

YÜKSEK KAPASİTELİ YÜK HÜCRELERİNİN DOĞRULANMASI

Besim YÜKSEL

ÖZET

Ölü ağırlıklarla direkt yükleme metoduyla doğrulanamayacak kadar yüksek kapasiteli yük hücrelerinin (load cell), endüstride direkt kullanıcı tarafından doğrulamalarının yapılabilmesi amacıyla bir cihaz tasarlanmış, imal edilmiş ve başarılı bir şekilde kullanılmıştır.

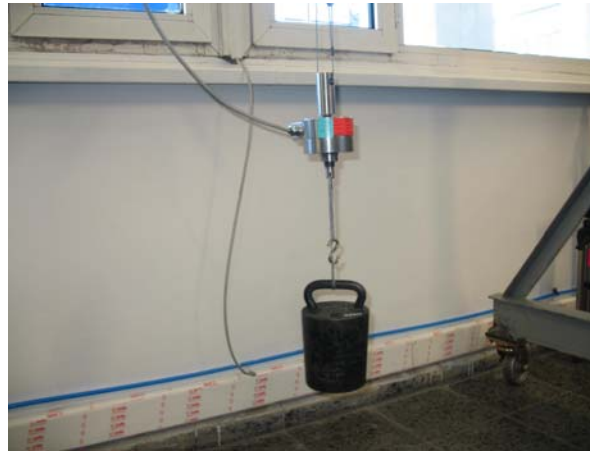
1. GİRİŞ

Genel bir uygulama olarak, ölçme cihazları periyodik kalibrasyona ek olarak kullanıcı tarafından kullanım öncesi veya periyodik olarak ara kontrollere (doğrulama) tabi tutulurlar. Bu kontroldeki amaç, cihazın doğruluğunu (kalibrasyon değerlerini) muhafaza edip etmediğini tespit etmektir.

Düşük kapasiteli yük hücrelerinde bu doğrulama işlemi kullanıcı tarafından kolaylıkla yapılabilmektedir. Fakat yüksek kapasite söz konusu olduğunda bu iş aynı metodlar kullanılarak yapılamamaktadır.

2. DÜŞÜK KAPASİTELER İÇİN DOĞRULAMA METODLARI

50 kg ve daha düşük kapasiteli yük hücreleri ölü ağırlıkla direkt yükleme yolu ile basma ve çekme yönlerinde kontrol edilebilmektedirler. Çekme ve basma yönlerindeki uygulama sırasıyla Şekil 1 ev Şekil 2 de görülmektedir.



Şekil 1. Çekme Yönü Kontrolü İçin Uygulama

Bu uygulamada caraskala bağlanan yük hücresine ağırlık ile çekme yönünde kuvvet uygulanmıştır.



Şekil 2. Basma Yönü Kontrolü İçin Uygulama

Bu uygulamada yük hücresi üzerine standart ağırlık konarak basma yönünde kuvvet uygulanmıştır.

10 kg ile 50 kg arasındaki yük hücrelerinin basma yönü için Şekil 3 de görülen özel aparat kullanmak gerekmektedir.

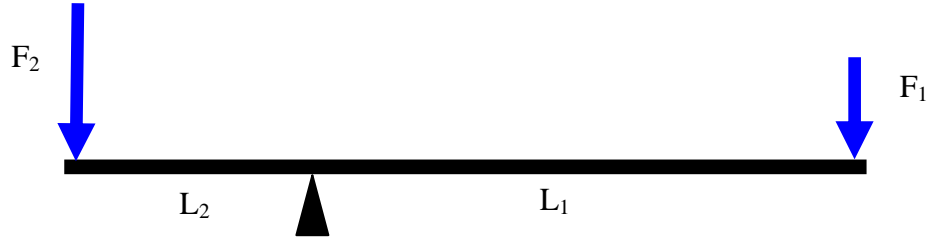


Şekil 3. 10 – 50 Kg Arası Yük Hücrelerinde Basma Yönü Kontrolü İçin Uygulama

50 kg dan daha yüksek kapasiteler için yukarıdaki metodlar ile doğrulama yapmak sağlıklı olmamaktadır. Belli bir kapasiteden sonra ise mümkün değildir.

3. YÜKSEK KAPASİTELER İÇİN GELİŞTİRİLEN DOĞRULAMA METODU

Direkt yükleme metodu ile yüksek kapasitelerde karşılaşılan problemler, kaldıraç prensibinden istifade edilerek, basit bir düzenele aşılabilmektedir. Kullanılan prensip Şekil 4 de şematik olarak gösterilmiştir.



F_1 : Uygulanan kuvvet

F_2 : Elde edilen kuvvet

L_1 : Kuvvet kolu

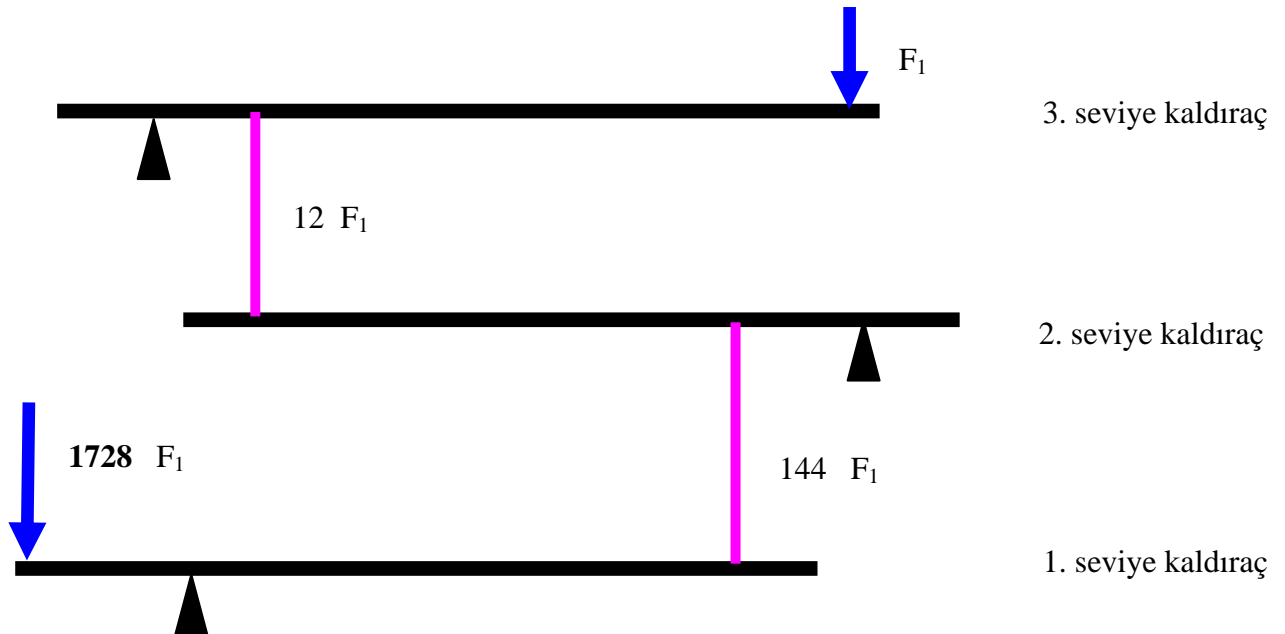
L_2 : Yük kolu

$$F_2 = F_1 * (L_1 / L_2)$$

Şekil 4. Kaldıraç Prensibi

Uygulanabilecek kuvvetin (ölü ağırlık ile oluşturuluyor olmasından dolayı) 50 kg dan daha büyük olması pratikte uygulanabilir değil. Yük kolu ise fiziksel sınırlamalardan dolayı 50 mm den daha düşük olamıyor. Bu durumda 20 ton elde etmek için 20 m lik kuvvet koluna ihtiyaç duyulmaktadır. Bu da uygulanabilir bir çözüm değildir. (Malzeme temini, üretim, ölçme vb. konularında sıkıntılar yaşanmaktadır)

Bu problem ise L_1 / L_2 oranının 2 seviyesinde tutularak birden çok kaldıraç sisteminin aynı anda kullanılmasıyla aşılmıştır. Uygulama Şekil 5 te şematik olarak gösterilmiştir.

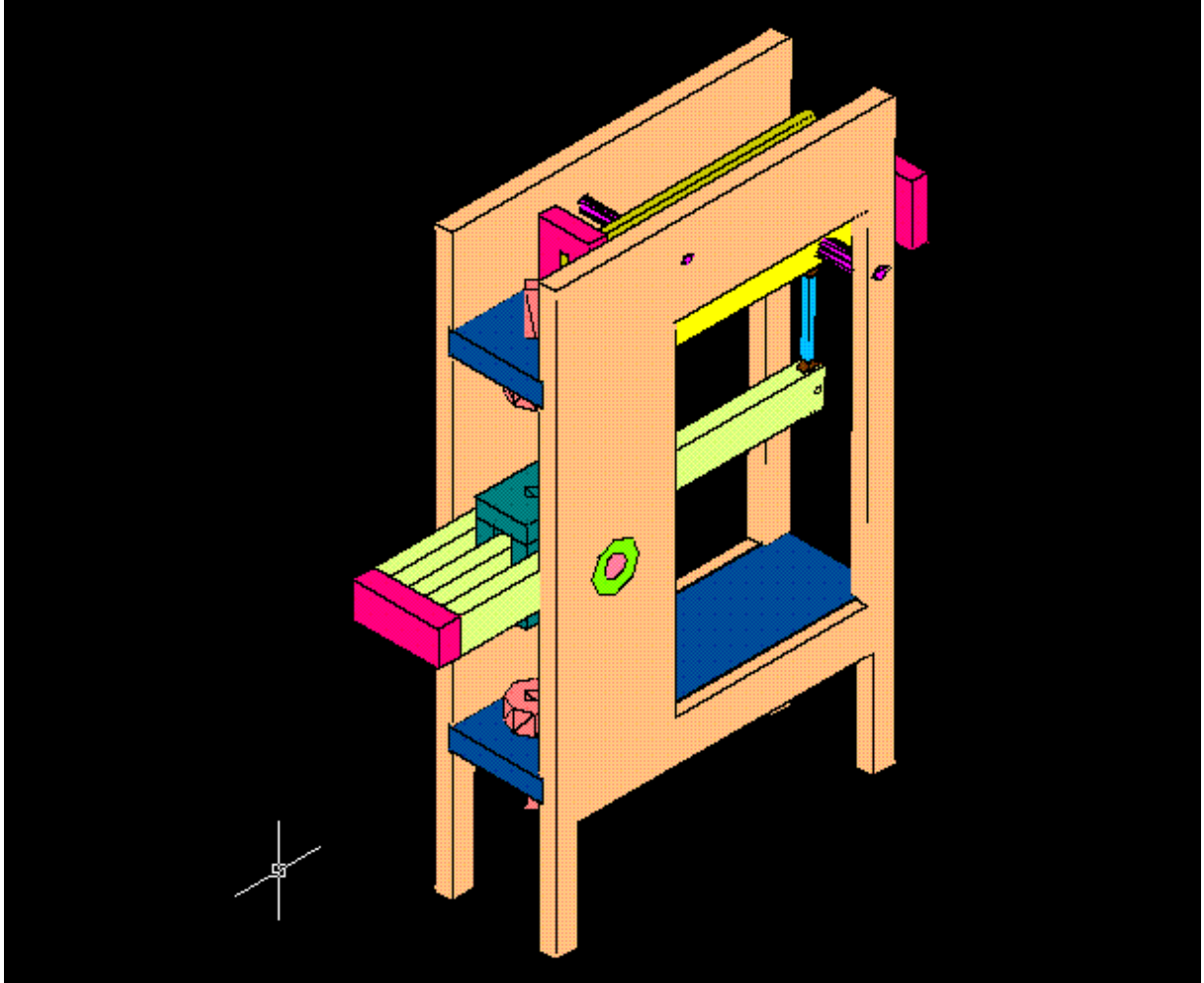


Şekil 5. Birden Çok Kaldıraç Sisteminin Aynı Anda Kullanılması

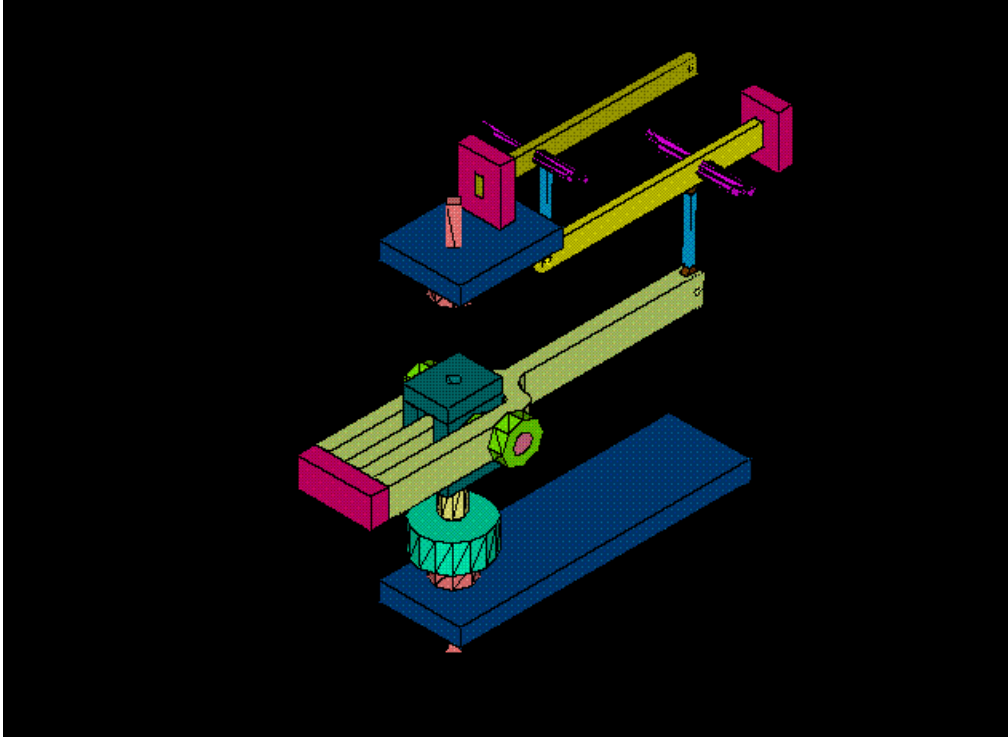
3 seviye kaldırma sisteminde 10 kg lık bir ağırlık kullanılarak yük hücresi üzerine 17 ton luk bir kuvvet uygulanabilmektedir. Bu da 20 ton luk bir yük hücresinin doğrulanması için yeterli bir değerdir.

Tasarlanan sistem Şekil 6 da görülmektedir. Cihazın taban ölçüleri 800 x 300 mm olup uygulama alanında önemli bir alan kaplamamaktadır. Yapımı gerçekleştirilen cihaz Şekil 9 da görülmektedir.

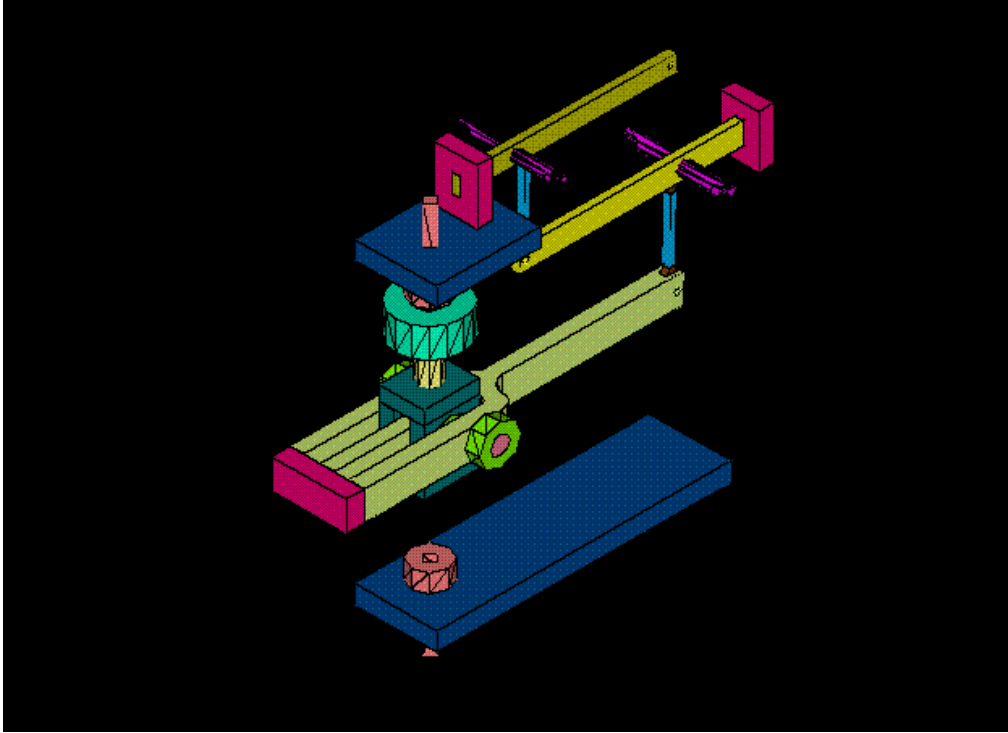
Aynı sistem kullanılarak yük hücresinin bağlantı pozisyonları değiştirilerek basma ve çekme yönlerinde doğrulama işlemi yapılabilmektedir. Basma ve Çekme yönleri için bağlantı pozisyonları Şekil 7 ve Şekil 8 de görülmektedir.



Şekil 6. Doğrulama Cihazının İsoometrik Görünümü



Şekil 7. Yük Hücresinin Çekme Yönünde Bağlanması



Şekil 8. Yük Hücresinin Basma Yönünde Bağlanması



Şekil 9. Yapımı Gerçekleştirilen Yük Hücresi Doğrulama Cihazı

4. SİSTEMİN DOĞRULUK KONTROLÜ

Uygulanan kuvvet sonucu, yük hücresi üzerinde oluşturulan kuvvetler ile teorik olarak hesaplanan kuvvet değerleri, referans yük hücreleri ile değişik yüklerde karşılaştırılmış ve aradaki farklar kompanze edilecek şekilde yazılıma düzeltme değerleri girilmiştir.

Örneğin 3. no.lu kola yapılacak yüklemelerde teorik değer 0.96 ile çarpılarak uygulanan gerçek kuvvet hesaplanmaktadır. Bu çarpan ortalama değer olup küçük yükler ve büyük yükler arasında az miktarda değişkenlik göstermektedir. Farklar ise ölçüm belirsizliğine dahil edilmiştir.

Buradaki kayıp rulmanlardan ve kollar arası kuvvet aktarımındaki diklik hatalarından olabilmektedir.

Kompanze değerlerin kullanımıyla birlikte yapılan karşılaştırmalarda 1. nolu koldaki belirsizlikler $\pm 2,5$ kg, 3. nolu koldaki belirsizlikler ± 15 kg seviyelerindedir. Yani yük değeri arttıkça doğruluk % 0.1 mertebelerine ulaşmaktadır.

5. SİSTEMİN DAYANIMI VE KRİTİK NOKTALAR

Emniyet katsayısı 2 olacak şekilde kritik noktaların / elemanların dayanım hesapları yapılmış, maksimum yük altında eğilmelerin (deflection) 0.3 mm yi geçmeyeceği şekilde ebatlar seçilmiştir.

Destek noktalarında silindirik radyal rulman kullanılmıştır.

Kaldıraçlar arası kuvvet aktarımında ise kamalı temas (noktasal) sağlanmıştır.

Yük hücresinin bağlantı ve yataklamalarındaki boşluklar 0.1 mm yi geçmeyecek şekilde üretilmiştir.

Cihaz, yükleme yapıldığında, yük hücresinin eksenine ile kolun dikliği kendiliğinden sağlanacak şekilde tasarlanmıştır.

6. CİHAZIN KULLANIMI

1. Yük hücresi kuvvet yönü (basma / çekme) dikkate alınarak sabitlenir.
2. Kollar ayar ağırlıkları ile dengeye getirilir.
3. Yükleme esnasında kollar paralel olacak şekilde yük hücresinin seviyesi ayarlanır.
4. Yükleme yapılır. Kolların paralellığı su terazisi ile kontrol edilir. Terazide olacak şekilde ince ayar yapılır.
5. Yük hücresi üzerine uygulanan yük ile (bunun için yazılım kullanılıyor) yük hücresinin gösterdiği değer karşılaştırılır.

Hesaplamaların yapılması

Kullanım esnasında uygulanan kuvvet sonucu load cell üzerinde elde edilen kuvvet hesabı için bir excel dosyası kullanılmaktadır. Programın kullanıcı sayfası Şekil 10 da ki gibidir. Burada, hangi kola yükleme yapıldıysa ölü ağırlığın değeri o alana girilir ve yük hücresi üzerine uygulanmış gerçek yük yazılım tarafından hesaplanır. Örnek uygulama Şekil 11 ve Şekil 12 de görülmektedir.

	yükleme	
kol - 1	0	g
kol - 3	0	g
load cell üzerine uygulanan yük	0.000	kg

Şekil 10. Hesaplamalar İçin Kullanılan Programın Giriş Sayfası

	yükleme	
kol - 1	10,000	g
kol - 3	0	g
load cell üzerine uygulanan yük	113.7	kg

Şekil 11. Kol 1 e Yapılan Yüklemeye Sonucu Oluşan Kuvvet

	yükleme	
kol - 1	0	g
kol - 3	10,000	g
load cell üzerine uygulanan yük	17,057	kg

Şekil 12. Kol 3 e Yapılan Yüklemeye Sonucu Oluşan Kuvvet

SONUÇ

Direkt ölçü ağırlıklı yapılamayacak kadar yüksek kapasiteye sahip yük hücrelerinin doğrulama kontrolleri için tasarlanan ve imalatı gerçekleştirilen çoklu kaldıraç sistemi başarı ile uygulanmıştır. Sistem, aynı prensip kullanılarak daha fazla sayıda kol kullanılarak veya farklı kol boyları kullanılarak çok daha yüksek kapasiteler için de oluşturulabilir.

Aynı sistem ile hem çekme ve hem de basma yönlerine bakılabilmesi bir olumlu yan iken; bu işlemin tek bağlantıda yapılamaması iyileştirmeye açık alan olarak görülmektedir.

ÖZGEÇMİŞ

Besim YÜKSEL

1966 Artvin doğumludur. 1989 yılında Orta Doğu Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina bölümünü bitirmiştir. 1991 yılından beri TOFAŞ Türk Otomobil Fabrikası'nda Ölçme ve Kalibrasyon Merkez Laboratuvarı'nda çalışmaktadır.