

BELİRLİ YÜKLEME KOŞULLARI ALTINDA KILAVUZ RAY BAĞLANTI ELEMANLARINA ETKİYEN KUVVETLERİN TESPİTİ*

Sühan Atay

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
suhanatay@hotmail.com

C. Erdem İmrak

Prof. Dr.,
İTÜ, Makina Fakültesi,
Makina Mühendisliği Bölümü, İstanbul
imrak@itu.edu.tr

Sefa Targıt

ASRAY, Asansör Kılavuz Rayları,
Gebze, Kocaeli
stargit@asray.com

Umut Şahin**

Arş. Gör.,
İTÜ, Makina Fakültesi,
Makina Mühendisliği Bölümü, İstanbul
sahinumu@itu.edu.tr

ÖZET

Güvenli ve konforlu seyahat açısından kılavuz raylar ve bağlantı elemanları asansör sisteminin önemli unsurlarıdır. Asansör kabininin normal seyahati sırasında, kılavuz raylar ve bağlantı elemanları üzerine etkiyen yükler, basma, çekme, eğilme ve burkulma gibi mukavemet hallerine yol açmaktadır. Bu çalışmada, deneysel veriler ışığındaki sayısal hesaplamalar belirli yükleme koşulları için EN 81-1 standardına göre değerlendirilmiştir. Bağlantı parçalarında (cıvatalar ve T-cıvatalar) meydana gelen gerilme ve deformasyonlar deneysel olarak incelenmiştir. Son olarak, sayısal hesaplama ve test sonuçlarından elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kılavuz ray, ray sabitleme, T-cıvatalar, braket, bağlantı elemanları

DETERMINATION OF LOADS ACTING ON GUIDE RAIL FIXING UNDER CERTAIN LOADING CONDITION

ABSTRACT

In terms of provide safety and smooth travel, guide rails and their fixing components are essential elements of the complete elevator system. Loads acting on the guide rails and fasteners occur during the elevator car normal travel lead to bending and buckling (or tensile) stresses. In this study, numerical calculations are explained according to EN 81-1 for certain loading conditions. Stress and deformations occur on the fixing components (bolts and T-clips) are examined by experimentally. Finally, the results obtained from numerical calculation and test results are compared and discussed.

Keywords: Guide rail, rail fixing, T-clips, bracket, fasteners

** İletişim yazarı

Geliş tarihi : 05.12.2014

Kabul tarihi : 22.12.2014

* 25-27 Eylül 2014 tarihlerinde Makina Mühendisleri Odası ve Elektrik Mühendisleri Odası tarafından İzmir'de düzenlenen Asansör Sempozyumu'nda sunulan bildiri, dergimiz için yazarlarınca makale olarak yeniden düzenlenmiştir.

Atay, S., İmrak, C. E., Targıt, S., Şahin, U. 2014. "Belirli Yükleme Koşulları Altında Kılavuz Ray Bağlantı Elemanlarına Etkiyen Kuvvetlerin Tespiti," Mühendis ve Makina, cilt 55, sayı 658, s. 75-80.

1. GİRİŞ

Ray bağlantıları ve çelik cıvatalar, kılavuz rayları duvara sabitlemek için kullanılır ve doğrusallık sağlamaktadır. Asansör sistemindeki kılavuz rayların ve ray bağlantı elemanlarının temel işlevleri; asansör kabine ve dikey yönde hareket eden karşı ağırlığa kılavuzluk yapmak, mümkün olduğunca arabanın yatay hareketini en aza indirmek, eksantrik yükler nedeniyle arabanın eğilmesini önlemek, güvenli duruşu sağlamak, yolcu asansörlerinin serbest düşme durumlarında asansörü durdurmak için paraşüt fren sistemini aktifleştirmektir. Asansör yolculuğunda ve paraşüt fren devreye girdiğinde, kılavuz raylar ve ray bağlantılarında çeşitli kuvvetler meydana gelir. Kılavuz raylar düzgün montajlanmadığında, güvenlik freninin çalışması sırasında aşırı ve dengesiz yüklere maruz kalır. Literatür taraması sonucunda, kılavuz raylar, bağlantı noktaları ve T cıvataların gerilme analizlerinin genellikle bilgisayar ortamında yapılan çalışmalarla sınırlı kaldığı görülmüştür [1].

2. KILAVUZ RAYLAR, BRAKETLER VE BAĞLAMA ELEMANLARI

Bu çalışmada, belirli yükler altındaki bağlantı noktaları incelenmiştir. Kılavuz raylar ve bağlantı sistemi Şekil 1’de, braketler ve T cıvatalar da Şekil 2’de gösterilmiştir.

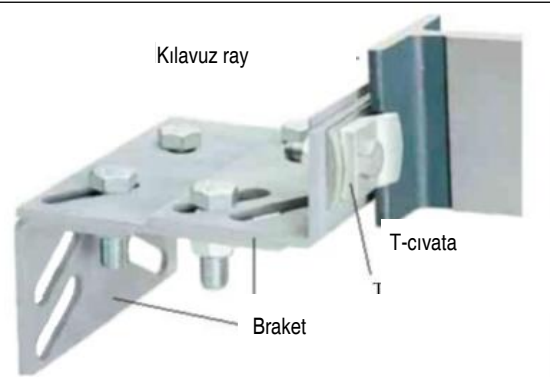
Deneysel çalışmalar sonucunda statik ve dinamik yükler altında braket ve bağlantılarının İTÜ Makina Fakültesi Asansör Teknolojileri Laboratuvarında sonlu eleman modeli ve simülasyon çalışmaları yapılmıştır. HILTI firmasından Dr. Merz’in kapsamlı makalesinde sunulan deney düzeneği fikri incelenmiştir [4, 5].

Bağlantı elemanları yük altında yer değiştirme veya göreceli hareket yapabilir. Bu hareketleri engellemek için braket cıvataları ön yüklemeli monte edilir (Şekil 3). μF_{on} sürtünme kuvveti (FS) meydana gelir. Bağlantı elemanlarının teorik ilkeleri mekanik bağlantıların efektif hale getirilmesi için verilir [1].

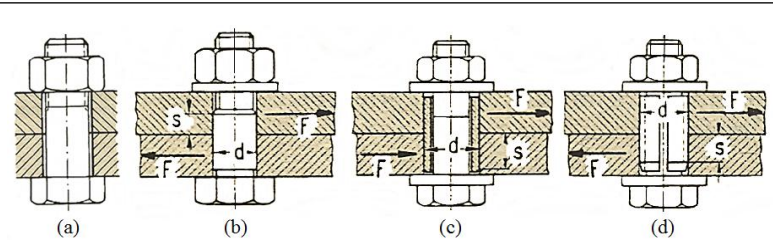
$$F_s = \mu F_{ON} \geq F/i \quad \text{veya} \quad \mu F_{ON} = c_0 F/I \quad (1)$$

Civata sayıları i ; $c_0 = 1,1 - 1,5$ kaymaya karşı güvenlik faktörüdür. Bu denklemden, gerekli bağlama kuvveti bulunabilir.

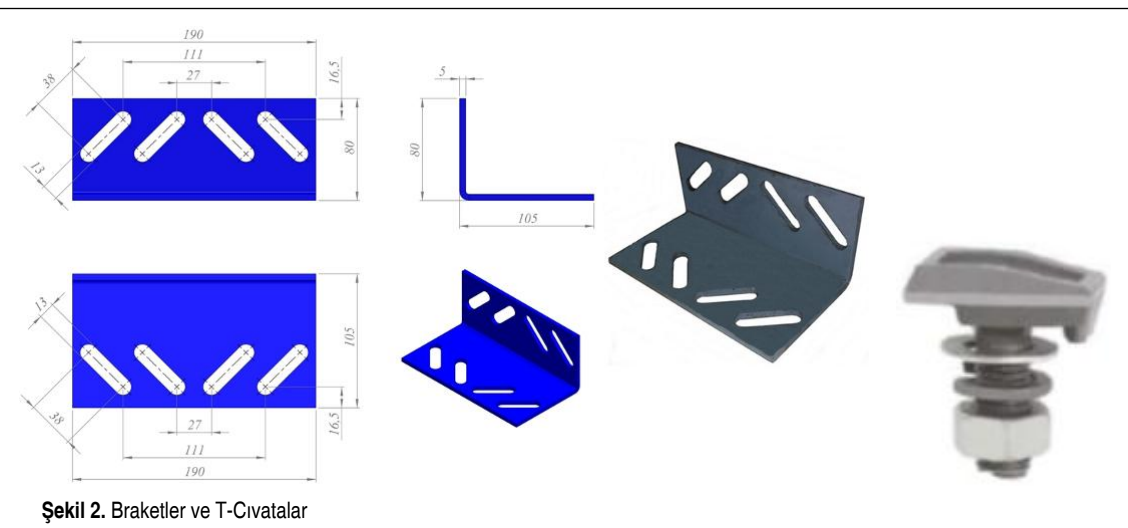
M12 civata ve T3 T-civata, T90 kılavuz raylar için standartlara göre uygundur [3].



Şekil 1. Kılavuz Ray Bağlantı Sistemi



Şekil 3. Enine Yüklere Altındaki Cıvatalar



Şekil 2. Braketler ve T-Cıvatalar

3. TEST DÜZENEGİ KURULUMU

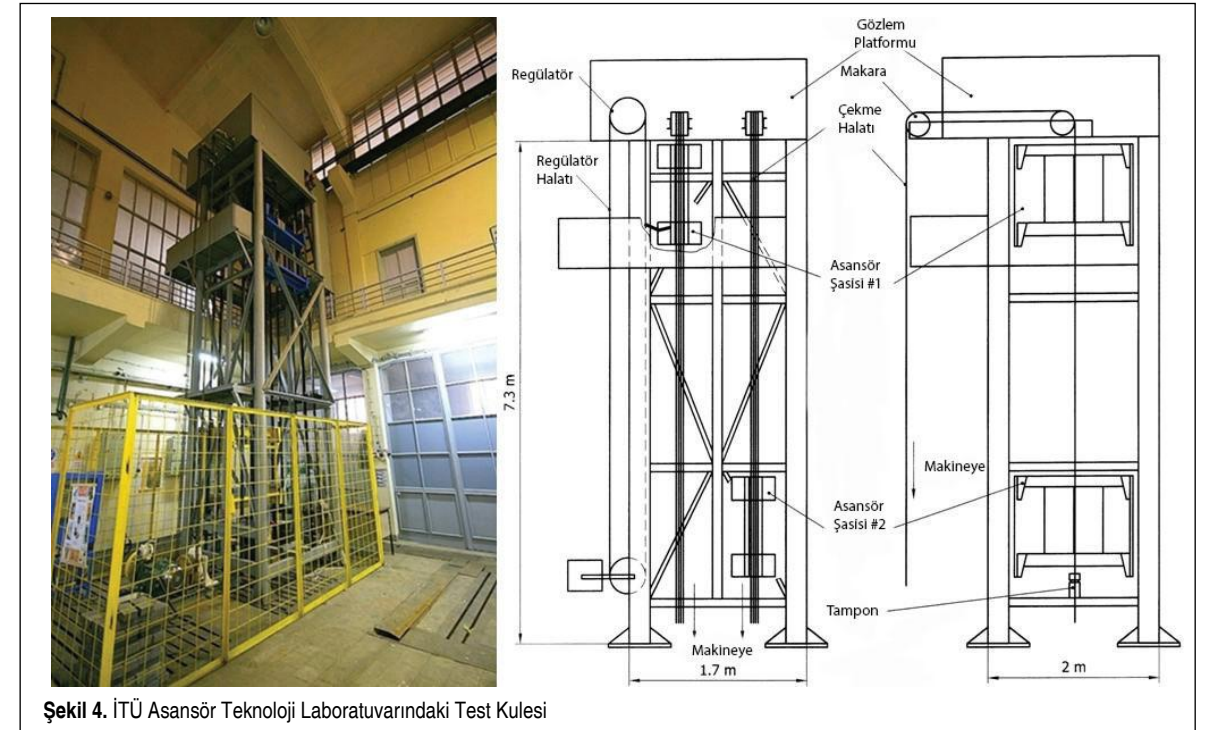
Söz konusu düzeneğe, farklı yük durumlarındaki davranışları incelemek, izlemek ve alınacak yeni yapıcı önlemleri araştırma amacıyla tasarlanmış ve kurulmuştur. Tasarlanmış test düzeneği ile çeşitli kılavuz ray braketlerinin gelecekte daha kapsamlı incelenmesine olanak sağlanmıştır. Bu deneysel set, 4 temel yapıdan oluşmaktadır. Bunlar; taşıyıcı yapı, değişken yükler uygulayabilen hidrolik güç ünitesi, kontrol sürücü ünitesi ve sensörlerdir. Taşıyıcı yapı çerçevesi, St37 T90 kılavuz rayların kaynakla birleştirilmesiyle oluşturulmuştur. Yapısal olarak çekme ve basma kuvvetlerinin uygulanabilmesini sağlamaktadır. Mevcut sensörler ve veri toplayıcı kılavuz ray bağlantı elemanlarına monte edilmiştir. Gerçek zamanlı veriler, asansör test kabini farklı yüklerdeki durumlarının incelenmesiyle elde edilmiştir. Test kulesinin özellikleri Şekil

4’te görülebilir. Asansör kabini farklı yüklemeye koşulları altındaki, kılavuz ray bağlantı elemanlarına ve braketlere etkiyen kuvvetler incelenmiştir.

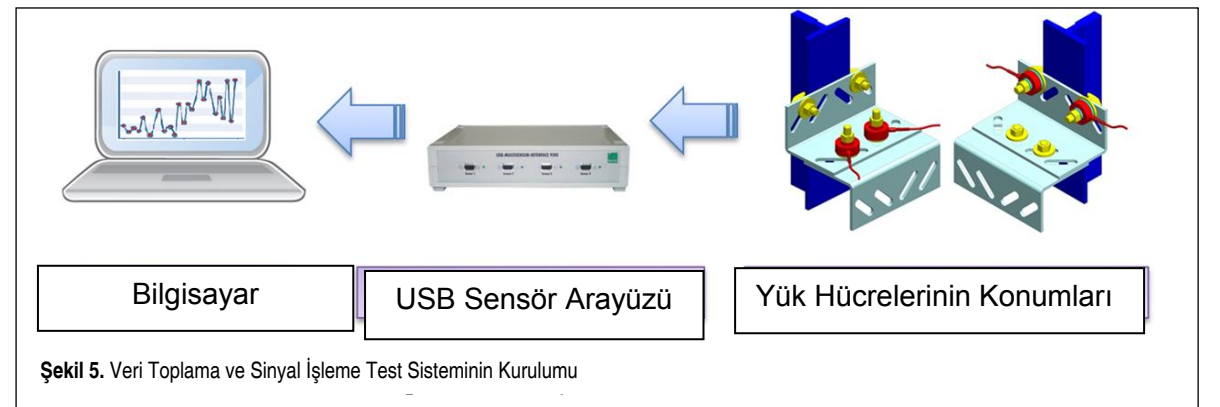
USB veri toplama cihazı (sensör arayüzü), sensörlerden (yük hücreleri) gelen verileri bilgisayar ortamına aktarmak için kullanılmıştır. Verilerin işlenmesi için DigiVision yazılımından faydalanılmıştır. 16-bit çözünürlüğe sahip sistem, saniyede 2500 ölçüme kadar izin vermektedir (Şekil 5).

Yük sensörleri iki kategoriye ayrılır. Bunlar; gerilim ve sıkıştırma yük hücreleri ve halka tipi (donut) yük hücreleridir (Şekil 6). Bu çalışmada halka tipi yük hücreleri, civata üzerindeki basma yüklerini araştırmak amacıyla kullanılmıştır.

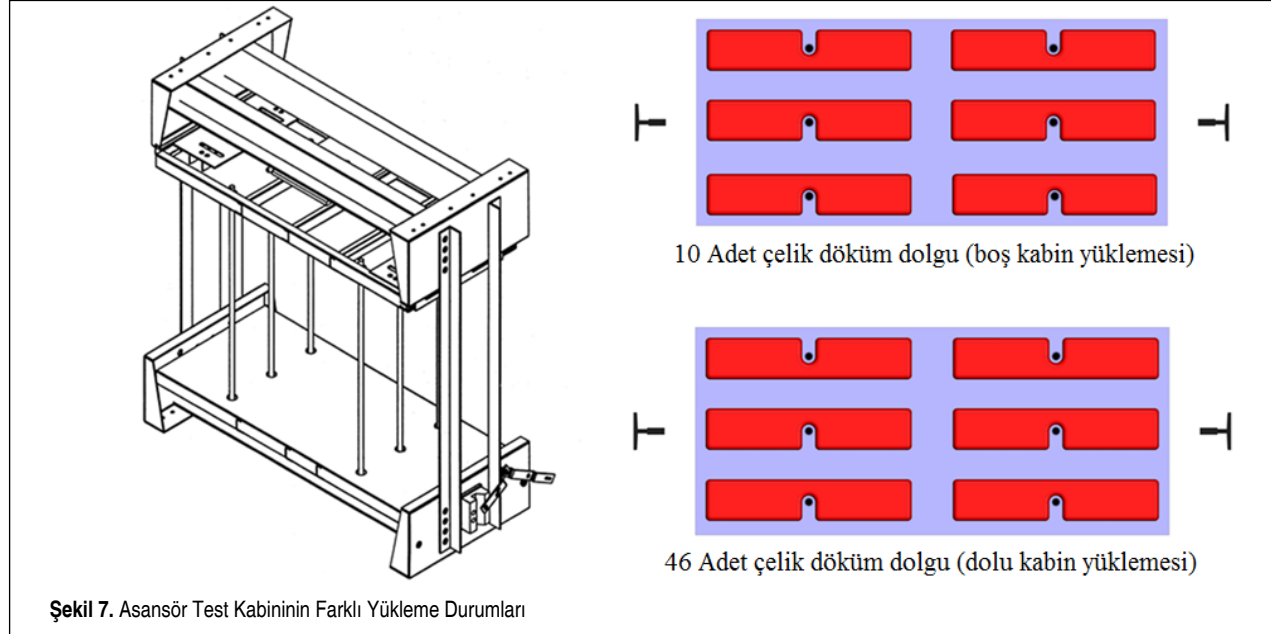
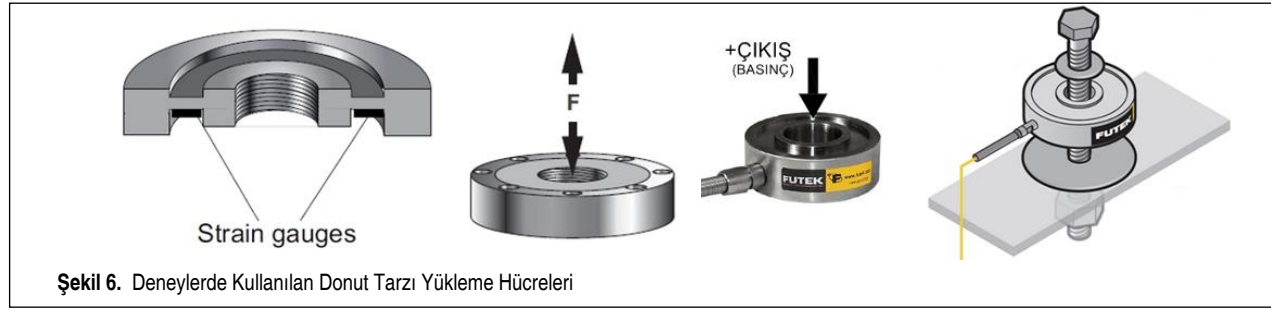
Bu testte, 8 kişilik asansör kabini boş ve yüklü (%100 dolu) durumları incelenmiştir. Her biri 17,3 kg olan çelik dö-



Şekil 4. İTÜ Asansör Teknoloji Laboratuvarındaki Test Kulesi



Şekil 5. Veri Toplama ve Sinyal İşleme Test Sisteminin Kurulumu

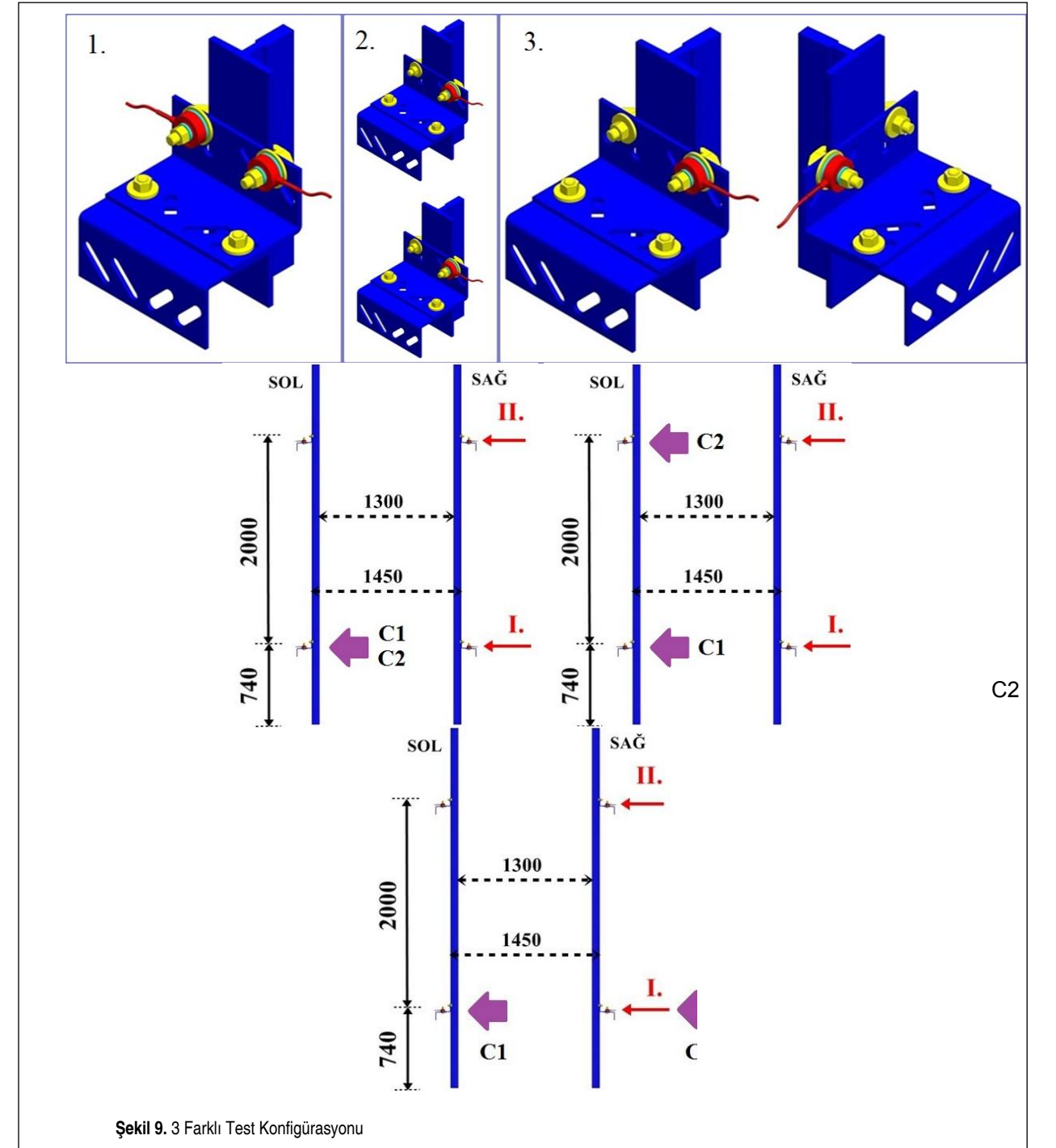


küm ağırlıklar, asansör kabin iskeletinin boş ve dolu durumlarını sağlamak için kullanılmıştır (Şekil 7).

Asansörün test sürüşü sırasında St37 malzemeden braketler

ve civatalar üzerinde etkili olan kuvvetler, halka tipi yük hücreleri (donut load cells) ile ölçülmüştür.

Testlerde T90/B tipi standart kılavuz rayı kullanılmıştır. Kıla-



vuz raylar 4 noktadan monte edilmiştir ve kılavuz ray üzerine montajlanmış braketler arasında 2000 mm mesafe bırakılmıştır. Farklı test durumları ve konfigürasyonları Şekil 9'da görülebilir. Civatalar 3 farklı ön yükleme ile sıkılmıştır: 2000, 2500, 3000 N. Sıfır noktası bu ön yüklemelere göre kalibre edilmiştir. Ön yüklemenin altındaki kuvvetler negatif, üstündeki değerler ise pozitifdir. Sonuçlar Tablo 1 ve Tablo 2'de görülebilir.

4. SONUÇ

Asansör sistemlerinde sismik hareketlerin oluşturduğu etkiler, özellikle 2011 Van Depremi ardından yapılan asansör muayeneleri sonucunda oldukça önem kazanmıştır. Deprem sırasında yapının maruz kaldığı yükler açısından asansör emniyet sistemlerinin geliştirilmesi önem arz etmektedir.

Tablo 1 ve Tablo 2'de görüldüğü gibi, maksimum yük, Test

Tablo 1. Boş Kabin Durumunda Civatalara Gelen Kuvvetler [N]

Yük Hücresi	Ön Yükleme	Test-1		Test-2		Test-3	
		Min	Max	Min	Max	Min	Max
C1	2000	-47,3	42,4	-28,6	75,9	-91,1	42,0
	2500	-58,5	38,4	-77,3	13,4	-131,8	37,9
	3000	-63,0	113,9	-102,3	-11,1	-59,4	78,6
C2	2000	-105,2	91,4	-192,2	3,1	-162,8	70,0
	2500	-120,4	79,4	-135,1	71,8	-197,5	57,5
	3000	-180,2	41,5	-106,6	97,7	-110,6	142,3

Tablo 2. Dolu Kabin Durumunda Civatalara Gelen Kuvvetler [N]

Yük Hücresi	Ön Yükleme	Test-1		Test-2		Test-3	
		Min	Max	Min	Max	Min	Max
C1	2000	-332,0	78,6	-179,2	94,3	-43,8	208,2
	2500	-186,3	103,2	-339,6	127,3	-133,6	221,2
	3000	-223,4	55,4	-292,7	4,4	-470,6	172,0
C2	2000	-229,2	72,2	-135,1	127,1	-68,7	179,3
	2500	-230,5	55,3	-186,0	125,8	-75,4	189,1
	3000	-197,1	168,1	-116,8	151,2	-169,9	111,9

3’de, 3000 N’luk ön yüklemeli C1 yük hücresinde -470 N olarak meydana gelmiştir. Denklem 1’de görüldüğü üzere, bu bağlantıyı çözmek için gerekli kuvvet, standartlara göre 7549-8088 N’dan fazla olmalıdır (BS EN ISO 898-1:1999). Bu değerlerin karşılaştırılmasında emniyet katsayısı yaklaşık 16 olarak bulunmuştur.

TEŞEKKÜR

Bu makale, Makina Tanıtım Grubu ve Orta Anadolu İhracatçılar Birliği tarafından desteklenmektedir.

KAYNAKÇA

1. Atay, S. 2013. “Komple Ray Bağlantı Sistemlerinin Deneysel Gerilme Analizi,” Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

2. BS EN ISO 898-1:1999, Karbon çeliği ve alaşımlı çelikten yapılmış bağlantı elemanları mekanik özellikleri - 1.Kısım: Civatalar, Vidalar ve Pimler.
3. Imrak, C. E., Gerdemeli, I. 2000. Asansörler ve Yürüyen Merdivenler, Birsan Yayınevi, İstanbul.
4. Merz, M. 2010. “Practical Stress Behaviour of Complete Rail Fastening Systems,” Elevation, vol. 68, p. 56-62.
5. Merz, M. 2008. “Practical Stress Detection on Rail Anchors, Hilti Corporation,” ELEVCON 2008, The 17th. Int. Congress on Vertical Transportation Technologies, June 11-13, Thessaloniki, p.268-277.