

MİM 333
Yapım Sistemleri

Prefabrikasyon 1
(Prefabrication 1)

Prof. Dr. Hakan YAMAN
İstanbul Teknik Üniversitesi
Mimarlık Fakültesi – Mimarlık Bölümü
Taşkıya 205 A

İçerik

- **Konu**
 - Prefabrikasyona Genel Bakış
 - Açık Sistem – Kapalı Sistem Kavramları
 - Prefabrike Elemanlar ile Yapımda Tasarlama Sorunları
 - Prefabrike Elemanlar ile Yapımda Tasarlama Sorunlarına Genel Bakış
 - Prefabrike Elemanlar ile Üretilcek Yapıların Tasarlanma Süreçleri
 - Prefabrike Elemanlar ile Üretilcek Yapıların Tasarımında Düzeyler ve Sınırlamalar

8 Ocak 2020 Prof. Dr. Hakan YAMAN MİM 333 Yapım Sistemleri Dersi Slayt 2

1
Prefabrikasyona Genel Bakış

8 Ocak 2020 Prof. Dr. Hakan YAMAN MİM 333 Yapım Sistemleri Dersi Slayt 3

Prefabrikasyona Genel Bakış

- II. Dünya Savaşı sonrası → Tamamen alt üst olmuş yapım sektörünü ayağa kaldırma → Endüstrilemiş yapı üretim sistemlerinin olanakları.



8 Ocak 2020 Prof. Dr. Hakan YAMAN MİM 333 Yapım Sistemleri Dersi Slayt 4

Prefabrikasyona Genel Bakış

- **Sorun:** Yapıların tümüyle fabrikada üretimi, en azından o an içinde bulunulan mevcut ekonomik ve teknolojik koşullarla söz konusu değil.
- **Ana düşünce:** Yapım eyleminde maksimum üretkenliğin, ancak, sonradan şantiyede birleştirilmek üzere fabrikada üretilen büyük boyutlu elemanlar ile sağlanabilir.

8 Ocak 2020 Prof. Dr. Hakan YAMAN MİM 333 Yapım Sistemleri Dersi Slayt 5

Prefabrikasyona Genel Bakış

- Yapıyı, büyük boyutlu ön yapımlı (prefabrike) elemanlardan oluşacak şekilde parçalara ayırmanın koşulları önemli!
 - Taşıma ve montaj koşulları → Boyutsal sınırlamalar
 - Eleman boyutları → Taşıma, depolama ve teknolojik faktörlere bağlı
 - Ön yapımlı (prefabrike) elemanların maksimum boyut ve ağırlıkları saptama → Kaldırma araçlarının kapasiteleri ve taşıma olanakları
- ...

8 Ocak 2020 Prof. Dr. Hakan YAMAN MİM 333 Yapım Sistemleri Dersi Slayt 6

Prefabrikasyona Genel Bakış

- ...
- Yapım eylemini sadece şantiyede montaj şeklinde minimize edebilmek için, yapının herhangi bir mekânını oluşturacak olan yapı elemanının gereken bütün işlevleri yerine getirebilmesi sağlanmalı.
 - Her yapı elemanı bunun için gerekli bütün bileşenleri içerebilmeli (Panellere yerleştirilmiş doğramalar vb. gibi)
 - Bileşenler sonradan elemana entegre edilmemelidir.
- → Hücre sistemler
- ...

8 Ocak 2020

Prof. Dr. Hakan YAMAN
MİM 333 Yapım Sistemleri Dersi

Slayt 7

Prefabrikasyona Genel Bakış

- Montaja dayalı yapı üretiminde kullanılacak ön yapımlı (prefabriğe) elemanlar
 - Şantiyede sadece söz konusu yapı için eleman üreten **geçici atölyelerde**,
 - Şantiyeler arasında taşınabilen sonradan sökülüp taşınabilir **gezici fabrikalarda** veya
 - Gerçek bir endüstri niteliğindeki **sabit fabrikalarda** üretilebilir.

8 Ocak 2020

Prof. Dr. Hakan YAMAN
MİM 333 Yapım Sistemleri Dersi

Slayt 8

2 Açık Sistem – Kapalı Sistem Kavramları

8 Ocak 2020

Prof. Dr. Hakan YAMAN
MİM 333 Yapım Sistemleri Dersi

Slayt 9

Kapalı Sistem

- Ön yapımlı (prefabriğe) elemanların üretimi ve pazarlaması iki şekilde yapılmaktadır:
 - Kapalı sistem,
 - Açık sistem.

8 Ocak 2020

Prof. Dr. Hakan YAMAN
MİM 333 Yapım Sistemleri Dersi

Slayt 10

Kapalı Sistem

- **Kapalı üretim ve pazarlama sistemi** (büyük ölçekte bir endüstrileşmeye doğru inisiyatifin endüstri sahiplerinin elinde olduğu) 1950'lerde yapı endüstrisini etkilemiş olan bir sistemdir.
- Bu tip endüstrileşmenin hareket noktası, **bitmiş ürünün, yapının standardizasyonuna** dayanmaktadır.
- Dolayısıyla, çeşitli amaçlar için **tip yapılar** tasarlanmıştır. Örneğin, okul, apartman blokları gibi.

8 Ocak 2020

Prof. Dr. Hakan YAMAN
MİM 333 Yapım Sistemleri Dersi

Slayt 11

Kapalı Sistem

- Temel prensip: Bazı yapı tipleri için özel ön yapımlı elemanların tasarlanması ve tasarlanan elemanların üretilmesidir.
 - Söz konusu elemanların şantiyede birleştirilmesi ile belli bir bütün (ünite) oluşturulmaktadır. Söz konusu ünite, ancak, bir çeşitte (tek versiyon) tekrarlanabilmektedir.
 - Tip yapılar → Özel yapı elemanları → Şantiyede birleşim → Tek bir yapı tipi

8 Ocak 2020

Prof. Dr. Hakan YAMAN
MİM 333 Yapım Sistemleri Dersi

Slayt 12

Açık Sistem

- **Açık sistem**, birçok firma tarafından üretilen ve firmalar arasında değiştirilebilen elemanların üretimine dayanmaktadır.
- Eğer belirli bir ekonomik alanda, belli bir coğrafi yarıçap içinde, belirli bir yapı türü için her çeşit ön yapımlı (prefabrikte) elemanı birçok bağımsız üretici tarafından üretiliyor ve elemanlar yapının tümünü gerçekleştirmek için kullanılabilir ise, açık bir üretim söz konusu demektir.

8 Ocak 2020

Prof. Dr. Hakan YAMAN
MİM 333 Yapım Sistemleri Dersi

Slayt 13

Açık Sistem

- Açık sistemden beklenen iki önemli avantaj:
 - Ön yapımlı (prefabrikte) elemanlar için piyasada kitlesel bir sürüm sağlanabilmesi,
 - Seçim olanağı ve kombinasyon olasılıkları sayesinde önemli ölçüde esnek bir tasarımın elde edilebilmesidir.

8 Ocak 2020

Prof. Dr. Hakan YAMAN
MİM 333 Yapım Sistemleri Dersi

Slayt 14

Açık Sistem

- Açık sistem → Piyasada tasarımcıların elinde eleman katalogları bulunur.
- Her türlü yapı tipi, piyasada mevcut farklı elemanlar ailesi tarafından gerçekleştirilebilecektir.
- Her eleman değişik bir "marka" olabilir ve her biri birleşmesi gereken diğer elemanlar ile de uyumludur.
- Çeşitli yapı tipleri (konut, okul, hastane) → Birçok değişik uygulama olanağı olan standart elemanlar → Şantiyede eleman birleşimi → Çok çeşit yapı

8 Ocak 2020

Prof. Dr. Hakan YAMAN
MİM 333 Yapım Sistemleri Dersi

Slayt 15

3

Prefabrikte Elemanlar ile Yapımda Tasarlama Sorunları

8 Ocak 2020

Prof. Dr. Hakan YAMAN
MİM 333 Yapım Sistemleri Dersi

Slayt 16

31

Prefabrikte Elemanlar ile Yapımda Tasarlama Sorunlarına Genel Bakış

8 Ocak 2020

Prof. Dr. Hakan YAMAN
MİM 333 Yapım Sistemleri Dersi

Slayt 17

Genel Bakış

- Yapı üretiminin endüstrileşmesinde, en önemli sorunlardan biri, yapıların üretim süreçlerine egemen olan yeni ilkelerin mimari tasarımı nasıl etkileyeceği ve bu etki sonucu tasarlama yöntemlerinde yapılması gereken değişikliklerin ne yönde olacağıdır.
- Mimari tasarım daima yapı malzemeleri ve yapı üretimi tekniklerine bağımlı özellikler taşımıştır.
- ...

8 Ocak 2020

Prof. Dr. Hakan YAMAN
MİM 333 Yapım Sistemleri Dersi

Slayt 18

3.2
Prefabrike Elemanlar ile Üretilecek Yapıların Tasarlanma Süreçleri

8 Ocak 2020 Prof. Dr. Hakan YAMAN MİM 333 Yapım Sistemleri Dersi Slayt 19

Tasarım Süreçleri

- Mimarın başarılı tasarımlar yapabilmesi için, yapı malzemesi ve yapı üretim sistemlerini yakından tanınması ve söz konusu sistemlerin tasarlama yöntemlerini, dolayısıyla yapıyı nasıl etkilediğini bilmesi gerekmektedir.
- Endüstrileşmiş yapımda, daha önceki üretim sistemlerinden farklılaşan en önemli özellik “yapının belirli birim parçalara bölündüğü ve bu parçaların sürekli üretim yapan fabrikalarda üretilmesidir”.

8 Ocak 2020 Prof. Dr. Hakan YAMAN MİM 333 Yapım Sistemleri Dersi Slayt 20

Tasarım Süreçleri

- Bu çerçevede tasarlama olayı da, iki ayrı ortamda iki ayrı amaca yönelik olarak yapılmaktadır.
- Kapalı ya da açık sistem kavramlarından herhangi birine uygun olarak üretim yapılmakta olan fabrikaların birinde, **üretilecek olan elemanın** ya da elemanların tasarlanmasıdır.
- Mimar, ön yapımlı (prefabrike) elemanlarla üretilecek olan yapıların olası çözümlerini dikkate alacak ve bazı etütler, hatta kesin projeler bile hazırlayabilir.
- Çoğunlukla açık sistem kavramına uygun – bazen de kapalı sistem – olarak üretilmekte olan yapı parçalarını şu veya bu ölçüde kullanmayı kabul ederek **yapının** tasarlanmasıdır.
- Mimar, yapı parçalarını tasarlamak suretiyle yakın gelecekte üretilecek olan yapıyı tasarlamakta.

8 Ocak 2020 Prof. Dr. Hakan YAMAN MİM 333 Yapım Sistemleri Dersi Slayt 21

Tasarım Sürecinin Özellikleri

- Ön yapımlı (prefabrike) elemanlarla tasarım olgusunun en sık rastlanan biçimi, önceden hazırlanmış elemanlarla üretilecek bir yapının tasarlanmasıdır. Söz konusu tasarım eylemi farklı özellikler gösteren iki grupta toplanır:
 - En sık rastlanan durum, mevcut sistemler arasından bir seçim yaparak ve seçilen sistemi veri kabul ederek yapının tasarımını gerçekleştirmektir.
 - Daha az rastlanan durum ise, mevcut olmayan, yeni bir sistem geliştirmek ve bu sistemin gereklerine uygun olarak tasarlama eylemini gerçekleştirmektir.

8 Ocak 2020 Prof. Dr. Hakan YAMAN MİM 333 Yapım Sistemleri Dersi Slayt 22

Tasarım Sürecinin Özellikleri

- Ön yapımlı (prefabrike) elemanlarla üretilecek olan bir yapının tasarım sürecinin, geleneksel yapı üretim sistemleri ile üretilecek olan yapının tasarım sürecinden temel farkı:
- Detay çalışmalarının daha sonraki aşamalara bırakılmasının mümkün olmaması, ya da başka bir deyişle, **detay çalışmalarının sürecin başında yer almasıdır.**

8 Ocak 2020 Prof. Dr. Hakan YAMAN MİM 333 Yapım Sistemleri Dersi Slayt 23

3.3
Prefabrike Elemanlar ile Üretilecek Yapıların Tasarımında Düzeyler ve Sınırlamalar

8 Ocak 2020 Prof. Dr. Hakan YAMAN MİM 333 Yapım Sistemleri Dersi Slayt 24

Tasarımında Düzeyler ve Sınırlamalar

- Ön yapımlı (prefabrike) elemanlarla üretilecek olan yapıların tasarım sürecinde etüt, karar ve çizimlerin üç grupta toplandığı görülmektedir:
 - Yapı topluluğu düzeyindeki çalışmalar,
 - Yapı düzeyindeki çalışmalar,
 - Yapı elemanı düzeyindeki çalışmalar.

8 Ocak 2020

Prof. Dr. Hakan YAMAN
MİM 333 Yapım Sistemleri Dersi

Slayt 25

Yapım Sürecindeki Sınırlamalar

- Ön yapımlı (prefabrike) elemanlarla yapım sürecindeki sınırlamalar, yapım sisteminden (teknoloji) kaynaklanan zorunluluklara bağlı olarak biçimlenmektedir. Söz konusu sınırlamalar:
 - Üretime ilişkin sınırlamalar,
 - Taşımaya ilişkin sınırlamalar,
 - Depolamaya ilişkin sınırlamalar,
 - Montaja ilişkin sınırlamalar.

8 Ocak 2020

Prof. Dr. Hakan YAMAN
MİM 333 Yapım Sistemleri Dersi

Slayt 26

Tasarımda Temel Sorunlar

- Tasarım kapsamında yapılmakta olan çalışmalar, üç düzeyde toplandığından, temel sorunlar da
 - Yapı Topluluğu Düzeyindeki Tasarım Sorunları,
 - Yapı Düzeyindeki Tasarım Sorunları,
 - Yapı Elemanı Düzeyindeki Tasarım Sorunları.
 değerlendirilmelidir.

8 Ocak 2020

Prof. Dr. Hakan YAMAN
MİM 333 Yapım Sistemleri Dersi

Slayt 27

4

Prefabrike Elemanlar ile Yapımda Üretim Sorunları

8 Ocak 2020

Prof. Dr. Hakan YAMAN
MİM 333 Yapım Sistemleri Dersi

Slayt 28

Prefabrike Yapımda Üretim Yöntemleri

- Üretim yöntemleri:
 - Akım tipi (bant tipi)
 - Girdiler ve işlemler arası geçiş yapan ara ürünlerin seri akışı, üniteler yürüyen bant aracılığı ile yer değiştirir, çok sayıda ve az çeşitte ürün, üretim bir "ürün hattı" üzerinde.
 - Görev tipi (istasyon tipi)
 - Akım devamlı olmayıp, üretim programa göre harekete geçip durma, genel amaçlı makineler ve işin cinsine göre birer iş merkezi oluşturma, ara ürün merkezlerini dolaşarak üretimin tamamlanması, üretim "işlem hattı" istasyonlarında, ara stoklar.
 - ...

8 Ocak 2020

Prof. Dr. Hakan YAMAN
MİM 333 Yapım Sistemleri Dersi

Slayt 29

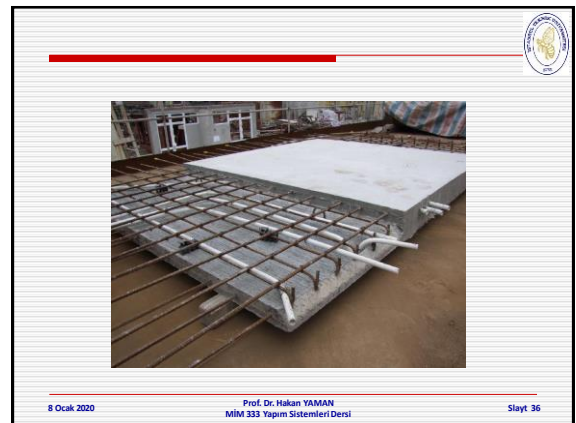
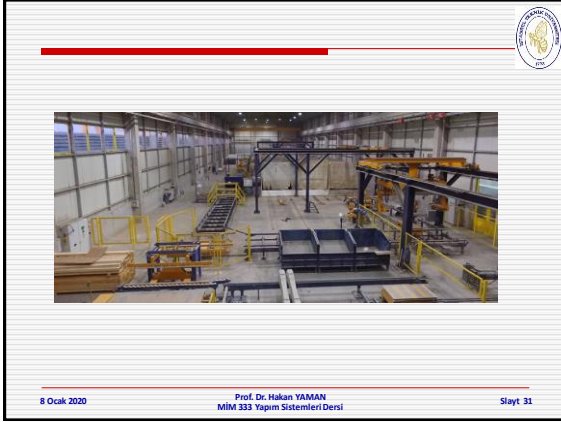
Prefabrike Yapımda Üretim Yöntemleri

- Üretim yöntemleri:
 - ...
 - Proje tipi
 - Üretim tek bir ürün için düzenlenir, girdiler devamlı olarak işlem ünitesine girer, çıktı bir kerede gerçekleşir ve üretim sona erer, geleneksel şantiyede üretim.
 - Kayan kalıp tipi üretim
 - Akım tipi üretime benzer, ürünler yerinde, kayan ve titreşen kalıplar üzerinde üretilir ve kürlenme işleminden sonra kalıptan alınır.

8 Ocak 2020

Prof. Dr. Hakan YAMAN
MİM 333 Yapım Sistemleri Dersi

Slayt 30





8 Ocak 2020

Prof. Dr. Hakan YAMAN
MİM 333 Yapım Sistemleri Dersi

Slayt 37

Prefabrike Yapımda Üretim Yöntemleri

- Üretim yöntemi seçiminde ele alınması gereken başlıca ölçütler:
 - Üretim yeri ve hacmi (şantiye, şantiye dışı, ürün sayısı),
 - Ünitelerin büyüklüğü (boyutları),
 - Ünitelerin tipi ve yapısı (düz döşeme panelleri),
 - Üniteler içine yerleştirilen donatının özelliği (ön gerilmeli betonarme elemanların üretimi),
 - Ünitenin yapıldığı malzeme.

8 Ocak 2020

Prof. Dr. Hakan YAMAN
MİM 333 Yapım Sistemleri Dersi

Slayt 38

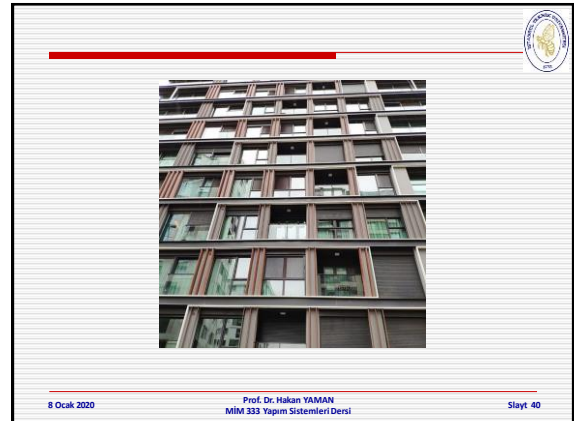
Prefabrike Eleman Üretim Süreci

- Hazır beton eleman üretim süreci:
 - Kalıp hazırlama
 - Donatı hazırlama,
 - Beton hazırlama,
 - Donatı yerleştirme ve ön gerilim verme,
 - Beton dökme ve yerleştirme,
 - Kürleme,
 - Yüzey bitirme,
 - Kalıp sökme,
 - Depolama.

8 Ocak 2020

Prof. Dr. Hakan YAMAN
MİM 333 Yapım Sistemleri Dersi

Slayt 39



8 Ocak 2020

Prof. Dr. Hakan YAMAN
MİM 333 Yapım Sistemleri Dersi

Slayt 40



8 Ocak 2020

Prof. Dr. Hakan YAMAN
MİM 333 Yapım Sistemleri Dersi

Slayt 41



8 Ocak 2020

Prof. Dr. Hakan YAMAN
MİM 333 Yapım Sistemleri Dersi

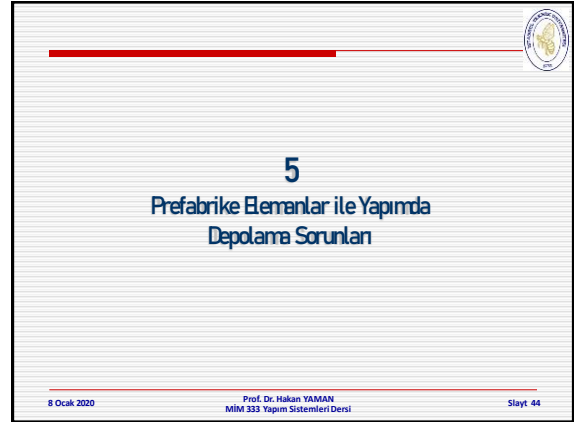
Slayt 42



8 Ocak 2020

Prof. Dr. Hakan YAMAN
MİM 333 Yapım Sistemleri Dersi

Slayt 43



8 Ocak 2020

Prof. Dr. Hakan YAMAN
MİM 333 Yapım Sistemleri Dersi

Slayt 44

Fabrika Türleri

- Ön yapımlı (prefabrikte) eleman üreten fabrikalar:
 - Elemanları sınıflandırmak, kusurlu elemanları diğerlerinden ayırmak,
 - Elemanların bekletilerek, belli bir dayanıma erişebilmelerini sağlamak,
 - Üretim süreci içinde şantiyenin beslenmesini kolaylaştırmak,
 - Elemanların kullanılacakları yere taşınmasından önce, uygun koşullarda bekletilmelerine olanak sağlamak üzere bir depolama alanına sahip olmalıdır.

8 Ocak 2020

Prof. Dr. Hakan YAMAN
MİM 333 Yapım Sistemleri Dersi

Slayt 45

Depolama Alanı

- Depolama alanının sahip olması gereken özellikler:
 - Depolama alanı, depolanacak elemanların cinsine, biçimine, ağırlığına uygun olmalıdır.
 - Üretimin ve stoktan beslenmenin akışına, kaldırma araçlarının taşıma kolu açıklığı ve gücüne, taşıma araçlarının olanaklarına bağlı olarak tasarlanmalıdır.
 - En ağır elemanlar, vinç ve taşıma araçlarının dolaşım yollarına mümkün olduğu kadar yakın depolanmalıdır.
 - ...

8 Ocak 2020

Prof. Dr. Hakan YAMAN
MİM 333 Yapım Sistemleri Dersi

Slayt 46

Depolama Alanı

- Depolama alanının sahip olması gereken özellikler:
 - ...
 - Depolama alanı, kaldırma ve taşıma araçlarının rasyonel dolaşımına olanak verecek şekilde, mümkün olduğunca büyük olmalıdır. (tüm üretim alanının %40 – 60').
 - Personelin dolaşmasına ayrılan geçitler yeterli genişliğe sahip olmalı, hareketli vinçlerin şasileri ve park sahasındaki çeşitli engeller arasında yönetmeliklere uygun uzaklıklar bırakılmalıdır.
 - Dar ve uzun depolama alanı yerine, boyut saptanırken geniş bir alanın tercih edilmesi gerekir.

8 Ocak 2020

Prof. Dr. Hakan YAMAN
MİM 333 Yapım Sistemleri Dersi

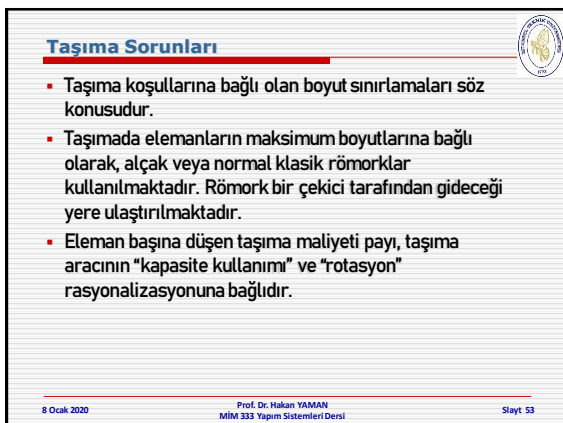
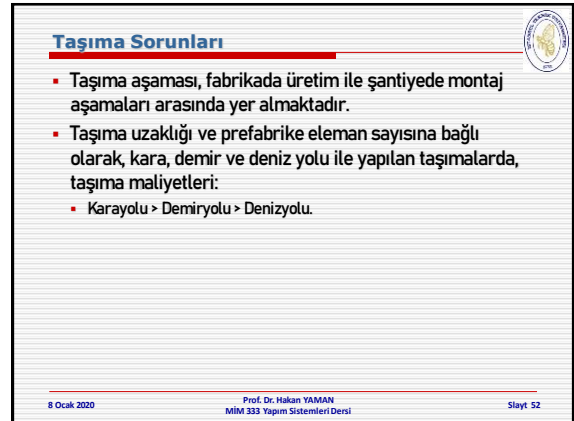
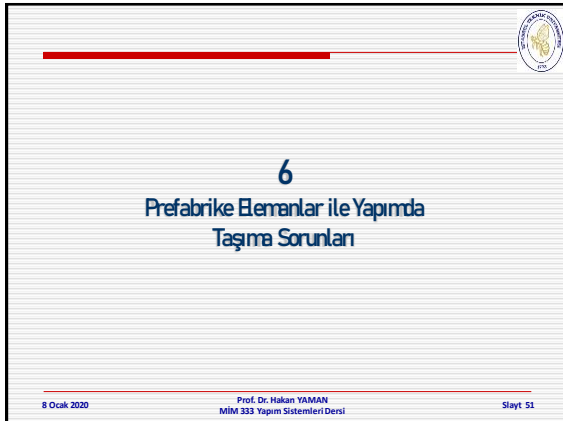
Slayt 47

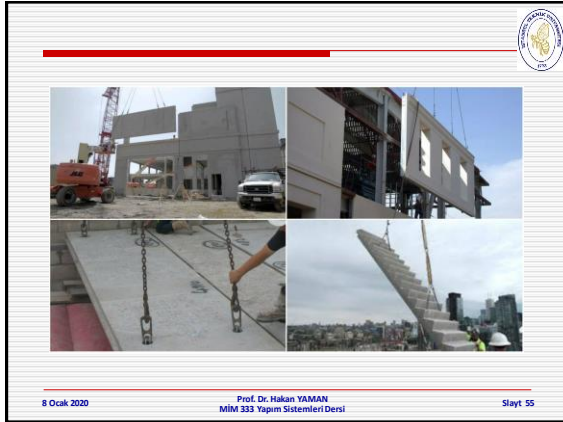


8 Ocak 2020

Prof. Dr. Hakan YAMAN
MİM 333 Yapım Sistemleri Dersi

Slayt 48





8 Ocak 2020

Prof. Dr. Hakan YAMAN
MİM 333 Yapım Sistemleri Dersi

Slayt 55



8 Ocak 2020

Prof. Dr. Hakan YAMAN
MİM 333 Yapım Sistemleri Dersi

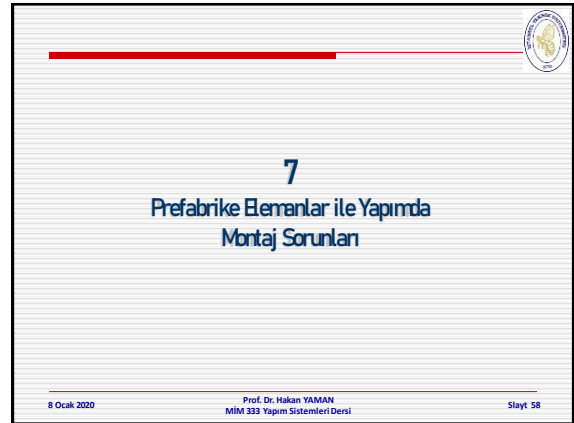
Slayt 56



8 Ocak 2020

Prof. Dr. Hakan YAMAN
MİM 333 Yapım Sistemleri Dersi

Slayt 57



8 Ocak 2020

Prof. Dr. Hakan YAMAN
MİM 333 Yapım Sistemleri Dersi

Slayt 58

Montaj Maliyeti

- Ön yapımlı (prefabrike) elemanların boyutlandırılmasında, ağırlıkların saptanmasında ve üretimin genel maliyetinde montaj işlemi önemli bir paya sahiptir.
 - Örneğin, eleman başına düşen maliyetin yaklaşık %18'i montaj gideri.

8 Ocak 2020

Prof. Dr. Hakan YAMAN
MİM 333 Yapım Sistemleri Dersi

Slayt 59


Montaj Maliyetini Etkileyen Unsurlar

- Boyutların büyümesi montaj giderlerini olumlu etkilemektedir.
 - Monte edilecek eleman sayısı azalmaktadır.
 - Elemanların ağırlıkları, kullanılan kaldırma araçlarının kapasitesine bağlı olarak saptanmalıdır.
 - Kaldırma gücü en ağır elemana göre saptandığından, elemanların ağırlıkları birbirlerine yakın düzeylerde seçilmelidir.
 - Montajın rahat yürümesi bakımından, eleman ağırlıklarının 4-5 tonu geçmemesi gerekmektedir.

8 Ocak 2020

Prof. Dr. Hakan YAMAN
MİM 333 Yapım Sistemleri Dersi


Slayt 60



8 Ocak 2020 Prof. Dr. Hakan YAMAN
MİM 333 Yapım Sistemleri Dersi Slayt 61



8 Ocak 2020 Prof. Dr. Hakan YAMAN
MİM 333 Yapım Sistemleri Dersi Slayt 62



8 Ocak 2020 Prof. Dr. Hakan YAMAN
MİM 333 Yapım Sistemleri Dersi Slayt 63



8 Ocak 2020 Prof. Dr. Hakan YAMAN
MİM 333 Yapım Sistemleri Dersi Slayt 64



8 Ocak 2020 Prof. Dr. Hakan YAMAN
MİM 333 Yapım Sistemleri Dersi Slayt 65



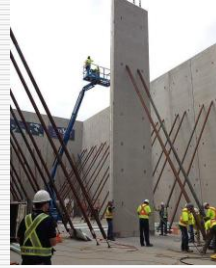
8 Ocak 2020 Prof. Dr. Hakan YAMAN
MİM 333 Yapım Sistemleri Dersi Slayt 66



8 Ocak 2020

Prof. Dr. Hakan YAMAN
MİM 333 Yapım Sistemleri Dersi

Slayt 67



8 Ocak 2020

Prof. Dr. Hakan YAMAN
MİM 333 Yapım Sistemleri Dersi

Slayt 68