



ESNEK İMALAT SİSTEMLERİ

Arş. Gör. Barış DOĞAN

T.C. Marmara Üniversitesi
Teknoloji Fakültesi Mekatronik Mühendisliği Bölümü

ÜRETİM ve İMALAT NEDİR?



- **Üretim (production):** Her türlü doğal kaynaktan faydalanarak ihtiyaç duyulan ara-ürün veya ürünleri elde etme sürecidir.
 - Toprak > Ham petrol
 - Zeytin > Zeytin yağı

- **İmalat (manufacturing):** Önceden üretilmiş veya işlenerek elde edilmiş ara-ürün/ürünlerin işlenmesi sonucunda, daha değerli veya fazla sayıda, farklı ara-ürün/ürünler elde etme sürecidir.
 - Ham petrol > Nafta > Plastik Ham maddesi (PVC)
 - Zeytin yağı > Sabun

ÇIKTILARINA GÖRE ÜRETİM ve İMALAT SÜREÇLERİ



• Sürekli

- Çıktı yine sürekli bir ürün akışıdır.
- Hammade süreç otomasyonunun bir ucundan girer ve sürekli işlenerek diğer uçtan ürün olarak çıkar.
- Hammade geri dönüştürülemeyecek şekilde yapısal ve kimyasal değişikliklere uğratılır.
- Ör: Zeytinyağı üretimi



26.02.2016

Esnek İmalat Sistemleri - Arş. Gör. Barış DOĞAN
Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Mekatronik Mühendisliği Bölümü

3

ÜRETİM ve İMALAT SÜREÇLERİ ÇEŞİTLERİ



• Ayrık (Kesikli)

- Bileşenler birbirlerinden bağımsız olarak, bazen farklı tesislerde, üretilir.
- Bileşenler sonradan bir araya getirilir.
- Üretim tesisi sürekli aynı ürünü üretmek için kullanılmaz.
- Bileşenler (parçalar) üretim hattı boyunca şekilsel, dayanımsal veya farklı parçalar eklenmesi gibi fiziksel değişimlerden geçirilir.
- Bazen kimyasal değişimler de gözlenebilse de, yine de ayrık üretimde gerçek anlamda kimyasal bir süreç yoktur.
- Ayrık üretim sonucunda elde edilen ürün genellikle kendisini oluşturan parçalarına ayrılabilir niteliktedir.
- Karışıklığı önlemek için üretilen her bir parça özel bir seri numarası ile etiketlenir.
- Ör: Otomobil, uçak, cep telefonu ve mobilya üretimi.

26.02.2016

Esnek İmalat Sistemleri - Arş. Gör. Barış DOĞAN
Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Mekatronik Mühendisliği Bölümü

4

ÜRETİM ve İMALAT SÜREÇLERİ ÇEŞİTLERİ



• Yiğın (Batch)

- Üretimin çıktısı «yiğın (batch)» veya «parti (lot)» olarak adlandırılan ürün gurubudur.
- Hem sürekli hem de ayırık imalat özelliklerini taşır.
- Yiğın imalat sistemleri çok amaçlı ve çok ürün tipli sistemlerdir.
- Aynı imalat sisteminde aynı anda farklı ürünler elde edilir.
- Ürünün çeşidini hazırlanmış olan reçete belirler.
- **Reçete**, bir ürünün üretilmesi için gerekli bileşenler ve oranlarını belirleyen dosyadır.
- Süreç kontrol ve otomasyonu oldukça karmaşıktır.
- Üretim çıktılarını birbirlerinden ayırmak için parti (lot) numarası kullanılır.
- ISA-S88.01 standardında tanımlanmıştır.
- Kimyasal, yiyecek, ilaç ve biyoteknoloji endüstrilerinde yaygındır.
- Ör: Meyva suyu üretimi.

İMALAT SİSTEMLERİ



• Adanmış İmalat Sistemleri (AİS) – Dedicated Manufacturing Systems (DMS)

- Sadece belirli bir ürünü elde etmek için tasarlanmış imalat sistemleridir.
- Tek bir tesis, tek bir ürün yaklaşımı vardır.
- Üretim adedi oldukça fazladır.
- Kolay değişmeyen, uzun süre kullanılan ürünler için uygundur.
- Ör: Toplu iğne imalatı.

• Esnek İmalat Sistemleri (EİS) – Flexible Manufacturing Systems (FMS)

- Farklı ürünler için yeniden düzenlenebilen imalat sistemleridir.
- Tek bir tesis, birçok ürün yaklaşımı vardır.
- Üretim adedi azdır.
- Günümüzün kısa ömürlü, sürekli değişen teknolojik ürünler için uygundur.
- Ör: Cep telefonu imalatı.

ESNEKLİK KAVRAMI



- **Esneklik:** Bir üretim sisteminin piyasadaki değişikliklere hızlı ve etkili şekilde uyum sağlayabilmesidir.
 - **Tezgah Esnekliği:** Parça işleme çeşitliği, gerekli ayarların kolay ve çabuk yapılabilme ölçütüdür.
 - **Üretim Süreci Esnekliği:** Farklı malzemeler kullanarak ve farklı şekillerde üretim yapılabilme ölçütüdür.
 - **Ürün Esnekliği:** Yeni bir ürüne imalatına geçebilme ölçütüdür.
 - **İş Akışı Esnekliği:** Üretim tesisinde meydana gelebilecek beklenmedik bir aksaklığın üretimini ne ölçüde etkileyeceğinin ölçütüdür.
 - **Hacim Esnekliği:** Gelen siparişe göre üretim adetlerini değiştirebilme ölçütüdür.
 - **Genişleyebilme Esnekliği:** Üretim tesisinin kolay bir şekilde büyütülebilmesi (kapasite arttırımı) ölçütüdür.
 - **İşlemsel Esneklik:** Ürüne ait her bir parçanın işlem sıralamasının değiştirilebilme ölçütüdür.

26.02.2016

Esnek İmalat Sistemleri - Arş. Gör. Barış DOĞAN
Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Mekatronik Mühendisliği Bölümü

7

ESNEK İMALAT SİSTEMLERİ BİLEŞENLERİ



- **İstasyon ve Hücre:**
 - İmalat ile ilgili her tür işlemin yapıldığı birimlere denir.
 - İstasyonda imalat işleri taşıma sistemi üzerinde yapılır.
 - Hücrede imalat işleri ayrı bir alan üzerinde yapılır.
 - Bünyelerinde tezgahlar (torna, freze, vb.), muayene ve test cihazları, yıkama-boyama alanları, yıkama-boşaltma alanları, robotik elemanlar bulunabilir.



26.02.2016

Esnek İmalat Sistemleri - Arş. Gör. Barış DOĞAN
Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Mekatronik Mühendisliği Bölümü

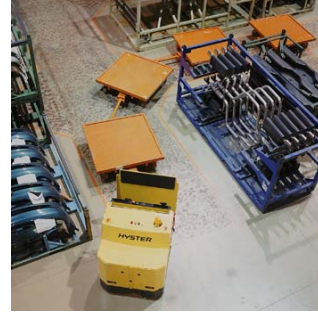
8

ESNEK İMALAT SİSTEMLERİ BİLEŞENLERİ



• Malzeme Taşıma Sistemi:

- İstasyon ve hücreler arası malzeme taşınmasını sağlar.
- Malzemeler genellikle palet adı verilen alt sistemler üzerinde taşınır.
- Taşıyıcı bantlar (konveyör), optik veya lazer kontrollü taşıyıcı araçlar kullanılabilir.



26.02.2016

Esnek İmalat Sistemleri - Arş. Gör. Barış DOĞAN
Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Mekatronik Mühendisliği Bölümü

9

ESNEK İMALAT SİSTEMLERİ BİLEŞENLERİ



• Depolama Sistemi:

- İşlenmemiş ham maddeler.
- İmalat sırasında elde edilen ara-ürün ve ürünler.



26.02.2016

Esnek İmalat Sistemleri - Arş. Gör. Barış DOĞAN
Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Mekatronik Mühendisliği Bölümü

10

ESNEK İMALAT SİSTEMLERİ BİLEŞENLERİ



• Eyleyiciler:

- Pnömatik ve Hidrolik Silindirler ve Pompalar
- Elektrik Motorları (Servo, Step, Asenkron, vb)



26.02.2016

Esnek İmalat Sistemleri - Arş. Gör. Barış DOĞAN
Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Mekatronik Mühendisliği Bölümü

11

ESNEK İMALAT SİSTEMLERİ BİLEŞENLERİ



• Otomasyon Elemanları:

- Programlanabilir Mantıksal Denetleyiciler (PLC)
- Endüstriyel Bilgisayar (IPC)
- Algılayıcılar (özellikle yaklaşım algılayıcıları)
- Motor ve Servo Sürücüler
- Eksen Kontrolörler
- Manyetik veya Optik Etiket Okuma Sistemleri



26.02.2016

Esnek İmalat Sistemleri - Arş. Gör. Barış DOĞAN
Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Mekatronik Mühendisliği Bölümü

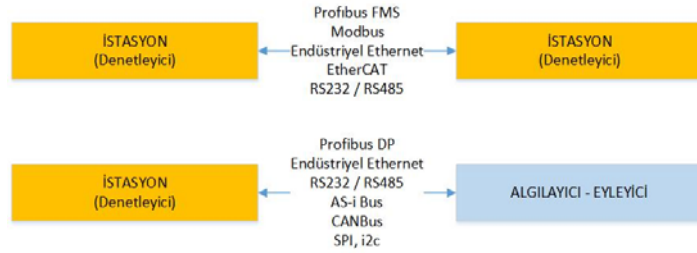
12

ESNEK İMALAT SİSTEMLERİ BİLEŞENLERİ



• Endüstriyel Haberleşme Sistemleri:

- RS232, RS485, vb Seri İletişim
- Profibus (DP, FMS)
- Endüstriyel Ethernet
- Modbus
- CanBus
- AS-I Bus
- EtherCAT



ESNEK İMALAT SİSTEMLERİ BİLEŞENLERİ

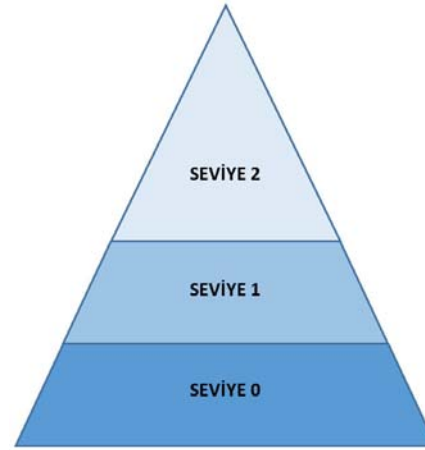


• Bilişim Elemanları:

- SCADA Yazılımı
- Veri Tabanı
- İnsan-Makina Arayüzleri (HMI)
- ERP ve MRP Yazılımları

ESNEK İMALAT SİSTEMLERİ KONTROL YAPISI

- **Seviye 0 (Algılayıcı-Eyleyici Katmanı):**
 - Algılayıcı ve eyleyicilerin mekanik ve elektriksel montajı
 - Veri iletim ve enerji hatlarının kurulması
 - CNC torna/freze ve robot gibi imalat elemanları kurulması
- **Seviye 1 (Denetleyici Katmanı):**
 - İstasyon denetleyici (PLC, IPC) yazılımları
 - Robot yazılımları
 - CNC torna ve freze yazılımları
- **Seviye 2 (SCADA Katmanı):**
 - İmalat kontrolü SCADA yazılımları
 - İşletme kaynak yönetimi (ERP) yazılımları
 - Tedarik zinciri



26.02.2016

Esnek İmalat Sistemleri - Arş. Gör. Barış DOĞAN
Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Mekatronik Mühendisliği Bölümü

15

ESNEK İMALAT SİSTEMİ: FMS100

- FMS100, Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Mekatronik Mühendisliği Bölümü'nde 2002 yılında faaliyete geçmiştir.
- Eğitim amaçlı üretilmiş esnek imalat sistemleri arasında Dünya çapında en büyüklerden biridir.
- 6 adet imalat hücresi (stok, lehimleme, montaj, hidrolik-baskı, CNC çifti, görüntü işleme)
- 4 adet endüstriyel robot
- 1'er adet CNC torna ve freze tezgahı ile robotik besleme ünitesi
- 1 adet hidrolik-baskı ünitesi
- 1 adet kameralı hata kontrol ünitesi
- Profibus FMS, DP, AS-i gibi endüstriyel iletişim protokolleri desteği



26.02.2016

Esnek İmalat Sistemleri - Arş. Gör. Barış DOĞAN
Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Mekatronik Mühendisliği Bölümü

16

FMS100 KONTROL ve OTOMASYON BİLEŞENLERİ



- İmalat Kontrol ve Kaynak Yönetimi (Cosimir Factory)

Seviye 2

- PLC programlama (Simatic Manager)
- Robot Programlama (Cosimir Industry)
- Endüstriyel PC Programlama (FST4.21.119)
- CNC Torna ve Freze Programlama (EMCO Yazılımı)

Seviye 1

26.02.2016

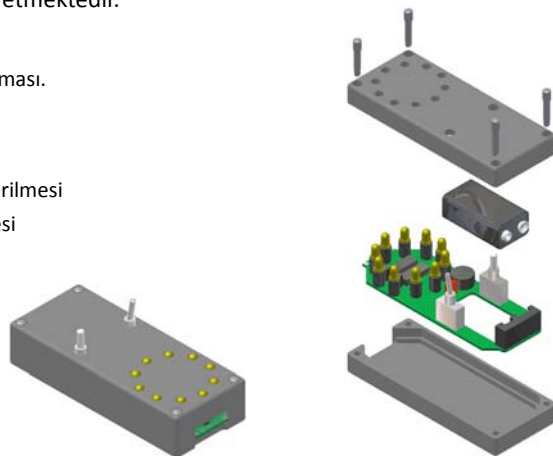
Esnek İmalat Sistemleri - Arş. Gör. Barış DOĞAN
Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Mekatronik Mühendisliği Bölümü

17

FMS100 ESNEK İMALAT SİSTEMİ



- FMS100 eğitim amaçlı olarak «elektronik rulet» üretmektedir.
- Mekanik İmalat:
 - Mill55 ile üst kapak delikleri ile alt kapak kanal açılması.
 - Turn55 ile kapakları birleştiren pinlerin işlenmesi.
- Montaj:
 - Robot ile baskı devre üzerine pil konektörü yerleştirilmesi
 - Robot ile işlenmiş parçaların (ara-ürün) bileştirilmesi
 - Hidrolik baskı ile pinlerin kapaklara çakılması
- Elektronik İmalat:
 - Pil konektörü lehimlenmesi
- Hata, Kalite Kontrol:
 - Görüntü işleme tabanlı kamera sistemi
 - Elektronik kontrol sistemi



26.02.2016

Esnek İmalat Sistemleri - Arş. Gör. Barış DOĞAN
Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Mekatronik Mühendisliği Bölümü

18

FMS100 ESNEK İMALAT SİSTEMİ BİLEŞENLERİ

STOK HÜCRESİ

- İşlenecek/işlenmiş iş-parçalarının paletler üzerinde saklanması görevini yürütür.
- 48 adet raf bulunur.
- Paletler istasyon bünyesinde 3 eksen kartezyen konumlandırıcı ile taşınır.
- Rafların dolu olup olmadığı, konumlandırıcı üzerindeki optik algılayıcı ile denetlenir.
- 1 adet endüstriyel PC (IPC) ile kontrol edilir.



26.02.2016

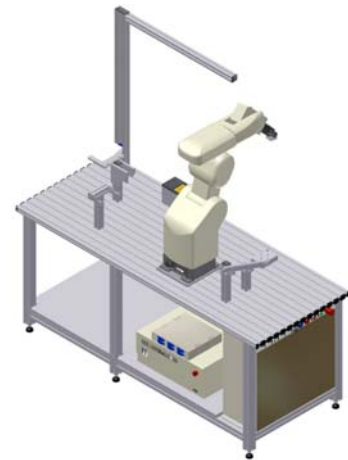
Esnek İmalat Sistemleri - Arş. Gör. Barış DOĞAN
Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Mekatronik Mühendisliği Bölümü

19

FMS100 ESNEK İMALAT SİSTEMİ BİLEŞENLERİ

LEHİMLEME HÜCRESİ

- Rulete ait elektronik kart üzerine robot ile pil konektörü yerleştirilir ve lehimlenir.
- Robotun hem pnömatik tutucu hem de lehimleme aparatı vardır.
- Parçalar hücre içinde RV-E2 robot ile taşınır.
- Aparatları otomatik olarak değiştirir.
- 1 adet S7-300 PLC ile kontrol edilir.



26.02.2016

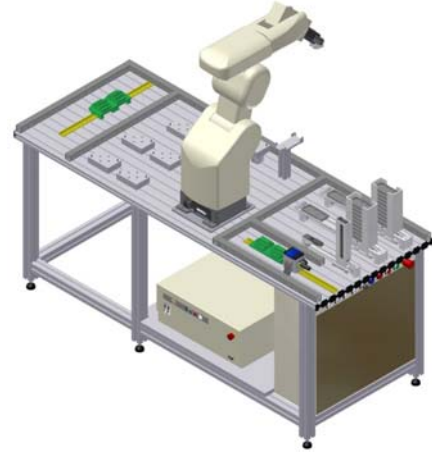
Esnek İmalat Sistemleri - Arş. Gör. Barış DOĞAN
Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Mekatronik Mühendisliği Bölümü

20

FMS100 ESNEK İMALAT SİSTEMİ BİLEŞENLERİ

MONTAJ HÜCRESİ

- Rulete ait parçalar robot ile bir araya getirilir.
 - İşlenmiş alt/üst kapak
 - Lehimlenmiş elektronik devre
 - Tornalanmış metal pinler
 - 9V pil.
- Parçalar hücre içinde RV-E2 robot ile taşınır.
- 1 adet endüstriyel PC (IPC) ile kontrol edilir.



26.02.2016

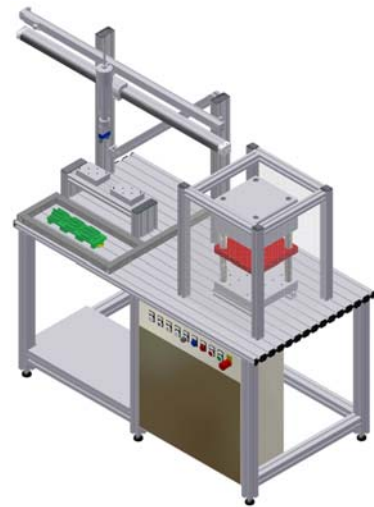
Esnek İmalat Sistemleri - Arş. Gör. Barış DOĞAN
Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Mekatronik Mühendisliği Bölümü

21

FMS100 ESNEK İMALAT SİSTEMİ BİLEŞENLERİ

HİDROLİK-BASKI HÜCRESİ

- Rulete ait alt/üst kapaklar bir araya getirilir.
- Kapaklara hidrolik-baskı ünitesi ile metal pinler çakılır.
- Ürüne ait imalat işlemleri bu istasyonda son bulur.
- Parçalar hücre içinde servo-pnömatik sistem ile taşınır.
- Hücre 1 adet S7-300 PLC ile kontrol edilir.
- Servo-pnömatik sistem SPC-200 eksen denetleyici ile kontrol edilir.



26.02.2016

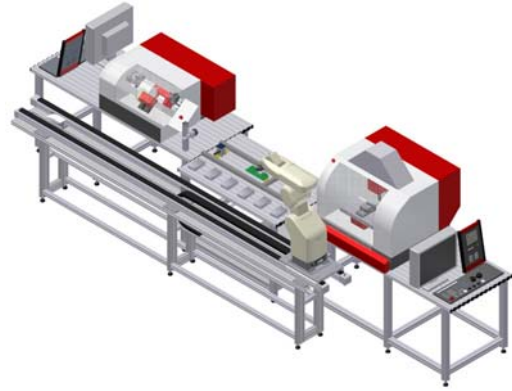
Esnek İmalat Sistemleri - Arş. Gör. Barış DOĞAN
Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Mekatronik Mühendisliği Bölümü

22

FMS100 ESNEK İMALAT SİSTEMİ BİLEŞENLERİ

CNC-ÇİFTİ HÜCRESİ

- 1'er adet CNC torna (Turn55) ve freze (Mill55) cihazı bulunur.
- Doğrusal kızak üzerine yerleştirilmiş robot ile otomatik besleme yapılır.
- CNC freze:
 - Üst kapak deliklerini açar.
 - Alt kapak oluğunu açar.
- CNC torna:
 - Metal pinleri şekillendirir.
- Parçalar hücre içinde RV-2AJ robot ile taşınır.
- Hücre robota ait CR1 kontrolör ile kontrol edilir.



26.02.2016

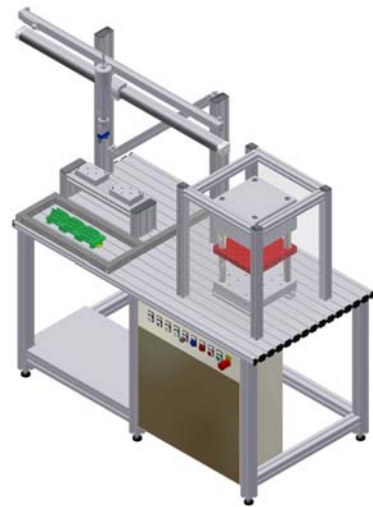
Esnek İmalat Sistemleri - Arş. Gör. Barış DOĞAN
Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Mekatronik Mühendisliği Bölümü

23

FMS100 ESNEK İMALAT SİSTEMİ BİLEŞENLERİ

GÖRÜNTÜ İŞLEME HÜCRESİ

- Ürüne ait kalite kontrol işeri yürütülür.
- Görüntü işleme ünitesi ile:
 - Kapak üzerindeki deliklerin doğru açılıp açılmadığı,
 - Elektronik kart üzerindeki bileşenlerin (direnc, entegre, led) var olup olmadığı,
 - Ürüne ait ledlerin yanıp yanmadığı kontrol edilir.
- Parçalar hücre içinde RV-E2 robot ile taşınır.
- 1 adet endüstriyel PC (IPC) ile kontrol edilir.



26.02.2016

Esnek İmalat Sistemleri - Arş. Gör. Barış DOĞAN
Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Mekatronik Mühendisliği Bölümü

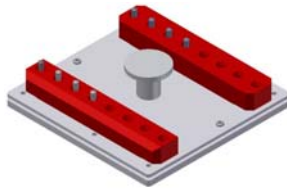
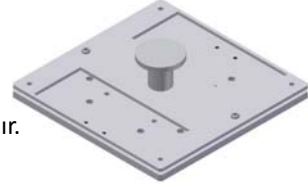
24

FMS100 ESNEK İMALAT SİSTEMİ BİLEŞENLERİ



• YARDIMCI PALET

- Yarı-ürün ve ürünlerin istasyon bünyesinde taşınmasını sağlar.
- Robot tarafından tutulabilmeleri için kulpları bulunur.
- Optik olarak algılanabilmek için yansıtıcı etiketleri (kedi-gözü) vardır.
- Üç tiptir:
 - Palet 2ED: Alt-üst kapak ve elektronik rulet
 - Palet 2PCB: Elektronik kartlar
 - Palet 8PIN: Metal pinler



26.02.2016

Esnek İmalat Sistemleri - Arş. Gör. Barış DOĞAN
Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Mekatronik Mühendisliği Bölümü

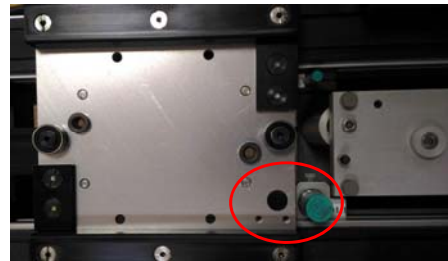
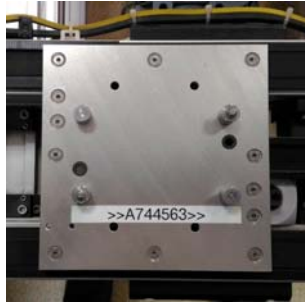
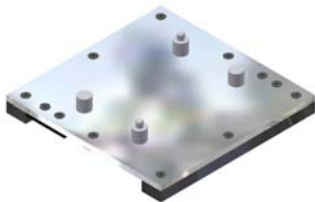
25

FMS100 ESNEK İMALAT SİSTEMİ BİLEŞENLERİ



• ANA PALET

- Yardımcı paletlerin taşıma sistemi üzerinde imalat hücreleri arası taşınmasını sağlar.
- Alt taraflarında bulunan manyetik etiketler sayesinde takip edilir.
- Etiket numaraları ve hareket yönleri paletler üzerine yapıştırılmıştır.

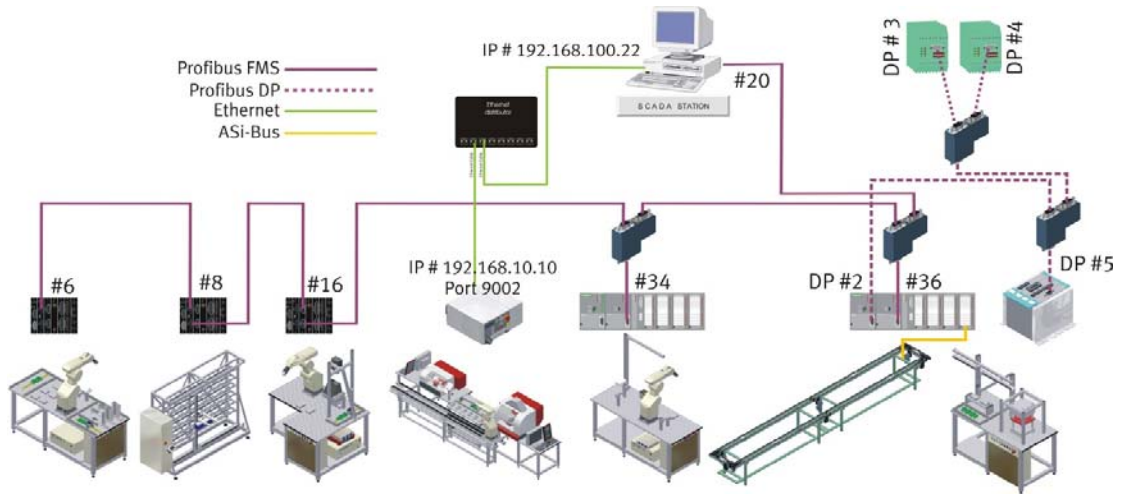


26.02.2016

Esnek İmalat Sistemleri - Arş. Gör. Barış DOĞAN
Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Mekatronik Mühendisliği Bölümü

26

FMS100 ESNEK İMALAT SİSTEMİ HABERLEŞME ŞEMASI



26.02.2016

Esnek İmalat Sistemleri - Arş. Gör. Barış DOĞAN
 Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Mekatronik Mühendisliği Bölümü

27

KAYNAKLAR



- Kırıl, Ç., Göker, A., Soyer, N., «ESNEK ÜRETİM / ESNEK OTOMASYON SİSTEM ve TEKNOLOJİLERİ», Bilim ve Teknoloji Strateji ve Politika Çalışmaları TÜBİTAK BTP 96,03 Ekim, 1996.
- «FMS100_Manual_A015», Festo Didactic GmbH & Co.KG, D-73770 Denkendorf, 2003.

26.02.2016

Esnek İmalat Sistemleri - Arş. Gör. Barış DOĞAN
 Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Mekatronik Mühendisliği Bölümü

28