

GEOGRİD VE GEOTEKSTİL MALZEMELERİNİN YIĞMA YAPILARIN GÜÇLENDİRİLMESİNDE UYGULANMASI

Mahmut Sami Döndüren^{1*+}

¹Selçuk Üniversitesi

*Corresponding author: sdonduren@selcuk.edu.tr

+Speaker: sdonduren@selcuk.edu.tr

Presentation/Paper Type: Oral / Full Paper

Özet- Bu çalışmada, son yıllarda zemin taşıma kapasitesini artırmak ve istinat duvarlarındaki çekme gerilmelerini karşılamak amacıyla kullanılan geogrid ve geotekstil malzemelerinin, yığma yapılarda uygulanması araştırılacaktır. Bu malzemelerin yığma yapılarda güçlendirme malzemesi olarak kullanılması durumunda yığma yapıda yatay yük dayanımını ve çekme mukavemetini nasıl etkileyeceği incelenecektir. Bu kapsamda toplam 12 adet deney yapılacaktır. Deneylerde geogrid ve geotekstil malzemelerinin değişik dayanımları ve farklı uygulamaları denenecektir. Derz aralarına yerleştirme, duvar yüzeylerine karşılıklı olarak monte etme gibi farklı uygulama türleri numunelerde denenecektir. Ayrıca bu malzemelerin farklı dayanımlara sahip türleri kullanılarak en uygun dayanımlı malzeme tespit edilecektir. Bu şekilde kullanılacak bu malzemelerin dayanımı nasıl etkileyeceği ve en uygun uygulama şeklinin nasıl olacağı belirlenmiş olacaktır. Yapılan deneysel çalışmalarda, ASTM 1391-81’de önerilen, yığma duvar numuneleri için standart kayma gerilmesi deney tekniği kullanılacaktır. Deney numunelerindeki gözlenen davranışlar, deney sonucu oluşan çatlaklar, yatay yük-deplasman grafikleri ve enerji yutma kapasiteleri karşılaştırılacaktır. Ayrıca maliyet analizi yapılarak numuneler arasında karşılaştırmalar ortaya konacaktır.

Anahtar Kelimeler- Geogrid, geotekstil, güçlendirme, yığma yapı, deprem

APPLICATION OF GEOGRID AND GEOTEXTILE MATERIALS TO STRENGTHEN MASONRY STRUCTURES

Abstract – In this study, the application of geogrid and geotextile materials used in masonry structures to increase the soil carrying capacity and to meet tensile stresses in retaining walls will be investigated in recent years. If these materials are used as strengthening materials in the masonry structures, the effects of horizontal load and tensile strength on the masonry structure will be examined. A total of 12 experiments will be conducted within this scope. In the experiments different types of geogrid and geotextile materials and different applications will be tried. Different types of application will be tested on the samples, such as placing them between joints, mutually mounting on wall surfaces. In addition, these materials will be identified with the most suitable materials by using the types with different strengths. It will be determined how these materials to be used in such a way will affect the strength and how best to shape the application. In the experimental work done, a standard shear stress test technique is used for the masonry wall specimens proposed in ASTM 1391-81. The behavior observed in the test specimens, cracks in the test results, horizontal load-displacement plots and energy absorption capacities are compared.

Keywords – Geogrid, geotextile, reinforcement, masonry structure, earthquake

AMAÇ

Depremler kent merkezlerinde hasara ve can kaybına neden olduğu gibi kırsal bölgelerde de önemli kayıplara sebep olmaktadır. Kırsal kesimdeki binaların neredeyse tümü, şehir merkezlerinde de eski binaların büyük bir kısmı yığma yapılardır. Bunlara ek olarak tarihi yapıların tamamı yığma bina olarak inşa edilmiştir.

Büyük depremler ülkemizin çeşitli bölgelerinde 10-15 yıllık periyotlarla gerçekleşmektedir. Deprem yönetmelikleri de belirli aralıklarla revize edilmektedir. Genellikle deprem yönetmelikleri geçmiş depremlerde gözlenen uygulama ve tasarım hatalarına, hasarlı binalarda gözlenen göçme mekanizmalarından çıkarılan sonuçlara göre tekrar ele

almaktadır. Depremler her ne kadar toplum için bir trajedi olsada, inşaat mühendisleri ve mimarlar için eşsiz bir doğal laboratuvar ortamı oluşturmaktadır. Yapı mühendisliği pratiğinde, yapılan hataların belirlenmesi, sınıflandırılması ve bundan sonraki uygulamalarda önlenmesi gereklidir. Bu şekilde, hiç değilse bizden sonraki kuşakları daha güvenli ve en azından deprem açısından kaygısız bir yaşam düzeyine taşıyacaktır. Bu bakımdan deprem sonrası oluşan hasar ve olası nedenlerinin ortaya konması önemlidir. Depremlerde tamamen çöken yapıların hasar mekanizmalarının anlaşılması pek kolay değildir. Bu nedenle, deprem sonrası yapılan teknik incelemelerde ve hasar tespitlerinde genellikle orta ve ağır hasarlı yapılar üzerinde yoğunlaşmaktadır. Bu yapılarda

yapılan incelemeler sonucunda, mühendislik ve uygulama açısından yapılmış olan hatalar tespit edilir. Yapıların tamamen göçmesi veya kat kaybetmesi de genellikle benzer hatalar neticesinde gerçekleşmektedir. Bununla beraber yığma yapılar deprem açısından tamamen olumsuz yapılar olarak algılanmamalıdır. Bütün diğer yapılarda olduğu gibi yığma yapılar da standartlara, yönetmeliklere uygun olarak yapıldığı ve mühendislik çalışması gördüğü takdirde sağlam ve emniyetli olabilirler.

GİRİŞ

Bu çalışmada, son yıllarda zemin taşıma kapasitesini artırmak ve istinat duvarlarındaki çekme gerilmelerini karşılamak amacıyla kullanılan geogrid ve geotekstil malzemelerinin, yığma yapılarda uygulanması araştırılacaktır. Bu malzemelerin yığma yapılarda güçlendirme malzemesi olarak kullanılması durumunda yığma yapıda yatay yük dayanımını ve çekme kuvveti dayanımını nasıl etkileyeceği incelenecektir. Bu kapsamda toplam 12 adet deney yapılacaktır. Deneylerde geogrid ve geotekstil malzemelerinin değişik türleri ve farklı uygulamaları denenecektir. Derz aralarına yerleştirme, duvar yüzeylerine karşılıklı olarak monte etme gibi farklı uygulama türleri numunelerde denenecektir. Ayrıca bu malzemelerin farklı dayanımlara sahip türleri kullanılarak en uygun dayanımlı malzeme tespit edilecektir. Bu şekilde kullanılacak bu malzemelerin dayanımı nasıl etkileyeceği ve en uygun uygulama şeklinin nasıl olacağı belirlenmiş olacaktır. Yapılan deneysel çalışmalarda, ASTM 1391-81'de önerilen, yığma duvar numuneleri için standart kayma gerilmesi deney tekniği kullanılacaktır. Deney numunelerindeki gözlenen davranışlar, deney sonucu oluşan çatlaklar, yatay yük-deplasman grafikleri ve enerji yutma kapasiteleri karşılaştırılacaktır.

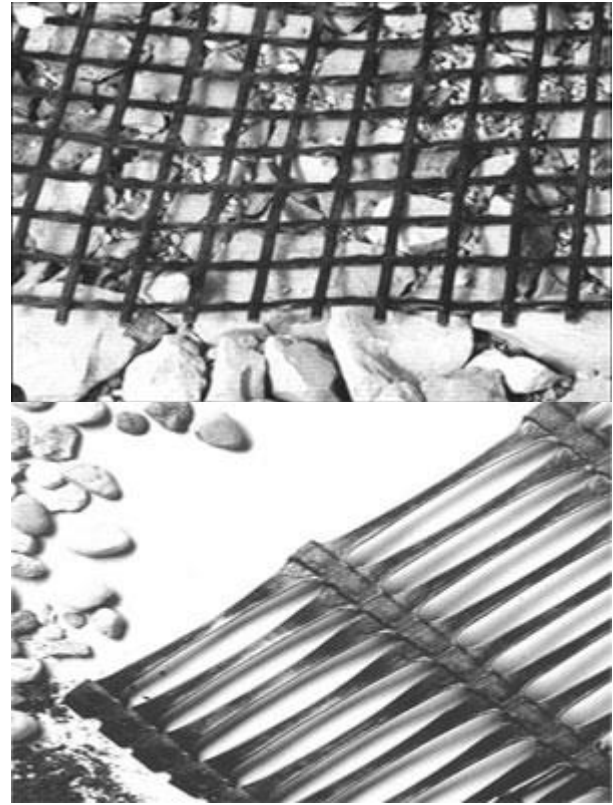
İnşaat Mühendisliğinde geogrid (jeogrid) malzemelerin temel görevi zemin içerisindeki çekme yüklerini üzerine alarak zeminin taşıma kapasitesini arttırması şeklindedir. Bu hususta geogrid (jeogrid) malzemelerin kullanım alanlarına baktığımızda ise bunun iki ana grupta toplandığını görmekteyiz.

1. Zemin Güçlendirme: Zayıf zemin geçişleri üzerine dolgu imalatının yapılmasının planladığı yerlerde dolgu tabakası ve zayıf zemin tabakasının arasına konulacak güçlendirme amaçlı geogrid (jeogrid) dolgudan gelecek çekme yüklerini üzerine alarak zayıf zeminin taşıma kapasitesini arttırmaktadır.
2. İstinat duvarı uygulamalarında, yüksek dolgu imalatlarında kaşık kaymalarından oluşan çekme yüklerine karşı kullanılmaktadır.

Üretildiği hammadde gereği ve üretim metodu gereği geogridler poliester, polipropilen, polietilen ve polivil alkol PVA hammaddelerden üretilebilirler. Firmamız bu konuda işin şartnamesinde geçen tüm tiplerdeki geogrid malzemelerin distribütörlüğünü ve tedarikini yapmaktadır. Geogridlerin ülkemizde kullanımının son beş sene içerisinde büyük ölçüde artış göstermesi ile birlikte, ekonomi ve sağlamlığı bir arada sunan Geogrid Donatılı İstinat Yapıları genellikle tercih edilir olmuştur. Buradaki en büyük sebep ise maliyetinin düşük olması, yani ekonomik oluşudur. Sağladığı ekonominin yanında stabilite hesaplarının paket programlar vasıtası ile hızlı, pratik ve güvenilir bir şekilde yapılabiliyor oluşu ise ikinci önemli tercih sebebidir.

Paket programların sağladığı bir diğer önemli fayda ise, çok hızlı bir şekilde, ihtiyacın gerektirdiği parametreler dikkate alınarak (yol yükü, bina yükü, deprem yükü vb.) yapının maliyetinin kısa sürede çok az bir yanılma payı ile hesaplanabilir olmasıdır. Dolayısıyla buda daha evvelden beton olarak dizayn edilmiş yapıların Geogrid Donatılı Yapılara çevrilmesini kolaylaştırmaktadır.

Tasarımında her türlü detayın göz önünde bulundurulduğu Geogrid Donatılı İstinat Yapılarında en büyük sıkıntı donatı tercihinde ve mukavemetinde yaşanmaktadır. Genel olarak kullanılan donatı malzemesinin $-kN/m$ ölçü birimli TS EN ISO 10319 test değeri dikkate alınarak dizayn yapılmaktadır. İşin gerçeği bu kavram tek başına sağlıklı bir dizayn için doğru bir yaklaşım değildir. Bazı geogrid malzeme tipleri Şekil 1'de verilmiştir.



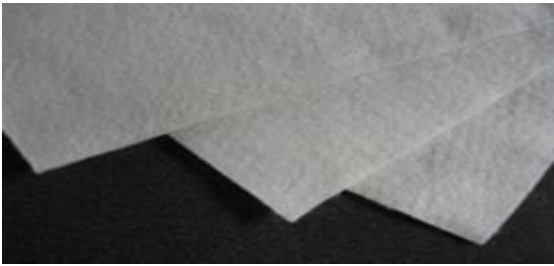
Şekil 1. Geogrid malzeme tipleri

Amerikan standartlarında (Amerikan Society of Testing and Materials-ASTM) geotekstil şu şekilde tanımlanmıştır: İnsan yapısı bir proje, yapı veya sistemin bir parçası olarak temel elemanı, zemin, kaya ve toprakla veya geoteknik mühendisliği ile ilgili herhangi bir malzeme ile kullanılan geçirimli tekstil üründür. Yan Ürünler ise yine ASTM'de, geotekstil tanımına uymayan fakat geotekstil yerine ya da geotekstille beraber kullanılan ağ, ızgara, tabaka, şerit, hücre vs. şeklinde diğer malzemeler olarak tanımlanmıştır. İşverenler ve müteahhitler geotekstillere faydalarını çok çabuk görmüşlerdir. Örneğin, yumuşak zeminler üzerinde yapılan yol inşaatları kolaylaşıp hava koşullarından bağımsızlaştı. Yağışlı havalarda geotekstil kullanılarak iş makinelerinin etkilenmemesi ve inşaatın sürmesi sağlandı. Filtrasyon maksadıyla geotekstil kullanımıyla zamandan ve maliyetten kazanıldı. Çünkü geotekstil serilmesi granüler filtre kullanımından çok daha kolay bir çözümdür. Ayrıca toprak

işleri maliyetini de düşürmektedir. Bunlara ilaveten tonlarca malzeme yerine birkaç top geotekstil kullanılması taşıma ve uygulama masraflarını da azaltmaktadır.

Geotekstil kullanılması projelere de kolay çözümler sağlamaktadır. Örneğin kum filtrelerinin akış halinde yıkanmaları ve taşınmaları mümkündür. Ayrıca sualtında inşaatları da zordur. Buna karşılık geotekstil kullanımı daha güvenli ve yerleştirilmeleri de kolay olmaktadır. Geotekstil kullanımında kalite kontrolü de kolaylaşır. Yerleştirme, hava koşullarından büyük ölçüde bağımsız olup kullanılan malzeme fabrikasyon olduğu için özellikleri üniform ve güvenilir olmaktadır. Geotekstil zemin içindeki hareketlere ve bu sebeple meydana gelebilecek karışmalara da mukavemet göstermektedir. Böylece projeci, inşaatın projesine uygunluğundan dolayı yapı ömrü boyunca istediği gibi davranacağından emin olur. Geoteknik yapılar daneli malzemelerden meydana gelirler ve çoğu zaman büyük kütlelerde tabakalar içerirler. Bu sebeple erozyon, oturma, deprem gibi etkilere geoteknik yapılarda süreksizlikler oluşabilir. Geotekstil kullanılması durumunda ise tabakaların ve yüzeylerin korunması sağlanabilir. Yine geoteknik yapılar, esnek ve farklı oturmalara maruz kalan yapılardır. Bu yüzden geoteknik yapılarda kullanılan malzeme de esnek olmalıdır. Geotekstillerin boyutsuz ve esnek olmaları geoteknik yapılarda kullanılmalarını kolaylaştırmıştır.

Geotekstilin yapısına bakıldığında karşımıza iki ana eleman olarak fiber (filament) ve iplik çıkar. Fiber denilince, bükülebilirliğe ve inceliğe sahip, yüksek boy/kalınlık oranıyla karakterize edilen malzeme anlaşılmalıdır. İplik ise belirli bir uzunluğa sahip küçük kesit alanlı, bükülmüş ya da bükülmemiş fiberlerin montajlanmış ve geotekstil üretimine hazırlanmış şeklidir. Fiber üretimi için granüler haldeki polimer hammadde önce eritilir, sonra pompalar yardımıyla çok sayıda deliklere sahip püskürtme memesine doğru iletilir. Buradan bobinlere sarılarak çıkan fiberler, germe ya da ısıl işleme tabi tutulurken, çapları düşer ve molekülleri daha düzenli bir hal alıp dayanımları artar. Buradan sonra da fiberler eğirilerek iplik elde edilir. Bazı geogrid malzeme tipleri Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Geotekstil malzeme tipleri

Bu çalışmanın konusu ve kapsamı, yukarıda bazı özellikleri bahsedilen güçlendirme malzemelerinin yığma

duvarların güçlendirilmesinde kullanılıp kullanılmayacağıdır. Çalışmada, bu malzemelerin duvara en uygun nasıl uygulanacağı ve hangi maleme türünün dayanımı ve çekme mukavemetini artırdığı araştırılacaktır.

LİTERATÜR TARAMASI

Boz (2006) çalışmasında, 2.derece deprem bölgesinde yer alan tarihi Aspandos tiyatrosunun afet yönetmeliğinde belirlenen deprem yükleri altında dinamik analizini yapmış ve üç boyutlu sonlu elemanlar modellemesini kullanarak yapıda oluşan gerilmelerin seviyelerini incelemiştir. Ayrıca tiyatrodaki sık sık yapılan konserler gösterilerden dolayı oluşan ses dalgalarının yapının rezonans durumuna girmesine sebep olup olmadığını da incelemiştir.

Can ve ark (2012) çalışmalarında, düzensiz bir plan şekline sahip olan Tarihi Mustafa Paşa Hamamını Sap2000 programı yardımıyla sonlu elemanlar yöntemiyle analitik modellemesini yapmışlar ve analiz sonuçlarını incelemiştir. Yapının hesap modelinde, ve sabit yükler ve deprem spektrumu ile tanımlanan yer hareketinin yol açtığı zorlamalar olmak üzere iki ayrı yükleme durumu uygulamışlardır.

Dabanlı (2008) çalışmasında, tarihi yığma yapılarının güvenlik durumlarının belirlenmesinde ve yapı güvenliklerinin değerlendirilmesi sürecinde uygulanacak ve izlenecek metod ve yaklaşımlar üzerinde durmuşlardır. Öncelikle tarihi yığma yapıların incelenmesinde izlenecek yollar anlatılmış (tarihi araştırmalar, gözlem ve ölçümler, malzeme ve zemin özelliklerinin belirlenmesi vb) devamında yığma yapıların analiz yöntemleri üzerinde durulmuş ve son olarak örnek bir yapı seçilerek bu yapı sonlu elemanlar yöntemiyle modellenerek statik ve dinamik analizleri neticesinde deprem performansı ve yapısal güvenliğini incelemiştir.

Teomete (2004) çalışmasında tarihi yığma yapıların sonlu elemanlar metodu ile modellenmesi ve analizini incelemiştir. Bunun için örnek yapı olarak Urla Kamanlı Camii'ni seçmiş ve yapının tarihçesini araştırmış, rölevesini çıkartmış ve malzeme testlerini yapmıştır. Topladığı verilerle yapının sonlu elemanlar analizini LUSAS adlı ticari bir program ile gerçekleştirmiştir.

Şen (2003) çalışmasında tarihi yığma yapıların modelleme ve analiz yöntemlerini incelemiştir. Çalışması için 105 yaşında tarihi yığma bir bina seçmiştir ve bina düşey ve yatay yükler altında incelenmiştir. Seçilen modelin analizi için 3D Finite Element Modeli ve Lineer Elastik Analiz olmak üzere iki yöntem kullanmıştır.

Artar (2002) çalışmasında; Osmanlı dönemi mimarisinde inşa edilen 5 tane tahimi camiiyi (Fatih Cami, Beyazıt Cami, Mihrimah Cami, Rüstem Paşa Cami ve Şehzade Mehmet Camii) incelemiştir. Şehzade Mehmet Camii'ni seçerek bu yapının yapısal özelliklerini incelemiştir. Şehzade Mehmet Camii'nin Statik ve dinamik şartlar altında lineer yapısal davranışını incelemek için yapının sonlu elemanlar yöntemiyle modellemesini yapmışlar ve bu modellemenin analizini İstanbul'da meydana gelecek olası bir deprem şartları altında gerçekleştirilmiştir.

Bağcı ve ark (2012) çalışmalarında, İzmir'de zemin oturması sebebiyle duvarlarında hasar oluşan tarihi yığma bir yapının deprem güvenliğini incelemiştir. Bina bodrum kat, zemin kat, normal kat ve çatı katından oluşmaktadır. İncelenen bina, bodrum katların tüm duvarları ve diğer katların dış cephe duvarları taştan yapılmış bir binadır. Yapının modellenmesi ve

analizini Sap2000 programını kullanarak yapmışlardır. Gözlenen sonuçlara göre, yapıdaki hesaplanan gerilmeler Türk Deprem Yönetmeliği-2007’de verilen maksimum gerilmelerden düşük çıkmıştır. Sadece bodrum kat duvarlarındaki gerilmeler yüksek çıkmıştır.

Sener (2004) çalışmasında, tarihi yığma anıtları yıkmadan ve bütünlüğünü bozmadan yerlerinin değiştirilmesi ile ilgili yeni bir metot üzerinde çalışmıştır. Sundukları yöntemde ki bu yöntem özellikle ince ve uzun minare benzeri tarihi yapılarda uygulanabilir, yapı parçalara ayrılmadan ve bütünlüğü bozulmadan belli bir yatay seviyeye eğilerek yer değiştirmesi amaçlanmıştır. Yığma yapı malzemelerinin kırılgen yapıya sahip olmalarından dolayı, eğilme sırasında oluşacak çekme kuvvetlerine karşı koyabilmek için yapı dıştan ön gerilme kablolarla sarılmıştır. Çalışma için Hasankeyf’te bulunan bir tarihi minare örnek olarak seçilmiştir. Hasankeyf’e yapılacak olan Ilisu Barajı’ndan dolayı sular altında kalmasını engellemek için konumunun değiştirilmesi gereken bu minareyi incelemiştir. Bu metodun etkisinin ve geçerliliğinin belirlenmesi güçlü bir analitik modelleme yöntemi olan sonlu elemanlar yöntemini kullanmışlardır. Yaptıkları incelemeler neticesinde bu yöntemle yığma yapıların taşınma ve yeniden yerleştirilme işlemlerinin gerçekleştirilebileceği sonucuna varmışlardır.

Ergün ve ark. (2012) çalışmalarında; 1991 yılında projelendirilip inşa edilen daha önce Üner Araştırma Hastanesi olarak kullanılan Afyon Kocatepe Üniversitesi’ne ait binanın, Dişçilik Fakültesi Eğitim ve Tedavi binası olarak yeniden kullanımından önce binanın mevcut durumunun deprem performansı analizi için yapılacak işlemler ve güçlendirme çalışmaları için uygulama detaylarını irdelemişlerdir. Sonuç olarak, binanın taşıyıcı sistem elemanları mevcut betonarme projelerine uygun olarak yapılmış ancak 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan deprem yükleri altında “Hemen Kullanım (HK)” ve 50 yılda aşılma olasılığı %2 olan deprem yükleri altında “Can Güvenliği (CG)” performans kriterlerini sağlamadığı ortaya çıkmıştır. Yatay yükler altında yetersizliğinin giderilmesi için taşıyıcı sistem elemanlarında güçlendirme yapılması gerektiği ortaya çıkmıştır.

Aydın (2012) çalışmasında; literatürdeki performans tahmin etme ve modelleme yöntemlerinin mevcut betonarme yapılara uygulandığında gerçeğe ne kadar yakın sonuç verdiğini araştırmak amacıyla 23 Ekim 2011 Van depreminde ağır hasar görmüş 3 katlı betonarme bir yapıyı incelemiştir. DBYBHY-2007’de belirtilen doğrusal eşdeğer deprem yükü, artımsal eşdeğer deprem yükü ve doğrusal olmayan zaman tanım alanında hesap yöntemlerini kullanarak yapının performans analizini ve deprem sonrası yapıda oluşan hasarları değerlendirerek hesap yöntemlerinin doğruluğunu ve güvenilirliğini incelemiştir.

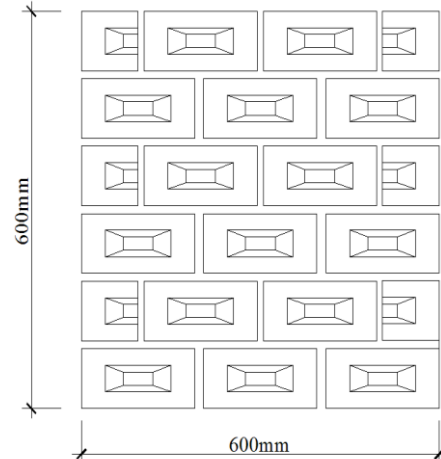
Akan (2008) çalışmasında, bazı küçük ölçekli şehirlerde (Bolu, Düzce, Çankırı, Çorum, Kastamonu, Kırıkkale) yığma yapıları yeniden hayata geçirmek için yığma yapılarla betonarme yapıların performanslarını kıyaslamış ve yüksek katlı betonarme yapıların yerine 4 katlı yığma yapıları önermiştir. Bunun için 4 katlı yığma bir yapı ile 4 katlı betonarme yapının mimari özelliklerini değiştirmeden yapıldığında aynı performansı göstereceğini öne sürmüştür. Bu iki yapının davranışlarını karşılaştırmak için sonlu elemanlar yöntemi ve Sap2000 bilgisayar programını kullanmıştır. Sonuç olarak önerisinin başarılı sonuçlar verdiğini gözlemlemiştir.

Bayraktar ve ark (2007) çalışmalarında, analitik model iyileştirmenin yığma yapıların deprem performansı üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla, yarım bodrum kat, zemin kat ve çatı katından oluşan bir yığma binayı incelemiştir. Öncelikle binanın yerinde yapılan incelemeler neticesinde rölevesini çıkartmışlar ve sap2000 programı ile modellemesini yapmışlardır. Sonucunda yapının bölgede olacak depremlerden beklenenden daha fazla hasar göreceği ortaya çıkmıştır.

Türker (2010) çalışmasında, yığma yapıların deprem yükleri altında gerçek mekanik davranışlarının ortaya koyulması sayısal analiz yöntemleriyle zor olması göz önüne alınarak, yapısal davranışlarını, deprem yükleri altında aldıkları hasar çeşitlerini incelemek amacıyla örnek bir yığma binayı ele alarak lineer eşdeğer deprem hesabı ile analiz yöntemini incelemiştir. Çalışmasına örnek olarak İ.Ü. Eczacılık Fakültesi Dekanlığı kullanmıştır. Bu çalışma kapsamında; yapının bütün duvarlarının basınç gerilmelerini sağladığı yalnız kayma gerilmelerini sağlamadığını belirlemiştir. Kayma gerilmelerinin sağlanamaması ise duvar kalınlıklarının az olması ve kat yüksekliklerinin fazla olmasından kaynaklandığı ortaya çıkmıştır. Yapıda rijitlik ve kütle merkezlerinin çakışmamasından dolayı büyük burulma momentlerinin oluştuğu gözlenmiş ve yapı merkezinde yapılacak olan güçlendirmenin binayı depreme karşı daha dayanıklı hale getireceğini vurgulamıştır.

Yığma yapılar gevrek yapılardır. Özellikle deprem etkii altında büyük hasar görürler. Bu yapıların, iki eksenli gerilme altındaki davranışın bilinmesi, yapının üzerine gelen yükleri emniyetle taşımaları sağlamak açısından büyük önem taşır. Bu amaçla uygulaması farklı olan değişik güçlendirme malzemeleri kullanarak yığma yapıların dayanımları artırılmaya çalışılacaktır. Bu çalışmada denenecek olan yöntemler ekonomi, hız, kullanıcı konforu ve sağladığı deprem performansları açısından etkili olacaktır.

600 mm x 600 mm x 200 mm boyutlarında toplam 12 adet numune üretilecektir. Numunelerin düşey ve yatay derz kalınlıkları yaklaşık 10 mm’dir. ASTM 1391-81’de yer alan hesap yöntemleri kullanılmış olmasına rağmen, bu standartta önerilen numune boyutu 1200 mm yerine, tuğla boyutları ve laboratuvar şartları dikkate alınarak numune boyutu 600 mm seçilmiştir (Şekil 3).

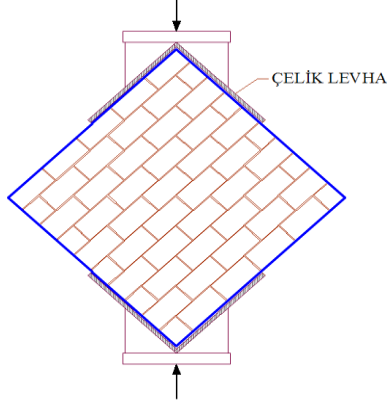


Şekil 3. Örgü şekli

Yığma tuğlası ile farklı malzemeler kullanılarak üretilmiş duvar numunelerinin kayma dayanımlarını incelemek amacıyla yapılan bu çalışmada, kuvvet artım hızı sabit tutulmaya çalışılarak, kuvvet kontrollü deney tekniği kullanılmıştır. Deney esnasında numunelerdeki yerdeğiştirmeler on adet yerdeğiştirme ölçer (Linear Variable Displacement Transducer) ile ölçülmüştür. Yatay derzleri yüklemeye 45°'lik açı yapacak şekilde yerleştirilmiş duvar numunelerine düşey basınç kuvveti uygulanmış ve kırılma yükleri, kırılma şekilleri, çatlak röleveleri ve artan yük kademelerinde yerdeğiştirme okumaları kayıt altına alınmıştır.

Çalışmada deneyleri yapabilmek için, numunelerin, düşeyde 45° açı ile durmalarını sağlamak için, iki adet çelik başlık yapılmıştır. Kılavuzunda duran alt çelik başlığın içine alçıdan bir yüzey hazırlanıp, duvar numunesi şakulünde başlığa yerleştirilmiştir (Şekil 4). Üst çelik başlığın da içinde alçı yüzey hazırlandıktan sonra, üst başlık numunenin üstüne oturtulmuştur. Numunenin yüklemeye sırasında düzlemi içerisinde kalması, numunenin ön ve arka tarafına yanaştırılan metal kollar ile temin edilmiştir. Bu metal kollar ve numune arasındaki sürtünme etkilerini azaltmak amacıyla, ara yüzeye yağ sürülerek kayganlığı artırılmıştır.

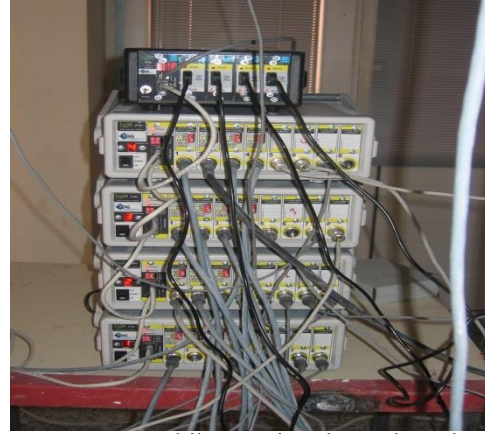
Deney numunelerine düşey yük, 500 kN kapasiteli manuel hidrolik kriko yardımıyla uygulanmıştır. Çelik üst başlığının üzerine, yükseklik seviyesini ayarlamak için, çelik bir plaka konulmuş ve üstüne hidrolik veren yerleştirilmiştir. Uygulanan yükün değeri, hidrolik verenin üzerine konulan, 500 kN kapasiteli yük ölçer (load cell) ile ölçülmüştür.



DENEY NUMUNELERİNİN YÜKLEME ŞEKLİ

Şekil 4. Deney Numunelerinin Yükleme Şekli

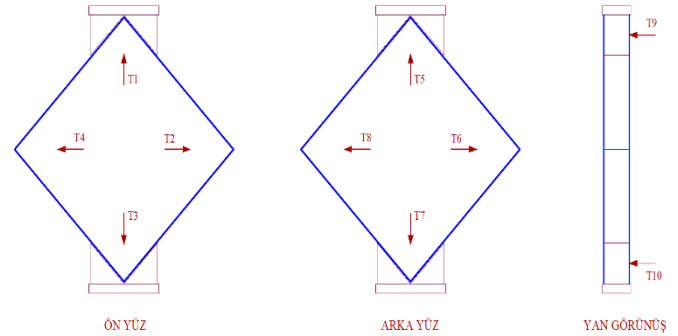
Tüm deneylerde, yük ölçümleri yük ölçer ile, yer değiştirmeler ise, LVDT deplasman ölçerler kullanılarak yapılmıştır. Bu aletlerin okuduğu değerler, anında bilgisayara CoDA isimli veri toplama(data logger) sistemi vasıtasıyla aktarılmış ve kayıt altına alınmıştır. Kanallardan okunan bütün değerler, anında bilgisayara kayıt edilmekte ve ayrıca deney esnasında istenen kanallardan alınan okumalar grafik olarak da izlenebilmektedir. Alınan tüm okumaların çıktısı, "EXCEL" programı tarafından okunabilecek şekildedir. Yük hücresi ve LVDT'lerden alınan okumaların değerlendirilmesine yarayan veri toplama sistemi ve bilgisayar düzeneği Şekil 5'de görülmektedir.



Şekil 5. Veri toplama sistemi

Tüm deneylerde yerdeğiştirme okumaları, on adet LVDT yerdeğiştirme ölçer (Linear Variable Displacement Transducer) ile yapılmıştır. Duvar numunelerinin ön ve arka yüzlerine, yüklemeye ekseninde ikişer yerdeğiştirme ölçer ve yüklemeye eksenine dik doğrultuda ikişer yerdeğiştirme ölçer yerleştirilmiştir. Ayrıca numunenin ön yüzüne de, düzlem dışı hareketi kontrol etmek amacıyla, iki adet yerdeğiştirme ölçer yerleştirilmiştir. Yerdeğiştirme ölçerlerin yerleşim şeması ve resmi Şekil 6'da verilmiştir. Burada okların yönü yerdeğiştirme ölçerlerin ölçüm noktasını teşkil eden levhaya yaklaşım yönünü göstermektedir.

Deneyler sırasında, düzlem dışı hareketi ölçen T9 ve T10 numaralı yerdeğiştirme ölçerlerin okumuş olduğu veriler sürekli kontrol edilerek, numunenin düzlem dışı hareketinin belli sınırların içinde kalması sağlanmıştır.



Şekil 6. Yerdeğiştirme ölçerlerin yerleşim şeması

PROJE AŞAMALARI VE ZAMANLAMA

Başlıca Aşamalar	Ayrıntılı Bilgi	Zamanlama
Deney düzeneğinin yeniden düzenlenmesi	Mevcut deney düzeneğinin yeniden gözden geçirilmesi, eksikliklerin giderilmesi.	0-2 ay
Numunelerin üretimi	Deney numunelerinin örülmesi ve hazırlanması	2-5 ay
Deneylerin gerçekleştirilmesi	Deney numunelerinin yerleştirilmesi, gerekli uygulamaların yapılması, deneylerin yapılması ve denenen numunelerin imhası.	5-10 ay
Deneylere ait grafiklerin ve tabloların hazırlanması, deney sonuçlarının yazılması	Excel ortamında sayısal dataların değerlendirilmesi. Sonuç raporunun yazılması ve sunumu.	10-12 ay

Başarı Ölçütleri:

İlk denenecek numune referans numunedir. Bu numunede elde edilecek dayanım değeri üzerinden değerlendirmeler yapılacaktır. Farklı uygulamalarla güçlendirilmiş numunelerden elde edilecek toplam yatay yük, referans numunenin değerinden daha fazla olursa (kapasitedeki artış miktarının minimum %50 olması beklenmektedir) deneysel çalışma başarılı olarak değerlendirilecektir.

B Planı:

Yukarıda bahsedilen başarı ölçütüne ulaşamazsa, güçlendirme ayrıntılarında aksayan noktalar gözden geçirilecek ve uygulama elemanlarının kalınlığının artırılması, ankraj bağlantılarının veya âdetinin artırılması gibi önlemler mevcut bütçe koşulları da dikkate alınarak değerlendirilecektir.