

HÜCRESEL İMALAT SİSTEM YAKLAŞIMI VE HAZIR GİYİM SEKTÖRÜNE YÖNELİK BİR MODEL ÖNERİSİ

CELLULAR MANUFACTURING SYSTEM APPROACH AND A MODEL PROPOSAL TOWARDS READY WEAR SECTOR

Tuba VURAL

Gazi Ü. Mesleki Eğitim Fakültesi

Giyim Endüstrisi ve Moda Tasarımı Eğitimi Bölümü

E-mail: tuba@gazi.edu.tr

Esen ÇORUH

Gazi Ü. Mesleki Eğitim Fakültesi

Giyim Endüstrisi ve Moda Tasarımı Eğitimi Bölümü

ÖZET

Dünyadaki hazır giyim üretiminin Çin'e kayması Türk Hazır Giyim Sektörü'nde krizin başlangıcı olmuştur. Değişen bu koşullarda yeni pazar arayışları işletmeleri ürün adetleri az, model çeşitliliği fazla olan bir üretim anlayışına yönlendirmiştir. Bu durum karşısında üretim sistemlerinde bir değişim yapılması gerekliliği ortaya çıkmıştır.

Bu araştırma, Hazır Giyim Sektörü'nün değişen piyasa koşullarına çabuk uyum sağlayabilmesi için hücreli imalat sistemini uygulamak isteyen işletmelere bir model oluşturması amacı ile hazırlanmıştır. Bunun için, kadın ceket ve pantolonu üreten bir işletmede incelemeler yapılmıştır. İşletmede klasik kadın ceket ve pantolon üretim süreci gözlenmiş ve operasyon bilgileri toplanmıştır. Daha sonra, makine hücrelerini belirlemek için Benzerlik Katsayısı Yöntemi'ne karar verilerek makine çiftleri arasındaki benzerlikler tespit edilmiş ve hücreler oluşturulmuştur. Araştırma sonuçlarına göre; klasik kadın ceket ve pantolonu 26 parçadan oluşmuş ve üretimde 14 tür makine kullanılmıştır. Hücre tasarımında makine grupları ve parça ailelerini oluşturmak için kullanılan benzerlik katsayısı yöntemine göre toplam beş üretim hücresi oluşturulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Hücreli imalat sistemi, Benzerlik katsayısı yöntemi, Hazır giyim üretimi, Ceket üretimi, Pantolon üretimi.

ABSTRACT

That the ready wear production has moved to China was the start of the crisis in Turkish Ready Wear Industry. With the changing conditions, new market search has steered companies to a new production mentality with low production volume and a large variety of models. This, inevitably led to a change in production systems.

This study has been conducted to create a model for companies which would like to implement cellular manufacturing system in order to quickly adapt to changing market conditions. For this reason research has been conducted in a company which produced jackets and trousers for ladies. A classical ladies jacket and trousers production process has been observed in the company and operation knowledges collected. Later, in order to determine machine cells, Similarity Coefficient Method have been chosen and similarities between machinery couples have been identified and cells have been formed. According to the results of this research; a classical ladies jacket and trousers consist of 26 parts and the process to produce them has needed 14 types machines. Five production cells have been formed by the similarity coefficient method that was used for the formation machine groups and part families in this study.

Key Words: Cellular manufacturing system, Similarity coefficient method, Ready wear production, Jacket production, Trousers production.

Received: 07.11.2007

Accepted: 02.06.2008

1. GİRİŞ

Dünya kota sisteminin 1 Ocak 2005 tarihinden itibaren sona ermesi ile küresel pazardaki güçlü hazır giyim pazarlamacıları; model çeşitliliğinin az, sipariş sayısının fazla olduğu hazır giyim ürünlerinin üretimi için Çin ve

Uzakdoğu ülkelerine yönelmişlerdir. Türkiye'nin bu durum karşısında, model çeşitliliğinin çok, sipariş sayısının az olduğu hazır giyim ürünlerini üretmesi rekabet gücünü arttıran bir önlem olarak görülebilir. Ayrıca, Türkiye'nin stratejik konumu gereği Avrupa pazarına yakın olması bu pazardaki müşte-

rilere hızlı cevap verme avantajı sağlamaktadır. Bu koşullarda, Türkiye'nin yeni üretim taleplerini değerlendirmesi ve daha dinamik ve esnek bir üretim sistemini uygulaması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Bu gerekliliklere uygun üretim sistemi olarak Hücreli İmalat Sistemi görülmektedir.

1.1. Hücresel İmalat Sistemi

Hücre sel imalat sistemi; ürünlerin veya parçaların üretim süreci, kullanılan malzeme, müşteri ihtiyaçları gibi faktörlerini inceleyen, bu faktörler arasındaki benzerliklerini bulmaya çalışan ve bu benzerliklere göre parçaları ailelere dönüştüren ve parçaların benzerliklerinden yola çıkarak üretim etkinliğini artıran bilimsel bir yaklaşımdır (1). Bu yaklaşım, parçaları tasarım veya üretim sürecindeki benzerliklere göre gruplandırmaktadır (2,3,4). Hücre sel imalatta temel amaç, ürün çeşidini geniş tutan atölye tipi üretim sistemlerinde ürüne göre yerleştirmenin sunduğu verimlilik avantajını yakalamaktır (5).

Hücre sel imalat sistemi işletmelere yeni bir ürünün üretimine geçiş zamanını azaltması, çevrim zamanını kısaltması, malzeme taşıma maliyetlerini düşürmesi, kalite geliştirme maliyetlerini azaltması, üretim kalitesini artırılması, üretim zamanı kısaltması, insan ilişkilerinin geliştirmesi gibi avantajlar sağlamaktadır (6,7).

Hücre sel imalatın en önemli ve zor işlerinden biri optimal hücreleri tasarlamaktır. Bunun için hücrelerdeki parça ailelerinin ve makine gruplarının belirlenmesi gerekmektedir. Parça aileleri ve makine grupları kavramının bir üretim tesisine uygulanması, parçaların benzer tasarım ya da üretim özelliklerine sahip aileler biçiminde gruplanmasına yol açmaktadır. Makineler daha sonra, gruplar ya da makine hücreleri biçiminde bir araya getirilerek parça ailelerinin işlem görmesi sağlanmaktadır (8).

Parça aileleri başarılı hücre sel imalat uygulamaları için önemli bir adımdır (1). Aile kelimesi benzer parçaların herhangi bir dizisini tanımlamak için kullanılır. Eğer, benzer parçalardan oluşan bir dizi, bir makine grubunda tamamen işlenebiliyorsa bu tip aileye üretim ailesi denilmektedir (9).

Makine grupları, belirli bir yerde yerleştirilmek üzere seçilen makinelere oluşmakta ve parça ailelerini üretmek için gerekli tüm tesisleri kapsamaktadır. Bazı durumlarda makine grupları

oluşturma, büyük bir grup ile küçük bir grup arasında seçim yapılmasına neden olabilir. Grup büyüklüğü azaldıkça birçok makine tipi, birden fazla grupta bulunabilir. Böyle bir durum, bazı makinelerin işletme tarafından satın alınmasını gerektirebilir. Bu nedenle ekonomik faktörler grup seçimini büyük gruplara yöneltebilir (9).

Hücre sel imalata göre üretim hücreleri tasarımında başlıca üç yaklaşım vardır (10). Bu yaklaşımlardan birisi de benzerlik katsayısıdır (11).

1.2. Hücre Tasarımında Benzerlik Katsayısı Yöntemi

Hücre tasarımı konusunda çok sayıda araştırma yapılmış (12) ve yöntem geliştirilmiştir (13). Pek çok araştırmada ise hücre tasarımı için makine ve parçalar arasındaki benzerlik katsayısı yöntemi kullanılmıştır (14). Hücre tasarımında benzerlik katsayısı yöntemi, üretim verilerinden yararlanarak daha esnek (10) ve daha basit bir şekilde üretim hücrelerinin tasarlanmasını (13), makine-parça ilişki matrisinin çözümlenmesi (12), eşik değere göre hücre sayıları belirlendiği için daha özgür sınıflandırılmasını (10) ve ayrıca, operasyonların ardışıklığına ait bilgiler olsa da olmasa da hücrelerin tasarlanmasını sağlar (14).

Benzerlik katsayısı yöntemine göre, öncelikle makine çiftleri arasındaki benzerlikleri hesaplamak için makine-parça başlangıç matrisinin oluşturulması gerekir. Bunun için, satır ve sütun bilgileri girilebilecek iki boyutlu bir matris hazırlanır. Eğer parça ilgili makinede işlem görüyorsa, matrisin ilgili elemanına "1" değeri verilir. Parça ile makine arasında bir rota ilişkisi yoksa "0" değeri kodlanır. Aşağıda bu kodlamaya uygun bir makine-parça başlangıç matrisi verilmiştir.

Tablo 1. Makine-parça başlangıç matrisi (15)

		Parçalar				
		P1	P2	P3	P4	P5
Makineler	M1	1	0	1	0	1
	M2	0	1	0	1	0
	M3	1	0	1	0	1
	M4	0	1	0	1	0
	M5	1	0	1	0	0

İki makine arasındaki benzerlik katsayısı, her iki makineye aynı anda uğrayan parçaların toplam sayısının (MVA) her bir veya iki makinede de işlem gören parçaların toplam sayısına (MVO) bölünmesi olarak ifade edilmektedir (16). Matematiksel olarak;

$$S_{ij} = \frac{MVA}{MVO}$$

formülü ile hesaplanmaktadır. MVO, makine *i* veya *j*'ye uğrayan parçaların matristeki satır bilgilerini içermektedir. MVA, bir parçanın *i* ve *j* makinelerinin her ikisine uğraması ile ilişkilendirilmektedir (17). Örneğin, M1 ile M5 arasındaki benzerlik katsayısı;

$$S_{15} = \frac{2}{3} = 0,67$$

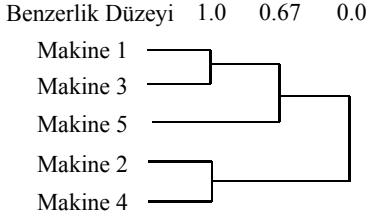
olarak bulunmuştur. Bütün makine çiftlerinin MVO ve MVA değerleri makine - parça başlangıç matrisine göre belirlendikten sonra, makine çiftleri arasındaki benzerlik katsayıları hesaplanır. Yukarıda verilen makine-parça başlangıç matrisine göre makine çiftleri arasındaki benzerlik katsayıları aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 2. Makine çiftleri arasındaki benzerlik Katsayısı

		Makineler				
		M1	M2	M3	M4	M5
Makineler	M1	-	0	1.0	0	0.67
	M2		-	0	1.0	0
	M3			-	0	0.67
	M4				-	0
	M5					-

Tablo 2 incelendiğinde; M1 ile M3 ve M2 ile M4 arasında 1.0 düzeyinde bir benzerlik olduğu görülmekte ve bu sonuç, M1'de işlem gören bütün parçaların aynı zamanda M3'de de işlem gördüğünü ifade etmektedir. Aynı şekilde, M2'ye uğrayan parçalarda M4'e uğramaktadırlar. Tabloya göre, M1'in M3 ile ve M2'nin M4 ile benzerliklerinin birbir olduğu görülmektedir. Makineler arasındaki benzerlik katsayıları hesaplandıktan sonra, bir

dendogram oluşturulur. Tablo 2'deki benzerlik düzeyleri dikkate alınarak oluşturulan dendogram şekli aşağıda verilmiştir.



Şekil 1. Makinelerin dendogramı (15)

Şekil 1'deki dendograma göre benzerlik düzeyine karar verilerek makine hücreleri oluşturulmuştur. Bu örnekten yola çıkarak benzerlik düzeyi 0.67 alınmış ve iki makine hücresi tasarlanmıştır. Birinci hücreye 1, 3 ve 5 numaralı makinelerin, ikinci hücreye ise 2 ve 4 numaralı makinelerinin atanması gerektiği sonucuna varılmıştır. Bu sonuçlar aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

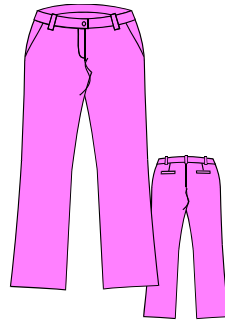
Tablo 1'deki makine- parça başlangıç matrisine bakıldığında M1, M3 ve M5'de işlem gören parçaların P1, P3 ve P5 olduğu görülmektedir. Bu parçalar birinci hücrede üretilecektir. İkinci hücreye ise, M2 ve M4 atanacak ve bu hücrede P2 ile P4 parçaları işlem görecektir.

Tablo 3. Hücre numaraları, makine grupları ve parça aileleri

Hücre Numarası	Makine Grupları	Parça Aileleri
1. Hücre	M1, M3, M5	P1, P3, P5
2. Hücre	M2, M4	P2, P4



Şekil 1. Ceket modeli



Şekil 2. Pantolon modeli

1.3. Hazır Giyim Sektöründe Hücresel İmalat Sistemi

Tüketici eğilimlerinin değişmesi nedeniyle ürün çeşitliliği artmış, ürün yaşam döngüsü azalmış ve dolayısıyla üretim sistemlerinin dinamik bir yapıya kavuşturulması gerekmiştir (18, 19). Hazır giyim işletmelerinin uluslararası rekabet ortamında tüketici taleplerine hızlı cevap verebilmek için yeni tedarik stratejisini benimsemeleri gerekmektedir (20).

Levi's 1991 yılında esnek çalışma grupları kavramından yola çıkarak Alternatif İmalat Sistemi olarak tanımladığı bir imalat sistemini uygulamaya başlamıştır. Levi's'in bu imalat sistemini 26 atölye ve 4 montaj merkezi oluşturmuştur. Bu sistem ile Levi's tedarik zamanı 1989'da 49 gün iken 1992'de 28 güne, 1994'de ise 13 güne düşmüştür. Levi's'in uyguladığı Alternatif İmalat Sistemi, giyim endüstrisinde rekabette başarılı olma ve öncülüğünü devam ettirme açısından esnek imalat sistemine bir örnek oluşturur (21).

Giyim endüstrisindeki üretim sistemleri ile ilgili "Giyim Endüstrisindeki Rekabeti Yoluna Koymak İçin Bir Alternatif: Modüler Üretim" konulu araştırmada akış tipi üretim sistemi ile modüler üretim sistemi operatör ve makine

sayısı ve alan gereksinimi bakımından karşılaştırılmıştır. Araştırmada klasik bir T-shirt'ün operasyonları belirlenmiş ve her operasyonun standart üretim zamanı verilmiştir. Sonuç olarak, modüler üretim sisteminde operatör sayısının ve alan gereksiniminin akış tipi üretime göre daha az olduğu saptanmış, fakat makine sayıları konusunda üretim sistemleri arasında dikkate alınacak bir farklılık bulunmamıştır (22).

Üretim sistemleri; modüler üretim, esnek çalışma grupları, Toyota dikim sistemi, hücreli üretim birimleri, yalın üretim gibi pek çok farklı isimle tanımlanmaktadır. Bu kavramlar arasında organizasyon ve yürütme açısından farklılık olmasına rağmen birbirlerine benzemektedirler (23).

Türkiye'de hazır giyim üretiminde siparişten kaynaklanan değişim için üretim sistem değişikliğinin gerekliliği işletmeler tarafından kabul edilmiş bir gerçektir. Uygulamalar için üretim sistemi farklı şekilde ifade edilmekle birlikte, ulaşılmak istenen amaç üretimde iyileştirme yaratmaktır.

Araştırmanın amacı, hazır giyim işletmelerinde hücresel imalat sisteminin uygulanması ve hazır giyim üretimini daha esnek hale getirmektir. Küresel pazarda bu üretim sisteminin; değişime ayak uydurma, müşteri taleplerine hızlı cevap verme, zaman kayıplarını azaltarak üretim maliyetlerini düşürme, işletme kapasitesini etkin kullanma, hazır giyim ihracatının ülke ekonomisindeki yerini koruma açısından hazır giyim sektörünün yeniden yapılanmasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca, araştırma hücresel imalat sisteminin hazır giyim işletmelerine örnek oluşturması ve yol göstermesi amacı da taşımaktadır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Bu araştırmanın materyalini; giysi modelleri ve Ankara'da faaliyet gösterip, yurt içi ve yurt dışı pazara mamul üreten bir hazır giyim işletmesinden elde edilen veriler oluşturmaktadır.

Tablo 4. İşletmenin üretiminde yaşanan değişimler

İşletmenin Önceki Durumu	İşletmenin Yeni Durumu
Yüksek üretim adetlerinde sipariş alınması	Düşük üretim adetlerinde sipariş alınması
Model çeşitliliği az olan ürünlerin üretilmesi	Model çeşitliliği fazla olan ürünlerin üretilmesi
Özel ve genel amaçlı makinelerin kullanılması	Genel amaçlı makinelere yönelme
Kalifiye olmayan işgücü ile üretim yapılması	Kalifiye işgücüne gerek duyulması
Termin sürelerinin uzun olması	Termin sürelerinin çok kısalması
Malzeme tedarikinin uzun zamana yayılması	Malzeme tedarik zamanının çok kısalması

Tablo 5. Ceket mostra parçasına ait operasyonlar

No	Operasyon Tanımı	Makine Türü
1	Mostra birleştirme (otojig)	Mostra otojig
2	Mostra uç işaret ve köşe trim	El işi
3	Mostra işaret ve jig tamamlama	Düz dikiş makinesi
4	Mostraya biye takma	Düz dikiş makinesi
5	Mostra biye üst ütü- röver hattına şerit tela yapıştırma	Ütü makinesi
6	Mostra ucu sıkılaştırma	Düz dikiş makinesi

2.1.1. Giysi Modelleri

Model 1. Bayan Klasik Ceket: Üç düğmeli, kapaklı fleto cepli ve göğsü peto cepli

Model 2. Bayan Klasik Pantolonu: Fleto cepli ve beli pervazlı

2.1.2. Hazır Giyim İşletmesi'nden Alınan Veriler

Bu araştırmada, giysi modeli ve makinelerle ilgili, Ankara'da faaliyet gösterip, yurt içi ve yurt dışı pazara mamul üreten bir hazır giyim işletmesinden alınan veriler kullanılmıştır.

2.2. Yöntem

Araştırma verilerinin toplandığı işletmenin yurt içi ve yurt dışı pazarındaki değişime dayalı olarak üretimde yaşanan durumlar Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4'te verilen işletmenin yeni durumu, üretim sisteminde değişikliği gidilmesini gerektirmiştir. Bu değişim için üretim sistemleri konusu ile ilgili çalışan akademisyenlerin fikirleri doğrultusunda işletmenin hücresele imalat sistemine yönelmesinin gerekli olduğu görülmüştür. İmalat hücrelerinin tasarlanması aşamasında da hücresele imalat sistemi ile ilgilenen akademisyenle-

rin önerileri alınarak benzerlik katsayısı yöntemine karar verilmiştir.

Araştırmada, Seiffoddini ve Wolfe'un geliştirdiği "Grup Teknolojisinde Benzerlik Katsayısının Uygulanması" konulu yöntem seçilmiştir. Bu yöntem makine hücreleri oluşturmada esnek bir yöntem olarak bilinmekte ve aynı özellikteki makinelerin diğer hücrelere de atanmasına olanak vermektedir. Yöntemde; her bir makine çifti arasında benzerlik katsayılarının hesaplanması, istisnai parçaların belirlenmesi, darboğaz yaratan makinelerin tespit edilmesi ve blok diyagonal formun oluşturulması basit bir şekilde yapılabilmektedir. Ayrıca yöntemde; makine hücreleri oluşturmak için az sayıda matematiksel işleme gerek duyulmaktadır (17).

Hazır giyim sektörünün uluslar arası değişime ayak uydurabilmesi bakımından önemli görülen hücresele imalat sisteminin ele alındığı bu araştırmada ceket ve pantolon üreten bir hazır giyim işletmesine yönelik model oluşturulmuştur. Araştırmanın sınırlılıkları şöyle belirlenmiştir:

- Araştırma, hazır giyim ürünlerinden kadın ceket ve pantolon üretimi ile sınırlıdır. Diğer hazır giyim ürünleri kapsam dışı bırakılmıştır.

- Araştırma, sadece ceket ve pantolon üretiminde kullanılan makineler ile sınırlıdır.

- Araştırmada hücre tasarımı yöntemi, Seiffoddini ve Wolfe'un geliştirdiği benzerlik katsayısı yöntemi ile sınırlı tutulmuştur.

- Araştırmada benzerlik katsayısı her bir makine çifti için hesaplanmış, eşik değer 0,20 alınmış ve hücreler arasındaki hareket sayısı sıfır olarak belirlenmiştir.

- Araştırma ceket ve pantolon üretimi için hücre tasarımı aşaması ile sınırlıdır. Sistemin uygulama boyutu kapsam dışıdır.

3. ARAŞTIRMA BÜLGÜLERİ

Hücresele imalat sisteminde parça ailelerinin oluşturulması ve hücrelere atanacak makinelerin belirlenmesi için ceket ve pantolon üretim süreci incelenmiş, operasyonlar tanımlanmış, montaj aşamaları gözlenmiş ve operasyonların işlem gördüğü makineler belirlenmiştir. Tablo 5'te parça ailelerine örnek oluşturması amacıyla ceket mostra parçasına ait operasyonlar ve operasyonların uğradıkları makine türleri sunulmuştur.

Ceket ve pantolon üretim süreci dikkate alınarak oluşturulan parça aileleri ve kodları Tablo 6'da, makine kodları ve türleri ise Tablo 7'de sunulmuştur.

Tablo 5'te örnek olarak verilen ceket mostra parçası gibi diğer parça aileleri de üretim süreci dikkate alınarak oluşturulmuştur. Tablo 6 ve Tablo 7'deki sonuçlar incelendiğinde ise; ceket ve pantolonun 26 parçadan oluştuğu ve üretimde 14 tür makinenin kullanıldığı görülmektedir. Tablo 7'de M03 numaralı iş merkezi el işçiliği olarak tanımlanmış ve makine türü olarak kodlanmıştır. Tablo 6 ve 7'deki parça ve makinelerle ait kodlamalar hücresele imalat sisteminin yapısına uygun olarak verilmiştir. Araştırmada, ürünlerin operasyon bilgilerinden yararlanarak makine-parça ilişki matrisi hazırlamak için satır ve sütun bilgileri girilebilecek iki boyutlu bir matris oluşturulmuş ve Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 6. Parça kodları ve parça aileleri

Parça Kodu	Parça Aileleri
P1	Ceket Mostra Parçası
P2	Ceket Ön Parçası
P3	Ceket Cep Kapak Parçası
P4	Ceket Fleto Parçası
P5	Ceket Peto Cep Parçası
P6	Ceket Peto Cep Montaj Parçası
P7	Ceket Arka Parçası
P8	Ceket Ön-Arka Montaj Parçası
P9	Ceket Arka Yaka Parçası
P10	Ceket Yaka Montaj Parçası
P11	Ceket Kol Parçası
P12	Ceket Kol Montaj Parçası
P13	Ceket Astar Hazırlık Parçası
P14	Ceket Astar Montaj Parçası
P15	Ceket Bitim Parçası
P16	Pantolon Köprü Parçası
P17	Pantolon Pervaz Parçası
P18	Pantolon Ön Parçası
P19	Pantolon Patlet Parçası
P20	Pantolon Patlet Montaj Parçası
P21	Pantolon Arka Parçası
P22	Pantolon Fleto Parçası
P23	Pantolon Fleto Montaj Parçası
P24	Pantolon Ön-Arka Montaj Parçası
P25	Pantolon Pervaz Montaj Parçası
P26	Pantolon Bitim Parçası

Tablo 7. Makine kodları ve makine türleri

Makine Kodu	Makine Türleri
M01	Düz dikiş makinesi
M02	Ütü
M03	El işçiliği
M04	Mostra otojig
M05	Cep kapağı manuel jig
M06	Fleto cep makinesi
M07	Yaka manuel jig
M08	Gizli baskı makinesi
M09	İlik makinesi
M10	Düğme makinesi
M11	Kol takma makinesi
M12	Kaynarizma
M13	Üç iplik overlok
M14	Zincir dikiş makinesi

Tablo 8'de makine-parça ilişki matrisindeki verilerden yararlanılarak ceket ve pantolon üretiminde kullanılan her bir makine çifti için benzerlik katsayıları hesaplanmış ve sonuçları Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 8. Makine-parça ilişki matrisi

x	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
M01	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0
M02	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
M03	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1
M04	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M05	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M06	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M07	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M08	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
M09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
M10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
M11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0
M14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0

Tablo 9. Makinelerin benzerlik katsayısı

Makine Kodu	M01	M02	M03	M04	M05	M06	M07	M08	M09	M10	M11	M12	M13	M14
M01	-	0,84	0,46	0,04	0,04	0,04	0,04	0,08	0,08	0,08	0,04	0,04	0,17	0
M02		-	0,50	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,08	0,08	0,04	0,04	0,17	0
M03			-	0,08	0,08	0,08	0	0,06	0,23	0,23	0	0	0,06	0
M04				-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M05					-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M06						-	0	0	0	0	0	0	0	0
M07							-	0	0	0	0	0	0	0
M08								-	0	0	0	0	0	0
M09									-	1,00	0	0	0	0
M10										-	0	0	0	0
M11											-	1,00	0	0
M12												-	0	0
M13													-	0,20
M14														-

Tablo 9'da M09 ile M10 ve M11 ile M12 numaralı makinelerin benzerlik katsayısı 1,00 bulunmuştur. Bu makine çiftleri arasındaki benzerlik katsayısının 1,00 olması, M09 ile M10'un ve M11 ile M12'nin birebir benzer olduğunu ifade etmektedir. M09'da işlem gören parçanın/parçaların aynı zamanda M10'da da işlem görmesi bu iki makinenin tamamen aynı hücrede yer alması gerektiğini göstermektedir. M11 ile M12'ninde aynı hücrede yer alması uygun olacaktır. Ayrıca, en yüksek benzerlik katsayısı bu iki makine çifti arasında bulunmuştur.

İkinci sırada, M01'in M02 ile 0,84'lük yüksek oranda bir benzerliği olduğu sonucuna varılmış ve M01'in M03 ile benzerliği ise 0,46 olarak saptanmıştır. M02 ile M03'ün benzerlik katsayısı ise 0,50 olarak bulunmuştur. Bu üç makineye ait sonuçlar; M01, M02 ve M03'ün yüksek düzeyde benzer olduklarını ifade etmektedir. Ayrıca, M03'ün M09 ve M10 ile 0,23 değerinde, M13'ün M14 ile 0,20 değerinde benzer olduğu sonucuna varılmıştır. Diğer makine çiftleri arasındaki benzerlik katsayısının düşük olduğu veya hiç

benzer olmadığı Tablo 9 incelendiğinde görülmektedir.

Ceket ve pantolon parçalarının uğradıkları makinelerle ilgili Tablo 8'deki makine-parça ilişki matrisi incelendiğinde, 26 parçadan 21'inin M01 ve M02 numaralı makinelerde işlem gördüğü anlaşılmaktadır. Tablo 9'daki makinelerin benzerlik katsayılarına bakıldığında; bu iki makinenin M14 dışındaki bütün makinelerle belli oranlarda benzerliğinin olduğu belirlenmiştir. Tablo 8 ve Tablo 9'daki bulgulardan yola çıkılarak M01 ve M02'nin oluşturulacak hücrelere mutlak atanmasına başlangıçta karar verilmiştir. Araştır-

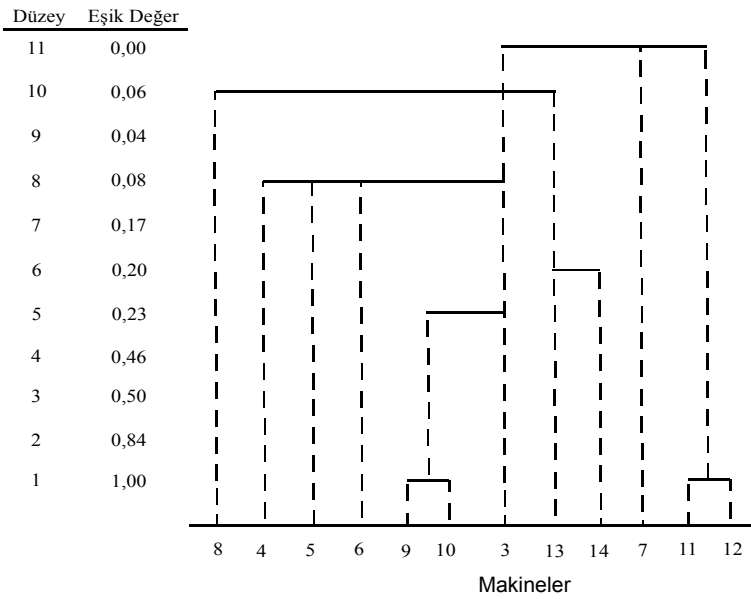
mada kullanılan yöntem bu tür atamalara olanak vermektedir. Dolayısıyla, hücre tasarımı yapılırken M01 ve M02 numaralı makineler bu sürecin dışında tutulmuş ve oluşturulacak tüm hücrelere doğrudan atamasının yapılması uygun görülmüştür. Aşağıdaki şekilde, kalan 12 makinenin benzerlik katsayılarına ilişkin bulgulardan yararlanılarak oluşturulan dendograma yer verilmiştir (Şekil 3).

Bu araştırmada eşik değeri olarak 0,20 kabul edilmiş ve hücre sayıları bu eşik değere göre belirlenmiştir. Seifoddini ve Wolfe'un araştırmalarında test problemi için kabul edilen eşik değeri ise

0,17 olarak verilmiştir (17). Araştırmada oluşturulan dendogram eşik değeri 0,20'ye göre değerlendirildiğinde; M08, M04, M05 ve M06'nın ilk dört hücreyi oluşturacağı görülmektedir. M09, M10 ve M03'ün beşinci hücreyi, M13 ve M14'ün altıncı hücreyi oluşturacağı sonucuna varılmaktadır. Bunların dışında; M07 ve M11 ile M12 sırasıyla yedinci ve sekizinci hücreyi oluşturmaktadır.

Makine - parça ilişki matrisine ilişkin Tablo 8 incelendiğinde; P05, P07, P08, P16 ve P20 numaralı parçaların sadece M01 ve M02'de işlem görmesi bu parçaların oluşturulacak her hücreye atanabileceğini göstermektedir. Makine - parça sonuç matrisinde; P05, P07, P08, P16 ve P20 numaralı parçaların iş akışı dikkate alınarak hücrelere atamasının uygun olacağı düşünülmektedir. Bunun için, bu parçalar Tablo 10'daki Makine-Parça Ayırma Matrisi'ne dahil edilmemiştir. Tablo 10'da dendogram değerlendirmesi sonucunda elde edilen sekiz hücre için makine-parça ayırma matrisi oluşturulmuş ve aşağıda sunulmuştur.

Tablo 10'da blok diyagonal şekil oluşturularak hücrelere atanması gereken makineler yer verilmiştir. Fakat, tabloda blok diyagonal şeklin dışında kalan ve darboğaz oluşturan bir makine (M03) bulunmaktadır. Tablo 11'de M03'ün yarattığı hücreler arası hareket sayısına ilişkin bulgulara yer verilmiştir.



Şekil 3. Makinelerin dendogramı

Tablo 10. Makine - parça ayırma matrisi

	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P			
	26	10	14	1	3	4	2	6	11	13	15	17	23	25	18	19	21	22	24	9	12	
M08	1	1	1																			
M04				1																		
M05					1																	
M06						1																
M09								1	1	1												
M10								1	1	1												
M03	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					1			
M13															1	1	1	1	1			
M14																			1			
M07																				1		
M11																					1	
M12																						1

Tablo 11. Darboğaz makine ve hücreler arası hareket sayısı

No	Darboğaz Makine	Hücreler arası Hareket Sayısı
1	M03	5

Yönteme göre, bu aşamadan sonra hücreler arasındaki hareket sayısının en yüksek olduğu makineden başlayıp belli bir sınır değere kadar veya hücreler arası hareket sayısı sıfıra göre hücrelere makine kopyalamasına geçilmektedir. Tablo 11'de sadece M03'ün hücreler arasında beş hareketinin olduğu görülmektedir. Bu araştırma için, hücreler arası hareket sayısı

Tablo 13. Hücelere atanan makineler ve hücelerde işlem göreceğ parçalar

Hücre	Makineler	Parçalar
1	M01, M02, M03, M08, M11, M12	P10, P12, P13, P14, P26
2	M01, M02, M03, M04, M07	P1, P2, P9
3	M01, M02, M03, M05, M06	P3, P4, P5, P6, P7, P8
4	M01, M02, M03, M09, M10	P11, P15, P16, P17, P25
5	M01, M02, M03, M13, M14	P18, P19, P20, P21, P22, P23, P24

sıfır olarak kabul edilmiştir. Sonraki aşamada, M03 numaralı makine sınır değeri sıfıra göre kopyalanarak darboğaz oluşan diğer hücelere atanmıştır.

Tablo 10'da sekiz üretim hücrenin oluşması nedeniyle ceket ve pantolonun üretim süreci dikkate alınarak hücre sayılarının azaltılması yoluna gidilmiştir. Bu nedenle dört tekrar sonucu makine-parça sonuç matrisi oluşturulmuş ve Tablo 12'de verilmiştir. Ayrıca, her hücreye M01 ve M02 numaralı makineler atanmış ve P05, P07, P08, P16 ve P20 numaralı parçalarda iş akışı dikkate alınarak ilgili hücelere yönlendirilmiştir.

Tablo 12'ye bakıldığında; kadın ceket ve pantolon üretimi için beş üretim hücrenin oluştuğu görülmektedir. Bu sonuçlardan yola çıkılarak oluşturulan ceket ve pantolon parçalarına ait parça akışı şematik olarak aşağıda verilmiştir (Şekil 4).

4. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Araştırma sonucunda ceket ve pantolon üretimi için beş üretim hücresi elde edilmiştir. Aşağıda sunulan tabloda birleştirme sonucu elde edilen makine hücreleri ve bu hücelerde işlem görmesi gereken parçalar verilmiştir.

Tablo 13 incelendiğinde; bir hücrede altı makinenin ve diğer dört hücrede beş makinenin olduğu görülmektedir. Tablo 13'te ceket ve pantolon üretimi için oluşturulan beş hücrede de düz dikiş makinesi (M01), ütü (M02) ve el işçiliği (M03) iş merkezlerinin bulunduğu görülmektedir.

Bu bölümde araştırma sonuçlarından yola çıkılarak gelecekte yapılabilecek araştırmalar için öneriler geliştirilmiş ve aşağıda verilmiştir:

- Bu araştırma hücreyel imalat sisteminin uygulanabilmesi için ceket ve pantolon ile sınırlı tutulmuş ve hücre tasarımı için benzerlik katsayısı yöntemi kullanılmıştır. Hücreyel imalat sistemi için diğer yöntemler uygulanabilir. Ayrıca diğer hazır giyim ürünleri için de hücre tasarımları oluşturulabilir.
- Sistem nitelikli işgücünü gerekli kılmaktadır. Bunun için hizmet içi teorik ve uygulamalı eğitim programları düzenlenebilir ve ayrıca iş rotasyonu ile işgören esnekliği sağlanabilir.
- Hücre içi ve hücreler arası akış incelenerek alan gereksinimi belirlenebilir ve tesis düzenlemesi yapılabilir.
- Hücreyel imalat sisteminde maliyet değişkenini konu alan araştırmalar yapılabilir.

Hücreyel imalat sistemini uygulamak isteyen hazır giyim işletmelerine bir öneri niteliği taşıyan bu araştırma, ayrıntılı üretim bilgilerinin toplanmasını gerektirmektedir. Böylece, hazır giyim üretimi esnek ve dinamik bir yapıya kavuşabilir, hazır giyim sektörü uluslararası pazardaki değişime ayak uydurabilir, müşteri taleplerine hızlı cevap verebilir, farklı çeşitteki ürünleri kolaylıkla üretebilir, zaman kayıplarını azaltarak üretim maliyetlerini düşürülebilir ve işletme kaynaklarını daha etkin kullanabilir.

KAYNAKLAR / REFERENCES

1. Ham, I., Hitomi, K., Yoshida, T., 1985, "Group Technology: Applications to Production Management", Kluwer& Nijhoff Publishing.
2. Ah Kioon, S., Asil Bulgak, A., Bektas, T., 2007, "Integrated Cellular Manufacturing Systems Design with Production Planning and Dynamic System Reconfiguration", *European Journal of Operational Research*.

3. Aramoon Bajestani, M., Rabbani, M., Rahimi-Vahed, A. R., Baharian Khoshkhou, G., 2007, "A Multi-Objective Scatter Search for A Dynamic Cell Formation Problem", *Computers& Operations Research*.
4. Schaller, J., 2007, "Designing and Redesigning Cellular Manufacturing Systems to Handle Changes", *Computers& Industrial Engineering*, 53, 478-490.
5. Üreten, S., 1997, "Üretim/ İşlemler Yönetimi: Stratejik Kararlar ve Karar Modelleri", Ankara, Bizim Büro Basımevi.
6. Das, K., 2008, "A Comparative Study of Exponential Distribution vs Weibull Distribution in Machine Reliability Analysis in A CMS Design", *Computers& Industrial Engineering*, 54, 12-33.
7. Ünler, A., Güngör, Z., 2008, "Applying K-Harmonic Means Clustering to The Part-Machine Classification Problem", *Expert Systems with Applications*.
8. Gökşen, Y., 1995, "Hücreyel Üretim Sisteminde Makine ve Parçaların Gruplandırılmasında Bir Tamsayı Programlama Yaklaşımı", İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi.
9. Cebeci, U., 1994, "Hücreyel İmalatın Başlangıç Aşamaları İçin Uzman Sistem Yaklaşımı", İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınlanmamış Doktora Tezi.
10. Sobhanallahi, M.A., Jahanshaloo, G.R., Amin, G.R., Shayan, E., "Threshold Value for The Number of Cells in Group Technology", *Computers& Industrial Engineering*, 42, 231-236.
11. Chu, C.H., 1989, "Cluster Analysis in Cellular Formation", *International Journal of Management Science*, 17, 3, 289-295.
12. Güngör, Z., Arıkan, F., 2000, "Application of Fuzzy Decision Making in Part-Machine Grouping", *International Journal of Production Economics*, 63, 181-193.
13. Yin, Y., Yasuda, K., 2005, "Similarity Coefficient Methods Applied to Cell Formation Problem: A Comparative Investigation", *Computers& Industrial Engineering*, 48, 471-489.
14. Adenso-Diaz, B., Lozano, S., Eguia, I., 2005, "Part-Machine Grouping Using Weighted Similarity Coefficients", *Computers& Industrial Engineering*, 48, 553-570.
15. Shafer, S.M., 1998, "Part - Machine-Labor Grouping: The Problem and Solution Methods", The United State of America, Kluwer Academic Publishers.

16. Seifoddini, H., Djassemi, M., 1991, "The Production Data-Based Similarity Coefficient Versus Jaccard's Similarity Coefficient", *Proceedings Of The 13th Annual Conference on Computers And Industrial Engineering*, 21, 1-4, 263-266.
17. Seifoddini, H., Wolfe, P., 1986, "Application of The Similarity Coefficient Method in Group Technology", *IIE Transaction*, 18, 271-277.
18. Safaei, N., Saidi-Mehrabad, M., Jabal-Ameli, M.S., 2008, "A Hybrid Simulated Annealing for Solving An Extended Model of Dynamic Cellular Manufacturing System", *European Journal of Operational Research*, 185, 563-592.
19. Safaei, N., Saidi-Mehrabad, M., Tavakkoli-Moghaddam, R., Sassani, F., 2008, "A Fuzzy Programming Approach for A Cell Formation Problem with Dynamic and Uncertain Conditions", *Fuzzy Sets and System*, 159- 215-236.
20. Kalta, M., Lowe, T., Tyler, D., 1998, "Group Technology and Cellular Manufacturing, A Decision Support System for Designing Assembly Cells in Apparel Industry", Editor: Nallan C. Suresh, John M. Kay, Kluwer Academic Publishers.
21. Chen, F.F., 1998, "Communication Flexible Production Systems for The Apparel and Metal-Working Industries: A Contrast Study on Technologies and Contributions", *International Journal of Clothing Science and Technology*, 10, 1, 11-15.
22. Castro, W.A.S., Castro, R.C., Miron, S.I., Martinez, P.U.A., 2003, "Moduler Manufacturing: An Alternative to Improve The Competitiveness in The Clothing Industry", *International Journal of Clothing Science and Technology*, 16.
23. Dirgar, E., Öndoğan, Z., Erdoğan, Ç., 2005, "Konfeksiyon Sanayiinde Modüler Üretim Sistemi ile İlerleyen Demet Sisteminin Karşılaştırılması", *Tekstil ve Konfeksiyon*, 15, 2, 108- 113.

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.



AUTEX 2009
World Textile Conference
Cesme - IZMIR
May 26-28, 2009

Ege University Engineering Faculty Department of Textile Engineering is honored to announce that **AUTEX 2009 World Textile Conference** will be held in Izmir, Turkey.

The Conference will provide an opportunity for the exchange of the latest information and knowledge on techniques and applications in all fields of textile and will encourage international co-operation between the people both in academia and industry.

For further information, please have a look at <http://www.autex2009.com>

Registration is now open and the deadline of abstract submission is December 26, 2008. Please send your abstract by e-mail to autex2009@mail.ege.edu.tr

We look forward to see you at the **AUTEX 2009 World Textile Conference** in Cesme in May 2009!

Assoc. Prof. Dr. E. Perrin Akçakoca Kumbasar
General Secretary of AUTEX
Ege University Engineering Faculty
Department of Textile Engineering
35100 Bornova-Izmir/TURKEY

Phone/Fax: +90 232 339 9222
Mobile: +90 534 897 7598
e-mail: autex2009@mail.ege.edu.tr
<http://www.autex2009.com>