

HAZIR GİYİM ENDÜSTRİSİ İÇİN ÜRETİM SİSTEM YAKLAŞIMLARI

Esen ÇORUH
Gazi Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi,
Moda Tasarımı Bölümü
Beşevler/ ANKARA

ÖZET

Dünya kota sisteminin sona ermesi ile birlikte hazır giyim üretiminde dengeler hızlı bir şekilde değişmiştir. Türkiye ekonomisi açısından büyük önem taşıyan hazır giyim endüstrisi dünyadaki üretim dengelerinin değişmesinden önemli derecede etkilenmiştir. Bu değişim ortamında, Türk hazır giyim işletmelerinin başarılı olabilmeleri, müşteri istek ve ihtiyaçlarına hızlı cevap verebilmeleri için yeni üretim yaklaşımları geliştirmeleri gerekmektedir. Bu çalışmada, hazır giyim üretiminde yaşanan değişim karşısında ortaya çıkan üretim yaklaşımlarının benzerliklerinin ve farklılıklarının ortaya konulması amaçlanmıştır. Hücresel imalat sistemi ürünlerin tasarım veya üretim benzerliklerinden yararlanılarak üretim hücreleri oluşturulmasını, yalın üretim sistemi üretimin değer yaratmayan tüm israflardan arındırılmasını, modüler üretim sistemi ürünlerin modül denilen küçük üretim hücrelerinde üretilmesini ve esnek imalat sistemleri ise üretimin ileri teknoloji kullanılarak gerçekleştirilmesini kapsamaktadır. Hücresel imalat sistemi, yalın üretim sistemi ve modüler üretim sistemi benzer üretim sistemleri olup hazır giyim üretiminde uygulanabilir. Fakat esnek imalat sistemlerinin ileri teknoloji gerektirmesi ile hazır giyim endüstrisinin emek yoğun özelliği çelişmektedir. Dolayısıyla, esnek imalat sistemlerinin hazır giyim üretimi için uygun olmadığı söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Hazır Giyim Üretimi, Hücresel İmalat Sistemi, Yalın Üretim Sistemi, Modüler Üretim Sistemi, Esnek İmalat Sistemleri.

PRODUCTION SYSTEM APPROACHES FOR READY-MADE GARMENT INDUSTRY

ABSTRACT

The balances in the read-made garment production have changed quickly since the world quota system has come to an end. The ready-made garment industry, which carries the utmost importance in terms of the Turkish economy, has been considerably influenced by the change in the balances of world production. In this changing environment, the Turkish ready-made garment businesses must adopt new approaches in order to be successful and meet the needs of customers as swiftly as possible. In this study, it is aimed to introduce the similarities and differences of the new approaches emerged in the ready-made garment industry against the changes being experienced. Cellular manufacturing system involves constituting manufacturing cells by making use of the design or manufacturing similarities of products, lean production system involves clearing of all the waste that does not have any value, modular production system involves manufacturing of products in small production cells which are called modules, and flexible manufacturing systems involve production by utilising advanced technology. Cellular manufacturing system, lean production system and modular production system are all similar systems and can be applied to ready-made garment production. However, flexible manufacturing systems, which require advanced technology, is in conflict with the labour intensive element of the ready-made industry. Hence, it can be said that flexible manufacturing systems are not suitable for the ready-made industry.

Keywords: Ready-Made Garment Manufacturing, Cellular Manufacturing System, Lean Production System, Modular Production System, Flexible Manufacturing Systems.

1. GİRİŞ

Son yıllarda en büyük hazır giyim pazarı olan gelişmiş ülkelerde, gelir düzeyi yüksek insan sayısının artması ve sürekli değişen moda, kişisel zevk ve stilin tüketici davranışlarını etkilemesi hazır giyim üretim yapısında bir değişikliği gerektirmektedir [1]. Ayrıca, aynı üründe rakiplerin çoğalması ile farklılaştırma ve yenilik ihtiyacının artması, hızla değişen moda akımları ile yeni ürünlerin pazara ulaştırılması, yıl içi ürün ve mevsim sayısının artması ve standart ürün pazarlarının giderek parçalanması esnek üretim sistemlerini zorunlu kılmaktadır [2]. Dolayısıyla, müşterilerin sürekli değişen farklı ürün talepleri geleneksel üretim sistemlerinin birçok durumda etkisiz kalmasına neden olmaktadır [3]. Bu durumda sektörün, her türlü malı kaliteli ve kısa sürede rekabetçi fiyatlarla üretebilme ve pazara sunma kabiliyetine sahip olması gerekmektedir [4]. Bu nedenle işletmeler, yeni üretim yaklaşımlarını göz önünde bulundurmaktadırlar. Yalın üretim, hücresele imalat, eş zamanlı mühendislik, çevik üretim gibi yaklaşımlar işletmelerin rekabet avantajı kazanmasında kullanılabilecek yeni yöntemlerdir [5].

Küreselleşme olgusu, işletmeleri ulusal değil, küresel düşünmeye ve davranmaya zorlamaktadır [6]. Ayrıca, küresel rekabet, gelişen teknoloji, değişen iş çevresi, tüketiciyi memnun etmenin zorlaşması işletmeleri daha da baskı altına almaktadır. Mevcut üretim uygulamaları işletmelerin verimliliğini ve etkinliğini arttırmakta, fakat işletmelerin değişen pazar koşullarına uyum sağlamasının önünü açmamaktadır [7]. Bu gelişmeler sonucu, işletmeler bütünleşik üretim sistemleri yerine, yüksek esnekliği sağlayan daha küçük ölçekli uzmanlaşmış üretim sistemleri kurmaya yönelmişlerdir [8].

Küresel rekabet ortamına uyum sağlamak isteyen büyük işletmelerin çoğu, yeniden yapılanma sürecine girmişlerdir. Bu nedenle büyük işletmeler, yoğun hiyerarşik yapılarından kurtulmak için küçülerek daha esnek örgüt yapılarına geçmişlerdir. Ayrıca, karar verme süreci ve yetki hiyerarşisi azaltılarak daha hızlı kararlar alınmasına fırsat veren yönetim yapıları benimsenmeye başlanmıştır [9].

Türk hazır giyim işletmelerinin değişen pazar koşullarında rekabet edebilmesi için; model çeşitliliğinin çok, sipariş sayısının az olduğu hazır giyim ürünlerini üretmesi bir önlem olarak görülebilir. Ayrıca, Türkiye'nin stratejik konumu gereği Avrupa pazarına yakın olması bu pazardaki müşterilere hızlı cevap verme avantajı sağlamaktadır. Bu koşullarda, Türkiye'nin yeni üretim taleplerini değerlendirmesi, daha dinamik ve esnek üretim sistemlerini uygulaması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Bu gerekliliklere uygun üretim sistemleri olarak; hücresele imalat sistemi (HİS), yalın üretim sistemi (YÜS), modüler üretim sistemi (MÜS) ve esnek imalat sistemleri (EİS) görülmektedir. Türkiye'de hazır giyim üretim sistemlerinde son dönemde gündeme gelen yeni üretim yaklaşımları ise aşağıda verilmiştir.

2. HÜCRESEL İMALAT SİSTEMİ

2.1. Hücresele İmalat Sisteminin Doğuşu

Hücresele imalat, grup teknolojisi felsefesinin bir uygulaması olarak 1950'li yıllarda Mitrafanov tarafından eski Sovyetler Birliği'nde ortaya konulmuş ve daha sonra da İngiltere'de Burbidge tarafından geliştirilmiştir [10, 11]. II. Dünya Savaşı'nı izleyen yıllardan itibaren Batı ve Doğu Avrupa, Hindistan, Hong Kong, Japonya ve Birleşmiş Devletler'e de yayıldığı görülmektedir [12]. 1970'lerden günümüze kullanımı yaygınlaşan hücresele imalat sistemi, hem pratik alanda hem de akademik alanda büyük ilgi görmüştür [10]. Günümüzde ise bu üretim sistemi özellikle gelişmiş ülkelerde yaygın bir uygulama alanı bulmuştur.

2.2. Hücresele İmalat Sistem Yaklaşımı

Grup teknolojisi; 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 [13].

Grup teknolojisi yaklaşımının uygulama biçimi olan hücresele imalat sisteminin esas çıkış noktasını etkin ve kontrol edilmesinin kolay olduğu küçük bir sistemin söz konusu üstünlüklerinin büyük bir sisteme yansıtılması oluşturmaktadır [14]. Bu yansıma, büyük sistemin içinde, birbirinden mümkün olduğunca bağımsız küçük alt sistemler şeklinde gerçekleşmektedir. Böylece büyük sistemin karmaşıklığı yerine oluşturulan küçük sistemlerin problemleri ile uğraşılır [15].

Hücresele imalat sisteminde, orta çeşitlilik ve hacimdeki parçalar diğer üretim sistemlerine göre daha ekonomik üretilebilmektedir. Hücresele imalat sisteminin uygulanması, bir işletmede otomasyonun derecesine bağlı değildir; tamamen otomasyona dayanan bir işletmede olduğu kadar elle üretim sistemine dayanan bir işletmede de uygulanabilir [14]. Bu üretim sisteminin en uygun görüldüğü ortamlar orta derecede üretim hacmine ve ürün çeşidine sahip sistemlerdir [16].

Hücresele imalat sistemi, genellikle imalat hücreleri, yan montaj hücreleri ve nihai montaj hatlarından oluşmaktadır. Hücre şeklinde gruplandırılarak tesis düzenleme akış tipi atölye sistemine benzer, ancak sistem esneklik üzerine tasarlanmıştır. Hücresele imalat iş akışı basitleşmekte, böylece imalat süreleri kısalmaktadır [17].

Hücresele imalatın en önemli ve zor işlerinden biri üretim hücrelerini 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 gruplandırılmasına neden olmaktadır.

Makineler daha sonra, gruplar ya da makine hücreleri biçiminde biraraya getirilerek parça ailelerinin işlem görmesi sağlanmaktadır [18].

Hücreyel yerleşim biçimlerinden en önemlisini U biçimi hücreler oluşturmaktadır. İnsanlı hücrelerin tasarımında U biçimi yerleşim en üst düzeyde esneklik sağlamaktadır. Bu nedenle literatürde hücreyel imalat sistemlerinin tasarımı açısından U biçimi yerleşimin daha etkili olduğu bilinmektedir [8]. İnsanlı üretim hücrelerinden oluşan sisteme genellikle hücreyel imalat sistemi; insansız işleme ve montaj hücreleri ve bu hücrelerin otomatik taşıma sistemleri ile birleştirilmesinden oluşan sistemlere ise esnek imalat sistemleri denilmektedir [19].

Hücreyel imalat sistemi, tam zamanında üretim (JIT) felsefesi ile uyumludur [20]. Japon araştırmacıları ve işletmeleri tarafından geliştirilen tam zamanında üretim (JIT) sistemi temelde grup teknolojisi kavramına buna bağlı olarak hücreyel imalat sistemine dayanmaktadır. Uluslararası alanda üstün rekabet gücüne sahip Japonlar tam zamanında üretim sistemine ulaşmak için hücreyel imalat sistemini geniş ölçüde uygulamaktadırlar [8]. Tam zamanında üretim sisteminde fonksiyonel yerleşim biçimi yerine hücreyel yerleşimin ve özellikle U biçimi hücrelerin tercih edilmesiyle, malzeme hareketleri ve malzeme taşıma araçlarına yapılacak yatırım ve alan ihtiyacı azalmakta, malzeme taşıma maliyeti düşmekte, üretim süresi kısalmakta, çalışanlar arasındaki koordinasyon basitleşmektedir [12].

Sonuç olarak hücreyel imalat sistemi, grup teknolojisinin atölye ortamına uygulanmasından doğan bir türevi olup parti üretim tarzında çalışan atölyelerde uygulanmaktadır [15]. Hücreyel imalatta temel amaç, ürün çeşidini geniş tutan atölye tipi üretim sistemlerinde ürüne göre yerleşimin sunduğu verimlilik avantajını yakalamaktır [12]. Hücreyel imalat yaklaşımı, üretimden satın almaya, pazarlamadan üretim yönetimi ve planlamanın her aşamasında uygulanabilme esnekliğine sahiptir.

2.3. Hücreyel İmalat Sisteminin Avantajları

Hücreyel imalat sisteminin işletmelere sağladığı avantajlar aşağıda sunulmuştur [11, 12]:

- Hücre içinde üretilen parçaların benzerliği nedeniyle bir partinin üretiminden başka bir partinin üretimine geçiş kolay olduğu için makine hazırlık süreleri azalır ve üretim kapasitesi artar.
- Üretim sırasında malzeme taşımalarının azalması, parçaların işlem görecekları makineler önünde beklememesi ve makine hazırlık sürelerinin düşmesi nedeniyle üretim süreleri kısalmaktadır.
- Yönetim faaliyetleri kolaylaşır, sosyal ilişkiler gelişir, standardizasyon ve basitleştirmeden dolayı işgücü etkinliği artar.
- Programlanması gerekli üretim merkezlerinin sayısı-

nın azalmasıyla atölye sisteminde varolan karmaşa azaltılmış olacağından üretim planlama ve denetim faaliyeti büyük ölçüde basitleşir.

- Malzeme taşımaları azaldığından taşıma araçlarına yapılan yatırım ve taşıma maliyetleri düşer.
- Parçalar arasındaki tasarım farklarının azalmış olması ve işgörenlerin belli parçaların üretimi için daha iyi eğitilmiş olmaları nedeniyle üretim kalitesi yükselir.
- Makinaların hücreyel halinde gruplandırılması ve yarı mamul stok düzeyinin düşmesiyle alan ihtiyacı azalır.
- Hücre içi çalışanların bir takım oluşturması nedeniyle çalışanlar arasındaki ilişkiler iyileşir.
- Çalışanların işin bütününe olan katkılarını görebilmeleri nedeniyle iş doyumunu artar.
- Siparişlerin bekleme süresi kısalmaktadır.
- Yarı mamul stok düzeyi düşer.

2.4. Hücreyel İmalat Sisteminin Dezavantajları

Hücreyel imalat sisteminin avantajlarının yanı sıra dezavantajları da mevcuttur. Sistemin dezavantajları aşağıdaki gibi sıralanabilir [11, 14]:

- Atölye tarzı üretimin sağladığı esneklik düzeyi her zaman sağlanamayabilir.
- Hücrelerin yaşam süreleri ürün talebinde ve ürün karmasındaki değişime bağlıdır.
- Hücrelerin makine arızalarına karşı çok duyarlı olmaları nedeniyle, bakım faaliyetlerinin düzenli ve daha titiz yapılması gereklidir.
- Tüm parçaların hücrede üretilmesi mümkün olmadığı durumlarda, hücrelere ilave olarak fonksiyonel bir üretim hattının bulundurulması gerekmektedir.
- Benzer makinelerin farklı hücrelerde bulundurulması kapasite kullanım oranının düşmesine neden olmaktadır.

Değişimler için paraya ve zamana ihtiyaç duyulur.

2.5. Hücreyel İmalat Sisteminin Hazır Giyimdeki Uygulamaları

Çoruh (2006), üretim sistem değişikliği yapma eğiliminde olan bir hazır giyim işletmesinde, mevcut üretim sistemi ile hücreyel imalat sistemini operatör ve makine sayılarını dikkate alarak karşılaştırmış ve hücreyel imalat sisteminin uygulanmasına yönelik bir model geliştirmiştir [21].

Vural ve Çoruh (2008) tarafından yapılan çalışmada, 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 yöntemine karar verilerek makine çiftleri arasındaki benzerlikler tespit edilmiş ve hücreyel oluşturulmuştur. Araştırma sonuçlarına göre; klasik kadın ceket ve pantolon üretimi için toplam beş üretim hücresi oluşturulmuştur [22].

3. YALIN ÜRETİM SİSTEMİ

3.1. Yalın Üretim Sisteminin Doğuşu

İlk kez Toyota Motor Firması Başkanı Taiichi Ohno tarafından 1940 yıllarında geliştirilip uygulanmaya konan yalın üretim sistem yaklaşımı, Japonların savaş sonrası içinde buldukları ekonomik koşulların bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır [23]. II. Dünya Savaşı'ndan sonra sınırlı olan kaynaklara, işgücü ve sermaye kaynaklarının da yetersizliği eklenince Japonya, iktisadi varlığını devam ettirebilmek için kaynakları mümkün olan en düşük maliyetle kullanmayı öğrenmek durumunda kalmıştır. İlk olarak Toyota firmasında uygulanmaya başlanan yalın üretim tekniklerinin önemi, 1971 petrol krizi sonrasında diğer Japon işletmelerince de anlaşılmış ve yalın üretim felsefesi ülke genelinde uygulanma alanı bulmuştur. Bu felsefeye dayalı üretim 1980'lerin başından itibaren Amerika ve Avrupa'da da uygulanmaya başlanmış ve hızla bütün dünyaya yayılmıştır [5]. Japon şirketlerinin bu olağanüstü sistemi kopya etmeleri üzerine Japonya kısa sürede bugünkü ekonomik üstünlüğüne kavuşmuştur [24].

3.2. Yalın Üretim Sistem Yaklaşımı

Yalın üretim sistemi; yapısında hiçbir gereksiz unsur taşımayan ve hata, maliyet, stok, işçilik, geliştirme süreci, üretim alanı, fire, müşteri memnuniyetsizliği gibi unsurların en aza indirildiği üretim sistemi olarak tanımlanmaktadır [24]. Bu üretim sistemi; seri üretim sistemi ile karşılaştırıldığında, eldeki kaynakların yarısını kullanarak mevcut üretim kadar ya da fazla üretim yapmayı sağlayan yönetim düşüncelerini ve üretim tekniklerini ortaya koymaktadır [25].

Yalın üretimin en önemli özelliklerinden biri tam zamanında üretim (JIT) yöntemini içermesidir. Yapılan işe değer katmayan her türlü faaliyetin ortadan kaldırılması tam zamanında üretim sisteminin esasını oluşturmaktadır. Yalın üretim sistemin kurucusu Taiichi Ohno, israfı "üretilebilir ürüne herhangi bir değer katmayan fakat maliyete yol açan faaliyet" olarak tanımlamıştır [5]. Yalın üretim sistemi, tam zamanında üretim (JIT) sistemi, stoksuз üretim sistemi veya Toyota üretim sistemi olarak da adlandırılmaktadır [23].

Yalın düşüncenin temel prensipleri; değer, değer akışı, sürekli akış, çekme sistemi ve mükemmelliktir. Değer, müşterinin parasını ödemeye hazır olduğu, ihtiyaçlarını belli bir zaman diliminde, belli bir fiyattan karşılayan, belli özelliklere sahip bir ürünü ve hizmeti üretme olarak tanımlanabilir. Değer akışı, en uçtaki tedarikçiden son kullanıcıya kadar değer yaratma sürecindeki faaliyetlerin tümüdür. Sürekli akış, ürün veya hizmetleri hiç beklemeden üretmek ve nakletmektir. Çekme sistemi, değer müşterinin istediği zamanda, istediği ürünler için ve talep ettiği hızda ürünlerin üretilmesi ve akmasıdır. Ayrıca, çekme sisteminin en önemli özelliği üretimdeki her aşamanın bir önceki üretim

sürecinden talep edilmesidir. Mükemmellik prensibinde ise, daha iyisi daima vardır anlayışı yatmaktadır [26].

Yalın, sürekli iyileştirme içinde müşteriye mükemmel ürün akışını sağlamak için israfın belirlenmesi ve yok edilmesi için sistematik bir yaklaşımdır. Yalın üretimin hedefleri; siparişlerin müşterinin istediği tarihte teslim edilmesi, hata ve gecikmeyi minimum kılarak değer yaratmayan faaliyetlerin ortadan kaldırılması ve sürekli mükemmelliği yakalamak için çaba harcamaktır [27]. Yalın üretim sistemini uygulamak isteyen işletmelerin; güvenilir tedarikçi ağları, sağlam önleyici bakım programları ve kusurlu parçalardan kaçınmak için mükemmel bir kalite kontrol programı oluşturmaları gerekmektedir [23].

Yalın üretim sisteminde çeşitli araçlar kullanılır. Bunlar: kaizen (sürekli iyileştirme), değer akış analizi, kanban (çekme sistemi), takt zamanı, Jikoda (sıfır fireli üretim), görsel kontrol, SMED, süpermarket, 5S, Heijunka (üretim dengeleme), 5W, Andon ve Hanedashi (yükle, yükle bantları) gibi araçlardır [28].

Yalın üretim sistemi, çekme sistemine dayalıdır. Çekme sistemi, sadece ihtiyaç olduğunda küçük partilerden oluşan malzemelerin üretilmesini sağlar. Bu sistem, stokların oluşumunu engeller ve dolayısıyla stoklara yapılan yatırımı azaltırken imalat çevrim zamanlarını da düşürür. Yalın üretim yaklaşımında, en büyük israf kaynağı olarak stoklar dikkate alınır. İmalatçı firmaların, tedarikçilerine güvensizliklerinden dolayı hammadde kaynaklarını stoklama eğiliminde oldukları görülmektedir. Günümüzün süreç odaklı sistemlerinde ise, tedarikçi ve alıcı firmalar birbirini takip eden ardışık süreçler olarak düşünülmekte ve karşılıklı faydaya dayalı tedarikçi ilişkileri dikkate alınmaktadır [5].

3.3. Yalın Üretim Sisteminin Avantajları

Sisteme yük getiren tüm israflardan arınmayı hedef alan yalın üretim sisteminin avantajları aşağıda verilmiştir [26]:

- Ürün teslim süresi kısadır.
- Hammadde, yarı mamul ve mamul stokları azdır.
- Kaynak kullanımının etkinliği yüksektir.
- Üretim maliyetleri düşüktür.
- İşletme sermayesi ihtiyacı azdır.
- Kalitenin izlenebilirliği yüksektir.
- Tahmin yerine kesin siparişe üretim yapılıır.
- Sistem sürekli kendini yeniler.

3.4. Yalın Üretim Sisteminin Dezavantajları

Yalın üretim sisteminin pek çok avantajı bulunmasına rağmen bir takım dezavantajları da bulunmaktadır. Sistemin taşıdığı dezavantajlar şunlardır:

- Üretimin sürekli değişimi karmaşıklığa yol açmaktadır.
- Tedarikçilerden son kullanıcıya kadar olan sürecin planlanması ve kontrolü zordur.
- Çalışanların esnekliğe yatkın olmamaları uygulamaları güçleştirmektedir.

3.5. Yalın Üretim Sisteminin Hazır Giyimdeki Uygulamaları

Günümüzde başta otomotiv olmak üzere değişik sektörlerde uygulanan yalın üretim sistemi teknikleri hazır giyim işletmelerinde de yaygın olarak uygulanmaya başlanmıştır. Kara ve Peker (2004), bir hazır giyim işletmesinde yaklaşık iki yıl süren eğitim çalışmaları ve dört ay süren ölçümlere dayanarak pilot batta yalın üretim uygulaması yapmışlar ve oldukça cesaret verici başarılı sonuçlar elde etmişlerdir [25].

Bir diğer çalışma olan Bursa'daki Yeşim Tekstil A.Ş.'de ise yalın üretim çalışmaları Eylül 2006 yılında başlatılmıştır. Bu şirketin hazır giyim bölümünde kalite, maliyet ve verimlilik konularında Nisan 2009 yılına kadar 657 kaizen (iyileştirme) çalışması yapılmış ve bu çalışmalardan elde edilen kazanç 926.571 TL olarak belirlenmiştir [27].

Acar ve arkadaşları (2006), Denizli, Isparta, Afyon, Bursa ve Uşak'ta faaliyet gösteren orta ve büyük ölçekli tekstil işletmelerinin mamul üretim sürecindeki mevcut uygulamalarını tam zamanında üretim sistemi açısından değerlendirmişlerdir. Elde edilen verilerin analizi sonucunda işletmelerdeki mevcut uygulamaların tam zamanında üretim sisteminden hayli uzak olduğu belirlenmiştir [23].

4. MODÜLER ÜRETİM SİSTEMİ

4.1. Modüler Üretim Sisteminin Doğuşu

Modüler üretim sistemi, Avrupalı özellikle Alman otomotiv üreticileri tarafından geliştirilmiş ve ilk uygulamaları 1996-1997 yıllarında hayata geçirilmiştir [29]. Dolayısıyla bu üretim sisteminin yakın tarihte ortaya çıktığı görülmektedir.

4.2. Modüler Üretim Sistem Yaklaşımı

Küresel rekabete ortamında pazar payı bulabilmek ve sürekli değişen tüketici taleplerine cevap verebilmek için üretimin esnek olması bir zorunluluk haline gelmiştir. Bu nedenle, yaptıkları iş birbirinden farklı fakat birbirleri ile haberleşerek çalışan üretim istasyonlarından oluşan modüler üretim sistemleri geliştirilmiş ve işletmelerde yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır [30]. Modüler üretim; üretim hızının artırılması, üretim maliyetlerinin düşürülmesi, ürün çeşitliliğine gidilmesi, üretim hücrelerinden yararlanılması ve kişiye özel ürünlerin kitlesel olarak üretilebilmesi durumlarında büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle modüler yaklaşım, işletmeler tarafından kişiselleştirilmiş ürünler üretmenin kolay bir çözümüdür [31].

Modülerlik, karmaşık işlemleri daha basit parçalara ayırarak karmaşık ürünleri ve üretim sürecini verimli bir şekilde düzenleme yaklaşımıdır [32]. Başka bir ifadeyle modülerlik; montaj ya da üretim işlemlerinin ayrı ayrı fonksiyonlarının küçük bölümlerde yeniden oluşturulması anlamına gelmektedir [30].

Modüler üretim, genel olarak tüketicilerin istek ve beklentilerini en uygun şekilde karşılamayı hedefleyen, bunun için üretim ve örgüt yapısına esneklik kazandırmak amacıyla kapsamlı değişiklikler öngören bir üretim sistemi midir [33]. Modüler üretim, parçaların gevşek, bağlı veya bağlantısız üretilebilmelerine ve sistem bütünlüğü olma-dan farklı şekillerde kullanılabilmelerine izin vermektedir [32]. Ayrıca modüler üretim, yaratıcı bir maliyet azaltma yöntemi olarak kabul edilmektedir [29]. Dolayısıyla, modüler sistemlerin kullanılması sonucunda ürün geliştirme zamanı kısalmış, tüm ürünlerin yüksek kalitede üretilmesi sağlanmış, üretim maliyet ve süreleri tahmin edilebilir [34].

Modüler üretim sistemi, az sayıda, iyi eğitilmiş elemanın bir ürünü bütün olarak ürettiği bir sistemdir. Özellikle model sayısının çok ve her bir model için sipariş sayısının az olduğu durumlarda üretimde esneklik sağlanabilmesi açısından “geleceğin üretim sistemi” olarak nitelendirilmektedir. Modüler üretim sistemi, ekibini, ekipmanını ve işini düzenleme yetkisine sahip, kendi kendini yönetebilen çalışma ünitelerinden oluşur. Bu ünitelerin her biri “modül” olarak adlandırılır. Modüler birimler, bir giysinin tüm operasyonlarını ya da üretim akışına bağlı olarak birleştirme operasyonlarının belirli bir kısmını gerçekleştirecek şekilde kullanılabilir [35].

Modüller genellikle sayıları 5-15 kişi arasında değişen, grup hedeflerinden sorumlu, kendi kendini yönetebilen ve ekipleri olan küçük atölyeler şeklinde faaliyet gösterirler. Modülde her bir iş istasyonu 2-4 makine ile donatılır. Bu makineler, genellikle programlanabilir dikiş makineleri ve işgörenin aynı anda birden fazla operasyonu gerçekleştirebilmesine olanak sağlayan otomatlardır. Hücre yerleşimi, U ya da C şeklinde ya da çalışma grubunun kendi başına organize olmasına imkân sağlayabilecek bir halka şeklinde de olabilir [35].

Modüler üretim sisteminde, bir modülün her operasyonu en az süre harcanacak şekilde düzenlenmeli, iş akışı sürekli planlanmalı ve iş akış sürecinde bekleme olmamalıdır. Böyle bir çalışma sistemi, üretilen ürünlerin çeşitliliğinde ve ürün miktarlarında esneklik imkânı sağlar [36].

Günümüzde endüstriyel otomasyonda modüler üretim sistemlerine doğru bir yöneliş vardır. Bu yaklaşımda üretim sistemi, üretim modülleri olarak adlandırılan iş hücrelerine ayrılır. Böylece büyük işletmelere göre daha az modül kullanan küçük ve orta ölçekli işletmeler, üretim maliyetini fazla yükseltmeden yeni teknolojiyi kullanan üretim sistemleri kurabilir ve zaman içinde üretim sistemlerinin modülerliğinden yararlanarak bütün üretim sistemlerini yeniden kurmak yerine sadece gerekli modülleri ekleyerek yeni üretim tekniklerine kolaylıkla geçebilirler. Ayrıca modüler üretim sistemi, esnek imalat sistemlerinin de temelini teşkil etmektedir [30].

4.3. Modüler Üretim Sisteminin Avantajları

Modüler üretim sisteminin işletmelere sağladığı avantajlar aşağıda maddeler halinde verilmiştir [32]:

- Üretilen bütün ürünlerde sürekli kalite sağlanır.
- Üretim maliyetleri tahmin edilebilir.
- Üretim maliyetleri ve stok maliyetleri düşer.
- Üretim hızı artar ve üretiminde esneklik sağlanır.
- Üretim geciktirilmeden üretim kapasitesi değiştirilebilir.
- Sık sık yeni ürünler pazara sunularak pazar payı korunur.
- Tedarikçi sayısı azalır ve tedarikçilerin katılımı sağlanır.
- Lojistik performans artar.

4.4. Modüler Üretim Sisteminin Dezavantajları

Modüler üretim sisteminin avantajlarının yanı sıra dezavantajları da mevcuttur. Sistemin dezavantajları aşağıdaki gibi sıralanabilir [37]:

- Makine çeşitliliği sistemin tasarımı ve kontrolünü zorlaştırır.
- Makine modüllerinin oluşturulmasında bir standart yoktur.
- Makine çeşitliliği makinelerin yapılandırılmasını zorlaştırır.
- Radikal üretim kararlarının alınmasına neden olur.
- Üretimdeki değişimler nedeniyle karmaşıklık yaşanır.

4.5. Modüler Üretim Sisteminin Hazır Giyimdeki Uygulamaları

Giyim endüstrisindeki üretim sistemleri ile ilgili olarak Castro ve arkadaşları (2003), akış tipi üretim sistemi ile modüler üretim sistemini operatör ve makine sayıları ve alan gereksinimi bakımından karşılaştırmışlardır. Yapılan araştırmada, klasik bir tişörtün operasyonları belirlenmiş ve her operasyonun standart üretim zamanı verilmiştir. Sonuç olarak araştırmada, modüler üretim sisteminde operatör sayısının ve alan gereksiniminin akış tipi üretime göre daha az olduğu saptanmış, makine sayıları konusunda üretim sistemleri arasında dikkate alınacak bir farklılık bulunmamıştır [36].

Dirgar (2004), hazır giyim işletmelerinde yaygın olarak kullanılan ilerleyen demet sistemi ile modüler üretim sistemini karşılaştırmıştır. Çalışmada, modüler üretim sisteminin hazır giyim üreticileri tarafından çok fazla bilinen bir sistem olmadığı; üretimde esneklik sağladığı, üretim hızını arttırdığı ve ürün kalitesinde dikkate değer ölçüde bir artışa neden olduğu sonucuna varılmıştır [35].

Kaya ve arkadaşları (2007) tarafından yapılan diğer bir çalışmada, müşteri taleplerindeki değişimlerin hazır giyim üretimine yansdığı ve hazır giyim işletmelerinin modüler üretim sistemi ile değişime ayak uydurmasının gerekliliği üzerinde durulmuştur [38].

5. ESNEK İMALAT SİSTEMLERİ

5.1. Esnek İmalat Sistemlerinin Doğuşu

Esnek imalat sistemleri kavramı, ilk olarak 1960'larda David Williamson isimli bir İngiliz mühendis tarafından ortaya

atılmıştır. Williamson'un geliştirdiği sistem, 16 saatlik gece vardiyası dâhil 24 saat bilgisayar kontrolü altında çalışabildiği için "System 24" olarak anılmıştır [18]. Daha sonra rekabetin etkisiyle esnek imalat sistemleri daha da gelişerek bugünlere gelinmiştir [6].

5.2. Esnek İmalat Sistem Yaklaşımı

Esnek imalat sistemleri, yoğunlaşan uluslararası rekabet ve sürekli değişen pazar koşulları karşısında üreticilerin ayakta kalmalarını kolaylaştıran yüksek teknolojiye dayalı modern üretim sistemlerinden biridir. Esnek imalat sistemleri, parti tipi üretimde görülen düşük makine kullanım oranları, yüksek ara stoklar, uzun üretim zamanları ve fabrika alanının verimsiz kullanımı gibi sorunları ortadan kaldırmak amacıyla geliştirilmiştir [39]. Bu imalat sistemleri, düşük hacim/ yüksek çeşit üretimler için tasarlanmıştır. Esnek imalat sistemlerinin temel amacı, kitle üretimin etkinliği ile atölye tipi üretimin esnekliğini tek bir üretim sisteminde birleştirmektir [40]. Ancak sistemin vadedtiği avantajlardan yararlanmak ve yatırılan sermayenin kısa sürede geri dönüşünü sağlamak için esnek imalat sistemlerinin etkin bir şekilde planlanmaları ve işletilmeleri gerekmektedir [39].

Esnek imalat sistemleri, bir malzeme taşıma sistemiyle birbirine bağlanmış bilgisayar sayısal destekli (CNC) veya sayısal denetimli (CN) makinelerden ve bunların işleyişini kontrol eden bilgisayar sisteminden oluşan ve birbirinden farklı ürünler üretebilen bir üretim sistemidir [41]. Esnek imalat sistemleri, ekipmanlara değişik nitelikteki çeşitli malların küçük partiler halinde üretimi için gerekli olan çok amaçlılığın kazandırılması ve etkin bir bilgi akışının gerçekleştirilmesi için mikro elektronik teknolojilerden yararlanılmasını içermektedir. Başka bir deyişle esnek imalat sistemleri, makro operasyonların planlama ve kontrolünü bilgisayara dayalı bütünleşik kontrol sistemleri ile sağlayarak çok çeşitli ve hızlı mal ya da hizmet üreten sistemlerdir [6].

Esnek imalat sistemleri bir fabrika içerisinde belirli bir şekle göre kümelenmiş, yaptıkları iş birbirinden farklı ancak birbirleri ile haberleşerek çalışan, her birinin kendine özgü değişken donanımı olan üretim istasyonlarından oluşan üretim sistemleridir. Bir başka ifade ile esnek imalat sistemleri, daha kaliteli ve daha verimli ürün elde etmek için bir grup makine veya makinelerden oluşan işlem hücrelerinin birbirleri ile etkileşimli olarak çalışan bilgisayar kontrollü tam otomatik üretim sistemleridir [30]. Bu sistem, tasarım ve üretim özellikleri birbirine benzeyen ürün gruplarını küçük veya orta büyüklükteki partiler halinde üreterek pazardaki gelişmeler karşısında ürün karmasında hızlı değişiklikler yapabilmeye olanağı sağlar [42].

Esnek imalat sistemleri kavramsal olarak otomatik fabrika tanımına en yakın olan sistemlerdir. Esnek imalat sistemleri günümüzde otomatik hale gelmiş endüstrilerde bilgisayarla bütünleşik üretimin (CIM) bir parçası olarak ortaya çıkmaktadır.

Ancak bilinmelidir ki; esnek imalat sistemleri orta ve küçük ölçekli işletmelerde daha başarılı sonuçlar vermekte veya bu ölçekteki işletmeler tarafından tercih edilmektedir [6].

Esnek imalat sistemlerinin çok daha fazla otomasyona giderek hatta robotların üretim sürecinde kullanılmasının da etkisiyle geleceğin üretim sistemi olacağı iddia edilmektedir. Hatta esnek imalat sistemleri, geleceğin fabrikası olmasının yanında “insansız fabrika” olarak da nitelendirilmektedir [6].

Esnek imalat sistemleri, hücreli imalat sisteminin yüksek otomasyona dayalı bir uygulamasıdır. Esnek imalat sistemlerinde, öncelikle grup teknolojisiyle hücreler oluşturulur. Hücreler içerisinde neredeyse hiç insan bulunmaz ve otomasyon çok ileri düzeydedir. Grup teknolojisiyle oluşturulmuş belirli bir ürün ailesi içinde yer alan bir parçanın üretiminden diğerinin üretimine düşük maliyetle ve hızlı bir şekilde geçilebilmesi, esnek imalat sistemlerinin önemli bir avantajıdır. Grup teknolojisi, esnek imalat sistemlerinin yanında klasik makinelerin kullanıldığı atölyelerde de uygulanabilir. Fakat esnek imalat sistemlerinin uygulanabilmesi için ileri teknoloji şarttır [11].

5.3. Esnek İmalat Sistemlerinin Avantajları

Esnek imalat sistemlerinin geleneksel üretim sistemlerine göre bir çok avantajı vardır. Bunlardan bazıları şunlardır [19, 41, 42]:

- Müşteri isteklerine hızlı cevap verebilme özelliğine sahiptir.
- Genel amaçlı makineler ve tezgâhlar kullanılır.
- Bilgisayar teknolojilerinden yararlanır.
- Üretimde ürün çeşitliliğine olanak sağlar.
- Makine kullanımı arttığı için işçilik maliyetleri azalır.
- Farklı parçaların üretimine geçiş süreci kısalmıştır.
- İleri teknoloji nedeniyle üretim zamanı azalır.
- Sürekli ve yüksek ürün kalitesi sağlar.
- Sermayeden daha fazla yararlanma olanağı sağlar.

5.4. Esnek İmalat Sistemlerinin Dezavantajları

Esnek imalat sisteminin pek çok avantajı bulunmasına rağmen bir takım dezavantajlar taşıdığı unutulmamalıdır. Esnek imalat sistemlerinin taşıdığı dezavantajlar şunlardır [19, 42]:

- Malzeme taşıma sistemindeki veya merkezi bilgisayaradaki aksaklıklar bütün sistemin bozulmasına neden olur.
- Maliyet faktörü sistemin hızla yaygınlaşmasını önler.
- Yazılım, donanım ve programlama hatalarına rastlanır.
- Sistem ekipmanlarının dolaysız kuruluş maliyeti yanında birçok ek maliyette ortaya çıkmaktadır.
- Kısa sürede demode olma riski vardır.
- İstihdamı olumsuz etkiler.
- Beklenmeyen durumların ortaya çıkma riski vardır.

5.5. Esnek İmalat Sistemlerinin Hazır Giyimdeki Uygulamaları

Pekmezci ve Demireli (2005), özellikle metal, elektronik ve beyaz eşya sanayiinde geniş uygulama alanına sahip olmuş esnek imalat sistemlerinin tekstil işletmelerinde uygulanabilirliğini incelemişlerdir. Araştırmaya katılan işletmelerin; hizmet içi eğitim vererek kendileri için gerekli olan kalifiye elemanları kendi personellerinden karşıladıkları, ağırlıklı olarak karma üretim sistemine göre üretim yaptıkları, bir üründen diğer ürüne geçişte makinelerini yeniden yapılandırmak için gerek duydukları sürenin düşük olduğu, teknolojik seviye yönünden özellikle otomatik taşıma ve yerleştirme ile ilgili teknolojilerinin yetersiz olduğu ve kalite standartlarının yeterli olmadığı görülmüştür [42].

Hazır giyim endüstrisi emek-yoğun bir yapıya sahip olduğu için üretim sürecinde işgören aktif rol oynamaktadır. Esnek imalat sistemlerinde ise, üretim sürecinin ileri teknoloji gerektirmesi makine kullanımını ön plana getirmektedir. Bu nedenle, esnek imalat sistemlerinin ileri teknoloji gerektirmesi ile hazır giyim üretiminin emek yoğun yapısı çelişmektedir. Dolayısıyla, esnek imalat sistemlerinin hazır giyim üretimi için henüz uygun olmadığı ve üretimde esneklik için diğer üretim sistemlerinin uygulanabileceği düşünülmektedir.

6. SONUÇ

Geçmişten günümüze bakıldığında bir işletmenin rekabet gücünü koruyabilmesinin değişime ayak uydurabilmesine bağlı olduğu görülmektedir. Sürekli ve beklenmeyen değişimlerin olduğu çevrede faaliyet gösteren işletmelerin eski geleneksel yaklaşımlarla başarılı olmaları mümkün değildir [7]. Dünyada yaşanan ekonomik krizler ve şiddetli rekabet koşulları, işletmeleri uyguladıkları alışlagelmiş iş yöntemlerini ve stratejilerini değiştirmek zorunda bırakmıştır [27]. İşletmeler başarılı olabilmek için, çevrelerindeki değişimi anlamalı, tanımalı ve her değişime uygun şekilde cevap verebilmelidirler [7].

Dünya kota sisteminin sona ermesi sonucunda hazır giyim endüstrisinde yeni üretim yaklaşımları farklı isimlerle anılmalarına rağmen benzer özelliklere sahiptir. Tablo 1'de çalışmada ele alınan üretim sistemlerinin benzerliklerinin ve farklılıklarının ortaya konulması amacıyla çeşitli açılardan karşılaştırılması yapılmıştır.

Üretim sistemleri; modüler üretim, esnek çalışma grupları, Toyota üretim sistemi, hücreli üretim birimleri, yalın üretim gibi pek çok farklı isimle tanımlanmaktadır. Bu kavramlar arasında organizasyon ve yürütme açısından farklılık olmasına rağmen birbirlerine benzemektedirler [43].

Türk hazır giyim sektörünün dünya pazarında rekabet etmesi hem sektörün geleceği açısından, hem de ihracatın ve dolayısıyla Türk ekonomisinin geleceği açısından son derece önemlidir. Bu nedenle, Türk hazır giyim sektörünün geleceği ile ilgili öngörülerin ve tahminlerin oluşturulması gerekmektedir.

Yukarıda verilen tüm bilgiler ışığında üretim sistemlerini dönüştürme ve değiştirme eğiliminde olan hazır giyim işletmeleri için aşağıdaki öneriler verilmiştir:

- Üretim sistem değişikliğine başta tepe yöneticileri olmak üzere tüm çalışanların inanması, desteklemesi ve katılması sağlanabilir,
- İşletmelerde yatay hiyerarşiye dayalı profesyonel yönetim tarzı oluşturulabilir,
- Üretim sürecinde yeni fikirlere açık ve yaratıcılık kabiliyeti olan işgörenlere yer verilebilir,
- İşletmelerin dönüşüme kolay uyum sağlamaları için işgörenlere hizmet içi eğitim verilebilir,

- Yeni üretim yaklaşımlarının moda ve marka olmaya olumlu etkileri olabileceği düşünülebilir,
- Tasarımdan pazarlamaya kadar iyi bir tedarik zinciri kurulabilir,
- Tüm işletme fonksiyonlarının yeni yaklaşımlara uyumu için iyi bir planlama yapılabilir,
- Ürün kalitesi, üretim esnekliği, hızlı tedarik ve düşük maliyeti sağlayacak üretim yaklaşımları üzerinde durulabilir.

Sonuçta, dünya hazır giyim ticaretindeki yeni eğilimler, Türkiye'deki hazır giyim üretiminde köklü değişikliklere neden olmuş ve üretim sistemlerinin yeniden yapılandırılması gerekmektedir.

Tablo 1: Üretim Sistemlerinin Karşılaştırılması

Özellikler	Üretim Sistemleri			
	Hücrese İmalat Sistemi	Yalın Üretim Sistemi	Modüler Üretim Sistemi	Esnek İmalat Sistemleri
Kısaltılmış adı	HİS	YÜS	MÜS	EİS
İngilizce adı	Cellular Manufacturing System	Lean Production System	Modular Production System	Flexible Manufacturing Systems
Sistemin doğuşu	1950	1940	1996	1960
Sistemin öncüsü	Mitrafanov	Ohno	-	Williamson
Öncülerin milliyeti	Rus	Japon	Alman	İngiliz
Müşteri isteklerine duyarlılık	Yüksek	Yüksek	Yüksek	Yüksek
Üretim hazırlık süreleri	Kısa	Kısa	Kısa	Kısa
Ürün çeşitliliği	Fazla	Fazla	Fazla	Fazla
Üretim adetleri	Az	Az	Az	Az
Ürün teslim süresi	Kısa	Kısa	Kısa	Kısa
Üretimde esneklik	Yüksek	Yüksek	Yüksek	Yüksek
Üretimin planlanması	Kolay	Kolay	Zor	Zor
Üretimin kontrolü	Kolay	Kolay	Zor	Zor
Makine özelliği	Genel amaçlı	Genel amaçlı	Genel amaçlı	Genel amaçlı
Teknoloji düzeyi	Orta	Orta	Orta	İleri
Stok özelliği	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük
Üretim maliyeti	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük
Malzeme taşıma maliyetleri	Düşük	Düşük	Düşük	Yüksek
İşgören niteliği	Kalifiye	Kalifiye	Kalifiye	Vasıfsız
İşgörenlerin yaratıcılığı	Yüksek	Yüksek	Yüksek	Düşük
Tedarikçilerle iletişim	Yüksek	Yüksek	Yüksek	Yüksek

KAYNAKLAR

1. Özdemir, G., (2007), Hazır Giyim Sanayinde Kullanılan Teknolojilerin Verimliliğe Etkisinin Değerlendirilmesi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
2. Dal, V., (2006), Türk Hazır Giyim Sanayinde Matriks Organizasyon Uygulaması, Akademik Bakış Uluslar arası Hakemli Sosyal Bilimler E-Dergisi, 9, 1-14.
3. Ömürberk, N., Yılmaz, H., (2009), İleri İmalat Teknolojileri Kullanımı Üzerine Bir Araştırma, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 21, 375-389.
4. Babaarslan, O., (2007), Tekstil ve Hazırgiyim Sektörünün Bugünkü Durumu ve Gelecekte Rekabetçi Kalabilmesi İçin Yapılması Gerekenler, II. Tekstil Teknolojileri ve Tekstil Makinaları Kongresi, 19-20 Ekim 2007.
5. Görener, A., Akkurt, M., Çınar, S., (2008), Eş Zamanlı Mühendislik ve Yalın Üretim Anlayışlarının İmalat Sektörü Açısından Algılanmasına Yönelik İstatistiksel Bir Analiz, Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, Sigma, 26(2), 138-150.
6. Eryiğit, S., (2000), Esnek Üretim- Esnek Organizasyon- Esnek Çalışma, Kamu-İş Dergisi, 5(4), 103-118.

7. Çetin, O., Altuğ, N., (2005), Çevik Üretim, V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu, İstanbul Ticaret Üniversitesi, 25-27 Kasım 2005.

8. Soyuer, H., (1999), Tam Zamanında Üretim Sistemleri'nin Küçük ve Orta Ölçekli İşletmelerde Uygulanma Koşulları, G.Ü. İ.İ.B.F. Dergisi, 2, 155-166.

9. Dal, V., Özbek, A., (2006), Avrupa Birliği ve Türk Hazır Giyim Sanayisinde E-Ticaret Uygulamalarının Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi, Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, 5(18), 106-123.

10. Arkan Öktemer, F., (2002), Hücrese İmalat Sistemlerinin Tasarımı İçin Bulanık Çok Amaçlı Matematiksel Programlama Modeli ve Çözüm Yaklaşımı, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınlanmamış Doktora Tezi.

11. Çevikbaş, A., (2002), Hücrese Üretimde Tesis Düzenlemesi ve Bir Uygulama, Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi.

12. Üreten, S., (1997), Üretim/İşlemler Yönetimi: Stratejik Kararlar ve Karar Modelleri, Gazi Üniversitesi İ.İ.B.F. Yayını, Ankara.

13. Ham, I., Hitomi, K., Yoshida, T., (1985), Group Technology: Application to Production Management, Kluwer&Nijhoff Publishing.

14. Gökşen, Y., Erdem, S., (2005), Hücresel Üretim Sisteminde Makine-Parça Ailelerinin Oluşturulmasında Dengeli Talep-Kapasite ve Dengesiz Talep- Kapasite Durumunun Analizi, 21. Yüzyılda KOBİLER: Sorunlar ve Çözüm Önerileri, 20 Ocak 2005, DAÜ, KKTC.
15. Erdal, M., Hücresel Üretim Sistemleri, www.meslekiyetterlilik.com, Erişim Tarihi: 15.01.2010.
16. Gülenç, İ.F., (2005), Genetik Algoritma ve Benzerlik Katsayısı Yaklaşımlarının Uygunluk Değer Ölçüsü İle Karşılaştırılması: Cam Kalıp Örneği, Endüstri Mühendisliği Dergisi, 16(2), 1-30.
17. Durmuşoğlu, M.B., (1992), Hücresel İmalatta Malzeme İhtiyaç Planlaması Sistemi ve Bu Sistemin Bir Şaft Fabrikasında Uygulanması, Endüstri Mühendisliği Dergisi, 4(17), 15-25.
18. Gökşen, Y., (1995), Hücresel Üretim Sisteminde Makine ve Parçaların Gruplandırılmasında Bir Tamsayı Programlama Yaklaşımı, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi.
19. Doğdu, N., (1999), Hücreden Sisteme Esnek Üretim, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi.
20. Şimşek, M., (1993), İmalat Sorunları İçin Bir Çözüm Yöntemi: Hücresel Üretim Sistemi, Mühendis ve Makine, 34(396), 8-16.
21. Çoruh, E., (2006), Hazır Giyim İşletmelerinde Hücresel İmalat Sistem Yaklaşımı ve Bir Model Önerisi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Yayınlanmamış Doktora Tezi.
22. Vural, T., Çoruh, E., (2008), Hücresel İmalat Sistem Yaklaşımı ve Hazır Giyim Sektöründe Örnek Bir Uygulama, Tekstil ve Konfeksiyon, 18(4), 297-305.
23. Acar, D., Ömürberk, N., Eroğlu, A.H., (2006), Tam Zamanında Üretim Sisteminin Tekstil Sektöründeki Uygulama Boyutları, C.Ü. İktisadi İdari Bilimler Dergisi, 7(1), 21-40.
24. Tikici, M., Aksoy, A., Derin, N., (2006), Toplam Kalite Yönetiminin Radikal Unsurlarından Birisi Olarak Yalın Yönetim, Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, 5(15), 20-33.
25. Kara, M.C., Peker, A., (2004), Bir Hazır Giyim Üretim Hattında Yalın Üretim Uygulamasının Hat Performansı Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması, Yöneylem Araştırması/Endüstri Mühendisliği- XXIV Ulusal Kongresi, 15-18 Haziran 2004, Gaziantep- Adana.
26. Yalın Enstitü Derneği, (2008), Yalın Düşünce, Eğitim Notları, İstanbul.
27. Öztürk, A., Arıkan, V.S., Öztürk, M.U., (2009), Süreç İyileştirme Yöntemleri ve Yöneylem Araştırmasındaki Benzerlikler ve Ayrıcılıklar, Onuncu Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu, 27-29 Mayıs, 1-22.
28. Yiğit, S., Yalın Üretim Nedir?, www.sebahattinyigit.com, Erişim Tarihi: 15.01.2010.
29. Bayraktar, T., Modüler Üretim ve Tedarikçi Parkları, TEMSA, www.ref.advancity.net/tr, Erişim Tarihi: 15.01.2010.
30. Çimen, H., Taşkın, S., Yabanova, İ., (2007), Eğitim Amaçlı Esnek ve Modüler Üretim Sistemlerinin Teknik Eğitimde Kullanılması, Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi, 3, 43-53.
31. Soyuer, H., (2005), Kitleleş Kişiyeye Özel Üretimde Modüler Üretim Anlayışı, V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu, İstanbul Ticaret Üniversitesi, 25-27 Kasım 2005.
32. Altunay, M.A., (2007), Çağdaş Maliyetleme Sistemlerinden Faaliyet Tabanlı Maliyetleme Sistemi ve Bir Tekstil İşletmesinde Uygulanması, Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.
33. Parlakkaya, R., Modüler Üretimde Maliyetleme ve Fiyatlama Sorunları, www.sosyalbil.selcuk.edu.tr, Erişim Tarihi: 15.01.2010.
34. Karaçalı, Ö., Kurt, M., (2006), Bilgisayar Destekli Modüler İmalat İçin Tasarım Metodu, TİMAK- Tasarım İmalat Analiz Kongresi, 26-28 Nisan 2006, Balıkesir.
35. Dirgar, E., (2004), Ürün Kalitesine Etki Eden Dikim Faktörleri, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınlanmamış Doktora Tezi.
36. Castro, W.A.S., Castro, R.C., Miron, S.I., Martinez, P.U.A., (2003), Modular Manufacturing: An Alternative To Improve The Competitiveness In The Clothing Industry, International Journal Of Clothing Science and Technology, 16(3), 301-309.
37. Rogers, G.G., Bottacı, L., (1997), Modular Production Systems: A New Manufacturing Paradigm, Journal of Intelligent Manufacturing, 8, 147-156.
38. Kaya, S., Erdogan, M.Ç., Bahadır Unal, Z., (2007), The Quality Control Activities In Modular Production System In Apparel, 6 th International Conference- TEXSCI 2007, June 5-7, Liberec, Czech Republic.
39. Arıkan, M., Erol, S., (2005), Esnek İmalat Sistemleri'nde Parça Seçimi ve Makine Yükleme Problemi İçin Bir Tavlama Benzetimi Algoritması, V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu, İstanbul Ticaret Üniversitesi, 25-27 Kasım 2005.
40. Arıkan, M., Erol, S., (2006), Bir Tabu Arama Uygulaması: Esnek İmalat Sistemleri'nde Parça Seçimi ve Takım Magazini Yerleşimi, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 21(2), 221-227.
41. Gökşen, Y., (2003), Geleneksel Üretimden Esnek Üretime: Karşılaştırmalı Bir İnceleme, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 5(4), 32-48.
42. Pekmezci, T., Demireli, C., (2005), Esnek Üretim Sistemleri: Esnek Üretim Sistemlerinin Tekstil İşletmelerinde Uygulanabilirliği Üzerine Bir Araştırma, C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 6(1), 131-146.
43. Dirgar, E., Öndoğan, Z., Erdoğan, Ç., (2005), Konfeksiyon Sanayiinde Modüler Üretim Sistemi İle İlerleyen Demet Sisteminin Karşılaştırılması, Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi, 15(2), 108-113.