



## JIT (Just-In-Time) Yaklaşımından JIS (Just-In-Sequence) Yaklaşımına Geçiş ve JIS'in Otomobil Endüstrisinde Modellenmesi

### *Transition from JIT (Just-In-Time) Approach to JIS (Just-In-Sequence) Approach and Modeling of JIS in Automobile Industry*

Kübra SARIKAYA<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> Endüstri Mühendisliği, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli, Türkiye, **Orcid:** 0000-0001-8505-3811

#### Araştırma Makalesi

Gönderilme Tarihi : 06/03/2019

Kabul Tarihi : 14/05/2019

#### Anahtar Kelimeler

JIS  
JIT  
Otomotiv Endüstrisi  
Tedarik Zinciri

#### Research Paper

Received Date : 06/03/2019

Accepted Date : 14/05/2019

#### Keywords

JIS  
JIT  
Automotive Industry  
Supply Chain

#### Özet

Gelişen sanayileşme ve teknolojinin, yüksek rekabet ve artan talepleri beraberinde getirmesiyle, otomotiv endüstrisi de diğer endüstriler gibi kendisini geliştirmek için bazı stratejiler oluşturmak zorunda kalmıştır. Bu stratejiler içerisinde en önemlilerinden birisi olan JIT (Just-in-Time) 40 yıl kadar önce büyük şirketlere destek vermek ve rekabet güçlerini arttırmak için Japonya'da uygulanmaya başlanmıştır. Fakat zamanla, JIT prosesindeki lojistik ve stok yönetiminin, özellikle tedarikçi sayısı arttıkça meydana getirdiği karmaşayı önlemek için, yeni bir yaklaşım olan JIS (Just-in-Sequence) geliştirilerek JIT'in daha efektif bir şekilde uygulanması amaçlanmıştır. Günümüzde otomobil sektöründe kullanılan JIS yaklaşımı, daha düzenli ve verimli bir tedarikçi besleme ağı yaratmaktadır. Bu çalışmada, JIT yaklaşımından JIS yaklaşımına geçişin nasıl olduğu, JIS yaklaşımının farklı tedarikçi ağlarında nasıl uygulandığı, uygulanması için gerekli sistemleri, matematiksel modelleme çalışmasının nasıl olduğu ve ana fabrikada uygulanabilecek JIT ve JIS proseslerinin farklı kriterler ışığında incelenmesi yapılacaktır.

#### Abstract

With developing industrialization and technology leading to high competition and increasing demands, the automotive industry, like other industries, has had to formulate strategies to improve itself. One of the most important of these strategies, JIT (Just-in-Time), started to be implemented in Japan 40 years ago to support big companies and increase their competitiveness. However, over time, a new approach, JIS (Just-in-Sequence), has been developed to implement JIT more effectively, in order to avoid the complexity of logistics and inventory management in the JIT process, especially as the number of suppliers increases. The JIS approach used in the automobile industry today creates a more regular and efficient supplier supply network. In this study, how the transition from JIT approach to JIS approach, how JIS approach is applied in different supplier networks, how to apply the system, mathematical modeling study and JIT and JIS processes that can be applied in the main factory will be examined in the light of different criteria.

## 1. Giriş

Üretim yapan firmaların tedarik zincirlerinde bitmiş ürünlerin oluşturulması için, ham madde veya yarı mamüllerin firmalara yaptığı hareketleri belirleyen lojistik prosesleri geliştirilmiştir. Büyük ölçüde maliyet verimliliği

sağlayan JIT prosesi esneklik ve güvenilirlik açısından, bugünlerde büyük önem taşımaktadır.

JIT felsefesi 1970'lerde Japonya tarafından kullanılmaya başlanmıştır ve genel olarak bu felsefeye göre; müşterinin sipariş ettiği miktar kadar üretim yapılmalıdır, hurda oranları her zaman sıfıra yakın olmalıdır, üretim için yapılan hazırlık zamanları kısa olmalıdır, üretimin hızı çalışan tüm birimlerde talep

\* Sorumlu Yazar (Corresponding Author): [kubrasarikaya37@gmail.com](mailto:kubrasarikaya37@gmail.com)



değişimlerine çok hızlı ve esnek olarak uyum sağlamalıdır, kayıplar sıfır olmalıdır, ilgili personellerin eğitimlerine çok önem verilmelidir [1].

Tedarikçi stratejileri, lojistik stratejilerinin bir parçası niteliğindedir. Lojistik stratejilerinin en önemli görevleri; üretim ve lojistik kaynaklarının kapasite kullanımının artırılması, verimsizlik zamanının kısaltılması, tedarik edememe riskini arttırmadan süreç içi envantere azaltılması, üretim ve lojistik süreçlerin işletme maliyetlerinin azaltılması, müşterinin taleplerini cevaplamak için esnekliğin artırılması, yalın araçların verimliliğini desteklemek için süreçlerin şeffaflığının artırılması, üretim süreçlerinin ERP ile bütün kurumsal sürece entegrasyonu olarak sayılabilir [2].

Bir işletmede malzeme planlaması yapılırken üretim ve ilgili lojistik süreçlerindeki maliyet yapısının iyileştirilmesi arzulanmaktadır ve bu nedenle nakliye, depolama ve malzeme taşıma süreçlerindeki harcamalar azaltılmak istenmektedir. Bu amaçları gerçekleştirmek için, en önemli yalın üretim aracı olan JIT, 7D-7 Doğru (7R-7 Right) kuralının temeli kabul edilerek uygulanmıştır. Günümüzde ise özellikle otomotiv sektöründe JIT sistemi yerini JIS'e bırakmıştır. JIS, JIT'in 7D kuralını bünyesinde barındırmak ile beraber, istenilen ürün dizgisini de sağlamaktadır.

Bu çalışmada birinci bölümde, daha önce bu konularda yapılan çalışmalara yer verilecektir. İkinci bölümde, metodlar sırasıyla JIT, JIS ve bu felsefelerin karşılaştırılmasına yer verilecektir. Üçüncü bölümde ise uygulama anlatılacaktır. Öncelikle JIS matematik modeli anlatılarak, sonrasında sistemin çalıştırılması için gerekenler ve ana fabrikanın JIS sistemi ve JIT sistemini uygularken ihtiyaçları karşılaştırılacaktır. Dördüncü bölümde, sonuçlar belirtilerek ve değerlendirme yapılacaktır.

JIS'in yalın üretimde kullanılması, artan üretim ihtiyacı ve lojistik alanındaki karmaşıklıktan kurtulmak, günümüz otomotiv sektöründe verimliliği ve zaman tasarrufunu sağlamak için gerekli hale gelmiştir. JIS metodu, günümüze kadar farklı çalışmaların konusu olmuştur.

Werner ve ark., 2003'te otomotiv endüstrisi tarafından kullanılan JIS felsefesinin, müşteri odaklı üretimin giderek yaygınlaşması ve öneminin artışı ile entegre organizasyon araçları ve elektronik sektörlerinde uygulamasını yapmışlardır. JIS burada malzeme tedarikini geliştirmek için kullanılmıştır [3].

Schmitz ve Shin, 2007'de otomotiv endüstrisinde kullanılan çok tedarikçili klasik tedarikçi parklarını anlatarak, ana firmanın tedarik zorlukları ile nasıl başa

çıkıldığını, klasik tedarikçi parklarında yaşanan zorlukları ve bunların üstesinden gelmek için genişletilmiş yeni tedarikçi parklarının nasıl olması gerektiğini ve yararlarını anlatmaktadır [4].

Hüttmeir ve ark., 2009'da, yalın üretim felsefelerinden birisi olan Heijunka ile JIS felsefelerini, ekstra iş ve alan maliyetleri gibi konularda karşılaştırarak, bir BMW motor tesisinde iki yaklaşımın simülasyon tabanlı model sonuçlarını açıklamışlardır [5].

Wagner ve Silveira-Camargos, 2010'da, JIS ile üretim yapan bir firma için artan değişkenlik maliyetleri ve lojistik maliyetleri ile mücadele etmenin zorlukları konu edilmiştir. Bu zorluklarla mücadelede geçmişten günümüze JIT metodolojisinin kullanımı ve JIS için karar modeli oluşturularak çözümler maliyet azaltıcı yönde yapılmaya çalışılmıştır [6].

Heinecke ve ark., 2013'te, müşteriye yapılan sevkiyatlardaki güvenilemeyen JIS durumlarında, karma modellenli montaj hatları için uzman tedarik zinciri bilgi zincirini inceleyerek, sıralamalarda meydana gelen değişikliklerin gerçek sisteme kısa sürede adapte etmenin yöntemleri üzerinde durmuşlardır. Böylelikle doğru sıralama ve tedarik süreci ortaya konulması sağlanmıştır [7].

Boysen ve ark., 2013'teki çalışmalarında devam eden küreselleşme trendine bağlı olarak artan üretim çeşitliliği ile, tam zamanlı parça lojistiğinin günümüzde çok daha fazla önem kazanmasına bağlı olarak ortaya çıkan önemli karar problemlerini belirtmiş, mevcut literatürün araştırmasını yapmışlardır [8].

Banyai ve ark., 2017'de, JIS metodolojisinin tedarik zinciri içerisinde nasıl uygulandığını ve envanter sorunlarından kaçınmak ve günümüzün pazar durumunun kazananları olmak için imalat şirketlerinin tam zamanında tedarik stratejileri ile ağır stok seviyelerini azaltmaya çalışmasını anlatmaktadırlar [9].

Hofmann ve Rüsç, 2017'de, lojistik sektörde Endüstri 4.0'ın etkisinin lojistiğin şimdiki hali ve gelecekteki beklentisi ile karşılaştırma yapmışlardır. İncelenen felsefeler, KANBAN, JIT ve JIS başta olmak üzere bu felsefelerin dijital ortama geçişinin nasıl olduğudur [10].

Adelkovic, 2017'de, JIS prosesinin otomotiv sektöründe uygulanma örnekleri olan Avusturya ve Sırbistan'daki iki fabrikayı inceleyerek analizlerini karşılaştırmalı olarak yapmışlardır [11].

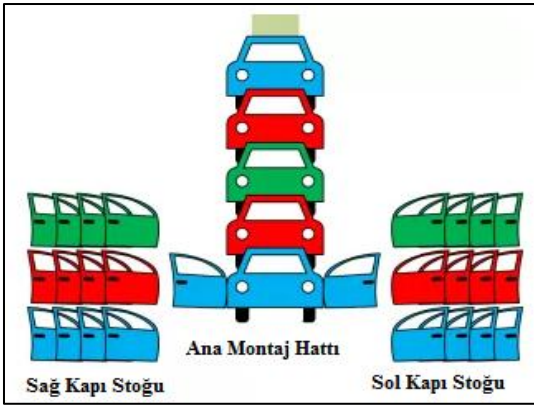
Falsafi ve ark., 2018'de, bir çok sektörden daha karmaşık olan otomotiv sektöründeki tedarik zinciri yönetiminin genel akışını yönetirken kullanılan tam zamanlı stratejilerde aksaklıkların izlenmesi ve yönetilmesi için stratejiler önermektedir [12].

## 2. Malzeme ve Yöntem

### 2.1. JIT(Just-In-Time)

Just In Time, İkinci Dünya Savaşı'ı sonrasında Toyota Motors yöneticisi Taiichi Ohno'nun liderliğinde kullanılmaya başlanılan bir prensiptir. JIT, farklı sektörlerde faaliyetine devam eden şirketler için, personelleri geliştirip daha fazla faydayı hedef alırken değişkenlik oluşturan girdileri azaltarak kalite ile etkili bir stok yönetimi felsefesi oluşturmaktadır [8].

JIT felsefesi, bir arabaya yapılan kapı montajı ele alırsa Şekil 1'de görüldüğü gibi uygulanmaktadır. Bu felsefe gereği, farklı arabalar için kullanılmak üzere montajı yapılacak olan sağ ve sol kapı, şekildeki gibi montaj hattı kenarında belirli küçük stokların yapıldığı tampon bölgede bekletilerek, ana montaj hattında üretilecek nihai arabanın zamanı geldiğinde kullanılır. Böylelikle montaj hattına besleme yapılarak, tam olarak belirlenen zamanlarda üretim gerçekleştirilir.



Şekil 1. JIT felsefesi uygulanışı.

JIT temel olarak ürüne değer katmaya çalışır. Bu değere katkı yapmayan her unsur, israf olarak değerlendirilmektedir. Bu anlamda, JIT'in uygulanmasının temelinde israfı azaltarak, ürüne değer katmak amaçlanmaktadır. Bu değer arttırmanın yanı sıra, JIT felsefesinde insana saygı da önemli unsurlardan biridir. Temelde, JIT ile ulaşılmak istenen amaç, tam zamanında üretim yapılarak, her stok prensibinin aslında temelinde yatan, sıfır stok ile üretim yapabilmektir. Bu hedefi sıfır hata prensibi de desteklemektedir.

JIT prensibine göre yedi farklı israf tipi bulunmaktadır. Bu israflar sırasıyla; hatalı üretim, stok, hareket, taşıma, bekleme, süreç ve fazla üretimdir. Hatalı yapılan üretim, üretimin tekrarı yapılacağından emek, maliyet ve zaman kaybını beraberinde getirmektedir. Fazla üretim, ihtiyaç fazlası ürün anlamına gelmektedir ve bu üretim de stok tutmayı zorunlu hale getirerek, fazladan

stok maliyeti oluşturur. Stok, artı olarak bu stoğun tutulması için yer ve insan tahsis edilmesini içerdiğinden israf kategorisindedir. Bekleme, üretim yapılacak iken, zaman kaybı yaşanmasından dolayı önemli bir israftır. Gereksiz taşıma, ürüne herhangi bir değer katmadığı ve zaman kaybına neden olduğundan dolayı israftır. Gereksiz hareket, genelde düzgün yerleştirilmemiş işyerlerinde karşılaşılan zaman ve emek kaybına yol açan israftır. Süreç, gereksiz ve müşteriye değer katmayan işlemleri içerir. Bu israflar Şekil 2'de genel hatlarıyla görülmektedir.



Şekil 2. Yedi temel israf.

Tam zamanında üretime izin vermesi ve içerisinde barındırdığı yalın üretim felsefeleri ile JIT, günümüzde seri üretim yapan işletmelerde çokça kullanılmaktadır.

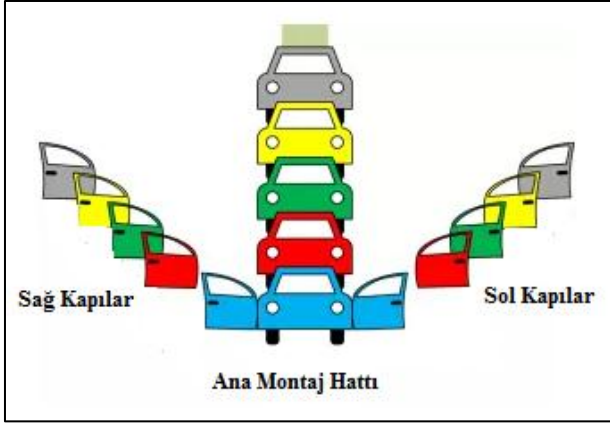
### 2.2. JIS (Just-In-Sequence)

Just In Sequence, yerli söylemde “zamanında sıralama” terimi ile ifade edilebilir. JIS, montaj hattında oluşan değişimlere uyum sağlayabilen ve JIT ile bu anlamda eşleşen bir stok stratejisidir. Daha çok yüksek çeşitlilik ve düşük hacimdeki üretimleri desteklemek için kullanılmaktadır. Temel olarak, üretim için ihtiyaç duyulan parçalar ve bileşenler, ihtiyaç duydukları sırayla teslim edilir. Bileşenleri monte eden kişi farklı parçalardan seçim yapmak zorunda değildir ve montaj için tedarik kuyruğundaki bir sonraki parçayı seçer [13].

Üretilecek parça içerisinde bulunacak olan parça ve alt parçalar montaj hattına tam zamanında gönderilir. Üretim hattındaki geri besleme, işlem alanını ve bölgeden ulaştırmayı koordine etmek için kullanılır. Başarılı bir şekilde uygulandığında, JIS esneklik, kalite veya genel verimlilik kaybı olmadan üretimin gerçekleştirilmesini sağlamaktadır ve günümüzde otomobil sektöründe kullanılmaktadır.

Temelde JIS prosesi, JIT sistemini başarıya ulaştırmak için geliştirilen bir stratejidir. JIS, JIT felsefesinde tampon bölge olarak görülen ve malzemelerin hatta beslenmek için biriktiği kısımları atık olarak görür. Amaç, bu tampon bölgelerini ortadan kaldırmaktır. JIS,

bileşenlerin tüketim için sıralandığı ve JIT felsefesi konseptinin en uç uygulamalarından biridir.



Şekil 3. JIS Felsefesi uygulaması.

Sıralama, işletmenin tedarik tamponlarının en aza indirilmesine imkan sağlar. JIS felsefesinin en kullanışlı kısmı üretim çeşitliliğine tam uyum sağlayabilir oluşudur. Eğer planlanan üretim çeşitliliğinde sıralama gerçekleştirilemezse, bileşenler tamponlarda stoklanabilir. Modern bir otomotiv montaj hattı gibi esnek üretim hatları için çeşitlilik, doğrudan müşteri siparişlerinde üretim yapmaktır. Bu üretim, fabrika içerisinde bulunan sıralama programcısı ve müşteriden gelen EDI (Electronic Data Interchange-Elektronik Veri Değişimi) ile gerçekleştirilir. Bir sonraki sipariş işleme ulaşır ulaşmaz programlayıcı, tedarik siparişlerini nihai üretim hattının üretim sırası ile seri olarak dağıtır. Böylelikle, sıfır ara tampon, doğru sıralama ve zamanında üretim felsefesi ile üretim gerçekleştirilir [6].

JIS üretim felsefesinin nasıl uygulandığı Şekil 3'te otomotiv sektörü için görülmektedir. Ana montaj hattında üretilen araba için, hangi arabanın montaj hattında olduğu bilgisi kapı tedarikçisine elektronik ortamda verilir. Bunun sonucunda tedarikçi, bu sıralamaya göre kapıları sırasıyla üretir ve hatta teslim eder. Böylelikle hem tam zamanında üretim gerçekleştirilir hem de ara tampon stoklarının kullanımına gerek kalmaz.

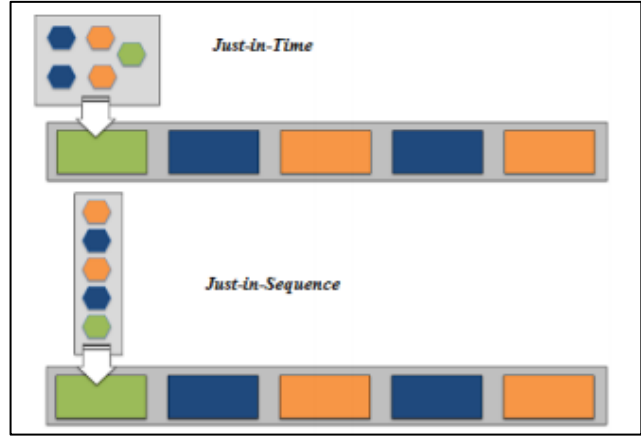
### 2.3. JIT ve JIS'in Karşılaştırılması

Yedi israfta da belirtildiği gibi, JIT felsefesi, envanter depolama gibi israfa yol açan unsurları barındırmamak ile birlikte, bunları bir atık olarak görmektedir. Fazla olmayan stok, üretim faaliyetlerinin daha etkin olmasını sağlar fakat bunun yanında öngörülmeyen bir üretim durumunda sıkıntı yaratabilmektedir.

Otomotiv sektöründe, JIT üretim günümüzde

özellikle de Japon felsefesi ile çalışan işletmelerde yaygınlaştıkça kullanılmaktadır. Bu felsefe içeriğinde, tedarikçilerden alınan belirli kütellerdeki ham maddeler, belirlenen proseslerde işlenerek bir bakımdan çekme sistemi oluşturulur ve böylelikle tam zamanında üretim gerçekleştirilmeye çalışılır. Bu sistem esnasında, gelen ham madde veya yarı mamül, ana montaj hattına girene kadar üretici firmanın ambarında beklemektedir. Bu durum üretici için ekstra israf unsuru ve maliyet oluşturmaktadır.

Güncel şartlarda, bu bilgiler ışığında, tedarikçinin zamanında mamülü teslim etmesi sırasında hızlı olup olmaması, üretici için depolama maliyetleri konusundaki israfa engel olmayacaktır. Bu israfın engellenmesi gerekliliğinden ötürü, ham maddelerin montaj sırasında hatta beslenmesini temel alan JIS yani tam zamanında sıralama felsefesi geliştirilmiştir.



Şekil 4. JIT ve JIS prosesleri.

İki felsefenin de temelinde, zamanında ham maddeyi hatta beslemek yatmaktadır fakat Şekil 4'te gösterildiği gibi, JIT felsefesinde ham madde, kütle veya yığın halinde hatta verilirken, JIS felsefesinde sıralı bir şekilde montaj hattında yapılan ürüne göre, hatta sıralanmaktadır.



Şekil 5. JIT ve JIS sevkiyatları karşılaştırılması.

JIT felsefesi içeriğinde bulunan değişken sayılarının artışı ile JIS gibi değişkenlik ile mücadele eden sofistیک lojistik prosesleri son yıllarda önem kazanmıştır [6]. JIT ve JIS felsefelerinin temel olarak karşılaştırılması Tablo 1'de verilmiştir.

**Tablo 1.** JIS ve JIT karşılaştırması.

Kriter	Just In Time (JIT)	Just In Sequence (JIS)
Tampon Stok	Gereksiz	Çok Gereksiz
Özerklik	Düşük	Maksimum
Bilişim Teknolojisi İhtiyacı	Standart	Çoklu İntegrasyon
Sıralama Düzensizliği	Önemsiz	Çok Önemli
Reaksiyon Zamanı	Saat/Gün	Saat/Dakika
Değişim Miktarı	Yüksek	Maksimum

Tablo 1’de de görüldüğü gibi, bu iki felsefe arasında altı farklı kritere göre karşılaştırma yapılabilir. İlk kriter üretim aralarında kullanılan tampon görevi gören stoklardır. Bu stoklar JIT prosesinde israf olarak değerlendirilip gereksiz sayılır, JIS prosesinde ise sıralama belirli olup zamanında hatta verildiğinden tamamen gereksiz sayılır. Özerklik kriteri ele alındığında, JIT için her fabrikaya eşit standartlarda uygulaması yapılırken, JIS için fabrikadan fabrikaya değişen bir uygulama yapısı vardır. Bu nedenle özerk oluşu JIS için bir avantaj olarak sayılabilir fakat son kriter olan değişim maliyeti bu alanda JIS için dezavantaj olarak görülebilir. Bilişim teknolojisi ihtiyacı JIT prosesi için standarttır ve özel bir sistem gerektirmez denilebilir fakat bu durum JIS söz konusu olduğunda tamamen değişir. JIS kendi içerisinde, hem müşteri hem tedarikçi hem de üretim yapılırken ana montaj hattının üstündeki tüm verileri aynı anda değerlendirmeyi gerekli kıldığından, üst düzey bir bilişim teknolojisi sistemi altyapısı gerektirir. Sıralama düzensizliği kriterine bakılırsa, JIT için bu kriter önemsizdir çünkü zaten kütale olarak montaj hattına gönderim yapılır. JIS için, sıralamanın yapılması en önemli kuraldır ve çok önemli olarak belirtilmiştir çünkü tüm üretim hattı bu sıralamanın doğruluğu ve zamanında oluşuna göre üretimini gerçekleştirir. Reaksiyon zamanı da, diğer kriterler altında JIS felsefesinde dakika olarak görülmektedir. JIT felsefesinde gönderilen ürünlerde bir hata olması durumunda gün bazında reaksiyon hızı var iken, JIS felsefesinde bu reaksiyon hızı dakikalara inerek ana fabrika için en esnek reaksiyonlar verilmesi amaçlanır.

Sevkiyat çeşitlerine ve sevkiyatların depolama alanındaki değişimlere bağlı olarak otomotiv alanında kullanılan sevkiyat çeşitleri temelde dört çeşittir. Bunlar ara depo ve ara deposuz olmak üzere teslimatlar, JIT ve JIS olarak söylenebilir. Teslimatı yapan araçların tır olduğu varsayılırsa, JIT ve JIS felsefelerinin teslimat şekilleri Şekil 5’te olduğu gibi gösterilebilir [3].

### 3. Bulgular ve Tartışma

Bu çalışmada JIT’e sıralama kuralı eklenerek daha üst bir modelde elde edilen JIS’in Kocaeli Gölçük bölgesinde bulunan bir fabrikaya nasıl adapte edildiği ve kurulumu sırasındaki uygulama adımlarının neler olduğu anlatılacaktır. Sonrasında ana fabrika açısından durum incelenip, JIT sistemi ve JIS sisteminin kullanıldığı durumlarda maliyet, ekstra iş yükü, alan kullanımı gibi ana hatları ile karşılaştırmaya dayalı sayısal veriler incelenecektir. Böylelikle, otomotiv sektöründeki ana üretici fabrikaların neden tedarikçi parklarına ve tam zamanında sıralama felsefesine ihtiyaç duyduğu anlatılmaya çalışılacaktır.

Fabrika, Gölçük bölgesinde bulunan tedarikçi parkında, ana fabrikaya egzoz tedarik etmektedir. Bu egzozlar öncesinde toplu halde ana fabrika tarafından alınırken, sonrasında tedarikçi parklarının geliştirilmesi ve JIS felsefesinin kullanılması ile birlikte sıralanmış olarak ana fabrikaya gönderilmektedir. Bu uygulamada, JIS prosesinin modeli kurularak, bir vardiya boyunca JIS sisteminin ERP (Enterprise Resource Planning-Kurumsal Kaynak Planlaması) ve IT (Information Technology-Bilişim Teknolojisi) özel sıralama yazılımları ile nasıl çalıştırıldığı ve ana fabrikaya yapılan teslimatın nasıl oluşturulduğu anlatılacaktır.

#### 3.1. JIS Modellenmesi

JIS stratejileri modellenirken öncelikle amaç fonksiyonu belirlenmelidir. Amaç fonksiyonu olarak, maliyetin azaltılması kullanılırsa; maliyetler sırasıyla: üretim, elde tutma, sıralama ve taşıma maliyetleri olarak belirlenebilir,

$$C = \min(C_{ü_{dış}}, C_{ü_{iç}}) + \min(C_{S_{ted}}+C_{S_{ür}}, C_{S_{ted}}+C_{S_{de}}+C_{S_{ür}}) + \min(C_{S_{ted}}, C_{S_{de}}, C_{S_{ür}}) + \min(C_{t_{ted}}+C_{t_{ür}}, C_{t_{ted}}+C_{t_{de}}+C_{t_{ür}}) \quad (1)$$

JIS stratejilerinin optimize edilmesi yukarıda bulunan Denklem 1’e dayandırılabilir. Üretim kapasiteleri için ise aşağıda bulunan kısıtlar yazılabilir (Denklem 2),

Dış kaynakta yapılan üretim, JIS tedarikçisinin üretim kapasitesinden küçük veya eşit olmalıdır, iç kaynakla yapılan üretim, ana üreticinin yaptığı üretime eşit veya az olmalıdır, iç ve dış kaynaklarda yapılan üretimin toplamı, montaj hattındaki üretime eşit olmalıdır.

$$Q_{ü_{dış}} \leq Q_{ü_{iç}}, \quad Q_{ü_{iç}} \leq Q_{ü_{ür}}, \quad Q_{ü_{dış}} + Q_{ü_{iç}} = Q_{ü} \quad (2)$$

Lojistik kapasiteleri için de aşağıda bulunan kısıtlamalar dikkate alınmalıdır (Denklem 3).

İhtiyaç olan taşıma kapasitesi JIS tedarikçisi, ara stoğu ve üreticisi arasında bulunan ulaşılabılır taşıma kapasitesinden küçük veya eşit olmalıdır, ihtiyaç olan stok kapasitesi JIS tedarikçisi, ara stoğu ve üreticisi arasında bulunan ulaşılabılır taşıma kapasitesinden küçük veya eşit olmalıdır.

$$Q_{t_{ih}} \leq Q_{t_{ulaş}} , \quad Q_{S_{ih}} \leq Q_{S_{ulaş}} \quad (3)$$

JIS problemleri, kısıtların ve denklemlerin karmaşıklığına bağlı olarak lineer programlama veya sezgisel yöntemler ile çözülebilir [9].

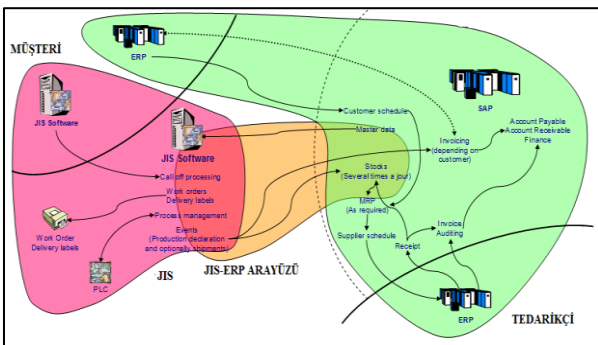
### 3.2. JIS Sistem İhtiyaçları ve Çalıştırılması

JIS, müşteri ihtiyaçlarına göre yönetilen bir üretim çeşididir. Bu sistemde yerel bir IT uygulaması (ör: IJCORE), üretim akışı ve siparişlerle baş eder. JIS akışındaki veriler, tamamen otomatik olarak günlük veya çizelgelenen zamanlarda JIS sistemine geçer ve böylece üretim yapılır.

a							19 Nov 2018 00:57
b							19 Nov 2018 00:57
c							19 Nov 2018 11:27
d							19 Nov 2018 11:27
e							19 Nov 2018 11:11
f							19 Nov 2018 11:11
g							19 Nov 2018 11:08
h							19 Nov 2018 11:08
i							19 Nov 2018 10:42
j							19 Nov 2018 10:42
k							19 Nov 2018 12:06
l							19 Nov 2018 12:06

Şekil 6. JIS arayüz yazılımı.

Standart JIS ara birimi, müşteri dizisi talebi tarafından yönlendirilen olaylara dayalı hareketlerin yönetilmesiyle ilgili benzersiz bir konseptte dayanan veya üretmek zorunda olan JIS tesisleri için tasarlanmıştır. Arabirim, üretim dışı görevlerin (MRP çalıştırma, stok denetimi, faturalama, mal girişi gibi) düzgün bir şekilde yapılabilmesini sağlar. JIS sistemi arayüzü tetikler. Tetiklemenin sıklığı JIS sisteminin ayarlarına bağlıdır, ancak genellikle on beş ve otuz dakika arasındadır.



Şekil 7. JIS-müşteri-tedarikçi arayüzü.

JIS bünyesinde üç farklı olay kodu gerçekleştirilebilir. Bunlardan ilki olan ODL'de, müşteri tarafından talep edildiği sırada yerel JIS sisteminden ana sisteme gönderilir ve burada bir JIT çağrı talebi olacaktır. İkinci olay DEF'de, üretim tarihinde yerel JIS sisteminden ana sisteme siparişler gönderilir ve eşleşen malzemelerin üretim beyanı tetiklenir. Üçüncü olay EXP'de, veriler müşteriye gönderildiği anda yerel JIS sisteminden ana sisteme gönderilir ve stoğun ara depodan müşteriye aktarılması tetiklenir.

Şekil 7'de müşteri, tedarikçi ve JIS ile çalışan fabrika için ilişkiler görülmektedir. JIS yazılımı denilen yazılım, ana fabrikada belirli hatlar üzerinde bulunan yarı mamül konumundaki araçların anlık durumlarını Şekil 6'daki gibi göstererek, JIS ile çalışan yan fabrikaya bilgi verir. Bu arayüz sayesinde, hem hat üstündeki araçlar görülür, hem de ana sıralama bilgilerine erişilir. Şekil 6'da, görülen on iki tane aracın ilk iki tanesi kaynak hattında, sekiz tanesi montaj giriş hattında ve son iki tanesi de montaj hattında işlem görmektedir. Montaj giriş hattına sırasıyla giren araç bilgileri direkt JIS üretimi yapan fabrikanın üretim yapılacak ekranlarına düşer. Böylelikle sıralama etiketleri bastırılarak, bu sıraya uygun üretim yapılır, dolly adı verilen küçük trenlere belirli miktarlarda yüklenerek, ana fabrika tarafından çekme işlemi yapılır.

### 3.3. JIS Yerine JIT Kullanılması Durumu

JIS ile yapılan üretim ve ana fabrikayı besleme durumu, genel olarak tedarikçi parklarının çalışma mantığını açıklamaktadır. Tedarikçi parklarının oluşturulma amacı, ana fabrikayı fazladan maliyet ve alan ihtiyacı ile zorlayacak olan, sıralamasız ve kütle halinde gelen ara malzemelerden kurtarmaktır.

JIS sistemi yerine JIT kullanıldığında, örnek olarak belirlenen 1234567X-A referansının fabrikada meydana getireceği değişiklikler karşılaştırmalı olarak hesaplanacaktır. 1234567X-A referansı, günlük ihtiyacı 700 adet civarı olan bir önden çekiş egzozudur. Bir günlük planlanmasının JIT olarak ve JIS olarak ayrı ayrı yapılmasının sonuçları farklı kriterlerin bakış açıları ile verilecektir.

İlk kriter taşıma olarak belirlenirse, JIT felsefesi için; taşıma aracı tır ve metal kasa ile taşıma yapılacaktır. Metal kasa ebatları, En x Boy x Yükseklik olarak 1,2m x 2,2m x 1,2m'dir ve bir tır ebatları 2,45m x 13,6m x 2,7m olarak düşünüldüğünde, 36 adet metal kasayı taşıyabilir. Günlük ana fabrika ihtiyacı 700 adet olduğu ve bir metal kasanın 24 adet egzoz aldığı düşünüldüğünde günlük 30 kasa yeterli olacaktır ve bir tır altı kasa eksikle doldurulup gönderilir. JIS felsefesi için, ana fabrika dolly ile taşıma istemektedir. Dolly, 1,8m x 1,6m x 1,2m ebatlarındadır;

fakat aynı tır içerisinde üst üste taşınmasına izin verilmemektedir. Bu nedenle, bir tır 8 tane dolly alabilmektedir. Günlük ana fabrika ihtiyacı 700 adet olduğu ve bir dollynin 15 adet egzoz aldığı düşünüldüğünde günlük 47 kasa yeterli olacaktır Bunun sonucunda JIS yapan tedarikçiden ana fabrikaya her birinin kapasitesi 8 dolly olan 6 adet tır taşınacaktır. Yan sanayide JIS yerine JIT kullanıldığında ana fabrika için Tablo 2’de belirtildiği gibi yalnızca günlük bir adet tır 1234567X-A referansını taşıyacaktır.

**Tablo 2.** Lojistik açısından karşılaştırma.

Kriter	JIT	JIS
Taşıma Araçları	Tır-Metal Kasa	Tır-Dolly
Kasa/ Dolly Tır İçi Adedi	36	8
Kasa/ Dolly İçi Adedi	24	15
Kasa/Dolly Adedi	30	47
Tır Adedi	1	6

İkinci kriter personel olarak belirlenmiştir. JIT için standart olarak bir adet forkliftçi, bir adet irsaliye kesen personel çalıştırılacaktır. JIS tedarikçisi, JIT tedarikçisini kullanılanlara ek olarak, 3 adet sıralamacı personel (vardiya başına bir adet), 3 adet kontrol edici personel alınmalıdır. Forkliftçi için günlük 30 dk tır yükleme zamanı standart alınırsa, günlük %35 fazla iş yükü oluşacaktır. İrsaliye kesen lojistik personeli 30 dakikada 6 irsaliye kestiği standart alınırsa günlük iş yükü, %6 artacaktır. Yan sanayide JIS yerine JIT kullanıldığında ana fabrika için Tablo 3’te belirtildiği gibi gelen malzemeyi sıralayacak personel, sıralayanları gözleyecek GAP liderleri ek olarak işe alınmak zorunda kalacaktır. Yan sanayi için fazladan oluşan iş yükleri, ana sanayi için zaman kazancına dönüşecektir.

Üçüncü kriter olarak yerleşim alanı söylenebilir. JIT tedarikçisi için yalnızca ürünün depolanacağı alana ihtiyaç vardır. JIS tedarikçisi için ise, Tablo 4’te görüldüğü gibi sıralama yapılacak artı bir alana, ürünlerin sıralamaya uygun montajlarının yapıldığı ayrı masalara, ürün depolama için ayrı alana ve bilişim desteği için ek alana ihtiyaç vardır. Bu alanlar, sıralama yapılacak verilerin büyüklüğüne bağlı olarak değişmektedir. Yan sanayinin JIS’den JIT felsefesine geçişi, ana fabrika için, bu alanlara sırayla yer ayrılması gerekliliğini doğurmaktadır. Metal kasa içerisinde iki katlı depolama olduğu kabul edilirse, günlük 700 adet giden parça referansımız için bu ek alan 39,6 m<sup>2</sup> olarak belirlenebilir. IT odası ise, 16 m<sup>2</sup> olarak ek alan ihtiyacı doğurur.

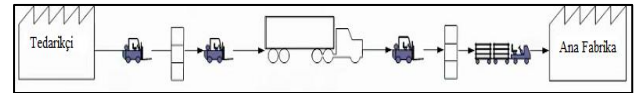
**Tablo 3.** Personel açısından karşılaştırma.

Kriter	JIT	JIS
Sıralama Personeli	0	3 (3 Vardiya)
GAP Lideri	0	3 (3 Vardiya)
Forklift Sürücüsü	1	1
IT Personeli	1	1
Lojistik- İrsaliye Sorumlusu	1	1

**Tablo 4.** Yerleşim alanı açısından karşılaştırma.

Kriter	JIT	JIS
Boşaltım Alanı Kullanımı	1 kez	6 kez
Ara depo- Sıralama Alanı (EK)	0	39,6 m <sup>2</sup>
IT Odası Alanı (EK)	0	16 m <sup>2</sup>

Dördüncü kriter olarak zamandan söz edilebilir. Zaman tasarrufu ana fabrika için vazgeçilmez bir kriterdir. Tedarikçinin JIT taşıma yapması durumunda, tedarikçide bulunan bitmiş ürünler tıra yüklenerek ana fabrikaya doğru yola çıkacaktır. Tırın getirdiği malzemeler onlar için alınan alana forkliftler ile getirilecektir, sonrasında ayrı alanda sıralamaları yapıp montaj hattına tekrardan dollyler ile taşınarak üretimi yapılan araca takılacaktır. Yan sanayinin JIS yapması durumunda ise, ana fabrika yalnızca gelen tırları sırasıyla boşaltarak arada herhangi bir stok alanı oluşturmaksızın montaj hattında üretime alınır.



**Şekil 8.** Tedarikçiden ana fabrikaya yapılan hareketler.

Beşinci kriter olarak bütçe belirlenebilir. Yan tedarikçinin JIS felsefesinden JIT felsefesine geçişinin ana fabrikaya getireceği tüm maliyetler ve tasarruflar Tablo 5’te gösterilmiştir. Bu tabloda öncelikle taşıma kriteri ele alınmıştır. Tırın fabrikalar arasında JIT kullanarak tek gidiş geliş için oluşturduğu maliyet 750 pb’dir, JIS için ise 6 sefer gerçekleşeceğinden dolayı 4500 pb maliyet artışı olacaktır. Aynı şekilde personeller için de gerekli maaşlar dikkate alınarak JIS’i ana fabrika kendisi yapsaydı 24000 pb ek personel maliyeti oluşacaktı. En fazla maliyet oluşturan kalem ise IT odasında bulunacak sunucu ve ek ihtiyaçlar için gerekli olan ortalama 7000000 pb ihtiyaçtır. Diğer büyük maliyeti ise sıralama yapmak için gerekli olan makineler ve yazıcı oluşturmaktadır. Fakat bu sabit maliyetler yanında JIS’in ana fabrika tarafından yapılması

sonucunda malzeme birim fiyatında 50 pb'lik bir artış olacaktır.

**Tablo 5.** Bütçe açısından karşılaştırma.

Kriter	JIT	JIS
Taşıma	750 pb	4500 pb
Personel (Lojistik)	12000 pb	36000 pb
Malzeme Birim Fiyatı	300 pb	350 pb
IT Ek Oda Maliyeti (EK)	0	7000000 pb
Sıralama Makineleri (EK)	0	2003000 pb

#### 4. Sonuçlar

Bu çalışma kapsamında, ana fabrikanın yan sanayisinden JIS ile tedarik ettiği günlük 700 adet kullanılan 1234567X-A referansının, yan tedarikçiden JIT ile tedarik edilme ve buna bağlı olarak JIS felsefesinin ana sanayide yapılması durumu incelenmiştir.

Uygulamada belirlenen taşıma, personel, zaman, yerleşim alanı ve bütçe kriterlerine göre bu iki durum incelenmiştir. İlk kriter olan taşıma açısından bakıldığında, normalde tedarikçi tarafından JIS ile parçalar sıralı olarak getirilmektedir. Fakat, ana sanayinin parçaları kendi sıraladığı düşünülürse, ve tedarikçi JIT sistemine dönerse, tedarikçiden parçalar tek bir tır ile metal kasalar halinde taşınabilecektir. Böylelikle, JIS yapılırken ortaya çıkan fazladan beş tır maliyeti yok olacaktır. Fakat taşıma, ana fabrika içerisinde JIT söz konusu olduğunda, tırdan ürün indiğinde ara depolama alanına forkliftler ile götürülüp, burada sıralama yapılıp, tekrardan dollylere yüklenerek montaj hattına götürülerek fazladan alan, zaman, işçi ve taşımaya sebep olacaktır. Bu durum JIS sisteminde direkt dollyler hatta verileceğinden bulunmaz. Bu nedenle, ana fabrikada mevcut olmayan depolama alanı ve çalıştırmak istemediği fazladan işçi ve forkliftler nedeniyle tedarikçisinin yapacağı JIT sistemini tercih etmemektedir.

İkinci kriter olan personel incelendiğinde, tedarikçinin yapacağı JIT sisteminde, ana sanayi için ek olarak, sıralama yapacak personele ihtiyaç duyulacaktır. Bunların yanında IT personeli, vardiya liderleri, iş yükleri artacak olan lojistik personeli ve forkliftçi bulunacaktır. Bu fazladan personeli çalıştırmak istemeyen ana fabrika, JIT ile taşıma felsefesinden ziyade JIS ile taşıma yapıp, bu ek çalışanları yan tedarikçide tutarak fazla personel çalıştırması engellemek ister.

Üçüncü kriter olan yerleşim alanı incelendiğinde, JIS ile yapılan tedarikçi taşımada, ana fabrikaya gelen

dollyler direkt olarak ana montaj hattına alınacaktır, bu sayede ek bir alana ihtiyaç olmayacaktır. JIT ile taşıma yapılsaydı, tedarikçiden tır ile gelen toplu haldeki malzemeler bir ek depo alanına alınarak, bu alanda sıralamaları yapılacaktır. Bu ek depo, ana fabrika açısından fazladan yerleşim alanını gerekli kılacaktır. Bu nedenlerle, ana fabrika, JIT sistemini tedarikçisinden istemek yerine JIS tercih etmektedir.

Dördüncü kriter olarak zaman incelendiğinde, öteki kriterlerle de alakalı olarak, tedarikçinin JIT yaptığı sistemde, depo alanına taşıma, sıralama ve ana montaj hattına taşıma gibi fazladan zamana ihtiyaç duyar. Buna kıyasla JIS sisteminde ise sadece altı tırın dollyler ile montaj hattına taşınması ana fabrika için tercih edilen sistem olmaktadır.

Beşinci kriter olan bütçe incelendiğinde, ana fabrikanın kendi içinde JIS sistemine dönüşü veya tedarikçisinin JIT sistemine sahip oluşu, malzeme birim fiyatı açısından 50 pb'lik bir maliyet kazancı sağlar çünkü tedarikçi fabrika yaptığı JIS sonucu malzeme birim fiyatı 350 pb iken JIT ile yapılan taşıma sonucu birim fiyat 300 pb olacaktır. Fakat bunun yanında, tedarikçi JIT sistemine döndüğünde, sabit maliyet olarak ana fabrika için fazladan IT odası gereksinimi doğmaktadır. IT yatırımı tek seferde 7000000 pb'ne ihtiyaç duymaktadır. Personeller için tedarikçinin JIT'e dönüşü ek olarak aylık bazda 24000 pb'lik bir maliyet getirecektir. Taşıma da, günlük 3750 pb'lik bir ek maliyet oluşturur.

Ana fabrika için aylık oluşan personel maliyetini ve taşıma maliyetini hesapladığımızda, 114900 pb harcama oluşmaktadır. IT için sabit maliyet ise 7000000 pb tek seferde ödenecektir. Aylık olarak maliyetten kazanç ise her malzeme için 50 pb olarak, 1050000 pb olur. Bu kazançtan aylık maliyetler çıkartıldığında, aylık kazanç 935100 pb oluşur. IT odası ihtiyacının amorti süresi böylece, 7,48 ay olur. Bu amorti süresinin yanında sıralama için alınacak yeni makineler ve yazıcılar eklenince toplam amorti süresi 8,57 aya çıkmaktadır. Fakat, alan ihtiyacı bu hesaba dahil edilmemiştir. Ek alan ihtiyacı ve sıralama için ek makineleri yerleştirme ihtiyacı dolayısıyla, tedarikçinin JIS felsefesi ile sıralama yapması ana fabrika için tercih edilen durumdur. Bunun nedeni ana fabrikada sıralama yapılacak ek bir alanın olmayışıdır.

Sonuç olarak, JIS yapan tüm tedarikçiler de yan sanayi parklarına taşınarak ara taşıma maliyetlerinden JIS için kurtulmaya ve böylelikle zamandan ve riskten kaçınılabilir, en iyi malzeme besleme yapılmaya çalışılır. Bu sayede günümüzdeki JIT felsefesi otomotiv sanayisinde JIS kapsamında, sürekli kendini yenileyerek ve maliyet ve zamandan tasarruf edilerek tedarikçi parklarında gelişimini sürdürmektedir.



## Teşekkür

Bu makaleyi yazarken bana destek olan tüm iş arkadaşlarıma, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü personellerine, tez danışmanım Atakan Alkan ve değerli hocam Kadri Süleyman Yiğit'e teşekkür ederim. Hayatım boyunca beni destekleyen başta annem ve kardeşim olmak üzere tüm aileme de sonsuz minnet duygularımı sunarım.

## Kaynaklar

- [1] Aytakin S., 2009. Tam zamanında stok yönetimi just-in-time felsefesinin hastane işletmelerine uygulanabilirliği ve bir üniversite hastanesi örneği. Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, **12**(21), 102-115.
- [2] Ramaswamy N., Selladurai V., 2002. Just-in-time implementation in small and medium enterprises. Work Study, **51**(2), 85-90.
- [3] Werner S., 2003. Just-in-sequence material supply-a simulation based solution in electronics production. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, **19**(1), 107-111.
- [4] Schmitz K., Shin W., 2007. Extended multi-customer supplier parks in the automotive industry. Institute of Management Sciences, Department of Industrial and Systems Engineering, Vienna University of Technology, Austria, **56**(1), 479-482.
- [5] Hüttmeir A., 2009. Trading off between Heijunka and Just-in-sequence. International Journal of Production Economics, **118**(2), 501-507.
- [6] Wagner M., Silveira-Camargos V., 2011. Decision model for the application of Just-in-sequence. International Journal of Production Research, **49**(19), 5713-5736.
- [7] Heinecke G., Lamparter S., 2013. Advanced supply chain information for rule-based sequence adaptations on a mixed-model assembly line with unreliable just-in-sequence deliveries. 7th IFAC Conference on Manufacturing Modelling, Management and Control, International Federation of Automatic Control, **46**(9), 1902-1907.
- [8] Battini D., Boysen N., 2013. Just-in-time supermarkets for part supply in the automobile industry. Journal of Management Control, **24**(2), 209-217.
- [9] Banyai A., Banyai T., 2017. Modelling of Just-in-sequence supply of manufacturing processes. MATEC Web of Conferences, University of Miskolc, **112**.
- [10] Hofmann E., Rüsç M., 2017. Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics. Computers in Industry, **89**, 23-34.
- [11] Adilkovic A., 2017. Implementation of Just-in-sequence concept in automotive industry - comparison of austrian and serbian model. Industrija, **45**(3), 83-89.
- [12] Falsafi M., Maschiori I., 2018. Managing disruptions in inbound logistics of the automotive sector. IFAC-PapersOnLine, **51**(11), 376-381.
- [13] Leskova A., 2012. Logistics concept of supply chain in automotive production. Technical University of Košice, **3**.