

MÜHENDİSLİK MEKANİĞİ (STATİK)

Prof. Dr. Metin OLGUN

**Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü**

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

7. DÜZLEM TAŞIYICI SİSTEMLER

Düzlem taşıyıcı sistemler, üzerine gelen yükleri emniyet sınırları içerisinde taşıyan rijit cisimler olarak tanımlanır. Taşıyıcı sistemler geometrileri ve yükleme durumlarına göre farklılıklar gösterirler. Bu bağlamda taşıyıcı sistemler;

- Çubuklar
 - Levha ve plaklar
 - Kabuklar
 - Çok parçalı sistemler
- şeklinde sınıflandırılabilirler.

Bu bölümde denge denklemleri, mafsal ile bağılı 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 SİSTEMLER

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.

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.

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 (Őekil 5.8). Eęer bu iki kuvvet, çubuğu uzatma, diğer bir deyişle düğümlerden uzaklaşma eğiliminde ise *ekme kuvveti*, çubuğu kısaltma ya da düğümlere doğru olma eğiliminde ise *basma kuvveti* olarak adlandırılırlar.

Kafes Sistemlerin Statik Belirlilięi

Üç denge denkleminin ($\sum F_x = 0$, $\sum F_y = 0$ ve $\sum M = 0$) uygulanması ile özöllebilen 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 aşağıda verilen eşitliğin sağlanması gerekir.

$$m + c = 2n$$

Burada; m = Mesnet tepkisi sayısı,
 c = Toplam çubuk sayısı,
 n = Toplam düğüm sayısıdır.

Kafes Sistemlerin Çözüm Yöntemleri

Kafes sistemlerin çözümünde grafiksel yöntemler kullanılırsa da, mühendislik uygulamalarında daha çok analitik yöntemlerin kullanılması tercih edilir. Kafes sistemlerde çubuk kuvvetlerinin bulunmasında kullanılan yaygın çözüm yöntemleri;

- a) Düğüm noktaları yöntemi,
- b) Kesim (Ritter) yöntemidir.

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.

Kesim yöntemi

Bu yöntem dengedeki kafes sistemin bütün parçalarının da dengede olması ilkesine dayanır. Düğüm noktaları yöntemi, bir kafes sistemin bütün çubuk kuvvetlerinin belirlenmesi durumunda uygun olan bir yöntemdir. Ancak bir çubuk kuvvetinin ya da az sayıda çubuk kuvvetlerinin belirlenmesi istenirse kesim yönteminin uygulanması daha uygundur. Kafes sistemlerin çözümünde genel kuvvetler sisteminin denge koşulları da uygulanabilir. Bu yöntemin uygulanması ile düğüm noktalarının sıra ile analizi yapılmadan kafes sistemin herhangi bir çubuğundaki kuvvet doğrudan bulunabilir.

Kafes sistem istenilen yerinden en fazla üç bilinmeyen çubuk kuvveti olacak şekilde hayali bir kesit düzlemi ile kesilerek iki parçaya ayrılır. Bu durumda kafes sistemin iki parçasından her birisi, üzerine genel kuvvetlerin etki ettiği bir kuvvetler sisteminden oluşur. Çubuk kuvvetlerinin belirlenmesi için üç denge denklemi ($\sum F_x = 0$, $\sum F_y = 0$ ve $\sum M = 0$) uygulanır.