



SAKARYA
ÜNİVERSİTESİ

Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü
Yapı Mekaniği ve Deprem Laboratuvarı Cihaz Kataloğu



SAKARYA
ÜNİVERSİTESİ

Yapı Mekaniği ve Deprem Laboratuvarı

BİRİM SORUMLUSU:

Dr. Öğr. Üyesi Hakan ÖZTÜRK (DEPREM)

Dr. Öğr. Üyesi Elif AĞCAKOCA (YAPI)

EĞİLME ÇERÇEVESİ

Donanım / Cihaz Bilgileri

100 ton yük uygulanabilen, sabit ve hareketli mesnetler kullanılarak, maksimum 4 m betonarme ve çelik numunelerin test edilebildiği deney düzeneğidir. Bu deney düzeneğinde betonarme ve çelik kiriş numunelerine ait eğilme deneyleri gerçekleştirilmektedir. Deney düzeneği otomatik ve manuel olarak yükleme yapabile 2 adet pistonla sahiptir.

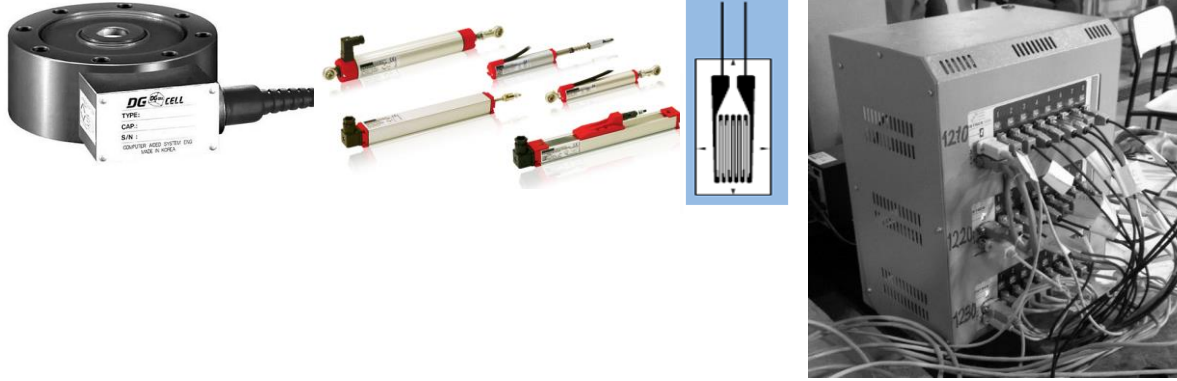


Şekil 1. Statik deneyler için eğilme çerçevesi ve veri toplama sistemi

Referans: Teknik Destek Grubu ve Yüksel Kaya Makina

Donanımın / Cihazın Teknik Özellikleri: Bu deney düzeneği ile uyumlu çalışabilen, 32 kanallı, statik deneyler için gerekli cihaz ve donanımların bağlanabildiği, farklı tip ve özellikte ölçüm alabilen, saniyede maksimum 8 adet veri kaydedebilen bir veri toplama sistemi mevcuttur. Bu veri toplama sistemi ile yük ölçümü, yatay ve düşey deplasman ölçümü (potansiyometrik cetvel

ve mitutoyo ile), şekildeğiştirme ölçümü (gerinim pulları ile) ve çatlak genişliği ölçümü (potansiyometrik cetvellerin 45 derece açıyla yerleştirilmesi ile) yapılabilmektedir.



a) Yük hücresi b) Potansiyometrik cetveller c) Gerinim pulu d) Veri toplama sistemi

Şekil 2. Statik deneyler için kullanılacak cihazlar ve veri toplama sistemi

Yük Ölçümü: Yükleme yapmak için kullanılan pistonun numune üzerine temas ettiği noktada 100t kapasiteli yük hücresi (load cell) yardımıyla yük ölçümü yapılabilmektedir. Ayrıca otomatik yükleme sistemi ile de bu ölçüm saniyede maksimum 8 adet veri ile yapılabilmektedir.

Yatay ve Düşey Deplasman Ölçümü: Farklı dirençlerde (5k ve 10k) olan potansiyometrik cetveller ile 50 mm'den 150 mm'ye kadar farklı büyüklüklerdeki deplasman ölçümü mevcut veri toplama sistemi ile yapılabilmektedir. Ayrıca mitutoyo ile de 50 mm'ye bu ölçüm kapasitesi mevcuttur.

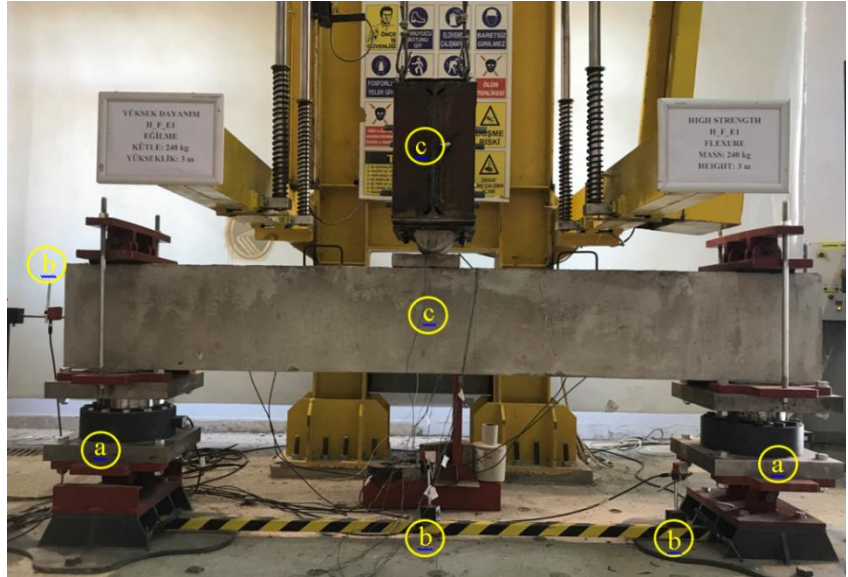
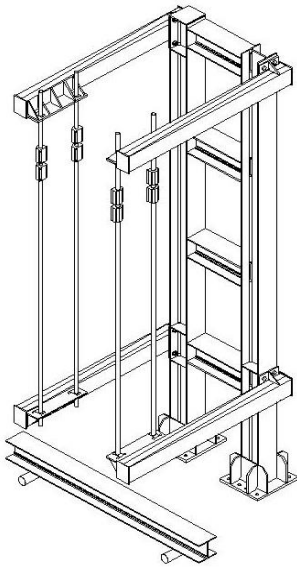
Çatlak Genişliği Ölçümü: Deplasman ölçümü için kullanılan potansiyometrik cetvellerin 45 derecelik eğik açıyla yerleştirilmesiyle betonarme numuneler üzerinde eğik kesme çatlaklarına ait genişlikler ölçülebilmektedir.

Şekildeğiştirme Ölçümü: Gerinim pulları yardımıyla betonarme numunelerde donatılar üzerindeki ve yapısal çelik elemanlar üzerindeki şekildeğiştirmeler değişken aralıkta ve sıklıkta ölçüm yapılabilmektedir. YFLA ve FLA tipi gerinim pulları sistemle uyumludur.

ÇARPMA (DARBE) ÇERÇEVESİ

Donanım / Cihaz Bilgileri

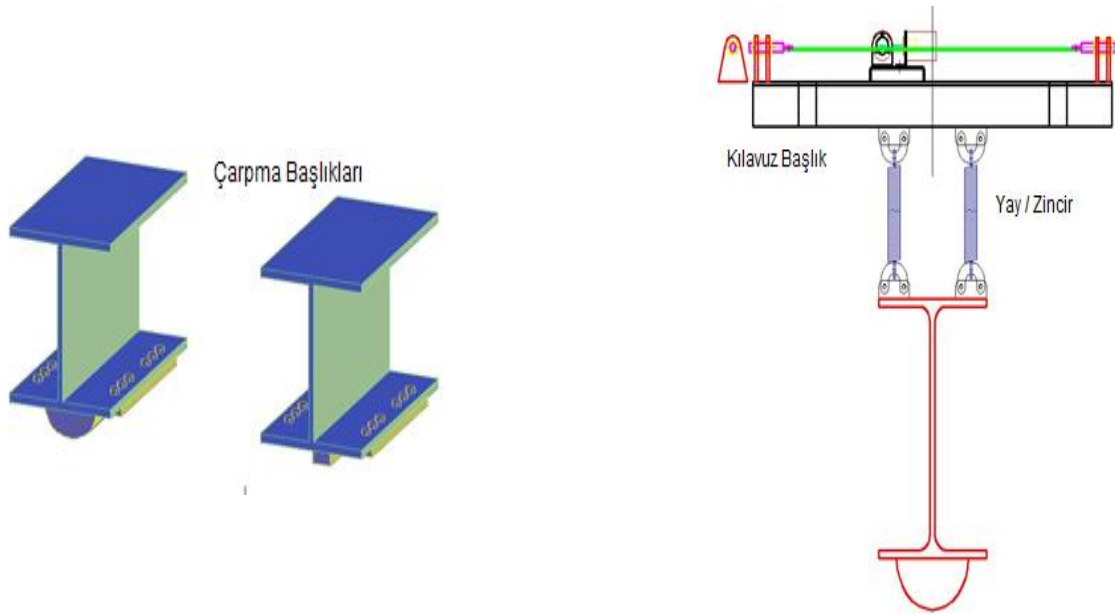
1 ton çarpma kütlesi uygulanabilmektedir. Değişik malzeme tipleriyle (betonarme,çelik vb.) deney yapılabilir. Döşeme, kiriş, çerçeve ve sistemde düzenlemeler yapıp kolon deneyleri de yapılabilir. Maksimum net düşme yüksekliği 3 m 'dir. Çarpma çerçevesi, maksimum 1 ton vurma başlığı ağırlığı ile 3.00 m yükseklikten serbest düşme ile çarpma deneyleri gerçekleştirilebilir (Şekil 3). Çarpma çerçevesinin çarpma başlığı yarım silindir biçiminde ve çarpma kütlesine rijit bağlıdır. Bunun dışında farklı vurma başlıklarını kullanılabilmektedir. Çarpma kütlesi ise düşürme platformuna dört adet rijit yay ile bağlıdır (Şekil 4). Çarpma deneylerinde kullanılacak cihazlar Şekil 3.a ve Şekil 3.b'de gösterilmiş olup, (a) yük hücresi, (b) lazermetre ve (c) ivmeölçerler verilmiştir. Yükleme esnasında oluşan çatlak genişliklerini belirlemek için numune arka yüzeylerine yerdeğiştirme ölçerler yerleştirilebilir.(Şekil 3.b). Ayrıca deformasyonları ölçmek için numunelerde şekildeğiştirme ölçümleri gerinim pulları ile yapılabilir.



Şekil 3.a. Çarpma çerçevesi ve ölçüm cihazları



Şekil 3.b. Yerdeğiştirme ölçer yerleşimi



Şekil 4. Çarpma başlığı detayları

Referans: NI Instrument, DTA Mühendislik, Enovas Mühendislik

Donanımın / Cihazın Teknik Özellikleri: Bu deney düzeneği ile uyumlu çalışabilen, 32 kanallı, dinamik deneyler için gerekli cihaz ve donanımların bağlanabildiği, farklı tip ve özellikte ölçüm alabilen, 25 kHz ile veri kaydedebilen bir veri toplama sistemi mevcuttur. Bu veri toplama yük hücresi ile yük ölçümü, lazermetre ile deplasman ölçümü, ivmeölçerler yardımıyla ivme ölçümü yapılabilmektedir. Ayrıca potansiyometrik cetveller bağlanarak eğik kesme çatlakları ve şekildeğiştirme ölçümü için ise değişik tipteki gerinim pulları ile veriler yüksek hassasiyet ile toplanabilmektedir (Şekil 5).

Deneylerde kullanılacak cihazlar;

İvmeölçer: Deney kapsamında iki adet National Instrument üretimli +/-5000 g kapasiteli PCB ICP tipi şok ivmeölçerlerdir. 2 adet ivmeölçerlerden biri deney numunesi üzerine, diğeri ise çarpma kütlesi üzerine yerleştirilerek deneyler yapılmaktadır (Şekil 5a).

Gerinim pulu: YFLA ve FLA tipi gerinim pulları NI 9237 modülü ile 25 kHz hassasiyetle şekildeğiştirme ölçümü yapabilmektedir. Elde edilen sonuçlar dinamik deneyler için kullanılan veri toplama sistemi yardımıyla toplanabilmektedir.

Yük Hücresi: Numune mesnetlerinde, mesnet reaksiyonları ölçmek için 200 tf kapasiteli loadcell kullanılacaktır. LS200 (Şekil 5h) yassı tipi yük hücresi hem çekme hem de basınç kuvvetlerini ölçebilen yük hücreleri olup NI 9237 (Şekil 5e) bağlantı kartıyla veri toplama sistemine bağlantısı yapılmaktadır.

Lazermetre: Nesneye karşı duyarlı olan ve kırmızı lazer ışığı ile ölçüm yapan bu sensör analog çıkışlıdır. Lazer sınıfı 1, IEC/EN 60825-1:2007 olup, ışık spotunun büyüklüğü (sensör mesafesinde) 1 milimetredir. Ölçüm aralığı 50-450 mm olup 0.1 mm geometrik çözünürlüğe, %1 ölçüm hassasiyetine, %0.5 tekrar edilebilirliğe, 4ms ölçüm süresine sahiptir. Volyaj analog çıkışına sahip bu sensör 18-30 Volt arasında besleme gerilimi ile çalışmaktadır.. Bu bağlantı kablosu 13 mm anahtar genişliğine sahip olup -25 ve +50 derece arasında ölçüm yapabilmektedir.

Veri Toplama Sistemi:

NI 9237: National Instrument üretimi NI 9237 veri toplama cihazı ile donatı üzerindeki gerinim pullarından alınan değerler cihazda toplanacaktır. Mesnetteki Tam Köprü gerinim pulları da bu cihaza veri aktaracaktır. Cihaz dört kanaldan oluşmaktadır. (Şekil 5e). Tam ve çeyrek köprü veri aktarımı ve bilgisayar bağlantısı için kullanılabilir (Şekil 5f).

NI 9234: National Instrument üretimi NI 9234 veri toplama cihazı ile ivmeölçerlerden alınan veriler toplanacaktır. (Şekil 5d).

NI 9219: Lineer potansiyometrik cetvel ve yerdeğiştirme ölçerlerin veri toplama sistemine uyumlu olabilmesi için gerekli modüldür (Şekil 5c).

NI 9215: Deplasman ölçümü için kullanılan +50/450 mm kapasiteli lazermetrelerin veri toplama sistemine bağlanması için gerekli ara modüldür.

NI cDAQ: Bütün veri toplama cihazlarının toplandığı ana şasedir. Bu birime, cihazlar soket biçiminde yerleştirilerek veri akışı sağlanır (Şekil 5g).



Şekil 5. Kullanılacak sarf malzeme ve cihazlar

DUVAR DENEY DÜZENEGİ

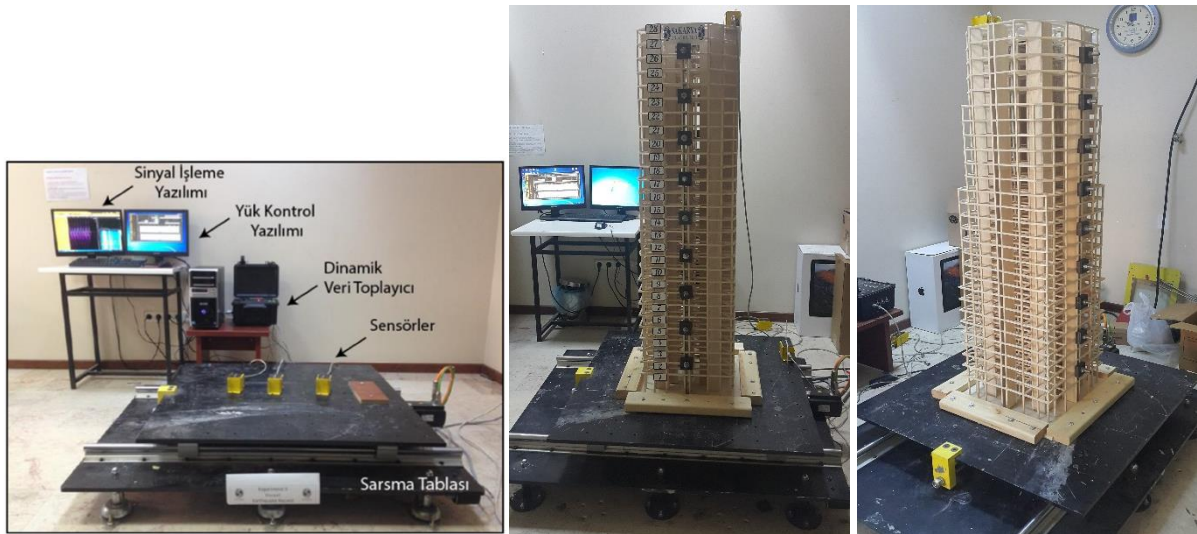
Donanım / Cihaz Bilgileri

Yığma duvarların davranışının deneysel olarak incelenmesi için kullanılan bu düzende deney numunelerine 100 ton yük uygulanabilmektedir.

TEK EKSENLİ SARMA TABLASI DÜZENEGİ

Donanım / Cihaz Bilgileri

Tek yönde deprem hareketinin simüle edilerek, numunelerin deneysel olarak incelenmesi için kullanılan deney düzeneğidir. Tek eksenli sarma tablası ± 190 mm yerdeğiştirme yapabilmektedir. Ayrıca farklı frekans, genlik ve karakteristikteki sinüs hareketleri ile deprem yer hareketlerini simüle edebilmektedir. Servo-elektro motorlu 250 N kapasiteli, 1000x1000 mm boyutundaki sarma tablası ± 2 g ivme oluşturabilme kapasitesine sahiptir. Sarsma tablası tek eksenli olarak sinüzoidal ve deprem yükleri uygulayabilme kapasitesine sahiptir. Deprem yer hareketinden oluşan yer değiştirmeler sarsma tablasının kapasitesini aştığı durumlarda ölçekleme veya bazı katsayılar yardımıyla sisteme adapte edilebilmektedir. Bu sarsma tablasına ait bir adet, 1 kHz hassasiyete kadar kayıt yapabilme 4 kanallı dinamik veri toplama sistemi mevcuttur. Bu veri toplama sistemi yardımıyla mevcut envantere bulunan ve tek eksenli sarsma tablası ile uyumlu çalışabilen, 3 adet, tek eksenli ivmeölçerler mevcuttur. Uygulanan yük doğrultusunda yapı tepe noktası ve sarsma tablasına bağlanan ivmeölçerler aracılığı ile elde edilen kayıtlar veri toplama sistemi yardımı ile bilgisayar ortamında kayıt altına alınabilmektedir. İvmeölçerler 5 mikro-g/Hz gürültü performansına, ± 3 g ölçüm kapasitesine ve 0-400 Hz frekans aralığına sahiptir (Şekil 6).



Şekil 6. Deney düzeneği, kullanılan veri toplama sistemi ve ölçüm cihazları

Referans: Teknik Destek Grubu

6 EKSENLİ SARSMA TABLASI DÜZENEGİ

Donanım / Cihaz Bilgileri

SANLAB SMotion3000 markalı sarsma tablası 2.5x2.5 m boyutlarında, altı serbestlik dereceli ve 2000 kg'lık yük kapasitesine sahiptir. Üretici firma tarafından sağlanan yük kontrol yazılımı vasıtasıyla sarsma tablasında sinüzoidal yük uygulanabileceği gibi El-Centro ve Kocaeli gibi deprem kayıtları da uygulanabilmektedir.



Şekil 7. Deney düzeneği

Referans: SANLAB Simulation

Donanımın / Cihazın Teknik Özellikleri:

Toplam hareket boyu, maksimum ivme kapasitesi ve maksimum hız değerleri Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Sarsma tablası hareket sınırları

	Pozisyon / Dönme	Hız / Açısal Hız	İvme / Açısal İvme
İleri / Geri (Surge)	± 0.34 m	± 0.7 m/s	± 6 m/s ²
Yukarı / Aşağı (Sway)	± 0.33 m	± 0.7 m/s	± 6 m/s ²
Sağ / Sol (Heave)	± 0.34 m	± 0.55 m/s	± 8 m/s ²
Yatma (Roll)	$\pm 18^\circ$	$\pm 33^\circ$ /s	$\pm 220^\circ$ /s ²
Yunuslama (Pitch)	$\pm 18^\circ$	$\pm 34^\circ$ /s	$\pm 220^\circ$ /s ²
Dönme (Yaw)	$\pm 24^\circ$	$\pm 33^\circ$ /s	$\pm 300^\circ$ /s ²

İvme Ölçerler

Donanım / Cihaz Bilgileri

4 adet SenseBox 7021 tek eksenli ve 4 adet SenseBox 7023 üç eksenli ivmeölçer bulunmaktadır. Düşük gürültülü ve yüksek çözünürlüklü olmaları sebebiyle sismik ölçümler, kuvvetli yer hareketi ölçümleri, yapı kontrolü, yapı sağlığı izleme ve modal analiz uygulamalarında kullanılmaktadır.



Referans: Teknik Destek Grubu

Donanımın / Cihazın Teknik Özellikleri:

Bu ivmeölçerler, 130 ng/Hz ultra düşük gürültülü ve kuvvet/elektro-dinamik geri beslemeli sensörlerdir. Tüm ivmeölçerler $\pm 3g$ aralığında 2400 mV/g hassasiyetinde veri alabilme kapasitesine sahiptir.

Pozisyon Ölçerler

Donanım / Cihaz Bilgileri

Pozisyon verilerinin ölçülebilmesi için 77 µm hassasiyetle ölçüm yapabilen dört adet UniMeasure marka ipli pozisyon ölçer mevcuttur.



Referans: UniMeasure