

KUVVET VE TORK ÖLÇÜMÜ LABORATUARI



Tork Sensörü



Yük Hücresi

LOAD CELL (YÜK HÜCRESİ) VE STRAIN GAUGE (UZAMA-GERİNİM ÖLÇER)



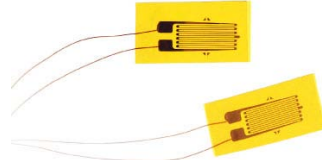
Eşit Kollu Terazi



Zembekli Terazi

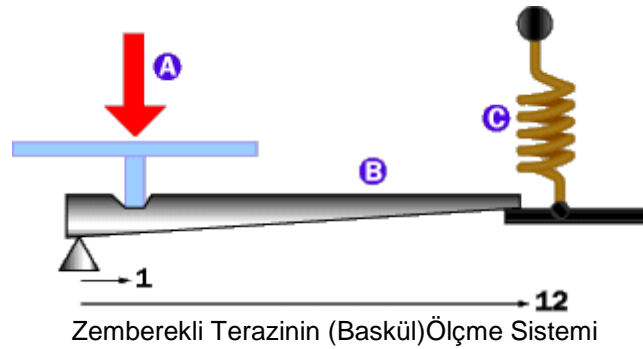


Load Cell (Yük Hücresi)



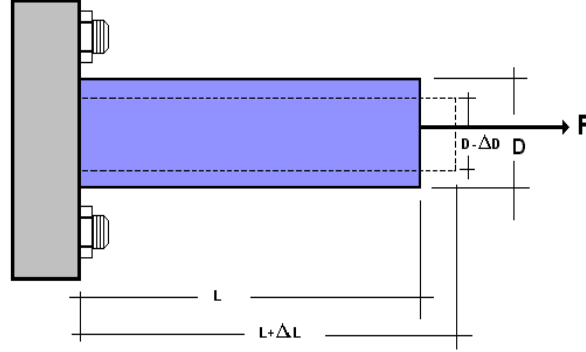
Strain Gauge (Uzama Ölçer)

Tartma işlemi için genellikle eşit kollu terazilerden faydalanılmaktadır. Bir diğer tartma metodu ise zembekli terazilerdir. Zembekli terazilerde zembereğe bağlı bir ibre vardır ve bu ibre ağırlığın gösterilmesi amacıyla kullanılır. Bu terazilerin avantajı kalibre edildikten sonra standart bir kütleye ihtiyaç duymamasıdır. Tekrarlanabilirlik ve güvenilirlik açısından yay malzemesinin uygun seçilmesi, zembereğin yeteri kadar kurulması göstergenin belli bir aralıkta doğrusal cevap vermesi için önemlidir.

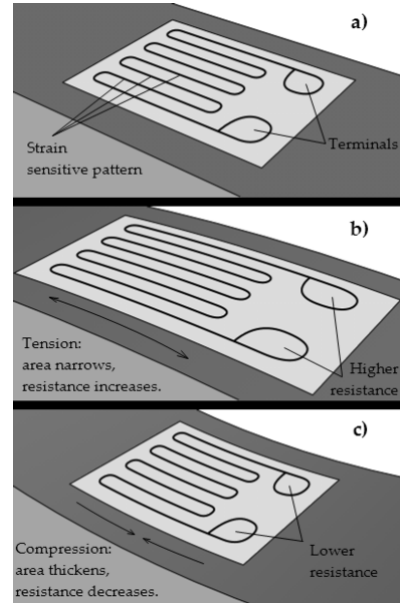
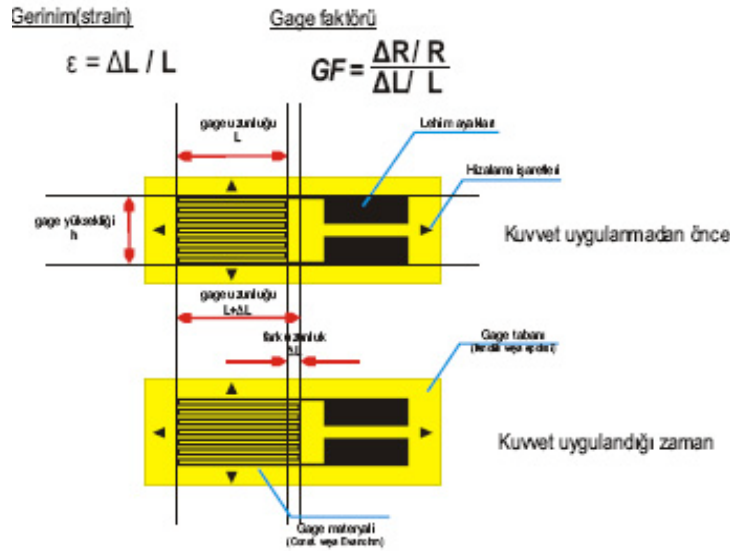


Elektronik teraziler teknik olarak zemberekli terazilere benzerler. Yay elemanı olarak çelik veya alüminyum kullanılmakta fakat malzemeye ölçüm almaya elverişli özel şekiller verilmektedir. (Bir yük hücresinin yay elemanı şekil itibariyle bir yaya hiç benzemese de prensip olarak aynıdır.) Yük hücresi (loadcell) de ağırlık ölçmedeki bir diğer metottür. Ağırlığın elektronik bir ekranda gösterilmesi (indication) için en uygun dönüştürücü (transducer) yük hücresidir.

Strain (Uzama-Gerinim)

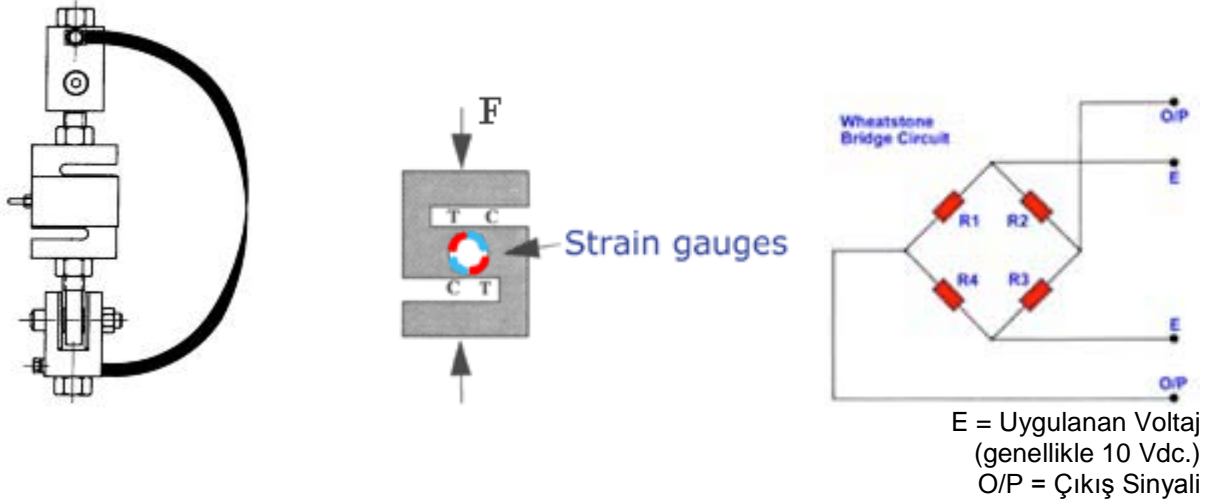


Şekildeki gibi homojen bir çubuk (L) boyunda olsun ve bir (F) kuvvetiyle çekilsin ya da basma etkisinde kalsın. Çubuk eksen boyunca uzar veya kısalır. Bu uzunluk değişimi (ΔL) doğrusal yayılımlıdır. Ve verilen F yükü için (ΔL) yayılımı çubuk uzunluğu (L) na bağlıdır. İşte strain her iki halde, birim uzunluk başına yayılmadır. Strain: $\epsilon = \Delta L / L$ dir.



Yük hücreleri, uzama ölçer (strain gauge) tabanlı dönüştürücülerdir. Uzama ölçerler ise bir sistemin veya müstakil bir yapının statik ve/veya dinamik mukavemetinin analiz edilmesinde kullanılan değişik büyüklük ve formdaki elektronik yapılardır.

Tartma işlemi ise genellikle statik bir ölçmedir. Ağırlık ölçmede kullanıldığında yük hücreleri sadece tek eksen üzerinde çalışırlar. Bir diğer isimleri de kuvvet dönüştürücüleridir. Kuvvet(kgf veya N), kütlenin ivme ile çarpımından oluşur. Ağırlık(kg), bir kütlenin yere göre dik eksenindeki çekim kuvvetine denk düşer.



Strain Gaugeler imal edildikten sonra kuvvet, basınç, tork ve ağırlık ölçümünde kullanılmak üzere uygun metal çubuk ve diyaframlara monte edilir. Uygulanan kuvveti elastik bir elemanın deformasyonuna çevirirler. Bu çubuklar yük hücresi (transducer) olarak adlandırılır.

Yukarıda ağırlık veya kuvvet ölçümünde kullanılan S tipi Yük Hücresi (Load Cell) ve bağlantı şekli görülmektedir. Strain Gaugeler 4 adet olmak üzere çelik üzerine monte edilmiştir. Yük Hücresine bir kuvvet uygulandığında strain gaugeler değişime uğrar, boyları ΔL , dirençleri ise ΔR kadar değişir. Bu dört gauge Wheatstone köprüsünün her bir bacağına monte edildiğinden (tam köprü) çevre sıcaklığındaki artış hepsini aynı oranda etkiler ve yapılan ölçümü değiştirmez. 4 gaugeli uygulamada, 2 strain gauge uygulanan kuvvetin pozitif yöndeki etkisini ölçerken (çeki-tension) diğer ikisi (bası-compression) negatif etkisini ölçer. Bu durumda çıkış sinyali, dört adet gauge e uygulanan kuvvetlerin yarattığı gerilim kuvvetleriyle orantılı bir çıkış olur.

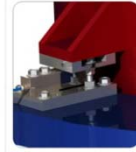
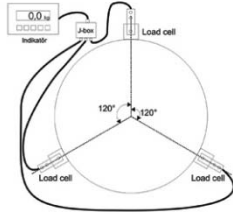
Strain Gauge lerde Kullanılan Alaşım lar ve Özellikleri :

Metal Cinsi	Alaşım Yüzde Miktarı
Platinyum-Nikel	%90 hacim Pt-%10 Ni
Bakır-Nikel	%55 hacim Cu-%44 Ni-%1 Mn
Nikel-Krom	%65 hacim Ni-%20 Fe-%15 Cr
Karma	%52 hacim Fe -%36 Ni-%8,5 Cr-%3,5 Mn

Strain Gaugeler, epoxy reçine üzerine moleküler olarak sıcak erimiş püskürtme ile kalıplandığından atomlar arasında moleküler bağlantı güçlü olup üzerindeki iletken kanalları aynı anda çalışacaktır. Bu ince film, kuvvetli bir yapıştırıcı ile metal çubuk üzerine yapıştırılmıştır ve bağlandığı yüzey ile beraber hareket etmektedir. Dolayısıyla uygulanan kuvvet nedeniyle metal yüzeyindeki esneme gauge iletkenlerini de uzatıp kısaltacağından iç direnç değişimi nedeniyle bir sinyal üretilmesine neden olacaktır. Bu sinyal sonra yükseltip, lineerleştirilir ve bir elektronik indikatörde belirlenen "Ölçüm Aralığı"nda ağırlık bilgisi olarak karşımıza çıkar. Aşağıda bir örnek verilmektedir.

Uygulanan ağırlık (Kg)	Load cell Çıkışı (mV)
0.0	0.00
10.0	0.10
20.0	0.20
30.0	0.30
40.0	0.40

UYGULAMA ALANLARI



LT serisi load cell
MKLT montaj kit



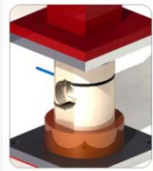
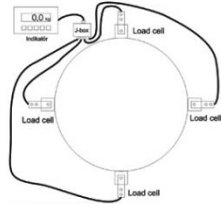
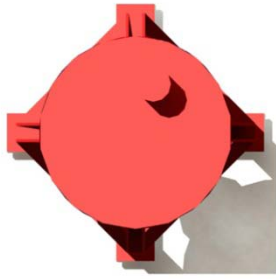
BT serisi load cell
MKBT montaj kit



ST serisi load cell
MKST montaj kit

Tartım Bunkeri Statik Uygulaması

Tartım bunkeri uygulamasında ST, LT yada BT serisi loadceller kullanılabilir. Dikkat edilmesi gereken husus, loadcellerin birbirleri ile 120 derecelik açılarla konumlandırılması ve sistemde herhangi bir kasıntı oluşmamasıdır. Bu load cell ler uygun montaj kitleri ile kullanıldığı takdirde maksimum performans sağlanır. Yukarıda bahsi geçen kasıntı ve yükün load cell üzerine hizalanmaması gibi negatif etkiler ortadan kalkmış olur.



ST-2W serisi load cell
MKST2W montaj kit



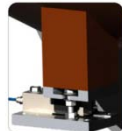
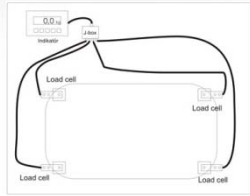
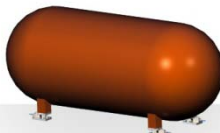
HT serisi load cell
MKHT montaj kit



ST serisi load cell
MKST montaj kit

Silo Tartım Uygulaması

Silo tartım uygulamalarında ST, ST-2W yada HT Serisi load cell'ler kullanılabilir. Dikkat edilmesi gereken husus, sistemde herhangi bir kasıntı oluşmamasıdır. Bu load cell ler uygun montaj kitleri ile kullanıldığı takdirde maksimum performans sağlanır. Yukarıda bahsi geçen kasıntı ve yükün load cell üzerinde hizalanmaması gibi negatif etkiler ortadan kaldırılmış olur.



LT serisi load cell
MKLT montaj kit

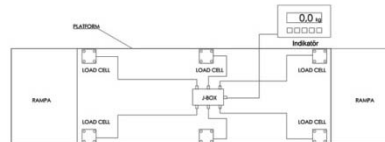
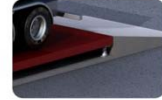
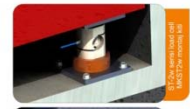


HT serisi load cell
MKHT montaj kit

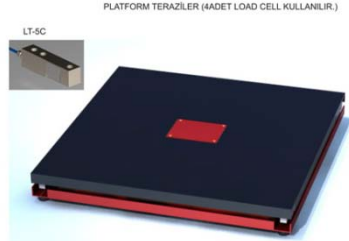
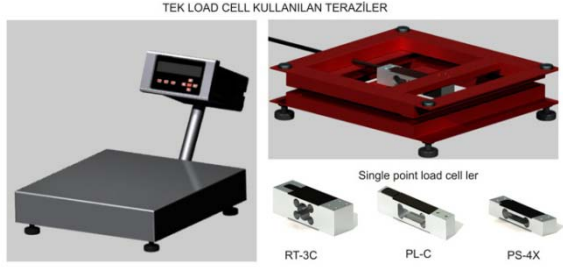


ST serisi load cell
MKST montaj kit

Tank Tartım Uygulaması



Kamyon Kantarı Uygulaması



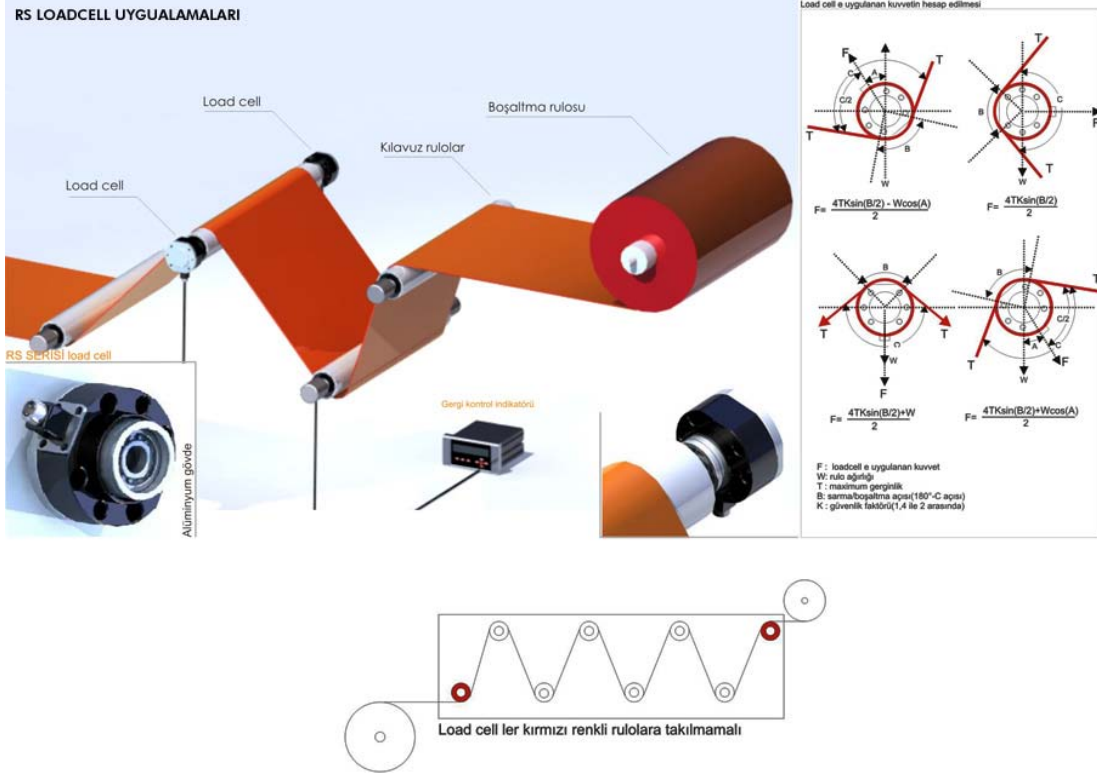
Muhtelif Terazi Uygulamaları



Vinç Kantarı



Malzeme Basma ve Çekme



Load Cell ile Gerginlik Kontrol

RS Load cell kullanılarak sarma ve boşaltma işlemlerinde meydana gelen gevşeme veya gerilme kontrol altına alınarak bu sebep ile meydana gelen olumsuzluklar giderilir. Boşaltma rulosu önüne veya Sarma rulosu gerisine yada her ikisinde birden uygulanabilir. Sistem basit olarak yukarıdaki resimdeki gibidir. Bu resimde boşaltma rulosu önündeki rulo üzerine iki adet RS Load cell monte edilmiştir. Rulonun boşaltmaya başlaması ile oluşan gerginlik kuvveti loadcell üzerine aktarılır. Gerginlikte meydana gelen azalma yada artma load cell'ler tarafından algılanarak tension (çeki) kontrol indikatörüne iletilir. Tension kontrol indikatörü sistemi, daha önceden hafızasında kaydedilmiş olan gerginlik set değerine çeker. Bu şekilde gerginlik kontrol altında tutulmuş olur.

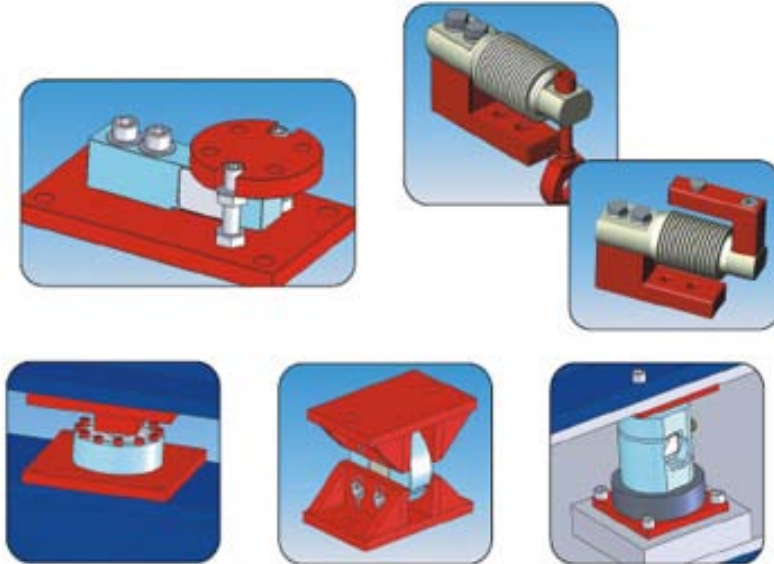
LoadCell Modelleri

Loadcell'ler kullanım alanlarının gerektirdiği şekilde imal edilirler bu yüzden çok farklı ve çeşitli modelde loadcell e rastlanır. Günümüzde 50-100gr dan 1000-2000 ton a kadar geniş bir kapasite aralığında loadcell imal edilebilmektedir.

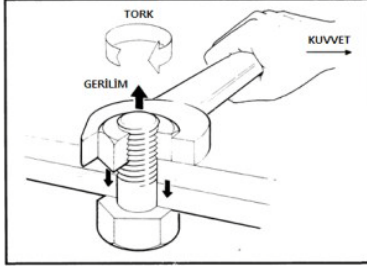


LoadCell Montaj Kitleri

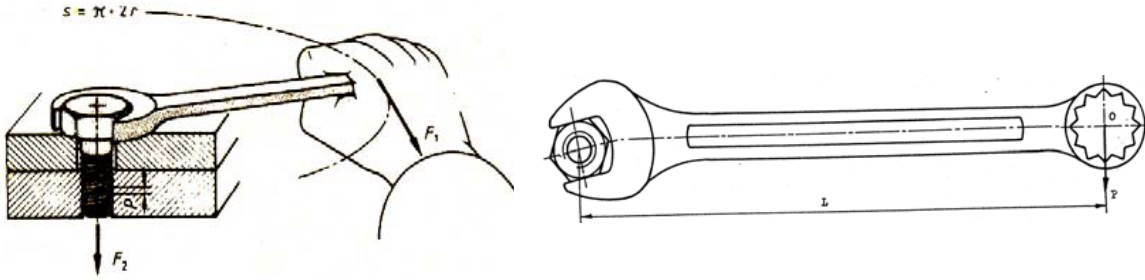
Loadcell lerden maksimum performansı alabilmek için üreticilerin belirlediği ve tavsiye ettiği montaj ayrıntılarına kesinlikle dikkat edilmelidir. Montajı doğru yapılmamış bir loadcell(ler)den doğru ,güvenilir sonuç almak nerede ise imkansızdır. Bu yüzden uygulama alanının özellikleri ile uyumlu loadcell montaj kitleri imal edilmiştir. Her model çok farklı uygulamalarda kullanılabilir. Bunun neticesinde bir modele ait bir veya birkaç montaj şekli ve aksesuarı bulunabilir, uygulamanın gerektirdiği özelliklerde montaj kiti seçilmelidir.



Cıvata ve Somunların Sıkılmasında Tork Hesabı



Tork, döndürme momentidir. Torkun ölçü birimi Nm (Newton*metre) dir. (ingiliz ölçü standartlarında (lb.ft) pound.feet). Tork bir kol yardımı ile sabitlenmiş, dönen bir noktaya kuvvet etki ettiğinde yaratılır. Sabitlenmiş, dönen bir noktaya 1 metre uzunluğunda bir kol yardımı ile 1 Newton (1/9.8 kg veya 9.8 N = 1 kg) kuvvet uyguladığımızda 1 Nm tork oluşur.



Cıvata ve Somunlarda Sıkma Kuvveti: Cıvata ve somunların sıkılmasında, uygulanması gereken kuvvetlerin hesaplanması ve örnek uygulamalar aşağıda verilmiştir. Sıkma anında anahtarın bir turda aldığı yol, anahtar ucunun çizdiği dairenin çevresine ($s=2 \cdot \pi \cdot r$); cıvatanın bir turda aldığı yol ise, vida adımına (P) eşittir.

Yukarıdaki şekli incelersek, somunu veya cıvataı sıkarken uygulanan el kuvveti F_1 ile, kuvvet kolu (anahtar uzunluğu) $r(L)$ ile gösterilmiştir.

İş = kuvvet x yol formülünü uygularsak; $F_1 \cdot 2 \cdot \pi \cdot r = F_2 \cdot P$ ye eşittir.

F_1 = El kuvveti, $r(L)$ = Anahtar uzunluğu (kuvvet kolu)
 F_1 in bir devirlik yolu $s=2 \cdot \pi \cdot r$

F_2 = Sıkma kuvveti,
 F_2 nin bir devirlik yolu, Yani vida adımı = P

Vidalı birleştirmelerde somunları sıkarken döndürme kuvvetinin (momentinin) uygulanması gerekir. Aşırı uygulanan kuvvet somunun veya cıvatanın dişlerinin kesilmesine sebebiyet verir. Kuvvetin dengeli uygulanması işi kolaylaştırır.

Buna göre;

Döndürme momenti, $M_d = \text{Tork} = F_1 \cdot r(L)$ dir.

Buradan da döndürülen el kuvveti,

$$F_1 = \frac{M_d}{r} = \text{kgf olur.}$$

Örnek 1: Anahtar ucuna $F_1=18$ kg'lık kuvvet uygulandığında, $r(L)$ mesafesi de 20 cm iken meydana gelen tork'un (M_d) değeri ne olur?

Çözüm:

$$r(L) = 20 \text{ cm} = 0,2 \text{ m}$$

$$\text{Tork} = M_d = F_1 \times r(L) = 18 \times 0,2 = 3,6 \text{ kgm bulunur.}$$

Sıkma kuvveti $= F_2 = \frac{F_1 \cdot 2 \cdot \pi \cdot r}{P}$ kgf bağıntısı ile bulunur.

Döndürme momenti öyle ayarlanmalıdır ki F_2 kuvveti vida dişlerini sıyrmasın veya birleştirilen parçaları ezmesin.

Örnek 2: M 16 (adımı 2 mm) somunun sıkılması için gerekli moment 1,5 kgm olup kullanılan anahtarın kolu 100 mm'dir. Bu durumda birleştirmeyi (somunu) sıkın F_2 kuvveti ne kadardır?

Çözüm:

$$M=1,5 \text{ kgm}$$

$$r=100\text{mm} = 0,10 \text{ m}$$

$$\text{Adım}=P=2\text{mm}$$

Sıkma kuvveti, $F_2 = \frac{F_1 \cdot 2 \cdot \pi \cdot r}{P}$ kgf dir. Burada F_1

bilinmediğinden önce onun bulunması gerekir.

$$F_1 = \frac{M_d}{r} = \frac{1,5\text{kgm}}{0,10\text{m}} = 15\text{kgf}$$
 Bulunan F_1 değerini

yukarıdaki formülde yerine koyarsak, sıkma kuvveti,

$$F_2 = \frac{F_1 \cdot 2 \cdot \pi \cdot r}{P} = \frac{15 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 100}{2} = 4710\text{kgf olur.}$$