

**BİR OTOMOBİL YAN SANAYİ TEDARİKÇİSİNDE DÜNYA KLASINDA ÜRETİM UYGULAMASI**İhsan EROZAN<sup>1\*</sup>, Melike MÜMİNOĞLU<sup>2</sup><sup>1</sup>Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Kütahya  
ORCID No : <https://orcid.org/0000-0003-3649-2986><sup>2</sup> Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Kütahya  
ORCID No : <https://orcid.org/0000-0001-7575-6345>

Anahtar Kelimeler	Öz
Dünya klasında üretim, İşyeri organizasyonu, Tek parça akışı.	Günümüz işletmeleri ayakta kalabilmek, küresel rekabet ortamında mücadele edebilmek ve operasyonel performanslarını arttırabilmek için sürekli iyileşebilen, dönüştürülen ve yeni teknoloji ve uygulamalara adapte olabilen sistem ihtiyacı ve arayışı içindedirler. Yalın üretim temeline dayandırılan dünya klasında üretim (World Class Manufacturing-WCM); sürekli iyileşme temeline üretim performansını arttırabilmek için en iyi uygulamaları arayan, operasyonel mükemmelliği ve rekabetçiliği hedefleyen bir üretim yaklaşımıdır. 2000'li yıllarda klasik yaklaşımdan modern yaklaşıma evrilen dünya klasında üretim, esnek ve çevik olmaya odaklanmıştır. Modern dünya klasında üretim modeli 10 operasyonel ve 10 yönetsel sütunun eşgüdüm içerisinde çalışmasını sağlayan sistematik bir yapıdan oluşur. Bu çalışmada, operasyonel sütunlardan işyeri organizasyonu sütunu (Workplace Organization-WO) hedef alınarak bir otomotiv yan sanayi tedarikçisinin sistem performansının yükseltilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada, sistem performansını geliştirmek için başlıca kayıplar 3M analizi ve katma değeri olmayan aktivite (NVAA) analizi ile belirlenmiş, TIE kaizen yapılabilecek iyileştirme alanları belirlenip tek parça akışı uygulaması ile kayıplar giderilmeye çalışılmıştır. Sonuç olarak, tek parça akışı uygulaması ile hat denge kaybı %5,17 oranında düşürülmüş ve katma değeri olan aktivite oranı (VA) %4,95 oranında arttırılmıştır.

**WORLD CLASS MANUFACTURING PRACTICE IN AN AUTOMOTIVE SUPPLY INDUSTRY'S SUPPLIER**

Keywords	Abstract
World class manufacturing, Workplace organization, One-piece flow.	Today's businesses are in need of a system that can continuously improve, transform and adapt to new technologies and practices in order to survive in global competition environment and increase their operational performance. World class manufacturing (WCM) which is based on lean production is a manufacturing approach that seeks best practices to improve production performance on the basis of continuous improvement, and targets operational excellence and competitiveness. World-class production, evolving from the classic to the modern approach in the 2000s, focused on being flexible and agile. Modern world-class production consists of a systematic structure that enables 10 operational and 10 managerial pillars to work in coordination. In this study, it is aimed to improve the system performance of an automotive supply industry's supplier by targeting workplace organization (WO) from operational pillars. In the study, the main losses were determined by 3M analysis and non-additive activity (NVAA) analysis to improve system performance, TIE kaizen improvement areas were determined and losses were tried to eliminate by one-piece flow practice. As a result, with one-piece flow practice, the line balance loss was reduced to 5,17% and the value added activity ratio (VA) was increased up to 4,95%.
Araştırma Makalesi	Research Article
Başvuru Tarihi : 22.05.2020	Submission Date : 22.05.2020
Kabul Tarihi : 09.09.2020	Accepted Date : 09.09.2020

\*Sorumlu yazar; e-posta : [ihsanerozan@hotmail.com](mailto:ihsanerozan@hotmail.com)

## 1. Giriş

1970'li yılların başında yaşanan petrol krizinden sonra üretim maliyetlerinin artması ve müşteri taleplerinin değişmesi ile beraber ucuz ve kaliteli ürünlerin daha hızlı bir şekilde piyasaya sürülmek istenmesi, şirketleri yeni stratejiler aramak zorunda bırakmıştır (Poor, Kocisko ve Krhel, 2016). Bu krizden başarıyla çıkan Toyota üretim sistemi (Donnet, 1992) özellikle yeni stratejiler arayan Amerikalı ve Batılı firmaların gözünün bu üretime sistemine çevrilmesine neden olmuştur. Bu dönemde ortaya çıkan 3. Sanayi Devrimi ile beraber, otomasyona ve elektroniğe dayalı üretim teknolojilerinin geliştirilmesi üretimde verimlilik, kalite ve esneklik artışının daha kolay bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlamıştır. Sanayideki problemleri aşmak için 1980'lerin başında tam zamanında üretim, toplam kalite yönetimi ve yalın üretim gibi teknikler dünya çapında benimsenmeye başlamıştır (Lind, 2001). Bu dönemde önerilen bir diğer teknik ise bütünlük bir yaklaşım olan (Sarı, 2018a) dünya klasında üretimdir.

Dünya klasında üretim işletmelerin operasyonel süreçlerini yönetmek için ilk kez 1984 yılında Hayes ve Wheelwright tarafından önerilmiş (Flynn, Schroeder ve Flynn, 1999) ve Schonberger tarafından geliştirilmiş (Schonberger, 1986) teknikler ve kavramlar kümesidir (Ebrahimi, Baboli ve Rother, 2019). 1980'li yıllardan sonra küresel çapta üstünlük elde etmek için rekabetçiliğin sürdürülmek istenmesi dünya klasında üretimin ortaya çıkışındaki temel nedendir (Filippo ve Gregorio, 2018). Küresel rekabet açısından dünya klasında üretim, Alman, Amerikan (Harrison, 1998) ve Japon firmalarının rekabetçiliğini örnek almıştır. Dünya klasında üretim, rekabet avantajına sahip olmak için geleneksel imalata kıyasla bazı yenilikçi yaklaşım ve teknolojileri kullanır. Bunlardan bir kısmı direk olarak yalın üretimden alınırken bir kısmı da yalın üretimin dezavantajlarını ortadan kaldırmak ve pazar şartlarına uyum sağlayıp rekabetçi bir işletme olmak için mevcut modern üretim yaklaşımlarından seçilmiştir.

Dünya klasında üretim geleneksel imalat ve geleneksel yalın üretimden farklı olarak; rekabetçi olmaya, müşteri talebine çok hızlı cevap vermeye, kişisel ürün üretimine ve esnekliğe odaklanır (Maskell, 1991). Aşağıda verilen Tablo 1'de dünya klasında üretimle üç üretim sisteminin karşılaştırılması sunulmuştur. Tablo 1'den de görüldüğü gibi dünya klasında üretim, yalın üretim

ile çevik üretimin bazı özellik ve yaklaşımlarından yararlanarak pazarda rekabetçi olmaya çalışan bir strateji olarak gelişmiştir. Dünya klasında üretim ayrıca bu iki üretim sistemine ek olarak üretimdeki esnekliği artırmak için esnek üretim ve yerleşim açısından da hücreli üretimden faydalanır.

1984 yılından günümüze kadar dünya klasında üretim için birçok model geliştirilmiştir. Bu modellerin ilk sürümlerinden başlamak üzere yalın üretim kavramlarını ve hücreli üretimi, 1987 yılından itibaren bilgisayar bütünlük imalatı, 1991 yılından itibaren esnek üretimi ve 2011 yılından itibaren de çevik imalatı içerdiği görülmektedir (Dudek, 2016; Verma, 2018). Dünya klasında üretim zamanla evrim geçirmiş ve Hayes, Wheelwright ve Schonberger'in tanıttığı dünya klasında üretim yaklaşımından farklılaşmıştır (Dudek, 2016). Modern dünya klasında üretim sistemlerinin çevik imalat yaklaşımına dayandırıldığı görülmektedir. Çevik imalatta görülen organizasyonlar arası iş birliği, klasik yalın üretimin dalgalı pazarlardaki hızlı değişimi yönetememesi sorununa çözüm üretmiştir. Böylece modern dünya klasında üretim istikrarlı şartlarda iyi çalışan yalın üretime karşı önemli bir avantaj elde etmiştir.

2000'li yıllara kadar dünya klasında üretimin ağırlıklı olarak yalın üretim teknikleri üzerine kurulu olduğu görülür. 2000'li yıllarla beraber bazı küresel firmalar dünya klasında üretimi yeniden yorumlamış ve onu kendi ihtiyaçlarına göre özelleştirmiştir (Chiarini ve Vagnoni, 2015). Dünya klasında üretimi kullanan firmalardan bazıları; Fiat, Chrysler, Alfa Romeo, Lancia, Jeep, Dodge, Ferrari, Maserati, Volvo ve Unilever'dir. Dünya klasında üretimin genel olarak otomobil sektörü tarafından sahiplenildiği görülmektedir. Fiat Grubu bu açıdan önemli bir yere sahiptir. Fiat 2005 yılında Kyoto Üniversitesinden Prof. Hajime Yamashina ile dünya klasında üretimi kendi ihtiyaçları doğrultusunda özelleştirecek bir program başlatmıştır (Felice, Petrillo ve Monfreda, 2013). Fiat'ın dünya klasında üretim sistemi 10 adet yönetimsel ve 10 adet teknik ayağa sahiptir (Chiarini ve Vagnoni, 2015).

Tablo 1

Dünya klasında üretimin yalın üretim, çevik üretim ve geleneksel imalat ile karşılaştırılması (Lind, 2001; AL-Tahat, Bataineh, 2012)

Karşılaştırma kriterleri	Dünya Klasında Üretim	Geleneksel Yalın Üretim	Çevik Üretim	Geleneksel İmalat
Genel strateji	Rekabetçiliği yönetmek	İsrafi ve değişkenliği yönetmek	Değişimi/talep belirsizliğini yönetmek	Maliyetleri, kaynakları ve stoku yönetmek
Hedef	Değişken pazarda düşük maliyetli kaliteli ürün	Stabil pazarda düşük maliyetli kaliteli ürün	Belirsizliğe hızla ve düşük maliyetle cevap vermek	Siparişi zamanında yetiştirmek, üretim hedefini gerçekleştirmek
Ürün farklılaşması	Orta/Yüksek seviyede	Düşük/Orta seviyede	Yüksek/Çok yüksek seviyede	Düşük orta seviye
Yeni ürünlerin toplam üretimdeki yeri	Orta/Yüksek (Lind, 2001)	Düşük/Orta	Çok yüksek	Hat yerleşimde çok düşük, fonksiyonel yerleşimde yüksek
Pazara yeni ürün sürme süresi	Kısa/Orta	Genelde orta	Çok kısa/Kısa	Genelde uzun
Müşteri talebine cevap hızı	Orta/Yüksek	Orta/Yüksek	Yüksek/Çok yüksek	Genelde düşük
Ürün esnekliği	Orta/Yüksek	Orta	Yüksek/Çok yüksek	Hat yerleşimde düşük, fonksiyonel yerleşimde yüksek
Hacim esnekliği	Genelde orta	Genelde orta	Düşük/Orta	Hat yerleşimde yüksek, fonksiyonel yerleşimde düşük
Çeviklik	Orta (Dudek, 2016)	Düşük	Yüksek	Çok düşük
Otomasyon seviyesi	Yüksek (Lind, 2001)	Orta/Yüksek	Yüksek	Hat yerleşimde yüksek, fonksiyonel yerleşimde genelde düşük
Makine özellikleri	Esnek	Esnek/ Çok amaçlı makine	Esnek	Çok yönlü tezgâh/ Özel amaçlı makine
Üretim maliyeti	Düşük	Düşük	Orta seviyede	Hat yerleşimde düşük, fonksiyonel yerleşimde yüksek
Kurulum süresi	SMED sayesinde kısa	SMED sayesinde kısa	Çeşitli üretimden dolayı orta seviyede	Genelde uzun
Üretim partisi büyüklüğü	Küçük/Orta (Lind, 2001)	Küçük/Orta	Çok küçük/Küçük	Genelde büyük
Üretimi tetikleme sistemi	Çekme (genelde kanban)	Çekme (genelde kanban)	Çekme (genelde POLCA)	İtme
Tesis/makine yerleşimi	Tercihen hücrenel	Tercihen hücrenel	Tercihen hücrenel	Genelde fonksiyonel veya hat yerleşimi
İş gücü özelliği	Çok yönlü	Çok yönlü	Çok yönlü	Hat yerleşimde bir konuda uzman, fonksiyonel yerleşimde kısmen çok yönlü
Kalitede sorumluluk	Çalışanlar sorumlu	Çalışanlar sorumlu	Çalışanlar sorumlu	Genelde özel kalite ekipleri sorumlu
Hata hedefi	Sıfır hata	Sıfır hata	Yüksek çeşit ve belirsizlik sıfır hataya ulaşmaya engel olur	Belirli miktar hata normal kabul edilir

Bu çalışmada teknik kısımda yer alan ve otonom aktiviteler (Autonomous Activities-AA) ayağını oluşturan iş yeri organizasyonu (Workplace Organization-WO) ayağına odaklanılmıştır. Çalışmada, iş yeri organizasyonu ayağının "Adım 5" aşaması için bir otomotiv yan sanayi tedarikçisi olan ve koltuk üretimi yapan bir işletmenin kılıf imalat fabrikasında tek parça akışı uygulaması gerçekleştirilmiştir. Çalışma "Adım 5" uygulamaları için bir ön hazırlık niteliğindedir. Tam zamanında kuralına uyum sağlanabilmesi için ilk süreç olarak tek parça akışı oluşturulmuştur. Tek parça akışı uygulaması "Adım 5" ve sonraki adımlar için iyileştirme ve diğer adımlara geçiş kolaylığı sağlayacaktır.

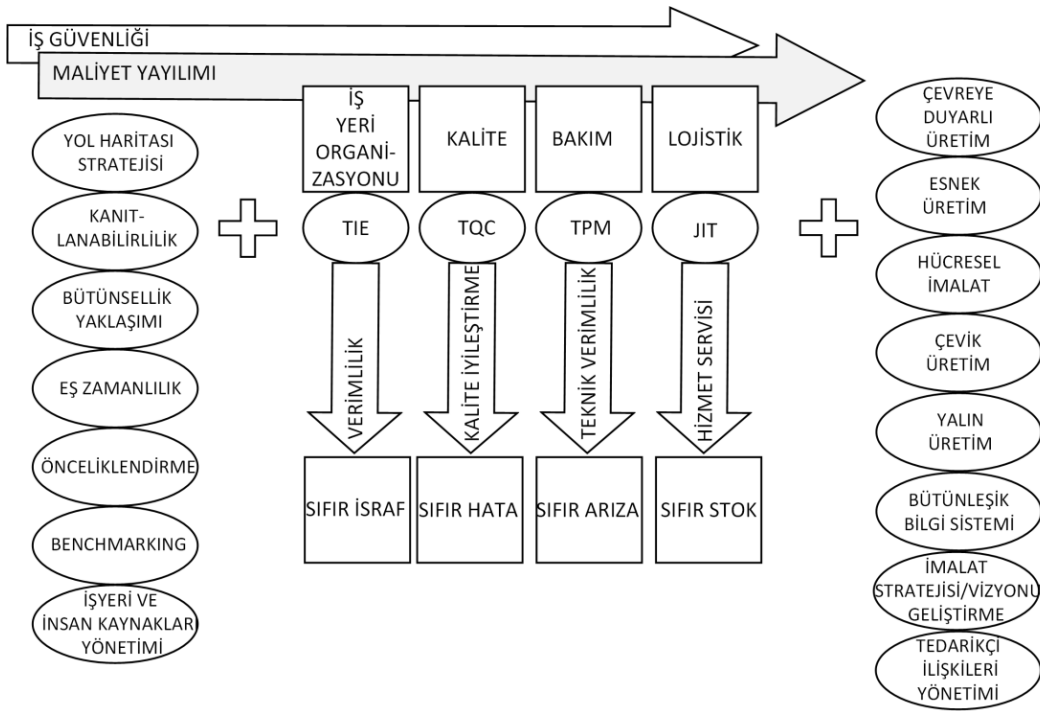
Bu çalışmanın ülkemizde yalnız üretime kıyasla daha az uygulama alanı bulan dünya klasında üretim konusunda uygulayıcılara cesaret vereceği düşünülmektedir.

## 2. Dünya Klasında Üretimin Gelişimi

Dünya klasında üretim günümüzde Hayes, Wheelwright ve Schonberger'in tanımlarının çok ötesine geçmiş ve ihtiyaçlara göre evrim geçirmiştir. Bu bağlamda 1986'dan 1991 yılına kadar olan süreç literatürde birinci nesil yani klasik dünya klasında üretim olarak adlandırılmaktadır (Dudek, 2016). Klasik dünya klasında üretim çalışmalarının çoğu ağırlıklı olarak toplam kalite kontrol ve tam zamanında üretim kavramlarının üzerine odaklanmıştır. Klasik dünya klasında üretim modern dünya klasında üretim anlayışından uzak, hem çevik ve hem de yeterince esnek olamayan bir sistemdir. 2008 yılından itibaren gerçekleşen dünya klasında üretim çalışmaları iki ve üçüncü nesil yani modern dünya klasında üretim olarak adlandırılmakta ve teknik ve yönetsel sütunlara dayanmaktadır. Teknik sütunlar, üretime uyum sağlayabilme ve üretim alanlarından sorumlu belirli kuralları içeren kümedir. Yönetsel sütunlar ise teknik sütunların tamamlayıcısıdır. Modern dünya klasında üretim; yalnız üretim, 6 sigma, toplam üretken bakım, çevik üretim, esnek üretim, hücreli üretim, toplam kalite yönetimi ve klasik dünya klasında üretime göre daha esnek bir yapının üstünde durmaktadır (Dudek, 2016).

Modern dünya klasında üretimin yapısını TIE, TQC, TPM ve JIT oluşturur ve temel olarak iş güvenliği, kalite, maliyet, teslimat ve çevre konularına

odaklanarak her birinde "sıfıra" ulaşmak hedeflenir (sıfır iş ve çevre kazası, sıfır kalite hatası, sıfır arıza ve sıfır kayıp) (Tofaş Kalite Yönetimi, 2019). Dünya klasında üretimde öncelikle toplam endüstri mühendisliği (TIE) yöntemlerini kullanan işyeri organizasyonu (WO) sütunu, sıfır kayba ulaşmak için verimli olmak zorundadır. Verimli olabilmenin temel araçları yalnız üretim tekniklerinden geçer. Daha sonraki unsur, toplam kalite kontrol (TQM) ve altı sigma yöntemlerini kullanarak yüksek kaliteye ulaşmak ve sıfır kusur elde etmek için kaliteyi geliştirmeye odaklanmaktadır. Üçüncü unsur; bakımın yerine getirilmesi, sıfır arıza ve sıfır kesinti ile toplam üretken bakımın (TPM) verimliliği üzerine odaklanmaktadır. Bir diğer unsur olan lojistik sütunu ise tam zamanında üretimi kullanarak, sıfır stok amacı ile hizmet düzeyini üst düzeye çıkarmaya çalışır (Poor, Kocisko ve Krhel, 2016). Bunlar dışında modern dünya klasında üretim için kullanılan yöntemler ve yaklaşımlar şu şekilde ifade edilebilir: Benchmarking, bütünsel bilgi sistemi, çevik üretim, hücreli imalat, imalat stratejisi ve vizyonu geliştirme, tedarikçi ilişkileri yönetimi (Erozan, 2017), çevreye duyarlı üretim (Haleem, Sushil, Quadri ve Kumar, 2012), esnek üretim, işyeri yönetimi, insan kaynakları yönetimi (Sukarma, Azmi ve Abdullah, 2014), yol haritası stratejisi, bütünsellik yaklaşımı, eş zamanlılık, kanıtlanabilirlik ve önceliklendirme (Arda, 2019). Şekil 1'de tüm bu yaklaşımların birbiri ile ilişkisi gösterilmektedir.



Şekil 1. Modern Dünya Klasında Üretimin Yapısı (Midor, 2012)

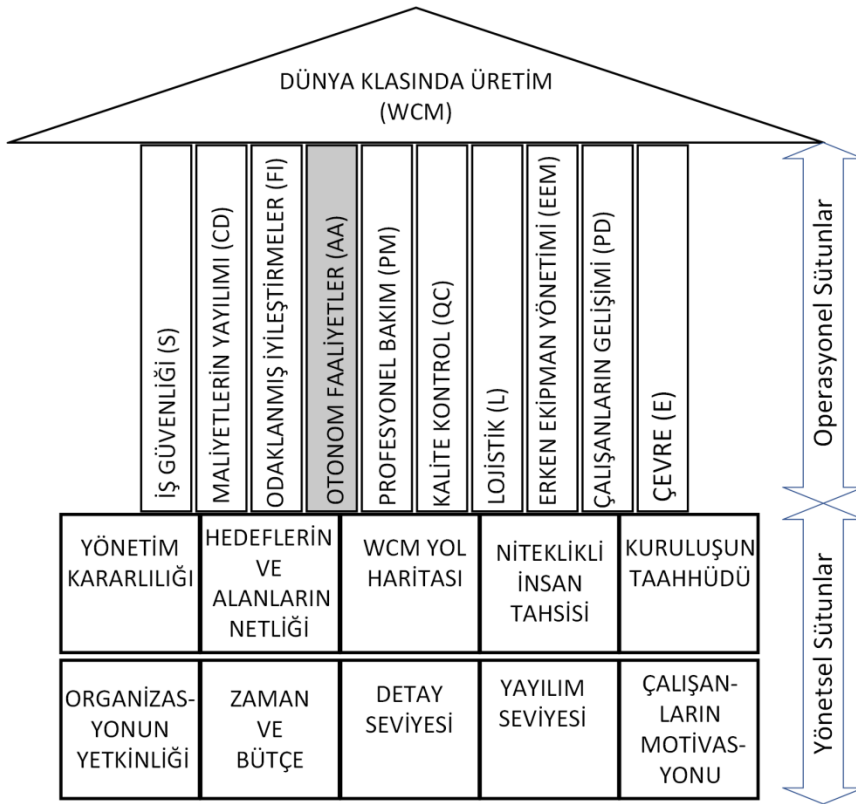
Modern dünya klasında üretimde geçen rekabetçi olabilme anlayışı çevik üretim anlayışına dayanmaktadır (Dudek, 2016). Modern dünya klasında üretim; müşteri memnuniyetini, operasyonel mükemmelliği, rekabetçi ve mükemmel olup pazarda ilk olmayı yani sürekli iyileştirmeyi, ürün kalitesinin iyileştirilmesini, üretim

maliyetlerinin kontrolünü ve kademeli olarak azaltılmasını, pazar ve müşteri gereksinimlerini karşılamada esnekliği, çalışanların katılımını ve çalışanların yüksek motivasyonunu amaçlamaktadır (Bozağaç, 2010). Mükemmelliği hedefleyen bu üretim yaklaşımının avantajları ve dezavantajları Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2  
Dünya Klasında Üretimin Avantaj Ve Dezavantajları

Avantajlar	Dezavantajlar
Makine arızalarında azalma beklenir ve bunun sonucunda maliyetler azalır	Modern dünya klasında üretimi benimseyen firmanın köklü değişikliklere hazır olması gerekir
Sıfır iş kazası hedefiyle iş kazaları azaltılabilir	Modern dünya klasında üretimi benimseyen firmalar, çalışan eğitimi için ilave zaman ve para ayrılmalıdır
Kalite maliyetlerinin azalması beklenir bunun sonucunda müşteri bağlılığı ve memnuniyeti artar	Dünya klasına ulaşma metodunu açıklayan doğrudan bir rehberlik yoktur. Her işletme başarı faktörlerini bireysel olarak belirlemesi gerekir (Wrońska, 2016)
Yalın teknikler temelinde bir yaklaşım olduğundan verimlilikte artış beklenir	Siparişe göre üretim yapan işletmeler için klasik dünya klasında üretim çok uygun bir yaklaşım değildir (Muda ve Hendry, 2002)
İsrafın yok edilmesiyle teslim sürelerinin kısalması ve üretim oranının artması beklenir	Klasik dünya klasında üretim esnek ve çevik değildir
Çalışanların eğitimi, sorumluluk ve yetki paylaşımı işgücü motivasyonunu artırır	Modern dünya klasında üretimde çalışanları motive edici ve eğitici bir ortam oluşmazsa model etkin bir sistem olmaktan çıkar (Sandeep, Attri ve Panwar, 2016)
Hizmet kalitesindeki artış, satışların artmasına sebebiyet verir bunun da ciroyu artırması beklenir	Modern dünya klasında üretimde yönetimin her zaman desteği olmalıdır. Aksi halde dünya klasında üretim başarılı bir sistem olmaktan çıkar (Sandeep, Attri ve Panwar, 2016)
Sıfır stok hedefinden dolayı stok maliyetleri azalır	Modern dünya klasında üretimde iletişim ve bilgi eksiklikleri modelin etkin olmasını engeller (Sandeep, Attri ve Panwar, 2016)
Rakipler arasında avantaj elde edilir	Klasik dünya klasında üretimde yönetim programının uygulanması uygun bir planlama olmasına bağlıdır
Organizasyon içinde olumlu bir rekabet yaratıp bir yol haritası oluşturur (Ebrahimi, Baboli ve Rother, 2019)	Modern dünya klasında üretim, küresel vizyona sahip olmadan sürekli iyileştirmeye ve maliyet azaltmaya odaklanır. Endüstri 4.0 ise küresel vizyon ve küresel kâr eniyilemesine odaklanır (Ebrahimi, Baboli ve Rother, 2019)
Modern dünya klasında üretimde lojistik, depolama ve üretim işlemleri çevreye zarar vermeden yapılmaya çalışılır. Böylece iyi imaj etkisi yaratılır	Modern dünya klasında üretim her kültüre uygun olmayabilir bu da kültürel direnişe sebebiyet verebilir (Sandeep, Attri ve Panwar, 2016)
Karmaşık yapılı işletmeler belirli araçlar ile sürece odaklanarak daha iyi organize olabilir (Wrońska, 2016)	Modern dünya klasında üretim, karmaşık bir maliyet muhasebesi yapısına sahip olduğu için tedarikçiler yalnızca daha fazla tercih etmektedir (Chiarini ve Vagnoni, 2015)
Dünya klasında üretim metodolojisi içerisine Endüstri 4.0 araçları entegre olabilir (Ebrahimi, Baboli ve Rother, 2019)	Dünya klasında üretim içerisine Endüstri 4.0 araçları entegre edilirse büyük maliyetler oluşur (Ebrahimi, Baboli ve Rother, 2019)
Modern dünya klasında üretimde işletmeler kendi sistemlerine uygun metotlar geliştirip entegre edebilir	Modern dünya klasında üretim strateji gelişimi için belirli bir sisteme sahip değildir. Oysa yalın üretim hoshin kanri felsefesine sahiptir (Chiarini ve Vagnoni, 2015)

Dünya klasında üretim hedeflerinin gerçekleştirilmesi için 10 operasyonel 10 yönetsel sütunun eş zamanlı olarak uygulanması beklenir. Şekil 2'de operasyonel ve yönetsel sütunlar gösterilmiştir.



Şekil 2. Dünya Klasında Üretim Modeli (Midor, 2012)

Dünya klasında üretim modelinin ilk yapı taşı "iş güvenliği" (Safety-S) sütunudur. Bu sütunun amacı güvenli çalışma standartları oluşturmak ve oluşabilecek kazaların önceden belirlenip ortadan kaldırılması (Gajdzik, 2013), yani kısaca sıfır iş kazasıdır (Sarı, 2018a). Maliyet dağılımı (Cost Development-CD) sütunu, işletmedeki kayıp ve atıkların ortaya çıkarılması için matrisler yardımıyla kayıpları ve maliyetleri belirler ve bunlardan kaçınmak için yapılması gereken iyileştirmeler için zemin hazırlar (Sarı, 2018a). Odaklanmış iyileştirmeler (Focused Improvement-FI) sütunu, projelerdeki iyileştirmeler için araçlar sağlamak üzerine kuruludur (Tofas Kalite Yönetimi, 2019). Otonom faaliyetler (Autonomous Activities-AA) sütunu, otonom bakım (Autonomous

Maintenance-AM) ve işyeri organizasyonu (Workplace Organization-WO) adı altında iki sütünü içerir. Bunlardan otonom bakım sütunu, toplam üretken bakım (TPM) içinde yürütülen etkinlikler temeline dayanır ve amacı operatörleri de dâhil ederek düzensiz durumları ortadan kaldırarak cihazların arıza sayısını azaltmaktır (Gajdzik, 2014). WO sütunu, çalışanlar ile üretim verimliliğinin artırılmasına ve iş istasyonlarının iyileştirilmesine dayanır (Sarı, 2018b; Murino, Naviglio, Romano, Guerra, Revetria, Mosca ve Cassettari, 2012). Profesyonel bakım (Professional Maintenance-PM) sütunu, arızaların ortadan kaldırılması ve güvenirliliğinin iyileştirilmesi üzerine odaklanır. PM sütunu, AM sütunu temeline dayanmakta ancak profesyonel ekiplerce yapılan bakımları

kapsamaktadır (Gajdzik, 2014). Kalite kontrol (Quality Control-QC) sütunu; müşterilere minimum maliyetle yüksek kaliteli ürünler sunmak, üretim sistemleri için uygun çalışma koşullarını geliştirmek ve personelin kalite problemlerini çözme becerilerini artırmak üzere sıfır hatayı hedefleyen bir sütundur (Wrońska, 2016; Palucha, 2012). Lojistik (Logistic-L) sütunu, iç ve dış lojistik ağlarını entegre hale getirmeyi, stok yönetiminde etkin olmayı, tedarik zinciri, depolama ve lojistik maliyetlerini azaltmayı amaçlar (Dudek, 2014). Erken ekipman yönetimi (Early Equipment Management-EEM) sütunu, modelin tasarım sürecinde, teknik gereksinimlerin belirlenmesinde, ürün geliştirme sürecinde, uygun ekipmanın tedarik sürecinde bulunarak süreçlerde iyileştirmeler yapan ve çalışma alanındaki ekipman yönetimi üzerine çalışmalar yapan sütundur (Sarı, 2018a; Palucha, 2012). Çalışanların gelişimi (People Development-PD) sütunu, çalışanların gelişim faaliyetlerinin ve eğitimlerinin sağlanmasına, ölçülmesine ve sürdürülmesine odaklanmaktadır (Sarı, 2018a). Son olarak, çevre (Environment-E) sütunu, etkin kaynak kullanımı, kirletici hammaddelerin kullanılmaması, atık ve kirlilik oranlarının azaltılması üzerine odaklanır (Sarı, 2018a). Bu çalışma operasyonel sütunlara odaklandığı için yönetsel sütunlar detaylı olarak incelenmemiştir.

Dünya klasında üretim modeli bir denetim sistemi ile ölçülmektedir. Bu onu birçok metodolojiden ayıran önemli bir özelliktir. Dünya Klasında Üretim Derneği, üye şirketler arasında bilgi paylaşımını teşvik etmekte ve önde gelen tesislere "Dünya klasında üretim Ödülleri" atamak için resmi bir denetçi atamaktadır (FCA World Class Manufacturing, 2020). Denetçiler tarafından denetlenen tesislere veya şirketlere 0-100 arasında puan verilmekte ve bu değerlendirmeler periyodik olarak gerçekleştirilmektedir. Operasyonel ve yönetsel sütunlar kendi içinde değerlendirilir ve her sütuna 0-5 puan arasında bir puan atanır (Sarı, 2018a). Dünya klasında üretim uygulamaları ilerleme durumlarına göre dört seviye ile isimlendirilir: Bronz seviye (50-60 puan arası), temel üretim koşullarının rekabet ortamları için oluşturulduğu, %10-20 oranında maliyetlerde azalma elde edildiği, kalite sorunlarının azaltıldığı ve teslimat süresinin yarıya indirildiği gibi ön koşulların gerçekleşmesi gereken seviyedir. Gümüş seviye (60-70 puan arası) kalite, maliyet, üretim verimliliğinde iyileşme sağlandığı, sürekli gelişimin tüm çalışma alanı için "know-how" (dünya klasında üretim yapabile

bilgisi) bilgiler ile yapıldığı, enerji kayıplarını ve kaynaklarını tanımlamak için sistematik bir arama geliştirildiği ve bunun sürekli duruma geldiği, %20-40 oranında maliyetlerde azalma görüldüğü, kalite sorunlarının ve teslimat süresinin azaltıldığı gibi ön koşullarının gerçekleşmesi gerektiği seviyedir. Altın seviye (70-85 puan arası) ürün ve hizmetlerin üst seviyeye ulaştığı, kayıplara karşı "know-how" felsefesinin kullanıldığı, araştırmaların "know-how" ile yürütüldüğü, kalite sorunlarının azaltıldığı, %40-60 düzeyinde maliyetlerde azalmaların görüldüğü ve teslimat sürelerinin azaldığı bir seviyedir (Midor, 2012). Dünya standartlarında seviye (85 puan ve daha üstü) ise dünya klasında üretim uygulayan şirketin tüm sütunlarda eş zamanlı olarak yükselmesi ve yükselirken gerekliliklerin sağlaması ile ulaşılan seviyedir. Model sürekli iyileşmeye ve gelişmeye dayandığı için dünya standartlarında seviyesi unvanının korunabilmesi için çalışmalar sürekli olarak devam edecektir (Sarı, 2018a).

## 2.1 İş Yeri Organizasyonu Sütunu (Workplace Organization-WO)

Bu çalışmada iş yeri organizasyonu sütununa odaklanıldığı için bu başlıkta bu sütün detaylı olarak incelenmiştir. WO sütunu, katma değer yaratmayan aktivitelerin kayıplarına odaklanır ve düzen için temizlik gibi standartlar oluşturularak her bir yer için katma değerli hareketleri inceler, düzensizlikler için uygun önlemler alır (Murino ve diğ., 2012). Sıfır insan hatası ve düşük katma değer yaratmayan aktivite oranı hedefleyen WO sütunu S, CD, L sütunlarıyla eş zamanlı olarak çalışıp kayıpların toplamının en fazla olduğu bölgeyi "model alanı" olarak kabul eder. WO sütunu, çalışanlara sorumluluk vermede hayati önem taşır. Çalışanların çalışma pozisyonları ve çalışma kaliteleri, WO sütunu ile kademeli ve sürekli olarak devam ettirilir (Dudek, 2013). WO sütunu aşağıda sunulan 7 adımdan oluşur:

*Adım 0:* Bu adım görevler için hazırlık adımı olarak kabul edilir. Bu adım içerisinde model alanı belirlenir, WO sütunu lideri ve saha (üretim alanı) ekibi seçilir ve üretim sahası içerisinde WO panosu hazırlanır. Bu aşamada WO sütununun faaliyetlere hazırlanması için gerekli ekipman temin edilir.

*Adım 1:* Bu adım 5S eğitimleri ve uygulamaları ile başlar. Hata kartı sistemi ve takibi, kirlilik kaynaklarının tespiti, kirlilik haritası



oluşturulması, kirlilik kaynaklarının ortadan kaldırılması, temizlik süresi gibi süreçlerin grafiklerle takip edilmesi ve bunlarla ilgili iyileştirmelerin yapılması, ekibinin çalışma alanları ile ilgili haritaları oluşturulması ve ekibe eğitim verilmesi bu adımın içeriğini oluşturur.

**Adım 2:** 3M (Muri, mura, muda) analizlerinin yapılması sonucu TIE kaizen ile israf ve kayıplarda çeşitli iyileştirmelerin yapıldığı ve süreçlerin yeniden düzenlendiği adımdır.

**Adım 3:** İş istasyonlarındaki temizlik, kontrol ve iş güvenliği kontrolü açısından önemli noktaların tespit edilip ve bu noktaların her iş istasyonu için ayrı ayrı tablo üzerinde gösterildiği geçici standartların oluşturulduğu adımdır.

**Adım 4:** Kalite problemleri için 3M analizinin yapıldığı, ürün özelliklerine yönelik eğitimlerin düzenlendiği ve genel eğitimlerin yürütüldüğü adımdır. QC sütunu ile eş zamanlı çalışır.

**Adım 5:** Tam zamanında üretim sistemine uygun şekilde hat besleme düzenine geçildiği ve uygun kit sisteminin (parçaları golden zone bölgesine yaklaştırma yöntemlerinden biridir) tanımlandığı adımdır. Tüm faaliyetlerin senkronizasyonu "tam zamanında" kuralına göre yapılır. Tam zamanında kuralı, çoğu zaman süre bakımından faaliyetleri dengelemeye yardımcı eder (Dudek, 2013). Bu aşamada hattın dengeli olması ve katma değer yaratmayan aktivitelerin oranlarının azaltılmış olması beklenir. Golden zone (çalışan kollarını dirseklerde katlayarak omuz hizasından yere uzattığında iki kol arasında kalan 60 derecelik bölge) anlayışına göre parçanın en optimal yükseklik ve yönde olması sağlanmalıdır.

**Adım 6:** Katma değer yaratmayan aktivitelerin oranının otomasyon ile düşürüldüğü, doğru hareket analizinin yapıldığı, ritmik operasyonların sağlandığı, düzensiz operasyonların minimum seviyeye indirilmeye çalışıldığı adımdır.

**Adım 7:** Bu adım içerisinde iş yeri organizasyonunda yapılan yeni düzenlemeler ile en iyi hale getirilmiş

işyerinin korumamı ve standart çalışma alanı olarak sürdürülebilirliğinin sağlanması beklenmektedir.

İşyeri organizasyonu sütunu için 5S çalışmaları ve 3M analizleri uygulama araçları olarak kullanılırken, sütunun performansı ise hat verimliliği, katma değer yaratmayan aktivite oranı, temizlik/yağlama/kontrol süreleri oranı, tek nokta dersi (TND) verilme sayısı, mülakat ile öğrenmenin (TWTTP) geri dönüş sayısı, kök neden analizlerinin ulaşılmadığı ama devam eden uygulama (HERCA) sayısı, kirlilik ve ulaşılması zor bölgelerin takibi sayısı gibi göstergelerle ölçülmektedir (Sarı, 2018a).

Bu çalışmada WO sütunu içinde yer alan ve "adım 5" uygulamaları için bir ön hazırlık niteliğine sahip olan "tek parça akışı" sistemine odaklanılmıştır.

### 3. Uygulama

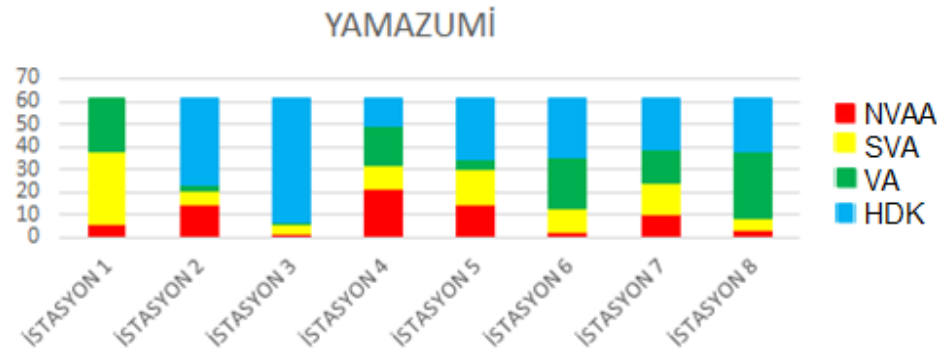
Bu çalışmada bir otomobil yan sanayi tedarikçisinde dünya klasında üretim uygulaması yapılmıştır. Tedarikçinin üretim sisteminde parti tipi üretim yapan hatların hat denge kaybına sahip olması, katma değer yaratmayan aktivite oranının yüksek olması ve kalite problemlerinden dolayı PPM (bir milyon içerisindeki hata oranı) oranının yüksek oluşu nedeniyle bu hatlarda tek parça akışı yani faaliyetlerin tam zamanında kuralına uygun hale gelmesi için "adım 5" içeriğinin uygulanması öngörülmüştür. Tek parça akışının hatlara uygulanmaya başlamasından itibaren sistem içerisinde alışma süresinin uzun olması ve çalışanlara bu sistem için verilecek eğitim ve öğrenme süreçleri de ele alındığında "adım 5" için çalışmaların erken başlaması uygun bulunmuştur. Çünkü "adım 5" için denetim ve çalışma sürecine girmeden faaliyetlerin tam zamanında kuralına uygun hale gelmesi, kit sistemleri için uygun ortam hazırlayacak, böylece "adım 5" uygulamalarında ve daha sonraki adımların uygulamalarında daha hızlı sonuç alınacaktır. Bu çalışmadaki uygulama, otomobil üreticisi olan büyük markalardan birinin ön ve arka koltuk kılıflarının verisini içermektedir. Tedarikçinin uygulamaya tabi olan istasyonlarında bu iki ürünle ilgili işlemler sıra ile ve tek parça akışı şeklinde uygulanmaktadır. Uygulamada her türlü araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur. Firmadan alınan veriler firmanın izni doğrultusunda kullanılmış olup yazılı bir izin alınmamıştır.

Model alan belirlenirken CD sütunundan yardım alınmış (CD sütunu, hazırladığı maliyet matrislerine göre sorunlu hattın bilgisini vermiştir) ve en yüksek

kayıpların olduğu hat, uygulama alanı olarak seçilmiştir.

Çalışmada öncelikle ilgili hattın hat denge kaybının ortaya çıkarılması için mura analizi yapılmıştır. Yapılan mura analizlerinde katkı değeri olmayan aktivite (NVAA), yarı katkı değeri olan aktivite (SVA), katkı değeri olan aktivite (VA) gibi tanımlarla operasyonları eşleştirip sonrasında oranları elde edilmiştir. Hat denge kaybı (HDK), en yüksek çevrime sahip istasyon ile diğer istasyonların

çevrimlerinin farklarına bakılarak tespit edilmiştir. HDK başta olmak üzere katkı değeri olmayan aktiviteler (NVAA), yarı katkı değeri olan aktiviteler (SVA) ve katkı değeri olan aktiviteler (VA) yamazumi grafiği üzerinde Şekil 3'te, ayrıntılar içerikler ise Tablo 4'te sunulmuştur. 8 istasyon baz alındığında en büyük kayıp olan hat denge kaybının ortalama %41,43 olduğu gözlenmiştir.

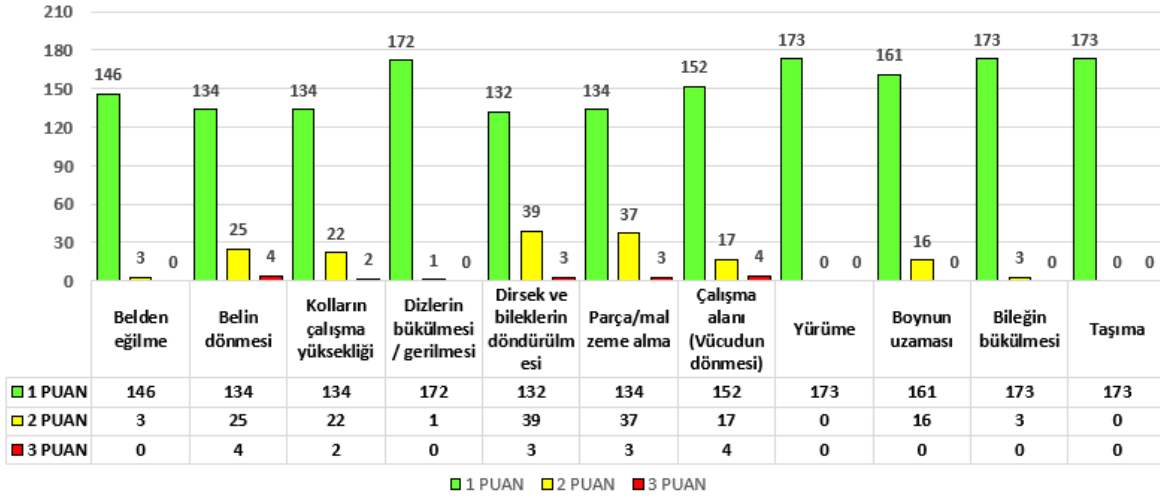


Şekil 3. Mura Analizi (Önce)

Çalışmada, ergonomik olarak aşırı yüklenmeleri tespit edebilmek için yoğun çalışılan 3 aylık bir süre boyunca WO ekibi tarafından muri analizi yapılmıştır. Yeni hat düzenine geçerken hat üzerinde operatörlerin zorlanma durumlarına karşı TIE kaizen yapabilmek adına Şekil 4'te gösterilen muri (aşırı yükleme) analizi yapılmıştır. 11 kırımdan oluşan bu analizde 3 puan almış kırım noktaları TIE kaizen yapılabilecek yerleri ifade etmektedir. Çalışmada muri analizleri operatörler özelinde yapıldığından operatörlerin hareketleri kamera veya gözle izlenecek ve bir iyileştirme kaynağı olup olmadığı mevcut WO ekibi tarafından değerlendirilecektir.

WO ekibi tarafından operasyonların hareket etüdü ile değerlendirilmesi sonucunda hazırlanan Şekil 4'te 1 puanına sahip kırım bölgeleri operasyonlar bazında ergonomik açıdan aşırı yüklenmenin olmadığını ifade etmektedir. Hedef, 3 puana sahip kırım noktalarını 2 puana sahip kırım noktasına çekmek, mümkünse 2 puana sahip kırım noktalarını 1 puanına sahip kırım bölgelerine çekmektir. Bu şekil doğrultusunda 5 farklı kırım noktası (belin dönmesi, kolların çalışma yüksekliği, dirsek ve bileklerin döndürülmesi, parça malzeme alma, vücudun dönmesi) iyileştirmeye açıktır.

## ERGONOMİ PUAN KIRINIMI



Şekil 4. Muri Analizi (önce)

Yapılan NVAA analizinde operasyon süreleri ve tanımları alınıp değerlendirilmiştir. Her istasyon için 10 çevrim alınmış, hat dengeleme çalışması için NVAA analizinden yararlanılmıştır. Hat dengelemede yapılan manuel atama için; işlem göreceği parçanın işleme sırası, bu işleme sırasındaki makineler ve operasyon süreleri dikkate

alınmıştır. Tablo 3'te görülen "0,5" ve "1,00" değerleri hat dengeleme sırasında atanan parça sayısını göstermektedir. 0,5 değeri ile bir parçanın iki farklı istasyonda yarı yarıya dikileceği anlaşılmalıdır.

Tablo 3

## İstasyonlar Bazında Dengelenmiş Hat Gösterimi

Operasyon Süresi	ist.1	ist.2	ist.3	ist.4	ist.5	ist.6	ist.7	ist.8	ist.9	ist.10
10,50	1,00									
11,00	1,00									
21,97		1,00								
11,97		1,00								
29,24	1,00									
18,85		1,00								
59,71			1,00							
25,66				1,00						
20,00					1,00					
40,00						1,00				
30,72							1,00			
73,807								0,50	0,50	
38										1,00

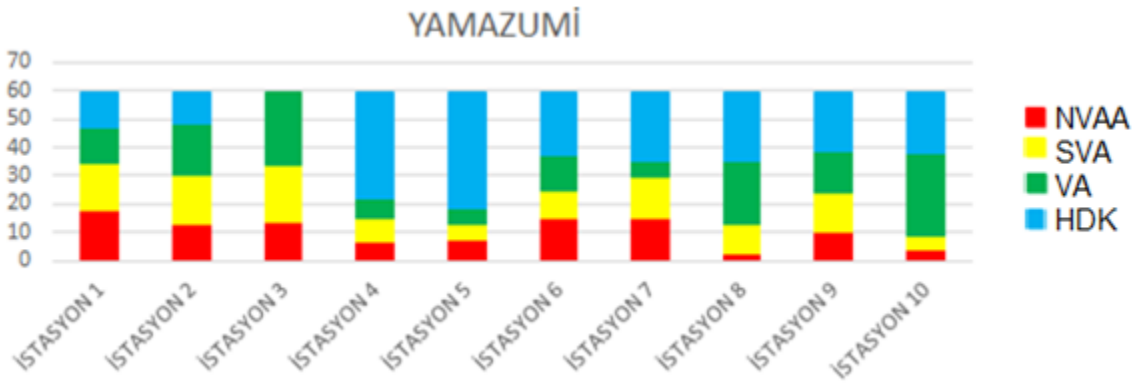
Tablo 3'e göre şirket çalışanları ile takt süresi 75 saniye (günlük kullanılabilir süre/günlük müşteri talebine) olarak belirlenmiş ve istasyonlarda en uzun operasyon süresine sahip istasyon üçüncü

istasyon (tablo üzerinde işaretlenmiş olan istasyon) olarak tespit edilmiştir. Bazı makinelerin kısıtları olmasından kaynaklı (her dikiş makinesinin aynı hassasiyeti olmaması, aynı tipte ipi kullanamaması

veya aynı tipte kumaşı dikememesi gibi) bazı istasyonların süreleri indirilememiş veya bu süre dağıtılamamıştır (örneğin 3. istasyonun süresi operasyon uzunluğu ve makine kısıtı yüzünden indirilememiş veya dağıtılamamıştır). Hat dengelemedeki yeni düzene göre istasyon sayısı 8'den 10'a çıkarılmıştır. Bu işlem operasyon süreleri, hat üzerinde değişiklik yapabilecek makineler ve çalışma alanı göz önünde bulundurularak yapılmıştır. İstasyon sayısının artma sebebi tek parça akışından dolayı bütün

istasyonların en yüksek operasyon süresine sahip istasyonu çevrim süresi olarak baz almasıdır. En yüksek çevrim süresine sahip istasyonun çevrim süresinin artması hattın çevrim süresini arttıracak ve takt süresine yaklaşmasını sağlayacaktır.

Yeniden düzenlenen hat düzenine göre on istasyon bazında tekrar yapılan mura (dengesiz yükleme) analizleri sonucu hat denge kaybı, NVAA, SVA ve VA sonuçları Şekil 5'te sunulmuştur.



Şekil 5. Mura Analizi (Sonra)

Aşağıda sunulan Tablo 4'te mura analizleri önce ve sonra olarak karşılaştırılmıştır. Buna göre hat denge kaybında öncesinde %41,43 olan değer, sonrasında %36,26'ya düşmüştür sonuç olarak %5,17'lik bir iyileşme elde edilmiştir. İyileşmeye en büyük etkenin operasyonların süreler bazında daha doğru istasyonlara atanmış olması gösterilebilir. NVAA önce %14,37 iken sonra %17,56'ya doğru bir artış göstermiştir. %3,19'luk bu yükselişin en önemli sebebi parti tipi üretimde iken her parçaya gözle kontrol operasyonun yapılmamasıdır. Sonra analizinde ise kalite hatalarının önüne geçebilmek adına tek parça akışında parti büyüklüğü bire indiği için her parçaya gözle ile kontrol operasyonu gelmiş oldu ve bundan dolayı NVAA artmıştır. SVA önce %19,71 iken mura analizi sonrasında %20,29'a yükselmiştir. %0,58 oranında gerçekleşen bu yükselişin sebebi parça alma/bırakma gibi aktivitelerin tek parça akışında daha uzun süreye sahip olmasıdır. İleride "adım 5" görevlerinden kit

sistemlerinin oluşturulması SVA ve NVAA oranlarını düşürüp iyileştirme sağlayacaktır. VA, mura analizi öncesinde %20,95 iken sonrasında %25,9'a yükselmiştir. Bu oranın yükselmesi parti tipi üretimdeki bazı kayıpların ortadan kaldırılması ile gerçekleşmiştir. İstasyonlar bazında bir karşılaştırma yapılmamıştır, bunun sebebi operasyon tanımlarının önceki ve sonraki istasyonlarda değişmiş olmasıdır (örneğin önce analizinde 1. İstasyonda olan operasyon sonra analizinde 2. İstasyona geçmiştir).

Tablo 4

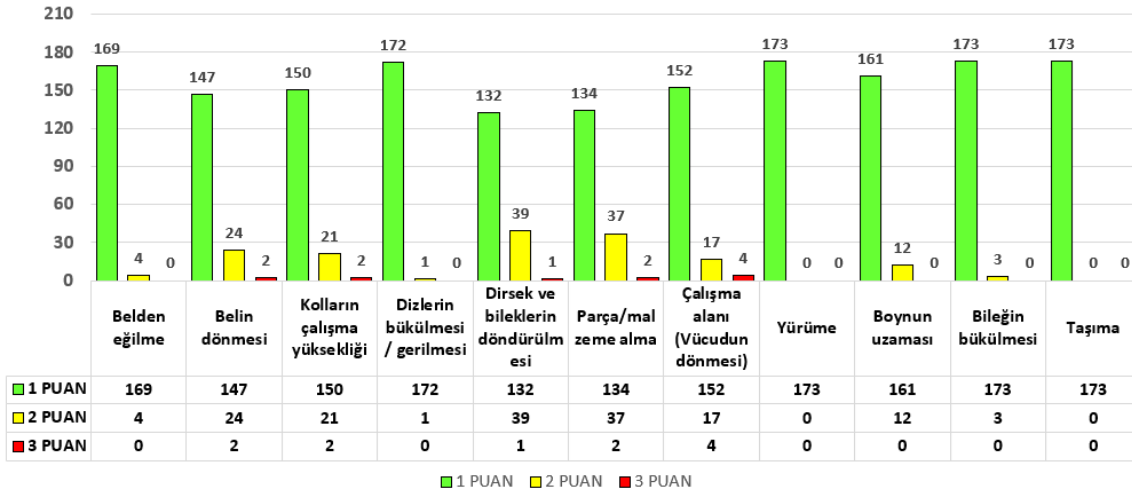
## Mura-Önce ve Mura-Sonra Analizleri Değer Karşılaştırmaları

	Önce				Sonra			
	HDK	NVAA	SVA	VA	HDK	NVAA	SVA	VA
1. istasyon	%0,00	%9,20	%52,76	%38,02	%21,42	%30,26	%27,33	%21,44
2. istasyon	%61,70	%4,73	%9,77	%24,50	%18,21	%22,21	%28,47	%31,10
3. istasyon	%88,79	%15,98	%6,64	%1,56	%0,00	%22,50	%34,00	%43,50
4. istasyon	%19,77	%34,85	%16,56	%28,76	%63,00	%11,20	%13,90	%11,80
5. istasyon	%43,27	%24,40	%24,20	%8,23	%69,30	%12,55	%8,67	%9,43
6. istasyon	%42,70	%3,67	%16,95	%36,66	%37,20	%25,00	%16,20	%21,36
7. istasyon	%37,19	%16,39	%22,32	%24,06	%41,30	%25,20	%25,00	%8,50
8. istasyon	%38,08	%5,81	%8,49	%47,67	%40,80	%3,79	%17,50	%37,85
9. istasyon					%35,42	%16,90	%23,06	%24,86
10. istasyon					%35,98	%6,00	%8,77	%49,23
Ortalama	%41,43	%14,37	%19,71	%20,95	%36,26	%17,56	%20,29	%25,90

Yeni hat düzenine geçtikten sonra yapılan 11 kırımdan oluşan muri analizi Şekil 6'da sunulmuştur. Analizin iyileştirme kaynakları üzerinde WO ekibi tarafından yapılan inceleme sonucunda operatörlerden kaynaklı 3 puana sahip kırım noktaları olduğu görülmüştür. Şekil 4 ve

Şekil 6 arasındaki bazı 3 puan kırım noktalarının değişiklik göstermemesi operatörlerden kaynaklanmaktadır.

## ERGONOMİ PUAN KIRINIMI



Şekil 6. Muri analizi (sonra)

WO ekibinin deneyimi ve operatörlerin davranışları bu tip bir çalışmanın kalitesini direk olarak etkileyecektir. Mümkünse gözle izleme ile beraber kameralı izleme teknikleri de tercih edilmelidir.

#### 4. Sonuç ve Değerlendirmeler

TOFAŞ ile çalışan bir otomobil yan sanayi tedarikçisinde uygulanan bu çalışmada, parti tipi üretim yapan hatların katma değer yaratmayan aktivite oranının yüksek oluşu nedeniyle bu hatlarda tek parça akışı yani faaliyetlerin tam zamanında kuralına uygun hale gelmesi üzerine bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Öncelikle hat denge kaybı %5,17 oranında düşürülmüştür. Hat denge kaybının daha da düşürülmesi için tam olarak "adım 5" uygulamalarının gerçekleşmesi ve tam zamanlı kit sistemlerinin etkin olarak kullanılması gerekmektedir. Katma değeri olmayan aktivite oranı (NVAA) %3,19, yarı katkı değeri olan aktivite oranı (SVA) %0,58 oranında artırılmıştır. Adım 5 için ön hazırlık olan bu süreç, tek parça akışının uygulanması ile bir iyileşme göstermiştir. Adım 5 çalışmalarının tamamlanması ve tam zamanında kuralına tüm faaliyetlerin adapte edilmesiyle sistem performansında, özellikle de hat denge kaybı ve NVAA'da daha fazla düşüş olması beklenmektedir. Katma değeri olan aktivite oranının (VA) %4,95 oranında yükselmesi bunun bir kanıtıdır. Tek parça akışı bazı kayıpları ortadan kaldırıp VA oranında artışa sebep olmuştur. Yapılan muri analizleri sonucu gözle görülür bir değişiklik kaydedilmemiştir. Bunun sebebi muri analizlerinin operatör bazlı yapılması ve operatörlerden kaynaklı 3 puana sahip kırımlar oluşmasıdır (operatörün boyunun kısa olması kılıfa ulaşmada zorluk yaşaması). Yapılan çalışma sonucunda hat sekiz istasyondan on istasyona çıkarılmıştır. On istasyon içerisindeki en büyük operasyon süresine sahip üçüncü istasyon hattın darboğazıdır ancak takt süresinin yine de altındadır. İleride yapılacak olan iyileşmelerde bu üçüncü istasyon üzerinde durulmalı ve diğer istasyonların bekleme sürelerinde iyileşmeler yapılmalıdır. Uygulanan bu sistemin performansının zaman içerisinde tespit edilecek problemlerin üzerine gidilmesi ile daha da iyileşmesi beklenmektedir. Bu sisteme uygulanacak çeşitli iyileşmeler ve kit sistemleri ile ileride hat denge kaybının ve katma değeri olmayan aktivite oranlarının düşmesi beklenmektedir. Ayrıca "adım 5" görevi olan tam zamanlı kit sistemi uygulamaları tek parça akışının uygulanmasından sonra daha kolay ve daha sistematik şekilde ilerleyecektir.

Elde edilen çıktılarından başka çalışmalarda/aşamalarda da yararlanmasından dolayı ayrıntılı ve doğru bir maliyet analizi yapmak kısa vade de zor gibi görünmektedir. Bununla beraber, hatların esnek yapıya sahip olması ve kapasitesi düşük hatlardan işçi transferi yapılabilmesi nedeniyle istasyon ekleme ve yeni işgücü maliyetinin olmadığı veya bu maliyetlerin ihmal edilebilir olduğu söylenebilir. Devam eden, uzun soluklu ve aşamalardan oluşan bu çalışma için ileride, CD sütunu tarafından hazırlanan çeşitli matrisler yardımıyla ayrıntılı maliyet değerlendirmeleri yapılacaktır. Genel bir beklenti olarak, yapılacak olan denetimlerde dünya klasında üretim açısından bu çalışmada uygulanan tek parça akışının WO sütununa puan getirisi sağlaması beklenmektedir.

Yalın üretime dayanmakla birlikte yalın üretime göre önemli avantajları olan dünya klasında üretim, rekabet ve verimlilik açısından işletmelere önemli katkılar vermektedir. Bununla beraber uygulayıcıların bu çalışmadakine benzer birçok çalışmaya odaklanması, uygun ekipleri kurması ve çalışanlara dünya klasında üretim yaklaşımlarını benimsetmesi gerekecektir.

#### Araştırmacıların Katkısı

Bu araştırmada; İhsan EROZAN konunun seçimi, uygulamaların kontrolü ve çalışmanın düzenlenmesi, Melike MÜMİNOĞLU ise uygulamanın yürütülmesi konularında katkı sağlamıştır.

#### Çıkar çatışması

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir.

#### Kaynakça

- AL-Tahat, M. D. & Bataineh, K. M. (2012). Statistical Analyses and Modeling of the Implementation of Agile Manufacturing Tactics in Industrial Firms. *Mathematical Problems in Engineering*, 2012, 1–23. Erişim adresi: <http://downloads.hindawi.com/journals/mpe/2012/731092.pdf>
- Arda, S. (TOFAŞ WCM Uzmanı) (Şubat 2019). TOFAŞ-Türk Otomobil Fabrikasında Toplantı Notları.

- Bozağaç, İ. (2010). World Class Manufacturing on Automobile Industry and Applications of Autonomous Maintenance in Press Shop (Yüksek Lisans Tezi). Çukurova Üniversitesi, Makine Mühendisliği, Adana.
- Chiarini A. & Vagnoni, E. (2015). World-class manufacturing by fiat. comparison with Toyota production system from a strategic management, management accounting, operations management and performance measurement dimension. *International Journal of Production Research*, 53(2), 590–606. Doi: <https://doi.org/10.1080/00207543.2014.958596>.
- Donnet, P. (1992). *Japonya Dünyayı Satın Alıyor*. İstanbul: Varlık Yayınları.
- Dudek, M. (2016). Generation of the world class manufacturing systems. CLC'2016: Carpathian Logistics Congress, Zakopane, Poland. Erişim adresi: [https://www.researchgate.net/publication/320183321\\_Generations\\_of\\_the\\_world\\_class\\_manufacturing\\_systems](https://www.researchgate.net/publication/320183321_Generations_of_the_world_class_manufacturing_systems).
- Dudek, M. (2014). The Model For The Calculation of The Dispersed Iron Ore Resource Purchase Cost in The World Class Manufacturing (WCM) Logistics Pillar Context. *Metallurgy*, 53(4), 567–570. Erişim adresi: <https://hrcak.srce.hr/file/180669>.
- Dudek, M. (2013). Workplace Organization as a Tool of Restructurisation of Production Systems, J Jaki, T. Rojek; Cracow University of Economics, Cracow, 2013, ISBN: 978-83-62511-03-7, 439-447. Erişim adresi: <https://www.researchgate.net/publication/273433042>.
- Ebrahimi, M., Baboli, A. & Rother, E. (2019). The Evolution of World Class Manufacturing Toward Industry 4.0: A Case Study in The Automotive Industry. *IFAC Papers Online*, 52(10), 188-194. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.10.021>.
- Erozan, İ. (2017). *Geleneksel ve Modern Üretim Sistemleri*. Kütahya: Monopol Kitapevi.
- Felice, F. D., Petrillo, A. & Monfreda, S. (2013). Improving Operations Performance with World Class Manufacturing Technique: A Case in Automotive Industry. In Schiraldi, M. (Ed.) *Operations Management*. IntechOpen, 1–29. Erişim adresi: [http://www.pucrs.br/ciencias/viali/graduacao/po\\_2/material/textos/43383.pdf](http://www.pucrs.br/ciencias/viali/graduacao/po_2/material/textos/43383.pdf)
- Filippo D. C. & Gregorio R. S. (2018). Lean Production and World Class Manufacturing: A Comparative Study of the Two Most Important Production Strategies of Recent Times. *Int J Ind Operations Res*, 1–26. Erişim adresi: <https://pdfs.semanticscholar.org>.
- FCA World Class Manufacturing. (2020). Erişim adresi: [www.wcm.fcagroup.com/en-us/wcm\\_at\\_fca/Pages/wcm\\_association.aspx](http://www.wcm.fcagroup.com/en-us/wcm_at_fca/Pages/wcm_association.aspx).
- Flynn, B. B., Schroeder, R. G. & Flynn, E. J. (1999). World class manufacturing: an investigation of Hayes and Wheelwright's foundation. *Journal of Operations Management*, 17(3), 249–269. Doi: [https://doi.org/10.1016/S0272-6963\(98\)00050-3](https://doi.org/10.1016/S0272-6963(98)00050-3).
- Gajdzik, B. (2014). Autonomous and Professional Maintenance in Metallurgical Enterprise as Activities With in Total Productive Maintenance. *Metalurgija*, 53(2), 269–272. Erişim adresi: <https://pdfs.semanticscholar.org/9a52/1f5a77deb60f8759cae1e78efabec0ca25b1.pdf>.
- Gajdzik, B. (2013). World Class Manufacturing In Metallurgical Enterprise. *Metalurgija*, 52(1), 131–134. Erişim adresi: <https://hrcak.srce.hr/file/129153>.
- Haleem, A., Sushil, Q. M. A. & Kumar, S. (2012). Analysis of Critical Success Factors of World Class Manufacturing, Practices: An Application of Interpretative Structural Modelling and Interpretative Ranking Process. *Productions Planning & Control*, 23(10–11), 722–734. Doi: <https://doi.org/10.1080/09537287.2011.642134>.
- Harrison A. (1998). Manufacturing strategy and the concept of world class manufacturing. *International Journal of Operations & Production Management*, 18, 397–408. Doi: <https://doi.org/10.1108/01443579810199775>.
- Maskell, B. H. (1991). *Performance Measurement for World Class Manufacturing-A Model for American Companies*. Productivity Press, Cambridge.
- Midor, K. (2012). World Class Manufacturing- Characteristics and Implementation in an Automotive Enterprise. *Scientific Journals*, 32(104), 42–47. Erişim adresi: <http://yadda.icm.edu.pl/yadda/element/bwmeta1.element.baztech-article-BWM7-0007-0007/c/midor.pdf>



- Muda, S. & Hendry, L. (2002). Proposing a World-Class Manufacturing Concept for The Make-To-Order Sector. *International Journal of Production Research*, 40(2), 353-373. Doi: <https://doi.org/10.1080/00207540110081470>.
- Murino, T., Naviglio, G., Romano, E., Guerra, L., Revetria, R., Mosca, R. & Cassettari, L. (2012). World Class Manufacturing Implementation Model. *Applied Mathematics in Electrical and Computer Engineering*, 371-376. Erişim adresi: <https://dl.acm.org/doi/10.5555/2209654.2209725>.
- Palucha, K. (2012). World Class Manufacturing (WCM) Model In Production Management. *Archives of Materials Science and Engineering*, 58(2), 227-234. Erişim adresi: <http://delibra.bg.polsl.pl/Content/29764/BCPS33556 - World-Class-Manufact 0000.pdf>.
- Poor, P., Kocisko, M. & Krhel, R. (2016). World Class Manufacturing (WCM) Model as a Tool for Company Management. 27th Daaam International Symposium on Intelligent Manufacturing and Automation, 386-390, Vienna, Austria. Doi: <https://doi.org/10.2507/27th.daaam.proceedings.057>
- Sandeep, R. K. A. & Panwar, N. (2016). World Class Manufacturing (WCM) Practices: An Introspection. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 3(5), 2359-2462. Erişim adresi: <https://www.irjet.net/archives/V3/i5/IRJET-V3I5500.pdf>.
- Sarı, E. B. (2018a). Dünya Klasında Üretim WCM (World Class Manufacturing). Detay Yayıncılık: Ankara.
- Sarı, E. B. (2018b). World Class Manufacturing (WCM) Model and Operational Performance Indicators: Comparison Between WCM Firms. *İşletme Fakültesi Dergisi*, 19(2), 249-269. Doi: <https://doi.org/10.24889/ifede.404806>.
- Schonberger, R. J. (1986). *World class manufacturing: the lessons of simplicity applied*. New York: Free Press, Detroit, MI.
- Sukarma L., Azmi, H. & Abdullah, N. L. (2014). The Impact of World Class Manufacturing Practices on Company Performance: A Critical Review. *Applied Mechanics and Materials*, 564, 727-732. Doi: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.564.727>
- Tofaş Kalite Yönetimi (2019). Erişim adresi: <http://ir.tofas.com.tr/tr/m-3-6.html>.
- Verma, S. K. (2018). World Class Manufacturing Principle(S): A Study on Low Value High Volume Goods (FMCG), *Global Journal of Management and Business Research: EMarketing* 18(4), 51-59. Erişim adresi: <https://journalofbusiness.org/index.php/GIMBR/article/download/2498/2399>.