/Diğbudak

Tablo 71. YK12 nolu Batıkda Kullanılan Cins/Türler Tablonun Devamı (Akkemik, 2015, s. 44).

Sample no / Örnek no	Sample type / Örnek türü	Sample code / Örnek kodu	Identification (Genus/species) / Teşhis sonucu (Cins/tür)
32	Frame/Eğri	E8-l1	Ash tree/Diğbudak
33	Futtock/Posta	E8-l1	Walnut/Ceviz
34	Frame/Eğri	E9	Oak/Meşe
35	Frame/Eğri	E9-S1	Ash tree/Diğbudak
36	Frame/Eğri	E10	Oak/Meşe
37	Frame/Eğri	E11	Oak/Meşe
38	Frame/Eğri	E11-S1	Ash tree/Diğbudak
39	Frame/Eğri	E12	White oak/Akmeşe
40	Frame/Eğri	E12-l1	Ash tree/Diğbudak
41	Frame/Eğri	E13	Walnut/Ceviz
42	Frame/Eğri	E13-S1	Ash tree/Diğbudak
43	Frame/Eğri	E14	Walnut/Ceviz
44	Frame/Eğri	E15	Oak/Meşe
45	Frame/Eğri	E15-S1	Ash tree/Diğbudak
46	Frame/Eğri	E16	Hornbeam/Gürgen
47	Frame/Eğri	E17	White oak/Akmeşe
48	Frame/Eğri	E17-S1	Ash tree/Diğbudak
49	Frame/Eğri	E18	Oak/Meşe
50	Frame/Eğri	E18-S1 (Bulkhead/ Bölme kanallı posta)	Ash tree/Diğbudak
51	Frame/Eğri	E18-l1	Ash tree/Diğbudak
52	Frame/Eğri	E18-S1	Ash tree/Diğbudak
53	Frame/Eğri	E19	Oak/Meşe
54	Frame/Eğri	E19-S1	Ash tree/Diğbudak
55	Frame/Eğri	E20	Ash tree/Diğbudak
56	Frame/Eğri	E21-Floor timber/Döşek	White oak/Akmeşe
57	Frame/Eğri	E21-Futtock/Posta	Ash tree/Diğbudak
58	Frame/Eğri	E21-S1	Ash tree/Diğbudak
59	Frame/Eğri	E22	Oak/Meşe
60	Frame/Eğri	E22-l1	Ash tree/Diğbudak
61	Frame/Eğri	E23	White oak/Akmeşe
62	Frame/Eğri	E23-S1	Ash tree/Diğbudak
63	Frame/Eğri	E24	Oak/Meşe
64	Frame/Eğri	E24-l1	Ash tree/Diğbudak
65	Frame/Eğri	E25	Walnut/Ceviz
66	Frame/Eğri	E25-S1	Ash tree/Diğbudak
67	Frame/Eğri	E26	Walnut/Ceviz
68	Ceiling/Farş	F1	Oak/Meşe
69	Ceiling/Farş	F1-B	Oak/Meşe
70	Ceiling/Farş	F2	Oak/Meşe
71	Ceiling/Farş	F3	Oak/Meşe

Tablo 72. YK12 nolu Batıkda Kullanılan Cins/Türler Tablonun Devamı (Akkemik, 2015, s. 45).

Sample no / Örnek no	Sample type / Örnek türü	Sample code / Örnek kodu	Identification (Genus/species) / Tespis sonucu (Cins/tür)
72	Ceiling/Farş	F4	Oak/Meşe
73	Ceiling/Farş	F5	Oak/Meşe
74	Ceiling/Farş	F6	Oak/Meşe
75	Ceiling/Farş	F7	Oak/Meşe
76	Ceiling/Farş	F8	Oak/Meşe
77	Ceiling/Farş	F9	Oak/Meşe
78	Ceiling/Farş	F10	Oak/Meşe
79	Ceiling/Farş	F11	White oak/Akmeşe
80	Ceiling/Farş	F12	Oak/Meşe
81	Ceiling/Farş	F13	Oak/Meşe
82	Ceiling/Farş	F14	Oak/Meşe
83	Ceiling/Farş	F15	Oak/Meşe
84	Ceiling/Farş	F16	Oak/Meşe
85	Ceiling/Farş	F17	White oak/Akmeşe
86	Ceiling/Farş	F18	Oak/Meşe
87	Ceiling/Farş	F19	Oak/Meşe
88	Ceiling/Farş	F20	Oak/Meşe
89	Ceiling/Farş	F21	Oak/Meşe
90	Ceiling/Farş	F22	Oak/Meşe
91	Ceiling/Farş	F23	White oak/Akmeşe
92	Ceiling/Farş	F24	Eastern plane/Doğu çınarı
93	Ceiling/Farş	F25	Oak/Meşe
94	Ceiling/Farş	F26	Oak/Meşe
95	Ceiling/Farş	F27	Oak/Meşe
96	Ceiling/Farş	F28	Oak/Meşe
97	Ceiling/Farş	F29	Oak/Meşe
98	Ceiling/Farş	F30	Oak/Meşe
99	Ceiling/Farş	F31	Oak/Meşe
100	Ceiling/Farş	F32	White oak/Akmeşe
101	Ceiling/Farş	F33	Oak/Meşe
102	Ceiling/Farş	F34	Oak/Meşe
103	Ceiling/Farş	F35	Oak/Meşe
104	Ceiling/Farş	F36	Oak/Meşe
105	Ceiling/Farş	F37	Oak/Meşe
106	Ceiling/Farş	F38	Oak/Meşe
107	Ceiling/Farş	F39	Oak/Meşe
108	Ceiling/Farş	F40	Oak/Meşe
109	Ceiling/Farş	F41	Oak/Meşe
110	Ceiling/Farş	F42	Oak/Meşe
111	Ceiling/Farş	F43	Oak/Meşe
112	Ceiling/Farş	F45	Oak/Meşe



Şekil 126. YK12 nolu Batık (Akkemik, 2015, s. 46).

Tablo 73. YK12 nolu Batıkda Kullanılan Cins/Türler Tablonun Devamı (Akkemik, 2015, s. 47).

Sample no / Örnek no	Sample type / Örnek türü	Sample code / Örnek kodu	Identification (Genus/species) / Teşhis sonucu (Cins/tür)
113	Ceiling/Farf	F46	Oak/Meşe
114	Portside planking/İskele kaplama	IK1	Chestnut/Kestane
115	Portside planking/İskele kaplama	IK2-1	Chestnut/Kestane
116	Portside planking/İskele kaplama	IK2-2	Chestnut/Kestane
117	Portside planking/İskele kaplama	IK3-1	Chestnut/Kestane
118	Portside planking/İskele kaplama	IK3-2	Chestnut/Kestane
119	Portside planking/İskele kaplama	IK4-1	Chestnut/Kestane
120	Portside planking/İskele kaplama	IK4-2	Chestnut/Kestane
121	Portside planking/İskele kaplama	IK5-1	Chestnut/Kestane
122	Portside planking/İskele kaplama	IK5-2	Chestnut/Kestane
123	Portside planking/İskele kaplama	IK6-1	Chestnut/Kestane
124	Portside planking/İskele kaplama	IK6-2	Chestnut/Kestane
125	Portside planking/İskele kaplama	IK7-1	Chestnut/Kestane
126	Portside planking/İskele kaplama	IK7-2	Chestnut/Kestane
127	Portside planking/İskele kaplama	IK8	Chestnut/Kestane
128	Keel/Ömürge	Om1	Hornbeam/Gürgen
129	Keel/Ömürge	Om2	Hornbeam/Gürgen
130	Keel/Ömürge	Om3	Beech/Kayın
131	Keel/Ömürge	Om4	Hornbeam/Gürgen
132	Keel/Ömürge	Om5	Hornbeam/Gürgen
133	Starboard planking/Sancak kaplama	SK1	Chestnut/Kestane
134	Starboard planking/Sancak kaplama	SK2-1	Chestnut/Kestane
135	Starboard planking/Sancak kaplama	SK2-2	Chestnut/Kestane
136	Starboard planking/Sancak kaplama	SK3-1	Chestnut/Kestane
137	Starboard planking/Sancak kaplama	SK3-2	Chestnut/Kestane
138	Starboard planking/Sancak kaplama	SK4-1	Chestnut/Kestane
139	Starboard planking/Sancak kaplama	SK4-2	Chestnut/Kestane
140	Starboard planking/Sancak kaplama	SK5-1	Chestnut/Kestane
141	Starboard planking/Sancak kaplama	SK5-2	Chestnut/Kestane
142	Starboard planking/Sancak kaplama	SK6-1	Chestnut/Kestane
143	Starboard planking/Sancak kaplama	SK6-2	Chestnut/Kestane
144	Starboard planking/Sancak kaplama	SK6-3	Oak/Meşe
145	Starboard planking/Sancak kaplama	SK7-1	Chestnut/Kestane
146	Starboard planking/Sancak kaplama	SK7-2	Chestnut/Kestane
147	Starboard planking/Sancak kaplama	SK8-1	Chestnut/Kestane
148	Starboard planking/Sancak kaplama	SK8-2	Chestnut/Kestane
149	Starboard planking/Sancak kaplama	SK9	Chestnut/Kestane
150	Mast step/Yelken yatağı	I-YY	Red oak/Kırmızı meşe
151	Mast step/Yelken yatağı	S-YY	Red oak/Kırmızı meşe
152	Mast step/Yelken yatağı	YY44	Ash tree/Dişbudak

Analizin sonucuna göre teşhislerin değerlendirilmesi;

Odun anatomisine beliremeye dayalı analiz ve teşhislerde en önemli sorunlarda biri, teşhislerin yapıldıktan sonra genellikle cins düzeyinde kalması olduğunu belirtmişlerdir. Analiz edilen ağaç örneklerinin benzer cinse ait türlerin odun özellikleri ve mikro düzeyde yapıları yüksek derecede benzerlikler gösterdiğinden ağaçların teşhislerinde tür düzeyine inmek yüksek derecede olanaksız olacağını belirtmişlerdir (Akkemik, 2015, s. 140).

Schweingruber (1990) ile Akkemik ve Yaman (2012), hazırlamış oldukları odun anatomisi atlaslarında, başta meşe olmak üzere, karaağaç ve dişbudak gibi ağaçlarda örneklerin tür düzeyinde tanımlanma yapılmasının olanaksız olduğunu belirtmişlerdir (Akkemik, 2015, s. 140).

Bu nedenden ötürü Yenikapı kazılarında çıkan ağaç örneklerinin analizi sonucunda karaağaç, dişbudak ve meşe ağaçlarının teşhisleri cins düzeyinde araştırmacıları tarafından yapılmıştır. Meşe ağaçlarında tür sayısının çok miktarda olması ve morfolojik açıdan üç gruba ayrılması sonucunda, analiz edilen odunlarının da üç gruba kadar ayrılmasına imkân sunmuştur. Üç gruba ayrılmasına imkan sunulan analize göre bu meşe örneklerinin teşhisinde de akmeşeler, kırmızı meşeler ve herdemyeşil meşeler olarak üç grup şeklinde teşhisler yapılmışlardır. Liphshitz ve Pulak (2008) Yenikapı I ve Yenikapı II no.lu örnekleri yaptıkları analiz sonucunda teşhislerinde meşe örneğini *Quercus cerris* (Türk meşesi), karaağaç örneğini *Ulmus campestris* (Ova karaağacı) olarak teşhisini araştırmacılar tarafından tespit edilmiştir. Diğer taraftan Yassıada Batığı'ndan analiz için alınan bir örneği analizi sonucunda *Fagus orientalis* (Doğu kayını) olarak tanımlamışlardır. Ancak Doğu ve diğ. (2011) Yenikapı İskele kazıklarına yaptıkları analiz sonucunda bazı meşe teşhislerinin tür seviyesine kadar inmişlerdir. Ama araştırmacılarının belirttiği ve gözlemlerine dayanarak ilgili referansları incelediklerini belirterek meşe teşhislerinin tür seviyesine kadar inilemeyeceği düşüncesindedirler. Bu sebepten ötürü tür seviyesinde yapılan meşe teşhislerinin tekrar analiz edilerek araştırılmasını önermişlerdir (Akkemik, 2015, s. 140).

Berkel ve Bozkurt (1961) ve Merev (1998) Akmeşeler içinde *Quercus pontica*'nın (Doğu Karadeniz meşesi) 'diğer meşe türlerinden daha farklı olduğunu ve odun elemanlarının boyutlarının daha küçük düzeyde olduğunu belirtmişlerdir. Doğu ve diğ. (2011) tarafından yapılan analizin sonucunda meşe teşhislerinden biri de *Quercus pontica* olduğunu saptamıştır. Yine de yapılan teşhislerin gözden geçirilmesi gerektiğini düşünmektedirler. Çünkü odun elemanlarının boyutları diğer gövde odunlarından daha düşük düzeyde olsa dahi diğer meşe türlerinin dal odunlarının boyutlarıyla aynı ya da fazla derecede benzerlik gösterdiğinden ötürü bu ayrıntının da dikkate alınması gerektiğini söylemektedirler. Genellikle çalı formunda olan, Doğu Karadeniz Dağlarının 1500- 2300 m'leri arasında yayılış gösteren bu ağaç türü Yenikapı kazılarında bulunan iskeleleri yapılmasında kullanılmış olması düşük ihtimal olduğunu düşünmektedirler (Akkemik, 2015, s. 140).

Akmeşe yapılan analiz sonucuna bağlı teşhislerinde yıllık halka (dendrokronoloji Analizi) genişliğine bağlı olarak trahe dizilişleri bazı farklılıklar ve değişiklikler göstermektedir. Bu farklı dizilişler her türe ayrı şekilde özgün olmayıp aynı türün ya da aynı ağacın dar ve geniş halkalarında da benzerlikler görülebilmektedir. Akkemik ve Yaman (2012) de *Quercus petraea* subsp. *pinnatiloba* ağacına yapılan analiz sonucunda böyle bir özelliğe ilişkin fotoğraf verilmişlerdir (Akkemik, 2015, s. 140).

Ülkemizde herdemyeşil meşelerin üç türü doğal bir biçimde yetişmektedir. Liphshitz ve Pulak (2008) herdemyeşil meşeleri analiz sonucunda *Quercus coccifera* olarak tanımlamışlardır. Akkemik ve Yaman (2012) tarafından birlikte hazırlanan odun anatomisi atlasında belirmesi üzerine her üç türün odunlarının da aynı biçimde özellikleri yansıttığı ve tür seviyesinde teşhisinin neredeyse olanaksız olduğunu söylemişlerdir. Bu nedenden ötürü araştırmacıları çalı formunda olan *Quercus coccifera* analizi tekrar edilerek ve sonucunda teşhisinin de tekrar kontrol edilmesi gerektiğini belirtmişlerdir (Akkemik, 2015, s. 140-141).

Karaağaç örnekleri analiz sonucunda *Ulmus campestris* olarak tanımlanmıştır. Bu tür çok yaygın bulunduğu ve özellikle deniz seviyesinden 1000 m'lere olan yükselti kuşağında yetiştiğinin bilindiği için batıklarda ve iskelelerde kullanılma olasılığının çok yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Bununla beraber analiz için diğer türlerin odunlarıyla karşılaştırıldığında yıllık halkaların dar ya da orta genişlikte olduğu tespit edilmiş ve örneklerde tür seviyesine inmek olanaksız olduğunu belirtmişlerdir. Yine de bazı örneklerde çok geniş yıllık halkalar içerdiği tespit edilmiş ve daha çok bu türün özelliklerini yansıttığını belirtmişlerdir. Yenikapı analiz için alınan örneklerin durumu genellikle iyi durumda olmamasından ötürü analizler sonucunda çoğunlukla tür seviyesinde teşhis olması sebebiyle, "*Ulmus sp.*" olarak teşhis edilmesinin daha doğru olduğunu belirtmişlerdir. Yenikapı kazı Projesi kapsamında analizler sonucunda teşhisler cins seviyesinde yapılmıştır (Akkemik, 2015, s. 141).

Kayın ağaçları analizlerde genellikle omurga örneği olarak kullanmışlardır. Bölgede bulunan biri *Fagus orientalis* (Doğu kayını), diğeri de *Fagus sylvatica* (Avrupa kayını) şeklinde iki tür doğal yetişmektedir. Hatta bazı bitki bilimciler yani botanistlere göre doğu kayını Avrupa kayınının bir alt türüdür' (Araştırmacının kişisel görüşüne göre: Dr. Thomas Denk, Stocholm Doğa Tarihi Müzesi). Morfolojik olarak da ayrılması neredeyse imkânsız olan bu iki türün odunları tümüyle benzer özellikleri göstermektedir (Akkemik, 2015, s. 141).

Bu nedenden ötürü analiz sonucunda bu teşhisin de "Fagus sp." olarak yapılması doğru olacağını belirmiştir. Yenikapı kazı projesi kapsamında analizler sonucunda teşhisler cins seviyesinde yapılmışlardır (Akkemik, 2015, s. 141).

Batılardan alınan ağaç örneklerinin analizi sonucunda teşhis edilen bir diğer önemli cins ise dişbudaklardır. Bölgede de iki yaygın tür ile temsil edilen dişbudaklar iki türünde odunlarının benzer olması üzerine araştırmacıları tarafından analiz sonucunda cins seviyesinde teşhis edilebilmiştir (Akkemik, 2015, s. 141).

Diğer yandan *Castanea sativa* (Anadolu kestanesi), *Platanus orientalis* (Doğu çınarı), *Cupressus sempervirens* (Akdeniz servisi) ve *Juglans regia* (Ceviz) adlı türler, Akdeniz havzasında tek bir türle temsil edildiğinden bunların analizi sonucunda teşhis sonuçları tür seviyesinde verilmiştir (Akkemik, 2015, s. 141).

İğne yapraklı ağaçlardan biri olan çamlar batıklarda, özellikle erken dönemde en çok gemi yapımında kullanılan ağaçlardandır. Ve Bunların hemen hemen hepsi analiz edilerek tür düzeyinde teşhis edilebilmektedir. Özellikle bölgede çok yaygın bulunan kızılçam, fıstıkçamı ve karaçam analizler sonucunda tür düzeyinde teşhis edilmişlerdir. Analiz sonucunda oluşan bu teşhisler hem Liphshitz ve Pulak (2008) hem de bu kazı projesi kapsamında benzer şekillerde yapılmışlardır (Akkemik, 2015, s. 141).

Gemilerde Kullanılan Ahşapların Özellikleri ise şu şekildedir;

Batıklarda ahşap kullanımını ve seçimini etkileyen en önemli faktörlerden biri, ahşabın cinsi ve türüdür. Buda cins/türe ait anatomik özellikleridir. Kullanılan ağacın analiz sonucuna göre odun dokularını oluşturan elemanların boyları, çapları, dizilişleri, çeper yapıları gibi onların özelliklerini ve kullanım yerlerini direkt etkilemektedir. Bu kısımda batıklarda ahşap olarak kullanılan ve bu ahşapların genel olarak bulundukları bölgeler ile odunlarının anatomik özelliklerinde verilmiştir (Akkemik, 2015, s. 145).

Ağaçlar iğne yapraklılar (açık tohumlular) ve geniş yapraklılar (kapalı tohumlular) olmak üzere iki büyük grupta toplanmaktadır. Bu grupların hem dış morfolojik yapıları hem de odunlarının içyapıları büyük farklılıklar göstermektedir. Bu sebeple batıklara analizler sonucunda tespit edilen ağaçların; ağaçların anatomik özellikleri "İğne Yapraklılar" ve "Geniş Yapraklılar" olmak üzere iki ayrı grupta ayrılmışlardır (Akkemik, 2015, s. 145).

1. İğne Yapraklı Ağaçlar (Gymnospermiler)

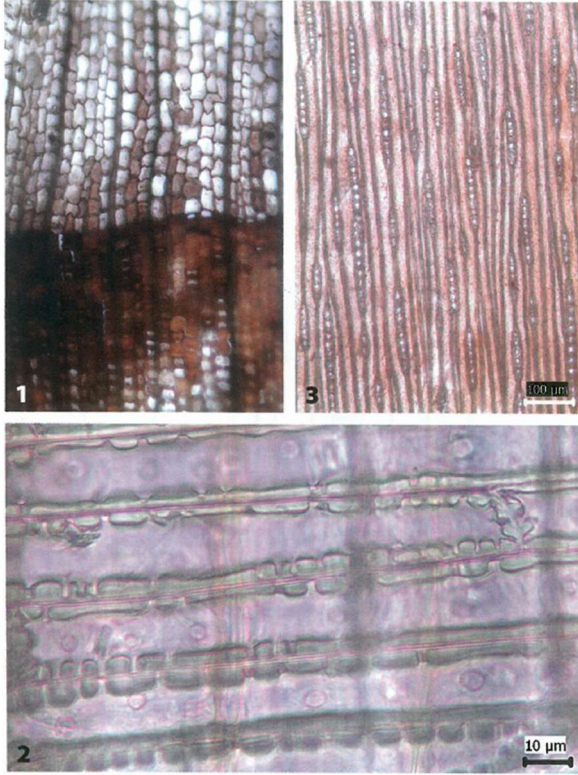
Bu gruba giren ağaçlardan gemilerde

- Abies (Gökmar)
- Cedrus (Sedir)
- Cupressus sempervirens (Akdeniz servisi)
- Pinus (Çam)
 - Fıstıkçamı
 - Karaçam
 - Kızılçam

Ağaç türleri kullanılmıştır. Çam türleri ve sedir batıklarda ana ağaçlar olarak kullanılmış olup gökmarların (Şekil 127) onarım da kullanıldığı ve buna dair örnekleri olduğu düşünülmektedir (Şekil 128), (Akkemik, 2015, s. 145).



Şekil 127. Uludağ Gökmarının Genel Görünüşü (Akkemik, 2015, s. 146).



Şekil 128. Göknar Odunun Anatomik Kesitleri 1.Enine 2. Radyal 3. Teğet kesit (Akkemik, 2015, s. 147).

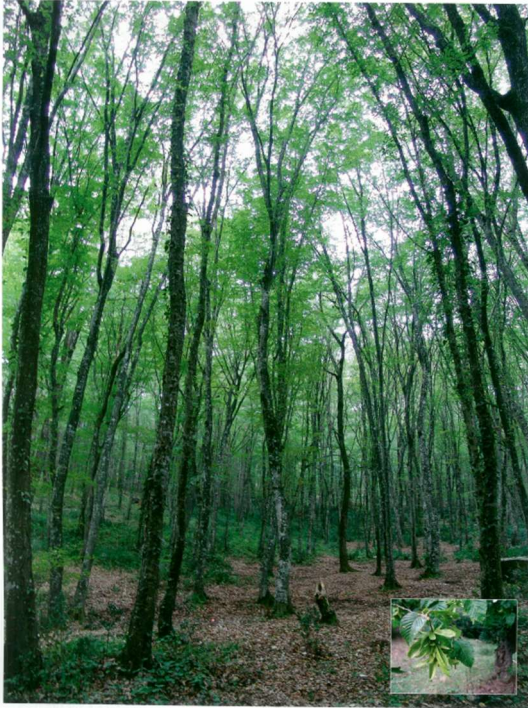
2. Geniş Yapraklı Ağaçlar (Angiospermiler)

Batıklarda en yaygın kullanılan ağaçlar geniş yapraklılar olup cins ve olası türleri aşağıda belirtmişlerdir (Akkemik, 2015, s. 157).

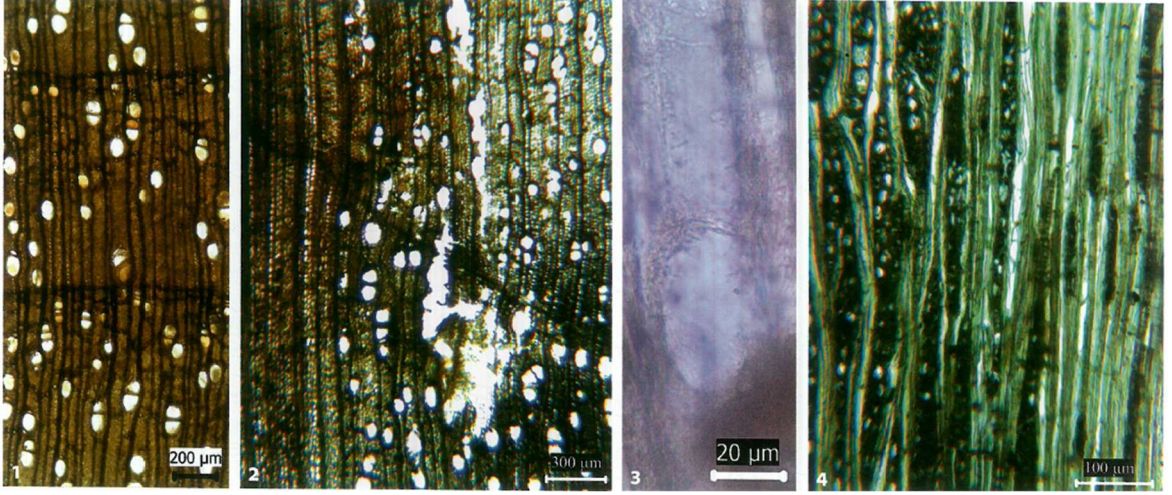
- *Carpinus betulus* (Gürgen), (Şekil 129-130).
- *Castanea sativa* (Kestane)
- *Fagus* (Kayın)
 1. Doğu kayını
 2. Avrupa kayını
- *Fraxinus* (Dişbudak)
 1. Avrupa dişbudağı
 2. Sivri meyveli dişbudak
 3. Çiçekli dişbudak
- *Juglans regia* (Ceviz)
- *Phillyrea latifolia* (Akçakesme)

- *Platanus orientalis* L. (Doğu ınarı)
- *Populus* (Kavak)
 1. Karkavak
 2. Servi kavağı
- *Quercus* (Meşe)
 1. Akmeşe
 2. Kırmızı meşe
 3. Herdemyeşil meşe
- *Spartium junceum* (Katırtırnağı)
- *Ulmus* (Karaağaç)
 1. Ova karaağacı
 2. Dağ karağacı
 3. Saplı karaağaç

Analiz sonucunda tespit edilen bu ağaçlara ait morfolojik ve anatomik bilgilerde tespit etmişlerdir (Akkemik, 2015, s. 157).



Şekil 129. İstanbul Belgrad Ormanı'nda Doğal Bir Gürgen Meşceresi (Akkemik, 2015, s. 158).



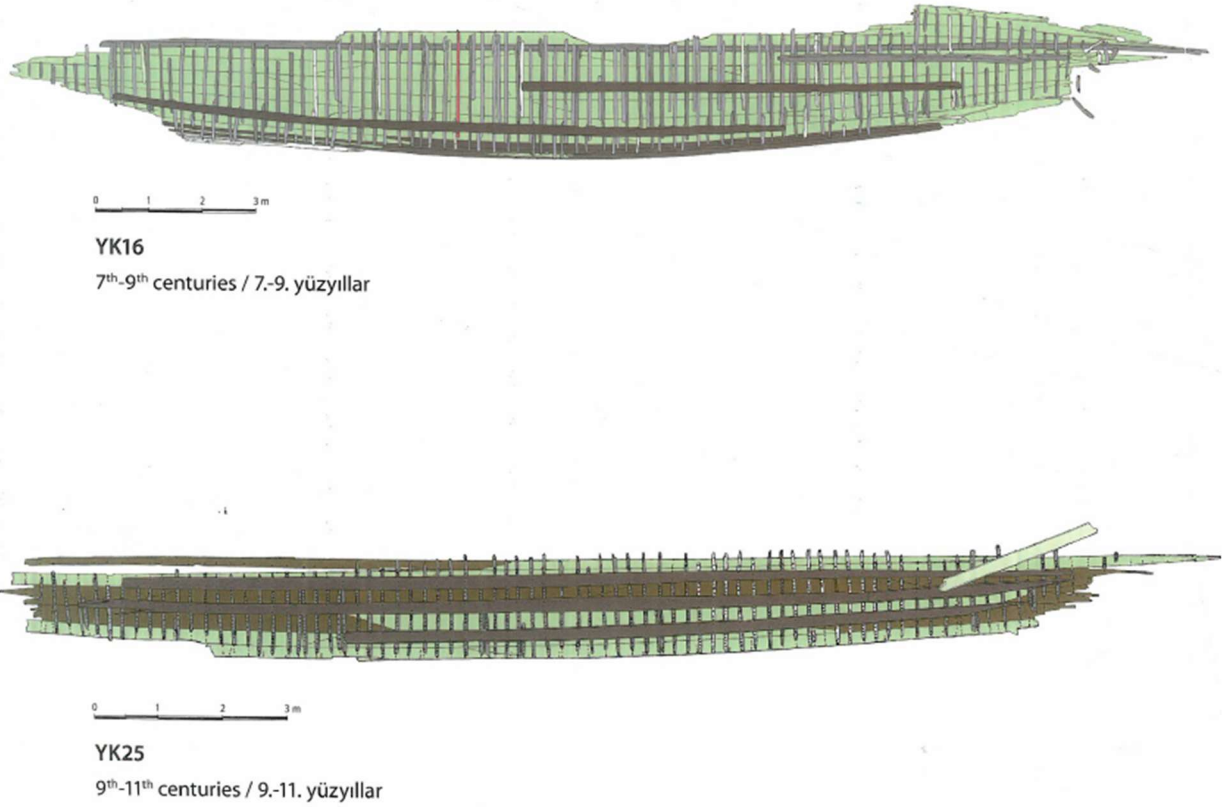
Şekil 130. Gurgun Odunlarının Anatomik Kesitleri 1. Enine Kesit 2. Enine Kesit 3. Basit Perforasyon Tablası 4. Yalancı Öz Işın (Akkemik, 2015, s. 159).

Batıklarda ahşagların kullanımda dönemsel değişimler aşağıda belirtilmektedir;

Yenikapı Sualtı arkeolojisi kazılarında bulunan batıklar 5. yüzyıldan 11. yüzyıla kadar geniş bir zaman zarfında bulunmaktadırlar. Bu zaman zarfı içinde olmaları ise yine analizler yapılarak ve bunun sonucunda bizlere yüzyıllar boyunca batıkların yapım teknikleri hakkında bilgi, özellikle teşhis edilen ağaçların seçimi ve kullanımındaki değişimleri üzerine önemli bilgiler sunacağını araştırmacıları tarafından belirtilmiştir. Batıklarda kullanılan ağaçlar türleri, değişik yüzyıllarda yapılan batıklardaki ağaç türlerinin kullanım durumuna göre analiz edildiğinde ve analizlerin sonuçlarına göre önemli bilgilere ulaşılmıştır (Tablo 74). Batıklar önce ticaret gemileri ve kadirgalar olarak iki gruba ayırmak ve sonrasında belli bir zaman aralığı içerisinde yani, 5.-7. , 7.-9. ve 9.-11. yüzyıllara göre sınıflandırmışlardır (Şekil 131), (Akkemik, 2015, s. 183).

Tablo 74. Dönemlere Göre Gemilerin Ana Kısımlarında Kullanılan Ana Ağaç Cins/Türleri
(Akkemik, 2015, s. 183).

Merchantmen / Ticaret gemileri					
Ship code/ Gemi kodu	Planking/Kaplama	Ceiling/Farş	Keel/Ömurga	Frame/Eğri	
5 th century / 5. yy	Black pine/Karaçam	Black pine/Karaçam; Turkish pine/Kızılcım	Red oak/Kırmızı meşe; Beech/Kayın	Red oak/Kırmızı meşe	
5 th -7 th centuries / 5-7. yy	Mediterranean cypress/ Akdeniz servisi	Turkish pine/Kızılcım; Cedar/Sedir	Elm tree/Karaağaç; Mediterranean cypress/ Akdeniz servisi; Turkish pine/ Kızılcım	Elm tree/Karaağaç; Mediterranean cypress/ Akdeniz servisi; Turkish pine/Kızılcım; Red oak/Kırmızı meşe	
5 th -6 th century / 5-6. yy	Mediterranean cypress/Akdeniz servisi; Turkish pine/Kızılcım	Turkish pine/Kızılcım	Mediterranean cypress/ Akdeniz servisi	White oak/Akmeşe; Red oak/Kırmızı meşe	
7 th -9 th centuries / 7-9. yy	Red oak/Kırmızı meşe	..	..	..	
7 th -9 th centuries / 7-9. yy	Black pine/Karaçam	Black pine/Karaçam	Eastern plane/Doğu çınarı	Eastern plane/Doğu çınarı; Elm tree/ Karaağaç; Ash/Dişbudak	
8 th century / 8. yy	Mediterranean cypress/ Akdeniz servisi; Stone pine/ Fistikçami	..	..	Stone pine/Fistikçami	
8 th century / 8. yy	White oak/Akmeşe	..	White oak/Akmeşe; Eastern plane/Doğu çınarı	White oak/Akmeşe	
7 th -9 th centuries / 7-9. yy	Mediterranean cypress/ Akdeniz servisi	Turkish pine/Kızılcım; Stone pine/Fistikçami; Chestnut/Kestane	Turkish pine/Kızılcım	Turkish pine/Kızılcım; Elm tree/Karaağaç	
8 th -9 th centuries / 8-9. yy	Stone pine/Fistikçami	..	White oak/Akmeşe	..	
8 th -9 th centuries / 8-9. yy	Stone pine/Fistikçami	..	Stone pine/Fistikçami	Stone pine/Fistikçami	
8 th -9 th centuries / 8-9. yy	Turkish pine/Kızılcım; White oak/Akmeşe	Stone pine/Fistikçami	Red oak/Kırmızı meşe	..	
8 th -9 th centuries / 8-9. yy	Mediterranean cypress/ Akdeniz servisi; White oak/Akmeşe	..	White oak/Akmeşe	Red oak/Kırmızı meşe; Elm tree/Karaağaç	
9 th century / 9. yy	Chestnut/Kestane; Oak/Meşe	..	White oak/Akmeşe	Red oak/Kırmızı meşe; Turkish pine/Kızılcım	
9 th century / 9. yy	Chestnut/Kestane	Oak/Meşe	White oak/Akmeşe	White oak/Akmeşe; Red oak/Kırmızı meşe	
9 th century / 9. yy	Chestnut/Kestane; Oak/Meşe	Oak/Meşe	Hornbeam/Gürgen; Beech/ Kayın	Ash/Dişbudak; Oak/Meşe	
9 th -10 th centuries / 9-10. yy	Chestnut/Kestane	Oak/Meşe	Oak/Meşe	Oak/Meşe	
9 th -10 th centuries / 9-10. yy	Chestnut/Kestane	..	Beech/Kayın	Oak/Meşe	
9 th -11 th centuries / 9-11. yy	Oak/Meşe	..	Oak/Meşe; Eastern plane/ Doğu çınarı	Oak/Meşe	
9 th -11 th centuries / 9-11. yy	Chestnut/Kestane; White oak/Akmeşe	..	Hornbeam/Gürgen	White oak/Akmeşe	
9 th -11 th centuries / 9-11. yy	Chestnut/Kestane; Oak/Meşe	..	Red oak/Kırmızı meşe	White oak/Akmeşe	
9 th -11 th centuries / 9-11. yy	Chestnut/Kestane; Oak/Meşe	..	Beech/Kayın	White oak/Akmeşe	
9 th -11 th centuries / 9-11. yy	White oak/Akmeşe	..	White oak/Akmeşe	White oak/Akmeşe	
9 th -11 th centuries / 9-11. yy	Chestnut/Kestane; White oak/Akmeşe	..	White oak/Akmeşe; Eastern plane/Doğu çınarı	White oak/Akmeşe	
Galleys / Kadırgalar					
Ship code/ Gemi kodu	Planking/Kaplama	Ceiling/Farş	Keel/Ömurga	Frame/Eğri	
8 th century / 8. yy	Black pine/Karaçam	..	Eastern plane/Doğu çınarı	Eastern plane/Doğu çınarı; Elm tree/Karaağaç	
8 th -9 th centuries / 8-9. yy	Black pine/Karaçam	..	Oak/Meşe; Eastern plane/ Doğu çınarı	Eastern plane/Doğu çınarı; Elm tree/Karaağaç	
9 th -11 th centuries / 9-11. yy	Black pine/Karaçam; Cedar/Sedir	..	..	Eastern plane/Doğu çınarı	
9 th -11 th centuries / 9-11. yy	Chestnut/Kestane; Black pine/Karaçam	..	Eastern plane/Doğu çınarı	Eastern plane/Doğu çınarı	



Şekil 131. Ahşap Kullanımında Dönemsel Değişimler (Akkemik, 2015, s. 192).

9.1.10 Batıkların Olası Yapım Yerlerinin Analizi

Aşağıda verilmiş olan Tablo 75 'deki, analizler sonucunda teşhis edilen cins/türler ve bunların genel yayılış alanları verilmişlerdir. Bu sonuçlara istinaden yayılışları incelenmesi yapıldığında sadece belirgin bir sınırdan yayılışa sahip olan bir cins/tür teşhis edilemediğini belirtmişlerdir. Bu nedenden ötürü genel olarak yayılışlı olduklarından türlere dayalı kesin ve net bir şekilde bir yapım yeri tespit etmenin zor olduğunu belirtmişlerdir. Tür seviyesine inilen ağaçlar da geniş yayılışlı olduğun için batıkların orijinleri halleri hakkında kesin bir bilgi sunmanın mümkün olmadığını belirtmişlerdir (Akkemik, 2015, s. 197).

Analiz sonucunda tespit edilen ve batıklarda kullanılan ağaç ve çalılar içerisinde belirli ve bilindik bir yöre ya da bölgeye ait bitkiler bulunmaması sebebiyle anahtar tür yöntemini kullanarak da bir bilgiye varılamadığını belirtmişlerdir. Meşe, çınar, kestane, gürgen gibi ağaçlar türleri Anadolu'nun farklı bölgelerinde, Balkanlar ve Avrupa'nın önemli bir bölümünde doğal bir şekilde yayılış göstermektedir (Akkemik, 2015, s. 197).

Ancak ceviz dışında diğer yapraklı ağaç türleri ve çalılarının tamamı Marmara çevresinde ve özellikle de İstanbul Belgrad Ormanı'nda doğal bir şekilde yetiştiğini belirtmişlerdir (Akkemik, 2015, s. 197).

Analizler sonucunda ortaya çıkan ve özellikle yapraklı ağaçların hemen hemen hepsi daha çok nemli-ılıman bölgenin ağaç türleri olması, kavela olarak kullanılmış olan katırtırnağı çalısının da Marmara ve İstanbul Boğazı çevresinde yüksek oranda bulunması sebebiyle, Batıkların Marmara çevresinde ya da İstanbul Boğazı'nda yapılmış olabileceği araştırmacıları tarafından düşünülmektedir. Ancak daha iyi sonuçlar ve kesin bilgi edinmek için ve daha güçlü kanıtlarla örnekler analiz edilmelidir (Akkemik, 2015, s. 197).

Batıklarda kullanılan ağaç türlerinin nerete ait olduğu, hangi ormanlardan olduğu ve eğer bu örnekler ithale örneklerin nerelerden ithal edildiğini belirlemek için en etkili analizlerin başında dendrokronolojik analizler gelmektedir. Dendrokronolojik analizlerle sayesinde hem batıkların yapım yılları tespit edilirken hem de olası orijinleri hakkında önemli bilgilere ulaşılacağını araştırmacıları tarafından belirtilmiştir (Akkemik, 2015, s. 197).

Analizler sonucunda kullanılan ahşap cins/türü tercihinde 6. yüzyıldan 11. yüzyıla doğru ortaya çıkan değişim batıkların olası yapım yerleri hakkında bilgi sunacağını belirtmişlerdir. 6.-7. yüzyıllarda batıkların Ege-Akdeniz, sonrakilerin ise Karadeniz-Marmara çevresinde yapılmış olacağı araştırmacıları tarafında düşünülmektedir (Akkemik, 2015, s. 197).

Tablo 75. Teşhis Edilen Ağaçlar ve Bu Cins/Türlerin Genel Yayılış Alanları (Akkemik, 2015, s. 199).

Teşhis edilen Cins	Cinsin Ölası Türleri	Genel Yayılış Alanları
İğne Yapraklı Ağaçlar (Gymnospermler)		
Çam (<i>Pinus</i> L.)	Karaçam (<i>Pinus nigra</i> Arn)	Akdeniz, Ege ve Karadeniz bölgelerinin yüksek kesimlerinde yayılmaktadır.
	Kızıldağ (<i>Pinus brutia</i> Ten.)	Tüm sahil kesimlerinde yayılış göstermektedir.
	Fıstıkçamı (<i>Pinus pinea</i> L.)	Ege, Akdeniz ve Marmara'nın güney taraflarında yayılır.
Servi (<i>Cupressus</i> L.)	Akdeniz servisi (<i>Cupressus sempervirens</i> L.)	Akdeniz ve Ege çevresinde yayılır.
Sedir (<i>Cedrus</i> L.)	Toros sediri (<i>Cedrus libani</i> A. Rich.)	Toros Dağlarının 1.000-2.300 m yükseltileri arasında geniş bir yayılışı vardır.
Göknaar (<i>Abies</i> L.)	Karadeniz Göknaarı (<i>Abies nordmanniana</i>)	Karadeniz Dağları boyunca 1.000 m yükseltilerden sonra yayılış gösterir.
	Toroş Göknaarı (<i>Abies cilicica</i>)	Toros Dağlarının 1.000-2.300 m yükseltileri boyunca yayılır.
Geniş Yapraklı Ağaçlar (Angiospermler)		
Meşe (<i>Quercus</i> L.)	Akmeşeler	10 türle temsil edilen Akmeşeler Türkiye'nin herien her bölgesi, Balkanlar ve Avrupa'da çok yaygındır.
	Kırmızı meşeler	5 türle temsil edilen kırmızı meşelerden özellikle Türk meşesi (<i>Quercus cerris</i>) Türkiye'nin hemen her bölgesinde geniş bir yayılışa sahiptir.
	Herdemyeşil meşeler	Bu gruba dahil ağaç formundaki meşe pınal meşesidir (<i>Quercus ilex</i>). Bu türün yayılış alanı ise genel o. arek Marmara çevresidir.
Kestane (<i>Castanea</i> L.)	Anadolu kestanesi (<i>Castanea sativa</i> L.)	Karadeniz ve Marmara çevresinin en yaygın ağaçlarından biridir.
Çınar (<i>Platanus</i> L.)	Doğu çınarı (<i>Platanus orientalis</i> L.)	Karadeniz, Ege ve Akdeniz Bölgesinde nemli dere ve ırmak kenarları boyunca yayılışı vardır.
Karaağaç (<i>Ulmus</i> L.)	Ova karaağacı (<i>Ulmus minor</i>)	En yaygın karaağaç türüdür. Gemilerde kullanılan karaağaçlar büyük olasılıkla bu türe aittir.
	Dağ karaağacı (<i>Ulmus glabra</i>)	Dağlık kesimlerde bulunur.
	Saplı karaağaç (<i>Ulmus laevis</i>)	Ülkemizde sadece Bulgaristan sınırında ve İğneada Longos ormanlarında yayılışı vardır.
Katırtırnağı (<i>Spartium</i> L.)	Katırtırnağı (<i>Spartium junceum</i> L.)	Tüm Akdeniz, Ege ve Marmara sahilleri boyunca Maki vejetasyonu içerisinde yayılış gösterir.
Gürgen (<i>Carpinus</i> L.)	Adi gürgen (<i>Carpinus betulus</i> L.)	Büyük oranda Marmara ve Karadeniz Bölgesi ormanlarında yayılış gösterir.
Kayın (<i>Fagus</i> L.)	Doğu kayını (<i>Fagus orientalis</i> Lipsky.)	Karadeniz dağları boyunca ve Marmara çevresinin dağlık kesimlerinde yaygındır.
	Avrupa kayını (<i>Fagus sylvatica</i> L.)	Ülkemizde sadece Trakya'nın kuzey ormanlarında bulunur. Avrupa'da çok yaygındır.
Dişbudak (<i>Fraxinus</i> L.)	Avrupa dişbudacı (<i>Fraxinus excelsior</i>) / Sivri meyveli dişbudak (<i>Fraxinus angustifolia</i>) / Çiçekli dişbudak (<i>Fraxinus ornus</i>)	Ülkemizde nemli ormanlarda yer yer karışımına giren ağaçlardır.
Ceviz (<i>Juglans</i> L.)	Adi ceviz (<i>Juglans regia</i> L.)	Doğu Anadolu'nun doğal bir ağacı olmasına karşın, ülkemizin hemen her bölgesinde binlerce yıldan bu yana kültüre alınmıştır.

9.2 İskelelerin Analizi

20 tane olan iskeleleri 2'si taştan, diğer 18 tanesi ahşaptan yapılmıştır. Bu iskeleler limanın oldğu yönden kuzeydeki rıhtımdan oradan da güneye doğru, yani denizin içine doğru uzanarak gitmektedir. Ahşap olan iskelelerin ayak kısımlarından alınan örneklere dendrokronolojik analizi uygulanmış olup bu analiz sonuçlarına göre, bu iskeleler 5. yüzyılın başından itibaren yapılmaya başlandığı yönünde olduğunu düşünmektedirler (Kocabaş, Kılıç, ve Asal, 2020, s. 14-55).

Taş olan iskeleden 1'si Metro kazı alanın kuzeydoğu, diğeri kuzeybatı kesiminde bulunmaktadır. Kuzeydoğuda bulunan iskele, güneybatı - kuzeydoğu doğrultusunda olmaktadır, ayrıca aralık bırakacak şekilde birbirini takip eden beş ayaktan oluştuğunu tespit etmişlerdir. Bu tespit edilen ayakların toplam uzunluğu 32,50 m'dir. Aralıklarla yapılan ayaklar birbirine ise kemer sistemi ile bağlandığını tespit etmişlerdir. Taş olan İskele, 8. yüzyıl sonu veya 9. yüzyıl tarihleri arasında olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca kuzeybatıda yer alan bir başka taş iskele büyük bir kısmı tahrip olduğunu saptamıştır. 100 Ada bölgesi içinde bulunan iskele kazıklarından analiz için alınan örnekler üzerinde yapılan dendrokronoloji analizleri ve bu analiz sonuçlarına göre iskeleden alınan örneklerin 527-610 tarihleri arasında olduğu ve kullanımda kaldığını tespit etmiş olup ayrıca 539 ile 591 yıllarında da yenileme yapıldığını tespit etmişlerdir (Kocabaş, Kılıç, ve Asal, 2020, s. 14-55).

SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

Bu çalışmayı yaparken Bodrum Sualtı Arkeoloji müzesine o tarihte arkeolog olan Aşkın Cambazoğlu ile tezim için şahsen mülakatta bulundum. Bu mülakat üzerine Uluburnu'nun keşfini şöyle anlatmıştır. Anlatımına göre, Sünger dalgıcı Mehmet Çakır'ın ifadesi ile 1982 yılında Anadolu'nun güneybatı sahilindeki Antalya ilinin Kaş ilçesinde sarp bir burnun önünde 50 m, derinde avlanırken maden oldukları belli, bisküvi biçimli garip nesnelerle karşılaşır. Mehmet Çakır'ın dalgıçlık yaptığı geminin kaptanı Bodrum Sualtı Arkeolojisi Müzesi'ni durumdan haberdar eder.

Böylece günümüzden yaklaşık 3300 yıl önce Uluburun'da batan bir Geç Tunç Çağı ticaret gemisi tespit etmişlerdir. Uluburun gemisi ve taşıdığı yük; Geminin kalıntıları ve yükünün büyük bir kısmı 1984-1994 yılları arasında Texas A & M Üniversitesi Sualtı Arkeolojisi Enstitüsü ile Bodrum Sualtı Arkeoloji Müzesi tarafından yapılan ortak çalışmalarla gün ışığına çıkarılmıştır.

Prof. Dr. George Bass ve Prof. Dr. Cemal Pulak yönetimindeki sualtı arkeologlarından oluşan ekip, 40 ile 60 m arası derinlikte yatan buluntuların kesin konumlarını arkeolojik açıdan belgelemek ve buluntuları su yüzeyine çıkarmak için toplam 22500 dalış gerçekleştirmişlerdir. Bu sayede hassas belgeleme çalışmaları yapılmı ve bilim adamları 15 m uzunluğundaki geminin rekonstrüksiyonunu gerçekleştirmişlerdir.

Uluburnu Batığı'ndan önce gerçekleştirilşen diğer batık kazıları'ndan bu denli çeşitte buluntu ele geçirilmediğini belirtmişlerdir. Uluburun Batığı'ndan çıkarılan fazla sayıda zengin buluntular, Geç Tunç Çağı ticareti ve ekonomisinin araştırılmasına bir başka boyut getirmiştir.

Uluburun Batığı'nda araştırmalara başlayan Prof. Dr. George Bass, Prof. Dr. Cemal Pulak ve ekibi, peyder pey yapılan sualtı kazıları ve arkeometrik analiz çalışmaları neticesinde; geminin içinde bulunan kargonun hangi medeniyetlere ait olduğu ve batığın ne zaman battığı tespit etmişlerdir.

Uluburun Batığı'nın kargosu zengin içeriklidir. Yapılan sualtı kazısı neticesinde ve gerçekleştirilen arkeometril analiz sonuçlarına göre tespit edilmiş olan Miken, Kenan, Kıbrıs, Yunan, Mısır, Kassit, Asur ve Nübyeliler gibi medeniyetlerin ve en az sekiz farklı bölgesel kültürlerinin ürünlerini taşıyordu.

Buda bize Antik dönemde bilinen dünyada tüm analizlerden de anlaşılmaktadır ki küresel ticaret ağı ve olgusunun var olduğu anlaşılmaktadır. Bunun en iyi örneklerinden biri ise; kurşunlara yapılan kurşun izotop analiz sonuçlarına göre; örneklerin çoğunun, Yunan ve Attika'daki Laurion bölgesinde bulunan kurşun madeni yataklarında geldiğini gösteren izlerle örtüştüğünü göstermektedir.

Uluburun Batığı'ndan ele geçen diğer bir kurşun örneği'nin analizi sonucuna göre; kurşun oranlarının olasılıkla Siphnos, Khalkidiki ve Troas Bölgesi kökenli olduğu saptanmıştır. Bu sonuçlar ise Uluburun 'da bulunan kurşun ağırlıklarının hammaddelerinin farklı bölgede ki maden yataklarından geldiğini işaret etmektedir.

Batığın farklı limanlardan kurşun madeni almıştır. Buda bize farklı bölgelerden ve kökenlere sahip kurşun madeni yataklarından alınmış olduğu düşüncesi mantıklı gelmektedir. Ayrıca başka bir kurşun madeni 'nine yapılan analiz sonucuna göre Orta Toros maden kaynaklarının dördüncü bin yılsonlarından birinci bin yılın başına kadar kullanıldığı anlaşılmaktadır.

Yapılan başka bir arkeometrik analiz göre; Uluburun Batığı'nda bulunan buluntuların arasından ele geçen 175 adet cam külçe mevcuttur. Camlara New York Corning Cam Müzesinde görevli olan (Corning Museum Of Glass) konunun uzmanı olan Robert H. Brill tarafından arkeometrik analiz uygulanmıştır. Yapılan analiz sonucuna göre bu cam külçelerin yapı ve özelliğinin Mısır cam şişeleriyle ve Miken amuletlerinin yapımında kullanılan camla aynı olduğu tespit edilmiştir. Böylece 3.300 yıl öncesinde de farklı kültürlerin etkileşim içinde olduğunu gösterir.

Uluburun Batığı'nda ele geçen yazı tahtasına yapılan, arkeometrik analizlerden biri olan ve ağacının anatomik yapısı çıkarmak için uygulana, yerleşmiş metodolojiler tanımlaması analizi yapıldı. Analiz sonuçları bilgisayar 'da ağacı tanımlamak için ağaç tanımlama programına yüklenmiştir. Bu program ise; bize yüklenmiş oldukları özelliklere ve yapılarına göre her varyasyonunu çıkarmak için ağaç çeşitlerini ve türlerini belirtmiştir. Programlı analiz sonucuna göre; çift kanatlı yazı tahtasında kullanılan ağaç türü için en güçlü aday şimşir ağacı (Buxus) olduğunu göstermiştir. Ağacın kesin olarak şimşir ağacı (Buxus) olarak tanımlanması için Kudüs İbrani Üniversitesi'nden Ella Werker tarafından başaka bir örnek sağlanarak ve belirlenmesini yaparak bir Buxus sempervirens örneği taramalı elektron mikroskop da incelenmek için parçalanarak örnek hazırlanmıştır.

Yapılan arkeometrik analizin sonucuna göre bu örnek Uluburun çift kanatlı yazı tahtasının yapımında kullanılan ağacın şimşir (Buxus) olduğu yönündeki hipotezi doğrulamıştır.

Ayrıca şimşir ağaç veya çalı şeklinde büyüeyebilen özelliğe sahip olması ve küçük boyutlu oymalar için Tunç Devri'nden Roma İmparatorluk Dönemi'ne kadar kullanıldığı bilinmektedir. Çünkü ağaç organik bir materyal olduğu için ve zaman içinde yok olduğu için şu ana kadar bu denli eski bir örnek daha önceki batık kazılarından ele geçmemiştir. Bu da antik çağda kullanılan hammaddelerden birtanesini açığa çıkarma fırsatını bilim dünyasına sunmuştur. Ayrıca yapılan bir başka arkeometrik analizin sonucuna göre tahtanın yüzeyinde gözlemlenen kristal yapılar Akdeniz'in tuzlu suyundan emilmiş olan tuz mineralleri olmaktadır.

Bozburun Batığı'nda gerçekleştirilen analizin sonucuna göre; batık'ta ele geçen 3 adet ahşap amphora tıpasına cins ve tür tayini analizleri, İsrail Tel Aviv Üniversitesi Botanik Laboratuvarları'nda, Nili Liphshitz tarafından yapılmış olup, analiz raporuna göre; örnekler çamın ağacının dış kabuğuna ait olduğu edilmiştir. Buda o dönem de hammadde olarak Amphora tıplarında çam ağacının kullanıldığı bilgisini vermektedir.

Gelidonya Batığı, en az Uluburun Batığı kadar geçmiş hakkında bilgi vermektedir. Ayrıca Gelidonya Batığı'nda yapılan arkeometrik analiz sonuçlarına göre; Gelidonya Batığı'nın gövdesini kaplayan çalılıklardan alınan 42 gram ağırlığındaki bir ince dal örneğinin analizi, Pennsylvania Üniversitesi Radyo-Karbon Laboratuvarı tarafından tarihlendirilmiştir. Analiz sonuçları: Gelidonya Batığı'nın yaşının MÖ 1060'tan daha genç olma ihtimali düşüktür. Ve MÖ 1250 kadar olabileceğini göstermiştir. Ayrıca yine bu yapılan analizin sonucuna göre; Gelidonya Batığı'nın ahşabının, çalılık örneklerinin tümü genç yaşta ağaç olduğu belirlenmiştir. Ve olgunlaşmamış olmasından dolayı, bunların 'Quercus' mu yoksa 'Castanea' mı olduğuna kararsız kalmışlardır. Ancak Güney Avrupa, Kuzey Afrika ve Küçük Asya'da yetiştiği bilinmektedir. Lübnan'da da bir kez kaydı vardır. Ancak Kıbrıs'tan hiç bildirilmemiştir. Bu yüzden Olgun olmayan ağaçtan, bu iki cinsi ayırt etmek için başlıca ayırt edici özellik olan Dendrokronojik analiz yönteminden biri uygulanmıştır. Bu analizin sonucunda; ağaç halkalarının geniş ışınlar yani açılarda olmadığı belirlenmiştir. Bu sebepten dolayı, bu örnekler, olgun olmayan 'Quercus' örneklerine daha yakın olduğu düşünülmektedir.

Gelidonya Batığı'ndan ele geçen kurşun gurubunun içinde bulunan 14 adet örneğe ve Antik Çağ 'da çalıştırıldığı bilinen maden yataklarından gelen galen cevherlerine yapılan analiz sonucuna göre; kurşun izotop dağılım oranları birbirleriyle uyushmaktadır. Birbiri ile uyushan kurşun izotoplarının dağılımına göre; ilk 3 örnek, üç ayrı ve geniş coğrafi bölgeden geldiğini göstermiştir. Bu bölgeler; ilk bölge olarak Roma Britanya'sı, ikinci bölge olarak günümüz Yunanistan ve son bölge olan üçüncü bölge olarak ise İspanya, Galler ve Sardunya'yı içermektedir. Geriye kalan 11 örnekten 10'nun sonucuna göre, örnekler; Atina, Miken, Korint, Keos, Kıbrıs, Sardes ve Antakya'ya bölgelerine ait olduğu tespit edilmiştir. Son olarak geriye kalan 1 örneğin izotop bileşimi verilerine göre, Laurion yakınlarındaki madenlerden çıkartılan kurşunla uyushmaktadır. Bu da bize, yukarıda görüldüğü gibi, dünyanın farklı bölgelerinden kurşun ticaret ağının gerçekleştiği, hammadde ihtiyacının nasıl karşılandığı'nı ve Antik Çağ'daki madencilik faaliyetleri hakkında bilgi vermektedir.

Yassıda Batığı ise dönemi hakkında, Uluburun Batığı, Gelidonya Batığı ve Bozburun Batıkları'ndaki gibi bilgi sunmaktadır. Bu bilgiler yapılan su altı kazıları ve arkeometrik analizler sonucunda ortaya çıkarılmıştır. Yassıda Batığı 'ndan çıkartılan onaltı Amphoranın içeriğine arkeometrik analizlerden biri olan paleoetnobotanik analizi yapılmıştır. Paleoetnobotanik analizin sonucuna göre; Amphoraların birçoğunda bulunan çok sayıda üzüm çekirdeği, şarabın muhtemelen ana kargo ürünlerinden biri olduğunu düşündürmektedir. Üzüm çekirdeği dışında, zeytin çekirdekleri, çam çekirdeği kabukları ve Umbelliferae (Maydanozgiller) tohumları gibi diğer ele geçen botanik kalıntıların her biri, Amphoralarda veya incelenen parçalanmış ahşap kutulardan depolanmış olan geminin orijinal yükünün bir bölümünü yansıtıyor. Analiz sonuçlarında ortaya koymaktadır ki Yassıda Batığı'nın ana kargosunun besin içerikli olduğunu göstermektedir. Bu da bize kendi döneminde yiyeceklerin ve içeceklerin nasıl taşındığını ayrıca dönemim insanların diyetleri hakkında bilgi sunmaktadır.

Serçe Limanı Batığı ise bize dönemin'deki beslenme alışkanlıkları, madencilik faaliyetleri ve birçok konuda bilgi sağlamaktadır. Bu bilgileri yapılan su alt kazıları ve arkeometrik analizler sonucu öğrenmiş bulunmaktayız. Bu analizlerden bir tanesi şu şekildedir; Asma kilide yapılan analizin sonucuna göre: Antik dönemde kurşun ve bakır alaşımlı yamalara kimyasal analiz uygulanmıştır. Bir miktarda kalay ve kurşun, Sophie Stos-Gale'in Oxford Isotrace Laboratuvarı'nda yapılan Kurşun-izotop analizi sonucuna göre bulunmuştur. Bakırdaki kurşunun izotopik bileşiminin sonuçlarına göre; Güneydoğu Bulgaristan maden yataklarından olduğunu saptamıştır.

Yenikapı Batığı 'da gemide kullanılan ağaç türlerini ve geminin yapılış biçimi gibi çeşitli bilgiler sunmaktadır. Bu bilgileri yine su altı kazıları ve arkeometrik analiz sonucunda öğrenmekteyiz. Yenikapı Batığı'na arkeometrik analiz yöntemlerinden biri olan Radyokarbon analizi uygulanmıştır. Radyokarbon Analizi sonucuna göre; YK12 (Yenikapı Batığı 12) alanı ahşap örneklerinin tarihlendirmesi arkeometrik analizlerden biri olan radyokarbon metodu uygulamışlardır. Analizi Oxford Üniversitesi Radyokarbon Hızlandırma Ünitesi'nde yapılmıştır. YK12'nin (Yenikapı Batığı 12) merkezi omurgası (Om3 kodlu), bir eğrisi (E11 kodlu) ve bir kaplama tahtasından (SK7-2 kodlu) analiz için alınan 3 adet ahşap örneğinin analiz sonucu % 95 üstü olasılıkla MS 672-876 tarih aralığını gösterdiğini saptamıştır. Mevcutta olan Radyokarbon analiz verilerinin IntCal20 veri tabanına göre kalibrasyonu yapıp, bayes istatistik analizi açısından ele almışlardır. Radyokarbon analiz verilerinin bayes analizine göre Yenikapı Batığı'ndan alınan YK12 nolu ahşap örnekleri, 8. yüzyıl başı ve 9. yüzyıl başı arasına tarihleri arasında olduğunu belirlenmiştir. Bu da bize batığın yaşı hakkında net bir bilgi sunmaktadır. Bu bilgiler ışığında Yenikapı Batığı zamanında Costatinapol'un (İstanbul'un) aktif bir liman olarak kullanıldığını görmekteyiz.

Yenikapı Batığı'nda bulunan YK12 kodlu batık gemisine arkeometrik analizlerden biri olan odun anatomisi analizi uygulanmıştır. Yenikapı YK12 kodlu batıktan, cins/tür tayini analizini yapmak üzere teknenin çeşitli yerlerinden 394 odun örneği alınmıştır. Yapılan analiz sonucunda gövde ahşabının tür/cins tespit edilmiştir. Analizin sonucuna göre; YK12 kodlu teknede, meşe (*Quercus* L.), dişbudak (*Fraxinus* L.), ceviz (*Juglans* L.), kestane (*Castanea* L.), gürgen (*Carpinus* L.), kayın (*Fagus* L.) ve çınar (*Platanus* L.) olmak üzere 7 farklı cinsten ağaç kullanıldığı saptanmıştır. Bütün kaplamalar kestane (*Castanea* L.) ağacındandır. Dişbudak (*Fraxinus* L.) postaların tamamında kullanılmıştır. Yelken yatağı ve kanallı bölme ahşaplarında gürgen (*Carpinus* L.), bodoslama topukları ve bodoslamalarda, kenar kavelaları ve bazı döşeklerde de gürgen (*Carpinus* L.) kullanılmıştır. Merkez omurga kayın (*Fagus* L.); döşekler ağırlıklı olarak meşe (*Quercus* L.) ve ceviz (*Juglans* L.) ağaçlarından işlenmiştir. Ahşap çiviler, çapa tahtası ve iç kaplamalarda meşe (*Quercus* L.) ağacı saptanmıştır. Bu da bize geminin hangi ağaç türlerinden/cinslerinden yapıldığı bilgisini vermiştir. Yukarıdaki tüm analiz sonuçları da göstermiş olduğu üzere YK12 kodlu batık gemisinin inşasında kullanılan malzemeler hakkında detaylı ve kapsamlı kesin bilgi sunmaktadır.

Gemi yapımında kullanılan ağaçların tür veya cinsini belirlenmesi ve günümüzde halen bazı bölgelerde bu ağaç türlerinin kullanılıyor olması gemi inşası teknolojisinin kesintisiz olarak günümüze geldiğinin de göstermiştir.

Bu çalışmaların sonucunda batıkların içinde bulunan buluntuların farklı kültürel bölgelere ait oldu tespit edilmiştir. Hangi hammaddelerin kullanıldığı, gemi mürettebatının ne tür diyetleri olduğu ve ticareti yapılan besin öğelerinin ne olduğu hakkında fikir edinmemizi sağlamıştır.

Uluburun Batığı'nın zengin buluntu grubu içermesi üzerine kraliyet kargosu olarak adlandırılır. Bu buluntu grubuna yapılan analizler neticesinde madencilik sanatı ve işlenmesi, cam sanatı ve işlenmesi hakkında bize bilgi sunmaktadır. Ayrıca batıkların yaş tayini bunun sonucunda ne zaman battığı hakkında fikir sahibi olmamızı sağlamıştır.

Ayrıca yazı tahtasında kullanılan Şimşir ağacının halen günümüzde kaşık yapımında da kullanıldığı bilinmektedir. Bununla birlikte zamanın ticaret ağı ortaya çıkarılması yani 11. Yüzyılda kullanılan ipek yolundan ticaretin yapıldığı ve günümüzde'de bu yolun Çin'den Avrupa'ya kadar gitmesi planlanmaktadır. Bunların yanı sıra diğer çeşitli konular hakkında bilgi sunup öğrenmemizi sağlamaktadır.

KAYNAKLAR

- Akarsu, B. M. (2008). *M.Ö. III.-II. Binde Mezopotamya ve Anadolu'da Deniz Ticareti ve Gemicilik* [Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi,]. T.C. Selçuk Üniversitesi.
- Akarsu, B. M. (2020). M. Ö. III.-II. Binde Mezopotamya'da Deniz Ulaşımı, Deniz Ticareti ve Gemin Yapımı. S. Öztürk (Ed.), *Sosyal ve Beşeri Bilimlerde Teori ve Araştırmalar II / Cilt 3*, (1. basım, s. 517–530). Gece Kitaplığı.
- Akarsu, B. M. (2024). Maritime Transportation, Maritime Trade and Shipbuilding in Anatolia in the 2nd Millennium BC. *Arkeoloji ve Sanat*, 175:Ocak/Nisan 2024, s. 57–62.
- Akarsu, B. M., ve Tarakçı, R. Y. (2019). Sunken Wrecks of Sinop and Tourism. *International Journal of Eurasia Social Sciences*, 10(38), 1032-1046.
- Akkemik, Ü. (2015). *Yenikapı Batıkları Cilt II: Yenikapı Batıklarının Ahşapları*. Ege Yayınları.
- Atik, Ş. (2011). *İstanbul Yenikapı Kazılarında Yerel ve İthal Camlar*. R. Battiti, M. Brunato, I. Kotsireas ve P. Pardalos (Ed.), II. ODTÜ Arkeometri Çalıştay Türkiye Arkeolojisinde Cam: Arkeolojik ve Arkeometrik Çalışmalar: (s. 180–198). Odtü Yayıncılık.
- Bass, G. F. (1962). *Bodrum Yassıada Sualtı Kazıları 1961*, Türk Arkeoloji Dergisi, (18), s. 8-11.
- Bass, G. F. (1972). *A History of Seafaring Based on Underwater Archaeology*. Thames&Hudson.
- Bass, G. F., ve Doorninck, V. Jr., (1982). *Yassi Ada: A Seventh-Century Shipwreck I Nautical Archaeology*. Texas A and M University Press College Station.
- Bass, G. F., Matthews, Jr., Steffy, F. H, ve Van-Doorninck, Jr., (2004). *Serçe Limanı An Eleventh Century Shipwreck, Vol I: The Ship and Its Anchorage, Crew and Passengers*. College Station.
- Bass, G. F., Robert, H. B., Berta, L., Sheila, D. M., (2009). *Serçe Limanı. The Glass of an Eleventh-Century Shipwreck. Vol II*. Texas A&M University Press.
- Bass, G. F., Throckmorton, P., Plat Taylor, J, Hennessy, Basil, J., ve Shulman, A. R. (1967). *Cape Gelidonya: A Bronze Age Shipwreck Philadelphia*. American Philosophical Society.
- Biçer A. E. (2015). *IXyy. Bozburun Kazısından Ele Geçen Mantar Amphora Tıplarının Bozulma Durumlarının Tespiti ve Konservasyon Yöntemlerinin*, TINA Denizcilik Arkeolojisi Dergisi, Sayı, 3 (2), s. 46-64.
- Erkaya, B. (1993). *Türkiye'de Sualtı Arkeolojisi ve Kaçakçılığın Önlenmesi*, Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi, 36 (1-2) , s. 297-299.

- Evrin, V., Özer M. A. , Türkmenoğlu, A. ve Öke, G., (2000). *Bodrum Sualtı Arkeoloji Müzesi 'nde Sergilenen Örnekler ve Kaş-Uluburun Batığına Ait Bazı Taş Çapalar Üzerine Arkeometrik İncelemeler*, 16. Arkeometri Sonuçları Toplantısı: Cilt I. (s. 19-23). Kültür Bakanlığı Milli Kütüphane Basımevi.
- Gölbaş, A. (2019). *Sualtı Arkeolojisinin Terminoloji Sorunsalı*, Cedrus, 7, s. 589-605.
- Gürgen, İ. (2017). *MÖ 2. Binyılda Kıbrıs 'ın Yakındoğu Ticaretindeki Rolü* [Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi]. Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Tarih Anabilim Dalı Eskiçağ Tarihi Bilim Dalı.
- Hamza, L. (2006). *Antik Çağda Doğu Akdeniz 'de Deniz Ticareti* [Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi,]. T.C. Selçuk Üniversitesi.
- Kanyak, S. (2009). *Cam Fırınlılarının Tarihsel Gelişimi* [Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi,]. T.C. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi.
- Kocabaş, Ö. İ. (2016). *Bin Yıllık Bekleyişin Ardından Yeniden Denizlerde Yenikapı 12 Limanı*, İstanbul. TINA Denizcilik Arkeolojisi Dergisi, Sayı, 5 (1), s. 10-39.
- Kocabaş, Ö. İ. (2019). *Bir Bizans Teknesinin Anatomisi: Yenikapı 8 Batığı*, Art-Sanat Dergisi , (11) , s. 325-338.
- Kocabaş, Ö. İ. (2024). *Gemi ve Tekne Arkeolojisinde Belgeleme Yapısal Analiz ve Rekonstrüksiyon*. Ege Yayınları.
- Kocabaş, U. (2008). *Yenikapı 'nın Eski Gemileri 1, Yenikapı Batıkları, Cilt I*. Ege Yayınları.
- Kocabaş, U. (2014). *Yenikapı Batıkları Kazısı ve Araştırmaları*, TINA Denizcilik Arkeolojisi Dergisi, Sayı, 1 (2), s. 26-41.
- Kocabaş, U. (2015). *Geçmişe Açılan Kapı: Yenikapı Batıkları Cilt I*. Ege Yayınları, İstanbul
- Kocabaş, U., ve Kılıç, N. (2016). *İstanbul Üniversitesi Yenikapı Batıkları projesi 2015-2016 Yılı Belgeleme ve Konservasyon Çalışmaları*, TINA Denizcilik Arkeolojisi Dergisi, Sayı 6 (12), s. 84-89.
- Kocabaş U., Kılıç, N., ve Asal, R., (2020). *Geçmiş Yaşatmak: Yenikapı Batıkları*, TINA Denizcilik Arkeolojisi Dergisi, Sayı, 14 (1), s. 14-55.
- Lehner, W. J., Kuruçayırılı, E., Martin, A. S., Barsetti-Langis, D., Bowland, L., ve Hirschfeld, N.

- (2021). *Öküzgözü Külçeler ve Gelidonya Burnu Batığı: Eski Bir Sorun Üzerine Yeni Araştırmalar*, TINA Denizcilik Arkeolojisi Dergisi, Sayı 15 (4), s. 61.
- Mangaloğlu, V.S.D. (2006). *M.Ö. 2. Binde Batı Anadolu 'nun Deniz Ticareti* [Yayınlanmamış Yüksek Lisans tezi,]. T.C. Ankara Üniversitesi.
- Pulak, C. (1996). *Uluburun Batığı ve kronoloji*, Arkeoloji ve Sanat Yayınları Dergisi, (71), s. 5-25.
- Pulak, C., ve Matheny, R. (2021). *Son Tunç Çağı Uluburun Batığından Çıkarılan Kenan Tipi Seramik Buluntu Topluluğu*, TINA Denizcilik Arkeolojisi Dergisi, Sayı, 16 (1), s. 15-61.
- Tekbaş, A. (2021). *Anadolu Kıyı Şeridi Neolitik Dönem Yerleşimleri Denizcilik Faaliyetleri ve Deneyisel Arkeolojide İlkel Bir Deniz Aracı Üretimi ve Seyahat Çalışması* [Yayınlanmamış Doktora tezi,]. T.C. Pamukkale Üniversitesi.
- Yalçın, Ü., Pulak, C., ve Slotta, R. (2006). *Uluburun Gemisi 3000 Yıl Önce Dünya Ticareti*. Deutsches Bergbau-Museum Bochum Yayınları.
- Yalçınkaya, I. (2019). *İnsanlık Tarihinin Başlangıcında Taş ve Taşın Kullanım Alanları: Ayter and Ş. Demirci (eds), IV ODTÜ Arkeometri Çalıştay / Türkiye Arkeolojisinde Taş: Arkeolojik ve Arkeometrik Çalışmalar: Cilt IV. (s. 55). Bilgin Kültür Sanat Yayınları.*
- Yener, A. K., Barnes, L. I., Joel, E., ve Sayre, E. (1990). *1989-1990 Kurşun İzotop Analiz Sonuçları: 6. Arkeometri Sonuçları Toplantısı: Cilt I. (s. 87-107). Ankara Üniversitesi Basımevi.*
- Yolcu, Ö. (2015). *Yenikapı Batığı İstanbul Bienalinde*. TINA Denizcilik Arkeolojisi Dergisi, Sayı, 4 (9), s. 94-97.
- Warnock, P., Pendleton, M., ve Karasu, C. (1996). *Uluburun Çift Kanatlı Yazı Tahtasının Ağacı*, Archivum Anatolicum-Anadolu Arşivleri (2) s. 91-97.

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad	Aşkın Burak KÜTÜK
Yabancı Dil	İngilizce
Yüksek Lisans	Sinop Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Disiplinlerarası Arkeometri ABD
Lisans	Sinop Üniversitesi - Genel Not Ortalaması: 3,16 (4'lük Not Sistemi) / Fen Edebiyat Fakültesi, Arkeoloji Bölümü
Ön lisans	Sivas Cumhuriyet Üniversitesi - Genel Not Ortalaması: 2,90 (4'lük Not Sistemi) / Cumhuriyet Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu / Bankacılık ve Sigortacılık Programı
Lise	Sivas Merkez Şehit Ahmet Eyce Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi Muhasebe ve Finansman - Bilgisayarlı Muhasebe - 57,14 (100'lük Not Sistemi)
İş Deneyimleri	Kahramanmaraş Elbistan Kara Höyük Kazısı / Arkeolog / Sivas Cumhuriyet Üniversitesi (01.08.2019/05.09.2019)