

DİKİM BANDINDA SİMULASYONLA BANT DENGELEME

LINE BALANCING BY SIMULATION IN A SEWING LINE

Senem KURŞUN
İstanbul Teknik Üniversitesi
Tekstil Mühendisliği Bölümü
e-mail: kursuns@itu.edu.tr

Fatma KALAOĞLU
İstanbul Teknik Üniversitesi
Tekstil Mühendisliği Bölümü

ÖZET

Bu çalışmanın amacı konfeksiyon işletmelerinde simülasyon metoduyla bant dengelemeyi gerçekleştirmektir. İlk olarak pantolon dikim bandında iş zaman etüdü yapılmıştır. Daha sonra, toplanan veri dağılım uygunluğu ve teorik dağılımlara uygunluk için Kolmogorov-Smirnov testine tabi tutulmuştur. Ardından modeli kurmak için, elde edilen verilere ait dağılımlar simülasyon modeline transfer edilmiştir. Model kurulduktan sonra çalıştırılmış ve modelin geçerliliği gerçek sistem ile karşılaştırılarak sınanmıştır. Modeli kurmak için ENTERPRISE DYNAMICS simülasyon programı kullanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Pantolon dikim hattı, Simülasyon, Modelleme, Konfeksiyon.

ABSTRACT

The aim of this study is to show line balancing in a clothing manufacturing by simulation. To do this, firstly a detailed work and time studies were done among the line. Secondly, collected data was tested for distribution fit and Kolmogorov-Smirnov test for goodness of fit. Then, to set up the model, all fitted data gathered from the line was transferred to simulation model. As soon as the model was set up, it was run. The verification of model was done by comparing with the actual system. To set up the model, Enterprise Dynamics simulation program was used.

Key Words: Pants sewing line, Simulation, Modelling, Clothing manufacturing.

Received: 05.09.2009

Accepted: 08.07.2010

1. GİRİŞ

Konfeksiyon işletmeleri çok fazla iş-gücü gerektirdiğinden ve karmaşık bir yapıya sahip olduğundan düşük verimlilik, ürün miktarının azlığı ve üretim planlamanın zorluğu gibi sorunları vardır. Bu yapı altında konfeksiyon işletmelerine otomasyon sistemini adapte etmek oldukça zordur. Gerek üretim sistemi performansının artırılmasını sağlayacak önerilerin sunulması ve gerek sistemin organizasyon açısından incelenmesi için kullanılabilir yöntemlerden biri simülasyondur (1-3).

Konfeksiyon işletmelerindeki dikim hatları, çok fazla iş-gücü gerektirdiğinden işletmelerde verimin en düşük olduğu bölümdür. Atölye ortamındaki belirsizlikten dolayı üretim planlamanın zor olması, konfeksiyon imalatının hızını ve verimliliğini etkilediğinden dikim hatlarında darboğaz işleminin araştırılması ve çözüm önerilerinin ortaya koyulması gerekmektedir. Bu doğrultuda işçi maliyetlerini göz önünde bulundurarak proses içi stok sayısını azaltmak ve dikim hatlarını dengelemek verim-

liliği arttırmak açısından önem teşkil etmektedir (4-7).

Konfeksiyon işletmelerinde hat dengeleme çalışmalarına bakıldığında;

Cocks ve Harlock çalışmasında herhangi bir konfeksiyon işletmesinin dikim bölümünün üretimini modellemek için Fortran 77'de bir simülasyon programı yazmıştır. Programda dikim bölümündeki işlemler, makineler ve yaptığı işler, çevrim zamanları, iş sıraları, sistemdeki iş miktarı tanımlanmıştır (8). Rajakumar ve arkadaşları ise, konfeksiyon işletmesinde az iş yükü olan işçilere yeni işler atayarak üretim hattını dengelemeye çalışmıştır. Bunun için bir bilgisayar simülasyon programı C++'da yazmış ve çizelgeleme stratejisi olarak rastgele, kısa işlem süresi önce ve uzun işlem süresi önce kombinasyonlarını kullanmıştır (9). Bunlardan farklı olarak Fozzard ve arkadaşları, konfeksiyonda akış hatlarının benzetim modelini kurarken, operatörün boş kalma süresi, makine bekleme-bozulmaları, işlem süreleri gibi kriterlerin de göz önüne alınması gerektiğini, hat denetleyicisinin rolünün

de modeli kurarken önemli olduğunu fakat bunun modele aktarılmasının çok karmaşık olduğundan bahsetmiştir (10). Yine benzer olarak Zielinski ve Czacherska, bir konfeksiyon işletmesinin dikim hattının optimizasyonunu sağlamak amacıyla boş zamanları en küçükleme kriterini ele almışlardır. Hattın verimliliğini maliyetler kısıdı altında Group Witness simülasyon programı kullanarak artırmaya çalışmışlardır (11). Güner ve Ünal, bir konfeksiyon işletmesindeki t-shirt dikim hattını Arena simülasyon programı kullanarak simüle etmişlerdir. Yine Ünal ve arkadaşları, çalışmalarında konfeksiyon işletmelerindeki dikim bantlarını dengelemek için hüristik bir algoritma önermişler, ve önerdikleri algoritmayı, bir pantolon dikim hattını U-tipi ve düz hat olarak Arena simülasyon programı ile simüle ederek sınamışlardır (12-13).

Kurşun ve Kalaoğlu da, çalışmalarında t-shirt, sweatshirt ve gömlek dikim hatlarını Enterprise Dynamics simülasyon programı kullanarak simüle etmiş ve farklı senaryolar ile hatları denge-

lemeye çalışarak şirketin yatırım kararları için öneriler sunmuşlardır (14-16).

Simülasyondan farklı olarak Chan ve arkadaşları, gömlek üretim hattını genetik algoritma yardımıyla dengelemeye çalışmışlardır (17). Caputo ve Polumbo ise, jean üretimi yapan bir işletmenin üretim hattını Kilbridge ve Wester, yöntemiyle dengelemiş bunun sonucunda alınacak yatırım kararları için bir fizibilite çalışması yapmıştır (3).

Literatür araştırmalarında da görüldüğü gibi, konfeksiyon dikim hattı dengelemede matematiksel modellerden yada benzetim tekniğinden kısıtlı derecede yararlanılmıştır. Bu çalışmayla da pantolon dikim hattı, benzetim tekniği kullanılarak ENTERPRISE DYNAMIC simülasyon programı ile dengelenmeye çalışılmıştır. Bunun için önce işletmede hat boyunca detaylı iş

zaman etüdü yapılmış, ardından toplanan verileri programa girebilmek için teorik dağılımlara uygunluk ve Kolmogorov-Smirnov testi uygulanmıştır. Modelin kurulmasıyla veriler programa girilmiş ve modelin geçerliliği gerçek sistem ile karşılaştırılarak sınanmıştır.

2. DENEYSEL ÇALIŞMA

2. 1. Pantolon üretim hattı akışı

Pantolon üretimi, iş sırasına bağlı olarak bir çok kumaş parçasının birleştirilmesiyle gerçekleşmektedir. Şekil 1, pantolon üretimi için gerekli olan üretim akışını göstermektedir.

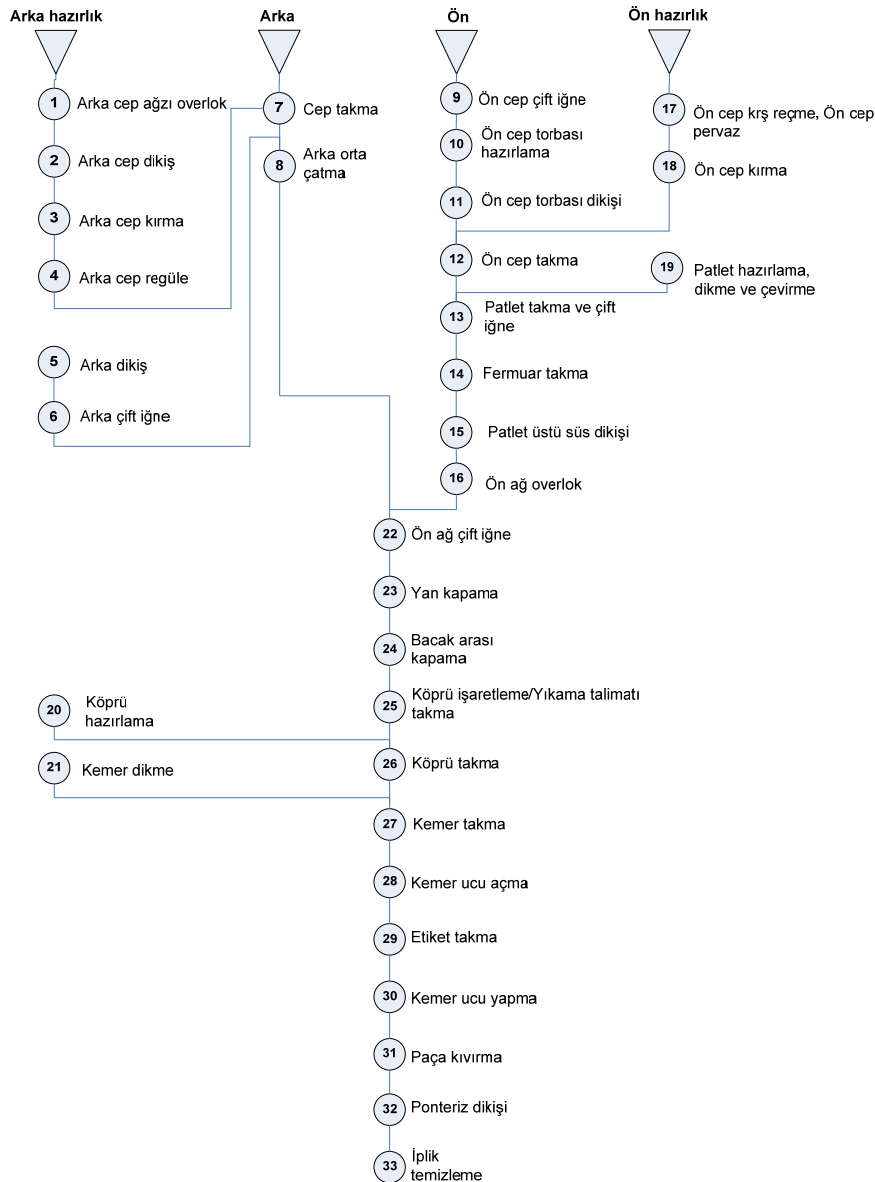
2. 2. İş & Zaman Etüdü

Pantolon üretim hattını analiz edebilmek için öncelikle detaylı bir iş zaman

etüdü hat boyunca gerçekleştirilmiştir (18).

Sonuçta gerek gözlem, iş zaman etüdü, gerek kayıtlar incelenerek hattan aşağıdaki bilgiler elde edilmiştir:

- İşin adı,
- Makine no,
- Operatör no,
- Tezgah adı,
- Rota (operasyon sırası),
- Hazırlık süresi,
- İşlem süresi,
- Operatörün kaç farklı iş yaptığı,
- Operatörün işlem yapmadaki öncelik sırası.



Şekil 1. Pantolon dikim hattı akışı

Bilindiği üzere bir üretim hattında bir çok faktör işlem süresini etkilemektedir; operatörün psikolojik durumu, işe yatkınlığı, kumaş ve malzeme özelliği, çevre şartları, işin kalite seviyesi vs Bu yüzden, bir işlemin gerçek işlem süresini yakalayabilmek için, her bir işe ait 20 ölçüm alınmış ve veriler, geçerlilik için teorik dağılıma uygunluk ve Kolmogorov-Smirnov testine tabi tutulmuştur (6, 10).

2. 3. Teorik dağılımlara uygunluk

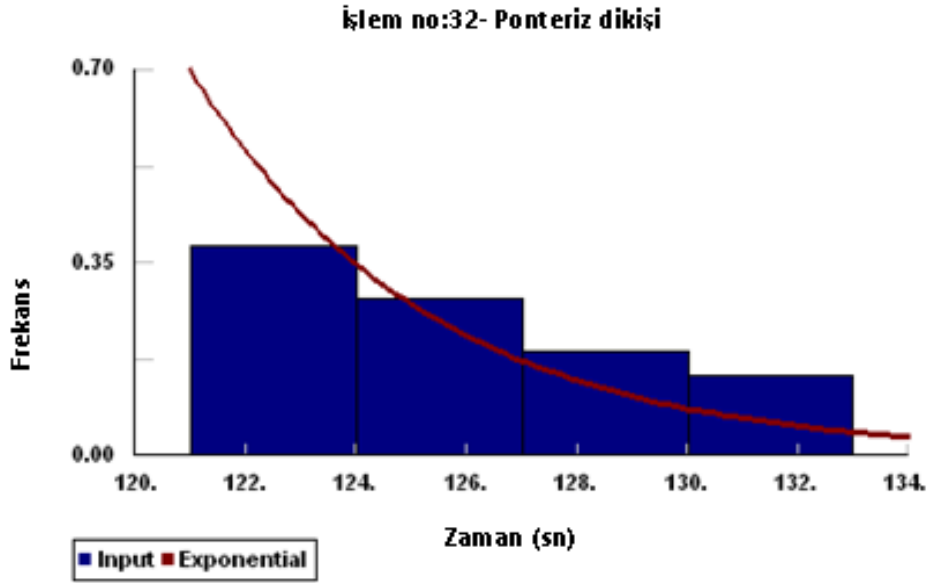
Her bir işleme ait elde edilen verilerin hangi dağılıma uygun olduğunu bulabilmek için *Stat::fit* programı *Öğrenci*

Versiyonu kullanılmıştır. Örnek olarak; işlem no: 32 ponteriz dikişi'nin histogramı Şekil 2'de gösterilmektedir. Bu işlem için beklenen dağılım *Exponential (121, 4.29)* olarak bulunmuştur. Tablo 1, tüm işlere ait beklenen dağılımların uygunluğunu göstermektedir.

Beklenen uygun dağılımı tespit ettikten sonra, bulunan dağılımın uygun dağılım olup olmadığını test etmek için Kolmogorov Smirnov testi uygulanmıştır. Çalışma kapsamındaki örneklem sayısı her bir işlem için 20 olduğundan ve bu sayı Kolmogorov Smirnov testini gerçekleştirmek için yeterli olduğundan bu test uygulan-

mıştır. Bunun için SPSS programı kullanılmıştır. '0.05' önem düzeyinde (%95 güven aralığında) Kolmogorov Smirnov testi yapılmış ve tüm verilerin beklenen dağılımlarının uygunluğu kanıtlanmıştır (19, 20).

Örnek olarak; işlem no:32 ponteriz dikişi'nin çift kuyruklu asimptot önem düzeyi 0.147 olup 0.05 önem düzeyinden büyük olduğu bulunmuştur ki bu beklenen *Exponential (121, 4.29)* dağılımın tanımlanan güven aralığı içerisinde testi geçtiğini ve dağılımın uygunluğunu kanıtlamaktadır.



Şekil 2. İşlem no: 32-Ponteriz dikişi uygun dağılımı-Exponential

Tablo 1. İşlemlere ait beklenen dağılımlar

No:	İşlem adı	Uygun dağılım (sn)	No:	İşlem Adı	Uygun dağılım (sn)
1	Arka cep ağız overlok	.ognormal(8, 1.51, 0.525)	18	Ön cep kırma	Jniform(22., 31.)
2	Arka cep dikiş	Jniform(30., 38.)	19	Patlet hazırlama, dikme ve çevirme	.ognormal(50., 1.31, 0.611)
3	Arka cep kırma	.ognormal(50., 1.62, 0.455)	20	Köprü hazırlama	.ognormal(10., 1.24, 0.607)
4	Arka cep regüle	.ognormal(48., 1.6, 0.557)	21	Kemer dikme	.ognormal(43., 1.14, 0.615)
5	Arka dikiş	Jniform(38., 47.)	22	Ön ağı çift iğne	Jniform(30., 38.)
6	Arka çift iğn	Jniform(37., 47.)	23	Yan kapama	.ognormal(51., 1.2, 0.634)
7	Cep takma	Jniform(68., 78.)	24	Bacak arası kapama	.ognormal(42., 1.6, 0.498)
8	Arka orta çatma	Exponential(55., 2.65)	25	Köprü işaretleme/Yıkama talimatı takma	.ognormal(41., 1.55, 0.453)
9	Ön cep çift iğne	Jniform(52., 60.)	26	Köprü takma	Jniform(59., 68.)
10	Ön cep torbası hazırlama	Jniform(46., 56.)	27	Kemer takma	.ognormal(40., 1.17, 0.612)
11	Ön cep torbası dikişi	Jniform(53., 62.)	28	Kemer ucu açma	.ognormal(42., 1.19, 0.732)
12	Ön cep takma	Jniform(43., 52.)	29	Etiket takma	Jniform(39., 49.)
13	Patlet takma ve çift iğne	Jniform(42., 52.)	30	Kemer ucu yapma	.ognormal(96., 2.13, 0.561)
14	Fermuar takma	.ognormal(62., 1.39, 0.745)	31	Paça kıvrırma	Jniform(62., 72.)
15	Patlet üstü süs dikişi	.ognormal(46., 1.31, 0.599)	32	Ponteriz dikişi	Exponential(121, 4.29)
16	Ön ağı overlok	.ognormal(8, 1.18, 0.525)	33	İplik temizleme	.ognormal(110, 1.66, 0.877)
17	Ön cep kırış reçme, Ön cep pervaz	.ognormal(56., 1.53, 0.553)			

2. 4. Model kurma

Modeli kurmak için “ENTERPRISE DYNAMICS” simülasyon programının öğrenci versiyonu kullanılmıştır (21). Şekil 1’deki gibi her bir operatöre ait işlemler programa girilmiştir. Fakat işlem 30, 32 ve 33’ün işlem süreleri uzun olduğundan gerçek sistemde olduğu gibi bu işlemlere ait 2 makine ve 2’şer operatör atanarak model oluşturulmuştur. Model kurmadaki en önemli nokta eldeki verilerin programa doğru yerde işlenmesidir. Bu çalışmada *Enterprise Dynamics* programı içinde yer alan altı farklı modül kullanılmıştır:

Product atom: Bu atom Enterprise Dynamics programı içinde fiziksel akışların modellenmesi için kullanılan atomdur. Bu akışlar ürün, malzeme, evrak, kişiyi vs. temsil eder.

Source atom: Source atomu ürünlerin belirli hızda modele girmesini sağlar. Modelde ürün, müşteri üreticisi vs. olarak tanımlanabilir.

Server atom: Bu atom operasyonların belirli bir zaman diliminde gerçekleşmesine yönelik çalışmaktadır. Örnek olarak makine işlem süreleri, müşteri işlem süresi gibi durumlar bu atom aracılığıyla modellenir.

Queue atom: Bu atom işlerin işlemlerinin yapılmadan önce kuyruğa girmesini modeller. Bu atom aracılığıyla sistemde bekleyen kuyruk sayısı gibi veriler elde edilir.

Sink atom: Sink atomu, product atom diye tanımladığımız ürünlerin sistemden çıkışına izin veren atomdur. Bu atomla simülasyon sonlanmış olur.

Assembler atom: Montaj işlemini gerçekleştiren, parçaların kaçça kaç birleştirileceğini tanımlamamıza olanak sağlayan atomdur.

Yukarıdaki atomlar birleştirilerek model oluşturulur. Örneğin Product, Source, Queue, Server ve Sink atomları birleştirilerek tek kuyruklu veya servisli bir üretim modeli oluşturulabilir (Şekil 3).

Programın kullanımını açıklamak adına, şekil 3’de örnek olarak kurulan modelde, Source atomuna ürünün gelişler olduğu varsayılmış, Queue atomuna işlerin FIFO (İlk Giren İlk Çıkar) kuralı ile girdiği tanımlanmış ve Server atomuna ise işlem zamanı exp(9) olduğu kabul edilerek girilmiştir. Bu doğrultuda model 8 saat için çalıştırılmış ve şekil 3’de görülen sonuçlar elde edilmiştir. Sonuçlara bakıldığında kuyrukta bekleyen iş sayısının 7 adet olduğu, tezgah kullanım kapasitesinin %89.3 olduğu, giren ürün sayısının 2858 ve çıkan ürün sayısının ise 2850 olduğu gözlenmiştir. Bu sonuç belirli bir zaman diliminin göstergesidir.

Bu mantık içerisinde programın modülleri aracılığıyla pantolon dikim hattı modeli oluşturulmuş,

ardından elde ettiğimiz veri dağılımları Tablo 1’de gösterildiği üzere simülasyon modeline aktarılmıştır. Hammadde beslemesinin gelişler arası süresi eksponansiyel dağılım olarak bulunduğundan modele aktarırken bu noktaya da dikkat edilmiştir. Bütün bunlara bağlı olarak gerçek sistemin modeli oluşturulurken aşağıda belirtilen bazı varsayımlar kabul edilerek simülasyon modeli çalıştırılmıştır:

- Sistem günde 9 saat çalışmaktadır.
- Sistemde kişisel ihtiyaç payları (wc’ye gitme, vs.) dikkate alınmamıştır.
- Sistemde gecikme zamanları (makina bozulmaları, aparat değiştirme vs.) dikkate alınmamıştır.

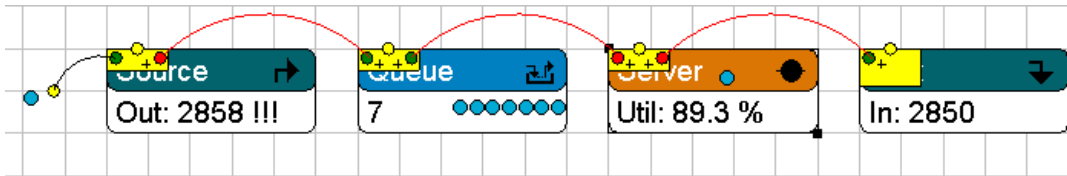
- Sistemde enerji probleminin olmadığı,
- Kumaş kayıplarının göz ardı edildiği,
- Hammaddenin sınırsız kabul edildiği varsayılmıştır.

3. SONUÇLAR

Model istatistikleri; sistemdeki ortalama işlem sayısı, çevrim süresi, tezgah kullanım kapasitesi, işlerin bekleme süresi, ortalama sistem çıktısı vs. gibi değerler gerçek sistemle karşılaştırılmış ve sonuçların benzer olduğu görülmüştür.

Dikim hattı yapısını irdelemek için sonuçlarda performans kriteri olarak üç temel noktanın üzerinde durulmuştur: işlerin kuyrukta ortalama bekleme süresi, kuyrukta ortalama bekleyen iş sayısı ve günlük ortalama bitirilen iş sayısı.

Çalışmada incelenen dikim hattı modeli sonlanmayan simülasyon modeline uygundur. Çünkü dikim işlemi mesai süresi bittiğinde durmakta ve ertesi sabah kuyrukta bekleyen işler aynen kaldığı yerden dikim işlemine tabi olmaktadır. Yani başlangıç koşullarına geri dönme söz konusu değildir. Fakat Law ve Kelton kitabında, bazı durumlarda sistemlerin değerlendirilmesinde; analizcinin sistemi hakkında neyi öğrenmek istediğine bağlı olarak her iki çeşit simülasyonu da (sonlu ve sonsuz simülasyon) analizcinin amacı doğrultusunda kullanılabileceğini ifade etmiştir. Bu doğrultuda günlük üretilen pantolon miktarını hesaplamak için, sistem sonlu olarak ele alınmıştır. Yani 5 aylık bir çalışma süreci için sistem 9*100 koşum olmak üzere Şekil 4’de görüldüğü gibi incelenmiş ve hattın günlük çıktı değeri ortalama 373 pantolon/gün olarak bulunmuştur.



Şekil 3. Basit bir üretim sisteminin modeli

Tablo 2. Dikim hattı modeli simülasyon sonuçları

Performans kriterleri	Ortalama	Standart sapma	Alt sınır (95%)	Üst sınır (95%)	Min.	Maks.
Günlük bitirilen iş sayısı	373.05	7.05	371.67	374.43	351.0	392.0
Kuyrukta bekleyen ortalama iş sayısı*	156.07	-	-	-	-	-
İşlerin kuyrukta ortalama bekleme süresi*	385.47	-	-	-	-	-

* Bu kriterler için sistem sonsuz simülasyon olarak ele alındığından (9*100 saatten=900saat 1 koşum)herhangi bir sapma veya minimum/maksimum değer söz konusu değildir.



Şekil 4. Hatta bitirilen günlük ortalama iş sayısı (100 çalışma günü için = 20gün/ay*5ay)

Tablo 2'de, performans kriterlerine göre dikim hattı modeli simülasyon sonuçları özetlenmektedir. Tablo 2'den de görüldüğü üzere günlük ortalama bitirilen iş sayısı 373, kuyrukta bekleyen ortalama iş sayısı 156 ve işlerin kuyrukta ortalama bekleme süresi 385 saniye olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar gerçek sistem sonuçlarıyla karşılaştırıldığında ise benzer sonuçların elde edildiği kanısına varılmıştır. Bu da dikim hattı modelinin doğru bir şekilde kurulduğunun ve verilerin doğru bir şekilde analiz edilerek programa girildiğini göstermiştir.

4. TARTIŞMA

Kısaca bu çalışma ile emek yoğun yapısı itibarıyla konfeksiyon işletme-

sinin pantolon dikim hattı ele alınmış ve hat modellenip simülasyon çalışması ile sistemin yapısı analiz edilmiştir. Bunun için önce hat boyunca iş zaman etüdü yapılmıştır. Daha sonra toplanan veriler programa aktarılmadan önce teorik dağılımlara uygunluk testi ve Kolmogorov-Smirnov testine tabi tutulmuştur. Modelin geçerliliği gerçek sistem ile karşılaştırılarak sınanmıştır ve bulunan sonuçlar modelin gerçek sistem ile örtüşüğünü göstermiştir. Sonuç olarak; pantolon dikim hattı kurulan model ile direkt bilgisayar ortamına aktarılmış ve hattın bilgisayar ortamında analizi gerçekleştirilmiştir.

İleriki çalışma olarak; dikim hattında var olan darboğazlar belirlenecek ve

oluşturulabilecek senaryolarla darboğazlar giderilip hat dengeleme çalışması yapılacaktır ve dikim hattının verimi arttırılmaya çalışılacaktır. Bunun yanında, çalışma bazı temel stokastik değişkenler (makine arızaları, onarım, bakım, dikim hattı ustasının rolü, çalışanların izinleri vs.) dikkate alınarak daha detaylı hale getirilebilir ve bu sayede en uygun senaryo ile yatırım kararları alabilmek için maliyet analizi çalışması yapılabilir.

TEŞEKKÜR

Bize işletmelerinde çalışma imkanı tanıyan şirket yönetimine ve hat boyunca çalışmamıza yardımcı olan şirket pantolon dikim hattı çalışanlarına teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR / REFERENCES

1. Kursun, S., 2008, "Konfeksiyon İşletmelerinde Benzetimin Önemi", *Konfeksiyon Teknik*, 164.
2. Glock, R. E., Kunz, G. I., 1995, *Apparel Manufacturing-Sewn Product Analysis*, Prentice Hall, New Jersey, 4.
3. Caputo A. C. and M. Palumbo, 2005, "Manufacturing re-insourcing in the textile industry: A case study", *Industrial Management & Data Systems*, Vol.105 No.2, s: 193-207.
4. Cooklin, G., 1991, *Introduction to Clothing Manufacturing*, Blackwell Science, Oxford, 104.
5. Tyler, D.J., 1991, *Materials management in clothing production*, BSP Professional Books Press, London,
6. Chuter, A.J., 1988, *Introduction to Clothing Production Management*, Blackwell Science, Oxford, 60-63, 57
7. Kayaalp, İ., Erdoğan, M.Ç., 2009, "Konfeksiyon İşletmesinde Dikiş Hatalarının İstatistiksel Proses Kontrol Yöntemlerini Kullanarak Azaltılması", *Tekstil ve Konfeksiyon*, Vol:19 (2), s:169-174.
8. Cocks, S., Harlock, S., 1989, "Computer-aided Simulation of Production in the Sewing Room of a Clothing Factory", *J. Text.Inst.*, Vol. 80, s: 455-463.
9. Rajakumar, S., Arunachalam, V. ve Selladurai, V., 2005, "Simulation of workflow balancing in assembly shopfloor operations", *J. of Manufacturing Technology Management*, Vol.16, 265-281.
10. Fozzard, G., Spragg, J., ve Tyler, D., 1996. "Simulation of flow lines in clothing manufacture:Part 1: model construction", *Int. J. of Clothing Science and Technology*, Vol. 8, s:17-27.
11. Zielinski, J. ve Czacherska, M., 2004, "Optimisation of the Work of a sewing team by using simulation", *Fibres&Textiles in Eastern Europe*, Vol. 12, s: 78-83.
12. Güner M., Ünal C., 2008. "Line Balancing in the Apparel Industry Using Simulation Techniques", *Fibres & Textiles in the Eastern Europe*, Vol. 16, No.2, s: 75-78.
13. Ünal C., Tunali S., Güner M., 2010. "Evaluation of Alternative Line Configurations in Apparel", *Textile Research Journal*, Vol 79, s: 908-916.
14. Kurşun, S. Kalaoglu, F. 2009 "Simulation of Production Line Balancing in Apparel Manufacturing", *Fibres&Textiles in Eastern Europe*, Vol. 17, s. 68-71.
15. Kurşun, S., Dinçmen, M., Kalaoglu, F. 2009. "Production Line Modelling in Clothing Industry by Simulation", *Tekstil*, Vol. 58, No. 5, s. 186-195.
16. Kursun, S., Kalaoglu, F., Bahadır, C., Gocek, İ. "A Study of Assembly Line Balancing Problem in Clothing Manufacturing by Simulation", 2007, 16th IASTED International Conference on Applied Simulation and Modelling, Palma De Mallorca, Spain.
17. Chan, K., Hui, P. ve diğ., 1998, "Handling the assembly line balancing problem in the clothing industry using a genetic algorithm", *Int. J. of Clothing Science and Technology*, Vol. 10, 21-37.
18. Niebel B., 1976, *Motion and time study*, III. R. D. Irwin, Homewood.
19. Law, A.M. ve Kelton, W.D., 1982, *Simulation Modeling and Analysis*, McGraw-Hill Publishing, Newyork, s:281.
20. H.D. Brunk, 1960, *An Introduction to Mathematical Statistics*, Ginn.
21. Incontrol Simulation Software B.V, 2003, *Enterprise Dynamics Tutorial*, Netherland.

Bu araştırma, Bilim Kurulumuz tarafından incelendikten sonra, oylama ile saptanan iki hakemin görüşüne sunulmuştur. Her iki hakem yaptıkları incelemeler sonucunda araştırmanın bilimselliği ve sunumu olarak "**Hakem Onaylı Araştırma**" vasfıyla yayımlanabileceğine karar vermişlerdir.