

Otobüs Karkas Üretiminde Özgün bir Üretim Planlama

Çağla EDİZ^a

Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi

Ahmet Fevzi SAVAŞ^b

Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi

Öz

Otobüs üretiminde kullanılan kutu profiller, kullanılacakları yerin ihtiyaçlarına göre hazırlık istasyonlarında kesme, bükme, delme ve kaynakla birleştirme işlemlerine uğramakta ve sonra farklı montaj hatlarında otobüs karkası oluşturmak için çatılmaktadırlar. Profil hazırlama ve birleştirme hatlarındaki akış yolları sayısının fazlalığı ve proses akış sürelerinin farklılıkları nedeniyle geleneksel malzeme ihtiyaç planlamasının uygulanması, çok fazla yerde iş emri açılmasına ve takiplerin zorlaşmasına neden olmaktadır. Bu nedenle, uygulama yapılan otobüs fabrikasında geleneksel iş planlamalarının dışına çıkılarak karkas üretim planlamalarının yapılabilmesi için farklı bir yöntem geliştirilmiştir. Otobüs karkası oluşturan her komplemin başlangıç noktası profil kesimleridir. Profillerin kesimden sonra uğrayacakları üretim yerlerine ve araç üzerindeki montaj yerlerine göre profillerin tedarik süreleri hesaplanmıştır. Bu tedarik süreleri, firma için hazırlanan yazılım kullanılarak üretim programıyla entegre edilmiş ve böylece günlük iş planlamalarının oluşturulması sağlanmıştır. Oluşturulan sistem sayesinde, profil hazırlama sürecinden karkas hattı başına kadar akış süresi sekiz günden beş güne indirilmiş, fazla stok üretiminin önüne geçilmiştir.

Anahtar Kelimeler

Üretim Planlama; Tedarik Zamanları, MRP, Tam Zamanında Üretim

Üretim sektöründe, küreselleşme ve rekabetin artması ile birlikte kalite, yenilik, esneklik ve hız vazgeçilmez öğeler haline gelmiştir. Bir taraftan küreselleşirken bir taraftan da kişisel taleplere cevap vermeye çalışan işletmeler, bu gelişmelerin paralelinde ürün çeşitliliğinin artması ve üretim talep dalgalanmaları gibi sorunlarla karşılaşmaktadırlar. Çalışılan işletmede de, ürünlerin çok sayıda çeşitleri üretilmekte ve fazla sayıda işlem adımları bulunmakta olduğundan, hali hazırda kullanılan ERP programı ve MRP yöntemiyle, karkas hatlarındaki iş akışları yönetilememiştir. Bu nedenle çalışma sistemi ve mevcut sistemler incelenerek, karkas üretimi için yeni bir yöntem ve bu yöntemin uygulanmasını sağlayacak yazılım geliştirilmiştir. Bu proje, uygulandığı fabrikada amacına ulaşmış, profil hazırlama hatları içinde stokların azalmasında ve böylece müşteri talebine cevap vermede %37'lik bir iyileşme sağlamıştır.

Değerlendirme

Mamül üretiminde kullanılan malzemelerin yönetiminde temel amaç, ihtiyaç duyulan malzemenin, ihtiyaç duyulan zamanda, yerde ve miktarda bulunmasını sağlamaktır. Bunu sağlayabilmek için atölye düzeyinde malzeme akışının düzenli bir şekilde gerçekleşmesi gerekir. Böylece hem işletme kaynaklarının kullanımı maksimize edilecek, hem de müşteri tatmini sağlanabilecektir (Koçak, 2007). Malzeme akışlarının düzenli bir şekilde gerçekleşmesi de üretim için uygun bir üretim planlama sisteminin kurulmasıyla sağlanabilir.

Fabrikada profil hazırlama hatlarında üretim programlarına göre üretim yapılmakta ve çekme sistemi uygulanmaktadır. Çekme sisteminde üretim programının ne olduğuna bakılır ve üretim için ne gerekecekse sadece o üretilir. Üretilen ürün bir yere gönderilmez, birisi tarafından alınır. Çekme sistemi tam zamanında üretim (TZÜ) veya yalın üretim adı ile de

^a Sorumlu Yazar: Çağla EDİZ, Öğr.Gör., Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Meslek Yüksek Okulu, cagla.ediz@bilecik.edu.tr

^b Ahmet Fevzi SAVAŞ, Yrd. Doç. Dr. Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Osmaneli Meslek Yüksek Okulu, ahmetfevzi.savas@bilecik.edu.tr

adlandırılabilir (Gaither ve Frazier, 2002). İtme ve çekme sistemi arasındaki temel farklılık, çekme sisteminin üretimi mevcut talebe göre yönlendiriliyor olması, itme sisteminin ise üretimi gelecekteki talep tahminlerine göre yönlendiriliyor olmasıdır (Koçak, 2007). Çekme sisteminin uygulandığı sistemlerde üretim planlamaları için yaygın olarak Malzeme İhtiyaç Planlaması (MRP) ve kanban sistemleri kullanılmaktadır. MRP sistemi tedarikçilere üreticinin hangi malzemenin, ne miktarda ve ne zaman ihtiyaç duyacağı konusunda yardımcı olurken, kanban sistemi, yapısal bir iş akışı, hazırlık sürelerinde azalış, imalat sürelerinde düşüş ve kalitede iyileştirme sağlar. Bu nedenle her iki planlama ve kontrol tekniklerinin bütünleştirilmesi sonucu ortaya çıkacak melez üretim sistemleriyle, üretim sistemlerinin etkinliğinin artırılması sağlanabilir (Koçak, 2008). Spearman v.d. (1990) tarafından çekme sistemine dayalı "constant work in proses (conwip)" adıyla tanımlanan üretim sistemi, MRP sistemiyle, kanban sistemi arasında bir yol çizmektedir. Kanban sisteminde her işlem bir sinyalle yönetilirken Conwip'te sinyal ya da kart ilk prosese verilmekte ve geri kalan işlemler döngü halinde yürümektedir. Conwip sisteminin üzerine çalışma yapan Gansterman'da conwip ile tahmin edilebilir akış süreleri ve dağıtımın güvenilirliğinin geliştirildiğini belirtmektedir (Duranic vd., 2012). Üretim planlamayla ilgili bir başka iyileştirme çalışması da Enns tarafından yapılmıştır. Enns çalışmasını montajla üretim gerçekleştiren bir işyerinde parti miktarlar ve planlı teslim sürelerinin ortak parçalara olan etkisini incelemiş ve planlama için MRP algoritmasını kullanmıştır (Enns, 2002). Üretim sisteminde gecikmeler tanımlanarak analiz edilmiştir. Sonuçta, uygun parti miktarları ve planlı teslim sürelerinin kullanılmasının stok seviyelerini minimuma indirebileceğini göstermiştir. Benzer bir çalışma yapan Altendorfer v.d.'de, bir otomotiv tedarikçisine simülasyon projesi sunmuşlardır. Dar boğaz olarak tanımlanan noktada, personel çalışma zamanları, hazırlık süreleri ve parti miktarlarını değiştirerek stoklarda ve hizmet düzeyinde iyileşme sağlamışlardır (Altendorfer vd., 2013). Tedarik süreleri, güvenli stok ve parti miktarlarından oluşan üç planlama değişkeninin iyi bir şekilde tanımlanmasında kullanılacak hiyerarşik üretim planlama için bir çerçeve çizen Gansterer v.d.

de, üretim sistemini kopya etmede matematiksel optimizasyon modelinden faydalanmışlardır (Gansterer, 2014).

Üretim planlamaları için yaygın bir şekilde kullanılan MRP tekniğinde girdiler temelde ana üretim planı, ürün ağaçları bilgileri, envanter durumu bilgileri etrafında toplanabilir (Erdem, 1996). MRP'nin işlevleri, siparişler ne zaman ve ne miktarda gerçekleşecektir sorusuna cevap arandığı sipariş planlama ve kontrolü, her siparişin ihtiyaç duyulan tarihte mevcut olması ve beklenen tarihlerle karşılaştırılması için öncelikli planlaması ve planlanan kapasite gereksinimleri için temel provizyon ve işletme planı geliştirilmesidir (Altuğ ve Aydoğan, 2006). MRP sisteminde mevcut envanter sayılır ve hesaplanan ihtiyaç miktarı mevcut envanterden çıkarılarak bulunur ve envanter sistemleri matematiksel olarak karışık algoritmaları kullanmaz.

Son yıllardaki teknolojik gelişmeler üretim yöntemi alternatiflerini arttırmış ve değişen piyasa koşullarında tüketici odaklı hızlı, esnek ve çeşitli üretim yapmayı zorunlu kılmıştır. Seri ve hızlı üretimin temel noktaları, kaynakların zamanında temini ve etkin kullanımı, etkin planlama ve üretilen ürünlerin hızla pazara dağıtılmasıdır. Bu aynı zamanda kısıtlı üretim kaynaklarının daha verimli kullanılması gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Artan üretim ve satış maliyetlerini azaltmak, hızlı ve kaliteli üretim yapmak temel hedefler olmuştur. Bütün bu çalışmaların yapılabilmesi, şirket içindeki koordinasyonun, doğru ve hızlı veri akışının sağlanması ile doğrudan ilgilidir. Bu sorunların çözümü de yine gelişen bilgisayar teknolojilerinde ortaya çıkmıştır (TMMOB, 1997). Çalışılan işletmedeki profil hazırlama işleminde akış yollarının ve profil sayısının çok yüksek olması, ayrıca bu profillerin araçtan araca değişkenlik göstermeleri dolayısıyla mevcut MRP sistemi veya kanban sistemi uygulanabilir olmadığı gözlenmiş ve özgün bir melez üretim sistemi geliştirilmiştir.

Uygulanan sistem MRP sistemi gibi algoritma ile oluşturulmuş ve üretim planı dikkate alınarak çıktılar elde edilmiştir. Ancak MRP sistemi ile arasında bazı farklar mevcuttur. Bunlar:

- MRP sisteminde seviyelendirmelerde ürün ağaç sistemi kullanılır, bu sistemde ise

seviyelendirmeler uğradıkları hazırlık istasyonları ve montaj hatlarında profilin tüketim yerleri düşünülerek oluşturulmuştur.

- MRP sisteminde mevcut envanterler bulunur ve ihtiyaç duyulan malzeme envanter sayısı düşünülerek hesaplanır. Bu sistemde ise envanter tutulmamakta, ihtiyaç miktarınca üretim yapılmaktadır. Planlarda değişiklik olduğunda eldeki envanter ilk istasyona bildirilir.
- MRP sisteminde olan ürün ağacı ara seviyeleri için iş emri çıkarılmasına gerek görülmemiş, ilk proses olan profil kesimi için iş emri çıkarılmasından sonra geriye kalan proseslerin itme sistemiyle akması sağlanmıştır.

Kısaca MRP ürün ağacı düşünülerek oluşturulan bir sistemdir. Uygulanan sistemde ise ürün ağaçlarından ziyade proses sıralamaları ve öncelikleri göz önünde tutulmuştur. MRP'nin belirsizlikler altında netleştirilmesine ilişkin çalışmalar genellikle güvenli stoklar üzerine odaklanmıştır ve örneğin planlı teslim süreleri çalışmalarda nadiren görülmektedir (Gansterer, 2014). Bu çalışmada iş akışında, akış süresinin ve stokların azaltılması amaçlanarak, teslim süreleri, rotaları ve üretim listelerini girdi olarak kullanılmakta ve akış sağlanmaktadır. Müşteri talebine hızlı bir şekilde cevap verebilmek için, teknolojinin nimetlerinden biri olan bilişim sisteminden yararlanılmakta, mevcuttaki makine ve çalışan kapasite kısıtları dahilinde gerekli olan algoritmalar kurularak iş emirleri oluşturulmaktadır. Uygulanan sistemde iş dengelemeleri tezgahlar, hatlar ve hazırlık istasyonları bazında olabildiğince homojen olacak şekilde dağıtılmış ve böylece farklı araçların birlikte üretilmesi esnasında doğabilecek her türlü iş dengesizliğinin önüne geçilmeye çalışılmıştır.

Uygulama

Uygulama bir otobüs ve midibus fabrikasında, otobüs karkas üretim hatlarında uygulanmıştır. Fabrikada 24 çeşit otobüs üretilmektedir. Boru hazırlamada kullanılan 3000 çeşit profilin adetsel fazlalığı, revizyona uğrama sıklığının fazlalığı ve ebat olarak geniş yer kaplamalarından dolayı boru hazırlama

istasyonlarında yeni bir üretim sisteminin tanımlanmış ve uygulamaya geçilmiştir. Çalışmaya, akış süresinin düşürülmesi ve müşteri talebindeki dalgalanmalara hızlı bir şekilde cevap verilebilmesi amacıyla başlanmıştır. Çalışmanın uygulandığı profil hazırlama hatlarında, her araçtaki iş yükleri tezgahlar arasında dengeli dağıtılmıştır.

Profiller 6m'lik borular halinde satın alınmaktadır. Bir araç için ortalama 600 adet profil çeşidi kullanılmakta ve toplamda 3000 çeşitten fazla aktif olarak kullanılan profil bulunmaktadır. Kutu profil komplelerinden oluşan ve aracın iskelet yapısını oluşturan karkas çatım için aynı üretim bantları kullanılmaktadır. Araca karkas çatım sonrası astarlama işlemi yapılmakta ve daha sonra bant üzerinde sac kaplama işlemleri yapılmaktadır. Satın alınan kutu profiller, tedarikçi firmayla yapılan anlaşma gereğince yüksek adetlerde alınmakta ve yüksek miktarda stoklu olarak çalışılmaktadır. Bu nedenle iş akış zamanına profil tedarik zamanları eklenmemiştir.

Üretim Hatları

Otobüsteki profillerin uğradığı hatlar şu şekildedir:

- 1) *Profil Hazırlama Hatları:* Satın alınan DKP ve galvanizli 6 metre boyundaki kutu profiller boru hazırlama hatlarının yanındaki alanda stoklanma ve gerektiği zaman forklift veya vinçlerle boru hazırlama hatlarına taşınmaktadır. Genel olarak boru hazırlama hatlarını kesim, büküm ve delme tezgahları olarak üçe ayırabiliriz. Uygulama yapılan fabrikada 5 kesim, 4 büküm ve 1 de delme tezgahı mevcuttur.
- 2) *Detay Hazırlama Hatları:* Profil Hazırlama İstasyonlarında oluşturulan bazı profiller (tekerlek üstleri, kapı giriş piston yeri, bagaj içi...vb) Detay Hazırlık Hatlarına uğrayarak, buradaki aparatlarında komple hale getirilmekte ve ilgili hatlara buradan gönderilmektedir.
- 3) *Panel Hazırlama Hatları:* Paneller taban, yan duvarlar (sağ ve sol), tavan, ön duvar ve arka duvar olarak beş kısımdan oluşmaktadır ve panel hazırlama istasyonları karkas çatım istasyonunu beslemektedirler. Her panel kendi hazırlık istasyonundaki fikstürlerin üzerinde çatılır ve

daha sonra karkas çatım istasyonuna gelerek montaj hatlarında birbirleri ile montaj edilir.

- 4) *Karkas Çatım Hatları:* Beş istasyonda paneller çatılmakta ve beşinci istasyonda bagaj karkasları gibi bazı detay kompleler ilave edilmektedir. Karkas çatımdan çıkan araçlar sac kaplama öncesi iki istasyondan oluşan boyahane istasyonlarında astar boyaya girmektedir.

profilin gruplarına (profilin kullanıldığı yer) göre faz farkı alındı, ancak eğer kullanıldığı yerde bir ön operasyona uğruyorsa veya ayar zamanları uzun olan bükme tezgahların uğruyorsa tabloda görülen faz farklarına 1 gün ilave edildi. Eğer hem ön operasyona uğruyor ve hem de büküm işlemine uğruyorsa bu takdirde o profilin faz farkına 2 gün eklendi. Detay kaynak, montajlar gibi otobüs karkastan sonra aracın geçtiği yerlere de, kros gibi araçtan iki gün önce

Tablo 1. Boru Hazırlamanın Karkas Çatım Girişe Göre Gün Bazında Faz Farkları

	Kesim	Piyasa	Kros Hazırlama	Panel Hazırlama	Karkas Çatım	Sac Hazırlık	Sac Kaplama	Hat Faz Farkı	TOPLAM	Büküm	Ön Operasyon
Kroslar	2		1	0,5	0,5				4	+	1
Panel	2			0,5	0,5				3	+	1
Piyasa Panel	2	2		0,5	0,5				5	+	
Sac Hazırlama	2					0,5	0,5	-1	2	+	1
Piyasa Sac Hazırlık	2	2				0,5	0,5	-1	4	+	
Karoseri	2								2	+	1
Detay Kaynak Panel	2			0,5	0,5	0,5	0,5	-1	4	+	1
Sac Kaplama	2								1	+	1

- 5) *Sac Kaplama Hatları:* 15 istasyondan oluşmaktadır, bagaj kapakları, kapılar, bagaj destekleri gibi detay hazırlık istasyonlarına uğramış veya bagaj iç destek profilleri gibi hazırlık istasyonlarına hiç uğramadan boru hazırlamadan gelen profiller bu istasyonlarda takılabilmektedir.

hazırlanan yerlere de hazırladığı parçaları göndermekteydi. Bu sebeple detay kaynağa gönderilen profiller için tedbirli davranarak, karkas çatımdan üç gün öncesinde gönderilmiş olması istendi.

Hazırlık ve taşıma zamanları düşünülerek iki günlük partilerle çalışma yapılabildiğinden, Tablo 1.'de görülen zamanlara birer gün daha eklenerek iki günlük çevrime göre karkas çatım girişine göre faz farkları bulundu. Ancak piyasa ve detay kaynak profillerinde bu gruplara birer gün eklenmedi. Sac kaplama hatları da tedbir olması açısından 2 gün faz farkı ile işlem gördü.

Bu şekilde her profil için faz farkları sistematik hale getirildi ve programla otomatik faz farklarının hesaplanması sağlandı. Faz farkı 4 gün olanlarda hem büküm hem de alt kompleye uğrayan olmadığı için en yüksek faz farkını 5 gün olarak bulundu.

Profillerin Faz Farkları

Otobüs Fabrikasında üretim planlaması karkas çatımın girişine göre uygulanmıştır. Karkas çatım başından itibaren aracın uğradığı montaj istasyonları, karkas çatım (5), boya ara stok (2), astar boya (2), ara stok (2), sac kaplama (12) istasyonlarıdır (Aralık Sayım 2005). Yani, günde ortalama 10 araç üretildiğinde, sabah ilk üretimdeki bir araç ancak ertesi günkü ikinci araç yapım zamanında sac kaplama hattına girebilmekte ve bu araç ancak iki gün sonra sac kaplama hattından çıkabilmektedir. Profillerin çoğu montaj istasyonlarından önce farklı hazırlık istasyonlarında işlem görmektedir. Bu karkas çatıma göre bir gün sonra sac kaplama hatlarında olacağından faz farklarında -1 olarak işlem görür.

Tablo 1. karkas çatıma göre faz farkları düşünülerek oluşturuldu. Faz farklarını profil bazında hesaplarken,

Uygulama Öncesi ve Sonrası Stoklar

Tablo 2.'de günler bazında üretilen araçlar harflerle gösterilmiştir. Araçlarda kullanılan profiller ise parantez içinde faz fark sayısı yazılarak gösterilmiştir. Örneğin, A harfi 3. İş günü çatılan araç grubunu temsil ederken; A(3), A grubu araçların 3 günlük faz farkı olan profil listelerini göstermektedir. Profiller yüksek

Günde 10 adet ortalama profil sayısına sahip bir aracın üretildiği varsayılır ve bu araç "O" olarak adlandırılırsa:

$$A=B=C=D=E=F=G=H=I=10 \times O$$

Ortalama bir araçtaki profil adetleri:

$$O(2)=50, O(3)=278, O(4)=158, O(5)=49 \text{ ve } O(\text{TÜM})=535 \text{ dir.}$$

Tablo 2. İş günlerinde faz farklarına göre üretim planlaması

	1. iş günü	2. iş günü	3. iş günü	4. iş günü	5. iş günü	6. iş günü	7. iş günü	8. iş günü	9. iş günü	10. iş günü
Çatıma Başlanan Araç Grupları			A	B	C	D	E	F	G	H
2 Günlük çevrimli profiller		A(2)+B(2)	C(2)+D(2)		E(2)+F(2)		G(2)+H(2)			
3 Günlük çevrimli profiller		B(3)+C(3)	D(3)+E(3)		F(3)+G(3)		H(3)+I(3)			
4 Günlük çevrimli profiller		C(4)+D(4)	E(4)+F(4)		G(4)+H(4)					
5 Günlük çevrimli profiller		D(5)+E(5)	F(5)+G(5)		H(5)+I(5)					

oranda karkas çatımda tüketilmektedir, sac kaplamada tüketilen profil stokları ihmal edilebilecek düzeydedir.

Araç profillerinin kesimi iki günlük partiler halinde yürütülmektedir. Uygulama öncesinde yazılım programı kullanılmadığından, en yüksek faz farkına göre 5 - 6 gün öncesinden araç profillerinin tamamı kesim işlemini tamamlamaktadır. Uygulama sonrasında yazılım kullanılarak tam zamanlı üretim uygulanmıştır. Uygulama öncesi ve sonrası profil stok durumuna bakıldığında, 6. iş günü sabahı için stokların durumu şu şekildedir:

$$\sum \text{Stok}_{\text{Uygulama Öncesi}} = \frac{D(\text{TÜM})+E(\text{TÜM})+F(\text{TÜM})+G(\text{TÜM})+(H(\text{TÜM})+I(\text{TÜM}))/2}{2}$$

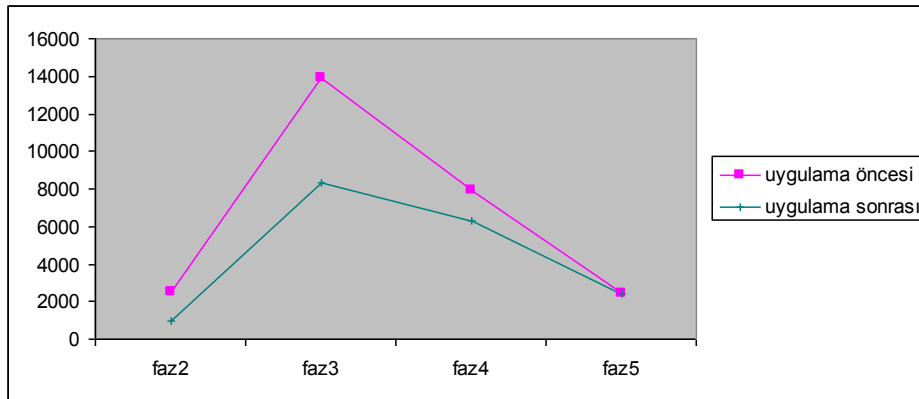
$$\sum \text{Stok}_{\text{Uygulama Sonrası}} = \frac{D(2)+D(3)+E(3)+D(4)+G(4)+H(4))/2+D(5)+E(5)+(H(5)+I(5))/2+(E(2)+F(2))/2+(F(3)+G(3))/2+E(4)+F(4)+F(5)+G(5)}{2}$$

Buna göre faz farkı bazında stoklardaki iyileşme Tablo 3.'deki gibidir:

Tablo 3. Uygulama öncesi ve sonrası için karşılaştırma

	Uygulama Öncesi	Uygulama Sonrası
2 günlük faz	50xO(2)=50x50=2500	20xO(2)=20x50=1000
3 günlük faz	50xO(3)=50x278=13900	30xO(3)=30x278=8340
4 günlük faz	50xO(4)=50x158=7900	40xO(4)=40x158=6320
5 günlük faz	50xO(5)=50x49=2450	50xO(5)=50x49=2450
Toplam	26750 adet profil =26750/535=50 ARAÇ	18110 adet profil =18110/535=34 ARAÇ

Günde 10 adet ortalama profil adetlerine sahip araçların üretildiği bir üretim gününde uygulama öncesi ve uygulama sonrası profil adetleri faz farklarına göre Şekil 1.'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Stokta bulunan profil adetleri sayısı

Tartışma

Otomotiv firmasında çalışma öncesi, tüm araç profilleri için hazırlık süreleri faz farkları düşünmeden oluşturulmuştu. Stoklarda toplamda sekiz günlük araç profili olduğu tespit edilmişti. Farklı bir ifadeyle, profil hazırlama için iç müşteri olarak kabul edilen karkas çatım hatlarına araç en erken talebin belli olmasından sekiz gün sonra teslim edilebiliyordu. Algoritmik bir hesaplama yapılmadığından iş sıralamalarında öncelikler belirlenemiyor ve bu sebeple sık sık acil işlerin gelmesi ile hem üretim bölünüyor, hem de fazla stoklar oluşuyordu. Bu durum bir yandan işçilik ve stok maliyeti olarak toplam maliyeti artırırken diğer yandan, uzun süre beklemek istemeyen son müşterinin satın alma kararlarını etkiliyordu. Çalışmada, araçta kullanılan ürün bileşenlerinin ilk adımını oluşturan kesim işlemlerinin, üretim programına ve işlem sayılarına göre algoritma ile iş emirlerinin açılması sağlanmıştır. Böylece, ara stoklar azalmış ve profil hazırlama içi ve profil tüketim yeri stok sayısı üç buçuk iş gününe indirilmiştir. Ayrıca, çalışma sonrası iş akışı sekiz günden beş güne düşürülerek %37'lik bir iyileşme sağlanmıştır.

Kaynakça

- Koçak, A., Malzeme Yönetiminde MRP ve Kanban Sistemlerinin Bütünleştirilmesi ve Melez Sistem Yapısının Geliştirilmesi, *Doktora Tezi*, Gazi Üniversitesi, 2007.
- Gaither N. ve Frazier G., *Operations Management*, Edition 9, Printed in China by CTPS, 2002.
- Koçak, A., Malzeme Yönetiminde Malzeme İhtiyaç Planlaması ve Kanban Sistemlerinin Bütünleştirilmesinde Farklı Yaklaşımlar: Literatür Araştırması, *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 10(1): 225-246, 2008.
- Spearman, M.L., Woodruff, D.L. ve Hopp, W.J., CONWIP: A Pull Alternative to Kanban, *Int. J. Prod. Res*, 28(5): 879-894, 1990.
- Duranic, T., Ruzbarsky, J. ve Stopper, M., Reduced Inventories, High Reliability and Short Throughput Times by Using CONWIP Production Planning System, *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 6:12-27, 2012.
- Enns, S.T., MRP Performance Effects due to Forecast Bias and Demand Uncertainty, *European Journal of Operational Research*, 138(1):87-102, 2002.
- Altendorfer, K., Felberbauer, T., Hubl, A. ve Gruber, D., "Application of a Generic Simulation Model to Optimize Production and Workforce Planning at an Automotive Supplier", *Proceedings of the 2013 Winter Simulation Conference*, Washington D.C., Vereinigte Staaten von Amerika, 9,2013.

Gansterer, M., Almeder, C. ve Hartl, R.F., Simulation-based Optimization Methods for Setting Production Planning Parameters, *International Journal of Production Economics*, 151: 206-213, 2014.

Erdem, S., Bilgisayara Dayalı MRP Sisteminin Veritabanı Yapısının Analiz Edilmesi, *TC Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü Bitirme Projesi*, İzmir, 1996.

Altuğ, M. ve Aydoğan, E., Küçük ve Orta Ölçekli İşletmelerin (KOBİ) Rekabet Gücünün Arttırılmasında İleri Yönetim Teknolojilerinin Rolü, Makine İmalat Sektörüne Yönelik Bir Uygulama, *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 16:87-110, 2006.

TMMOB Makina Mühendisleri Odası, I. Endüstri-İşletme Mühendisliği Kurultayı, 29.11.1997, İzmir, 222.