

**BİR İÇECEK FİRMASINDA TİP DÖNÜŞÜM SÜRELERİNİN KISALTILMASINA
YÖNELİK UYGULAMA®**Arş. Gör. Sevde Dilruba KARAYEL¹Doç. Dr. Ediz ATMACA²Özge AKIN³**ÖZET**

Ürün yelpazesi geniş olan işletmelerde üretimde karşılaşılan en önemli sorunlardan birisi de üretime hazırlık esnasında harcanan uzun zamanlardır. Üretim işlemleri sırasında bir üründen diğerine geçerken malzeme ve makine ayarlarında yapılan hazırlık faaliyetlerine tip dönüşümü adı verilmektedir. Bunlar, gerekli ekipmanların temini, ayarlanması, takılması, temizlenmesi gibi faaliyetlerden oluşur. Ürün yelpazesinin geniş olduğu işletmelerde tip dönüşüm süreleri ciddi bir sorun haline gelmektedir. Yapılan çalışmada bir içecek firmasının şişeleme hattı ele alınmıştır. Belirlenen hattaki tip dönüşüm

® Bu çalışma III. Uluslararası Kafkasya Orta Asya Dış Ticaret ve Lojistik Kongresi'nde özet bildirisi olarak sunulmuştur. 19-21 Ekim 2017, Kastamonu, Turkey.

1 Gazi Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü, Eti mah. Yükseliş sok. Çankaya/ANKARA, dilrubakarayel@gazi.edu.tr.

2 Gazi Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü, Eti mah. Yükseliş sok. Çankaya/ANKARA, hediz@gazi.edu.tr.

3 Gazi Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü, Eti mah. Yükseliş sok. Çankaya/ANKARA ozgeakin94@hotmail.com.tr.

sürelerinden kaynaklanan zaman kayıplarını azaltmak ve hat verimliliğini arttırmak amacıyla bir matematiksel model hazırlanmıştır. Model bir paket program yardımıyla çözümlenerek hazırlık zamanlarını ve toplam gecikmeyi en küçükleyecek olan ürün sıraları bulunmuştur. Çözüm sonuçları mevcut durumla karşılaştırılarak önerilen durumun işletmeye katkıları belirtilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çizelgeleme problemi, Sıra bağımlı hazırlık zamanı, Matematiksel modelleme

JEL Kodu: C60, C61, C63

REDUCING OF CHANGE OVER TIME FOR TYPES IN BEVERAGE COMPANY

ABSTRACT

In companies ,which have large product range, one of the most important problems encountered in production is the long time spent in production preparation. From one product to another during the production process,conversion of types is called the preparatory activities in the material and machine settings. These consist of activities such as setting up, adjusting, installing, cleaning the necessary equipment. Type conversion times become a serious problem in businesses where the product range is wide. The bottling line of a beverage company is discussed in the study. A mathematical model has been developed in order to reduce the time losses resulting from the type conversion times in the line and to increase the line efficiency. The model is solved with the packet program GAMS to find the product orders that will minimize set up time and total lateness. The results of the solution are compared with the current situation and the contribution to the company is stated.

Key words: Schaduling problem, Sequence-dependent set up time, Mathematical modelling

JEL Classification: C60, C61, C63

1.GİRİŞ

Ürün yelpazesi geniş olan işletmelerde üretimde karşılaşılan en önemli sorunlardan birisi de üretime hazırlık esnasında harcanan uzun zamanlardır. Üretim işlemleri sırasında bir üründen diğere geçerken malzeme ve makine ayarlarında yapılan hazırlık faaliyetlerine tip dönüşümü adı verilmektedir. Bunlar, gerekli ekipmanların temini, ayarlanması, takılması, temizlenmesi gibi faaliyetlerden oluşmaktadır. Ürün yelpazesinin geniş olduğu işletmelerde ürün

için gerekli standart zamanı artırdığından tip dönüşüm süreleri ciddi bir sorun haline gelmektedir. Tüm bu nedenlerden ötürü, tip dönüşüm sürelerinin sistem içerisinde mümkün olduğunca kısaltılması istenir. Böylece zaman kaybını azaltmak, iş akışını hızlandırmak ve üretim verimliliğini artırmak sağlanmaktadır.

Yapılan çalışmada, bir ecek firmasının şişeleme hattı ele alınmıştır. Belirlenen hattaki tip dönüşüm sürelerinden kaynaklanan zaman kayıplarını azaltmak ve hat verimliliğini arttırmak amacıyla bir matematiksel model hazırlanmıştır. Model Gams paket programı yardımıyla çözümlenerek hazırlık zamanlarını ve toplam gecikmeyi en küçükleyecek olan ürün sıraları bulunmuştur. Çözüm sonuçları mevcut durumla karşılaştırılarak önerilen durumun işletmeye katkıları belirtilmiştir.

Çalışmanın ilerleyen bölümlerinde sırasıyla; tip dönüşüm problemi, bu konuda literatürde yer alan çalışmalar ve uygulama kısmı verilmiştir. Çalışma, elde edilen sonuçlar ve bunlara bağlı yapılan değerlendirmeler verilerek tamamlanmıştır.

TİP DÖNÜŞÜM PROBLEMİ

Tip dönüşüm süresi, bir ürünün son parçasından bir sonraki ürünün ilk parçasının üretimine kadar geçen süre olarak tanımlanmaktadır. İşletmelerde, küçük partiler halinde üretim yaparken karşılaşılan en önemli sorun model değişimi (hazırlık) için harcanan uzun zamandır. Bir çok yerde ve bir çok değişik aletle yapılan işlerde çabuk geçiş çoğu zaman imkansızdır. Çünkü zaman ve para açısından bir operasyondan öbürüne geçmek epeyce zahmetlidir (Allahverdi ve Al-Anzi, 2008).

Kalıpların ve takımların değiştirilmesi, ayarlanması, spesifikasyonlara uygun yeni ürün çıkıncaya kadar geçen süre, ayrılan hurda parçalar başlıca kayıpları oluşturur. Ayrıca, bir operasyondan diğerine geçmek işçinin çalışmasının akışını kesmektedir ve işe olan konsantresini düşürmektedir. Hazırlık süresi uzadıkça, makinanın aynı parçayı büyük miktarlarda üretmesi/işlemesi bir zorunluluk olarak karşımıza çıkmaktadır (Wang, 2008). Çünkü makine herhangi bir kalıbı en az hazırlık süresi kadar kullanılmalıdır ki makinadan alınan verim yüksek, işçilik maliyetleri düşük olsun (Ersoy,2007).

Tüm bu nedenlerden ötürü tip dönüşüm sürelerinin sistem içerisinde mümkün olduğunca kısaltılması istenir. Zaman kaybını azaltmak üretim verimliliğini, ürün kalitesini ve iş akışını hızlandırarak maliyetleri düşürmekte büyük rol oynamaktadır.

Tip Dönüşüm Sürelerini Azaltmada Kullanılan Yöntemler

Tip dönüşüm sürelerini azaltmada birçok yöntem kullanılmaktadır. Bunların bir kısmı yalın üretim tekniklerine, bir kısmı grup teknolojisine, bir kısmı ise çizelgelemeye dayalı çözüm yöntemleridir. Bu yöntemlerin ortak özelliği farklı çözüm alternatifleri ile hazırlık zamanını azaltarak üretilen ürün miktarı, ürün kalitesi, hat verimliliği ve müşteri memnuniyetini artırmaktır.

Literatürde tip dönüşüm sürelerini azaltmada kullanılan yöntemler şunlardır:

- * **SMED (Single Minute Exchange of Die):** İç ve dış hazırlık zamanlarının entegre edilerek; hazırlık zamanını 1 dk'ya kadar düşürmek (tek parça akış)
- * **Grup Teknolojisi (GT):** Parça ve makine gruplarının oluşturulmasıyla hazırlık zamanlarının azaltılması.
- * **Çizelgeleme:** İş sıralarının belirlenmesi ile hazırlık zamanlarının azaltılması.
- * **Montaj Hattı Dengeleme:** Öncelik sıralarının belirlenmesi ile hazırlık zamanlarının azaltılması.

Bu çalışmada, uygulama yapılan firmanın üretim özelliklerine bağlı olarak çizelgelemeye dayalı olarak hazırlanan matematiksel modelleme yöntemi tercih edilmiştir.

Tip dönüşüm ve hazırlık zamanı üretimde meydana getirdikleri kayıplar nedeniyle bir çok araştırmacı tarafından inceleme konusu olmuştur. Kayıpları azaltmak amacıyla gerçek hayatta ve literatürde var olan birçok problem çeşidi için farklı yöntemler kullanılarak çözüm aranmıştır. Örneğin; Kong vd. (2017) prefabrik üretimi yapan bir firmada hazırlık zamanını azaltmak için çizelgelemeye dayalı bir çözüm yöntemi önermişlerdir. Buna karşın Karasu vd. (2014) enjeksiyon kalıpları üreten bir için SMED yöntemine dayalı bir çözüm geliştirmişlerdir. Tablo 1'de Literatürde yer alan çalışmalar problem tipi ve çözüm yöntemi açısından sınıflandırılmıştır.

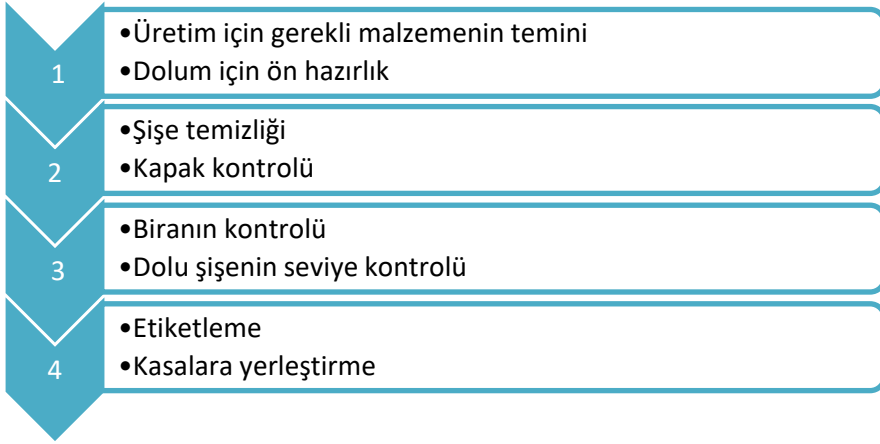
Tablo 1. Tip dönüüm problemleri ile ilgili literatürde yer alan alışmalar

Referans	Problem Tipi	özüm Yöntemi
Velez vd. (2017)	Sıra bağımlı hazırlık zamanını azaltmak için yeni formülasyonlar	izelgeleme
Kong vd.(2017)	Prefabrik üretimi yapan bir işletmede hazırlık zamanını azaltmak	izelgeleme
Baez vd. (2016)	Toplam tamamlanma zamanını azaltmak için hazırlık zamanını azaltmak	izelgeleme
Trojanowska vd. (2015)	Levha üretimi yapan bir işletmede hazırlık zamanını azaltmak	SMED
Karasu vd. (2014)	Enjeksiyon kalıp üretiminde hazırlık zamanını azaltmak	SMED
Almomani vd. (2013)	En iyi ve en kısa hazırlık tekniğini bulmak	SMED
Aydeniz (2000)	İş yükleme problemlerinin çözümünde toplam hazırlık sürelerini azaltmak	GT

Tablo 1 incelendiğinde; geçmiş yıllarda yapılan çalışmaların SMED ve Grup teknolojisi çözümleri üzerinde yoğunlaştığı ancak günümüz çalışmalarının çizelgelemeye dayalı çözümler üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Bunun nedeni üretim ortamlarının daha karmaşık ve daha modern hale gelmesi nedeniyle modellemeye dayalı çözüm yöntemlerinin daha iyi sonuçlar vermesidir.

II. UYGULAMA

Bu alışamada Ankara'da bulunan bir ecek firmasının şişe 2 hattı ele alınmıştır. şişe 2 hattı, şişe ürün bazındaki siparişleri karşılamayı amaçlayan otomatik bir hattır. Bu hat üzerinde tip dönüüm süreleri incelenerek mevcut durum üzerinde iyileştirme yapılması planlanmıştır.



Ŗekil 1. ŞiŖe 2 hattı dolum süreci

ŞiŖe 2 hattında 50 farklı çeŖit ürünün dolum iŖlemi yapılmaktadır. Ŗekil 1’de bu hatta yapılan dolum iŖleminin adımları verilmiŖtir. Her bir ürünün dolumu için makinelerin ayarı ve temizliği yapıldığından ciddi zaman kayıpları yaŖanmaktadır.

Fabrika içinde bir üründen baŖka bir ürüne geçerken boŖ ŖiŖe süpürme, inspektör, sıfır ŖiŖe yıkama, dolum, pastörizasyon, etiket, paketleme ve çoklu ambalaj makinelerinin iç ayarlarında ve bu makinelerin bant ayarlarında deđiŖiklikler yapılmaktadır. Ayrıca her dönüşüm öncesi CIP olarak kısaltılan (Clean-in place) iŖlemler uygulanmaktadır. ŞiŖe 2 hattında ürünler arası geçişlerde yapılan tip dönüştürme faaliyetleri Tablo 2’de verilmiŖtir. alıŖmada ŖiŖe 2 hattında en çok üretilen 6 ürün çeŖidi dikkate alınmiŖtir.

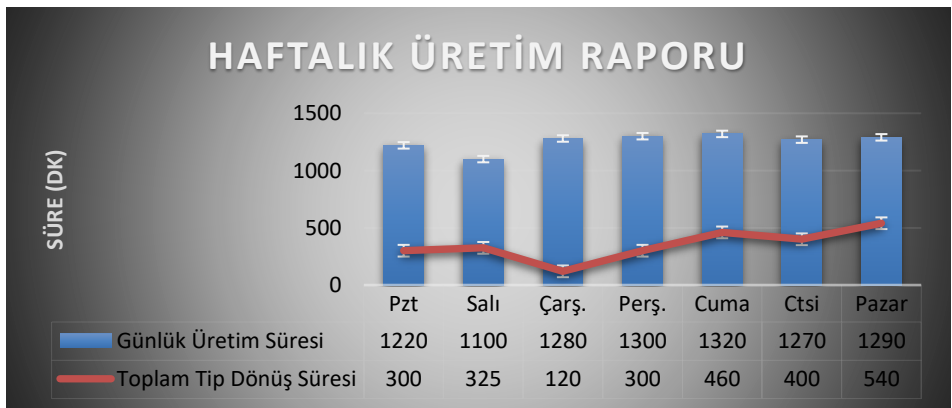
Tablo 2. Şişe 2 hattı tip değişim CIP matrisi

↪	Ürün1	Ürün2	Ürün3	Ürün4	Ürün5	Ürün6
Ürün1		Hat Cıp + Makine Kostik Cıp	Durulama İle Bitirme	Hat Cıp + Makine Kostik Cıp	Durulama İle Bitirme	Durulama İle Bitirme
Ürün2	Durulama İle Bitirme		Durulama İle Bitirme	Durulama İle Bitirme	Durulama İle Bitirme	Durulama İle Bitirme
Ürün3	Durulama İle Bitirme	Hat Cıp + Makine Kostik Cıp		Hat Cıp + Makine Kostik Cıp	Durulama İle Bitirme	Durulama İle Bitirme
Ürün4	Hat Cıp + Makine Kostik Cıp	Hat Cıp + Makine Kostik Cıp	Hat Cıp + Makine Kostik Cıp		Hat Cıp + Makine Kostik Cıp	Hat Cıp + Makine Kostik Cıp
Ürün5	Durulama İle Bitirme	Hat Cıp + Makine Kostik Cıp	Durulama İle Bitirme	Hat Cıp + Makine Kostik Cıp		Durulama İle Bitirme
Ürün6	Hat Cıp + Makine Kostik Cıp	Hat Cıp + Makine Kostik Cıp	Hat Cıp + Makine Kostik Cıp	Hat Cıp + Makine Kostik Cıp	Hat Cıp + Makine Kostik Cıp	

Problem Tanımı

Şişe 2 hattında dolumu yapılan ürün sayısının fazla olması tip dönüşüm faaliyetlerinin sayısını buna bağlı olarak bu işlemler için gerekli zamanı da arttırmaktadır. Bu da üretim verimliliğini düşüren etken haline gelmektedir.

Firmada yapılan bir haftalık inceleme sonucunda her üretim tipi değişiminde 30-35 dakikadan - 5 saate kadar zaman kayıpları meydana geldiği belirlenmiştir. Örneğin; ürün 5'in dolumdaki toplam işlem süresi 528 dakika olup bunun 140 dakikasının hazırlık zamanı olarak kullanıldığı gözlemlenmiştir. Grafik 1'de haftalık inceleme sonucu tip dönüşüm süreleri nedeniyle meydana gelen kayıplar verilmiştir.



Grafik 1. Haftalık üretimde tip dönüşüm nedeniyle meydana gelen zaman kayıpları

Grafik 1 incelendiğinde; meydana gelen zaman kayıpları yukarıda belirtilen farklı sebeplerden ötürü günlere göre değişkenlik göstermektedir. Tip dönüşüm sürelerinin tüm üretim zamanının %20'sini oluşturduğu gözlemlenmiştir. Meydana gelen zaman kayıplarının nedenleri incelendiğinde;

- Dolum yapılacak şişe boyutları ve şişe çapları,
- Etiket, kapak türlerinin farklılığından dolayı garnitür adı verilen makine parçalarının değiştirilmesi,
- Farklı sürelerde uygulanan CIP işlemi,
- Tip dönüşüm sayısının fazla olması,
- Dönüşlerin belli bir sırada yapılmaması,
- Operatörler ve mühendisler arasında doğru bilgi akışının sağlanamaması,
- Operatör sayısının yetersizliği,
- Operatörlerin sadece kendi makineleri üzerine bilgi sahibi olmaları,

gibi birçok durumun tip dönüş sürelerinin beklenenden uzun sürmesine neden olduğunu ortaya koymuştur.

Çalışmada, firmada yer alan tüm bu problemleri gidermek için çizelgeleme mantığına dayalı bir matematiksel model hazırlanmıştır. Model, ürünler için standart bir üretim sırası belirleyerek mevcut durum üzerinde var olan bu zaman kayıplarını azaltmış böylece hat verimliliğini artırmayı sağlamıştır. Çalışmanın devam eden bölümünde matematiksel model ve çözüm sonuçları verilmiştir.

Kullanılan Matematiksel Model

Problemin çözümü için kullanılan matematiksel model Özçelik ve Saraç'ın (2009) yaptığı çalışmadan alınmıştır. Öncelikle Tablo 3 ve Tablo 4'de modelin girdileri-çıktıları verilmiştir. Sonrasında ise notasyonları ve karar değişkenleri ile birlikte kullanılan model verilmiştir.

Tablo 3. Matematiksel modelin girdileri

Üretim ekipmanları
Ürün çeşitleri
Ürün miktarı
Üretim planları
CIP süreleri
Talep miktarları
Standart tip dönüşüm süreleri
Ürünün alt bileşenleri
Tip dönüşlerinde kullanılan garnitür çeşitleri
Operatör sayısı

Tablo 4. Matematiksel modelin çıktıları

Ürün sayısı
Ürün çeşidi
Tip dönüşlerinden kaynaklanan maliyet kayıpları
Tip dönüşüm süreleri
İyileştirilmiş üretim planı

Notasyonlar:

n : iş sayısı

p_j : j işinin dolum makinesindeki birim işlem süresi

h_j : ilk sıradaki işin (j) sıra bağımlı hazırlık süresi (başlangıç hazırlık süresi)

s_{ij} : i işi j işinden önce sıralandığında tip dönüşüm süresi

V_j : j . ürünün üretim talebi

R_j : j . ürünün toplam üretim zamanı

M : çok büyük bir pozitif tamsayı

Karar değişkenleri:

y_{jk} : 1, j işi k . sıraya atanırsa

0, dd

$z_{ijk} : 1, j$ işi k . sıraya atanırsa ve i işinden hemen sonra yapılacaksa
0, dd

C_j : j işinin tamamlanma zamanı

C_{max} : son işin (sıralamada n . sıradaki işin) tamamlanma zamanı

Amaç fonksiyonu

$$\text{Min } Z = C_{max} \quad (1)$$

Kısıtlar

$$C_j + M(1 - y_{jk}) \geq h_j + p_j \quad \forall j, k=1, j, k \in N \quad (2)$$

$$C_j - C_i + M(1 - z_{jk}) \geq s_{ij} + p_j \quad \forall i \neq j, k > 1, i, j, k \in N \quad (3)$$

$$1 + z_{jk} \geq y_{ik-1} + y_{jk} \quad \forall i \neq j, k > 1, i, j, k \in N \quad (4)$$

$$\sum_{k \in N} y_{jk} = 1 \quad \forall k \in N \quad (5)$$

$$\sum_{k \in N} z_{jk} = 1 \quad \forall j \in N \quad (6)$$

$$C_{max} \geq C_j \quad \forall i \neq j, k = n \in N \quad (7)$$

$$y_{jk} \in \{0, 1\} \quad \forall j, k \in N \quad (8)$$

$$z_{ijk} \in \{0, 1\} \quad \forall j, k \in N \quad (9)$$

$$C_j \geq 0 \quad \forall j \in N \quad (10)$$

$$C_{max} \geq 0 \quad (11)$$

Amaç fonksiyonu son işin tamamlanma zamanını en aza indirmektedir. Kısıt (2) ilk işin ve kısıt (3) k . ($k > 1$) sıradaki işin tamamlanma zamanını belirlemektedir. Kısıt (4) z_{ijk} karar değişkenininin 1 veya 0 değerini almasını sağlamaktadır. Kısıt (5) ve (6) sırasıyla her konuma yalnızca bir işin atanmasını ve bir işin yalnızca bir konuma atanmasını sağlamaktadır. Kısıt (7) son işin tamamlanma zamanını belirlemektedir. Kısıt (8) - (11) karar değişkenlerine ait işaret kısıtlarıdır.

Matematiksel Modelin Çözümü Ve Elde Edilen Sonuçlar

Hazırlanan matematiksel modelin çözümü GAMS paket programı yardımıyla yapılarak hazırlık zamanlarını ve toplam gecikmeyi en küçükleyecek olan ürün sıraları bulunmuştur.

Firmanın mevcut durumu ve modelin çözümü ile elde edilen sonuçlarının karşılaştırması Tablo 5'de verilmiştir. Bu karşılaştırma üretim sırası, toplam üretim süresi, toplam tip dönüşüm süresi ve hat verimliliği faktörleri dikkate alınarak yapılmıştır.

Tablo 5. Firmanın mevcut durumu ile elde edilen sonuçların karşılaştırması

Mevcut Durum		Modelin Sonuçları	
Ürün talebi	1000'er adet	Ürün talebi	1000'er adet
Üretim sırası	150628	Üretim sırası	150628
	150781		150465

	150015		150781
	150785		150785
	150465		150015
Toplam üretim süresi	2050 dk	Toplam üretim süresi	1440 dk
Toplam tip dönüştürme süresi	1230 dk	Toplam tip dönüştürme süresi	625 dk
Hat verimliliği	%40	Hat verimliliği	%57*

Tablo 5 incelendiğinde; matematiksel model sonucu elde edilen ürün sırası ile mevcut durum üzerinde **%17**'lik bir artış sağlanmıştır. Üretim zamanında Bu durum aynı zamanda siparişlerin zamanında karşılanması ile müşteri memnuniyetinin de artmasını sağlamıştır. Ayrıca ürünlerin üretimi için standart bir üretim sırası da oluşturulmuştur.

III. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Ürün çeşitliliğinin fazla olduğu firmalarda her bir ürün için gerekli üretim süresi hazırlık zamanlarının fazla olması nedeniyle artış göstermektedir. Bu durum üretim süreci içerisindeki bir çok prosesi olumsuz etkilemektedir. İşlerin- Operasyonların zamanında tamamlanamamasından müşteri memnuniyetsizliğine kadar uzanan bu evreyi düzenlemenin ilk adımı ürünlerin hazırlık zamanlarını/tip dönüştürme faaliyetlerini azaltmayı sağlamaktır. Böylece hem üretim işleyişi hem de üretim maliyet üzerinde ciddi iyileştirmeler sağlanabilmektedir.

Bu çalışmada, ankarada bulunan dolun hattındaki toplam tamamlanma zamanını en küçükleyecek ürün sırasını veren bir matematiksel model kullanılarak tip dönüşüm sürelerinin minimizasyonu sağlanmıştır. Mevcut sistemin girdileri, önerilen sistem üzerinde denenmiş ve mevcut sisteme göre optimal sonuçlar elde edilmiştir. Böylece üretim planı kararlarının hızlı bir şekilde alınması amaçlanmıştır.

Çalışma mevcut sistem üzerinde **%17**'ye varan bir iyileştirme sağlamaktadır. Ayrıca ileriki çalışmalar olarak; firmanın isteği doğrultusunda matematiksel modelin kısıtlarını dikkate alarak çalışan bir karar destek sistemi tasarlanması planlanmıştır.

KAYNAKÇA

Allahverdi, Ali ve Al-Anzi, Fawaz S. (2008), "The two-stage assembly scheduling problem to minimize total completion time with setup times", *Computers & Operations Research*, 2740-2747.

Almomani, Muhammed Ali et. al. (2013), "A Proposed Approach For Setup Time Reduction Through Integrating Conventional SMED Method With Multiple Criteria Decision-Making Techniques", Computers & Industrial Engineering, 66(2), 461-469.

Aydeniz, Nihat, (2000), " İş Yükleme Problemlerinin Çözümünde Toplam Hazırlık Sürelerini En Aza İndirmeye Yönelik Bir Araştırma", *Dokuz Eylül Üniversitesi İİBF Dergisi*, 133-149.

Baez, Sarahi et. al. (2016), "Time-Dependent Formulations For Minimizing Total Completion Time in A Parallel Machine Scheduling Problem With Dependent Setup Times", *IFAC-PapersOnLine*, 49(12), 857-862.

Ersoy, Ahmet, (2007), "Yalın Üretim Tekniklerinden Hızlı Kalıp Değişimi Ve Bir İmalat İşletmesi Uygulaması ", *Doktora Tezi Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.*

Karasu, M.Kemal ve diğerleri (2014), "Improvement Of Changeover Times Via Taguchi Empowered SMED/Case Study On Injection Molding Production", Measurement, 47, 741-748.

Kong, Liulin et.al. (2017), "Optimal Single-Machine Batch Scheduling For The Manufacture, Transportation And JIT Assembly Of Precast Construction With Changeover Costs Within Due Dates", Automation in Construction, 81, 34-43.

Özçelik, Feriştah ve Saraç, Tuğba (2009), "Sıra Bağımlı Hazırlık Süreli İki Ölçütlü Tek Makine Çizelgeleme Problemi İçin Sezgisel Bir Çözüm Yöntemi", *Endüstri Mühendisliği Dergisi ÜAS Özel Sayısı*, 22(4), 48-57.

Trojanowska, Justyna et. al. (2015), "Shortening Changeover Time—An Industrial Study", *10 th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*, 1-6.

Velez, Mario C. et. al. (2017), "A Beam Search Heuristic For Scheduling A Single Machine With Release Dates And Sequence Dependent Setup Times To Minimize The Makespan", Computers & Operations Research, 73, 132-140.

Wang, Ji-Bo, (2008), "Single-Machine Scheduling with Past-Sequence-Dependent Setup Times and Time-Dependent Learning Effect", *Computers & Industrial Engineering*, 584-59.