

**TARİHİ YIĞMA YAPILARIN MEKANİK
ÖZELLİKLERİNİN YERİNDE YAPILAN
FLAT-JACK (YASSI KRİKO)
DENEYİ İLE BELİRLENMESİ**

**Determination of Mechanical Properties of
Historical Masonry Structures
Using in-situ Flat-Jack Test**

Fikret KURAN | İnşaat Y. Müh., Vakıflar Genel Müdürlüğü
Ömer DABANLI | İnşaat Y.Müh.- Mimar, Fatih Sultan Mehmet Vakıf Ün. - KURAM



Tarihi eserlerde ve aynı zamanda yeni yapılarda, yapıda gerçekleştirilecek müdahalenin kapsamını ve sınırlarını belirleyecek olan en önemli parametrelerden birisi taşıyıcı elemanların dayanımıdır. Dayanımın ise dış yükler etkisiyle ortaya çıkan içi kuvvetten daha büyük olması sağlanmalıdır. Bu sebeple taşıyıcı elemanların dayanımının makul bir yaklaşım ve yaklaşıklıkla belirlenmesi gerekmektedir. Ancak, bazı durumlarda ülkemizdeki tarihi yapı uygulamalarında, yapıyı oluşturan duvar, kemer, tonoz gibi elemanların basınç dayanımı, kayma dayanımı, elastisite modülü gibi mekanik parametreler belirlenmeden, bazı kabullere dayalı hesaplamalar yapılmaktadır. Bu kabuller, yapıya gereğinden fazla yapısal müdahale yapılmasına neden olabileceği gibi, bazen yetersiz müdahalelere de sebep olabilmektedir. Bu makalede tarihi yığma yapıların basınç dayanımı, elastisite modülü ve poisson oranı gibi mekanik parametrelerin belirlenmesi amacıyla yapı üzerinde gerçekleştirilen ve literatürde hafif tahribatlı veya yarı tahribatlı olarak tanımlanan ve yapıda kolayca tamir edilebilir nitelikte hafif bir hasar oluşturan flat-jack deneyi ve ülkemizdeki bir tarihi camide uygulanması ve sonuçları hakkında bilgiler verilmektedir.

Anahtar kelimeler: tarihi yığma yapılar, mekanik özellikler, flat-jack

The strength of the structural elements is very important parameter to determine the limits and extent of structural interventions in both historical and modern buildings. It have to be provided that, the strength must be greater than internal forces as a result of external loads. For this reason, the strength of structural elements has to be obtained with a reasonable approach and precision. However, in some implementations of historical structures in our country, the interventions are going on with some hypothesis but without any determination of the mechanical parameters of structural elements such as walls, arches and vaults. Furthermore, sometimes the hypothesis about the mechanical properties of structures causes over intervention or inadequate intervention problems. The paper gives information about flat-jack test which is named as semi-destructive test to determine the compressive strength, modulus of elasticity and poisson ratio of historical masonry structures. Also the paper discusses the results of a flat-jack test results of a case study in Turkey and compares the with laboratory test results..

Keywords: historical masonry, mechanical properties, flat-jack

GİRİŞ

Ülkemizin büyük bir kısmı deprem kuşağında yer almaktadır. Bu nedenle mevcut yapıların taşıyıcı sistemlerinin güvenlik tahkiklerinde çoğu durumda düşey yüklerle birlikte deprem kuvveti altında oluşan gerilme veya iç kuvvetler kritik olmaktadır. Hesaplanan iç kuvvet veya gerilmelerin ise taşıyıcı sistemi oluşturan malzeme dayanımı ile karşılaştırılması gerekmektedir. Ancak birçok projede taşıyıcı elemanların dayanımları belirlenmemekte, sadece bazı kabuller yapılmakta veya literatürde benzer duvar örgü biçimleri için tanımlanmış yine pek çoğu kabule dayalı dayanım değerleri kullanılmaktadır. Taşıyıcı sistem güvenliği açısından en önemli parametre olan dayanımdaki bu gelişigüzel yaklaşım, yapının hassas biçimde modellenerek buna bağlı olarak oluşan iç kuvvetlerin belirlenmesini ve ayrıca söz konusu hesapların sonuçlarına dayalı biçimde müdahale kararlarının verilmesini bazı durumlarda anlamsızlaştırmaktadır.

Yığma yapılarda malzemenin mekanik özelliklerini belirlemek için yapıdan numuneler alarak laboratuvar ortamında deneye tabi tutmak suretiyle duvar parçasının basınç dayanımı tespit edilebilmektedir. Örnek olarak, Edirne Ekmekçizade Ahmet Paşa Kervansarayı'nda restorasyon uygulamaları sırasında tonozlarda basınç çatlaklarının gözlenmesi üzerine, zaten açık olan tonozlardan en az 3 derzi kapsayacak şekilde prizma numuneler alınmış ve tuğla örgülü tonozdan alınan numunelerin tek eksenli basınç dayanımı ortalama 0.90 MPa olarak tespit edilmiştir (Fotoğraf 1). Uygulanan yük doğrultusu, tonozdaki yük doğrultusu ile aynı olacak şekilde, derzlerle dik olarak uygulanmıştır.

Tarihi yapılarda duvar, tonoz, kemer ve kubbe gibi taşıyıcı elemanlardan kârgir örgüyü tamamen temsil edecek nitelikte kompozit halde numunelerin alınması çoğu zaman mümkün olamamaktadır. Nadiren yapının ancak kısmen yıkılmış veya açılmış olan bölümlerinden numuneler alınabilmekte ve laboratuvarında çeşitli deneyler yapılabilmektedir. Ancak bu yöntemin nadiren uygulanabilmesi ve yapıya önemli derecede hasar vermesi gibi önemli kısıtlamaları olduğu aşikârdır.

Tarihi yığma yapılarda, taşıyıcı duvarların mekanik özellikleri, duvar içine ses dalgası hızının ölçülmesi ve malzemenin yoğunluğundan dayanımı tahmin edilebilmektedir. Ancak bu yöntemlerle mühendislik anlamında güven-

nilir veriler elde etmek homojen olmayan malzeme-yapı özellikleri ve ayrıca referans verisinin bulunmaması gibi sebeplerle çoğu zaman mümkün değildir. Bu yöntemlerle ancak dayanım değerlerinin yapının duvarlarında dağılımı ve homojenliği veya büyük değişim gösteren bölgeleri göreceli olarak tespit edilebilmektedir. Ancak duvarın basınç dayanımı ve elastisite modülü gibi mekanik özellikleri yeterli yaklaşıkla belirlenmemektedir. Araştırmalar bu yöntemler ile elde edilen parametrelerin dayanım ile ilişkisinin düşük olduğunu ve yüksek hata payı içerdiğini göstermektedir. Benzer durum, günümüzde yapılmış mevcut binaların deprem güvenliklerinin belirlenmesinde de söz konusudur. Türk Deprem yönetmeliğinde olduğu gibi, hiçbir yönet-



Fotoğraf 1. Edirne Ekmekçizade Kervansarayı tonozundan alınan prizma numunelerin tek eksenli basınç deneyi.

melik tek başına ses dalgaları yöntemi veya yüzey sertliği ölçümü ile mevcut bir binanın malzeme dayanımlarının belirlenmesini önermemektedir. Eğer mevcut bir betonarme bina söz konusu ise, tüm yönetmelikler beton dayanımının yapıdan alınacak numunelerin laboratuvarda kırılması ile belirlenmesini zorunlu tutmaktadır.

Geleneksel kârgir yapı malzemelerinin homojen özellikte olmaması yanı sıra, yapılarda taş, tuğla veya almalı örgüler biçiminde bağlayıcı harçla kompozit bir bileşimde kullanılmış olması, bu malzemelerin mekanik özelliklerinin belirlenmesini güçleştirmektedir. Sözgelimi, bir duvardan alınan taş, tuğla ve harç içeren numunenin, yapının kârgir elemanlarında kullanılmış olan kompozit durumdaki malzemeyi ne kadar temsil ettiği oldukça tartışmalıdır. Bu duruma, tarihi yapılardan laboratuvar deneyleri için gerekli sayı ve ebatla numune alınması hususunda, yapıya zarar verilmemesi için, çeşitli haklı kısıtlamalarla karşılaşıldığı da eklenirse, yapılacak deneysel çalışmaların mühendislik ve istatistik açısından güvenilirliği daha da tartışmalı hale gelmektedir. Bu karmaşık durum, yapıdan numune almadan hasarsız veya tamir edilebilir hafif hasarla yerinde yapılan deneylerin önemini artırmaktadır. Bu anlamda, tarihi yapılarda etkin bir biçimde kullanılan, hafif hasarlı bir deney tekniği olan flat-jack yöntemi ile tarihi kârgir yapıların kompozit malzeme özelliklerini yerinde, numune almadan ve güvenilir bir biçimde belirlemek mümkündür.

Yapıya hemen hemen hiçbir önemli zarar vermeden ve yapı kullanımında iken flat-jack deneyi ile duvar, ayak, tonoz, kubbe gibi taşıyıcı elemanların mekanik özellikleri belirlenebilmektedir. İtalya, Yunanistan, Portekiz gibi deprem tehlikesi yüksek ve tarihi yapı stoku açısından zengin olan ülkelerde flat-jack deneyi sıklıkla kullanılmakta, projelendirme aşamasında duvarların basınç dayanımı, elastisite modülü gibi mekanik parametreler belirlenmektedir. Ülkemizde ise bu deneyle ilgili yeterli sayıda çalışma bulunmamakta, hatta çoğu mühendis ve mimarın bu deneyin varlığı hakkında dahi bilgi sahibi olmadığı görülmektedir. Yine benzer olarak tarihi yapıların proje ve uygulamalarını denetleyen ve karar verici durumundaki koruma kurulu raportör ve üyeleri ile kamu kurumlarındaki teknik sorumluların da söz konusu deney hakkında bilgi birikimi bulunmamakta, bu durum bazen deneyin yapılmasını için izin aşamasını zorlaştırmaktadır. Ancak bu tür deneylerin ülkemizde de yaygın bir biçimde yapılması ve koruma alanındaki tüm paydaşların bu deney ile ilgili bilgi birikimine sahip olması gerektiği aşikârdır.

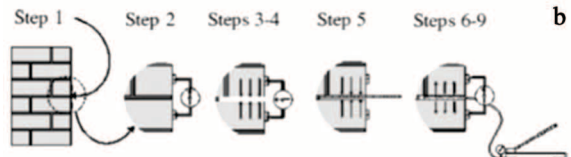
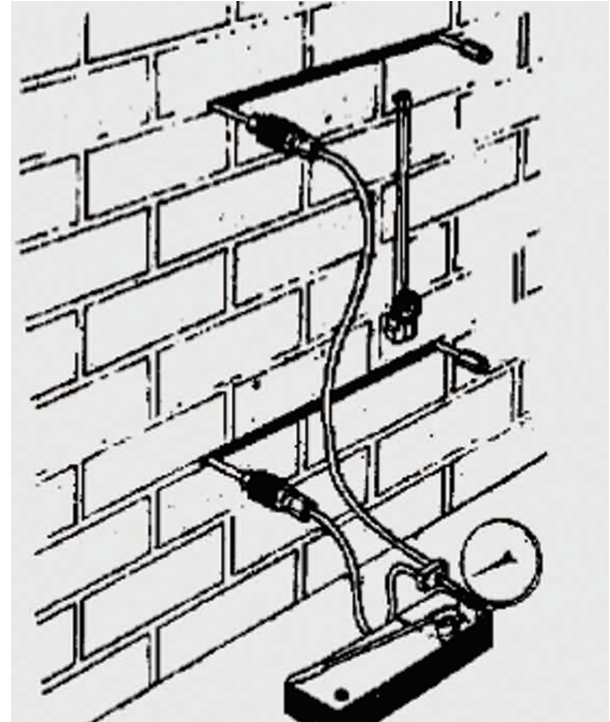
FLAT-JACK DENEYİ

Flat-jack deneyi ile yerinde duvarın basınç dayanımı, elastisite modülü ve poisson oranı gibi mekanik özellikleri ve ayrıca duvardaki mevcut düşey basınç gerilmesi miktarı tespit edilebilmektedir. Deneyin yapılmasına ilişkin ASTM C1197, ASTM C1196 ve RILEM standartları bulunmaktadır.

Flat-jack deneyinin uygulanması temel olarak ikiye ayrılmaktadır. Birinci yöntemde, iki yassı plaka kullanılmakta (double flat-jack) ve duvarın basınç dayanımı, elastisite modülü ve poisson oranı belirlenebilmektedir. İkinci deney türünde ise, tek yassı plaka (single flat-jack) kullanılmakta ve duvardaki mevcut basınç gerilmesi seviyesi tespit edilebilmektedir.

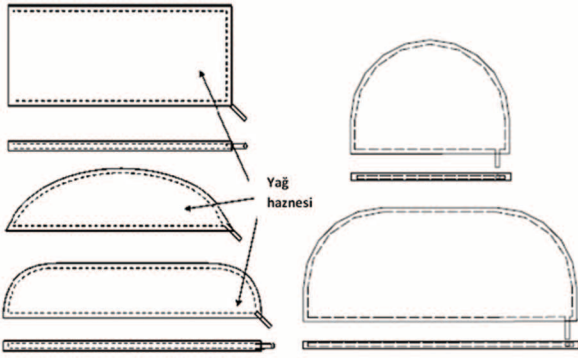
Her iki deney düzeni de yassı çelik plakalar, hidrolik pompa, deformasyon ölçerler ve sayısal kayıttan oluşmaktadır. Yassı çelik plakalar dikdörtgen veya yarı oval şekilde olabilmektedir. ASTM standardına göre çelik plakanın genişliği kârgir birimin genişliğinin iki katından ve 200 mm'den az olmamalı, plakanın derinliği ise duvar tabaka kalınlığından ve 75 mm'den az olmamalıdır. Söz konusu sınırlamaların kompozit haldeki malzemeyi yeterli bir yaklaşıklıkla deneye tabi tutulmasını sağlamaya yönelik olduğu söylenebilir.

Hidrolik pompa ile yassı plakalara iletilen basınç değerleri, yük transducerleri ile ölçülmektedir. Yük ölçümlerinde en az % 1 hassasiyet olmalı, pompa yardımıyla hidrolik yağıyla doldurulan plakalardaki basınç değeri, maksimum işletim basıncı olan 50 bar'da en az 5 dakika azalmadan sabit kalabilmelidir. Deney sırasında düşey ve yatay deformasyonlar mekanik deformasyon ölçerler veya LVDT yardımı ile belirlenmektedir. Deformasyon ölçerler 5 mm'ye kadar en az 0.005 mm hassasiyetinde ölçüm yapabilmelidir.



Şekil 1 a) Çift Yassı Kriko Deneyi (üstte)

b) Tek Yassı Kriko Deneyi (altta) [RILEM TC 177].

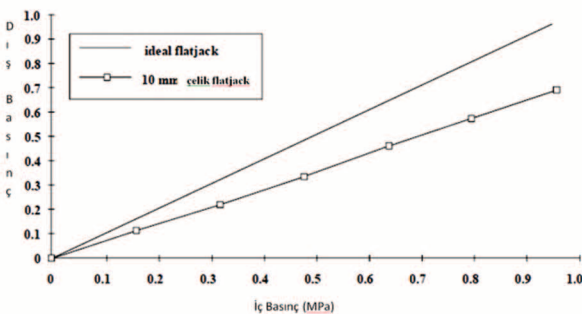


Şekil 2. Yassı Plaka Çeşitleri [RILEM TC 177].

ASTM standardında deformasyon ölçerlerin hassasiyetinin deformasyon ölçer uzunluğunun $\pm 0.005\%$ kadar olması gerektiği belirtilmektedir. RILEM'de ise bu değer $\pm 0.1\%$ olarak verilmektedir.

Flat-jack deneyi ile bir kârgir duvarın basınç dayanımını belirlemek için iki yassı plaka, matkap veya karbür uçlu dairesel testere ile duvar içinde derz hizalarından açılan yuvalara yerleştirilmektedir. RILEM'de iki plaka arasındaki mesafe en az 40 cm olarak tanımlanmaktadır. Hidrolik pompa ile plakalara yağ verilmesi suretiyle plakalarda hacim genişlemesi meydana gelmekte ve iki plaka arasında kalan bölgedeki kârgir duvar parçası sıkıştırılarak duvara yük uygulanmaktadır. İki yassı plaka arasına düşey şekil değiştirmeleri ölçmek için 3 adet ekstensometre, yanal şekil değiştirmeleri ölçmek için ise bir adet yatay ekstensometre yerleştirilmektedir. Deney esnasında hidrolik pompadaki basınç miktarı ve düşey/yatay ekstensometrelerdeki deformasyonlar ölçülmekte ve bu veriler sayısal kayıtlı tarafından kaydedilmektedir. Deney, duvar dayanımına ulaştıktan sonra en az 3 yükleme çevrimi uygulanarak tekrarlanmaktadır.

Deney esnasında ölçülen yük değerleri, pompadan uygulanan hidrolik yağ basıncına karşılık gelmektedir. Yassı plakanın duvara uyguladığı basınç değeri ise, pompa çıkışındaki yağ basıncından daha düşük olmaktadır. Plakalardaki hacimsel genişleme ile kârgir birime uygulanan gerçek basınç değerinin pompa çıkışındaki basınç değerine oranı kalibrasyon katsayısı (K_m) olarak tanımlanmakta ve her plaka için bu kalibrasyon katsayısı laboratuvarında yapılan deneylerle belirlenmektedir. Kalibrasyon katsayılarını üretici



Şekil 3. Yassı Plaka Tipik Kalibrasyon Eğrisi
[Gregorczyk ve Lourenço, 2000].

firmalar da verebilmektedir. Yassı plakalar kolay deforme olabildikleri için her plakanın kalibrasyon deneylerinin 4-5 deney sonrasında yeniden yapılması tavsiye edilmektedir.

Deneyden elde edilen duvar basınç dayanımını aşağıdaki denkleme göre hesaplanmaktadır

$$s_r = K_m(p) \cdot K_a \cdot p$$

Bu denklemden;

$K_m(p)$: Plakada oluşan basınç ile pompadan çıkan basınç oranını ifade eden ve kalibrasyon katsayısı olarak tanımlanan katsayı (<1),

K_a : Plakaları yerleştirmek için açılan derz boşluğu ve plaka arasındaki farkı hesaba katan ve plaka alanının açılan derz alanına oranını ifade eden katsayı (<1),

p : Basınç ölçer tarafında deney esnasında ölçülen basınç değeridir.

Deneyde her yük durumu için ölçülen deformasyonlardan, duvarın yük-birim şekil değiştirme eğrisi elde edilebilmektedir. Bazen deney esnasında duvarın basınç dayanımına ulaşamamakta, bu durumda ölçülen en büyük gerilme duvar basınç dayanımını olamamaktadır. Ancak, deney esnasında plakalara daha fazla yük verilemediği durumlarda basınç dayanımına ulaşılmış olup, ölçülen en büyük gerilme duvarın basınç dayanımına (f_m) karşılık gelmektedir.

Duvar elastisite modülü ise, ASTM C1314-3'de duvar basınç dayanımının % 5'i ile % 33'ü arasından geçen doğrunun eğimi olarak tanımlanmaktadır. EN 1052-1 (2002) ve Eurocode 6'da ise elastisite modülü, başlangıç ile basınç dayanımının 1/3'ünden geçen doğrunun eğimi olarak tanımlanmaktadır. Elastisite modülü çeşitli yönetmeliklerde basınç dayanımının sabit bir katsayısı olarak da tanımlanmakta, söz gelimi FEMA 356'da, $550f_m$, Eurocode 6'da ise $1000f_m$ olarak tanımlanmaktadır.

FLAT-JACK DENEYİ UYGULAMALARI

Eskişehir İli, İnönü İlçesinde bulunan Sultan Alaaddin Camii'nde flat-jack deneyi uygulanarak duvarın basınç dayanımı ve elastisite modülü tespit edilmiştir. Alaaddin Camii tek kubbeli bir yapı olup, kubbeyi taşıyan kemerlerin altında taş veya tuğla dolgu yapacak bir beden duvarı bulunmamaktadır. Kubbe ve kemerler yaprak tuğladan yapılmıştır. Caminin dört tarafını çevreleyen yer yer kaba yonu ve yer yer moloz taş niteliğindeki beden duvarları ise, ana kemerlerin dış yüzeyine hemiyüz olarak inşa edilmiştir. Bu nedenle kemerlerden beden duvarlarına düşey yük aktarımı bulunmamaktadır.

Camide Beden duvarında bir adet, kemerlerde ise iki adet olmak üzere toplam 3 noktada flat-jack deneyi gerçekleştirilmiştir. Beden duvarındaki deney caminin doğu cephesinde yapılmış ve 1 nolu deney olarak isimlendirilmiştir. Cami içerisinde tuğla örgülü ana kemer ayaklarında yapılan deneylerden, kuzey köşede yapılan deney 2 nolu, güney kö-

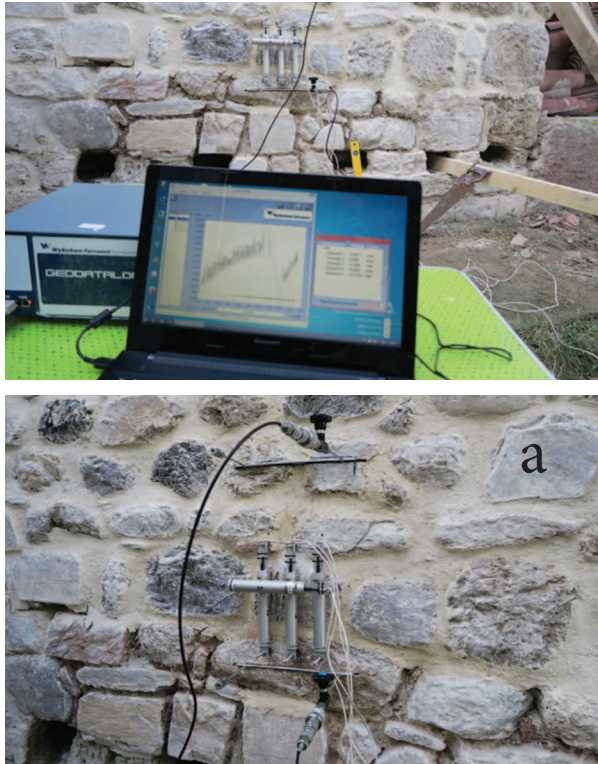
şede yapılan deney ise 3 nolu deney olarak isimlendirilmiştir. Gerçekleştirilen deneylerdeki amaç duvar basınç dayanımını bulmak olduğu için, çift yassı plaka kullanılmıştır (double flat-jack). Sahada gerçekleştirilen çift plakalı Flat-jack deneyleri ASTM C1196-04 (Standard Test Method for In-Situ Compressive Stress Using Flatjack) standardına uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Deneyler 352mm×261mm×4mm ebadında yarı oval plakalar kullanılarak yapılmıştır. Plakaları yerleştirmek için duvarların derzlerinde 35 cm çapında karbür uçlu dairesel testere vasıtasıyla plaka yuvaları açılmıştır. Yük verme işlemi, plaka içerisine hirdolik yağı pompalamak ve plakaların hacimsel olarak genişlemesini sağlamak için hidrolik pompa ile gerçekleştirilmiştir. Yükleme esnasında deney sisteminde oluşan basınç sayısal olarak kaydedilmekle birlikte, aynı zamanda pompanın ucuna bağlanan 100 bar ölçekli manometreden (basınç ölçer) de kontrol edilmiştir. Yüke bağlı olarak oluşan şekil değiştirmeler ise veri kayıt sistemine bağlı deformasyon ölçerler (strain gauge) ile ölçülmüş ve kaydedilmiştir.

Uygulama aşamalarının açıklaması:

Birbirlerine yaklaşık olarak düşeyde 50-60 cm uzaklıkta derzlerden geçen yatay iki plaka yuvası oluşturulmuştur.

Yarı oval plakalar, açılan derz boşluklarına düşeyde aynı hizaya gelecek şekilde yerleştirilmiş ve plakalar, pompa bağlantıları ve basınç ölçerlerin sistem bağlantıları yapılmıştır.

3 adet düşey deformasyon ölçer iki plaka arasına düşeyde paslanmaz çelik vida ile sabitlenmiş ve sayısal kayıtçı ile bağlantısı yapılmıştır. Ayrıca bir adet yatay deformasyon ölçer de yerleştirilmiş ve bağlantıları yapılmıştır.



Fotoğraf 2. Alaaddin Camii deneylerine ait fotoğraflar a) Doğu cephesi taş duvar b) Kuzey köşetuğla kemer ayağı c) Güney köşe tuğla kemer ayağı.

Duvarda açılan iki yarığa yerleştirilen yassı plakalar vasıtasıyla kârgir duvara tek eksenli basınç yüklenmiş ve iki plaka yarığı arasına yerleştirilmiş transdüserler aracılığıyla düşey ve yataydaki eksenel şekil değiştirmeler eş zamanlı olarak kaydedilmiştir.

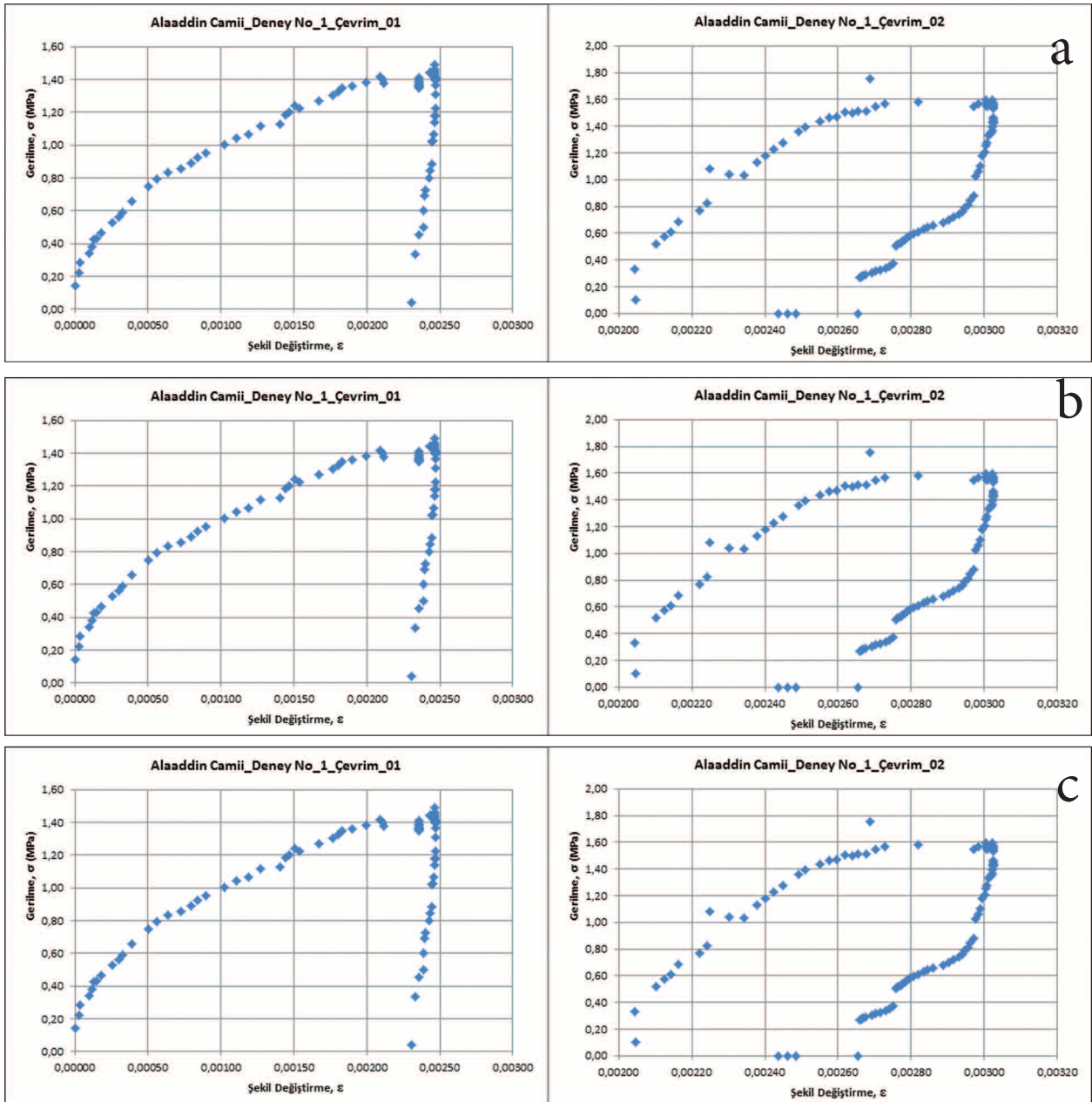
Kârgir duvarın basınç dayanımına ulaşılmasıyla yükte boşaltma yapılmış ve iki yük çevrimi daha yapılarak deney tekrarlanmıştır.

Kaydedilmiş değerlerden, üç adet deformasyon ölçerin ortalaması alınarak duvara ait gerilme-birim şekildeğiştirme ilişkileri elde edilmiş, yapı elemanının mekanik özellikleri belirlenmiştir.

Her yük çevriminde ölçülen en büyük gerilme, duvarın basınç dayanımı olarak alınmıştır.

Duvar elastisite modülü, gerilme- birim şekildeğiştirme eğrisinden, basınç dayanımının % 5 ile % 33'ü arasındaki noktaların eğimi (ASTM C1314-3) ve basınç dayanımının 1/3'ünden geçen doğrunun eğimi (EN 1052-1 ve Eurocode 6) olarak hesaplanmıştır.





Şekil 4. Deneylere ait gerilme-birim şekil değiştirme ilişkileri

a) Harim doğu cephesi - taş duvar b) Harim kuzey köşe-tuğla kemer ayağı c) Harim güney köşe tuğla-kemer ayağı.

Deneyler sonucunda taş duvarın basınç dayanımı 1.5 MPa olarak tespit edilmiştir. Cami iç mekânında, harimin kuzey köşesinde tuğla örgülü kemerin basınç dayanımı ise 1.5 MPa olarak hesaplanmıştır (Şekil 5). Harimin güney köşesinde yapılan deneyde ise tuğla kemerin basınç dayanımı 1.35 MPa olarak bulunmuştur (Şekil 5). Flat-jack deneyinden elde edilen bu sonuçların benzer nitelikte sayılabilecek Edirne Ekmekcizade Kervansaray

tonozundan alınan numuneler üzerinde laboratuvarında gerçekleştirilen tek eksenli basınç deneyi sonuçlarıyla da mertebe açısından uyumlu olduğu söylenebilir.

Doğu cephedeki taş duvarda yapılan deneyden elde edilen gerilme birim şekil değiştirme eğrisinden ASTM C1314-3, EN 1052-1, FEMA 356 ve Eurocode 6'ya göre elastisite modülü değerleri hesaplanmıştır. Diğer deneylerden elde edilen birim şekil değiştirme değerlerinde bazı sorun-

Deney No	ASTM C1314-3 (%5-%33 f_m) (MPa)	EN 1052-1 (%33 f_m) (MPa)	FEMA 356 (550 f_m) (MPa)	Eurocode 6 (1000 f_m) (MPa)
Moloz Taş Duvar	1500	2050	825	1500

Tablo 1: Farklı yönetmeliklere göre elastisite modülünün basınç mukavemeti ile ilişkisi

lar görüldüğünden tuğla kemer ayaklarındaki deneylerden elastisite modülleri hesaplanmamıştır. Tablo 1'de görüldüğü üzere, elastisite modülünün tanımına bağlı olarak her yönetmeliğe göre elde edilen elastisite modülleri arasında önemli farklılıklar bulunmaktadır. Bu durum söz konusu parametrelerin belirlenmesi için yeterli sayıda deneyle desteklenmiş veriye ihtiyaç olduğunu da ortaya koymaktadır.

SONUÇ

İki yassı plaka ile yapılan flat-jack deneyi ile tarihi kargir yapıların basınç dayanımı, elastisite modülü gibi mekanik özellikleri belirlenebilmektedir. Buradan elde edilecek dayanım değerleri ile, düşey ve deprem gibi dış etkiler altında yapının taşıyıcı elemanlarında oluşan iç kuvvetler

karşılaştırılarak yapıya uygulanacak müdahale yöntemlerine daha uygun bir biçimde karar verilebilir. Tek yassı plaka ile ise yapının herhangi bir taşıyıcı elemanında düşey yükler altında oluşan mevcut gerilme düzeyi belirlenebilmekte ve böylece elde edilecek veri ile, yapı modelinin elastik davranıştaki yaklaşıklığı ve hassasiyeti, yapının doğrusal olmayan gerçek davranışı nedeniyle herhangi bir çatlak/hasar sonrası oluşan yeniden dağılım mekanizması tespit edilebilmektedir. Tarihi yapılarda gerçekleştirilen onarım çalışmalarındaki hassasiyeti artırmak ve daha isabetli uygulamalar yapabilmek için flat-jack deneyinin ülkemizdeki tarihi yapılarda da yaygın bir biçimde kullanılması gerektiği düşünülmektedir.

Kaynakça

- ASTM C1196-91. Standard test method for in situ compressive stress within solid unit masonry estimated using flat-jack measurements., Philadelphia.
- ASTM C1314-03 Standard test method for compressive strength of masonry Prisms., Pennsylvania.
- ASTM C1197. Standard test method for in situ measurement of masonry deformability properties the using flat-jack method., Philadelphia.
- CEN-EN 1996-1-1 Eurocode 6– Design of masonry structures–Part 1: General rules for reinforced and unreinforced masonry structures
- CEN- EN 1052-1 Methods of test for masonry. Part I :Determination of compressive strength
- FEMA 356 Prestandard and commentary for the seismic rehabilitation of buildings, ASCE for the Federal Emergency Management Agency, Washington, D.C., November 2000.
- Gregorczyk P., Lourenço P.B.(2000), “A Review on Flat-Jack Testing”, *Engenharia Civil* No:9, pp-39-50
- RILEM, LUM.D.2. In-situ stress tests on masonry based on the flat jack,
- RILEM, LUM.D.3. In-situ strength/elasticity tests on masonry based on the flat-jack
- RILEM Technical Commite 177, RILEM Recommendation MDT. D. 4: In-situ stress tests based on the flat jack, *Materials and Structures / Matériaux et Constructions*, Vol. 37, August-September 2004, pp 491-496

FERRERA FUARI VE KONFERANSI

Vakıflar Genel Müdürlüğü, İtalya ile ortak yürütülmekte olan “Med-Art 1 - Şeyh Süleyman Mescidi Restorasyonu ve Uygulamaları” kapsamında 3-10 Nisan 2016 tarihlerinde, İtalya'nın Ferrara kentindeki fuar ve konferansa davet edilmiştir. Amerika, Kanada, İran, Rusya, Ermenistan, Küba, Şili, gibi ülkelerin de katıldığı delegasyon tarafından konferansta sunumlar İngilizce yapılmış, farklı ülkelere yaklaşık 30 kişi katılmıştır. Fuar, İtalya Kültür Bakanı tarafından da ziyaret edilmiştir. 5-6 Nisan 2016'da Ferreradaki fuar organizasyonu kapsamında düzenlenen konferansta Genel Müdürlüğümüz de temsil edilerek, bir sunum yapılmıştır.

