

# Yaylarda görülen hatalar

Yrd.Doç.Dr.İrfan AY  
Arş.Gör. Ergun ATEŞ  
Uludağ Üni.Müh.Fak. Balıkesir

Yaylar çok değişik tip ve şekillerde bulunurlar. Kullanım alanları tükenmez kalem yayından uzay araçlarında kullanılan yaylara kadar değişiktir. Bu araştırmaya makalesinde yaylarda görülen hataların genel nedenleri araştırılmış ve tavsiyeler yapılmıştır.

Springs are made in many types and shapes. Applications of springs are variety from the ballpoint pens to aerospace vehicles. In this article, the common causes of failures of springs has been investigated and new ideas are recommended.

elme, taşıt makinalarında sönümlenme yapma, saat mekanizmalarında biriktirilen enerjiyi bir harekete dönüştürme, dinamometre ve kantar mekanizmalarında kuvvet ölçme gibi görevleri vardır. (3)

Yayları, ana zorlanma, dış şekil, yay teli kesiti ve yüklenme şekillerine göre sınıflandırabiliriz (2). Şekil 1. de ana zorlanmaya göre yayların sınıflandırılmaları görülmektedir.

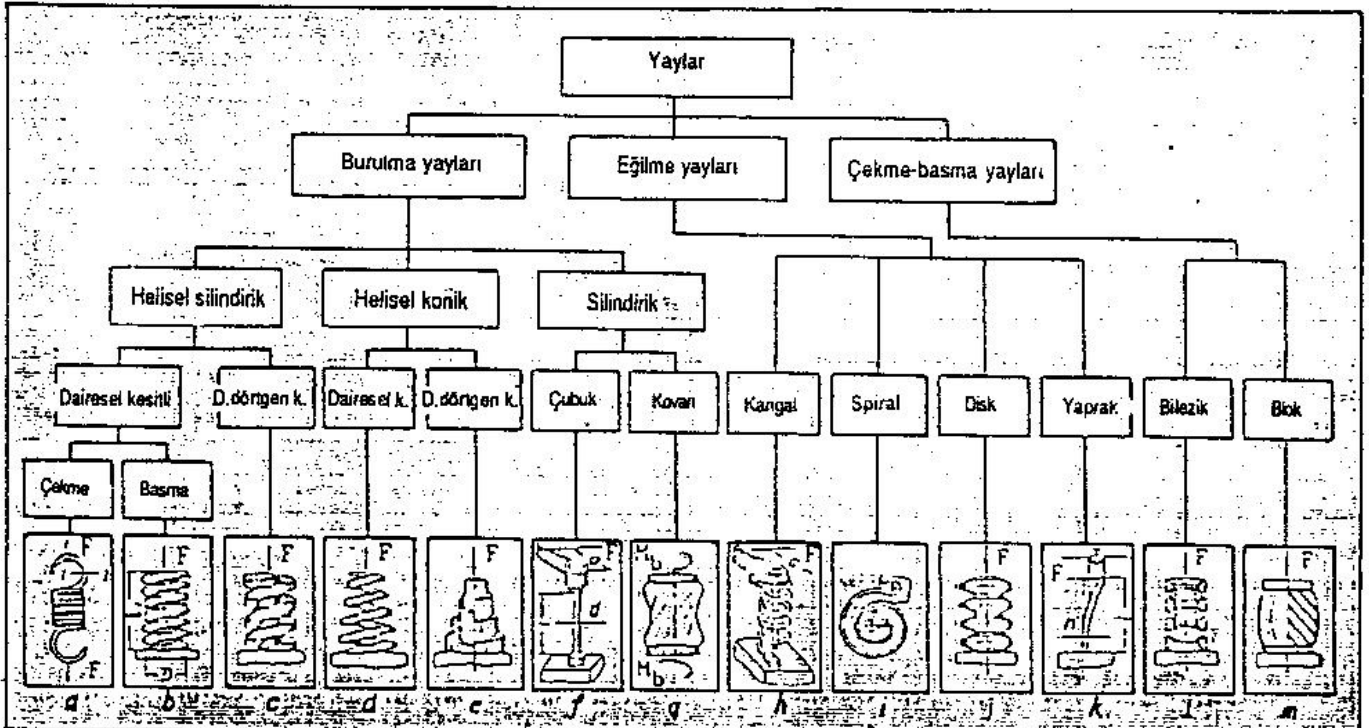
Yayların önemli miktarda bir kısmı, değişik "C" içeren karbürlü çeliklerden, alaşımli çeliklerden, diğer uygulama alanları için ise paslanmaz çelik, veya mukavim çelikler, "Cu" alaşımlar ve titanyum alaşımları gibi değişik metal ve alaşımlarından yapılırlar. Yay malzemeleri, yaylardan istenen kalite ve özelliklerle yakından ilgilidir. Tükenmez kalem içi yay malzemesi ile uzay mekiği parçasında kullanılacak yüksek kalitedeki yay malzemesi arasında çok fark olacaktır (1).

Yaylar uygulamada pek çok hata verirler. Aşağıda bu hatalar incelenmiştir.

**Y**aylar, bir kuvvet altında bir dereceye kadar elastik deformasyon gösteren elemanlardır. Bu esnada enerji biriktirirler, kuvvet kalktığında bu enerjiyi kısmen geri verirler, kısmen ya da tamamen eski durumlarını alırlar. Yayların; kavrama veya frenlerde olduğu gibi kuvvet uygulama ve bu hareketi kontrol

## GENEL HATA MEKANİZMALARI

Yaylarda görülen en genel hata mekanizmalarından birisi yorulmadır. Bundan başka sırasıyla aşırı gerilme ve uygun olmayan yay malzemesi seçimi, yüksek sıcaklıklarda işletmeden doğan gevşeme diğer hata mekanizmalarıdır. Ayrıca gevrek kırılma,



Şekil 1. Ana zorlanmaya göre yayların sınıflandırılmaları.

yaylarda çok önemli bir problem olarak görülmemesine rağmen, yayların çok yüksek çentik hassaslıkları vardır. Korozyon, gerilme ve yorulma ile birlikte yay hatalarına katkıda bulunur (1).

## YAY HATALARININ İNCELENMESİ

Yaylarda hatalar incelenirken öncelikle gözle makro seviyede inceleme yapılmalıdır. Makro inceleme, genellikle; yüzeydeki tortuları, temas ve aşınma izlerini ve kırılma yüzeylerinin durumlarını kapsar. Mikro inceleme, mikroskopla yapılır. Mikroskopla incelemede aydınlatma önemli bir faktördür. Nokta aydınlatma'nın gerekli olduğu durumlarda objektif lenslerinden iç kısımlara olan yansımalar bizi yanıltabilir. En iyi görüntüleme stereo ile mümkündür. Objektif çevresinde küçük ring tipi bir lamba ile tüm açılardan incelenmesi sağlanabilir.

## HATALARIN GENEL NEDENLERİ

Aşın gerilme ve umulandan daha yüksek işletme şartları çoğunlukla yayların genel hata vermelelerine neden olur.

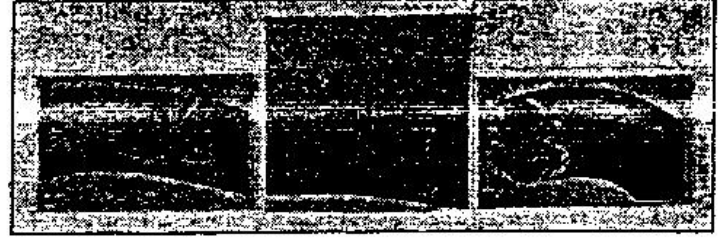
Ayrıca; Yaylarda ilgili aşağıdaki hatalara sık rastlanır:

### Tasarım Kusurlarından Doğan Hatalar

Yayların eksikliğinden, ya da kusurundan dolayı hata vermemesi için yay tiplerinin tasarımını kapsayan kurallar iyi bilinmelidir ve yakından takip edilmelidir. Keskin eğimlerden sakınmalı, gerilim dağılımı iyi düşünülmüş yay tasarımları yapılmalıdır. Hatalı tasarım sonucu oluşan yay hataları genel yay hataları içerisinde fazlaca yer tutmazlar.

### Malzeme Kusurlarından Doğan Hatalar

Malzeme üzerindeki çizgiler ve yorulma çatlaklarının başlangıcı, malzeme içindeki bir boşluğa ya da inklüzyonlara rastlarsa, zamanından önce hatanın ortaya çıkmasına neden olurlar. Şekil 2.'de bir otomobil şanzumanında kullanılan helisel yayın üzerindeki bir çizik sebebiyle, yorulma çatlaklarının başlayıp nasıl bir malzeme kusuru hatası doğurduğu görülmektedir. Bu tip hatalar için yay telinin iyi işlenmesi, tahribatsız muayeneye tabi tutulması gerekir.



Şekil 2. Otomobil şanzuman yayı

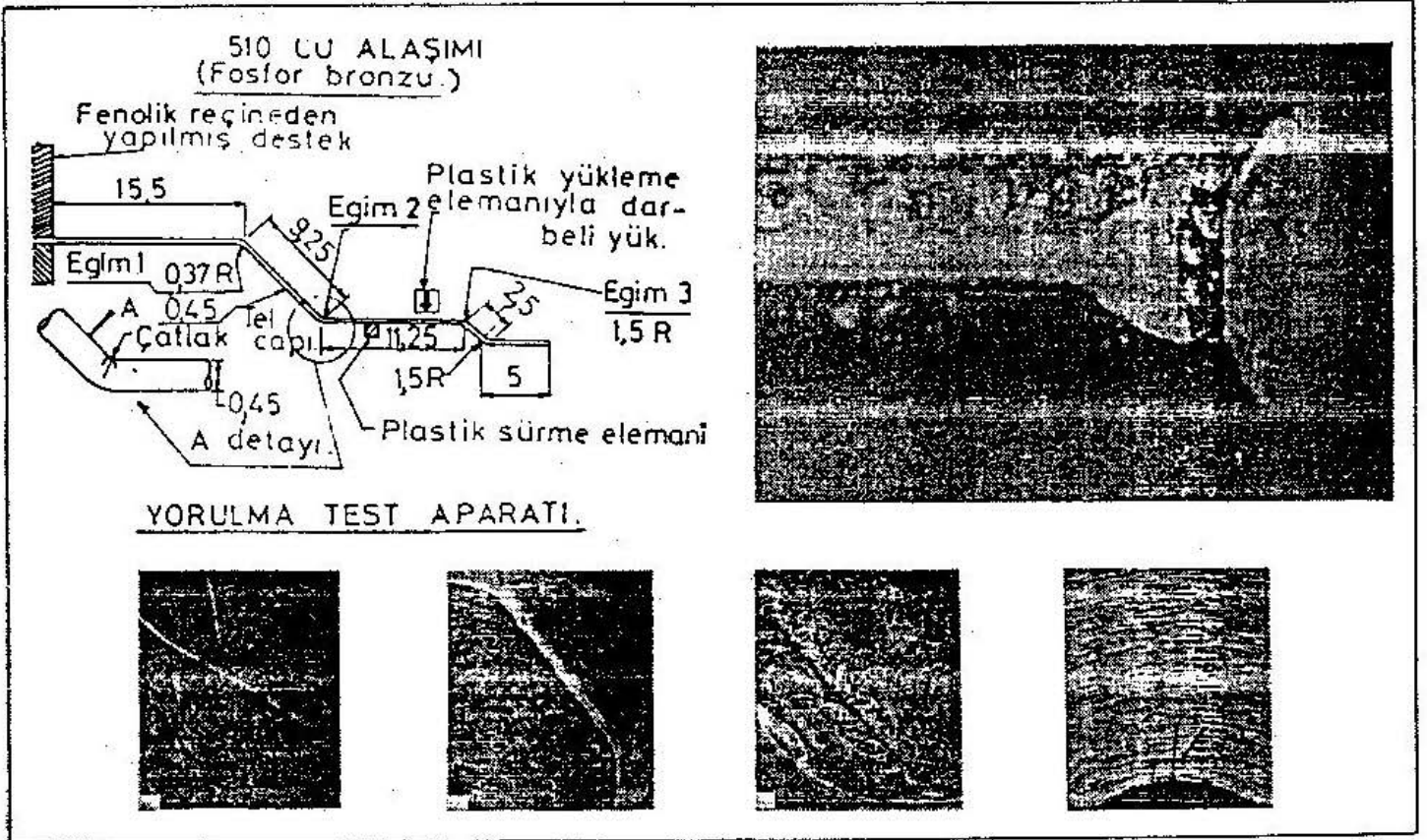
- Bir karbon çeliğinden yapılmış helisel bir yaydaki yorulma kırılmasının bir dikiş yerinden (okla gösterilen yer) nasıl doğduğunu 5 X büyütme mikroskopta görünüşü.
- 10X büyütme mikroskopta kırılmanın kenarındaki dikiş yerinin görünüşü. (Okla gösterilen)
- 5X büyütme kırılma yüzeyinin okla gösterilen noktadan değişik kolları ayrılan izlerini göstermektedir.

## Fabrikasyon Hataları

Yaylarda bu hatalar; telin çekilmesinden doğan çatlaklı tel; kaynak ya da bağlama esnasında oluşan sert, gevrek noktaların var olduğu ark yankılan yetersiz dağlamadan, ya da kaplamadan oluşan hidrojen; yetersiz ısıtma işlem ve takım izleri şeklinde görülürler (1). Şekil 3'de fosfor bronz yayının titreşim (yorulma) testi anında takım izinin varlığından doğan kırılması görülmektedir. Şekilden de görüldüğü gibi kırılma ikinci iç radyüste ki kıvrımda oluşmuştur. Bu bölgenin dikkatli incelenmesinde takım çentmesi görülmektedir. Kırılma bölgesindeki küçük eğilmi radyüsler hatanın oluşumuna yardım ederler. Özellikle max. gerilme alanlarında bu radyüslerin eğimi azaltılmalı, eğim yapan takım, teli çentmeyecek şekilde tasarlanmalıdır.

## Korozyonun Neden Olduğu Hatalar

Bir yay gerilme altında bulunuyorsa, çevrenin de etkisi ile saldırı altındadır. Yaylar gerilmeli korozyona karşı aşırı hassastır ve genellikle de yorulma kırılmasıyla son bulurlar. Pek çok metalde olduğu gibi yayların da korozyondan korunması için koruyucu kaplamaya ihtiyaç vardır. Koruyucu kaplama olarak elektro-kaplama, boya ve organik maddeler kullanılır. Özellikle halka şeklindeki helisel yaylarda korunmaya hakim olmak gerekir. Şekil 4'de gaz enjekte valf yayının burulmalı yorulma kırılması görülmektedir. Şekilden de görüleceği gibi, yay yüzeyi üzerindeki çukurcuklar gerilim artırıcı çentik vazifesi görmüşler, koruyucu kaplama bozulunca, oluşan pasın da yardımıyla, burulmalı yorulma ile hata oluşmuştur.



**Şekil 3.** Fosfor bronz yayının titreşim (yorulma) testi anında takım izinin varlığı nedeniyle oluşan kırılma.

- a) İki nolu kıvrımda çatlakların yerini gösteren yayın detaylı resmi ve yorulma testi aparatı görülmektedir.
- b) Yayın A noktasında kırılan ucu 40 x büyütmele takım izi kırılan yüzeye diktir.
- c) 450 X büyütmede yay yüzeyindeki spiral izler d ve e... kırılma yüzeyinin iki alanı 225 X büyütmele d şeklinde yüzeyin düz kenarı takım izidir.
- f) 145 X büyüklüğünde iki nolu kıvrımdaki yayın uzunlama kesidi, ek iç kıvrımdaki yüzeyde oluşan çatlakları gösterir.

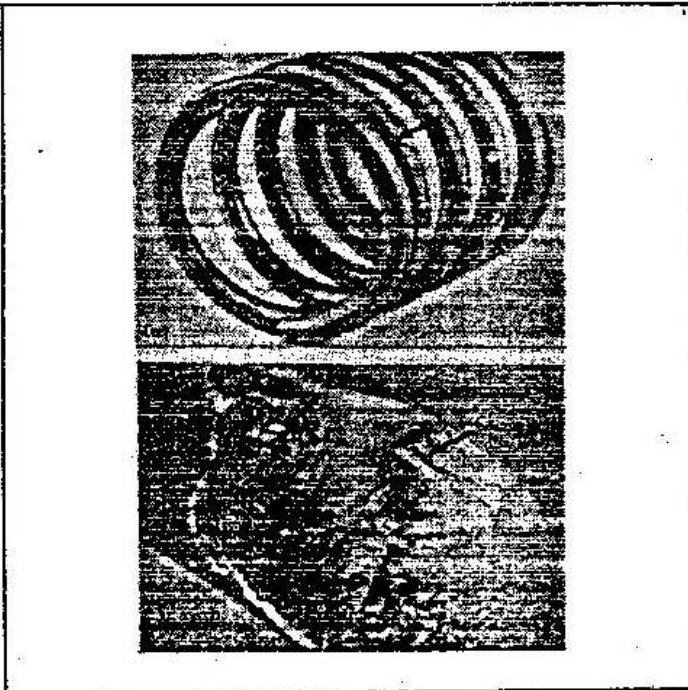
#### İşletme Şartlarından Doğan Hatalar

Bazı yay hata örneklerinde; tasarım faktörleri, imalat yöntemi ve malzeme seçimi çok iyi yapılmış olmasına karşılık yine de hata meydana geldiği ve hata nedeninin bulunmasında zorluk çekildiği görülmüştür. Bu gibi durumlarda işletme şartlarının değişip değişmediğini araştırmak gereklidir. Örneğin dizel motorlarının yakıt enjeksiyon pompalarında kullanılan yaylar, 6150 çeliğinden yapılmış olup, pompanın 600 dev./dak. ve magnetik partikül yöntemi ile muayeneleri de yapılmıştır. Kısa zaman aralığında hata doğması üzerine, işletme şartları araştırılmış, sonuçta motor hızında 100 dev./dak. lik bir artış olduğunun farkına varılmıştır. Artan hızla harmonik titreşim doğmuş, sonuçta yorulma hatası meydana gelmiştir.

Elastik deformasyon göstererek iş gören, makina elemanlarından olan yaylar, uygulamada pek çok hataların doğmasıyla karşı karşıya kalır. Bu hataların çoğunluğu yorulma kırılmasıyla son bulmaktadır. Bu nedenle yukarıda açıklanan genel hata nedenleri iyi bilinirse tedbirlerini almak kolaylaşacaktır.

#### KAYNAKÇA

1. Metals Handbook, Failure Analysis and Prevention. American Society for Metals, Vol.10/p. 491/1975
2. Bağlama Elemanları, Prof. Dr. Mustafa Gediktaş Sayfa 309/1978
3. Uzel Yayları, Katalogu.



**Şekil 4.** Enjektörde valf yayı.

- a) Yayın artık çekme payına sahip olmamasından dolayı yorulmayla kırılması. Kırılma okla gösterilmiştir.
- b) Kırılma yüzeyi okla gösterilmiştir.