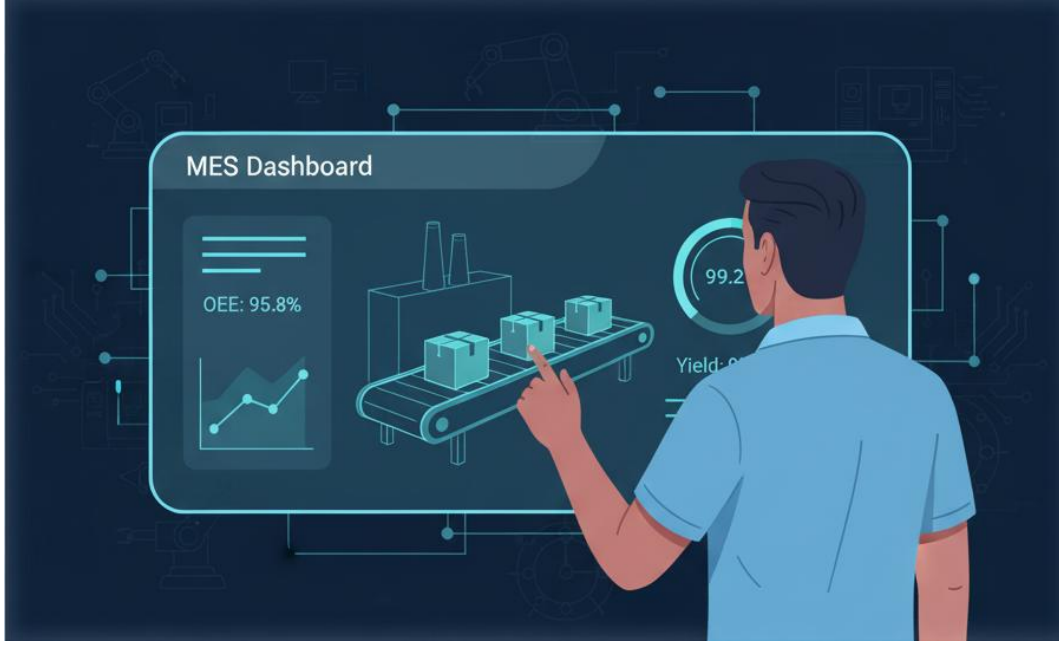


İmalat Yürütme Sistemleri (MES) Operatörlüğü: Dijital Üretimin Kontrol Noktası



Hazırlayan: Muhammed Arda Sarı

Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi / İmalat Yürütme Sistemleri Operatörlüğü

İmalat Yürütme Sistemleri (MES) Nedir?

MES (Manufacturing Execution System), modern üretim operasyonlarının dijital omurgasını oluşturan kritik bir bilişim sistemi katmanıdır. En basit tanımıyla MES, kurumsal seviye yönetim sistemleri olan **ERP (Kurumsal Kaynak Planlama)** ile fabrika sahasındaki makine ve otomasyon seviyesi arasında bir köprü görevi görür. Bu sistem, hammaddenin tesise girmesinden nihai ürünün sevkiyata hazır hale gelmesine kadar geçen tüm süreçleri gerçek zamanlı olarak izleme, kontrol etme ve belgeleme yeteneğine sahiptir.

MES'in Gelişimi ve Stratejik Konumu

MES, ilk olarak 1990'larda **MESA International** (Manufacturing Enterprise Solutions Association) tarafından tanımlanmış ve standartlaştırılmıştır. MESA, MES'in 11 temel işlevi (kaynak tahsisi, operasyon/detay çizelgeleme, iş emri yönetimi, veri toplama, personel yönetimi, süreç yönetimi, kalite yönetimi, doküman kontrolü, performans analizi, ürün takibi ve bakım yönetimi) ile operasyonel mükemmelliğe ulaşmayı hedeflemiştir.

Günümüzde MES, Endüstri 4.0 felsefesinin kilit bileşeni olarak kabul edilmektedir. Zira Endüstri 4.0'ın temelini oluşturan **Siber-Fiziksel Sistemler (CPS)** ve **Nesnelerin Endüstriyel İnterneti (IIoT)**, üretimdeki makinelerden topladığı büyük veriyi (Big Data) işlemek için bir platforma ihtiyaç duyar. Bu platform, MES'tir. MES, bu verileri kullanarak üretim hattının kendi kendine optimize olabileceği akıllı fabrikaların zeminini hazırlar.

ERP ile Çift Yönlü Entegrasyonun Önemi

MES'in stratejik değeri, Kurumsal Kaynak Planlama (ERP) sistemleriyle olan kusursuz entegrasyonunda yatar. ERP, işin “**ne**” ve “**neden**” yapılacağına (sipariş, faturalama, genel stok ve finansal planlama) karar verirken; MES, bu planı sahada “**nasıl**” ve “**şimdi**” gerçekleştireceğini yönetir.

1. **ERP'den MES'e:** ERP, genel üretim planını ve malzeme ihtiyaçlarını (MRP) MES'e iletir. MES bu bilgileri alarak detaylı iş emri çizelgelerine, makine ayarlarına ve operatör talimatlarına dönüştürür.
2. **MES'ten ERP'ye:** MES, makine duruşları, kesin üretim miktarları (sağlam/fire), lot numaraları ve gerçekleşen işçilik süreleri gibi gerçek zamanlı saha verilerini toplar ve ERP'nin stok, finans ve sevkiyat modüllerini anlık olarak günceller.

Bu çift yönlü veri akışı sayesinde, yöneticiler ve Operatörler, kağıt tabanlı ve gecikmeli veriler yerine **güvenilir ve anlık** verilerle karar alma yeteneği kazanır. Bu durum, gereksiz stok alımını, hatalı planlamayı ve buna bağlı maliyetleri minimize ederek operasyonel çevikliği artırır. Sonuç olarak, MES; izlenebilirlik, kalite kontrolü ve kaynakların etkin kullanımı gibi alanlarda üretimin verimliliğini dönüştüren vazgeçilmez bir sistemdir.

MES'in Üretimdeki Stratejik Konumu

ERP ile Otomasyon Arasındaki Köprü: MES'in Görevi

İmalat Yürütme Sistemleri (MES), Kurumsal Kaynak Planlama (ERP) ile fabrika sahasındaki otomasyon katmanı arasındaki kritik bilgi akışını sağlayan entegre bir yazılım katmanıdır. ERP'den alınan genel üretim emirlerini sahaya özgü detaylı iş emirlerine dönüştürürken, sahadan toplanan gerçek zamanlı veriyi (üretim miktarı, duruş süresi, kalite) ERP'ye geri besler. Bu çift yönlü entegrasyon, yönetim ve saha operasyonları arasında şeffaflık ve hız sağlar.

Endüstri 4.0'ın Omurgası Olarak MES

MES, Endüstri 4.0 ve akıllı fabrika konseptinin temel taşıdır. Siber-Fiziksel Sistemler (CPS) ve Nesnelerin Endüstriyel İnterneti (IIoT) aracılığıyla makinelerden veri toplar, bu veriyi analiz eder ve sistemin kendi kendini düzenlemesine olanak tanır. MES olmadan, Endüstri 4.0'ın öngördüğü gerçek zamanlı optimizasyon ve esnek üretim mümkün olmamaktadır.

MES Operatörlüğü: Pasif Kullanıcıdan, Aktif Analiste Dönüşüm

MES Operatörü, sadece veri girişi yapan bir personel değil, sistemden akan veriyi yorumlayan ve anlık kararları tetikleyen aktif bir analisttir. Operatör, üretimdeki sapmaları, darboğazları ve kalite sorunlarını gerçek zamanlı tespit ederek, problemin büyümesini önleyen kritik bir kontrol noktasıdır.

Operatör Olarak Gerçek Zamanlı Verimlilik Yönetimi

OEE Takibi: Verimlilik, Performans ve Kalite Kayıplarını Anlık İzleme

Toplam Ekipman Etkinliği (OEE), kullanılabilirlik, performans ve kalite oranlarının çarpımıyla hesaplanan temel bir üretim metriğidir. MES Operatörü, makine sensörlerinden gelen verilerle OEE'yi anlık olarak takip eder. Bu sayede, altı büyük kayıp (arıza, kurulum süresi, yavaş çalışma, fire vb.) hızlıca tespit edilerek, iyileştirme için gerekli veriler sağlanır.

Kestirimci Bakım Veri Girişi: Makine Verileriyle Plansız Duruşları Önleme

MES, bakım süreçleriyle entegre çalışır. Operatörler, makine titreşim, sıcaklık ve basınç sensörlerinden gelen verileri (IIoT verisi) MES arayüzünde izler. Anormal sapmaların sisteme girilmesi veya otomatik olarak kaydedilmesi, bakım departmanının arıza oluşmadan müdahale etmesini sağlayan Kestirimci Bakım (Predictive Maintenance) stratejisinin temelini oluşturur. Bu, plansız duruşları ve buna bağlı maliyetleri önemli ölçüde azaltır.

İş Emri ve Kaynak Yönetimi: Doğru İşin, Doğru Kaynakta, Doğru Zamanda Yürütülmesi

MES, ERP'den gelen iş emirlerini sahadaki iş istasyonlarına ve operatörlere atar. Operatör, üretim planlamasının sahadaki kaynak (makine, kalıp, iş gücü) ve zaman kısıtlarına göre doğru bir şekilde yürütülmesini sağlar. Bu yönetim, hatalı malzeme kullanımını ve gereksiz hazırlık sürelerini minimize eder.

İzlenebilirlik ve Kalite Güvencesi

Tam İzlenebilirlik (Traceability): Ürünün "Doğumundan" Bitimine Kadar Dijital Takibi

MES, hammadde girişinden nihai ürün çıkışına kadar her aşamada, kullanılan bileşenlerin lot numaralarını, proses parametrelerini ve operatör bilgisini otomatik veya manuel olarak kaydeder. Tam izlenebilirlik, özellikle gıda, ilaç ve otomotiv gibi regüle sektörlerde yasal uyumluluk için zorunludur ve olası bir geri çağırma (recall) durumunda sorunun kaynağını hızla bulmayı sağlar.

Kalite Kontrol Entegrasyonu: Gerçek Zamanlı Hata Tespit ve Red (Scrap) Yönetimi

Operatör, kalite kontrol noktalarında yapılan ölçümleri MES'e kaydeder. Sistem, önceden tanımlanmış toleransların dışındaki sonuçları anında tespit ederek üretimi durdurma veya uyarı verme yeteneğine sahiptir. Bu sayede, hatalı ürünlerin sonraki aşamalara geçişi engellenir, fire (hurda/scrap) oranı düşürülür ve yeniden işleme maliyetleri azalır.

Yasal Uyum ve Raporlama: Denetimlere Hazır, Elektronik Kayıt Tutmanın Önemi

MES, tüm üretim kayıtlarını dijital ortamda, zaman damgalı ve değiştirilemez bir formatta saklar. Bu dijital dokümantasyon, manuel kağıt işlemlerini ortadan kaldırır, denetim (audit) süreçlerini hızlandırır ve yasal düzenlemelere (örneğin FDA veya TSE) uyumu garantiler.

Sürekli İyileştirme ve Operasyonel Mükemmellik

Veri Analiziyle Darboğazları Tespit Etme

MES'in topladığı anlık veri (örneğin, istasyon bazında çevrim süreleri), hangi makinenin veya aşamanın üretim akışını yavaşlattığını (darboğaz) objektif olarak gösterir. Operatör, bu analitik veriyi kullanarak kaynak dağıtımını optimize edebilir veya mühendislik ekibine iyileştirme yapılması gereken kritik noktaları bildirebilir.

MES Verilerinin Kaizen (Sürekli İyileştirme) Ekiplerine Katkısı

Kaizen felsefesi, küçük adımlarla sürekli iyileştirmeyi hedefler. MES, Kaizen ekipleri için nesnel verinin kaynağıdır. Hangi duruşun en sık yaşandığı, hangi vardiyanın en düşük performansı gösterdiği gibi veriler, iyileştirme çabalarının en yüksek etkiyi yaratacağı alana yönlendirilmesini sağlar.

MES Operatörünün Geleceği: Dijital Yetkinliklerle Kariyer Gelişimi

MES Operatörlüğü eğitimi, size sadece bir sistemi kullanmayı değil, aynı zamanda Endüstri 4.0 teknolojilerini anlamayı, veri okumayı ve analitik düşünmeyi öğretir. Bu yetkinlikler, sizi gelecekteki akıllı fabrikalarda Üretim Analisti, Kalite Süpervizörü veya Otomasyon Destek Uzmanı gibi rollere hazırlar.

Kaynakça

Cormind. (t.y.). *Üretim Yürütme Sistemi MES Nedir? Neden Önemlidir?*. Erişim adresi: <https://cormind.com.tr/mes>

DergiPark. (2020, Kasım 11). *ENDÜSTRİ İÇİN KESTİRİMCİ BAKIM*. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/706015>

KobiEfor Aylık Sanayi Ekonomi Dergisi. (2021, Aralık 1). *Endüstri 4.0 yolcuğunda akıllı ve sürdürülebilir üretim için; MES*. Erişim adresi: <https://www.kobi-efor.com.tr/etkin-hizli-cevik-esnek-surdurulebilir-akilli-uretimmes-uretimde-maksimum-performansi-hedefliyor>

Konzek Teknoloji. (2022, Haziran 27). *Endüstri 4.0'da ERP ve MES Entegrasyonu*. Erişim adresi: <https://www.konzek.com/blog/erp-ve-mes-entegrasyonu>

MESA International. (t.y.). *History of the MESA Models*. Erişim adresi: <https://mesa.org/topics-resources/mesa-model/history-of-the-mesa-models/>

Qualist. (2020, Mayıs 23). *Üretim Yönetim Sistemi (MES) İle Süreç İyileştirmesi – Blog*. Erişim adresi: <https://qualist.com/blog/tr/uretim-yonetim-sistemi-mes-ile-surec-iyilestirmesi/>

Retmes. (2021, Ocak 15). *OEE Nedir? | Yapay Zekâ Destekli MES Çözümleri*. Erişim adresi: <https://www.retmes.com/en/moduller/yonetim/ekipman-yonetimi-ve-oeo>

Simovate. (2024, Nisan 1). *Üretim Yürütme Sistemi (MES)*. Erişim adresi: <https://www.simovate.com/blog/uretim-yurutme-sistemi-mes>

trex Digital Manufacturing. (t.y.-a). *MES Sistemlerinin Üretim Süreçlerine Sağladığı Avantajlar*. Erişim adresi: <https://trex.com.tr/tr/blog/mes-sistemlerinin-uretim-sureclerine-sagladigi-avantajlar>

trex Digital Manufacturing. (t.y.-b). *Üretim Yürütme Sistemi (MES) Nedir? İşletmeler İçin Önemi*. Erişim adresi: <https://trex.com.tr/tr/bilgi-bankasi/mes-nedir>