

İSTANBUL'DA BULUNAN
ERKEN BİZANS DÖNEMİ SAVUNMA YAPILARINDA KULLANILAN
HORASAN HARÇLARIN ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Investigation of the Properties of the Khorasan Mortar Used in the
Defense Structures in Istanbul, in the Early Byzantine

Gülçin Kahraman Altaş | İ.T.Ü
Doç. Dr. Seden Acun Özgünler | İ.T.Ü
Prof.Dr. Erol Gürdal | İ.T.Ü



Tarihi yapıların restorasyonunda doğru malzemelerin seçimi, yapıda kullanılan özgün malzemelerin bilimsel analiz sonuçlarına bağlı olarak yapılmalıdır. Bu amaçla yapılan çalışmada, İstanbul'da yer alan Erken Bizans Dönemi savunma yapılarında kullanılan tarihi harçlar; fiziksel, kimyasal, mekanik ve petrografik özellikleri yanında agrega boyut dağılımlarını gösteren elek analizi ve suda çözünen tuz analizleriyle birlikte incelenmiştir. Yapılan deney sonuçlarına göre, bu harçların iyi basınç dayanımına sahip kalsiyum silikatlı bileşikler içeren, Roma harçlarının bir karakteri olan puzolanik özellikli, sağlam bağlayıcı kompozisyonlu, iyi bağlayıcı-agrega ara yüzeyine sahip horasan harçları olduğu görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Horasan harcı, Bizans dönemi, harç karakterizasyonu, mikro yapı analizleri

The choice of appropriate materials for restoration of historical buildings depends on scientific data obtained from the analyses of materials used for the original construction. In this study, historical mortars taken from land walls and sea walls of Early Byzantine Period in Istanbul, were studied with physico-chemical property tests, mineralogical composition, grain size distribution analyses, compression strength and water soluble salt analysis. Analyses showed that these are khorasan mortars and they have good compression strengths. In the chemical analyses, calcium silicate hydrate (CSH) compounds have been seen. Also, they have pozzolanic characteristics like Roman mortars and they have strong binder cohesion, perfect binder-aggregate bond.

Keywords: Khorasan mortar, Byzantine period, mortar characterization, microstructural analyses.

1. GİRİŞ

İstanbul'da bulunan erken Bizans dönemi savunma yapıları olarak; İstanbul Kara Surları ile Marmara ve Haliç Surları incelenmiştir. Öncelikle, bu yapılar ile ilgili ayrıntılı bir tarih araştırması yapılmış, daha sonra temsili örneklerin alınacağı yerler belirlenmiş ve deneyler yapılmıştır.

Avrupa'nın korunmuş en uzun antik dönem savunma yapısı, İstanbul Kara Surları'dır ve hendek, ön sur, beden duvarları olmak üzere üçlü savunma sistemli mimarisıyla yeni bir anlayış getirmiştir, (Ahunbay, 1998). Bununla birlikte Marmara ve Haliç Surları Kara Surları ile birleşip şehri tehlikelere karşı kapatmıştır.

YAPILAR HAKKINDA TARİHÇE

İstanbul'da bulunan Kara Surları ile Haliç ve Marmara Deniz Surları incelenmiştir. Bu yapılar hakkında kısa bir tarih incelemesi yapıldıktan sonra yapıları temsil edebilecek özgün örneklerin alınacağı yerler tespit edilmiş ve çizimler ile fotoğraflara işlenmiştir.

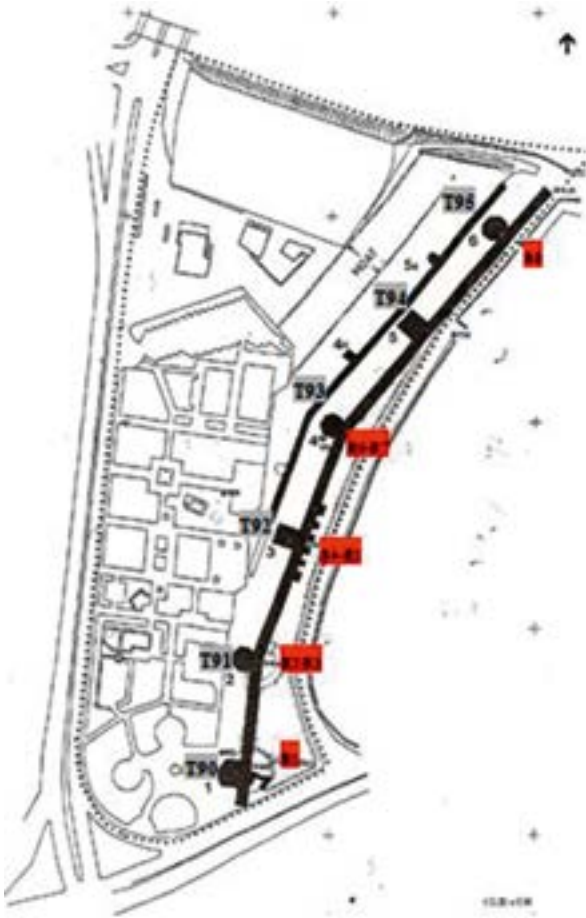
1.1 Kara Surları ve Kapılar

Marmara kıyısından başlayıp, Tekfur Sarayı'nda sona eren 19 km. uzunluğunda 1400 hektarlık alanı kaplayan surlar 410-442 yıllarında yapılmıştır (Kuban, 2004). Şehrin kalabalıklaşması ve Gotların isyanı nedeniyle II. Theodosius, Constantin surlarından 1300-1400 m. daha açığa alarak yeni surları inşa ettirmiştir, (Tezcan, 1991). Surların uzunluğu 5,7 km., genişliği 4,8 m., yüksekliği 11 m.dir. 70-75 m. aralıklarla dikdörtgen ve çokgen planlı 96 kuleden oluşmaktadır. Ana surların 14,5 m. önünde 8 m. yüksekliğinde burçlu ön surlar ve 18 m. genişliğinde hendekler (1000'li yıllarda yapıldığı tahmin edilen) yer alır. Surlar beş sıralı tuğla bantlı olarak yapılmıştır. Ön surun duvar kalınlığı 0,5-1,5 m.dir, 7 adet kapısı ile giriş-çıkışlar sağlar. Bu kapılar Marmara kıyısından başlayarak; Altın Kapı (Porta Aurea), Belgrad Kapı (Ksylikerpos), Silivri Kapı (Pege), Mevlivane Kapısı (Polyandrion), Topkapı (Romanos), Örülü Kapı (Pempton; Sulukule), Edirnekapı'dır (Kharsios; şehrin en yüksek yerindedir).

Porta Aurea 3 geniş geçidin iki yanında kesme taşlardan yapılmış kuleden oluşur. Geçitlerin içi kesme mermer taştır ve yapı 66 m. genişliğindedir. 425 yılında Ioannes zaferin-



Şekil 1. C1 (Mevlanakapı dolgu harcı), C2 (Mevlanakapı derz harcı), C3 (Belgradkapı derz harcı), C6 (Silivrikapı derz harcı) ve C7 (Silivrikapı dolgu harcı) örneklerinin alındığı yerler (Plan, Müller-Wiener, 1977).



Şekil 4. Kara Surlarında B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7 ve B8 numaralı harç örneklerinin alındığı yerler

den sonra altın kapı kanatları takılmasıyla bu adı alır. Surlar kente yapılan saldırılarla ve depremlerle birçok defa zarar görür, (Millingen, 1899; Müller- Wiener, 1977).

Kara Surları'nda 5 sıra şeklinde görülen tuğla dizileri 5 m. kalınlığındaki duvarda yatay bir katman olarak yer alıp hatlı özelliği taşımaktadır. Bu hatlılar arasında çift cidarlı taş örgü yer almaktadır. Dış cidar taşlarında 0,5 cm. genişlikte yatay ve yanak derzleri görülürken, derzlerin 5 cm. genişliğinde taşlar arkaya doğru daraltılarak harç yardımıyla iç



Şekil 2. Belgrad kapıda C3 ve C4 numaralı harç örneklerinin alındığı yerler



Şekil 3. (a).Silivri Kapı (Pege) C6 ve C7 (b).Mevlana Kapı C1 ve C2 numaralı harç örneklerinin alındığı yerler



Şekil 5. Marmara Surları 37.kule civarı D24 (derz harcı), D25 (dolgu harcı) ve Çatladı kapı D28 (derz harcı), D29 (dolgu harcı) örneklerinin alındığı yerler



Şekil 6. Çatladı kapı D28 (derz) ve D29 (dolgu) harç örneklerinin alındığı yerler



Şekil 7. Marmara Surları 37. kule civarı D24 (derz harcı) ve D25 (dolgu harcı) numaralı örneklerin alındığı yerler

cidara bağlanmıştır, (Ahunbay, 2005). Şekil 1-4 'de yapıdan alınan örnek yerleri gösterilmektedir.

1.2 Marmara Surları

439 yılında Vandal istilasına karşı şehrin güneyinde Sarayburnu'ndan Kara Surları'na kadar 8,5 km. uzunluğundaki Deniz Surları II. Theodosius tarafından yaptırılır. Üzerinde 36 kapı ve 101 kule, 27 burç yer almaktaydı. Çeşitli saldırılar ve depremlerden zarar gördüğü için burada çok farklı duvar



Şekil 8. Marmara Surları 97 ile 99. kuleler arası D26 (dolgu harcı) ve D27 (derz harcı) örneklerinin alındığı yerler

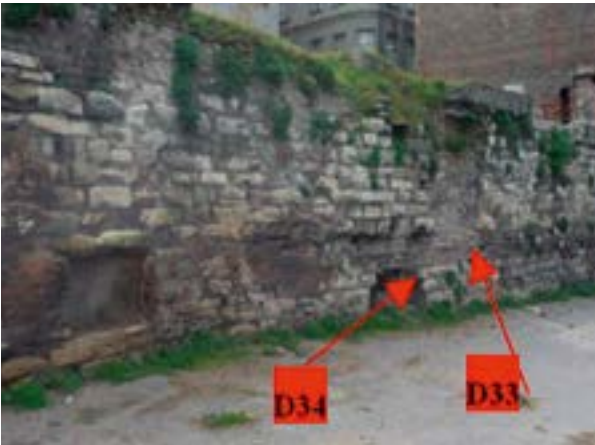


Şekil 10. Balat Kapı civarı D37 numaralı dolgu harcı örneklerinin alındığı yerler

örgü teknikleri görülmektedir. 18- 19. yy.'larda Yalı Köşkü ve Narlı Kapı arasındaki surlar Damat İbrahim Paşa tarafından yaptırılır. Çatladıkapı- Ahırkapı sonradan yapılır ve surlar birçok onarım geçirir. Bu surlar çok yüksek olmayıp önlerindeki dalgakıranlarla korunmuştur, (Millingen, 1899; Müller-Wiener, 1977). Bu çalışmada incelenen Marmara Surları'ndan alınan örnek yerleri Şekil 5, 6, 7 ve 8'de gösterilmiştir.

2.3 Haliç Surları

439 yılında II. Theodosius tarafından yapımı başlatılan Haliç Surları Ksiloporta (Ayvansaray) Kapısı'ndan başlayıp



Şekil 9. D31, D32, D33, D34, D35, D36 ve D37 numaralı harç örneklerinin alındığı yerler (Plan, Müller-Wiener, 1977).

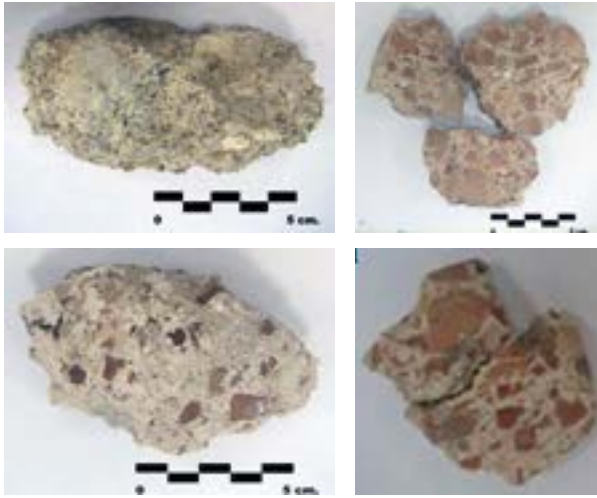
Sarayburnu'ndaki Eugenius (Yalı Köşkü) Kapısı'nda sona erer. Bu surlarla deniz arasında yer alan yola "Drungaria Yolu" denir. Surlar 2-3 m. genişliğinde, 5,2 km. uzunluğunda olup üzerinde 20 adet kapı ve 172 adet kule bulunmaktadır, (Müller-Wiener, 1977). Bugün Haliç Surları'ndan çok azı kalmıştır, kalıntılar ya evlerin temelleri olmakta veya evlerin arasında kalmaktadır. Yapım tekniği olarak 6-7 sıralı tuğla hatıllı olarak yapılmıştır. Petrion kısmında (bugünkü Patrikhane'nin olduğu kısım) bir iç kale oluşturmaktadır, (Eyice, 2006). Başlıca kapıları: Koilimene Kapısı (Küçük Ayvansaray Kapısı), Ioannes Prodromos Kapısı (Balat Kapısı), Porta Fenari (Fener Kapısı), Eufemia Kilisesiyle ünlü Petri Kapısı (Petrion), Yenikapı, Ayia Teodosia Kapısı (Aya Kapısı), Porta Puteas (Cibalikapı), Unkapanı Kapısı, Ayazma kapısı (16.yy.da açılmış olabilir), Vigla- Drungari Kapısı, Zindan Kapı, Balıkpazarı Kapısı, Yeni Camii Kapısı, Bahçekapı, Yalı Köşkü Kapısı, Ogrun (Odun Kapı), Topkapı ve Değirmen Kapı'dır (Millingen, 1899). Balat Kapısı ve Yalı Köşkü Kapısı Blachernai Sarayı'nda oturan imparatorun Ayasofya'ya gelmek için kullandıkları kapılardır. 713- 715'de Araplara karşı sağlamlaştırılmış; 9. ve 13. yy.larda onarılmış, 14. yy.da Ceneviz çatışmasında önüne hendek açılmıştır. Topkapı- Bahçekapı demiryolu inşaatıyla Haliç Surları zarar görmüşür, (Müller-Wiener, 1977; Eyice, 2006). Aşağıdaki şekillerde Haliç Surları'ndan alınan örnek yerleri gösterilmektedir.



Şekil 11. (a).Fener civarı D33 ve D34 numaralı (b). Cibalikapı D31 ve D32 numaralı harç örneklerinin alındığı yerler



Şekil 12. (a). Petri Kapı civarı D35 ve (b).D36 numaralı harç örneklerinin alındığı yerler



Şekil 13. Karasurlarının örnekleri, a) B2, b) B3, c) B4, d) B5 no.lu örnek fotoğrafları



Şekil 14. Marmara surları örnekleri, a) D24, b) D25, c) D26, d) D27 no.lu örnek fotoğrafları



Şekil 15. Haliç surları örnekleri, a) D28, b) D29, c) D31, d) D32 no.lu örnek fotoğrafları

3. YAPILAN DENEYLERİN SONUÇLARI

İncelenen yapılar tarihsel süreç içinde çeşitli onarımlar geçirmiştir. Bu nedenle bu yapılar hakkında yapım dönemine özgün yerleri bulabilmek, doğru yerlerden temsili örnekler alabilmek için detaylı bir literatür çalışması yapılmıştır. Alınan örneklerde fiziksel, kimyasal, petrografik özellikleri ile hammadde kompozisyonları minarolojik özellikleri ve

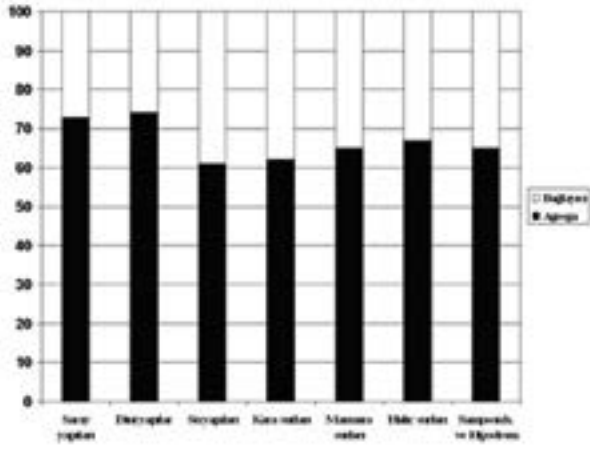
suda çözünen tuz anazileriyle birlikte incelenmiştir.

Harçların morfolojik özellikleri, fiziksel özellikleri, hammadde kompozisyonları, kimyasal özellikleri, mineralojik karakterleri deneysel sonuçlara göre belirlenmiştir. Morfolojik analizlerde tüm harç örneklerinin tuğla tozu ve tuğla kırıklı agrega içeren horasan harçları olduğu sonucuna varılmıştır.

3.1. Fiziksel Özellik Deney Sonuçları

Yapılardan alınan harç örneklerinin fiziksel özelliklerine genel olarak baktığımızda; birim hacim kütlelerinin 1,14–1,90 g/cm³ arasında olduğu, özgül kütlelerinin 2,27–2,81 g/cm³, boşluktuluk (porozite) oranlarının %28–%52 arasında, kütlece su emme yüzdelерinin ise %13–50 arasında olduğu görülmüştür.

Bu değerleri, daha önce yapılan deneylerle karşılaştırdığımızda, deniz surlarında yapılan fiziksel analizlerde su emme oranı %27–%35 arasında, kara surlarında ve kulelerinde ise %21–31 arasında bulunmuştur, (Ersen ve diğ., 1995). Kara surları T4 no.lu kulede yapılan FORTMED Raporunda, 5.yy. horasan harçlarının kütlece su emme



Şekil 16. Yapı gruplarına göre bağlayıcı/agrega dağılım yüzdeleri

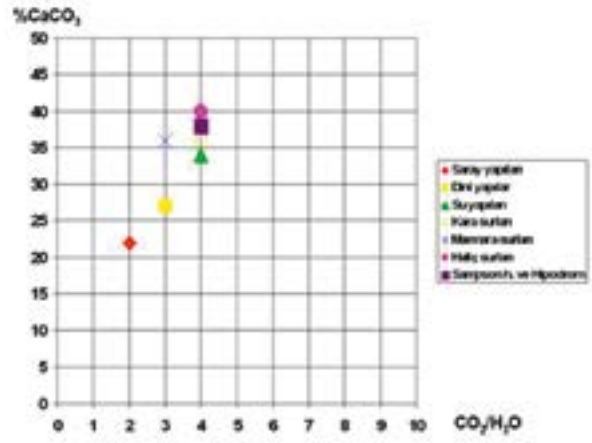
yüzdeleri %13–21 arasında, porozite ise %22–38 arasında tespit edilmiştir, (Ahunbay ve diğ., 2003). Bununla birlikte Bergama Serapis Tapınağı'ndaki erken dönem harçlarında yapılan deneysel çalışmalarda gözeneklilik %35 tespit edilmiştir, (Özkaya ve diğ., 2006). Çalışmamızda bulunan sonuçlarla bu sonuçlar birbirine benzer niteliktedir. Horasan harçlarının boşluklu yapıya sahip olması ve hava alması özellikleri ile donma sırasında harcın hacmindeki büyüme nedeniyle oluşacak rötre ve çatlaklara karşı dayanıklıdır. Analiz sonuçlarında görülen porozite değerleri tarihi yapılardaki horasan harçlarında görülen değerlere eş değerdedir.

3.2. Kimyasal Özellik Deney Sonuçları

Asit Kaybı Analizi:

Kara ve Deniz Surları'nda yapılan araştırmada erken dönem harçlarında klasik bir oran olan bağlayıcı/agrega oranı 1/3 bulunmuştur, (Ersen ve diğ., 1995). Yine FORTMED Projesinde Kara Surları T4 numaralı kulede asit kaybı oranı % 24–55 oranında tespit edilmiştir, (Ahunbay ve diğ., 2003). Bu oran tarihi yapılarda kullanılan benzer oranlardır. Deniz Surları'nda kum miktarı daha fazladır. Kara Surları'nda ise dolgu harçlarında daha iri, derz harçlarında daha ince tuğla kırığı agrega görülmektedir. Bu örneklerin asit kaybı analizinden sonra kalan agregaları incelendiğinde; bağlayıcı olan kirecin tuğla agrega ile iyi bağ kurduğu, agreganın üzerinde çözünmeden kaldığı ve silikatlaşmış bir ara yüzey oluşturduğu görülmektedir. Harçlarda hidrolik reaksiyon oluştuğu sonucunu da bize göstermektedir. Bu nedenle 1/3,5 -1/4 arasında çıkan oranlarda silikatlaşma nedeniyle bu oranın 1/3 arasında olabileceği düşünülmektedir.

Şekil 16'da, Kara Surları ve Deniz Surları'nın harçları ile, İstanbul'da bulunan Erken Bizans Dönemi yapılarında kullanılan harçlarda yapılan asit kaybı analiz sonuçları karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir, (Kahraman G, 2008).



Şekil 17. Harçların yüzde CaCO₃ miktarları ve CO₂/H₂O oranları

Kızdırma Kaybı Analizi:

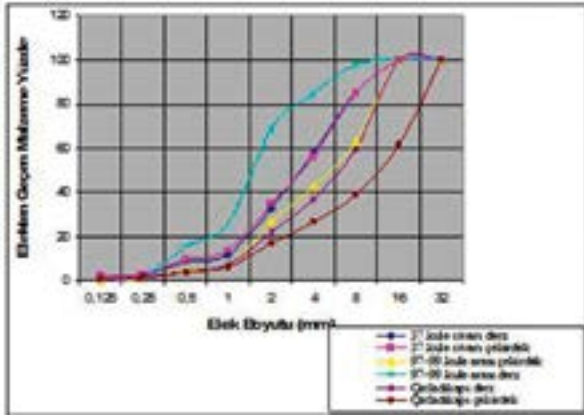
Belirlenen yapılardan alınan harç numunelerinde bağlayıcı kompozisyonları, harçların nem ve karbonat miktarları, hidrolik özellikleri, kızdırma kaybı değerleriyle belirlenmiştir.

Horasan harçlarında 200–600 °C arasında kireç ve tuğla ara yüzeylerinde bulunan hidrolik ürünlerin dekompozisyonunda kimyasal su kaybına ve 900 °C'den sonraki sıcaklıklarda arasında ise karbonatlaşmış kirecin kalsinasyonu ile karbondioksit (CO₂) kaybına bağlı olarak ağırlık azalmaları meydana gelmektedir. Bu sonuçtan hareketle CO₂ / kimyasal su oranı 1–10 oranındaysa harç hidrolik, 10'dan fazla ise hidrolik olmadığı sonucuna varıldığı ileri sürülmektedir, (Özkaya ve diğerleri 2006). Buna göre örnekler 3-4 oranında değerlere sahip olup, hidrolik özellik taşıdığı sonucuna varılmıştır. Harcın hidrolikliği, puzolanlık özellik taşıdığını ve yüksek mekanik dayanıma sahip olduğunu da göstermektedir. Puzolanik özellik ya agrega olarak kullanılan tuğla kırığı ve tuğla tozundan ya da puzolanik katkılardan gelmektedir. Bu analizlerin sonuçları diğer bölümlerde verilen mikro yapı ve puzolanik aktivite analiz sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır. Şekil 17'de, Kara Surları ve Deniz Surları'nın harçları ile, İstanbul'da bulunan Erken Bizans Dönemi yapılarında kullanılan harçlarda yapılan kızdırma kaybı analizi sonuçları karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir, (Kahraman G, 2008).

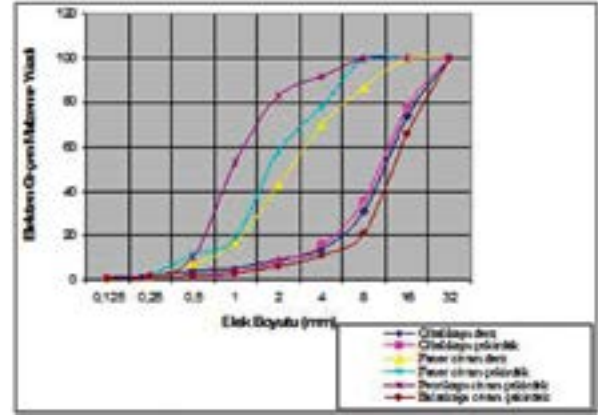
Elek Analizi:

Asit kaybı analizi yapılan örneklerde çözünmeden kalan kısımdan agrega granülometrisi ve agrega tipini belirlemek için 16 mm. ile 125 µm.'lik ISO 565 serisi elekler kullanılarak elekten geçen malzeme yüzdesi hesaplanmış ve Şekil 18-20'de Kara ve Deniz Surları'nda bulunan agregaların elek analizine göre yapılan agrega granülometri eğrileri gösterilmiştir.

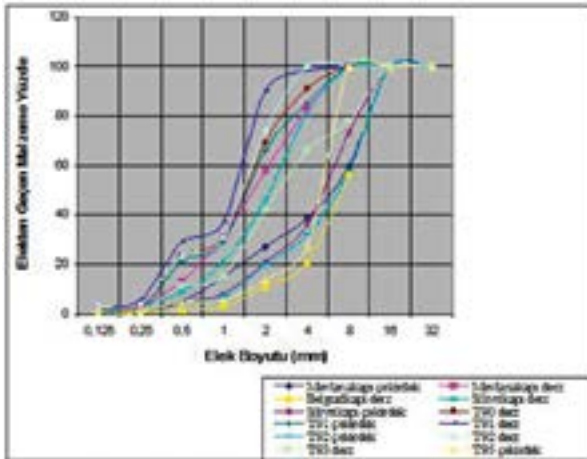
Yapılan elek analizi sonucuna göre; tm harç örnekleri tuğla tozu ve tuğla kırığı ile çakıl ve az miktarda kum içermektedir. Agrega yoğunluğu harçların kullanıldıkları amaçlara göre değişmektedir. Dolgu harçlarında daha iri



Şekil 18. Marmara Surları derz ve dolgu harcı örneklerinin agrega granülometri eğrileri*



Şekil 19. Haliç Surları derz ve dolgu harcı örneklerinin agrega granülometri eğrileri*



Şekil 20. Kara Surları derz ve dolgu harcı örneklerinin agrega granülometri eğrileri*

agregalar mekanik dayanımı sağladıkları için daha fazladır. Bu yapılarda 16 mm. ve 8 mm.deki agregalar görülürken, en çok agrega 4 mm.de yoğunlaşmıştır.

(*) Aşağıdaki şekillerde yer alan çekirdek harcı terimi dolgu harcı terimi ile aynı anlamdadır.

pH, Puzolanik Aktivite ve Tuz Analizleri:

Harçlarda puzolanik aktivite deneyi elektrik iletkenliklerinin ölçülmesiyle tespit edilmiştir. Buna göre, doygun Ca(OH)₂'nin elektrik iletkenliği ölçülüp, elek analizi sonrasında horasan harcının tuğla agregasının 125 µm. altında kalan ince kısmı çözeltiliye karıştırılıp sonra elektrik iletkenliği ölçülmüştür. Elektrik iletkenlik değerleri arasındaki farkın 0,4 mS/cm'den büyük olması harçların puzolanik özelliği taşıdığını, 1,2 mS/cm'den büyük olması ise iyi puzolan olduğunu göstermektedir. Savunma yapılarından alınan harç örneklerinin 0,4–1,2 mS/cm ve üstü değerler taşıması bu harçların puzolanik karakterli agregalardan oluştuğunu göstermektedir. Tuz analizlerindeki sonuçlara bakıldığında ise, deniz kenarına yakın olanlarda klor iyonunun fazla olduğu, trafiğe maruz kalan bölgelerden alınan örneklerde sülfat miktarı daha fazla çıkmıştır.



Şekil 21. a) Tek eksenli basınç yüklemesi, b) Nokta yüklemesi test metodu

3.3. Mekanik Özelliklerin Belirlenmesi

Surlardan alınan örneklerde basınç dayanımı testi yapabilmek için uygun boyutta örnek bulma zorluğu nedeniyle, örnek boyutu büyük ve daha dayanıklı örneklerden elde edilen düzgün boyutlu örnekler (GMBH, D-6800 Mannheim pres) mekanik test cihazı ile tek eksenli basınç dayanımı testi, düzgün boyutlu olmayan örneklerde ise Nokta Yükleme (Point-Loading) metodu ile yapılmıştır. İki deneyden elde edilen sonuçlar karşılaştırılarak bir korelasyon değeri bulunmuştur, korelasyon değerinin tespit edildiği örneklerde değerler hesaplanmıştır. Sonuçlara göre harç örneklerinin 3-6 MPa aralığında basınç dayanımları olduğu görülmüştür.

4. SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

İstanbul'da bulunan Erken Bizans Dönemi savunma yapılarının fiziksel özellikleri karşılaştırıldığında, kütlece su emme yüzdesi, Kara Surları'nda % 13–50, Marmara Surları'nda % 18–35, Haliç Surları'nda % 23–37 aralığındadır. Örneklerin birim hacim kütlesi, Kara Surları'nda 1,14–1,90 g/cm³, Marmara Surları'nda 1,30–1,66 g/cm³, Haliç Surları'nda 1,25–1,59g/cm³, olduğu görülmüştür. Harçların porozite oranları genel olarak % 26–50 arasında değişmektedir. Bu oran daha önce Erken dönem yapılarında, Kara ve Deniz Surları'nda yapılmış çalışmalarda bulunan oranlara benzemektedir, (Ersen ve diğ., 1995; Ahunbay ve diğ., 2003; Özkaya ve diğ., 2006). Bölgelere göre harçların porozite değerlerine baktığımızda Edirnekapı bölgesinde yer alan Kara Surları'nın en düşük değerlere (%26–45), Mevlanaka-

pı- Samatya arasında yer alan Kara Surları'nın ise en yüksek değerlere (% 39-53) sahip olduğu görülmüştür. Sultanahmet, Fatih ve Marmara Deniz Surları'nın görülen oranlar birbirine benzer ve %32-48 aralığındadır. Sahil kesiminde Marmara ve Haliç Surları'ndan alınan harç örneklerinde daha çok çakıl agrega ve kum içeren açık pembe matrisli, mika ve kuvars görülen harçlara rastlanmıştır. Marmara Surları'ndan alınan harçların daha sağlam yapılı harçlar oldukları mekanik dayanım testlerinde de görülmüştür. Surlardaki agrega boyutları incelendiğinde; Edirnekapı Kara Surları'ndan Haliçe uzanan tarihi yarımada da ince boyutlu agregadan daha iri boyutlu agregaya doğru bir dağılım görülmektedir. Edirnekapı bölgesinde en ince agrega boyutu

görüldürken bu bölgeden itibaren bunu Mevlanakapı-Yedikule, Marmara ve Haliç Surları'na doğru daha iri boyutlu agrega tipi tespit edilmiştir. Tuğla ve çakıl agregadan oluşan bu harçlarda özellikle Mevlanakapı- Yedikule arasında yer alan sur dizinde tuğla tozu ve kırığının daha yaygın olarak kullanıldığı, çakılın yer almadığı görülmüştür.

İstanbul'da bulunan yapıyı Erken Bizans Dönemine kadar uzanan, kısmen de olsa ayakta durabilmeyi başarmış tarihi ve kültürel miras değeri taşıyan yapılarımızın restorasyonlarında daha özenli davranılması, yapılmış bilimsel çalışmaların verilerinin dikkate alınması ve en az müdahale ile gelecek kuşaklara doğru bir şekilde aktarılması gereklidir.

Kaynakça

- Ahunbay, Z., Ersen, A., Gürdal, E., Acun, S., Güleç, A., Erdoğan, M. and Geçkinli, A.E. (2003) *FORTMED, Research on the characterisation and deterioration of the Stones, brick and the khorasan mortars of the Tower 4 (T4) of the Land Walls of İstanbul (Constantinople)*, İstanbul: İTÜ Yayını.
- Böke, H., Akkurt, S. ve İpekoğlu, B., (2004) Tarihi yapılarda kullanılan horasan harcı ve sıvaların özellikleri, *Yapı Dergisi*, 69, 2004 Nisan, 90-95.
- Çizer, Ö., Böke, H. ve İpekoğlu, B., (2004) Bazı Osmanlı dönemi hamam yapılarının kubbe ve duvarlarında kullanılan kireç harçlarının özellikleri, *2.Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi ve Sergisi*, İTÜ, İstanbul, 6-8 Ekim, s. 469-481.
- Eyice, S., (2005) Eski İstanbul'dan Notlar, Küre Yayınları, İstanbul.
- Eyice, S., (2006) Tarih Boyunca İstanbul, Etkileşim Yayınları, İstanbul.
- Güleç A. and Ersen, A. (1998) Characterization of ancient mortars: Evaluation of simple and sophisticated methods. *Journal of Architectural Conservation*, Vol.4, No.1, March., 56-67.
- Güleç, A., Acun, S. and Ersen, A. (2005) A Characterization method for the fifth-century traditional mortars in the Land Walls of Constantinople, Yedikule. *Studies in Conservation*, 50, 295-306.
- Gyllius P., (1997) İstanbul'un Tarihi Eserleri, Eren Yayıncılık, İstanbul.
- Hughes J.J., Leslie A. and Callebaut, K. (2001) The petrography of lime inclusions in historic lime based mortars. *Proceedings of the 8th Euroseminar on Microscopy Applied to Building Materials*, Athens, Greece, p.359-364.
- Kahraman, G. (2008) *Erken Bizans Dönemi Horasan Harçlarının İncelenmesi*, İstanbul, İstanbul Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.
- Livingstone, R.A. (1993) Materials analysis of the masonry of the Hagia Sophia Basilica, İstanbul. *Structural Repair and Maintenance of Historical Buildings 111*, s. 15-31, Computational Mechanics Publications, Southampton, Boston.
- Mango, C., (1976) *Byzantine Architecture*, New York.
- Moropoulou, A., Bakolas, A. and Bisbikou, K. (2000) Investigation of the technology of historic mortars. *Journal of Cultural Heritage*, 1, 45-58.
- Millingen, A.V., (1899) *Byzantine Constantinople, The Walls of the City and Adjoining Historical Sites*, Londra.
- Müller-Wiener W., (1977) İstanbul'un Tarihsel Topografyası, Wasmuth Verlag, Tübingen, yeni basım, Yapı Kredi Yayınları, 1998, İstanbul.
- Özkaya Ö., A., Böke, H. ve İpekoğlu, B. (2006) Roma dönemi tuğla ve harçların özellikleri: Bergama Serapis Tapınağı örneği. *3.Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi ve Sergisi*, İTÜ, İstanbul, 15-17 Kasım, s. 616-627.
- Palomo A., Blanco-Varela, M. T., Martinez-Ramirez, S., Puertas, F. and Fortes, C. Historic mortars: characterization and durability, new tendencies for research, www.arcchip.cz/w09/w09_palomo.pdf.