ISAS 2018
I^st International Symposium on Innovative Approaches in Scientific Studies
April 11-13, Kemer-Antalya, Turkey
SETSCI Conference Indexing System,
Volume 2 (2018), 491-496

Genişletilmiş Çelik Levhalarla Güçlendirilen Tuğla Dolgu Duvarların Diyagonal Basınç Yüklemesi Altındaki Deformasyonlara Bağlı Birim Boy Değişimlerinin Belirlenmesi

Alper Cumhur[1*], Adil Altundal[2] ve Sabahattin Aykaç[3]

[1]*İnşaat Bölümü/Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Hitit Üniversitesi, Çorum*
[2]*İnşaat Mühendisliği/Mühendislik Fakültesi, Sakarya Üniversitesi, Sakarya*
[3]*İnşaat Mühendisliği/Mühendislik Fakültesi, Gazi Üniversitesi, Ankara*
**Corresponding author: alpercumhur@hitit.edu.tr*
[+]Speaker: alpercumhur@hitit.edu.tr
Presentation/Paper Type: Oral / Full Paper

Özet – Dünyada yapılar çoğunlukla dolgu duvarlı betonarme çerçeveli yapılardır. Mevcut bu yapıların depreme karşı ağır hasar almadan can ve mal güvenliğini sağlayabilmek amacıyla farklı güçlendirme çalışmaları yapılmıştır. Betonarme yapılardaki dolgu duvarların güçlendirilmesi de bu çalışmalar arasında yer almıştır. Özellikle çelik levhalar ile güçlendirilen dolgu duvar çalışmaları etkili, ekonomik ve kullanışlı bir yöntem olmuştur.

Yaşanılan büyük ölçekli depremler sonucunda betonarme yapıların dolgu duvarları parçalanarak ve/veya betonarme çerçeveden ayrılarak yapıların hasar görmesi, birçok insanın yaralanma ve ölümlerine sebep olmuştur. Bu sorunların önlenebilmesi için genişletilmiş çelik levhalar ile yapılan güçlendirme çalışmalarında, tuğla dolgu duvarların yük taşıma kapasiteleri, rijitlik, süneklik ve enerji tüketme kapasitelerinde yüksek artışlar sağlanarak davranışları iyileştirilmiştir. Bu bağlamda, genişletilmiş çelik levhalar ile güçlendirilen tuğla dolgu duvarların diyagonal basınç yüklemesi altındaki deformasyonlara bağlı olarak akma ve kopma anındaki birim boy değişim oranlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmada, ASTM E519 (ASTM 2010) standardında belirtilen düzenek geliştirilerek hazırlanan deney sistemi ile ikisi referans otuz adet güçlendirilmiş deney elemanı diyagonal basınç yüklemesi altında diyagonal deformasyonlara bağlı birim boy değişimleri incelenmiştir. Diyagonal deformasyonlara bağlı birim boy değişimlerini ölçmek için duvarın ön ve arka yüzüne 50 mm ölçüm yapabilen 0,01 mm hassasiyetinde iki adet LVDT bağlanmıştır.

Sonuç olarak, deney elemanlarının ön yüzünde akma anında ve biraz ötesi için (plastik deformasyonlar) meydana gelen deformasyonlara bağlı birim boy değişimleri belirlenmiştir. Ayrıca güçlendirilen deney elemanları diyagonal basınç yükü altında yüksek deformasyonlara bağlı birim boy değişimi göstermelerine rağmen bütünlüklerini korudukları gözlemlenmiştir. Bu sayede güçlendirilen dolgu duvarların parçalanmaları engellenerek deprem esnasında meydana gelen can kayıplarının önlenmesi sağlanacaktır.

Anahtar Kelimeler – tuğla dolgu duvar, genişletilmiş çelik levha, diyagonal basınç yüklemesi, deformasyon, birim boy değişimi.

Determination of Unit Length Changes due to Deformations under Diagonal Pressure Loading for Brick Infill Walls Reinforced with Expanded Steel Plates

Abstract – In the world, constructions are mostly reinforced concrete framed structures with infill walls. Different reinforcement studies have been carried out on these existing structures in order to ensure the safety of life and property without heavy damage because of the earthquakes. Strengthening of the infill walls in reinforced concrete structures is also among these studies. In particular, reinforced infill walls with steel plates have been an effective, economical and convenient method.

As a result of large-scale earthquakes, the infill walls of the concrete structures have been fragmented and/or separated from the concrete frames, and damage to structures has caused many people to be injured and killed. In order to avoid these problems, in the strengthening studies with the expanded steel plates, high increases in load carrying capacities, stiffness, ductility and energy depletion capacities of brick infill walls were provided and these walls were developed. In this context, in this study, it was aimed to determine the unit length change ratios of brick walls reinforced with expanded steel plates at the time of flow and rupture depending on deformations under diagonal pressure loading. In this study, the unit length changes due to diagonal deformation

under diagonal pressure loading of thirty reinforced test elements, two of which were taken as the reference, prepared according to standards of the test system developed by the ASTM E519 (ASTM 2010), were investigated. In order to measure the unit length changes due to diagonal deformations, two LVDTs with a sensitivity of 0.01 mm, which can measure 50 mm on the front and back of the wall, were connected.

As the result, the unit length changes due to deformations occurring on the front face of the test elements, at the moment of flow and shortly afterwards (plastic deformations) were determined. It has also been observed that reinforced test elements retain their integrity under diagonal pressure loading, although they exhibit unit length variation due to high deformations. In this way, the reinforced infill walls will be prevented from being dismantled and the loss of life caused by the earthquakes will be prevented.

Keywords – brick infill walls, expanded steel plate, diagonal pressure loading, deformation, unit length change.

I. GİRİŞ

Dolgu duvarlı betonarme çerçeveli yapılar yaygın olarak kullanılan yapı türüdür. Bu yapıların önemli bir bölümü yaşanabilecek büyük depremlerde ağır hasar alarak yıkılma riskiyle karşı karşıyadır. Yapılar, ağır hasar almadan can ve mal güvenliğine uygun depreme dayanıklı olarak yapılması gerekmektedir.

Depreme dayanıklı tasarımın ana ilkesi; hafif şiddetteki depremlerde binalardaki yapısal ve yapısal olmayan sistem elemanlarının herhangi bir hasar görmemesi, orta şiddetteki depremlerde yapısal ve yapısal olmayan elemanlarda oluşabilecek hasarın sınırlı ve onarılabilir düzeyde kalması, şiddetli depremlerde ise can güvenliğinin sağlanması amacı ile kalıcı yapısal hasar oluşumunun sınırlanmasıdır [1].

Deprem bölgelerinde bulunan mevcut ve güçlendirilmesi gereken yapılar için farklı güçlendirme çalışmaları vardır. Betonarme çerçeve içindeki dolgu duvarların güçlendirilmesi de bu çalışmalar arasındadır. Dolgu duvarların güçlendirilmesi ile rijitliği ve kesme dayanımı artırılabilir. Dolgu duvarlar deprem yönetmeliğine göre hasır çelik donatılı, lifli polimerler ve öndökümlü beton panel elemanlar kullanılarak güçlendirilebilir.

Dolgu duvarların güçlendirilmesinde delikli çelik levhalar ve genişletilmiş çelik levhalar ile yapılan güçlendirme çalışmaları da etkili, ekonomik ve kullanışlı bir yöntem olmuştur.

Delikli sac levhalar ile güçlendirilen tuğla dolgu duvarlar; tekdüze düşey yükler altında, çelik çerçeve yardımıyla yatay etkiyen tersinir tekrarlanır yükler altında ve ½ ölçekli kolon, kiriş ve temelden oluşan betonarme çerçeveye etkiyen tersinir-tekrarlanır yükler altında test edilmiştir. Delikli sac levhalarla yapılan güçlendirme çalışmalarında dolgu duvarların taşıma gücü, rijitlik ve enerji dönüştürme kapasitelerinde artışlar elde edilmiştir [2,3,4].

Genişletilmiş çelik levhalar ile yapılan güçlendirme çalışmalarında, diyagonal basınç yüklemesi altında tuğla dolgu duvarların yük taşıma kapasiteleri, rijitlik, süneklik ve enerji dönüştürme kapasitelerinde yüksek artışlar sağlanarak davranışları iyileştirilmiştir [5].

Malzemenin gerilme-birim şekil değiştirme ilişkisi yapısal tasarım açısından önemli bir parametredir [6]. Bu bağlamda, referans ve genişletilmiş çelik levhalarla güçlendirilmiş dolgu duvarların diyagonal basınç yüklemesi altındaki deformasyonlara bağlı olarak akma ve kopma anındaki birim boy değişim oranlarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Uzunluğu L_0 (mm) olan deney elemanları gittikçe artan bir P (kN) kuvveti ile tekdüze basınca tabi tutulduğunda herhangi bir anda kesitte meydana gelen kısalma ΔL ile gösterilirse, şekil değiştirme (ε) aşağıda verilen Denklem 1 ile yazılabilir.

$$\varepsilon = \Delta L / L_0 \quad (1)$$

Tekdüze basınca maruz bırakılan deney elemanlarının akma birim kısalması ΔL_y, uzunluğu L_0 olan ilk boya oranlanırsa, akmaya başladığı ilk andaki birim kısalma oranı ε_y aşağıda verilen Denklem 2 ile bulunabilir.

$$\varepsilon_y = \Delta L_y / L_0 \quad (2)$$

Çalışma kapsamında, ikisi referans olmak üzere toplam 30 adet deney elemanının diyagonal basınç yüklemesi altında akma ve kopma anında ön yüzünde uzama birim boy değişimleri, arka yüzünde ise kısalma birim boy değişimlerinin bulunması amaçlanmıştır. Deneyler sırasında deplasmana bağlı artan diyagonal tekdüze yükler ile deney elemanlarının köşelerinde ezilmeler ve parçalanmalar meydana geldiği için LVDT'ler ile deney sonuna kadar ölçüm yapılamamıştır. Deney elemanlarının iç ölçümler ile belirlenen ön yüzündeki deformasyonlara bağlı birim boy değişimleri (akma birim kısalma oranları), arka yüzündeki deformasyonların başladığı andaki yük değerleri belirlenmiştir.

II. MALZEMELER VE METOD

A. Deney Elemanları

Dolgu duvar deney elemanları 1/1 ölçeğe sahip 1000mm×1000mm boyutlarında hazırlanmıştır. Referans deney elemanları, 85mm×190mm×190mm ebadındaki yatay delikli tuğlalar yatay olacak şekilde örülerek her iki yüzeyi sıvanmıştır. Referans deney elamanları güçlendirilmemiştir. Güçlendirilmiş deney elemanları ise tuğla duvarın her iki yüzüne 1.5mm, 2.0mm ve 3.0mm kalınlığındaki genişletilmiş çelik levhaların M6 bulonlar yardımıyla bağlanması ve her iki yüzeyinin sıvanması ile elde edilmiştir.

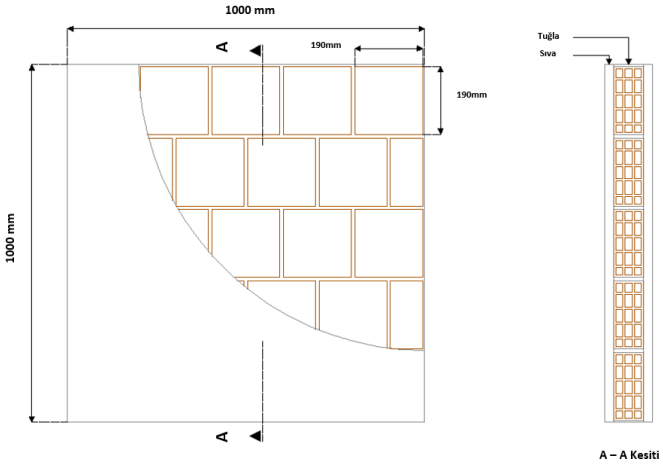
Çalışma kapsamındaki deney elemanlarının özellikleri Tablo 1'de gösterilmektedir. Referans elemanı dışında kalan 28 adet güçlendirilmiş deney elemanı ilk değişken olarak; genişletilmiş çelik levhaların uygulandığı yüzey konumuna göre üç gruba ayrılmaktadır. Genişletilmiş çelik levhalar; birinci grupta yalın olarak örülmüş duvar üzerine (B), ikinci grupta kaba sıva ile sıvanmış duvar üzerine (RP) ve üçüncü grupta kaba ve ince sıva ile sıvanmış duvar üzerine (FP) M6 bulonları ile bağlantısı yapılmıştır. İkinci değişken olarak 1.5, 2.0 ve 3.0 mm kalınlığında olan genişletilmiş çelik levhalar

olmuştur. Üçüncü değişken ise genişletilmiş çelik levhaları duvara bağlayan 100mm, 150mm ve 200mm M6 bulon aralıklarıdır.

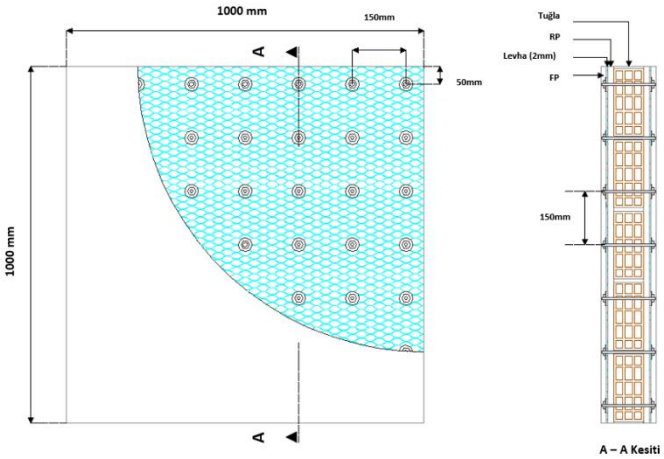
Tablo 1. Deney elemanlarının özellikleri [5]

Eleman Grubu	Eleman	Levhaların Konumu	Levha Kalınlığı (mm)	Bulon Aralığı (mm)
1	R1	duvar üzeri	-	-
	R2	duvar üzeri	-	-
	B1.5-100	duvar üzeri	1.5	100
	B1.5-150	duvar üzeri	1.5	150
	B1.5-200	duvar üzeri	1.5	200
	B1.5-500	duvar üzeri	1.5	500
	B2.0-100	duvar üzeri	2.0	100
	B2.0-150	duvar üzeri	2.0	150
	B2.0-200	duvar üzeri	2.0	200
	B3.0-100	duvar üzeri	3.0	100
	B3.0-150	duvar üzeri	3.0	150
	B3.0-200	duvar üzeri	3.0	200
2	RP1.5-100	kaba sıva üzeri	1.5	100
	RP1.5-150	kaba sıva üzeri	1.5	150
	RP1.5-200	kaba sıva üzeri	1.5	200
	RP2.0-100	kaba sıva üzeri	2.0	100
	RP2.0-150	kaba sıva üzeri	2.0	150
	RP2.0-200	kaba sıva üzeri	2.0	200
	RP3.0-100	kaba sıva üzeri	3.0	100
	RP3.0-150	kaba sıva üzeri	3.0	150
	RP3.0-200	kaba sıva üzeri	3.0	200
3	FP1.5-100	ince sıva üzeri	1.5	100
	FP1.5-150	ince sıva üzeri	1.5	150
	FP1.5-200	ince sıva üzeri	1.5	200
	FP2.0-100	ince sıva üzeri	2.0	100
	FP2.0-150	ince sıva üzeri	2.0	150
	FP2.0-200	ince sıva üzeri	2.0	200
	FP3.0-100	ince sıva üzeri	3.0	100
	FP3.0-150	ince sıva üzeri	3.0	150
	FP3.0-200	ince sıva üzeri	3.0	200

Referans deney elemanı (R1 ve R2) Şekil 1'de, güçlendirilmiş deney eleman örneği Şekil 2'de gösterilmiştir.



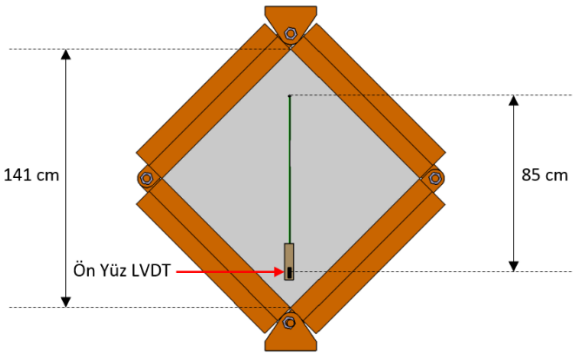
Şekil 1. R1 ve R2 deney elemanının boyutları ve detayları [5]



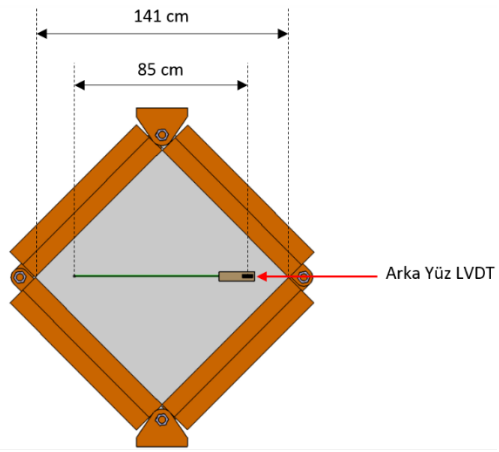
Şekil 2. RP2,0-150 deney elemanının boyutları ve güçlendirme detayları [5]

B. *Ölçüm Düzeni*

İkisi referans olmak üzere, toplam 30 adet güçlendirilmiş deney elemanının ön ve arka yüzündeki deformasyonlara bağlı birim boy değişimlerinin belirlenmesi için 50 mm ölçüm yapabilen 0,01 mm hassasiyetinde 2 adet LVDT kullanılmıştır. Deney elemanlarının ön yüzündeki LVDT'nin konumu ve ölçüm uzunlukları (85 cm) Şekil 3.'te, arka yüzündeki LVDT'nin konumu ve ölçüm uzunlukları (85 cm) ise Şekil 4.'te gösterilmiştir [5].



Şekil 3. Deney elemanlarının ön yüzündeki LVDT'nin konumu ve ölçüm uzunluğu [5]

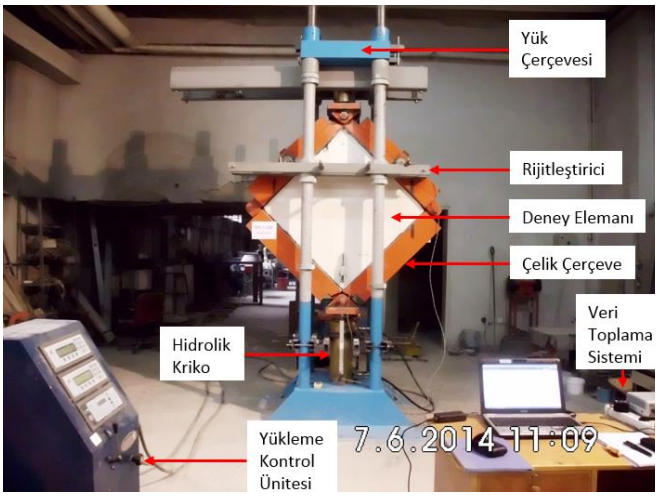


Şekil 4. Deney elemanlarının arka yüzündeki LVDT'nin konumu ve ölçüm uzunluğu [5]

C. Yükleme Düzeni

Hazırlanan her deney elemanı, dört köşesi mafsallı çelik çerçeve içerisine yerleştirilmiştir. Çelik çerçeve düzleminin, diyagonal eksenden uygulanan yük ile çakışmasını sağlamak için yük hücresinin altından ve hidrolik pistonun üzerinden merkezlenmiştir.

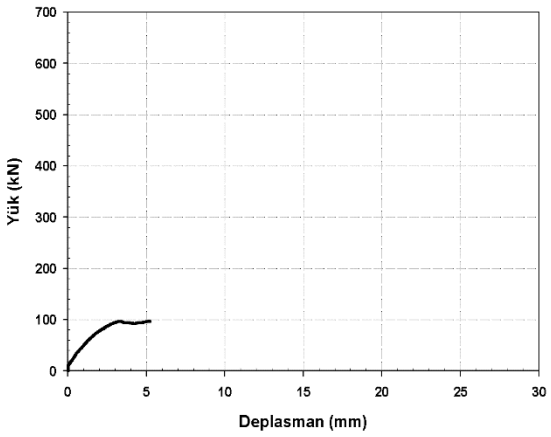
Deney elemanlarına yükü, çelik çerçevenin altında bulunan 1000 kN kapasiteli hidrolik kriko ile yüklenmiştir. Tekdüze diyagonal basınç yükü duvara bu çerçeve yardımıyla iletilmiştir. Bununla birlikte ASTM E519 (ASTM 2010) prosedüründe uygulanan yükün numuneye iletildiği yüzey deney boyunca sabit kalmıştır [7]. Uygulanan yük, çelik çerçevenin üzerinde bulunan 1000 kN kapasiteli bir yük hücresi yardımıyla ölçülmüştür (Şekil 5.).



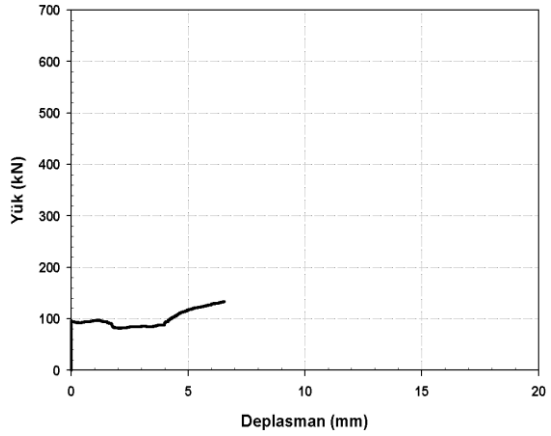
Şekil 5. Yükleme düzeni [5]

III. SONUÇLAR

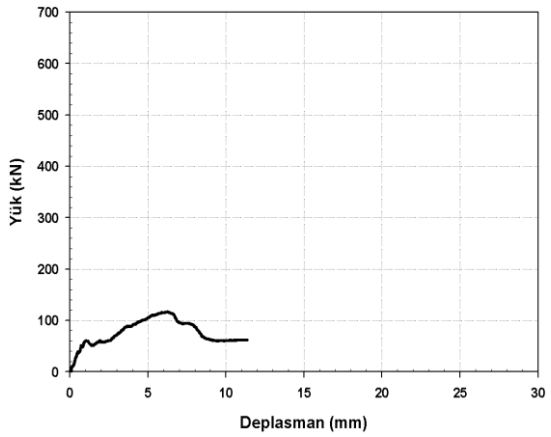
Deney elemanlarının ön yüzünde, akma anında ve biraz ötesi için birim deformasyonlar (plastik deformasyonlar) belirlenebilmiştir. Deney elemanlarının arka yüzünde ise deformasyonlar çok kısıtlı kalmış veya hiç oluşmamış olduğundan belirlenememiştir. Ancak arka yüzde yapılan ölçümler ile güçlendirilmiş elemanların referans elemanlara göre oldukça yüksek yük taşıma kapasitesine ulaştıktan sonra uzama deformasyonları başlamıştır. Bu sebeple deney elemanlarının iç ölçümle belirlenen arka yüzündeki deformasyona başladığı andaki yük değerleri bulunarak referans elemanlar ile karşılaştırılmıştır. Referans elemanlar ile üç grupta en fazla birim boy kısalma oranına sahip sırasıyla B1.5-100, RP1.5-100 ve FP2.0-100 güçlendirilmiş deney elemanlarının ön ve arka yüzündeki deformasyonlara bağlı yük-deplasman eğrileri verilmiştir (Şekil 6-15).



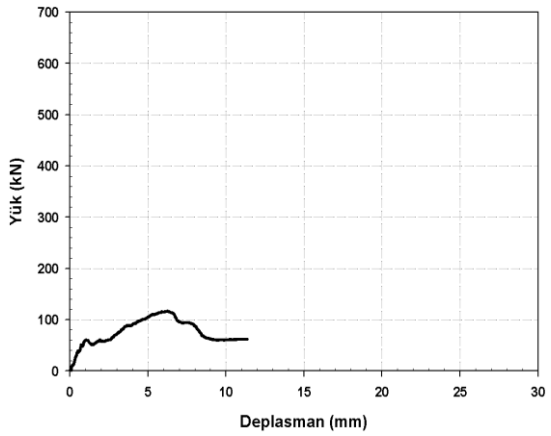
Şekil 6. R1 ön yüzdeki deformasyona bağlı yük-deplasman eğrisi [5]



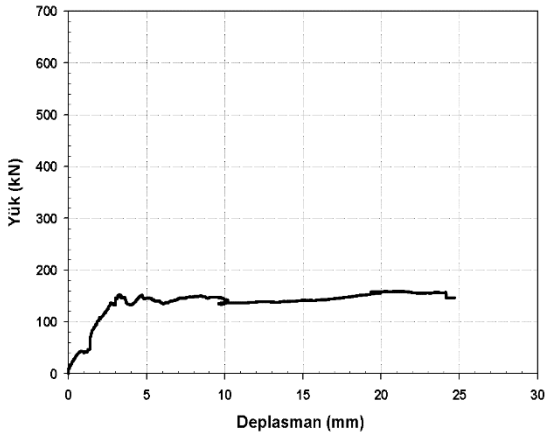
Şekil 7. R1 arka yüzdeki deformasyona bağlı yük-deplasman eğrisi [5]



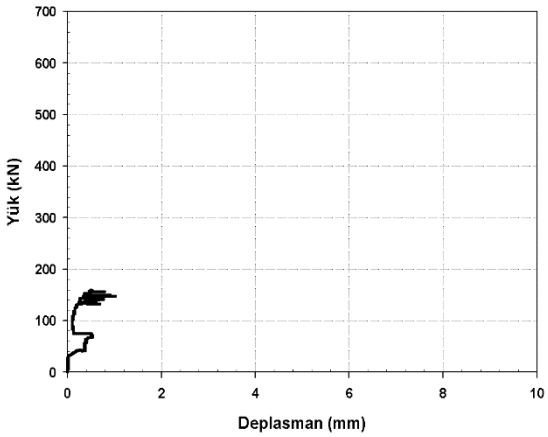
Şekil 8. R2 ön yüzdeki deformasyona bağlı yük-deplasman eğrisi [5]



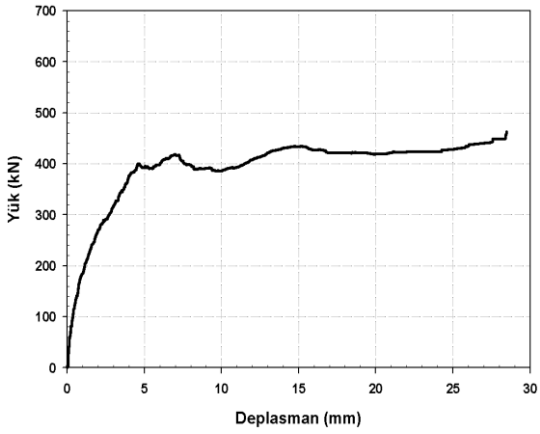
Şekil 9. R2 arka yüzündeki deformasyona bağlı yük-deplasman eğrisi [5]



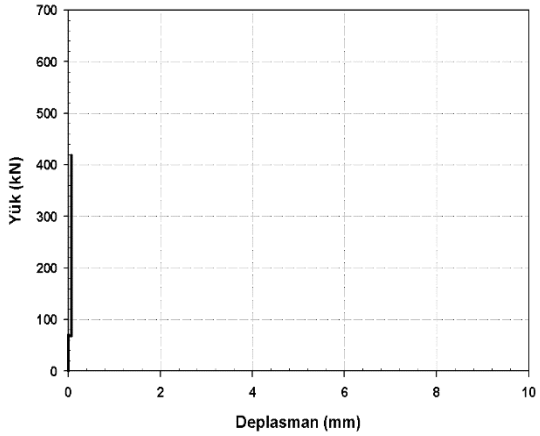
Şekil 10. B1.5-100 ön yüzdeki deformasyona bağlı yük-deplasman eğrisi [5]



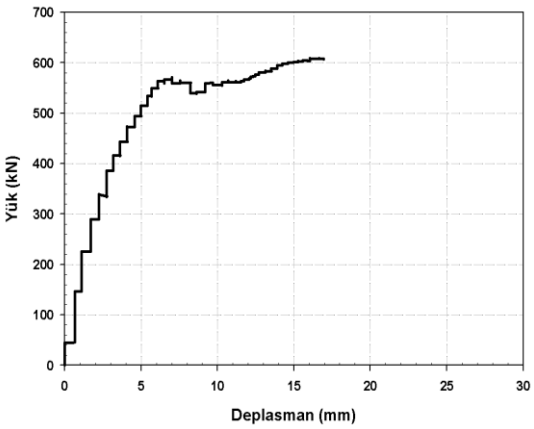
Şekil 11. B1.5-100 arka yüzde deformasyona bağlı yük-deplasman eğrisi [5]



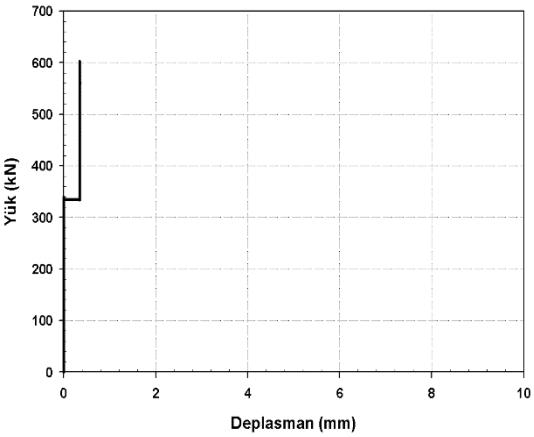
Şekil 12. RP1.5-100 ön yüzde deformasyona bağlı yük-deplasman eğrisi [5]



Şekil 13. RP1.5-100 arka yüz deformasyona bağlı yük-deplasman eğrisi [5]



Şekil 14. FP2.0-100 ön yüzde deformasyona bağlı yük-deplasman eğrisi [5]



Şekil 15. FP2.0-100 arka yüz deformasyona bağlı yük-deplasman eğrisi [5]

Deney elemanlarının iç ölçümler ile belirlenen ön yüzündeki deformasyonlara bağlı birim boy değişimleri (akma birim kısalma oranları) Tablo 2.'de verilmiştir.

Tablo 2. Deney elemanlarının ön yüzündeki deformasyonlara bağlı birim boy değişimleri [5]

Eleman Grubu	**Eleman**	**İlk Boy L_0 (mm)**	**Kısalma Miktarı ΔL (mm)**	**Akma Birim Kısalma Oranı $\varepsilon_y(\times 10^{(-3)})$**
1	R1	850	1,6	1,9
	R2	850	1,2	1,4
	B1.5-100	850	3,2	3,8
	B1.5-150	850	2,0	2,4
	B1.5-200	850	2,0	2,4
	B1.5-500	850	-	-
	B2.0-100	850	2,0	2,4
	B2.0-150	850	2,0	2,4
	B2.0-200	850	2,0	2,4
	B3.0-100	850	>2,0	>2,4
	B3.0-150	850	2,2	2,6
	B3.0-200	850	2,0	2,4
2	RP1.5-100	850	4,3	5,1
	RP1.5-150	850	3,8	4,5
	RP1.5-200	850	1,4	1,7
	RP2.0-100	850	3,8	4,5
	RP2.0-150	850	3,7	4,4
	RP2.0-200	850	2,5	2,9
	RP3.0-100	850	3,6	4,2
	RP3.0-150	850	3,2	3,8
	RP3.0-200	850	2,4	2,8

3	FP1.5-100	850	4,7	5,5
	FP1.5-150	850	4,2	4,9
	FP1.5-200	850	2,0	2,4
	FP2.0-100	850	5,0	5,9
	FP2.0-150	850	3,8	4,5
	FP2.0-200	850	3,4	4,0
	FP3.0-100	850	3,6	4,2
	FP3.0-150	850	3,4	4,0
	FP3.0-200	850	2,8	3,3

Deney elemanlarının iç ölçümler ile belirlenen arka yüzündeki deformasyonların başladığı andaki yük değerleri Tablo 3.'te verilmiştir.

Tablo 3. Deney elemanlarının arka yüzündeki deformasyonların başladığı andaki yük değerleri [5]

Eleman Grubu	**Eleman**	**İlk Boy L_0 (mm)**	**Deformasyona Başladığı Andaki Yük Değeri (kN)**
1	R1	850	95
	R2	850	60
	B1.5-100	850	-
	B1.5-150	850	130
	B1.5-200	850	130
	B1.5-500	850	120
	B2.0-100	850	220
	B2.0-150	850	170
	B2.0-200	850	200
	B3.0-100	850	>160
	B3.0-150	850	-
	B3.0-200	850	170
2	RP1.5-100	850	>420
	RP1.5-150	850	>430
	RP1.5-200	850	320
	RP2.0-100	850	400
	RP2.0-150	850	>380
	RP2.0-200	850	310
	RP3.0-100	850	450
	RP3.0-150	850	>440
	RP3.0-200	850	320
3	FP1.5-100	850	>540
	FP1.5-150	850	>500
	FP1.5-200	850	>410
	FP2.0-100	850	>600
	FP2.0-150	850	535
	FP2.0-200	850	>480
	FP3.0-100	850	>660
	FP3.0-150	850	>495
	FP3.0-200	850	>465

IV. TARTIŞMA

Tablo 2.'de verilen sonuçlar incelendiğinde, güçlendirilmiş deney elemanlarının referans deney elemanlara göre akma birim kısalma oranlarının yüksek olduğu görülmektedir. R1 ve R2 referans deney elemanların akma birim kısalma oranları sırasıyla $1{,}9 \times 10^{(-3)}$ ve $1{,}4 \times 10^{(-3)}$ olarak belirlenmiştir. 1. grupta yer alan güçlendirilmiş elemanlarda birim kısalma oranlarının $3{,}8 \times 10^{(-3)}$, 2. grupta $5{,}1 \times 10^{(-3)}$, 3. grupta $5{,}9 \times 10^{(-3)}$'e kadar arttığı görülmektedir. B1,5-500 deney elemanı için LVDT ile yeterli ölçüm yapılamamış ve akma birim kısalma oranı belirlenememiştir. B3,0-100 deney elemanı için de yaklaşık 2,0 mm deplasmana kadar okuma alınabilmiş ve bu deney elemanı akmaya ulaşmadan sonlandırılmıştır.

Tablo 3.'te verilen sonuçlar incelendiğinde, güçlendirilmiş deney elemanlarının referans deney elemanlarına göre arka yüzdeki deformasyona başladığı andaki yük değerlerinin daha yüksek olduğu anlaşılmaktadır. R1 ve R2 referans elemanların deformasyona başladığı andaki yük değerleri sırasıyla 95 kN ve 60 kN olduğu görülmektedir. 1. grupta yer alan güçlendirilmiş deney elemanlarının deformasyona başladığı yük değeri 220 kN, 2. grupta 450 kN, 3. grupta ise 660 kN'a kadar artmıştır.

V. SONUÇ

Bu çalışma kapsamında yapılan deneylerden elde edilen başlıca sonuçlar şunlardır:

İkisi referans olmak üzere toplam 30 adet genişletilmiş çelik levhalarla güçlendirilmiş deney elemanlarının ön yüzdeki akma anında ve biraz ötesi için meydana gelen deformasyonlara (plastik deformasyonlar) bağlı birim boy değişimleri ile arka yüzdeki deformasyona başladığı andaki yük değerleri bulunmuştur.

Güçlendirilmiş deney elemanlarının referans deney elemanlara göre; ön yüzdeki deformasyonlara bağlı akma birim kısalma oranlarının yaklaşık 4 kata kadar ($R = 1{,}4 \times 10^{(-3)}$, $FP\,2.0 - 100 = 5{,}9 \times 10^{(-3)}$), arka yüzdeki deformasyona başladığı andaki yük değerlerinin de 11 kata kadar artış gösterdiği ($R = 60\text{kN}$, $FP2.0 - 100 = 660\text{kN}$) belirlenmiştir.

Referans elemanlar, düşük diyagonal basınç yükü altında bile parçalanırken, güçlendirilen deney elemanları ise yüksek diyagonal basınç yükü altında yüksek deformasyonlara bağlı birim boy değişimi göstermelerine rağmen bütünlüklerini korudukları gözlemlenmiştir. Bu sayede deprem sırasında güçlendirilen dolgu duvarlarda parçalanmaların, devrilmelerin engelleneceği ve meydana gelebilecek can kayıplarının da önlenebileceği düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmaya verdikleri destekten dolayı yazarlar Sakarya Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine teşekkürlerini sunarlar.

REFERANSLAR

[1] DBYBHY, "Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik", Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara, Türkiye, 2007.

[2] Seydanlıoğlu, M., "Delikli çelik levhalarla güçlendirilmiş tuğla duvarların tekdüze yükler altındaki davranışı", Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, 2013.

[3] Babayani, R., "Delikli çelik levhalarla güçlendirilmiş tuğla duvarların tersinir tekrarlanır yükler altındaki davranış ve dayanımı", Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, 2012.

[4] Özbek, E., "Delikli çelik levhalarla güçlendirilmiş tuğla duvarların çerçeve davranışı üzerindeki etkisi", Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Doktora Tezi, 2015.

[5] Cumhur, A., "Tuğla Dolgu Duvarların Genişletilmiş Çelik Levhalar İle Güçlendirilmesi", Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Doktora Tezi, 2016.

[6] Baradan B., Türkel S., Yazıcı H., Ün H., Yiğiter H., Felekoğlu B., Felekoğlu, K., Aydın S., Yardımcı M., Topal A. ve Öztürk A., "Beton", Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları No:334, s.525, 2015.

[7] American Society for Testing and Materials, ASTM E519/E519M-10: Standard Test Method for Diagonal Tension (shear) in Masonry Assemblages, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, Pennsylvania, U.S.A., 2010.