

Bir Konfeksiyon Ürünü Üretiminde Dikim Hattının Farklı Yöntemler İle Dengelenmesi

*¹Mücella GÜNER, ²Meral İŞLER, ²Eda ACAR

1 Doç. Dr., Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü

2 Ar. Gör., Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü

Özet

Hat dengeleme problemi imalat sektörleri için çözülmesi en zor ve önemli problemlerden birisidir. Ancak, konfeksiyon imalatı diğer imalat sektörlerine göre farklı özelliklere sahiptir. Konfeksiyon imalatında özellikle çok sayıda elemanın çalışmakta olduğu dikim süreci için hat dengeleme önemli bir problemdir. Dikim aşaması çok sayıda operasyonu içermektedir, operasyonların büyük bir kısmı otomasyona bağlı olmayıp emek yoğun operasyonlardır. Ayrıca operasyonların birim süreleri küçüktür ve her bir operasyon küçük de olsa farklı özelliklere, farklı aparatlara sahip makinelerde yapılmaktadır. Tüm bu faktörler bir arada düşünüldüğünde hattın dengelenmesi komplike bir hale gelmektedir. Bu araştırmada bir konfeksiyon işletmesinde sweatshirt üretimi yapan dikim hattı farklı metotlar ele alınarak dengelenmiştir. Dengelenme sonucunda elde edilen sonuçlar karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Konfeksiyon üretimi, Montaj hattı dengeleme, En uzun işlem süresi yöntemi, En kısa işlem süresi yöntemi

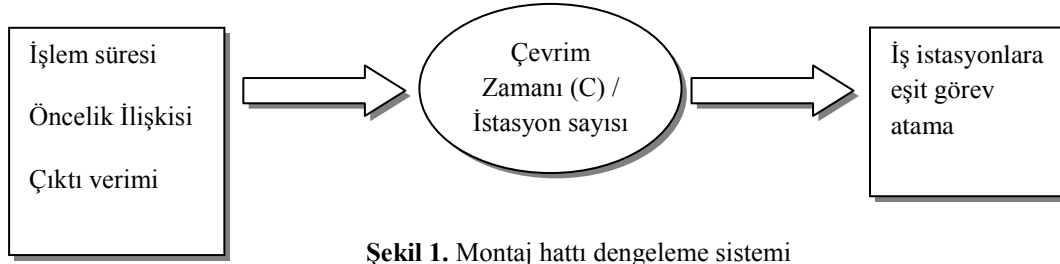
Abstract

Line balancing problem is one of the most difficult and important problem to be solved for the manufacturing sectors. However, clothing manufacturing has different characteristics compared to other manufacturing industries. In this manufacturing sector line balancing is important problem particularly the sewing operations which have many workers in itself. Sewing department includes a large number of operations and most of them are labor intensive operations. In addition, unit of time is really small for the operations, each of them has different characteristics and are processed in machines with different apparatus. Considering all these factors together, the subject of line balancing becomes quite complicated. In this study a sewing line in a clothing company producing sweatshirt are balanced with different methods. After balancing process results are compared with each other.

Key Words: Clothing manufacturing, assembly line balancing, Longest operation time, Shortest operation time

1. Giriş

Montaj hatları, üretimi yapılan iş parçalarının bir istasyondan diğerine hareket etmesiyle meydana gelen sistemlerdir. İş parçası üzerinde yapılması gereken görevlerin istasyonlara atanması yapılarak, istasyonlardaki her bir işçinin iş parçaları üzerinde daima aynı işlemleri yapması sağlanır. Böylece üretim ortamındaki zaman ve iş gücü kaybı ortadan kaldırılmış veya en aza indirilmiş olur. Görevler arasındaki öncelik ilişkileri dikkate alınarak istenen bir performans ölçütünü en iyileyecek şekilde görevlerin istasyonlara atanmasına montaj hattı dengeleme adı verilir. Bu performans ölçütleri genellikle istasyon sayısının veya çevrim süresinin en küçüklenmesidir [1].



Şekil 1. Montaj hattı dengeleme sistemi

Montaj hattı dengeleme çalışmaları model sayısı yönünden tek modelli, çok modelli ve karışık modelli; yerleşim düzeni yönünden düz hatlar, U-tipi yerleşim ve paralel hatlar şeklinde sınıflandırılmaktadır [2,3]. İşin yapısına göre ise manuel ya da otomatik olarak ikiye ayrılır. Manuel hatlarda ürün son istasyona ulaşana kadar ve bir ürün olarak çıkana kadar çoklu istasyonlar vardır. Her istasyonda toplam iş yükünün bir bölümü, bir veya daha çok işçi tarafından yapılmaktadır. İnsan unsurunun ön planda olduğu bu çeşit montaj hatlarında dengeleme yaparken, otomatik hatlara göre daha çeşitli kriterleri dikkate almak gerekmektedir [4].

Bu çalışmada, montaj hattı dengeleme probleminin dikim hattı dengeleme çalışması yapılmıştır. Konfeksiyon dikim hattı çok sayıda kısa süreli operasyondan oluşur. Ayrıca günümüzde parti adetleri azalmış, model çeşitliliği artmıştır. Her gün hattın yeniden dengelenmesi hatta gün içinde birden fazla dengeleme yapılması söz konusu olmaktadır. Tüm üretim sektörlerinde önemli bir yere sahip olan hat dengeleme problemi verimliliğin artırılması ve darboğaz oluşumunun engellenmesi açısından konfeksiyon sektörü ayrıca önem taşımaktadır.

2. Amaç, Materyal ve Metot

2.1. Amaç

Bu çalışmada bir konfeksiyon firmasının günlük (540 dk) 340 adet kapasite ile sweatshirt üretilebilmesi için üretim hattının dengelenmesi problemi ele alınmış, dengelemede iki farklı yöntem kullanılmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır.

2.2. Materyal

Hat dengelemesinin yapılması için uzun kollu, yakası patlı sweatshirt modeli seçilmiştir (Şekil 2.). Sweatshirt üretimi tek modelli düz montaj hattı şeklinde planlanmış ve dengelenmiştir. Montaj hattı dengeleme probleminin çözümünde ürüne ait görevler, bu görevlerin gerçekleştirilmesi için gerekli standart süreler ve görevler arasındaki öncelik ilişkisine ihtiyaç duyulmaktadır. Zaman etüdü çalışması ile ürüne ait görevler ve standart süreler oluşturulmuştur. Hat dengeleme problemi için operasyonlar ve çözüm için gerekli olan birim süreler ile öncelik ilişkileri Tablo 1’de yer almaktadır. Her iki yöntemde de operasyonlarda kullanılan makine tip ve özellikleri dikkate alınmamaktadır. Yalın üretim prensibine göre elemanların çok fonksiyonlu oldukları ve her özellikteki dikiş makinesini kullanabildikleri kabul edilmiştir, gereğinde bir elemana kullanması için birden fazla değişik özellikte dikiş makinesi verilebilecektir.



Şekil 2. Hat Dengelemesi Yapılan Ürün Numunesi

Tablo 1. Ürüne ait Operasyonlar ve Birim Süreleri

No	Önceki Operasyonlar	Operasyon Adı	Makine	Operasyon Birim Zamanı (dk)
1		Cep ağzı dikme	4 iplik overlok	0,2
2		Cep ağzı çıma	Düz dikiş makinesi	0,3
3	1,2	Cep dikme	Düz dikiş makinesi	1
4		Pat ucu dikme	Düz dikiş makinesi	0,7
5	4	Patı bedene dikme+ pat altı dikme	Düz dikiş makinesi	1,10
6	1,2,3,4,5	Omuz çatma	4 iplik overlok	0,4
7	1,2,3,4,5,6	Yaka dikme/pat temizlik	4 iplik overlok	1,5
8	1,2,3,4,5,6,7	Pat ve yaka ucu çıması	Düz dikiş makinesi	1,15
9	1,2,3,4,5,6,7,8	Kol takma	4 iplik overlok	0,55
10	1,2,3,4,5,6,7,8,9	Yan birleştirme	4 iplik overlok	1,10
11	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10	Kol reçme	Reçme	0,3
12	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11	Etek reçme	Reçme	0,5
13	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12	Yırtmaç temizleme	4 iplik overlok	0,3
14	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13	Yırtmaç iç dikişi/yırtmaç gaze	Düz dikiş makinesi	0,45

Toplam: 9,55

2.3. Metot

Araştırma kapsamında hat dengeleme probleminin çözümünde En uzun işlem süresi (Longest operation time) yöntemi ve en kısa işlem süresi (Shortest operation time) yöntemi kullanılmıştır.

2.3.1. En uzun işlem süresi (Longest operation time) yöntemi

En uzun işlem süresi yöntemi ile çözümde aşağıdaki adımlar izlenir[5];

Adım 1: Kendinden bir önce gelen iş öğeleri (en yakın öncelleri) belirlenir.

Adım 2: İş öğeleri işlem sürelerine göre büyükten küçüğe doğru sıralanır.

Adım 3: Kendinden önce atanması gereken iş sayısı en az olandan başlanır. Bu iş öğelerinin birden fazla olması halinde işlem süresi en büyük olan seçilir.

Adım 4: Aynı istasyona, atanmış iş zamanlarının toplamına bakılarak ve bu toplamın çevrim süresini aşmamasına dikkat edilerek atamaya devam edilir.

2.3.2. En kısa işlem süresi (Shortest operation time) yöntemi

Bu yöntem ile çözümde aşağıdaki adımlar izlenir[5];

Adım 1: Kendinden bir önce gelen iş öğeleri (en yakın öncelleri) bakılarak dikkate alınır.

Adım 2: İş öğeleri işlem süreleri esas alınarak küçükten büyüğe sıralanır.

Adım 3: Kendinden önce atanması gereken iş sayısı en az olandan başlanır. Bu iş öğelerinin birden fazla olması halinde işlem süresi en küçük olan seçilir.

Adım 4: Aynı istasyona, atanmış iş zamanlarının toplamına bakılarak ve bu toplamın çevrim süresini aşmamasına dikkat edilerek atamaya devam edilir.

Adım 5: Kalan iş öğeleri önceki adımlarda belirtilenlere göre, atanmaya devam edilir. Bütün işler atandığında son istasyon toplam istasyon sayısını verir.

3. Bulgular

Ele alınan sweatshirt dikim hattı dengelenmesi probleminde öncelikle çevrim zamanı ve öncelik ilişkilerinin belirlenmesi gerekmektedir. Günlük üretim süresi ve üretim adedine ait veriler kullanılarak çevrim süresi (1) numaralı formül ile hesaplanır.

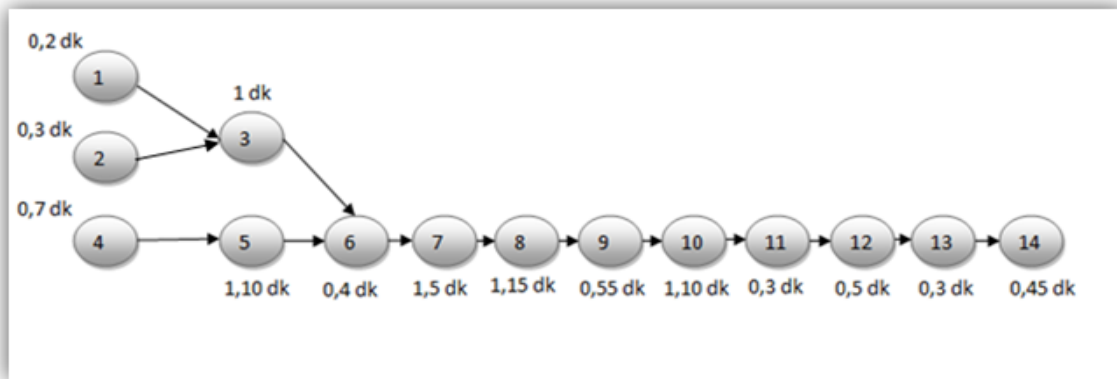
$$C = \frac{T}{N} \quad C = \frac{540}{340} = 1,58 \quad (1)$$

C: Çevrim süresi

T: Günlük üretim süresi

N: Üretilmesi istenen ürün sayısı

Problem çözümü için belirlenmiş olan öncelik ilişkilerine göre öncelik diyagramı Şekil 3 'teki gibi oluşturulmuştur.



Şekil 3. Öncelik diyagramı

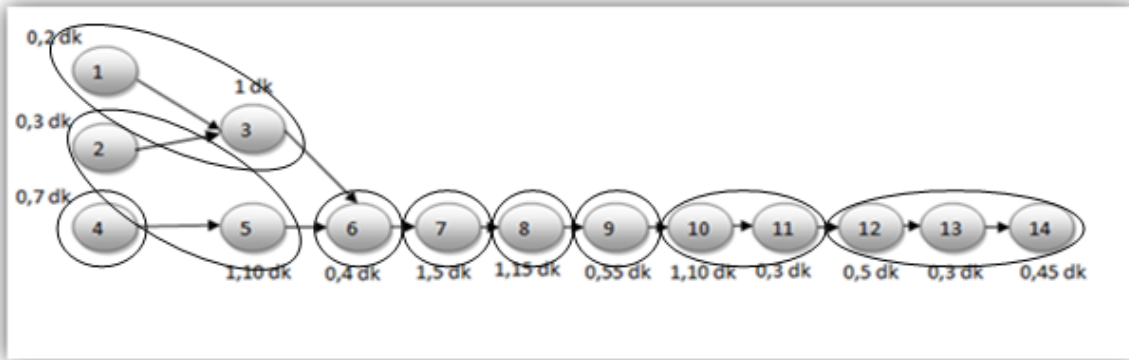
Şekil 3’de verilmiş olan öncelik diyagramında yuvarlak içinde bulunan rakamlar işlem numaralarını, üstte yer alan değerler ise birim zamanların dakika cinsinden değerlerini göstermektedir.

Hattın dengelenmesi önce en uzun işlem süresi yöntemine göre yapılmıştır. Bu yönetime göre;

- 1, 2, 4 numaralı iş öğelerinin öncelleri olmadığından ve işlem süresi en büyük olmasından dolayı 4 numaralı iş öğesi ilk olarak atanır.
- İlk atama yapıldıktan sonra öncelleri bulunmayan iş öğeleri 1, 2 ve 5’tir. 5 numaralı iş öğesinin işlem süresi 1,10 dk olduğundan, 1. istasyona atanması durumunda çevrim süresi olan 1,58 dk’ı geçeceği için ikinci istasyona geçilir. Bu durumda 1. istasyonda 0,88 dk’lık boş zaman kalmaktadır.
- 2. istasyona atanacak öncelleri bulunmayan iş öğeleri sırasıyla 5, 2 ve 1’dir. Bu üç iş öğesi arasından işlem süresi en büyük olan 5 numaralı iş öğesinin ataması yapılır ve atamadan sonra 0,48 dk’lık boş zaman kalır.
- İşlem sürelerine göre kalan zaman dilimi için 2 numaralı iş öğesi iş öğesi atanır ve geriye kalan 0,18 dk’lık boş zaman dilimi için uygun bir işlem olmadığı için bir sonraki istasyona geçilir.
- 3. istasyona atanabilecek önceli bulunmayan iş öğesi 1’dir. 1 numaralı iş öğesinin ataması yapılır ve ardından önceli bulunmayan 3 numaralı iş öğesi atanır. Geriye 0,38 dk’lık boş zaman kalmaktadır.
- Bir sonraki atama için çevrim süresi aşılabacağından 4. istasyona geçilir. Bu istasyon için önceli bulunmayan 6 numaralı iş öğesi seçilir. Bu atamadan sonra geriye 1,18 dk’lık boş zaman kalmasına rağmen bir sonraki işlem süresi uzun olduğundan dolayı 5. İstasyon için atama yapmaya devam edilir.
- Bundan sonraki işlem basamakları ardışık olarak birbirini takip etmektedir. İşlem süreleri büyük olduğu için aynı istasyona atama yapılamamaktadır ve sırasıyla 5. 6. ve 7. istasyonlara sırasıyla 7. 8. ve 9. iş öğeleri atanır.
- Bu atamalardan sonra gelen 10 numaralı iş öğesi, ardından gelen 11 numaralı iş öğesiyle birlikte 8. istasyona atanır. Son olarak sırasıyla 12, 13 ve 14 numaralı iş öğelerinin ataması 9. istasyona yapılır. Bu yöntem uygulanarak 9 istasyon oluşturulmuştur ve Tablo 2’de gösterilmektedir.

Tablo 2. Problemin en uzun işlem süresi yöntemi ile istasyonlara ayrılması

İstasyon	Atanan iş öğeleri	İşlem süreleri (dk)	İstasyondaki toplam iş zamanı (dk)
1	4	0,7	0,7
2	5 2	1,10 0,3	1,40
3	1 3	0,2 1	1,2
4	6	0,4	0,4
5	7	1,5	1,5
6	8	1,15	1,15
7	9	0,55	0,55
8	10 11	1,10 0,3	1,43
9	12 13 14	0,5 0,3 0,45	1,25

Toplam=9,55**Şekil 4.** Öncelik Diyagramının En Uzun İşlem Süresi Yöntemine Göre İstasyon Gösterimi

En uzun işlem süresi yöntemi kullanılarak dengelenen 9 istasyonlu dikim hattının, hat etkinliği (2) numaralı formül uygulanarak %67 olarak bulunmuştur.

$$E = \frac{T}{k.C} \times 100 \quad (2)$$

E: Etkinlik

T: Günlük üretim süresi

k: istasyon sayısı

C: Çevrim süresi

$$\frac{9,55}{9 \times 1,58} \times 100 = 67$$

Sweatshirt üretim hattının dengelenmesinde ikinci olarak en kısa işlem süresi (Shortest operation time) yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem ile çözümde materyal ve metot bölümünde ayrıntılı olarak anlatılan adımlar izlenmiştir, buna göre;

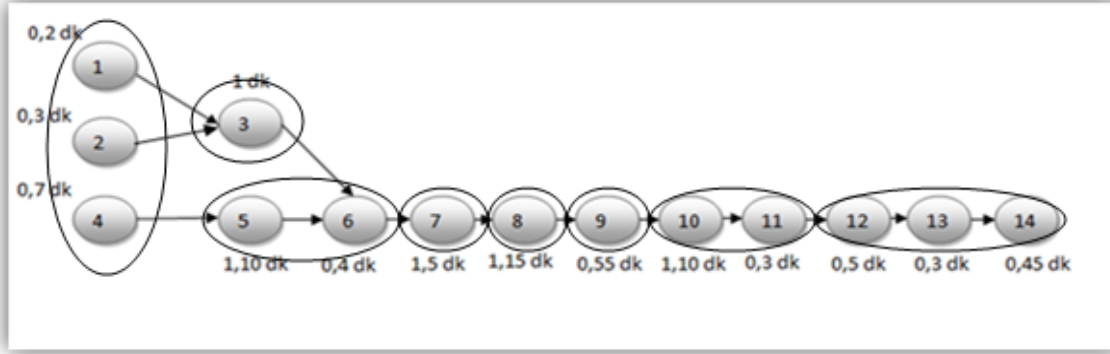
- Problemden 1, 2 ve 4 numaralı iş öğelerinin öncelleri bulunmamaktadır. 1 numaralı iş öğesinin işlem süresi en küçük olduğu için ilk istasyona atanması yapılır.
- Sonrasında, önceli bulunmayan iş öğeleri 2 ve 4 olarak belirlenir. Bu durumda aynı istasyon için en kısa işlem süresine sahip olan 2 numaralı iş öğesinin atanması yapılır. Toplam iş zamanı $0,2+0,3=0,5$ dakika olduğundan aynı istasyona atama yapmaya devam edilir.
- Öncülü bulunmayan 4 ve 3 numaralı iş öğelerinden işlem süresi küçük olan 4. işlem seçilir. Böylelikle 1. istasyon için toplam iş süresi 1,2 dk olarak hesaplanmış ve geriye 0,38 dk'lık boş zaman kalmıştır. Fakat işlem süreleri arasında bu kadarlık bir iş öğesi olmadığından, başka bir atama yapılamaz.
- 2. istasyon için öncülü bulunmayan 3 ve 5 numaralı iş öğelerinden işlem süresi kısa olan 3 numaralı işlem seçilir. Kalan 0,58 dk'lık boş süreye rağmen daha fazla atama yapılamaz ve 3. istasyon için öncülü bulunmayan tek işlem olan 5 ve takiben 6 numaralı iş öğeleri atanır.
- Bundan sonra gelen işlemler ardışık olduğundan çevrim süresini aşmayacak şekilde 7, 8 ve 9 numaralı işlemler sırasıyla 4, 5, ve 6. istasyonlara atanır. 10 ve 11 numaralı iş öğelerinin 7. istasyona atanması yapıldıktan sonra 12, 13 ve 14 numaralı iş öğeleri 8. istasyona atanır.

Tablo 3. Problemin En Kısa İşlem Süresi Yöntemi İle İstasyonlara Ayrılması

İstasyon	Atanan iş öğeleri	İşlem süreleri (dk)	İstasyondaki toplam iş zamanı (dk)
1	1 2 4	0,2 0,3 0,7	1,2
2	3	1	1
3	5 6	1,10 0,4	1,50
4	7	1,5	1,5
5	8	1,15	1,15
6	9	0,55	0,55
7	10 11	1,10 0,3	1,43
8	12 13 14	0,5 0,3 0,45	1,25

Toplam=9,55

Yöntemin uygulanması sonucunda hatta oluşturulan 8 istasyon ve bu istasyonlara atanan iş öğeleri Şekil 5'te gösterilmektedir.



Şekil 5. Tişört öncelik diyagramının en kısa işlem süresi yöntemine göre istasyon gösterimi

Bu yöntemle hat etkinliği %75,5 olarak bulunmuştur.

$$E = \frac{T}{k.C} \times 100 = \frac{9,55}{8 \times 1,58} \times 100 = 75,5$$

4. Sonuç ve Değerlendirme

Konfeksiyon işletmeleri için pratik ve esnek çözüm yöntemlerinin uygulanması ve üretimin mümkün olduğunca yüksek bir verimlilikte gerçekleştirilmesi rekabet ortamının gerektirdiği şartlardan bir tanesidir. Dikimhane konfeksiyon işletmesinde en çok personelin çalıştığı ve kısa süreli çok fazla operasyondan oluşan bir bölümdür. Bu yüzden dikim hattı dengeleme çözümü zor problemlerden biridir. Literatür incelendiğinde, montaj hattı dengeleme problemi konusuna ilişkin birçok çalışma yapıldığı görülmüştür. Değişik hat dengeleme yöntemlerinin uygulanması sonucu hat verimlilikleri aynı çıkabildiği gibi farklı sonuçlara da ulaşmak mümkündür. Güner ve ark.(2013) yapmış oldukları çalışmada toplam standart süresi 4,22 dk olan t-shirt dikim hattı dengelemişler ve kullandıkları yöntemlerde hat verimliliklerini eşit elde etmişlerdir. Bu araştırmada 9,55 dk standart zamanlı sweatshirt dikim hattı dengelendiğinde kullanılan yöntemlerden en kısa işlem süresi yöntemine göre elde edilen hat verimi en uzun işlem süresi yöntemine göre daha iyi sonuçlar vermektedir. En kısa işlem süresine göre bulunmuş olan istasyon sayısı en uzun işlem süresi yöntemiyle elde edilen istasyon sayısından daha az sayıda hesaplandığından verimlilik değeri daha yüksek olarak bulunmuştur. Sonuçlardaki bu farklılığa, ürün standart süresi ve bir istasyona birden fazla işlem atanması sonucu istasyon sayısındaki değişimler etki etmektedir.

Bu tip hat dengelenme uygulamalarında, dengeleme esnasında ortaya çıkan; görevlerin zorluk dereceleri, taşıdıkları tehlike riski, gibi iş gücü performansında farklılığa yol açabilecek faktörler ve farklı işlemlerde görev alacak olan işçinin kapasitesinin yeterli düzeyde olması gerektiği göz ardı edilmemelidir. Bununla birlikte hatta çalışacak işçilerin farklı tip makinelerde çalışabilme becerisinin olması da önem taşımaktadır.

Kaynaklar

1. Özcan, U., Peker, A. 2007." Karışık Modelli U-Tipi Montaj Hatlarında Hat Dengeleme Ve Model Sıralama Problemleri İçin Yeni Bir Sezgisel Yaklaşım" Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. Cilt 22, No 2, 277-286,

2. Dileep, R. S., Production Planning and Industrial Scheduling Second Edition, Hardcover, CRC Pres, USA, 2008, pp 296-313.
3. Heizer, J., B. Render, Operations Management, Pearson Education, USA, 2008, pp 366-370.
4. Çakır B., 2006, “Stokastik İşlem Zamanlı Montaj Hattı Dengeleme İçin Tavlama Benzetimi Algoritması”, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
5. Güner M., Yücel Ö., Ünal C., 2013, “Applicability of different Line Balancing Methods in The Production of Apparel”, Tekstil ve Konfeksiyon, 23(1).