



MÜHENDİSLİK MEKANİĞİ DERSİ

(Düzlem Taşıyıcı Sistemler)

Prof. Dr. Berna KENDİRLİ

Ders Planı

HAFTA	KONU
1	Giriş, temel kavramlar, mekaniğin temel ilkeleri
2-3	Düzlem kuvvetler sisteminin bileşkesi
4-5	Rijit cisimlerin dengesi
6	Ağırlık merkezi ve geometrik merkez
7	Düzlem taşıyıcı sistemler, kafes sistemler
8	Arasınava
9	Düzlem taşıyıcı sistemler, kafes sistemler
10-11	İç kuvvetler ve kesit tesirleri
12	Sürtünme
13-14	Atalet momenti

Yararlanılan Kaynaklar

- 1. Olgun, M. 2016. Mühendislik Mekaniği (Statik) 3. Baskı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1566, Ders Kitabı: 519, 300 s., Ankara.
- 2. Omurtag, M. H. 2003. Mühendisler İçin Mekanik- Statik. Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş., İstanbul.

Düzlem taşıyıcı sistemler

- Düzlem taşıyıcı sistemler, üzerine gelen yükleri emniyet sınırları içerisinde taşıyan rijit cisimler olarak tanımlanır. Taşıyıcı sistemler geometrileri ve yükleme durumlarına göre çubuklar, levha ve plaklar, kabuklar ve çok parçalı sistemler şeklinde sınıflandırılabilir.
- Bu bölümde denge denklemleri, mafsallarla ilgili elemanlardan oluşan yapıları analiz etmek için kullanılacaktır.
- *Yapı analizi*, yapıya gelen dış yüklerin yapıyı oluşturan elemanlara dağılımının belirlenmesi olarak tanımlanır. Bu analiz, dengede olan bir yapının her bir elemanının da dengede olması ilkesine dayanır.

Düzlem kafes sistemler

- Mühendislikte kullanılan en önemli taşıyıcı yapı unsurlarından birisi kafes sistemlerdir. Kafes sistemler, özellikle çatı ve köprüler gibi mühendislik yapılarının projelenmesinde pratik ve ekonomik bir çözüm sağlarlar.
- Düzlem kafes sistemler tek bir düzlem içinde yer alırlar. Kafes sistemlere etki eden yükler de aynı düzlemde bulunurlar.
- *Kafes sistemler*, doğru eksenli çubukların rijit bir cisim oluşturacak şekilde sürtünmesiz mafsallar ile uçlarından birbirlerine bağlanarak elde edilen yapı sistemleridir. Kafes sistemi oluşturan elemanlara *çubuk* adı verilir.

Düzlem kafes sistemler

- Bu nedenle kafes sistemler, iki veya üç köşesi üçgenlerle ortak olan bir üçgenler serisinden oluşurlar. Kafes sistemdeki üçgenlerin köşelerine diğer bir deyişle çubukların mafsallarla bağlandıkları noktalara *düğüm* adı verilir. Kafes sistemlerin analizinde öncelikle çubuklarda oluşan kuvvetlerin bulunması gerekir.
- Bu analiz işleminde iki önemli varsayımda bulunulur. Bu varsayımlardan birisi, dış yüklerin sadece düğüm noktalarına etki yaptığıdır. Genellikle kuvvet analizinde çubukların ağırlıkları ihmal edilir. Kafes sistemlerin analizinde yapılan diğer varsayım ise, çubukların düğüm noktalarında sürtünmesiz mafsallar ile bağlandığıdır.

Düzlem kafes sistemler

- Kafes sistemi oluşturan her bir çubuğun dengede kalabilmesi için uçlarındaki düğümlerden iletilen bu iki kuvvetin büyüklüklerinin eşit, doğrultularının çubukların orta eksenini üzerinde ve yönlerinin ters olması gerekir.
- Eğer bu iki kuvvet, çubuğu uzatma, diğer bir deyişle düğümlerden uzaklaşma eğiliminde ise *çekme kuvveti*, çubuğu kısaltma ya da düğümlere doğru olma eğiliminde ise *basma kuvveti* olarak adlandırılır.

Düzlem kafes sistemler

Kafes Sistemlerin Statik Belirliliği

- Üç denge denkleminin ($\sum F_x = 0$, $\sum F_y = 0$ ve $\sum M = 0$) uygulanması ile çözülebilen sistemlere **Statik Belirli (İzostatik) Sistemler** adı verilir. Klasik üç denge denklemi yeterli olmuyorsa böyle sistemler de **Statik Belirsiz (Hiperstatik) Sistemler** olarak adlandırılır. Herhangi bir kafes kirişin statik belirli olabilmesi için aşağıdaki eşitlikten yararlanır.

$$m + c = 2n$$

m = Mesnet tepkisi sayısı,

c = Toplam çubuk sayısı,

n = Toplam düğüm sayısıdır.

Kafes Sistemlerin Çözüm Yöntemleri

- Kafes sistemlerde çubuk kuvvetlerinin bulunmasında kullanılan yaygın çözüm yöntemleri;
 - a) Düğüm noktaları yöntemi,
 - b) Kesim (Ritter) yöntemidir.

Düzlem kafes sistemler

Düğüm noktaları yöntemi

- Düğüm noktaları yöntemi, bir kafes sistem dengede ise her bir düğüm noktasının da dengede olması ilkesine dayanır.
- Bu yöntemde kafes sistemin her bir düğüm noktasındaki mafsal üzerine etki eden kuvvetler için denge koşullarının sağlanması gerekir.
- Kafes sistemin çubuklarının hepsi aynı düzlem içinde bulunan iki kuvvetli elemanlar olduklarından her bir düğüme etki eden kuvvetler düzlemsel olup, *bir noktada kesişen kuvvetler sistemini* oluştururlar. Bu nedenle her bir düğüm için $\sum F_x = 0$ ve $\sum F_y = 0$ denge denklemlerinin sağlanması gerekir.
- Bu denklemlerin uygulanması için kafes sistemlerin çözümüne iki çubuğun bağlandığı bir düğüm noktasından başlanmalıdır. Bu düğümde birleşen çubuklardaki kuvvetler belirlendikten sonra bu çubukların komşu düğümlere olan etkisi bilinmiş olacağından komşu düğümler sıra ile ele alınarak bütün çubuklardaki bilinmeyen kuvvetler belirleninceye kadar hesaplama işlemine devam edilir.