

Yay Nedir?

Gerildiği zaman enerji depo eden, kendi haline bırakıldığı zaman kendini germek için sarf edilen enerjiyi, aynı miktarda geri veren bir makine elemanıdır.

Kullanım Amacı ;

Genel olarak titreşim ve sarsıntıları azaltmak (otomobil amortisör yayları,...),
Darbeleri önlemek (tampon yayları,...),
Makine parçalarını aynı konumda tutmak (bileşik,kalıplar, sübaplar,...),
Kuvvet ölçmek (dinamometre),
Kuvvetlerin sınırlanması (emniyet,valfleri, presler,...)
Hareket meydana getirmek (saat zemberekleri, kurulan oyuncaklar, vb.) gibi amaçlar için kullanılırlar.

Bir Yaydan İstenen İlk Özellik Nedir?

Her şeyden önce yaylar, deformasyona uğradıklarında mekanik enerji biriktirmek için kullanılan elemanlardır.

Bu sebeple iyi bir yay önemli derecede deformasyona uğrayabilmeli ve herhangi bir boyutsal değişime uğramadan denge haline dönebilmelidir

Yay Çelikleri Nelerdir?

ØYüksek karbonlu yay çelikleri,
ØAlaşımli yay çelikleri,
ØPaslanmaz yay çelikleri,
ØBakır alaşımları
ØNikel alaşımlarıdır.

Yüksek karbonlu yay çelikleri

Genel amaçlı çalışmalar için bu yay çelikleri yay tasarımcıları için en iyi seçimdir. Yay telleri sıcak hadde çubuklarından, karbür kalıplardan soğuk çekilerek üretilirler. Böylece istenen boyut, yüzey düzgünlüğü, boyut hassasiyeti ve mekanik özellikler elde edilir.

Ayrıca yayların performansları kullanılan malzemenin mekanik özellikleri ile malzemeye uygulanan tavlama, soğuk çekme, ön temperleme gibi ısıl işlemler sonucu kazanılan özelliklere de bağlıdır.

2 mm' den daha az boyutlardaki yaylar için standartta verilen SAE J271 özel kalite soğuk çekilmiş karbon çeliği en mukavemetli olanıdır. Tel toleranslarının sınırlı olduğu ve yüksek gerilimlerin bulunduğu yerlerde kullanılırlar.

Bu gruptaki bazı çelikler Zn veya Al-Zn ile ön çekme uygulanarak elde edilir. Bunlar normal şartlarda yeterli korozyon korumasına sahiptir. Aksi takdirde korozyon koruması için bazı işlemlerin yapılması gerekecektir. Yağda temperlenmiş SAE J316 karbon çeliklerinde ise temperleme sonucu elde edilen martenzitik yapı sabit veya değişken yükler karşısında yumuşama yani gevşemeye karşı daha dirençlidir. Bu çelikler hassas şekil vermeye de daha uygundur.

Bu gruptaki J113 soğuk çekilmiş teller, yağda temperlenen J316 çeliğinden daha fazla deformasyona dayanırlar. Ayrıca soğuk çekilmiş teller, statik yükler, düşük gerilimler ve gerilme tekrarının az olduğu yerlerde kullanılırlar.

Alaşımli Yay Çelikleri

Yay malzemelerinin diğer bir grubu da düşük alaşımlı veya ön sertleştirilmiş ve temperlenmiş karbon çelikleridir. Bu malzemeler tavlanaarak çekilir ve daha sonra yüksek mukavemet elde etmek için tel üreticileri tarafından sertleştirilir.

Bunlar 2 mm boyutun üzerindeki soğuk çekilmiş malzemelerden daha mukavemetlidir. Bu malzemelerin mekanik özellikleri sertleştirme prosesinde elde edilir.

Düşük alaşımlı veya ön sertleştirme yapılmış ve temperlenmiş karbon çelikleri mükemmel statik ve dinamik özelliklere sahiptir. 230 °C' ye kadar ki sıcaklıklarda çalışabilirler. Fakat yüzey işlem görmez ise kolayca aşınabilir.

Si-Cr (J157) veya Cr-V en yaygın kullanılanlar arasındadır.

Paslanmaz Yay Çelikleri

Paslanmaz yay çelikleri, korozyona dayanıklı, şekil değiştirme kabiliyeti yüksek olan çeliklerdir ve normal yay çeliklerine göre daha yaygın kullanılırlar. Bu çelikler içerisinde en az %16 Cr ve %6,5 Ni bulunmaktadır.

Ayrıca bu çelikler soğuk şekillendirme ve ısı işleme tabi tutulan çeliklerdir. Paslanmaz çeliklerinin mekanik özelliklerine ve korozyon direncine göre çok değişik çeşitleri vardır.

Bakır Alaşımli Yay Malzemeleri

Bakır alaşımli yay malzemeleri yüksek elektrik ve ısı geçirgenliği istenen ve çok iyi atmosferik direnç gerektiren yerlerde kullanılır. Yay üretiminde Tablo 1' de verilen üç adet alaşım yer alır. Bunlar fosfor bronz, berilyum bakır ve pirinçtir.

Fosfor bronz ve pirinç malzemeler mekanik özelliklerini soğuk çekim işleminden kazanır. İçerisinde yüksek miktarda kalay bulunan fosfor bronzunun çekme mukavemeti oldukça yüksek ve elektrik iletkenliği iyidir. Bu sebeple en yaygın kullanılan bakır alaşımıdır.

Nikel Alaşımli Yay Malzemeleri

İçerisinde %75 Ni ve %16 Cr bulunan UNS N06600 malzemelerin yüksek sıcaklıklarda oksidasyon dirençleri ve mukavemetleri oldukça iyidir. Soğuk çekildiklerinde çekme mukavemetleri de oldukça yükselir.

Bir Cu-Ni alaşımı olan UNS N04400 ise yüksek mukavemete ve sünekliğe sahip olmakla birlikte asit ve alkalilere dirençlidir. Özellikle deniz suyu gibi tuzlu su ortamlarına ve hafif yüklemelere karşı çok ideal bir malzemedir.

YAYLARI TANIYALIM

1- Kuvvet

2- Kuvvet Birimleri

3- Esnek Cisim ve Esneklik

4- Yaylar ve Özellikleri

5- Yayların Oluşturduğu Kuvvetler

6- Kuvvetin (Veya Ağırlığın) Ölçülmesi (Dinamometre ve Özellikleri)

7- Ağırlık

KUVVET VE HAREKET

A- YAYLARI TANIYALIM :

1- Kuvvet :

Duran bir cismi harekete geçiren, hareket halindeki cismi durduran, cismin doğrultusunu, yönünü, şeklini ve hızını değiştirebilen her türlü etkiye kuvvet denir. Kuvvet gözle görülemez, kuvvetin sadece etkileri gözlenip ölçülebilir. Kuvvet dinamometre ile ölçülür.

Kuvvet;

- Duran bir cismi harekete geçirebilir.
- Hareket halindeki cismi durdurabilir.
- Hareket halindeki cisimleri hızlandırabilir veya yavaşlatabilir yani hızını değiştirebilir.
- Cisimlerin doğrultusunu, yönünü ve şeklini değiştirebilir.

Kuvvetler, etkilerine göre farklı çeşitlerde olabilir. Kuvvetler genel olarak temas gerektiren kuvvetler (itme kuvveti, çekme kuvveti, kas kuvveti, rüzgâr kuvveti, kaldırma kuvveti, sürtünme kuvveti, buhar kuvveti) ve temas gerektirmeyen kuvvetler (magnetik alan kuvveti, yer çekimi kuvveti, elektriksel çekim kuvveti, elektriksel itme kuvveti) olarak iki grupta incelenir.

Kuvvet ile gösterilir ve vektörel büyüklüktür. Kuvvet gözle görülemez, kuvvetin sadece etkileri gözlenip ölçülebilir. Kuvvet, yönlü doğru parçaları ile (ok işareti ile) gösterilir. Kuvveti göstermek için kullanılan okun yönü, kuvvetin yönünü, büyüklüğü ise kuvvetin büyüklüğünü gösterir.

Kuvvetin gösterilebilmesi için 4 elemanın bilinmesi gerekir. Bunlar;

- 1- Kuvvetin uygulama noktası,
- 2- Kuvvetin doğrultusu,
- 3- Kuvvetin yönü,
- 4- Kuvvetin büyüklüğü (şiddeti) dır.

Uygulama Noktası Yönü

Doğrultusu (d)

A Büyüklüğü B
(Şiddeti)

Kuvvetin Elemanları :

1- Uygulama Noktası : Kuvvetin cisme etki ettiği noktadır.

A Noktası

2- Yönü : Kuvvetin cismi hareket ettirdiği yöndür.

A' dan B' ye doğru.

3- Büyüklüğü (Şiddeti) : Kuvvetin cisme etki edebilme gücüdür.

doğru parçasının uzunluğu.

4- Doğrultusu : Kuvvetin etkisini gösterebildiği doğrultudur.

AB doğrultusu.

2- Kuvvet Birimleri :

SI CGS

Kuvvet → → Newton (N) → Dyn → Kilogram-Kuvvet (kg-f) → Gram-Kuvvet (gr-f)

- $1\text{N} = 1.105\text{ dyn}$ $1\text{dyn} = 1.10^{-5}\text{ N}$
- $1\text{ kg-f} = 1000\text{ gr-f}$ $1\text{ gr-f} = 1/1000\text{ kg-f}$
- $1\text{ kg-f} = 9,8\text{ N}$ $1\text{ kg-f} \approx 10\text{ N}$ $1\text{ N} = 1/9,8\text{ kg-f}$
- $1\text{ kg-f} = 980000\text{ dyn}$ $1\text{ kg-f} \approx 1.106\text{ dyn}$ $1\text{dyn} = 1/980000\text{ kg-f}$
- $1\text{ N} = 98\text{ gr-f}$ $1\text{ N} \approx 100\text{ gr-f}$

- 1 Newton : 100 gramlık kütleyle etki eden yer çekimi kuvvetinin büyüklüğü yani ağırlığıdır.
- 1 kg-f : 1 kilogramlık kütleyle etki eden yer çekimi kuvvetinin büyüklüğü yani ağırlığıdır.
- 1 gr-f : 1 gramlık kütleyle etki eden yer çekimi kuvvetinin büyüklüğü yani ağırlığıdır.

3- Esnek Cisim ve Esneklik :

Bir cisme kuvvet uygulandığında cisim şekil değiştiriyorsa, kuvvetin etkisi ortadan kalkınca cisim tekrar eski haline geri dönebiliyorsa böyle cisimlere esnek cisim, bu olaya da esneklik denir.

Lastik, çelik şerit, yay, lastik top, çorap, tişört esnek cisimlerdir. Oyun hamuru, cam macunu, sıvılar esnek olmayan cisimlerdir.

Esnek cisimlerin esneklik özelliğini gösterebildiği sınıra esneklik sınırı denir. Esnek cisimlere esneklik sınırını aşacak şekilde kuvvet uygulanırsa esnek cisimlerin esneklik özelliği bozulur ve eski hallerine geri dönemezler.

4- Yaylar ve Özellikleri :

Yaylar esnek cisimlerdir. Yayların şeklinin değiştirilmesi yani gerilmesi veya sıkıştırılması için kuvvet uygulanması gerekir. Yayların şeklinin değiştirilmesi için uygulanan kuvvetler germe ve sıkıştırma kuvvetleridir. Yaylara uygulanan kuvvetler ortadan kalktığında yaylar eski haline yani

denge durumuna geri dönerler.

Günlük hayatta kullanılan yayların esneklik özelliği farklıdır. Farklı kalınlıkta ve uzunluktaki yaylar farklı esneklik özelliğine sahiptir. (Amortisörlerdeki yaylar kalın ve sert, kalemdeki yay ince ve yumuşaktır).

F → Yaya uygulanan germe veya sıkıştırma kuvveti

k → Yayın yapıldığı maddeye bağlı olan yay sabiti

x → Yayıdaki gerilme (uzama) veya sıkışma miktarı

- k yay sabiti ile yayın esnekliği ve hassaslığı doğru orantılıdır.
- Yayıdaki gerilme (uzama) veya sıkışma miktarı, yaya uygulanan germe veya çekme kuvveti ile doğru orantılıdır.

Sembol	Birim (SI)	Birim (CGS)
Kuvvet F	Newton (N)	Dyn
Yay Sabiti k	N/m	dyn/cm
Gerilme veya Sıkışma Miktarı x	m	cm

$$F = k \cdot x$$

5- Yayların Oluşturduğu Kuvvetler :

Bir yaya germe veya sıkıştırma kuvveti uygulandığında etki – tepki prensibine göre yayda uygulanan kuvvete zıt yönde ve eşit büyüklükte itme ve çekme kuvveti uygulanır.

Yayları sıkıştırmak veya germek için uygulanan kuvvet arttırıldığında yayda oluşan itme veya çekme kuvveti ile yayların sıkışma veya gerilme miktarları da artar. Bu nedenle yayları sıkıştırmak veya germek için uygulanan kuvvet ile sıkışma veya gerilme miktarı doğru orantılıdır.

(Yayın sıkıştırılması veya gerilmesi için uygulanan kuvvetler ortadan kalktığında yayların eski hallerine dönme hızları artar).

a) Germe ve İtme Kuvveti :

Yayları germek için kuvvet uygulandığında etki – tepki prensibine göre gerilen yay esneklik özelliğinden

dolayı eski haline geri dönebilmek için itme kuvveti uygular. Yayları germek için uygulanan kuvvet arttırıldığında yayda oluşan itme kuvveti de artar.

1. Durumda:

• G ağırlığındaki cisim yayın ucuna asıldığında yay x kadar uzar ve çekme kuvveti (geri çağırıcı kuvvet) F olur.

2. Durumda:

• $2G$ ağırlığındaki cisim yayın ucuna asıldığında yay $2x$ kadar uzar ve çekme kuvveti (geri çağırıcı kuvvet) $2F$ olur.

b) Sıkıştırma ve Çekme Kuvveti :

Yayları sıkıştırmak için kuvvet uygulandığında etki – tepki prensibine göre sıkışan yay esneklik özelliğinden

dolayı eski haline geri dönebilmek için çekme kuvveti uygular. Yayları sıkıştırmak için uygulanan kuvvet arttırıldığında yayda oluşan çekme kuvveti de artar.

1. Durumda:

• Yaya F kadar sıkıştırma kuvveti uygulandığında x kadar sıkışır ve itme kuvveti F olur.

2. Durumda:

• Yaya $2F$ kadar sıkıştırma kuvveti uygulandığında $2x$ kadar sıkışır ve itme kuvveti $2F$ olur.

6- Kuvvetin (veya Ağırlığın) Ölçülmesi (Dinamometre ve Özellikleri) :

Dünya'nın, üzerinde bulunan cisimlere uyguladığı kütle çekim kuvvetine yer çekimi kuvveti denir.

Dünya'nın, üzerinde bulunan bir cisme uyguladığı yer çekimi kuvvetinin büyüklüğüne ağırlık denir.

Ağırlık ile gösterilir. Ağırlıkta bir kuvvettir.

Kuvveti (ağırlığı) ölçmek için kullanılan araçlara dinamometre (yaylı el kantarı) denir. Dinamometreler cisimlerin esneklik özelliğinden faydalanılarak yapılmıştır.

Dinamometreler, kuvvetin esnek cisimler üzerindeki şekil değiştirme etkisi kullanılarak yapılmıştır. Dinamometredeki esnek cismin (yayın) uygulanan kuvvet sayesinde uzaması (şekil değiştirmesi) ile kuvvet ölçülebilir. Esnek cisim ne kadar fazla şekil değiştiriyorsa (yay ne kadar uzuyorsa) cisme uygulanan kuvvette o kadar büyük olur.

Dinamometrelerin ölçebileceği kuvvetlerin büyüklükleri farklı olabilir. Her dinamometre ancak belirli büyüklükteki kuvvetleri ölçebilir. Dinamometrenin ölçebileceğinden daha büyük kuvvet ölçülürse dinamometredeki yayın esnekliği kaybolur ve dinamometre bozulur.

Dinamometrelerde kullanılan yayın inceliği veya kalınlığı (yay sabiti), dinamometrenin ölçebileceği ağırlık miktarını değiştirir. Bu nedenle dinamometre hangi amaçla kullanılacaksa, o amaca uygun şekilde tasarlanır ve dinamometrede de o amaca uygun kalınlıkta ve sertlikte yay kullanılır.

- Kütlesi büyük olan cisimlerin ağırlıklarını ölçmek için yapılan dinamometrelerde kalın ve sert (yay sabiti büyük olan) yaylar kullanılır.
- Kütlesi küçük olan cisimlerin ağırlıklarını ölçmek için yapılan dinamometrelerde ince ve yumuşak (yay sabiti küçük olan) yaylar kullanılır. Bu dinamometreler daha hassas ölçüm yapabilir.

Dinamometreler cisimlerin ağırlığını ölçer. Fakat günlük hayatta kullanılan dinamometreler, kütle ölçmek için derecelendirilmişlerdir. (Dinamometre ağırlıkla birlikte yaklaşık olarak bir cismin kütlesini de ölçer).

7- Ağırlık :

Bir cisme etki eden yer çekimi kuvvetinin büyüklüğüne ağırlık denir. Ağırlık ile gösterilir ve vektörel büyüklüktür. Ağırlık daima yerin merkezine (aşağı) doğru gösterilir. Ağırlık ayırt edici özellik değildir.

Bir cismin ağırlığı cismin bulunduğu yere göre değişir. Cisim yerin merkezine yaklařtıķça (g arttığı için) ağırlık artar, cisim yerin merkezinden uzaklařtıķça (g azaldığı için) ağırlık azalır. Dünya, kutuplardan basık olduğu için Dünya'nın kutuplardaki yarıçapı, ekvatordaki yarıçapından küçüktür. Bu nedenle bir cismin kutuplardaki ağırlığı, ekvatordaki ağırlığından daha büyük olur. (Yerin merkezine daha fazla yaklaşıldığı için). Bir cismin Dünya'daki ağırlığı, Ay'daki ağırlığının yaklaşık 6 katıdır.

Bir cismin ağırlığının değişmesini yer çekim ivmesi sağlar. Bir cisme etki eden yer çekimi kuvvetinin ölçüsüne yer çekim ivmesi denir. Yer çekim ivmesi ile gösterilir ve yer çekim ivmesi vektörel büyüklüktür. Yer çekim ivmesi yerin merkezine yaklařıldıķça artar, yerin merkezinden uzaklařıldıķça da azalır.

Ağırlık dinamometre veya yaylı el kantarı ile ölçülür.

Ağırlık = Kütle . Yer Çekim İvmesi

Sembol	Birim(SI)	Birim (CGS)
Kütle → m	kg	gr
Yer Çekim İvmesi → g	N/kg (m/sn ²)	dyn/gr (cm/sn ²)
Ağırlık →G	N	dyn

$$G = m \cdot g$$

- Yer çekim ivmesinin değeri; = 9,8 N/kg = 980 dyn/gr alınır.

ÖRNEKLER :

1- Şekildeki özdeş dinamometreler dengededir. Buna göre G ağırlığı kaç N'dur?

- 1. dinamometrede 3 bölme 15 N' a karşılık geliyor. Bu nedenle her bölme 5 N' a karşılık gelir.
- 2. dinamometrede G ağırlığı 4 bölmeye karşılık geldiği için;

$$G = 5 \cdot 4 = 20 \text{ N}$$

2- Şekildeki dinamometrelerin içindeki çubuklar 10 eşit parçaya ayrılarak bölmelendirilmiştir. A' daki dinamometre en fazla 100 N' luk, B 'deki dinamometre en fazla 150 N' luk, C' deki dinamometre en fazla 200 N' luk kuvveti ölçebiliyor. Buna göre;

- a) Dinamometrelerin cisimlere uyguladığı kuvvetleri bulun.
- b) 10 N' luk kuvveti ölçmek için hangi dinamometre daha uygundur?

a) A Dinamometresi : 10 bölme 100 N ise her bölme 10 N' a karşılık gelir.

$$\text{Cisme uygulanan kuvvet} = 4 \cdot 10 = 40 \text{ N}$$

B Dinamometresi : 10 bölme 150 N ise her bölme 15 N' a karşılık gelir.

$$\text{Cisme uygulanan kuvvet} = 3 \cdot 15 = 45 \text{ N}$$

C Dinamometresi : 10 bölme 200 N ise her bölme 20 N' a karşılık gelir.

$$\text{Cisme uygulanan kuvvet} = 2 \cdot 20 = 40 \text{ N}$$

b) 10 N' luk kuvveti ölçmek için A dinamometresi daha uygundur. Çünkü diğer dinamometrelerin her bölmesi 10 N' dan daha büyük değer ölçer.

3- Bir yay 10 N' luk kuvvet uygulandığında yay 5 cm uzuyorsa yayın yay sabiti nedir?

$$F = 10 \text{ N}$$

$$x = 5 \text{ cm}$$

$$k = ? \text{ N/cm}$$

$$\bullet F = k \cdot x \text{ ---> } 10 = k \cdot 5 \text{ ---> } k = 2 \text{ N/cm}$$

4- Yay sabiti 5 N/mm olan bir yayın 1 cm uzaması için yaya kaç N' luk kuvvet uygulanması gerekir?

$$x = 1 \text{ cm} = 10 \text{ mm}$$

$$k = 5 \text{ N/mm}$$

$$F = 10 \text{ N}$$

$$F = 5 \cdot 10 \text{ ---> } F = k \cdot x \text{ > } F = 50 \text{ N}$$

5- Kütleli 2 kg olan cismin ağırlığı Kaç N' dur? (g = 10 N/kg)

$$m = 2 \text{ kg} \cdot G = m \cdot g = 2 \cdot 10 \rightarrow G = 20 \text{ N}$$

$$g = 10 \text{ N/kg}$$

$$G = ? \text{ N}$$

6- Kütlesi 700 gr olan cismin ağırlığı kaç N ve Kaç dyn' dir? (g = 10 N/kg)

$$m = 700 \text{ gr} = 0,7 \text{ kg} \cdot G = m \cdot g = 0,7 \cdot 10 \rightarrow G = 7 \text{ N}$$

$$g = 10 \text{ N/kg}$$

$$G = ? \text{ N} \cdot G = 7 \text{ N} = 7 \cdot 10^5 \text{ dyn}$$

7- Kütlesi 25 gr olan cismin ağırlığı kaç dyn ve kaç N' dur? (g = 1000 dyn/gr)

$$m = 25 \text{ gr} \cdot G = m \cdot g = G = 25000 \text{ dyn} = 25 \cdot 1000$$

$$g = 1000 \text{ dyn/gr}$$

$$G = ? \text{ N} \cdot G = 25000 \text{ dyn} = 25000 \cdot 10^{-5} \text{ N} = 0,25 \text{ N}$$

8- Şekildeki grafikte yayların ucuna asılan ağırlıklar ile yaylardaki uzama miktarları arasındaki ilişki gösterilmiştir. Buna göre;

a) Hangi yay daha hassas ölçüm yapar?

b) 1. yaya 40 N'luk kuvvet uygulanırsa yaydaki uzama miktarı kaç cm olur?

c) 2. yaya 40 N'luk kuvvet uygulanırsa yaydaki uzama miktarı kaç cm olur?

a) Yay sabiti küçük olan yay daha hassastır.

$$1. \text{ Yay için; } F = k_1 \cdot x \rightarrow 16 = k_1 \cdot 4 \rightarrow k_1 = 4$$

$$1. \text{ Yay için; } F = k_2 \cdot x \rightarrow 8 = k_2 \cdot 8 \rightarrow k_2 = 1$$

$k_2 < k_1$ olduğu için 2. yay daha hassastır.

$$b) F = k_1 \cdot x \rightarrow 40 = 4 \cdot x \rightarrow x = 10 \text{ cm}$$

$$x = 40 \text{ cm} \Rightarrow 40 = 1 \cdot x \Rightarrow F = k \cdot x$$

9- 20 N kaç dyn, kaç gr-f ve kaç kg-f tir?

- $1 \text{ N} = 1.105 \text{ dyn}$ ise ; $20 \text{ N} = 20 \cdot 105 = 2.106 \text{ dyn}$

- $1 \text{ N} = \text{kg-f}$ ise ; $20 \text{ N} = \text{kg-f}$

- $1 \text{ kg-f} = 1000 \text{ gr-f}$ ise ; $\text{kg-f} = \text{gr-}$