

TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİNDE ÜRETİM KARARININ ROLÜ VE OTOMOTİV YAN SANAYİİNDE BİR UYGULAMA

Seda Mungan¹

¹ T.C Maltepe Üniversitesi, Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetimi Doktora Programı, İstanbul,
s.sarihan@anarmetal.com

Özet

Uluslararası pazarlarda iş yapan firmalar için etkin bir tedarik zinciri yönetimi başarıya giden yolda en önemli unsurlardan birisidir. Bir yapının temeli sağlam atılmamışsa en küçük bir darbede bu yapı üzerinde çatlaklar gözlemlenir ve zaman içinde yapı ayakta duramayacak hale gelebilir. Bir tedarik zincirinin yapısı da aynı şekilde sağlam temeller üzerine kurulmalıdır. Bu noktada önem verilmesi gereken belli başlı bir takım karar alanları vardır. Bu karar alanlarından biri de üretimdir. Hangi ürün, nasıl ve ne zaman üretilmeli gibi birtakım sorulara cevap aranmalı ve bu cevaplar doğrultusunda süreç yönetilmelidir. Bu çalışmada imalat firmaları üzerine odaklanılarak belli başlı üretim sistemleri üzerinde durulmuş ve örnek olarak otomotiv yan sanayiinde hizmet veren bir talaşlı imalat firmasının hangi üretim sistemini takip ettiği, neden bu tercihi yaptığı şeklinde açıklayıcı bir vaka çalışması ele alınmıştır. Ayrıca vaka kapsamında doğrusal programlama yöntemi kullanılarak üretim kararına yönelik bir sonuca ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Doğrusal Programlama, Üretim Kararı, Üretim Sistemleri, Tedarik Zinciri Kararları

THE ROLE OF THE PRODUCTION DECISION IN THE SUPPLY CHAIN MANAGEMENT AND A STUDY IN THE AUTOMOTIVE SUPPLY INDUSTRY

Abstract

An effective supply chain management for companies operating in international markets is one of the most important elements on the road to success. If the foundation of a structure is not firmly laid, cracks are observed in case of an encountered impact and over time the structure may become unstable. The structure of a supply chain should be built on solid foundations in the same way. At this point there are number of major decision areas that need to be emphasized. One of these decision areas is production. Some questions such as which product will be produced, how many and how it will be produced, should be answered and the process should be managed in the direction of these answers. In this study, focusing on manufacturing firms, main production systems were emphasized and an explanatory case study had been dealt with, for example, which production system was being followed in a machining company serving in the automotive supply industry and why it made this preference. In addition, related to the production decision a result has been obtained by using the linear programming method.

Key words: Linear programming, Production Decision, Production Systems, Supply Chain Decisions

1. Giriş

Küresel rekabetin kuralları ışığında ancak en az maliyet ile olabilecek en iyi hız ve kaliteyi yakalayan firmaların hayatta kalabileceklerini söyleyebiliriz. Uluslararası pazarlarda iş yapan firmalar için etkin bir tedarik zinciri yönetimi başarıya giden yolda en önemli unsurlardan birisidir. Tedarik zinciri yapısını kurmak önemlidir ve ilk adımdır ama esas önemli olan sistemin sürekliliğini sağlamak ve başarı ile yönetmektir. Bir tedarik zincirinin yapısının temelleri atılırken, önem verilmesi gereken belli başlı bir takım karar alanları vardır. Bu karar alanlarından biri de üretimdir. Hangi ürün, nasıl ve ne zaman üretilmeli gibi birtakım sorulara cevap aranmalı ve bu cevaplar doğrultusunda süreç yönetilmelidir. Bu çalışmada açıklayıcı bir araştırma yapılmış ve sektördeki uzman iki kişi ile mülakat yapılarak fikirleri alınmıştır. Bu kişiler uluslararası firmalara parça tedarik eden, ülke ihracatında pay sahibi olan ve KOBİ düzeyinde hizmet veren bir talaşlı imalat firmasının çalışanları olup, biri tedarik zinciri yöneticisi diğeri ise üretim müdürüdür.

Bu çalışma, hem sektördeki karar vericilere ve yöneticilere hem de konunun önemini farklı yönlerden de ele almak isteyen araştırmacılara gelecek çalışmalarında yardımcı olmayı amaçlamaktadır. Çalışma beş bölümden oluşmaktadır. Birinci aşamada çalışmaya konu olan anahtar kelimeler ışığında literatür taraması yapılmıştır. İkinci aşamada tedarik zinciri karar alanları ve alt başlık olarak üretim sistemlerinin genel analizi yapılmış olup, bir sonraki aşamada doğrusal programlama tekniği hakkında özet bilgi verilmiştir. Dördüncü aşamada bir talaşlı imalat firmasının hangi üretim sistemini takip ettiği, neden bu tercihi yaptığı şeklinde açıklayıcı bir vaka çalışması ele alınmış olup üretim kararında doğrusal programlama yöntemi kullanılmıştır Son bölümde ise bu çalışmaya dair sonuç ve öneriler paylaşılmıştır.

2. Literatür Taraması

Araştırma	Başlık	Anahtar Kelimeler
Gnoni,Laavagnilio,Mossa,Mummolo,Leva 2003	Production planning of a multi-site manufacturing system by hybrid modelling: A case study from the automotive industry	Production Planning,Hybrid modelling, supply chain management
Wang, Liang ;2005	Applying possibilistic linear programming to aggregate production planning	Aggregate production planning, Possibilistic linear programming, Fuzzy sets theory
Hopp,Spearman; 2002	To pull or Not to Pull?What is the question?	Pull production,just in time, CONWIP, lean manufacturing
Liang, 2007	Integrating production-transportation planning decision with fuzzy multiple goals in supply chains	Production-transportation planning decision, Fuzzy multiple objective linear programming, supply chain
Ergülen, Gürbüz,2014	"İnşaat ve Enerji Sektöründe Beton Direk Üretimi Planlamasına Örnek Bir Model Önerisi: Tamsayı Doğrusal Programlama"	Üretim planlama, Tamsayı doğrusal programlama
Silva,Figueira,Lisba,Barman;2004	An interactive decision support system for an aggregate production planning model based on multiple criteria mixed integer linear programming	Production management,decision support systems
Macduffie; 1995	Human Resource Bundles and Manufacturing Performance: Organizational Logic and Flexible Production Systems in the World Auto Industry	Production systems
Mehrabi,Ulsoy,Koren;2000	Reconfigurable manufacturing systems: Key to future manufacturing	Manufacturing systems

3. Tedarik Zinciri Karar Alanları

Lojistik ve tedarik zinciri kavramı iç içe geçmiş iki kavram gibi dursa da aralarında birtakım farklar söz konusudur. Depolama, taşımacılık, muayene/ekspertiz, katma değerli hizmetler ve paketleme, sigorta, gümrük, stok yönetimi ve müşteri hizmetleri olmak üzere sekiz temel faaliyetten oluşan lojistik aslında tedarik zinciri sürecinin bir aşamasıdır. (Tanyaş, 2018). Tedarik zinciri kavramı malların ana kaynağından (topraktan toplanan mahsul örneği), son tüketim noktasına kadar (evler, okullar vs.) olan hareketini ve geçirdiği süreçleri ifade eder ve lojistikten daha yüksek bir karmaşıklığa sahip olan bir kavramdır. İlk maddeden son maddeye kadar sürecin etkin bir şekilde yürütülmesi ve yönetilmesi gerekmektedir. Tedarik Zinciri Yönetimi Profesyonelleri Konseyinin (CSCMP: Council of Supply Chain Management Professional), Tedarik Zinciri Yönetimi'nin (SCM) tanımı şu şekildedir; Tedarik zinciri yönetimi kaynak, tedarik ve lojistik yönetimi ile ilgili tüm planlama ve yönetim faaliyetlerini kapsamaktadır. Tedarik Zinciri Yönetimi iş ortakları, tedarikçiler, araçlar, üçüncü parti servis sağlayıcıları müşteriler ile koordinasyon ve iş birliği de içermektedir. Sonuç olarak Tedarik

Zinciri Yönetimi, şirket içinde ve şirket arasında arz ve talep yönetimini birleştiren bir yapıya sahiptir. (URL1, 2018)

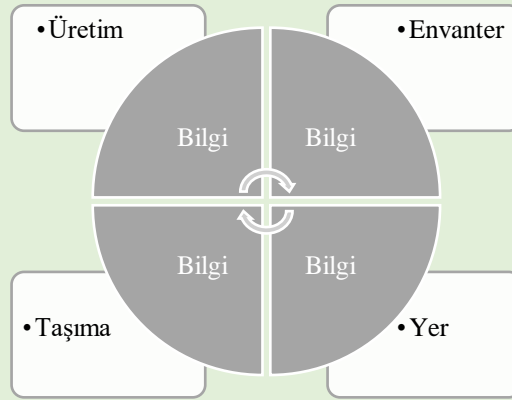
İş hayatının hemen her noktasında olduğu gibi, tedarik zinciri aktörlerini de bekleyen bir takım karar alma süreçleri söz konusudur. Tedarik zincirinde karar alma düzeyleri stratejik, taktiksel ve operasyonel olmak üzere üçe ayrılır.

- Stratejik düzeyde fabrika yatırımı, depo yeri seçimi gibi uzun dönemli yatırım kararları alınır.

- Taktiksel düzeyde depoda ekipman seçimi veya imalat esnasında uygulanacak üretim sistemi gibi orta vadeli kararlar alınır

- Operasyonel düzeyde, kaynak planlaması gibi günlük işlere yönelik kararlar alınır

Tedarik zinciri yapısını oluştururken üzerinde düşünülmesi gereken bir takım karar alanları mevcuttur. Bu karar alanlarında doğru atılan her adım tedarik zinciri performansını olumlu yönde etkilemektedir. Aşağıdaki Şekil 1 üzerinde bu karar alanlarının bir özeti gösterilmiştir. (Kocaoğlu, 2018)



Şekil 1: Tedarik Zinciri Karar Alanları

- Üretim: Hangi ürün, nasıl ne kadar ve ne zaman üretilmeli?
- Envanter: Ne kadar envanter depolanmalı?
- Taşıma: Ürün hareketleri ne şekilde ve ne zaman yapılmalı?
- Yer: Faaliyet nerede yapılmalı?
- Bilgi: Tedarik zinciri bileşenlerinin merkezinde yer alır

Envanter, taşıma, yer ve bilgi kararları her biri başlı başına ayrı bir araştırma konusuna dahil olabilecek nitelikte önemli başlıklar olmakla birlikte bu uygulamada üretim kararı üzerinde durulmuştur.

3.1 Üretim Kararı

Üretici bir firmanın hizmet verdiği sektör, kapasitesi, uzmanlık alanı, müşteri talep ve istekleri hem hangi ürün hem de ilgili ürünün ne kadar üretileceği kararlarını etkiler. Üretim kararları üzerine inceleme yapmadan önce üretim tanımını üzerinde durmak gerekmektedir. Literatürde yer yer üretim ve imalat kavramları kullanılmaktadır. Peki üretim ve imalat anı şey midir? İmalat (ing. manufacturing); ham madde işlenerek yapılan her türlü mal ve üretim olarak tanımlanırken, üretim (ing. production); belirli faaliyet ve işlemler sonucu yeni bir mal veya hizmet meydana getirme olarak tanımlanmaktadır (URL2, 2018). Dolayısıyla her imalat aslında bir üretimdir ve temel amaç bir mal meydana getirmektir, ancak bunun tersi her zaman geçerli değildir. Üretim mal, hizmet, fayda yaratma tanımlarını da içeren çok daha kapsamlı bir kavramdır.

3.1.1 Üretim Sistemleri

Genel olarak sistem kavramı, birbiri ile etkileşim içinde olan parçalardan oluşan anlamlı bir bütün olarak tanımlanmaktadır. Bir üretim sistemi ise, hammadde, sermaye, bilgi gibi girdilerin bir dönüşüm sürecine dahil olması ve nihayetinde bir ürün veya hizmet gibi bir çıktının meydana getirilmesini ifade eder.

Bir işletmede üretim kararları tercih edilen üretim sistemi üzerinden şekillenir. Her sistemin ayrı ayrı avantaj ve dezavantajları mevcuttur. Dolayısıyla en iyi üretim sistemi diye genel geçer bir kavram yoktur. Her firma aşağıdaki faktörler doğrultusunda kendisi için en uygun üretim sistemini benimser. (URL3, 2018)

- Firmanın kendi yapısı
- Hedef pazarın yapısı
- Ürün yapısı
- Talep miktarı
- Yeni teknolojiler
- Firmanın hedefleri
- Hükümet uygulamaları

Üretim sistemleri; Tablo 1’de görüldüğü üzere üretim yöntemi, müşteri istekleri/talep ve üretim süreçlerinin örgütlenmesine göre farklı biçimlerde sınıflandırılabilir. (Topoyan, 2018) (URL4, 2018)

Tablo 1: Üretim Sistemleri Sınıflandırması

Üretim Yöntemine Göre	Talebe Göre	Üretim Sisteminin Örgütlenmesine Göre
<ul style="list-style-type: none"> • Birincil Üretim • Analitik ve Sentetik Üretim • Fabrikasyon Üretim(imalat) • Montaj 	<ul style="list-style-type: none"> • Stoğa Üretim • Sipariş Üzerine Üretim • Sipariş Üzerine Montaj 	<ul style="list-style-type: none"> • Kesikli Üretim Sistemleri (Atölye ve Parti Tipi) • Sürekli Üretim Sistemleri (Kütle ve Akış tipi) • Hücresel Üretim • Proje Tipi Üretim • Karma Üretim

Her işletme kendi işletme politikası ve amaçları doğrultusunda kendisine en uygun üretim sistemini belirlemeye çalışır. Farklı üretim sistemlerinin kısa tanım ve içerikleri şu şekilde verilebilir;

- *Birincil üretim;* doğal kaynakların işlenmek veya kullanılmak üzere çıkarılmasıdır ve kömür veya petrol üretimi bu üretim sistemine uygun olan bir örnektir.
- *Analitik Üretim;* Temel hammaddeler üzerine bazı ayrıştırıcı işlemler uygulanarak farklı bir mamül elde edilmesidir ve şeker pancarından şeker üretimi bu üretim sistemine uygun olan bir örnektir
- *Sentetik Üretim;* Plastik üretimi bu sistem için bir örnek olup sentetik üretim temel hammaddeler üzerine bazı birleştirici işlemler uygulanarak farklı bir mamül elde edilmesidir.
- *Fabrikasyon Üretim;* Hammaddelere şekil verme yolu ile yeni mamuller edilmesidir. Döküm ve tormalama gibi yöntemlerle şekil vererek mal üreten sistemler bu gruba girerler.
- *Montaj Üretim;* Çeşitli hammadde, yarı mamul ve parçaları sistemsel bir sıra dahilinde bir araya getirerek yeni ve farklı bir mamul üretmektir. Otomobil montaj yolu ile üretilen tipik mamullerden birisidir
- *Stoğa Üretim;* Genellikle müşteri talebi gerçekleşmeden önce tahminlere dayalı olarak üretim yapılması söz konusudur ve müşteri ürünü talep ettiğinde bu talep stoklardan karşılanmaktadır.

Müşteri özel istekleri için uygun bir üretim sistemi değildir ancak bu sistemde siparişlerin karşılanma hızı yüksektir.

- *Sipariş Üzerine Üretim;* Üretim müşteri talebi ile başlar. Son ürün düzeyinde stoklama yoktur. Bazı durumlarda hammadde stokları mevcut olabilir. Müşteri özel isteklerine cevap verilebilir ancak sipariş alındıktan sonra siparişin karşılanması için belli bir süreye ihtiyaç vardır.

- *Sipariş Üzerine Montaj;* Bir nevi, stoğa üretim ve sipariş üzerine üretimin karması gibidir. Nihai ürün üretilmez ancak ürünü oluşturan bileşenler talep tahminlerine göre stoklarda hazır bulundurulur. Sipariş geldikten sonra bu bileşenlerin montajı yapılarak, nihai ürünün müşteriye sevki gerçekleştirilir.

- *Atölye tipi üretim;* sipariş üzerine üretime benzeyen bir yapısı olmakla birlikte, bu iki sistemin birebir aynı özellikleri içerdikleri söylenemez. Atölye tipi üretim, emeğe dayalı bir üretimdir. İşgücü katılımı yüksek ama otomasyon düzeyi düşüktür. Son ürün stoğu bulundurulmaz ama ham madde stokları söz konusudur.

- *Parti Tipi Üretim;* Bir mamulün özel bir siparişi veya sürekli bir talebi karşılamak amacı ile belirli miktarlardan oluşan partiler halinde üretilmesidir. Parti üretiminde en temel problem en uygun parti büyüklüğünün saptanmasıdır. Tekstil ürünleri veya gıda ürünleri gibi her tür tüketim malı parti üretimi grubunda yer alır.

- *Kütle Tipi Üretim;* Kütle üretiminde bir mamulden çok büyük miktarlarda ve uzun süre imal edilir. Fakat gerektiğinde, makina, kalıp gibi unsurlar üzerinde bazı değişiklikler yaparak başka bir mamulün üretimine geçme olanağı vardır.

- *Akış Tipi Üretim;* bu üretim türünde makina ve tesisler yalnız bir cins mamulü üretecek şekilde dizayn edilmiş ve yerleştirilmiştir. Aynı yerde başka bir mamulü üretmek ya çok pahalıdır veya olanaksızdır. Çimento fabrikaları akış tipi üretime bir örnektir.

- *Hücreli Üretim;* bu üretim sisteminde ortak proseslerde üretilen ürünler gruplanarak tek parça akış halinde ilerler. Birden fazla operatörün olduğu hücre yapılarında operatörler birbirlerinin çevrimlerini devralarak toplam çevrimi tamamlar. Bir operatör çevrime başlayıp kendi çevrimini bitirdiğinde diğer çevrimine başlayacak olan operatör için ara stok üretir. (URL5, 2018)

- *Proje Tipi Üretim;* Büyük ve sabit bir ürünün üretiminde kullanılan yöntemdir. Baraj yapımı bir tür proje tipi üretim örneğidir.

- *Karma Üretim;* Farklı üretim sistemlerinin bir arada kullanıldığı üretimlerdir. Bir araba üretimini ele alacak olursak, motor bileşenlerinden biri olan kasnaklar sürekli üretimle, motorun kendisi montaj hattı ile, koltuklar parti tipi üretimle ve ön panel atölye tipi üretimle üretilmektedir.

3.1.2. İtme ve Çekme Sistemleri

Günümüz üreticilerinin, global rekabet koşullarında, kar marjlarının giderek azalması sebebi ile maliyetleri azaltma çabaları kaçınılmaz bir hal almıştır. Minimum maliyet ile maksimum müşteri memnuniyeti yaratmayı başarabilen firmalar pazardan pay almaya ve büyümeye devam edeceklerdir. Gereksiz israfların önüne geçemeyen ve müşterilerinin gözünde bir değer yaratamayan işletmeler ise ayakta dahi kalamayacaklardır.

Yalın düşünce uygulamalarıyla sistemdeki israflar sürekli olarak azaltılıp, kaynaklar daha fazla değer yaratmaya yönlendirildiğinden, sadece maliyetler düşmez, müşteriler kendilerine daha uygun, daha kaliteli, daha ucuz ürün ve hizmetleri temin edebileceğinden müşteri memnuniyeti artar, piyasa koşullarına uyum esnekliği sağlanır, firmaların kârlılığı ve rekabet gücü artar. Bu durum tüm sektörlerde yayıldığında toplumsal zenginliğin artmasına, ülke kalkınmasına katkıda bulunur. (URL6, 2018)

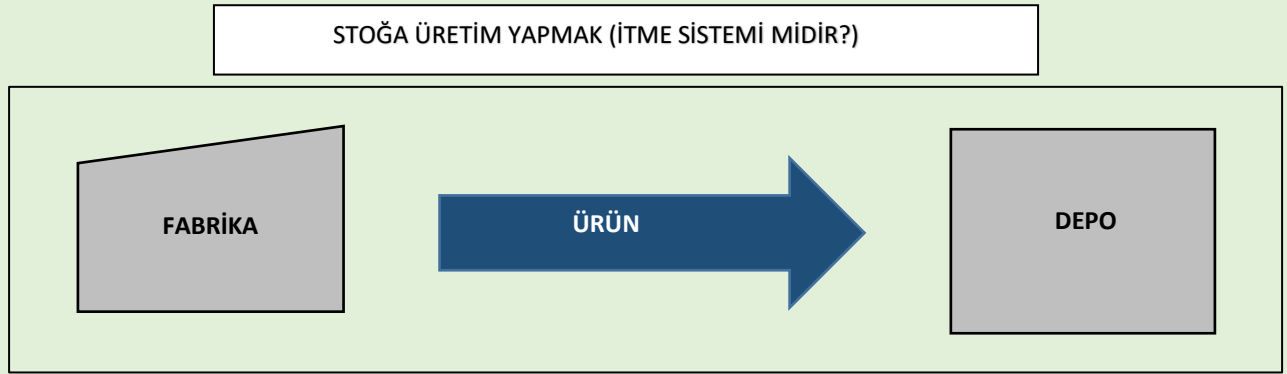
İlk olarak Toyota fabrikalarında ortaya çıkan yalın yaklaşım, zamanla başta otomotiv sektörü olmak üzere birçok sektörde benimsenir hale gelmiştir. Öyle ki bugün ana sanayinin yanı sıra, yan sanayi firmalarından alt tedarikçilere kadar geniş bir ağ üzerinde bu yaklaşımın uygulama örneklerini görmek mümkündür.

Modern imalat uygulamalarında yalın üretim ve itme stratejileri önemli bir role sahiptir. Yalın bir üretimde itme stratejisinden ziyade çekme stratejileri kullanılmaktadır. Peki çekme stratejisini bu kadar özel kılan nedir ve itme ve çekme arasındaki temel farklar nelerdir?

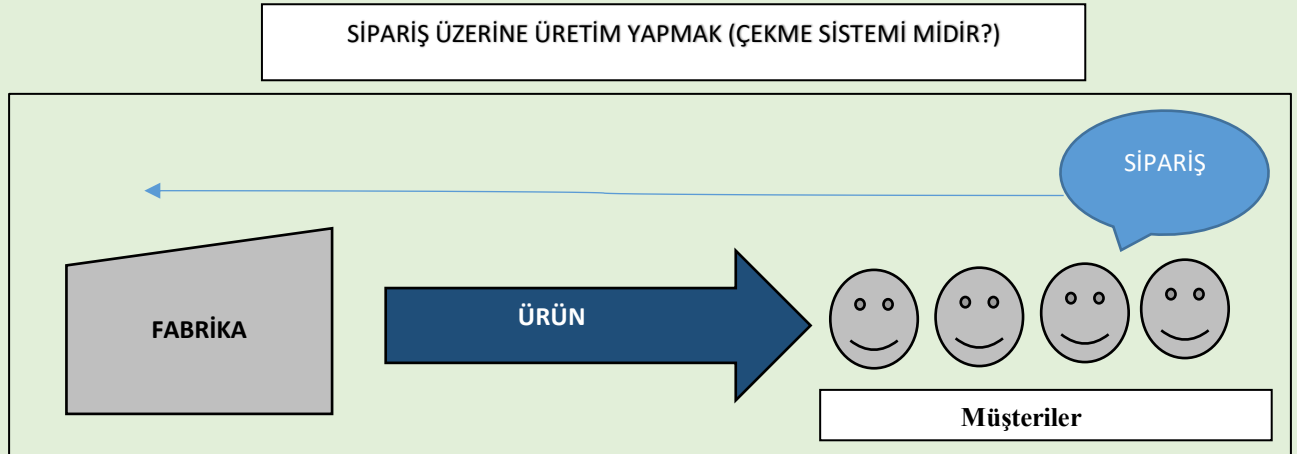
Bir üretim sisteminde, sistemin girdisi (hammadde) ve çıktısı arasında bulunan ve çıktıya dönüşmek üzere bekletilen işlere/malzemelere süreç içi stok (WIP/Work in Process) denir.

Çekme stratejisi tabanlı bir üretim süreç içindeki stoklara limit getiren bir yöntemdir. Bunun tam tersi olarak da çekme tabanlı üretim sisteminde süreç içi stoklara limit uygulaması yoktur (Hopp & Spearman, 2003) . Dolayısıyla çekme sistemi israfları önleme noktasında, yalın düşünceye destek veren ve yardımcı olan bir stratejidir.

Literatürde sıklıkla itme stratejisi stoğa üretim, çekme stratejisi ise sipariş üzerine üretim sistemi ile eş değer tutulmaktadır. Şekil 2 ve şekil 3’de görüldüğü gibi stoğa üretim yapmak her zaman bir itme sistemi midir ve sipariş üzerine üretim her koşulda bir çekme sistemi olarak mı kabul edilir?



Şekil 2: Stoğa üretim yapmak (İtme sistemi midir?)



Şekil 3: Sipariş Üzerine Üretim Yapmak (Çekme sistemi midir?)

İtme sisteminde MRP yazılımları kullanılırken, çekme sisteminde ilk olarak akla Kanban gelmektedir. Sipariş üzerine üretim veya stoğa üretim kararlarında hem itme hem de çekme sistemlerini görmek mümkündür. Dolayısıyla stoğa üretim tamamen bir itme sistemidir ve sipariş üzerine üretim her koşulda bir çekme sistemi olarak kabul edilir diyemeyiz. Tablo 2’de itme ve çekme örnekleri görülmektedir. (Hopp & Spearman, 2003)

Tablo 2: İtme ve Çekme Örnekleri

	Sipariş Üzerine Üretim	Stoğa Üretim
İtme	Kesin siparişler ile MRP	Kurulum stoğu
Çekme	Takt zamanı ve siparişler ile Kanban	Bitmiş ürün envanterinden çekme sistemi ile Kanban

4. Üretim Kararında Doğrusal Programlama Tekniği

Doğrusal programlama, belirli bir amacı gerçekleştirmek için sınırlı kaynakların en etkin kullanımını ve çeşitli alternatifler arasında, en optimum dağılımı sağlayan bir matematiksel programlama tekniğidir. Bu teknik karar problemlerine önemli derecede katkı sağlamaktadır. Buradaki doğrusal terimi modeldeki tüm fonksiyonların doğrusal olduğunu anlatırken, programlama terimi ise bir planın seçilmesi anlamına gelmektedir. Doğrusal programlama sürecinde önce gerekli bilgiler toplanır, probleme ait bir model kurulur ve daha sonra bu modelin çözümleri bilgisayar destekli yazılım paketleri ile bulunur (Kocaoğlu, 2018). Şayet problem içindeki karar değişkenleri veya kısıtların sayısı az ise Excelin çözücü eklentisi ile de doğrusal programlama tekniği ile problem çözmek ve bir karara varmak mümkündür. Modelde amaç fonksiyonu ve kısıtlar olmak üzere iki temel bileşen bulunur. Amaç fonksiyonlarında problemin içeriğine göre maksimum veya minimum düzeye getirilmek istenen olgular yer alır. Örneğin bir işin maliyetini minimize etmek hedeflenebilir veya ana hedef üretilen ürün miktarını maksimize etmek şeklinde olabilir. Doğrusal programlama modellerinin uygulanabileceği alanlar üretim yönetimi, pazarlama yönetimi, finansman ve muhasebe, personel yönetimi, stok kontrolüdür.

Çalışmanın bu bölümüne kadar hem tedarik zinciri kararlarından olan üretim ve üretim sistemleri hem de hangi ürün, nasıl ne kadar ve ne zaman üretilmeli sorusuna cevap bulmaya yarayan yöntemlerden biri olan doğrusal programlama tanımına yer verilmiştir. Bir sonraki bölümde bir otomotiv yan sanayi firması olarak hizmet veren bir firma örneği üzerinden kavramlar açıklanmış ve bu firmada üretim kararına ilişkin bir problem doğrusal programlama tekniği ile ele alınmış olup, çözüme kavuşturulmuştur

5. Otomotiv Yan Sanayi Firmasında Bir Çalışma

Bir önceki bölümlerde ele alınan kavramlar doğrultusunda otomotiv yan sanayi firması olarak hizmet veren ve OEM firmalarına (orijinal ürün üreticisi) parça üreten bir A firması ile alınmıştır (URL7, 2018). Bu çalışma kapsamında A firması ziyaret edilerek, bu firmanın Fabrika Müdürü, Üretim Planlama Sorumlusu ve Tedarik Zinciri Yöneticisi olmak üzere sektörde uzman 3 kişi ile görüşme yapılmıştır. Görüşme neticesinde elde edilen, firmanın üretim kararına ilişkin değerlendirmeler aşağıda sunulmuştur.

Fabrika içerisinde farklı üretim sistemlerinin izlerine rastlanmıştır. Gerek firmanın kendi yapısı gerekse hedef pazarın yapısı gereği farklı sistemlerin benimsenmesini gerekli kılmıştır.

Tablo 3: A firması Üretim Sistemleri Kararları

Üretim Yöntemine Göre	Talebe Göre	Üretim Sisteminin Örgütlenmesine Göre
•Fabrikasyon Üretim(imalat)	•Sipariş Üzerine Üretim	•Hücreyel Üretim

Üretim yöntemine göre baktığımızda bu firmada aslında bir *fabrikasyon üretim* söz konusudur. A firmasında talaşlı imalat yapılmaktadır. Metaller üzerinden kesici takım yardımıyla talaş kaldırarak istenilen şekil ve ölçülere getirme işlemine ise **talaşlı imalat** denir. (URL8, 2018). Genel tanımı ile fabrikasyon üretim; hammaddenin işlenerek şekil verilmesi işlemidir ve bu tanım talaşlı imalat tanımı ile benzer öğeler içermektedir.

Talebe göre yapılan sınıflandırma kapsamında ise bu firmada *sipariş üzerine üretim* söz konusudur. Tahminler kapasite planlama için kullanılmakta olup, üretime geçmek için müşterinin kesin siparişleri beklenmektedir. Firma hammadde temini ve kendi iç üretim sürecini hesaba katarak müşterilerinden ihtiyaç duyulan tarihten en az 4 hafta önce kesin siparişleri açmasını istemiştir. Müşteriler ile yapılan sözleşme kapsamında sipariş formlarındaki ilk 4 hafta kesin olup, sonraki 2 hafta +/- 10% ve bir sonraki 2 hafta ise +/- 20% değişkenlik gösterebilmektedir. Bu veriler ışığında firma tam zamanında üretim prensibini uygulamaya çalışmaktadır. Firma içinde yeniden sipariş noktası gözetilerek, ham madde stokları minimum düzeyde tutulmaktadır ancak firma içinde bitmiş ürün stoğu yoktur. Üretim hattından çıkan parçalar doğrudan müşteriye sevk edilmektedir. Üretim sistemlerinin örgütlenmesini ele alındığında, bazı ürün gruplarında ortak proseslere hizmet etmek amacı ile makinelerin *hücre sel üretim* sistemine göre konumlandırıldığı gözlemlenmiştir.

İtme ve çekme stratejileri incelendiğinde, geleneksel itme sistemi doğrultusunda bir MRP yazılımı kullanılmaktadır. Ancak firma uzmanları ‘mevcut israflarımızı yazılım içine yerleştirmişiz’ şeklinde bir öz eleştiri yapmaktadır. Süreç içindeki israfların önüne geçilmek istenmektedir. Bu doğrultuda daha modern bir strateji olan çekme sistemi ve Kanban kurulumu firmanın orta vadeli hedefleri arasındadır. Ancak bu sistemlerin yüksek yatırım maliyetleri sebebi ile hızlı yol alınamamaktadır.

Firma hakkında yapılan bu genel değerlendirmeden sonra şayet teklif aşaması olumlu geçerse, yeni bir projenin gelecekte devreye gireceği ve bu proje kapsamında 3 farklı tipte gövde (housing X,Y,Z) üretileceği öğrenilmiştir. A firması birim fiyat ve minimum sipariş adeti gibi detaylar için bazı çalışmalar yapmaktadır. A firmasının haftalık minimum sipariş adeti, birim fiyat, teslim koşulları gibi detayları hazırlayarak müşterisine bir teklif sunması gerekmektedir. Parça bazında birim fiyatlar ve karlar hesaplanmıştır. Teslim koşulları da belirlidir. Firmanın amacı karı maksimize edecek üretim miktarlarını belirlemek ve bu doğrultuda müşterisi için minimum sipariş adeti öneri listesi hazırlamaktır. Müşteri Y ürününden en az 100 adet, Z ürününden ise en az 250 adet haftalık bazda ürün beklemektedir. Bunun yanı sıra A firmasının bazı operasyonlarda kapasite kısıtları mevcut olup problem verileri aşağıda özetlenmiştir.

Tablo 4: A firması kapasite kısıtları

KISITLAR	Veri/dk	Veri/dk	Veri/dk	Haftalık Toplam Kapasite
Tornalama/Operasyon 1	4	5	5	2520 dk
Delik delme/Operasyon 2	2	4	8	2880 dk

- Depo kısıtı :1000 adet/hafta
- Y ürünü müşteri talebi :100 adet/hafta
- Z ürünü müşteri talebi :250 adet/ hafta
- Birim karlar : A :40 €; B:25 €; C: 15 €
- Haftalık karı maksimum düzeyde yakalayacak şekilde üretim adetleri ne kadar olmalıdır?

5.1 Üretim Kararına İlişkin Problemin Doğrusal Programlama Modelinin Kurulması

- Karar Değişkenleri; X_X, X_Y, X_Z
- Amaç fonksiyonu: $\text{Max } Z = 40 \cdot X_X + 12 \cdot X_Y + 15 \cdot X_Z$
- Kısıtlar
- Operasyon 1: $4X_X + 5X_Y + 5X_Z \leq 2520$
- Operasyon 2: $2X_X + 4X_Y + 8X_Z \leq 2880$

- Depolama: $X_X + X_Y + X_Z \leq 1000$
- Y ürünü talebi: $X_Y \geq 100$
- Z ürünü talebi: $X \geq 250$

DP model şartı: $X_X, X_Y, X_Z \geq 0$

5.2 Üretim Kararına İlişkin Problemin Doğrusal Programlama Tekniği İle Excel'de Çözümü

Önce Tablo 5'de görüldüğü üzere Excel üzerinde bir taslak hazırlanmış ve ardından Excel'in çözücü (solver) eklentisi çalıştırılarak ve basit DP (*ing;LP*) yöntemi kullanılarak sonuca ulaşılmıştır. Sonuç Tablo 6'da ifade edilmektedir.

Tablo 5: Excel Taslağı

ÜRÜN	X	Y	Z	AMAÇ: EN YÜKSEK KAR
Üretim Adeti?				
Birim kar	40 €	25 €	15 €	0 €

KISITLAR	Veri	Veri	Veri	TOPLAM			
Operasyon 1	4	5	5	0	≤	2520	dk
Operasyon 2	2	4	8	0	≤	2880	dk
Depolama	1	1	1	0	≤	1000	birim
Y ürünü için kısıt	0	1	0	0	≥	100	adet
Z ürünü için kısıt	0	0	1	0	≥	250	adet

Tablo 6: Çözüm ve Sonuç

ÜRÜN	X	Y	Z	AMAÇ: EN YÜKSEK KAR
Üretim Adeti?	192	100	250	(hafta)
Birim kar	40 €	25 €	15 €	13.930 €

KISITLAR	Veri	Veri	Veri	TOPLAM			
Operasyon 1	4	5	5	2518	≤	2520	dk
Operasyon 2	2	4	8	2784	≤	2880	dk
Depolama	1	1	1	542	≤	1000	birim
Y ürünü için kısıt	0	1	0	100	≥	100	adet
Z ürünü için kısıt	0	0	1	250	≥	250	adet

Problemin sonucunda tüm kısıtlar ve uygunluk koşulları karşılanmıştır. Haftalık üretim adetleri X ürünü için 192 adet, Y ürünü için 100 adet ve Z ürünü için 250 adet olmalıdır. Bu durumda bu üç ürün için toplamda haftalık 13.930 € kar elde edilmesi mümkündür.

6. Sonuç Ve Öneriler

Bu çalışma tedarik zincirindeki karar alanlarından biri olan üretim kararı konusuna dikkat çekmek üzere hazırlanmıştır. En iyi üretim sistemi diye bir kavramın olmadığı, her firmanın başta kendi yapısı olmak üzere farklı birçok koşul sebebiyle farklı üretim sistemlerini benimseyebileceği gösterilmek istenmiştir. Bu çalışmanın diğer bir amacı da üretim kararı alırken doğrusal programlama yönteminin uygulanabilir olduğunu göstermektir. Örnekte bahsi geçen talep ve kapasite kısıtlarına ilave olarak başka faktörler de ilave edilebilir. Ancak problem içindeki veriler arttıkça, problem daha karmaşık bir hal alacağından problemi çözerken bilgisayar destekli yazılım paketleri kullanılabilir. Vaka çalışması sektörde uzman üç çalışan ile yapılmıştır ancak uzman sayısı artırılarak, akademisyenler ile yapılacak çalışmalar ve görüşmeler neticesinde daha kapsamlı sonuçlar elde etmek mümkündür. Çalışma başka bir sektörde de uygulanabilir.

Kaynaklar

Hopp, W., & Spearman, M. (2003). To Pull or Not to Pull:What is the question?
Manufacturing&Service Opearations Management, 133-148.

Kocaoğlu, B. (2018). TC Maltepe Üniversitesi , Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetimi Doktora Programı,Tedarik Zinciri Tasarımı Dersi ,Ders notları .

Tanyaş, M. (2018). TC Maltepe Üniversitesi ,Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetimi Doktora Programı, Depo Tasarımı Dersi ,Ders notları.

Topoyan, M. (2018). Mert Topoyan: <http://kisi.deu.edu.tr/mert.topoyan/dosyalar/uiy2.pdf> adresinden alındı

URL1. (2018). *CSCMP*.
https://cscmp.org/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms.aspx?hkey=60879588-f65f-4ab5-8c4b-6878815ef921 adresinden alındı

URL2. (2018). *TDK*. 2018 tarihinde <http://www.tdk.gov.tr> adresinden alındı

URL3. (2018).
http://textbook.stpauls.br/Business_Textbook/Operations_management_student/page_20.htm adresinden alındı

URL4. (2018). <http://infotekas.com.tr/uretim-sistemlerinin-siniflandirilmesi.html> adresinden alındı

URL5. (2018). <https://yalindanisman.com/hucresel-imalat-uygulamaları/> adresinden alındı

URL6. (2018). *TC ,Bilim ve Sanayi Teknoloji Bakanlığı*. 2018 tarihinde
<http://anahtar.sanayi.gov.tr/tr/news/yalin-yaklasim-ve-yalin-uretim/145> adresinden alındı

URL7. (2018). *Anar Metal Ltd*. <http://www.anarmetal.com/> adresinden alındı

URL8. (2018). Hamit Arslan-Makine Yüksek Mühendisi: <http://www.hamitarslan.com/talasil-imalat.html> adresinden alındı