

**İ.T.Ü. İNŞAAT FAKÜLTESİ YAPI VE DEPREM  
MÜHENDİSLİĞİ LABORATUVARI**

**ZENON  
PANEL ELEMANLAR  
Bölüm A**

(İ.T.Ü. Döner Sermaye Yönetmeliği Çerçev esinde Hazırlanmıştır.)

Prof. Dr. F. Karadoğan  
Araş. Gör. K. Darılmaz, Araş. Gör. A. İlki, Araş. Gör. E. Yüksel Yük. Müh. U. D.  
Ersin, Yük. Müh. W. Mourtega, Yük. Müh H. Saruhan

Mart 1998

## ZENON PANEL ELEMANLAR

### BÖLÜM A

#### **AI- GIRIS**

Özel donatılı, püskürtme beton tabakalardan, yerinde oluşturulan ZENON PANEL elemanları, *konut* ya da *sanayi* tipi tapı sistemlerinde *taşıyıcı* ve *taşıyıcı olmayan bölme duvarı* ve *döşeme* olarak kullanılabilir.

Hangi amaçla kullanılmak istenirse istensin ve hangi tür elemanlardan oluşursa oluşsun bölme duvarların ve döşeme elemanların genel yapı davranışı üzerindeki etkileri yakından izlenmek durumundadır. Bu amaçla bir dizi deneysel çalışma başlatılmıştır. Çeşitli açılardan ZENON PANEL elemanlarının yapısal özelliklerini göstermeye yönelik bu çalışmaların kısa birer tanımı aşağıda verilmektedir. Uzun zaman ve emek isteyen bu çalışmalardan sonuçlar alındıkça birbirini tamamlayan araştırmalar şeklinde sunulacaktır. Bu doğrultuda hazırlanan bu ilk raporun kapsamına giren çalışmalar;

i- ZENON PANEL elemanların taşıyıcı olmayan bölme duvarı olarak kullanılabilirlik koşullarına açıklık kazandırmak üzere yapılan çalışmalar,

ii- ZENON bölme duvarlarının aksenal yük taşıma kapasitelerinin saptanması ve göçme biçimleri konusunda bir fikir edinilmesi için yapılan ilk deneyler,

iii- ZENON PANEL'lerin önemli bir yapısal özelliği de düzlem içi yüklere karşı gösterdiği davranıştır. Etrafındaki betonarme çerçeve ile bütünleştirici önlemlerin, yeterli düzeye getirilmesi durumunda, ZENON PANEL-çerçeve ikilisinin yatay yükler etkisindeki davranışlarını anlamaya yönelik iki deneysel çalışma

iv- Bütünleştirilmiş ZENON PANEL'lerin, düzlemlerine dik eğilme momenti taşıma sığalarının sağlanmasına yönelik bir dizi deneysel çalışmayı kapsamaktadır.

#### **AI.1- ZENON PANEL ELEMANLARIN OLUŞTURULMASI**

Konuya bütünlük kazandırabilmek için ZENON PANEL Elemanların yerinde nasıl üretildikleri ve özellikle bu panelleri çevreleyen yapısal elemanlara nasıl bağlanıp onlarla nasıl bütünleştirildikleri üzerinde durulması zorunludur. Çünkü aşağıdaki bölümcelerde bu bağlantıların oluşturulması ve sonuçları üzerinde tartışılacak ve irdelemeler yapılacaktır.

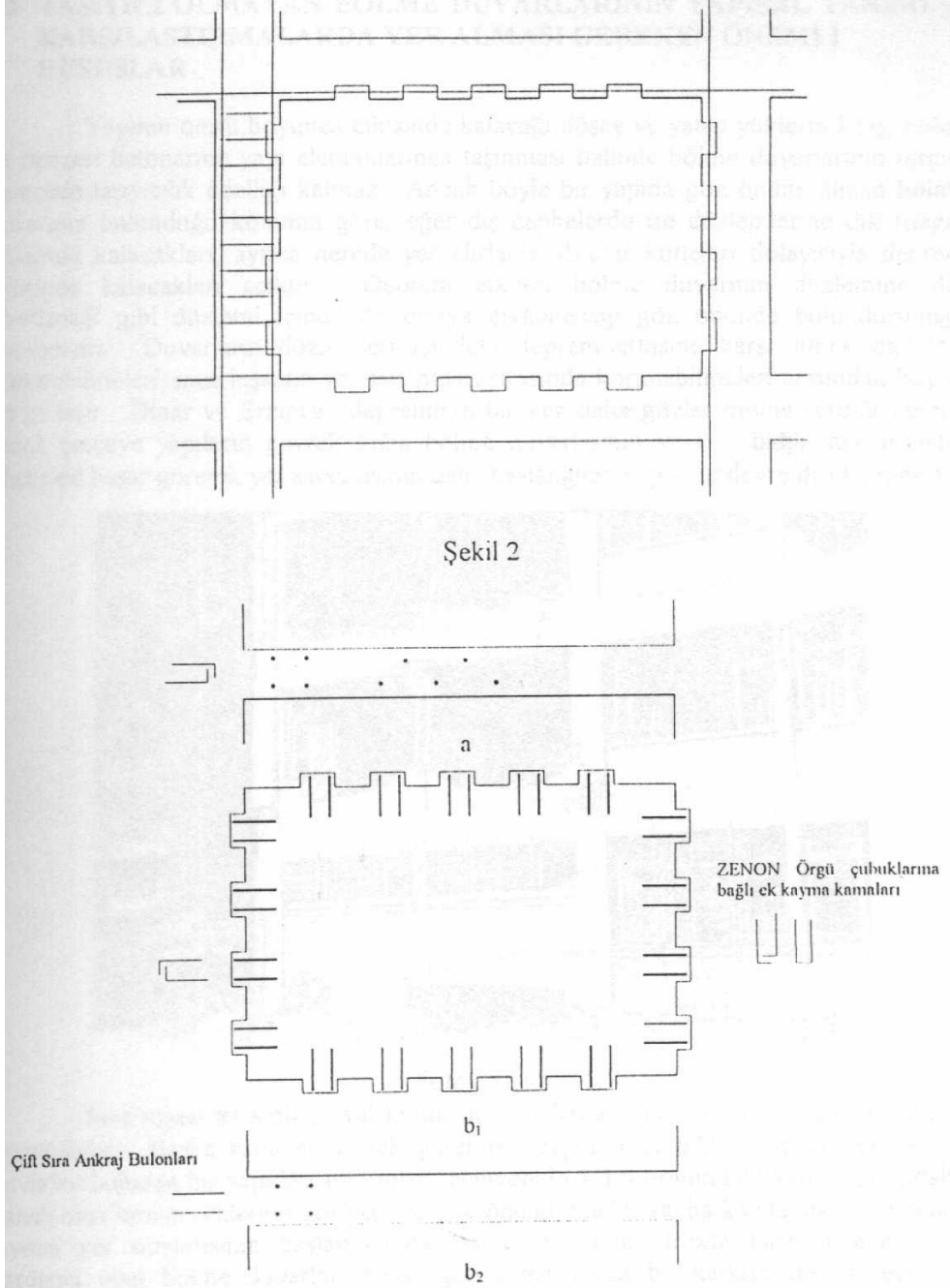
ZENON PANEL Elemanlarının kendilerini çevreleyen yapısal elemanlara, çeşitli yollarla oluşturulabilecek, kayma kamaları yardımı ile bağlanmaları tasarlanmaktadır. Bu yollara bir örnek olmak üzere Şekil 1'de verilen ve en çok uygulanmakta olan ayrıntı göz önünde tutulabilir. Sadece betonun oluşturacağı bir kayma kaması ayrıntısı ise Şekil 2'de yer almaktadır.

Birinci ayrıntı, çubukların eksenlerine dik küçük bir şekildeğiştirmeden sonra çekme almaya başlamaları, ikincinin ise beton ya da betonarme elemanların doğrudan kayma dayanımlarını esas aldığına dikkat edilmelidir.

Şekil 1 ve Şekil 2'deki ayrıntıların iki çeşitlemesi ise Şekil 3'de sunulmaktadır. Bu konuda başka ayrıntıların da üretilebileceği açıktır.

Seçilen ve yeterliliği ispatlanan bir bağlantı biçiminin uygulanmasından sonra, polistrene örülmüş hafif donatı bloğu ya da blokları istenilen konuma getirilip iki yanından püskürtme beton atılarak istenilen kalınlıkta betonla ince tabakalar halinde kaplanır, (Şekil 1 c).

Şekil 3



## **LL2- TAŞIYICI OLMAYAN BÖLME DUVARLARININ YAPISAL TANIMI ve KARŞILAŞTIRMALARDA YER ALMASI GEREKEN ÖNEMLİ HUSUSLAR**

Yapının ömrü boyunca etkisinde kalacağı düşey ve yatay yüklerin kiriş, kolon ve benzeri betonarme yapı elemanlarınca taşınması halinde bölme duvarlarının birinci derecede taşıyıcılık özelliği kalmaz. Ancak böyle bir yapıda göz önüne alınan bölme duvarının bulunduğu konuma göre, eğer dış cephelerde ise düzlemlerine dik rüzgar etkisinde kalacakları, ayrıca nerede yer alırlarsa alsınlar kütleleri dolayısıyla deprem etkisinde kalacakları açıktır. Deprem etkileri bölme duvarının düzlemine dik olabileceği gibi düzlemi içinde de ortaya çıkabileceği göz önünde bulundurulmak zorundadır. Duvarların düzlemleri içindeki deprem etkisine karşı sünek davranış gösterebilmeleri, ince inşaatın yer sarsıntıları sırasında korunabilmeleri açısından büyük önem taşır. Dinar ve Erzincan depreminin bir kez daha gözler önüne serdiği gerçek esnek çerçeve yapıların gevrek tuğla bölme duvarlarının ve ona bağlı ince inşaatın öncelikle hasar görerek yer sarsıntısının daha başlangıcında yıkılıp devre dışı kalmasıdır.



Fotoğraf 1

İnce inşaat az katlı sosyal konut tipi yapılarda kabaca toplam maliyetin 2/3 ü oranındadır. Başka türlü söylemek gerekirse uygun inşa edilmemiş gevrek bölme duvarları bulunan bir yapıda yapı toplam maliyetinin 1/3 ü oranındaki kaba inşaat, daha pahalı olan kesimi tehlikeye atmakta ve çok önemli maddi kayba kaynaklık etmektedir. Ayrıca yer sarsıntısının başlangıcında taşıyıcı sistemle birlikte hareket eden ona yardımcı olan bölme duvarlar, hasar gördükten sonra bu katkıya devam edemez duruma düşmektedirler. Bu durum yapı davranışında önemli ani değişiklik demektir.

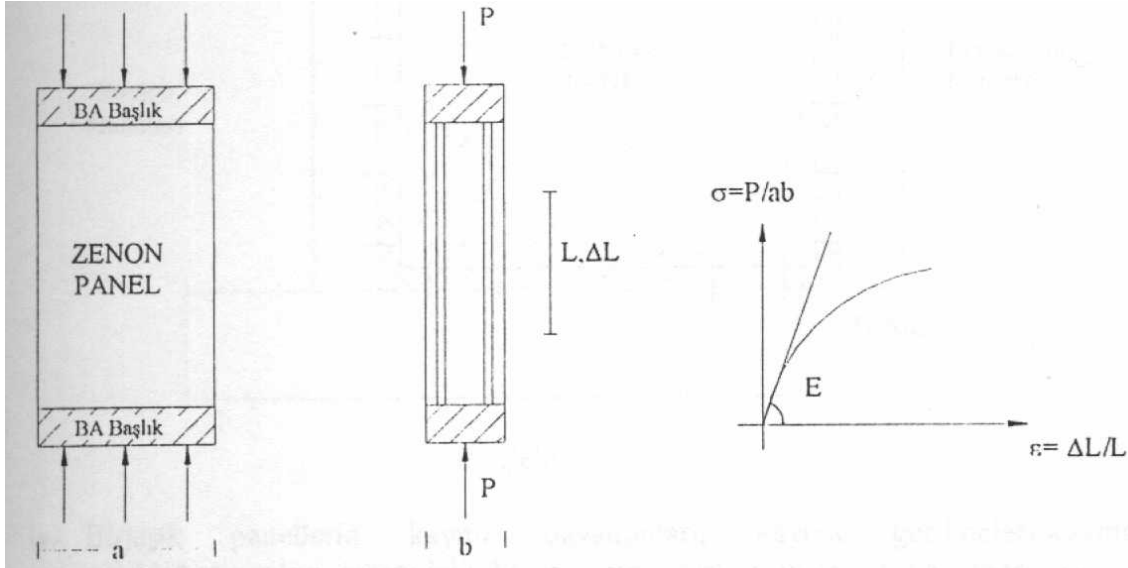
Bütün bunlar göz önünde tutularak sonuç çıkartılabilecek güvenilir bir tartışmada mutlaka bölme duvarı sünekliliği ve dayanımı konusu gündeme

getirilmelidir. Dolayısıyla öz ağırlıklar, rüzgar ve deprem etkileri açısından, ZENON PANEL elemanların oluşturacağı duvarlarla, diğerleri çeşitli mesnedlenme seçenekleri de göz önünde tutularak karşılaştırılmalıdır. Karşılaştırmaların tamamlanabilmesi için bu araştırmanın kapsamında kalmamakla birlikte önemli olduğu yerlerde ısı ve ses geçirgenliği ile farklı sıcaklık değişimlerine uyum ve darbe etkilerine dayanım da ayrıca üzerinde durulması gereken hususlardır.

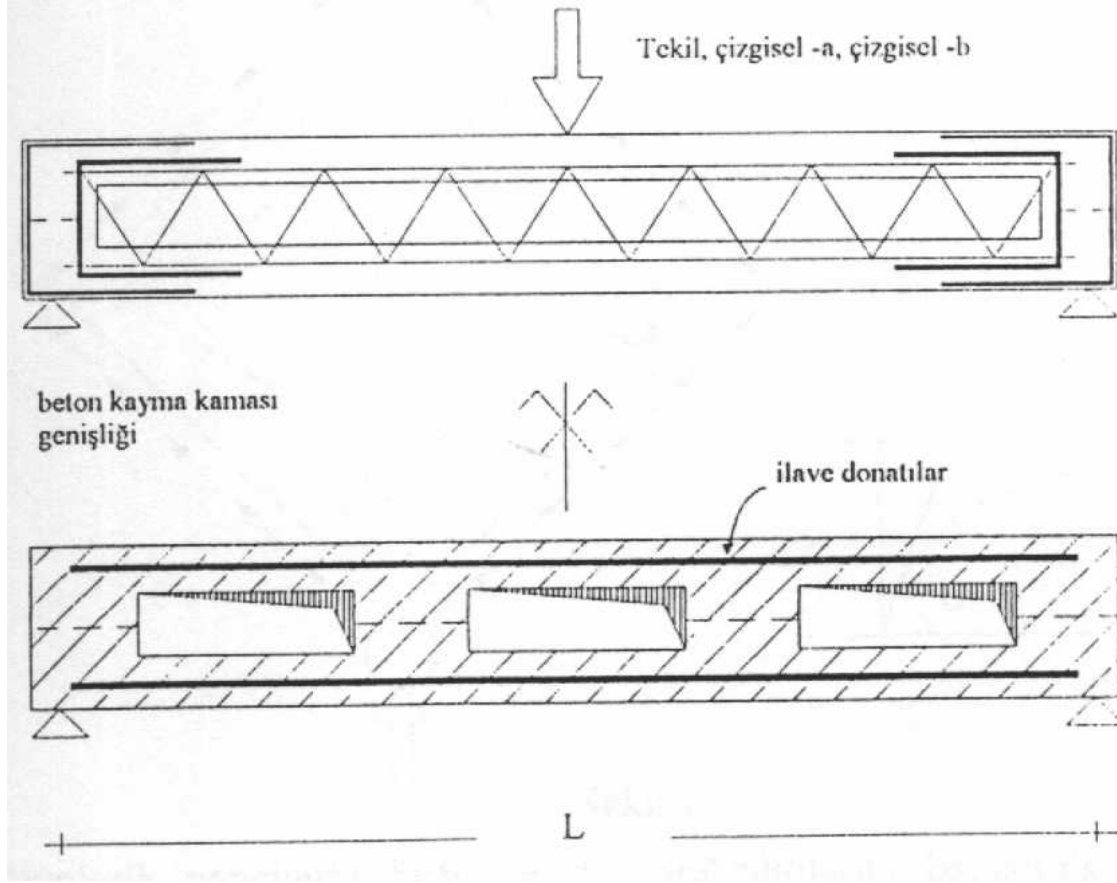
### AI.3- DENEYSEL ÇALIŞMALAR

ZENON PANEL Elemanların Yapısal Özelliklerinin daha iyi ortaya çıkarılması amacıyla yurtdışında başka ülkelerde yapılanlara ek olarak, sürdürülen ve tasarlanan deneysel esaslı çalışmaların tümü aşağıda sırlanmaktadır.

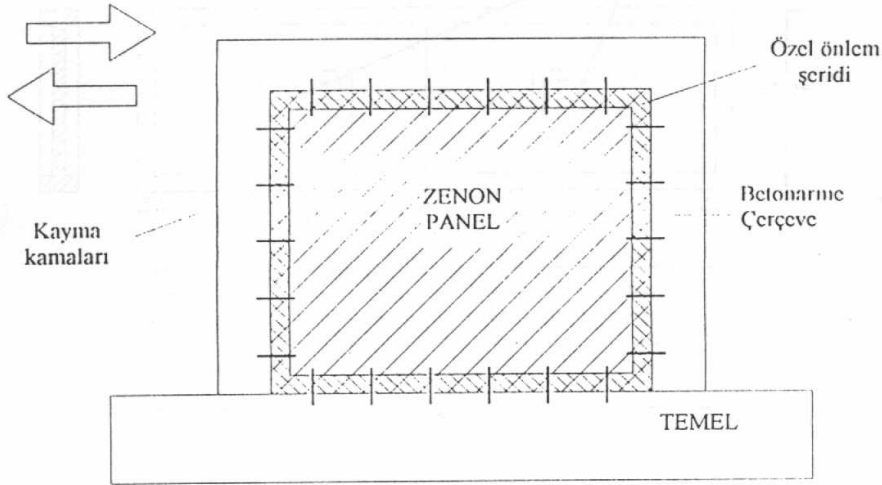
- i) Bütünleştirilmiş paralel panellerin basınç dayanımları, gerilme şekildeğiştirme bağıntıları ve göçme modlarının belirlenmesi için yapılan deneyler



- ii- Birleşik panellerin düzlemlerine dik eğilme dayanımları ve göçme modlarının saptanması için yapılan deneyler

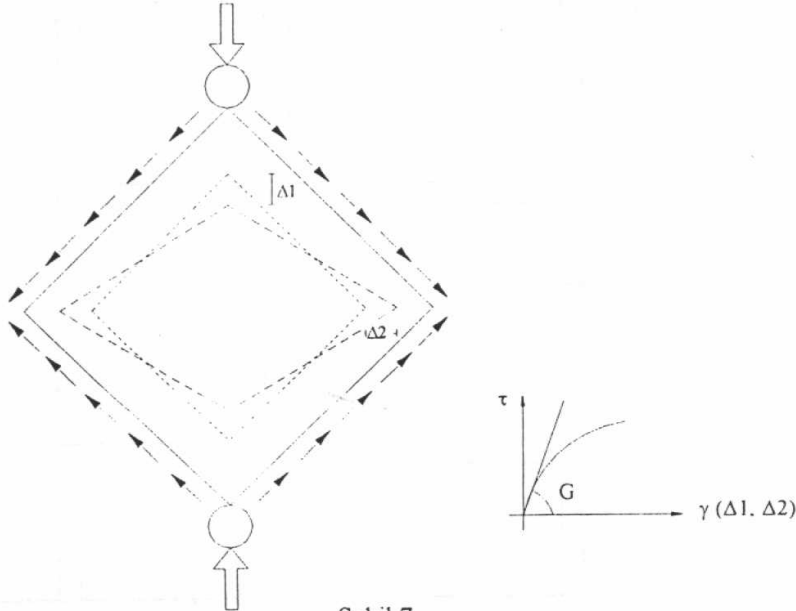


- iii- Komşu kiriş ve kolonlarla bütünleşik hale getirilen ZENON PANEL'lerin çerçeve yatay rijitliğine ve dayanımına olan katkılarının saptanmasına yönelik deneyler, (Bkz. Şekil 6),



Şekil 6

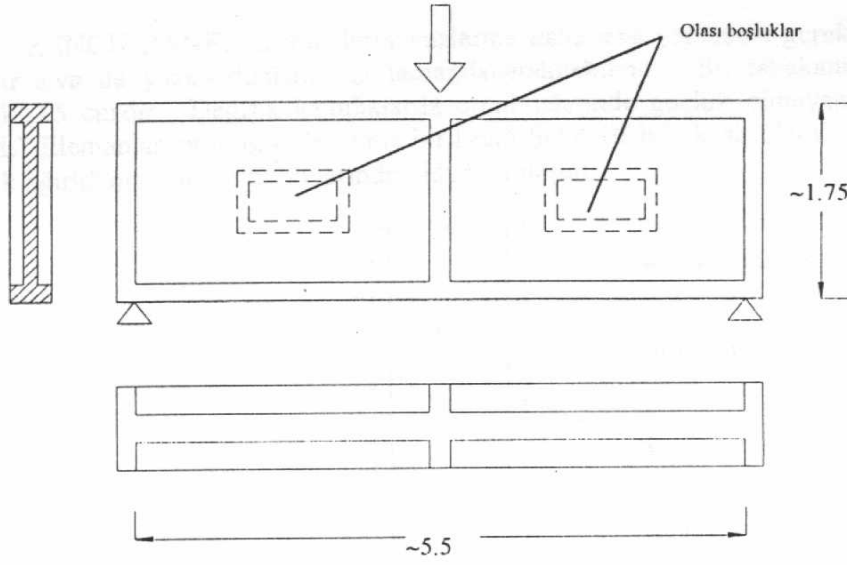
- iv- Birleşik panellerin kayma dayanımları, kayma gerilmeleri-kayma şekildeğiştirmeleri arasındaki bağıntıların oluşturulması ve kaymada göçme modlarının saptanması için yapılan deneyler, (Bkz. Şekil 7),



Şekil 7

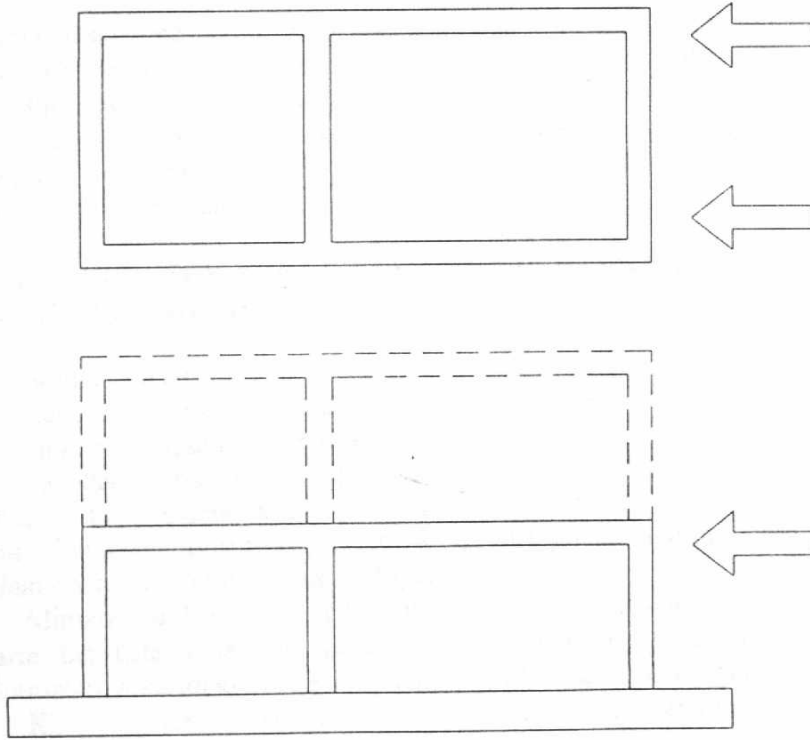
- v- Bütünleşik panellerin birbirine dik doğrultularda bağlantılarının davranışı, dayanımı ve göçme modlarının çeşitli parametreler için sınanmasına yönelik deneyler, (Bkz. Şekil 8),





Şekil 8

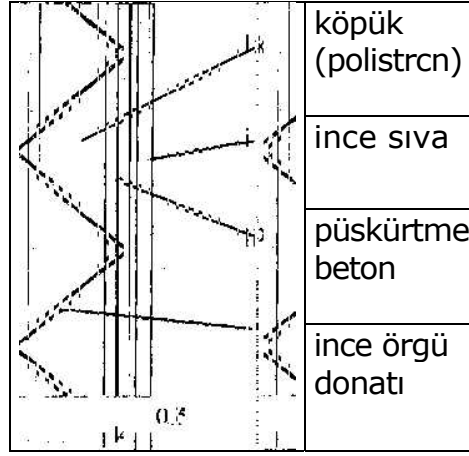
- vi- Döşeme ve Bölme Duvarları tümüyle ZENON PANEL Elemanlardan oluşan üç boyutlu yapıların sabit düşey ve artan yatay yükler etkisindeki genel davranışlarının saptanması için tasarlanan deneyler, (Bkz. Şekil 9),



Şekil 9

## A 1.4- ÖZ AĞIRLIKLAR BAKIMINDAN KARŞILAŞTIRMA

ZENON PANEL Elemanların yüzlerine kaba sıva yapılması gerekli değildir. İnce bir sıva ile yüzey düzleme işi tamamlanabilmektedir. Bu tabakanın kalınlığı yaklaşık 0.5 cm'dir. Değişik kalınlıklarda üretilmelerinde güçlük olmayan "ZENON PANEL" Elemanlarının öngörülen tipik bir kesiti Şekil 10'daki kesit olarak alındığında yaklaşık ağırlığının  $180 \text{ kg/m}^2$  civarında olduğu anlaşılır.



Şekil 10

Bu hesapta püskürtme beton birim hacim ağırlığı olan  $\gamma = 2 \text{ t/m}^3$  kullanılmıştır. Bu durum TS 498 de öngörülen olası duvar ağırlıklarından\* daha azdır.

Buna göre aynı amaca yönelik olmak üzere tuğla duvar yerine ZENON PANEL kullanılması yapının öz ağırlığında doğrudan bir azalma sağlayacaktır ki bu yatay deprem hesabına esas olacak toplam yapı ağırlığını azaltacak yani yapı daha az deprem etkisine maruz kalacaktır.

## A 1.5- YAPININ DÜŞEY YÜKLER ALTINDAKİ DAVRANIŞI AÇISINDAN DEĞERLENDİRME

Bölme duvarı olarak ZENON PANEL'leri (Şekil 1)'deki vb yollarla oluşturulması, bağlanmış buldukları kolon ve kirişlerin eğilme rijidlikleri üzerinde etkilidir, onların artmasına neden olur.

Panellerle kiriş ve kolonlar arasındaki kaymanın alınmasına ve inşaat sırasında arada boşluk kalıp kalmamasına, sürtünmenin mertebesine bağlı olarak da kolon ve kirişlerin donatısını düşürmek, kolon-kiriş birleşim bölgesinin sistem davranışı üzerindeki önemini azaltmak olanağı doğar.

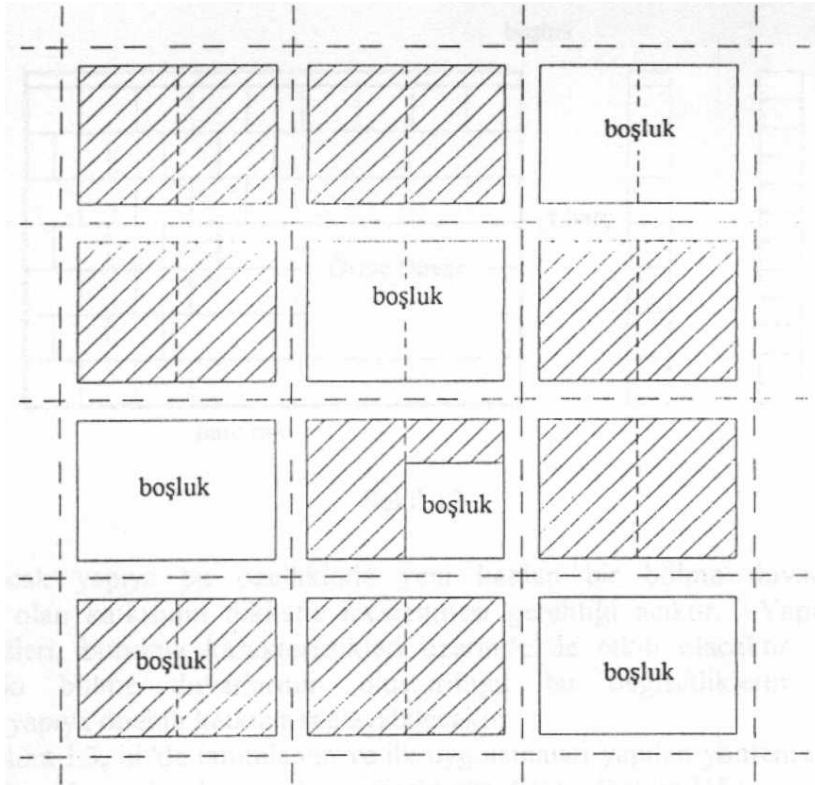
Mimari gereksinimler nedeni ile ZENON PANEL'lerin oluşturduğu bölme duvarların üst üste veya yan yana gelmemiş olmaları ya da içlerinde boşluklar buldurmaları yukarıdaki özellikleri önemli ölçüde değiştirmez, (Şekil 11).

Kiriş ve kolonların rijidleşmeleri titreşim özellikleri üzerinde etkili olup onların frekanslarını büyütecektir.

\*

Yarım tuğla duvar 250 kg/m<sup>2</sup>  
Tam tuğla duvar 420 kg/m<sup>2</sup>

Şekil 11

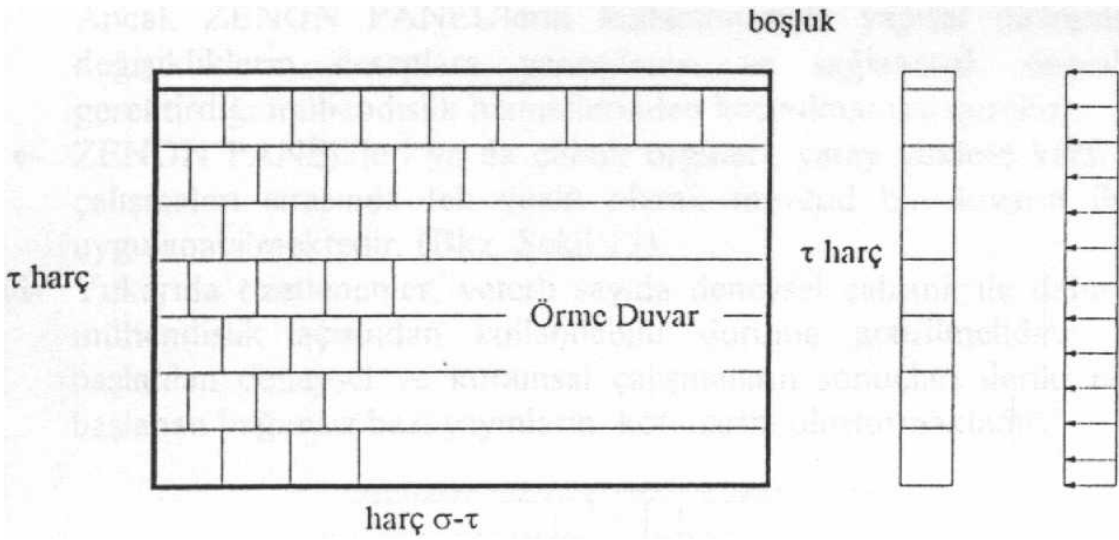


## **YAPININ YATAY YÜKLER ALTINDAKİ DAVRANIŞI AÇISINDAN DEĞERLENDİRME**

ZENON PANEL elemanların büyük düzlem içi eğilme rintlüklerinin katkısıyla rijidleşen yapının yatay doğrultudaki frekansları büyür yani titreşim periyodları küçülür. Çünkü yapıların kattan kata yaptığı yatay yerdeğıştirmeler ya da katlar düzeyinde oluşan mutlak yerdeğıştirmeler bölme elemanlarının etkisiyle azalacaktır. Böylelikle yapının ince inşaatının korunmasına yönelik deprem yönetmeliğı ile ilgili koşulların daha kolayca yerine gelmesi sağlanabilecektir.

Aynı paneller düzlemlerine dik doğrultudaki yatay rüzgar etkisini ve kendi öz ağırlıklarından kaynaklanan deprem yükünü, çevrelerinde yer almakta olan kolon ve kirişlere, eğilerek ulaştıracak ve oralara yerleştirilmiş olan kayma kamaları ile de aktaracaklardır.

Hesaba alınacak olan bu kuvvetler, örölerek oluşturulan bölme duvarlarında daha çok üç yandan ve kullanılan harcın kayma dayanımı ile orantılı olarak aktarılabilirken, ZENON PANEL elemanlar için öngörülen bağlantıda bu etkiye ek olarak kayma kamalarının katkısını kullanmak ve dördüncü kenarı devreye sokmak mümkün olacaktır. Bunun uygulamaya yönelik sonucu, düzlemine dik yatay yük etkisinde daha büyük bölme duvarlarını yapma olanağıdır. Kayma kamalarının çift sıra konabilmesi durumunda (Bkz. Şekil3), mesnedler eğilme alabilen birleşime dönüştürülebiyecek bu da daha büyük ya da daha güvenli bölme duvarı imalatına izin verecektir.



Şekil 12

Ancak yapıya bu özelliklerle yeni katılan bir bölme duvarının sistem davranışına olan katkısının dikkatle incelenmesi gerektiği açıktır. Yapının değişen yatay rijitlikleri, burulma karakteristikleri üzerinde de etkili olacaktır. Öngörülen özelliklerdeki bölme duvarlarının oluşturduğu bu değişikliklerin mühendisçe irdelenmesi yapıya önemli katkılar sağlayabilecektir.

Bölüm 1.3, iii 'de tanımlanan ve ilk uygulamaları yapılan yöntemle ait deneyler bu konuda önemli ve olumlu işaretler vermektedir, (Bkz. Bölüm IV )

## A 1.7- ÖN İNCELEME SONUÇLARI

Yapılan ön incelemeler ışığında ulaşılan bazı sonuçlar aşağıdaki gibi özetlenebilir;

- i- ZENON PANEL Elemanların yerinde oluşturulmasında hiçbir güçlük yoktur, kayma kamalarının yerleştirilmesi, örgü donatılı polistren tabakaların taşınması ve beton püskürtülmesi kolayca tamamlanabilecek işlemlerdir. ZENON PANEL Elemanların bölme duvarı yerine kullanılmasında, ne düşey yükler ne de deprem ve rüzgar gibi yatay etkiler açısından hiçbir sakınca yoktur.
- ii- Kiriş ve kolonlarla uygun bağlanıp bütünleşik bir sistem oluşturdukları zaman, betonarme taşıyıcı sistemle birlikte ZENON PANEL'li bir yapı kararlılık ve deprem güvenliği açısından çok uygun karma bir sisteme dönüşür. Böylelikle burkulmaya karşı güvenliği artmış yatay yük taşıma kapasitesi yükselmiş bir sistem davranışı elde edilir.
- iii- ZENON PANEL kullanılmış bir sistemin şiddetli yer sarsıntısı karşısında, bu hareketin başlangıcındaki davranışı ile biraz sonraki arasında önemli farklar oluşması beklenmez. Çünkü gevrek bölme duvarlarında olduğu gibi parçalanarak dağılıp, yatay rijidlik açısından devre dışı kalması olasılığı azdır. Ayrıca düzlemi dışına savrulması ilave can ve mal kaybına neden olması da beklenmez. ZENON PANEL'lerin oluşturduğu bölme duvarlar sarsıntısının

i- sonuna kadar taşıyıcı sistemin bir parçası olarak kalır, hasar görse de onarılması diğerlerine göre çok daha kolay olur.

iv- ZENON PANEL Elemanlar bölme duvarı olarak yeni inşa edilmekte olan konut ya da sanayi tipi binalarda kullanılabileceği gibi yatay ve düşey yüklere göre güçlendirilmek istenen binalar için de çok uygun bir çözüm olmaktadır. Ancak ZENON PANEL'lerin kullanılmasıyla yapısal davranışta oluşacak değişikliklerin hesaplara yansıtılması ve sağlanacak önemli yararların gerektirdiği mühendislik hizmetlerinden kaçınılması gerekir.

v- ZENON PANEL'leri ya da çubuk örgüleri, yatay yüklere karşı güçlendirme çalışmaları sırasında tek yüzlü olarak mevcud bir duvarın iki yanına da uygulanabilmektedir.

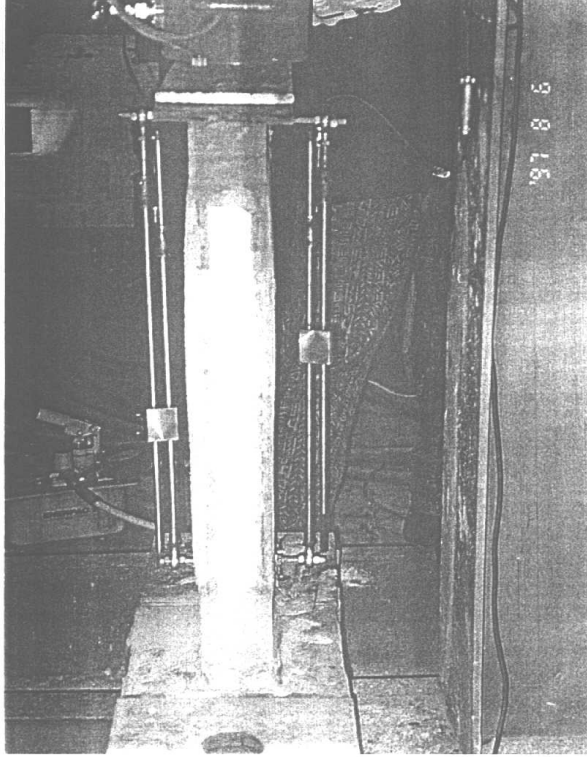
vi- Yukarıda özetlenenler, yeterli sayıda deneysel çalışma ile daha güvenilir ve mühendislik açısından kullanılabilir duruma getirilmelidir. Bu amaçla başlatılan deneysel ve kuramsal çalışmaların sonuçları ileriki bölümlerin ve başlanan bağımsız bazı yayınların konularını oluşturmaktadır.

## **A.II- BÜTÜNLEŞMİŞ PANELLERİN BASINÇ DAYANIMLARI**

Bütünleşmiş panellerin basınç dayanımları, yük-yerdeğiştirme bağıntıları ve göçme biçimlerinin deneysel yolla saptanması için bir ön çalışma planlanmış ve iki farklı kalınlıkta dörder numune hazırlanmıştır. Geometrik ve diğer üretim özellikleri Şekil 14'de özetlenen bu numuneler deney ve ölçüm düzenleri Fotoğraf 2, Fotoğraf 3, ve 4'de görülmektedir. Numunelerin iki yüzünde ayrı ayrı olmak üzere boy kısaltmaları doğrudan doğruya ölçülüp yük hücresinden okunan yüklerle birlikte kaydedilmiştir. Bu kayıtların listeleri ile grafik hale dönüştürülmüş şekilleri anlamlı bulunan beş numune için izleyen sayfalara alınmıştır.

- i- Alt ve üst birinci gözlerle polistreni al
- ii- Zenon paneli kalıba yerleştir
- iii- Alt betonu dök , sıkıla
- iv- Yan kalıpları koyup püskürtme betonu at
- v- Başlık yan kalıbını yerleştir
- vi- Başlık betonunu dök

## ZENON Panel Basınç Numunelerinin hazırlanması



Elde edilen en büyük görünen ortalama basınç gerilmeleri ile yük-yerdeğiştirme bağıntılarının incelenmesinden ulaşılan görünen ortalama elastisite modülleri aşağıdaki Tablo 1 'de özetlenmektedir. Burada verilen elastisite modüllerine ulaşmak için o numunede elde edilmiş en büyük basınç gerilmelerinin 0.05'i ile 0.35'ine karşılık gelen gerilme ve şekildeğiştirmelerden yararlanılarak pek çok yayında başvurulduğu gibi oranı kullanılmıştır.

TABLO 1 En büyük Görünen Ortalama Basınç Gerilmeleri ve Elastisite Modülleri

Numune	$\sigma_{\max}$ ort kg/cm <sup>2</sup>	Eort kg/cm <sup>2</sup>
Panel 1	74,4	135329
Panel 2	80,5	129054
Panel 3	67,2	108676
Panel 4	78	133782
Panel 5	117,9	107526

### **AIII- BÜTÜNLEŞTİRİLMİŞ PANELLERİN EĞİLMELERİ**

Düzlemlerine dik doğrultudaki rüzgar ya da deprem etkisine maruz kalan düşey bölme duvarları veya düzlemlerine dik sabit ve hareketli yükleri taşımak durumunda olan döşeme elemanlar yerine, bütünleştirilmiş ZENON PANEL'lerin kullanılabilmesi için bu yükler etkisindeki davranışlarının belirlenmesi gerekmektedir. Bu amaçla iki farklı deney gerçekleştirilmiştir. Bunlardan birincisinde ZENON PANEL'lere ek eğilme donatısı konmamış, ikincilerde ise çekme bölgelerinde ek eğilme donatısı kullanılmıştır. Aşağıdaki ilci bölümde bu konudaki ilk çalışmalar özetlenmektedir.

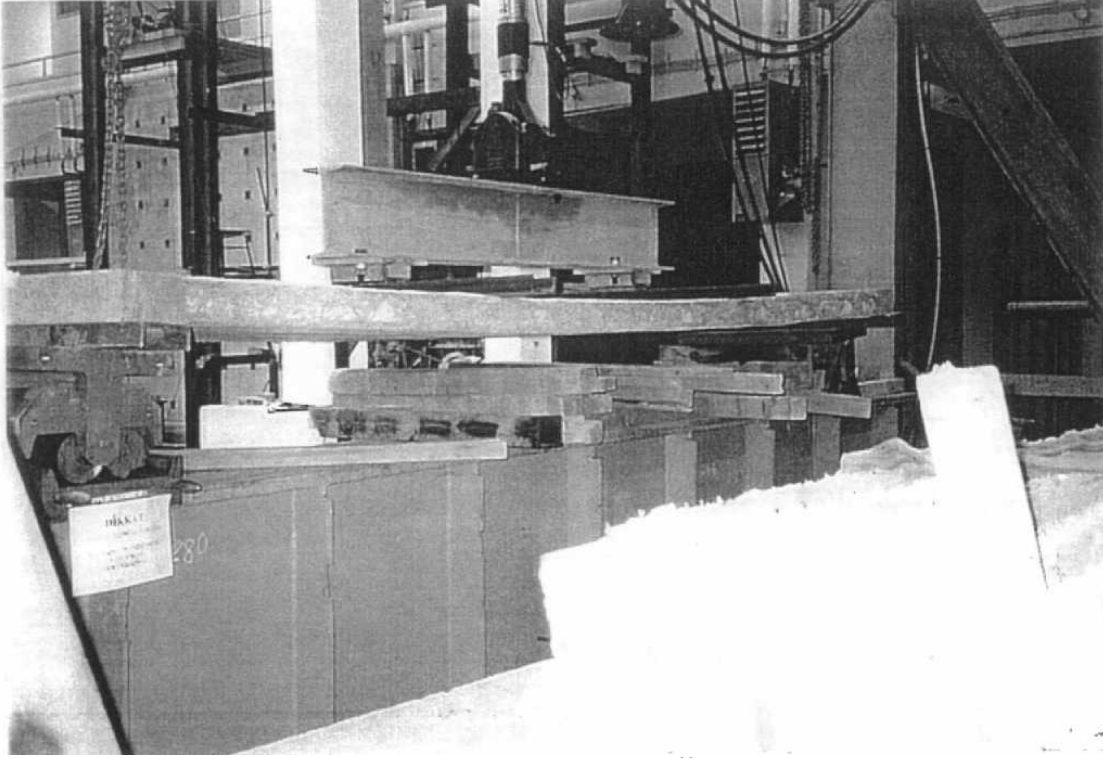
### **AIV- EK DONATI KULLANILMADAN YAPILAN DENEYLER**

Düşey yük taşımayan bölme duvarları olarak yerinde imal edilen ZENON PANEL duvarların düzlemlerine dik eğilme momenti taşıma kapasiteleri, yük-yerdeğiştirme bağlantıları ve göçme biçimlerinin deneysel olarak saptanmasına yönelik çalışmalarda toplam, 9 ve 12 cm kalınlıklı, 3x2 = 6 adet numune kullanılmıştır. Numuneler uygulamada üretildikleri yöntemlerle laboratuarda üretilmiş 4.4 m boyunda numunelerdir, Blcz. Şekil 15. Orta üçte bir noktalarından eşit tekil, düzlemlerine dik iki yükle zorlanan numunelerin yüklenme şekli ve deney düzeneği Fotoğraf 5'de izlenebilmektedir. Kendi özağırlığı ve yük dağıtma elemanları ile yerdeğiştirme kontrollü verenlerden gelen yüklerin etkisinde bırakılıp kırılıncaya kadar zorlanan numuneler ve göçme modları Fotoğraf 6-21 arasında yer almaktadır. Bu yüklemeler sırasında, numunelerin açıldık ortalarında okunan düşey yerdeğiştirmeler ile yükler arasındaki bağlantılar grafik olarak elde edilmiş ve Şekil 17 ile Şekil



22 arasında sunulmuştur. Diyagramların başlangıç bölümleri verenlerin uyguladığı yükün dışındaki yüklere yani özağırlıdara karşılık gelmektedir. Buradald yerdeğiştirme hesaplarında yapılan önemli varsayımlar şunlardır.

- i- Alt ve üst beton tabakaları birlikte çalışmaktadır. Bu çalışma için gerekli olan aradaki kayma başlıdardaki beton ve örgü donatısı ile alınmaktadır,
- ii-  $E_{nn}=16534 \text{ kgf/cm}^2$  'dir.



Fotoğraf 5

#### **A.IV- BÜTÜNLEŞTİRİLMİŞ PANELLERİN SAĞLADIĞI DÜZLEM İÇİ DAYANIM**

Artan yükler etkisinde kalarak hasar görmüş bulunan çerçeve modellerin, bütünleştirilmiş paneller aracılığı ile yatay yük taşıma kapasitelerinin arttırılabilirliği konusunda bir pilot çalışma yapılmış ve iki bağlantı detayı sınanmıştır.

Kolon ve kirişlerde ilk numunede 20 cm aralıkta seyrek açılan deliklere epoksi harcı ile ( $\emptyset$ )3mm çapında çubuklar ankre edilmiş ikinci numunede bu aralık 10 cm'e indirilmiştir, Bakınız Fotoğraf 32 ve 33.

Birinci numunede köpük malzeme tüm açıklığı kaplarken ikincisinde

çevreden 10 cm uzakta kesilmiş yani yeni diyafram ile çerçeve arasında daha iyi sarılmış bir betonarme bölüm oluşturulmaya çalışılmıştır, Bakınız Fotoğraf 34,35 ve 36.

Aynı biçimde uygulanan püskürtme beton, (Bakınız Fotoğraf 37) prizini aldıktan sonra numuneler Şekil 36'de görülen düzen içinde ve daha önce çıplak çerçevenin denenmesi sırasında seçilen deplasman patronuna göre, yerdeğiştirmeler kontrol edilerek denenmiştir.

Birinci numuneden ekle edilen yük ycrdcğiştirnic çevrimleri /aıT eğrisi Şekil 37' de hasar durumu Fotoğraf 38 ve 39'da görülmektedir. Panel ile çerçevenin ayrılışı, sürtünen bölgede malzemenin ufalanması, püskürtme beton kalınlığı, donatı kalesi ve polistren Fotoğraf 40 ve 41'de gözlenebilmektedir.

İkinci numuneden elde edilen yük-yerdeğiştirme çevrimleri ve zarf eğrisi Şekil 38'de, hasar durumu ise Fotoğraf 42 ve 43'de yer almaktadır.

Deneyde kullanılan betonarme çıplak çerçevenin yük-yerdeğiştirme bağlantısı, bu çerçevenin içine gevrek dolgu duvar tuğlası yerleştirildiği durumda elde edilen yük-yerdeğiştirme bağlantısı ile yukarıda sözü edilen iki panelin düşey diyafram olarak kullanılmasına karşılık gelen benzer eğriler topluca Şekil 39'da verilmektedir.

Bu diyagramların karşılaştırılması çevreye özel biçimde bağlanmış ZENON panelin bütünleştiği hasar görmüş çerçevenin rijitlik dayanımının önemli ölçüde arttırılabildiğini ortaya koymaktadır.

Hasar durumlarının incelenmesi de bölme duvarda dağılma oluşmadığını göstermektedir.

Bu ilk olumlu göstergeler konunun önemle ele alınması ve deneylerin sürdürülmesi için yeterli gerekçelerdir.

## **A.V- GENEL SONUÇLAR**

ZENON-PANEL Elemanlar için başlatılan çalışmaların deneysel bölümünde amaçlanan birinci aşamaya ulaşılmıştır. Ayrıntılar bu yayında Bölüm-A başlığı altında toplanmış bulunan bu çalışmalardan elde edilen sonuçlar da aşağıda özetlenmektedir.

i- Bütünleştirilmiş panellerin panellerinin basınç dayanımları  $67.2 \text{ kg/cm}^2$  ile  $117.9 \text{ kg/cm}^2$  arasında değişmektedir. Bu gerilmeler hesaplanırken elemanların toplam kesit alanlarından yararlanılmıştır. Yani ortadaki köpük tabakası da gözönünde bulundurulmaktadır. Taşıma kapasitesinin aşılması anında bile numunelerde bütünüyle parçalanıp dağılma gözlenmemekte, göçme bölgesel olarak donatıların burkulması şeklinde ortaya çıkmaktadır. Beton kalitesinin daha yüksek tutulduğu numunelerle deneyler aillimlidir.

ii- Bütünleştirilmiş paneller düzlemlerine dik doğrultuda da belirli

bir yük taşıma kapasitesine sahiptirler. İçlerinde sadece öngörülen ince örgü çubukların bulunması durumunda ve ek eğilme donatısı kullanılması durumunda, bu yük taşıma kapasiteleri esas itibariyle deneysel yolla incelenmiş ve aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

a- Ek donatı kullanılmadan yapılan deneyler verilen boyuttaki numuneler ve deneydeki mesnetlenme koşulları gözönüne alındığında kendi üzerlerine gelecek rüzgar ve deprem yüklerini taşıyabilecek özelliktedir. Şekil 17-22 arasındaki yük-yer değiştirme diyagramlarında yer alan 0.2G yatay çizgisi beklenen deprem yüklemesine karşılık gelmektedir. Bu çizgi ile taşıma kapasitesi arasındaki büyük fark panellerin böyle bir yüklemeyi hasar görmeden kaldırabileceğini işaret etmektedir. Diyagramlardaki G çizgileri yaklaşık rüzgar yüklemeleri civarında veya ondan daha büyük bir yüklemeye karşılık gelmektedir. Elemanlar düzlemlerine dik bu yükleri verilen boyut ve sınır koşulları esas alınarak taşıyabilmektedir. Panellerin artan yükler etkisinde sergilediği göçme biçimleri iki beton tabakasını bağlayan diyagonal doğrultudaki örgü çubuklarının basınç alanlarında burkulma olması ve beton basınç bölgesinin ezilmesi ve eğilme donatılarının tümünün kopması şeklindedir.

b- Ek donatı kullanılarak yapılan deney sonuçlarından elde edilen ve taşıma kapasitelerine karşılık gelen  $P_u$  yüklerinin işletme yüklerine karşılık gelen  $P_{s,1}$  yüklerine oranları 2.36, 2.31, 2.16, 2.18, 2.38, 1.9, 1.93, 1.84, 1.7, 1.91, 1.47, 1.87'dir. Mesnetlerde iki tabakanın ayrılması mesnet yakın ve iki kayma kamasi arasındaki bölgede yer alan ve basınç alan diyagonal örgü çubuklarının burkulması ve ince bazı çekme çubuklarının kopması karşılaşılan göçme biçimleridir. Beton kayma kamalarının yerleri ve boyutları uygun seçilir, beton kalitesi yükseltilir ve daha iyi işçilikle erken göçmeler önlenirse malzemenin bu yönde de değerlendirilebileceği anlaşılmaktadır.

iii-Bütünlük ZENON panellerin hasar görmüş çerçeveler içinde sergiledikleri düzlem içi dayanımın çok ilgi çekici olmaktadır. Paneller çerçevelerin uygun biçimde bağlanmış olmaları birleşik davranışı klasik bölme duvarlı çerçeve davranışının mukavemet ve rijitlik bakımından üstüne çıkarmaktadır. Sistemik deneylere devam edilmesi önemlidir. Üretimde donatı kalitesinin korunması, beton kalitesinin yükseltilmesi için önlemler almak yerinde olacaktır.