

# CİVATALI BAĞLANTILARDA GÖZLENEN HATALAR

İrfan AY\*

Raif SAKIN\*\*

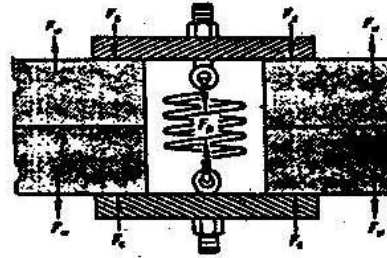
## Ö Z E T

Civatalı bağlantılar sökülebilir mekanik bağlantı çeşitlerinden birisidir. Bu bağlantılar çalışma anındaki şartlara göre hata vermeye zorlanırlar. Bu makalede, civatalı bağlantılardaki hata kaynakları örneklerle anlatılacaktır.

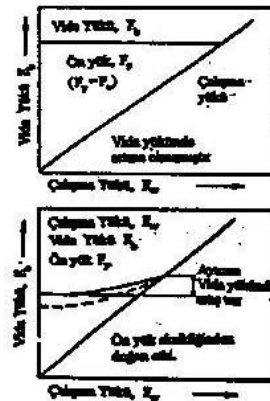
Threaded fasteners is one of the types of a dismantlable mechanical fasteners. These fasteners are subjected to failure according to the conditions of service. In this paper, failure origins will be introduced with the samples in the threaded fasteners.

## GİRİŞ

**B**ütün bağlantı elemanlarının asıl fonksiyonu yük iletmektir. Bu amaç için perçinli, civatalı ve kör delikli bağlantı sistemleri geliştirilmiştir. Bunların içinde civatalı bağlantılar önemli bir yer tutar. Civata-somun ikilisi sökülebilen makina elemanlarıdır. Bu özellikleri sebebiyle bağlantı, montaj sonrası zarar görmez. Civatalı bağlantıların çalışma tarzı Şekil 1'de gösterilmiştir. Şekil 1a'dan da görüldüğü gibi, civata yay gibi davranır. Ön yük uygulandığında yay gerilince, civatada bir *tutma kuvveti* oluşur ( $F_b = F_p$ ). Şekil 1b'de görüleceği gibi çalışma yükü ( $F_w = F_b$ ) oluncaya kadar ön yüklü civatada ayrıca yük artışı görülmez. Somunda da ön yüklemeye yapılabilir, fakat yüklemeye önce somunda hafif bir yük artışı olur. Sebebi, somunun elastik oluşudur. Civata, çalışma yükü



(a) Şematik görünüş



(b) Vida yükü ile çalışma yükü arasındaki ilişki.

Şekil 1. Basit olarak civatalı bağlantının çalışma prensibi.

\* Yrd. Doç. Dr. Balıkesir Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi  
\*\* Öğr. Gör. Balıkesir Üniversitesi Havran M.Y.O.

künün etkisiyle elastik sınırı aşarsa Şekil 1b'de kesik kesik çizgilerle görülen değer kadar, plastik olarak akar ve kalıcı şekil alır. Bu durum tutma kuvvetinde kayıp anlamına gelir. Periyodik olarak çalışma yükü fazlalaştıkça, kayıp daha da artar (1).

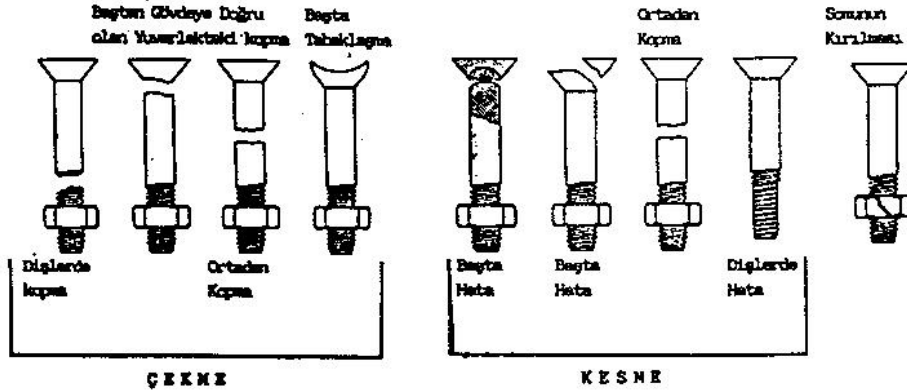
Bu makalede civatalı bağlantılarda çok sık gözlenen hata kaynaklarından bahsedilecektir.

## CIVATA BAĞLANTILARINDA HATAYI OLUŞTURAN KAYNAKLAR

### Bağlantıya Etki Eden Gerçek Yük Miktarlarının Kesin Olarak Bilinememesi

Genel olarak civatalı bağlantıların tasarımında en küçük ön yük, garanti edilen civata akma gerilmesinin minimum değerinin %80'i kadar olmalıdır. Yüksek ısıda ve farklı ısı iletim katsayılarına sahip bağlantı yapılacak malzemeler kullanıldığında, daha da düşük ön yük önerilir (3). Özellikle küçük boyutlu civatalar, dikkatsizce sıkıştırılmaları esnasında kolayca kesilirler (4). Bağlantının sıkıştırılması sırasında civataya etki eden çekme kuvveti, somuna etki eden kesme kuvvetidir (Bak. Şekil 2). Civatadaki çekme, uzamaya neden olurken somun üzerinde de yük artışının doğmasına neden olur. Birden fazla civata bulunan bağlantılarda, civataların eşit şekilde sıkıştırılmaması, yük dağılışının dengesiz olmasına ya da bağlanan parçaların şekil değiştirmesine yol açar. Yük dağılışının dengeli olması için çare, sıkma momentini ölçen anahtarlarla sıkma yapmaktır. Genellikle etkiyen kuvvetlere karşı koyabilmek için, somun yumuşak malzemeden, civata ise yüksek çekme mukavemetine sahip malzemeden yapılır.

İyi bir civatalı bağlantı tasarımında, çalışma yükü civata ön yükünün en az 1/2'si kadar, en çok ise 2/3'ü kadar olmalıdır. Civatayı etkileyen dinamik yükler ise, malzemenin emniyetli gerilme değerinin altında seyretmelidir (3).



Şekil 2. Civatalı bağlantı elemanlarındaki çekme ve kesme kuvvetlerinin doğurduğu hatalar

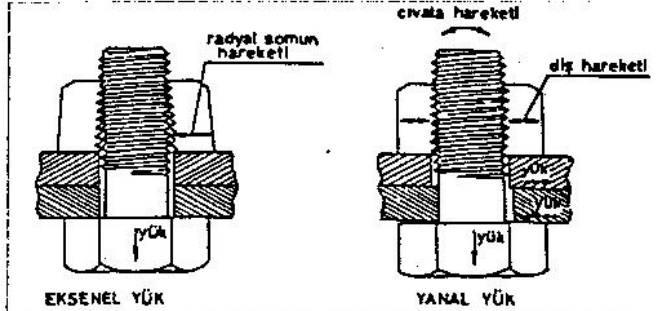
### Civata ve Somun Dişlerindeki Aşınma

Bağlantılarda ön yüklemeyi arttırmak için daha fazla sıkma gereklidir. sıkma sonucu civatada oluşan çekme kuvveti, temasta olduğu dişler arasındaki sürtünme ile direkt alakalıdır. Sıkmayı arttırmak için etkili bir yağlama yapılır. Bu yağlama ise, bağlantının aşırı yüklenmesine neden olur.

Etkisiz bir yağlama, dişlerde aşınmaya ve bağlantının gevşek olmasına neden olur. Bu tür durumlarla karşılaşmamak için; civata ve somun için en uygun malzemeyi kullanmak ve baskı yüzeylerini iyi dizayn etmek gerekir. Bu tür bir tedbir bağlantı ömrünü arttıracaktır.

### Yetersiz Sıkmadan Doğan Yorulma

Yorulma, bağlantı elemanlarında en sık görülen hata kaynaklarından biridir. Civata-somun ikilisi yetersiz sıkılırsa, civataya gelen aksel ve yanal yükler sonucu bağlantı parçalarında oynama olur (Bak. Şekil 3). aksel ve yanal yükler, civata-somun ikilisinin diş yüzeyleri ve parçalar üzerindeki oturma yüzeyleri arasındaki sürtünmeyi azaltır. Aksel yük elastik oluşu nedeniyle somunu açmaya çalışırken, yanal yük civataya sarkaç hareketi yaptırarak temas yüzeylerindeki sürtünmeyi azaltır ve sonuçta gevşeme doğar (3). Gevşemiş olan kısımlara toz ve pislikler girer. Titreşimli ve



Şekil 3. Civata-somun ikilisinde aksel ve yanal yükler (3)

darbeli yüklemeler bu kısımlarda zamanla yorulma çatlama ve hasarları meydana getirirler. Yorulmanın başladığı noktalar, gerilmenin yoğun olduğu somun temas yüzeyleri, civata başıyla gövdesi arasındaki boğaz kesiti, civatayla somunun diş köklerindeki temas noktalarıdır (Bak. Şekil 2). Diş diplerinde oluşan yorulma hatasını gidermek için, civata başını sıcak veya soğuk dövme yöntemiyle şekillendirmek gerekir (Bak. Şekil4). Böyle-

ce, civataya gelen çekme kuvveti metal akış çizgileri üzerinden gövdeye geçerek minimum gerilim birikmesi oluşturur. Şayet civata malzemesi, bağlanacak parçalara göre esnek, ön yüklemeye yeterince yüksek ve dinamik yük emniyet sınırının altındaysa, civataların yorulmaları önlenecektir.



Şekil 4. Dövme ile civata başı imalinde malzeme akış çizgileri

## Kimyasal veya Elektrolitik Etki (Paslanma veya Sarma)

Doğada su ve sıcaklık, atmosferde de oksijen olduğu sürece, korozyon ve aşınma kaçınılmazdır. Çünkü içinde çözülmüş mineraller içeren su, elektrolitiktir. 5°C sıcaklık altında bile suyun reaksiyon yapması sözkonusudur.

Civatalı bağlantılarda en sık gözlenen korozyon tipleri aşağıdaki gibidir.

### Atmosferik Korozyon:

Atmosferi kirleten sülfür, klor bileşikleri vs. gibi maddeler, demir esaslı malzemelerin en büyük düşmanıdır. Endüstrinin yoğun ve ileri olduğu, ayrıca denize yakın sanayi merkezlerinde aşınma ve korozyon tanım bölgelerindeki aşınma ve korozyona göre daha hızlı ve fazladır.

### Sıvı İçi Korozyon:

Civatalı bağlantılar bazen tatlı veya tuzlu suyun tam içinde, bazende bağlantının yarısı suyun içinde, yarısı suyun dışında bulunabilir. Tuzlu su tatlı sudan daha fazla elektrolitiktir, dolayısıyla arasına su sıçrayan bölgelerdeki aşınmaya göre daha azdır. Çünkü havadaki oksijen dış bölgedeki aşınmayı hızlandırır.

### Yarık Korozyonu:

Civatalı bağlantı gevşek ise araya giren

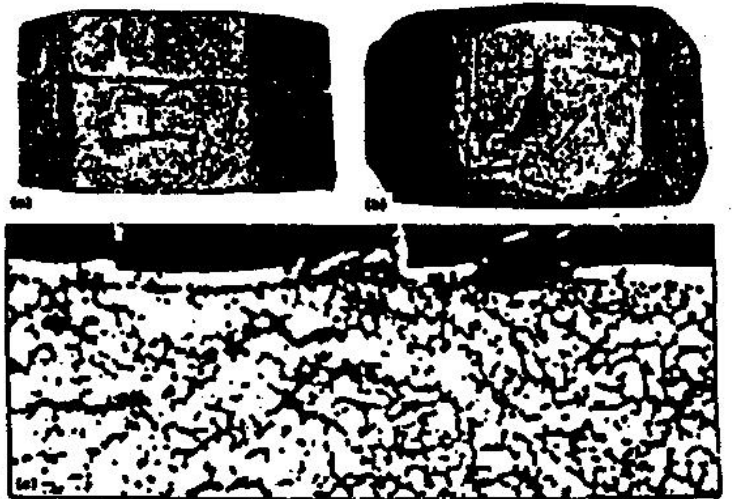
tozlar nem içerirler. Dolayısıyla korozyon ve aşınma başlar. Şayet bağlantı çok sıkı ise, oksijensiz bölge oluşur. O zamanda oksijensiz bölge *anot* yüksek oksijenli bölge *katot* haline gelir, sonuçta gene korozyon oluşur.

### Galvanik Korozyon:

Ayrı metallere yapılmış parçalar bir araya gelip, civata-somun ikilisi ile bağlandığında, iki metal arasındaki elektriksel potansiyel farkı, galvanik pil oluşturarak aşınmaya neden olur.

### Gerilme Korozyon Çatlama:

Bağlantı elemanlarına yüksek statik gerilme uygulanıyorsa, ortam korozif ise bir süre sonra gerilmeli korozyon çatlama maruz kalmış iki somun görülmektedir (2). Somunlar, pres dökümle imal edilen alaşımlı çinko malzemeden yapılmışlardır. Şekil 5a'daki soğuk su musluğunda kullanılan somun, takıldıktan bir hafta sonra kırılmıştır. Kırılmanın sebebini araştırmak için her iki somun önce makro seviyede incelenmiş, sonuçta montaj esnasında oluşabilecek çizik, çentik vs. gibi bir kusura rastlanmamıştır. Kırılan somun çatlama kısmını mikroskop altında incelenmiştir. Yüksek oranda bir gözenekliliğin haricinde çatlama yol açabilecek bir bulguya rastlanmamıştır. Yalnızca oluşan çatlakın taneler arasında ilerlediği gözlenmiştir. Daha fazla bilgi sahibi olmak için her iki



Şekil 5. Su musluğu bağlantı somunundaki gerilme korozyon çatlama  
(a) Soğuk su musluğu bağlantı somununun kırılmış hali  
(b) Sıcak su musluğu bağlantı somunu  
(c) Aşınma testi sonrası soğuk su musluğu somununun asite batırılan kısmının mikro yapısı (600X).

somun, dökme çinko alaşımlarının hassas olduğu korozyon testine tabi tutulmuştur. Bu testte somunların 90°C su buharı ile doymuş havada 10 gün bekletilmesi planlanmıştır. 4. günde soğuk su somunu ciddi biçimde çatlayıp kırılmıştır. Yapılan kimyasal analiz sonucunda, kırılmanın sebebi, somunun bileşiminde yeterli magnezyumun olmaması, ayrıca kurşunun binde 4, kadmiyumun binde 3 ve kalayın binde 2, sınır değerlerinin üzerinde bulunmasıdır. bu iki nedene, montaj için gerekli sıkma kuvvetinin doğurduğu gerilme de eklenince, su musluğu bağlantı somunu çatlamıştır.

### Paslanmaya Karşı Korunma Esnasında Doğan Hidrojen Gevrekliği

Genellikle demir esaslı bağlantıların pastan korunmaları için çinko, kadmiyum ve aliminyum kaplamalar yapılır. özel uygulamalar için ise Sn, Pb, Cr ve Cu kaplamalar kullanılır. Değişik diğer yöntemler arasında bağlantıları nem ortamından uzaklaştırmak veya boya kullanmak da vardır. Civata-somun bağlantı elemanlarına kaplama yapmadan önce, paslarını almak için bir asit banyosu yaptırılır. Bu banyo esnasında veya ardından gelen kaplama işlemi esnasında bir miktar hidrojen çelik tarafından emilir. Şayet kaplama sonucu civata-somun ikilisinden uygun bir sürede, fırınlama ile hidrojen bünyelerinden alınmazsa, bir müddet sonra hidrojen çatlaması kaçınılmazdır.

### Yüksek Sıcaklığın Etkisi

Sıcak ortamlarda çalışacak olan civatalı bağlantılar, aşağıdaki parametrelerden etkilenirler.

a) *Elastiklik modülü* ; Sıcaklık artarsa, elastiklik modülü azalır. bu ise, oda sıcaklığında ön yüklemeye yapılmış bağlantının, sağlayacağı tutma kuvvetinin sıcaklıkla düşeceğini gösterir.

b) *Isıl genleşme katsayısı* ; Bağlantı elemanları olan civata ve somunun ısıl genleşme katsayıları, bağlanacak parçaların ısıl genleşme katsayılarından yüksekse, sıcaklık artışıyla birlikte tutma kuvvetinde hissedilir bir düşme olur. Ters olduğu anda, bağlantı elemanları akma ya da kopma noktasına kadar yüklenirler, sonuçta termik metal yorulması doğar.

Yukarıda ana başlıklar altında sıraladığımız ci-

vatalı bağlantılarda gözlenen asıl hata kaynaklarına ilave olarak;

- Sarsıntılı çalışmalarda kendi kendine gevşemesini,
- Civata başı veya somunun dayanma yüzeyine tek noktadan değerek ilave bir eğilme gerilmesi oluşturmasını,
- Civatalı bağlantıların kısa süre kullanılmamasından sonra ikinci kez sıkmayı unutma neticesinde doğan gevşemelerini,
- Sürtünmenin yeterli olmadığı durumlarda rondela, emniyet sacı yaylı halka, gupilya gibi emniyet elemanlarının kullanılmamasını, sayabiliriz.

## SONUÇ

Ülkemizde her yıl bağlantı elemanlarında meydana gelen hasarlar nedeniyle büyük maddi kayıplar ortaya çıkmaktadır. Bu kayıpların minimuma indirgenmesi, hasarların hangi sebeplerden kaynaklandığını bilmek ve tedbirini almakla mümkün olacaktır.

## KAYNAKÇA

1. Bengisu, O. "Makina Elemanları I" Ders notları, Ege Üniversitesi Makina Fakültesi Yayınları, 1979.
2. Metals Handbook "Failure Analysis and Prevention" Vol. 10 pp 470-483, 1975.
3. Önal, İ. "Civatalı Bağlantıların Tasarımı" Mühendis ve Makina dergisi, Cilt 28, Sayı 328, Sayfa 33-37, Mayıs 1987.
4. Nieman, G. "Makina Elemanları" Cilt 1, Sayfa 169-190, 1969.
5. Babalık, F. "Makina elemanları ve Konstrüksiyon Örnekleri" Sayfa 20-34, 1983.