

Tekstil Boya-Terbiye İşletmelerinde Ürün Geliştirme Prosesinin Simülasyonla Modellenmesi-Model Tasarımı

Emel Ceyhun SABIR*¹

¹Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Adana

Geliş tarihi: 18.11.2020

Kabul tarihi: 30.12.2020

Öz

Bu çalışmada, tekstil terbiye işletmelerinde ürün geliştirme prosesinin simülasyonla modellenmesi üzerine çalışma yapılmıştır. Ürün geliştirme prosesi, terbiye işletmelerinde siparişin geldiği veya koleksiyon hazırlama aşamalarında üretime geçmeden önce gerçekleştirilen bir süreçtir. Bu süreçteki tüm işlemlerin kayıt altına alınması ve doğrulanması oldukça karmaşık ve zor bir işlemdir. Bu çalışmada; büyük ölçekli, dış giyim amaçlı polyester/viskon ağırlıklı dokuma kumaş üreten bir tekstil işletmesinin boya-terbiye işletmesi kullanılmıştır. Çalışmanın dizgisel aşamalarında iş etüdü tekniği kullanılmış olup, iş akışı ve süre ölçümleri doğrudan gözlem yoluyla, gerçekleştirilmiştir. Model, ürün geliştirme (Ür-Ge) prosesinde tüm seçeneklerin sonunda özellikle Ür-Ge termin süresini verebilecek şekilde hazırlanmıştır. Modelde müşterinin sipariş edilecek ürüne ait mamül örneği getirmesi halindeki akış için tasarlanmış olup müşteri onay aşamalarını da içermektedir.

Anahtar Kelimeler: Tekstil boya-terbiye işletmesi, Ürün geliştirme, İş etüdü, Simülasyon, Modelleme

Simulation Modeling of Product Development Process in Textile Dyeing-Finishing Mills-Model Design

Abstract

In this study, simulation modeling of product development process in textile dyeing-finishing mill was studied. The product development process is a process that takes place in the finishing plant before the order comes in or in the collection preparation stages. Recording and verifying all the processes in this process is a very complex and difficult process. In this study; The dyeing-finishing facility of a large-scale textile company producing woven fabrics with polyester/viscose weight for outerwear was used. The work study technique was used in the systemic stages of the study, and the work flow and time measurements were carried out by direct observation in the mill. The model has been prepared in a way to give the production deadline at the end of all options in the product development (P&D) process. The model is designed for the flow when the customer brings a sample of the product to be ordered and includes the customer approval stages.

Keywords: Textile dyeing-finishing mill, Product development, Work study, Simulation, Modeling

*Sorumlu yazar (Corresponding author): Emel Ceyhun SABIR, emelc@cu.edu.tr

1. GİRİŞ

Simülasyon (Benzetim), gerçek bir yapının veya sürecin işleyişinin bilgisayar üzerinde benzer bir şekilde tasarlanmasıdır. Benzetim ile gerçek sistem üzerine çıkarımlar yapılır. Bu çıkarımlar geçmişin analiz edilmesine ve gelecekte planlanacak çalışmalara uygun tahmin yapılmasını sağlar. Bir yapının veya prosesin modellenerek benzetiminin yapılması, zaman içinde yapı ve prosesdeki değişikliklere daha kolay uyum sağlamada faydalı olur. Benzetim modeli, incelenen yapı veya prosesle ilgili doğru şekilde toplanmış veri setinden ve kabullerden oluşur. Bu veri ve kabuller, matematiksel, mantıksal ve sembolik ilişkiler ile ifade edilir. Simülasyonun tercih edilmesinde öne çıkan bazı amaçlar vardır. Bunlardan birkaçı; sistemin ne kadar iyi çalıştığına incelenmesi (değerlendirme), farklı sistemlerin aynı koşullar altındaki performansının analizi (karşılaştırma), farklı koşullar altında sistemin performansını belirleyebilme (tahmin) sistemin performansı üzerinde hangi faktörlerin etkili olduğunu belirlenmesi (duyarlılık analizi), mevcut koşullar altında en iyi performansı verecek faktör düzeylerinin belirlenmesi (optimizasyon) şeklindedir. Simülasyonla modellenmiş sistem, analitik modeller gibi en iyi çözümü verme iddiası yoktur ancak yaklaşık en iyi çözümü verebilir.

Sabır ve Batuk [1], boya-terbiye işletmesinde üretim hattında elyaf boyalı ve tops boyalı ipliklerle kumaş terbiyesi için üretim zamanı ve maliyeti simülasyonla modellemişlerdir. Simülasyon tekstil işletmelerinde montaj hattı dengeleme problemlerinde başarıyla kullanılabilir [2]. Kayar ve Akalın, iki farklı konfeksiyonda hattı için, montaj hattı dengelemede simülasyon tekniğini kullanmışlardır. Çalışma bir montaj hattında otomatik kullanımın üretim hacmini artırdığı ve montaj hattının verimliliğini olumlu yönde etkilediği sonucuna varmıştır [3]. Doğan ve Takcı [4], hazır giyim işletmesinde süreç iyileştirme için simülasyon tekniğini kullanmışlardır. Araştırmacılar, süreç iyileştirme yapılarak işgücü, malzeme ve teçhizat gibi kaynakların istenen kapasite doğrultusunda en etkin bir şekilde kullanılması amaçlamışlar, fabrikanın verimli çalışmasına engel olan üretim

hattındaki darboğaz noktalar tespit etmişler ve bunların ortadan kaldırılmasına çalışmışlardır. Bağ ve Aslan [5], bir tekstil işletmesinde simülasyon tekniğini ProModel 9.2 paket programı ile kullanarak üretimde kapasite kullanım oranını artırmak için senaryolar geliştirebilmişlerdir. Araştırmacılar, bu program ile kurulan model fabrikanın dikiş bölümünün bir günlük üretimi bilgisayarla takip edebilmiş, hedeflenen üretimin gün içinde yetiştirilemediğini görmüş ve makine kapasite kullanım oranının düşük olduğu tespit edebilmişlerdir. Çalışmalarındaki analizler sonucunda iki senaryo geliştirilmiştir. Birinci senaryo, dikiş bandına ait iki makineyi çıkarmak olup, makine kullanım oranında %30'a varan artış gözlenmiştir ancak halen mesai saatlerinin aşıldığı görüldüğü için ikinci bir senaryo üretilmiştir. Bu senaryoda boş kalan makinelere iş atamanın uygulanmış ve mesai saatleri içerisinde üretimin tamamlanması sağlanabilmiş ve makine kullanım oranlarının %90'ı aşması sağlanmıştır. Aslan ve ark., düşük verimle çalışan bir tekstil işletmesinde montaj hattı dengeleme probleminde simülasyon tekniğini kullanmışlardır ve montaj hattının dengelenmesi ile iş maliyetlerinin düşürülebileceğini ve birim zamanda üretim bandındaki çıktı sayısının artırılabilirliğini göstermişlerdir [6].

Tekstil işletmelerinde boya-terbiye, kumaşın renklendirildiği, tutum, görünüm ve fonksiyonellik kazandırıldığı birimdir. Bu proses sonunda tekstil yapısı bir ürüne dönüşür ve pazarlanmaya hazırdır. Bu proses pek çok işlem basamağından oluşmaktadır. Ancak, bu işlemlere başlamadan önce ürün geliştirme süreci ile ürünle ilgili beklentiler göz önüne alınarak ön çalışma yapılır. Ürün geliştirme süreci (Ür-Ge), üretime henüz başlamadan önce üretilen ürünle ilgili tüm çalışmaların yapıldığı birimdir. Bu çalışmalar, kumaşa ait doku, renk, tuşe gibi çalışmalardır. Proses bu çalışmaların sonunda kabul edilen numune üründen yola çıkılarak gerçek üretime başlama emri ile sona erer. Ür-Ge sürecinde üretilen ürünle ilgili pek çok karmaşık iş akışı vardır. Bu işlerin hızlı ve doğru şekilde yapılması, üretimin başlaması ve termin için büyük önem arz eder. İşlerin çok ve karmaşık olması, müşteriye ürün teslim zamanı ile ilgili bilgi verebilme,

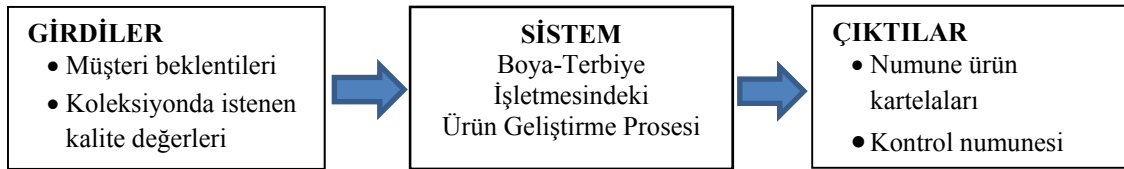
ürünün üretilebilirliğinin belirlenebilmesi için bu işlerin aksamadan yürütülmesi gerekir. Bu durumda simülasyon tekniği kullanılabilir. Bu tekniği kullanmak için prosesin gerçekçi şekilde modellenmesi gerekir. Simülasyon, üretim ve üretim süreçlerinin daha hızlı bir şekilde yürütülmesi ve her aşamada maliyetlerin düşürülmesi için güçlü, bir yalın üretim aracıdır. Bu yalın üretim sürecini uygulamak isteyen işletmeler için de simülasyon doğru bir araçtır. Yalın üretim için: Çalışma Standardizasyonu, 5S İşyeri Organizasyonu, Görsel Kontroller, Parti Boyutu Azaltma, Kullanım Noktaları Depolama, Kaynaklarda Kalite, İş Akışı Uygulaması, Geliştirilmiş Bilgi ve Ürün Akışı, Hücre Üretim, Çekme ve Senkron Zamanlama, Altı Sigma ve Toplam Kalite, Hızlı Kurulum, Hücre Yönetimi ve Süreç İyileştirme için İş Takımları, Basitleştirilmiş çizelgeleme ve Kanban envanter yönetimi gibi teknikler kullanılabilir. Bu çalışmada, boya terbiye işletmesinde; müşterinin siparişini istediği örnek numune getirmesi halinde, iş akışı uygulamasından faydalanılarak ile ürün geliştirme

prosesi modeli simülasyon tekniği tasarlanmıştır. Bu amaçla öncelikle proseste gerçekleşen işlemlerin tamamı için akış diyagramları hazırlanmıştır. Akış diyagramları, müşterinin sipariş için numune getirmesi halinde karşılaşılan renk, tuşe ve konstrüksiyon şeklinde üç farklı senaryoyu içermektedir. Bu çalışma sadece modelleme aşamasını göstermektedir. Çalışma sonucu bulunan akışlar, simülasyon tekniği ile veri yüklenmesi halinde çözülebilecek şekilde verilmiştir. Her senaryo için prosesin gerçekleşme zamanı, personel ihtiyacı ortaya çıkabilecektir.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

Bu çalışmada materyal bir prosestir (Şekil 1). Proses, boya terbiye işletmesinde ürün geliştirme (Ür-Ge) bölümüdür. Çalışmada gerçek sistemle olan karşılaştırmanın yapılabilmesi için gerçek bir boya terbiye işletmesi seçilmiştir.



Şekil 1. Boya-terbiye işletmesinde ürün geliştirme süreci-simülasyon blok diyagramı

Bu işletme, müşterinin istediği bir ürünü numune olarak getirmesi veya işletmenin kendi koleksiyonunu hazırlaması şeklinde çalışan iki farklı ürün geliştirme akışına sahiptir. Bu çalışmada tasarlanan model, "müşterinin istediği bir ürünü numune olarak getirmesi halinde ürün geliştirme süreci" için tasarlanmıştır. Simülasyon için gereken blok diyagramı Şekil 1'den görülebilir.

2.2. Metot

Bu çalışmada ürün geliştirme sürecinin (sistemin) modelini simülasyon tekniği ile kurabilmek için sistem bütün detaylarıyla incelenmiş ve tekrarlı etütlerle iş akışının doğruluğu güvence altına alınmıştır. Özellikle bir üretim sürecinin

modellenmesinde siparişlerin gelişler arası süresi ve tekrarı büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle öncelikle boya terbiye işletmesindeki Ür-Ge prosesinde gerçekleşen işler doğrudan gözlem yoluyla; işin adı, kapsamı, işe tahsis eden personel sayısı ve işin süresi dikkate alınarak detaylı şekilde araştırılmıştır. Bu araştırma sonuçları iş akış formlarına kaydedilmiştir. Gelen sipariş konusu; ürünün iplik boyalı veya top boyalı olup olmadığına göre ve siparişin müşteriden gelen ürüne göre veya koleksiyona göre olup olmadığına göre değişmektedir. İş akışındaki işlemlerin Ür-Ge dışında işletmenin diğer birimlerle etkileşimli olarak sürüp sürmediği de çalışmaya dahil edilmiştir. İşlere yönelik zaman etüdü için rastgele zamanda ve tekrarlı gözlemler yapılmıştır. Simülasyon tekniğine uygun şekilde sistem ve

diğer tanımlar belirlenmiştir ve iş akış algoritması oluşturulmuştur. Sistemin modeli şematik olarak, Microsoft Visio programı kullanılarak ortaya konulmuştur. Çalışma sonunda incelenen Ür-Ge sistemi, veri girişi ile simülasyon programına işlenebilecek şekilde tasarlanabilmiştir. Bu çalışmada tasarlanan model, ARENA vb. gibi paket programlarla gerçek veriler girildikten sonra çözülebilecek şekilde hazırlanmıştır. Model oluşturulurken veri toplamada bazı kabuller yapılmıştır. Bu kabuller aşağıdaki gibidir;

- Model, işletmede Ür-Ge çalışması iplik boyalı siparişler içindir
- Sistem, müşterinin örnek kumaş göndermesi halinde işleyen Ür-Ge prosesidir.

3. ARAŞTIRMA BULGULARI

3.1. Simülasyon Modeli İçin Tanımlar

Ür-Ge prosesinin analizine yönelik olarak yapılan çalışmalarda simülasyonla modelleme için veri çeşitleri, değişkenler, sabitler ve tüm işleyiş ortaya çıkarılmıştır. Simülasyon tekniğine uygun olarak

Ür-Ge prosesine ait tanımlar burada sırası ile verilmiştir.

Amaç: Ürün geliştirme sisteminin amacı, üretime başlamadan önce koleksiyon veya sipariş üretiminin beklenen özelliklerinin belirlenmesi ve üretim zamanı (ürün teslim zamanı, termin) ile ilgili müşteriye bilgi verilmesidir.

Sistem: Ür-Ge prosesi ve bu prostedeki işlerdir. Şablon üretim, numune üretim veya sipariş üretim şeklinde üç sistem tanımlanmıştır. Şablon üretim, Ür-Ge aşamasındaki şablon üretim makinelerinde gerçekleşir. Numune üretim daha büyük miktarda şablon üretim makinelerinde gerçekleşir. Sipariş üretim ise müşteriye teslim edilmek üzere yapılan üretimdir.

Sistemin bileşenleri: Aşağıdaki gibidir:

- Özellik (Atributte):** Bir nesnenin sahip olduğu özellik olup Ür-Ge’de üç özellik tanımlanmıştır: 1: renk, 2: tuşe, 3: konstrüksiyon.
- Seçilen Faaliyet (Activity):** Belirli bir zaman diliminde bir işlemin tamamlanması olup,

Çizelge 1. Ür-Ge Simülasyon Modeli-tanımlar

| İşlev adı | İşlev Çeşitleri | | | | | |
|------------------------|---|------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Sistem | Şablon | Numune | Sipariş | | | |
| Nesne | Makine | Personel | Kayıtlı Kartela | | | |
| Özellik | Renk | Tuşe | Konstrüksiyon | | | |
| Faaliyet | Doku, sıklık, m ² ağırlık analizleri | Dokuma-Şablon, numune | Boyama-Şablon, numune | Terbiye - işleme Şablon, numune | Kalite kontrol - Yarı ürün, Ürün | Müşteri onayı-Şablon ve numune üretim sonrası |
| Olay | Ani sipariş | Makine arıza | Personel eksik | | | |
| Durum değişkeni | Makine durumu-meşgul | Personel durumu-Eksik, boş, meşgul | Siparişin durumu-kuyrukta bekleme, | Siparişin durumu-geliş zamanı | | |

kumaşın doku analizi, sıklık ve m² ağırlık tespiti, kumaş dokuma (şablon, sipariş), boya-terbiye (şablon, sipariş), kalite kontrol.

- Kaynaklar (Resources):** Elyaf, iplik, personel, aletler, şablon ve numune üretim için makineler, boya-terbiye makineleri, renk ve desen kartelaları ile enerji, zaman ve paradır.

- Kontrol (Control): Kontroller faaliyetlerin nerede, ne zaman, nasıl ortaya çıkacağını gösteren programlardır. Örnek; Ür-Ge prosesi iş planı, üretim planı, iş programı, iplik-kumaş kartela kontrol, şablon ve numune üretim aşamalarında müşterinin onayının alınması

Sistemin Durumu (System Statement): Çalışmanın amacına bağlı olarak, herhangi bir anda sistemi tanımlamak için gerekli olan değişkenlerin toplamıdır.

Ür-Ge için mümkün durum değişkenleri aşağıdaki gibidir:

- Arızalı, boş, meşgul makine
- Eksik, boş, meşgul personel,
- Kuyrukta bekleyen siparişlerin sayısı,
- Siparişlerin geliş zamanı

Olay (Event): Herhangi bir anda ortaya çıkarak sistemin durumunu değiştiren durumdur. Ür-Ge'de olay, aniden araya alınan bir sipariş olabilir ("ani sipariş" olayı).

Modellenen ürün geliştirme prosesinden elde edilen bu bilgiler Çizelge 1'de özetlenmiştir.

3.2. Simülasyon Modelinin Tasarımı

Çalışmada boya terbiye işletmesinin Ür-Ge prosesi incelemeleri sonucunda modelle ilgili parametreler belirlenmiştir. İncelemeler sonunda model için bazı kabuller yapılmıştır.

1. Polyester/viskon kumaş üretimi yapan bir işletmenin Ür-Ge prosesi seçilmiştir.
2. Üretilen kumaşla ilgili olarak numuneyi müşteri göndermiştir.
3. Gönderilen numune işletmenin kataloglarında vardır.
4. Gönderilen numune üzerinde değişiklikler yapılacaktır.
5. Bu değişiklikler; renk, tuşe ve konstrüksiyondur.
6. Renk için iki seçenek vardır: elyaf ve top boyalı. Bu çalışmada kumaşı iplik boyalı Ür-Ge prosesinin simülasyon modeli tasarlanmıştır.
7. Numune üretimde 15 metre kumaş için, sipariş üretimde ise 1000 metre kumaş için çalışılmaktadır.

Modelin 5 nolu kabulü, sistemin işleyişinde değişikliğe neden olmaktadır. Bu nedenle bu üç özelliğe uygun üç model tasarlanmıştır. Burada bu özelliklerin detayları, etüt kartı ve tasarlanan simülasyon modeli şematik olarak verilmiştir. Renk, Tuşe ve Konstrüksiyon için Ortak prosesler, Ür-Ge prosesinde renk, tuşe ve konstrüksiyon için ön faaliyetlerden sonra gelen işlemler aynı olup Çizelge 2'de verilmiştir.

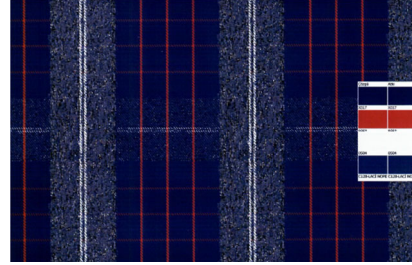
Çizelge 2. Renk, tuşe, konstrüksiyon prosesleri

| Faaliyet Türü | Faaliyet Adı | Süre (dk) | Personel (adet) | Faaliyetin Gerçekleştiği Sistem |
|-------------------------------------|-------------------|-----------|-----------------|---------------------------------|
| Şablon üretim | Dokuma | 50 | 1 | Şablon dokuma makinesi |
| | Terbiye | 15 | 1 | Terbiye işletmesi |
| Numune Üretim | Dokuma (15 mts) | 75 | 1 | Numune dokuma makinesi |
| | Terbiye | 40 | 1 | Terbiye işletmesi |
| Sipariş Üretim | Dokuma (1000 mts) | 4320 | 3 | Dokuma işletmesi |
| | Terbiye | 180 | 1 | Terbiye işletmesi |
| Üretim sonrası kontrol ve paketleme | | 300 | 1 | Kalite Kontrol işletmesi |

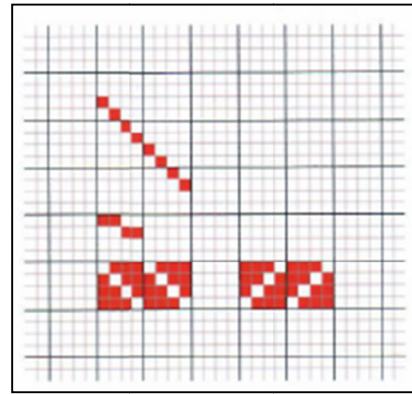
3.2.1. Renge Göre Proses

Müşterinin gönderdiği numune işletmenin daha önce çalıştığı ancak üzerinde renkle ilgili değişiklik istediği bir kumaştır. Renkle ilgili iki seçenek mevcuttur. Bunlardan birisi iplik boyalı diğeri top boyalı olması halidir. Çizelge 3, rene göre Ür-Ge sistem faaliyetleri göstermektedir (tekrarlı prosesler verilmemiştir). Şekil 2, Çizelge 2 içerisinde CAD çalışması denilen çalışmayı bir örnek kumaş ile göstermektedir. Şekil 3 ise rene göre işleyişin simülasyon modelini göstermektedir. Renge göre işletmede müşterinin gönderdiği numune kumaşa uygun kartelanın olup olmadığı araştırılır (Şekil 2). Eğer uygun kartela yok ise müşterinin gönderdiği numune üzerinde, Ür-Ge personeli tarafından; doku, sıklık, m² ağırlık şeklinde kumaş analizleri ve iplik analizleri yapılır. Numune kumaş kartela kataloğunda var ise renk çıktısı alınır ve müşteriye onayına sunulur. Müşteri rene onay verir ise şablon, numune ve sipariş üretim şeklinde üç üretimden birisine karar vermek gerekmektedir.

Şablon üretim, şablon dokuma tezgahında yapılır ve boya-terbiyeye gönderilir ve daha sonra müşteri onayına sunulur. Müşteri onaylamaz ise yeniden renk seçimine gönderilir. Onay alınması durumunda ise müşteriye numune üretim istenip istenmediği sorulur. Müşteri numune üretim ister ise kumaş numune dokuma tezgahında dokunur, terbiyeye girer ve en son yeniden müşteri onayına sunulur. Müşteri onay verirse Ür-Ge süreci tamamlanır ve sipariş emri verilerek üretime girilir. Eğer şablon üretimde müşteri onay verir ise doğrudan sipariş üretimine de geçilebilir.



A) Örnek Kumaşın renk ve iplik görseli



B) Örnek kumaşın doku analizi

Şekil 2. CAD görüntü analizi A: Kumaş, B: Doku

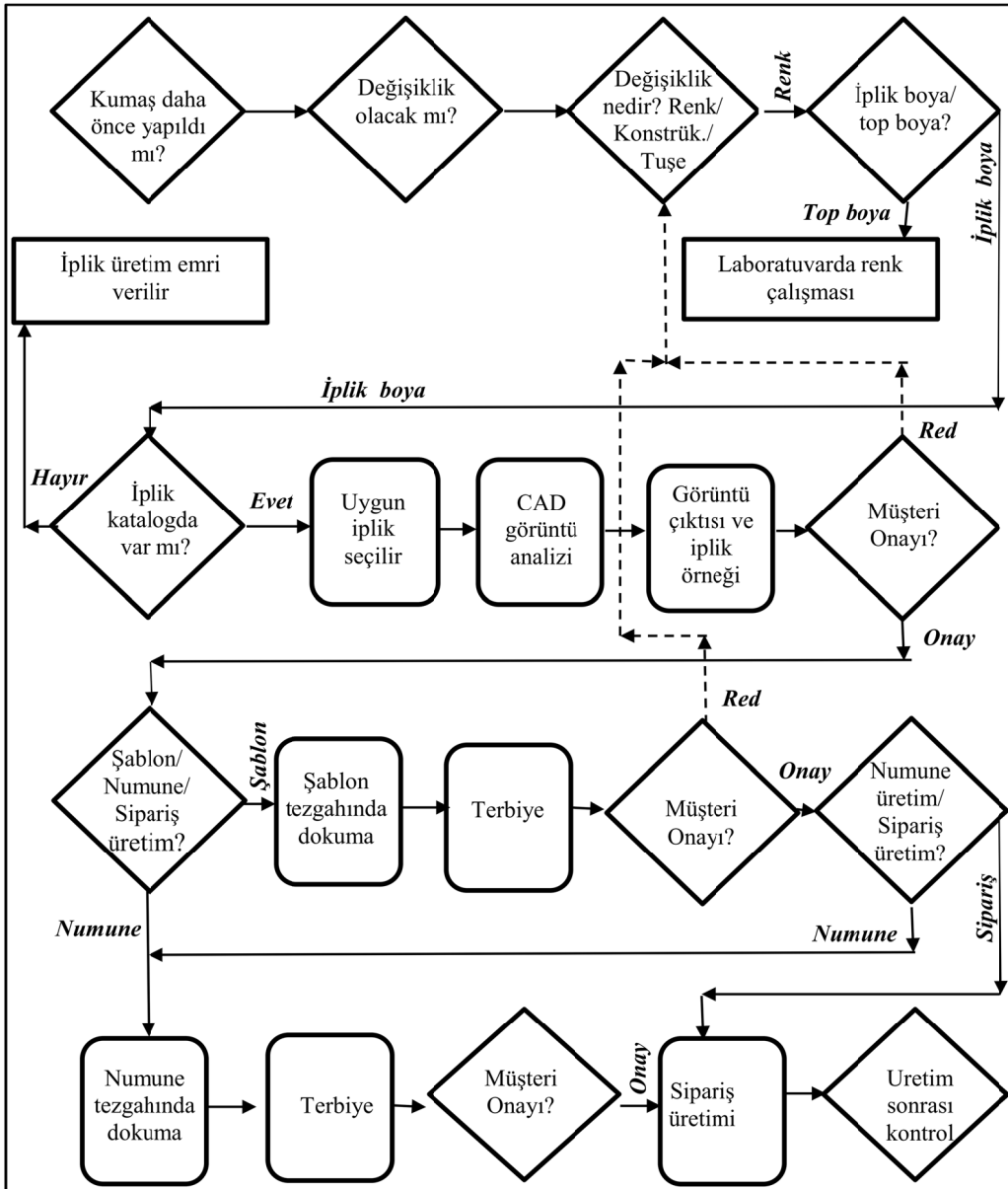
Sipariş üretim sonrası kontrol ve paketleme yapılır. Çizelge 3'den renk için Ür-Ge sistem faaliyetleri, ön faaliyetler, şablon üretim, numune üretim ve sipariş üretim şeklinde gruplandırılmıştır. Şekil 3'den renk için müşteri onayı alınan basamaklar incelenebilir. Şekil 3'den renk için Ür-Ge sisteminde gerçekleştirilecek üretim senaryoları ise Çizelge 4'de verilmiştir. Bu senaryolarda müşteri onayı basamağı dahil değildir. Bu şekilde 1000 m kumaş mamul üretiminde yaklaşık 5-6 gün geçmektedir.

Çizelge 3. Renk sistem modeli için Ür-Ge'de proses akışı (1000 m kumaş siparişi için)

| Faaliyet türü | Faaliyet adı | Süre (dk) | Personel (adet) | Faaliyetin gerçekleştiği sistem |
|---------------|---------------------------------|-----------|-----------------|---------------------------------|
| Ön faaliyet | Katalogda istenen rengi arama | 5 | 1 | Ür-Ge Birimi Katalog deposu |
| | Katalogdan Uygun iplik seçimi | 10 | 1 | Ür-Ge Birimi Katalog deposu |
| | CAD görüntü analizi (Şekil 2) | 20 | 1 | Ür-Ge Birimi |
| | Görüntü çıktısı ve iplik örneği | 10 | 1 | Ür-Ge Birimi |

Çizelge 4. Ür-Ge'deki gerçekleşebilecek üretim senaryoları ve süresi (renk sistem modeli için)

| Olası üretim senaryoları | Ön faaliyet dk | Şablon üretim dk | Numune üretim dk | Sipariş üretim dk | Üretim sonrası kontrol ve Paketleme | Müşteri onayı hariç toplam süre | | | |
|--------------------------|----------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------------------------|---------------------------------|------|------------------|------------------------|
| | | | | | | Dakika | Saat | 1 vardiya (8 sa) | Gün (24 sa, 3 vardiya) |
| 1. senaryo | • | • | | • | • | 4955 | 137 | 17 | 6 |
| 2. senaryo | • | | • | • | • | 5005 | 139 | 17 | 6 |
| 3. senaryo | • | • | • | • | • | 5115 | 142 | 18 | 6 |
| 4. senaryo | • | | | • | • | 4845 | 135 | 17 | 6 |

**Şekil 3.** Renge göre üre-ge prosesinin işleyişi

Bu çalışma, müşterinin kumaş getirmesi halinde Ür-Ge prosesini ele aldığından müşterinin onayının alınması zorunludur. Müşterinin onayının alındığı her basamağa 2 gün yani 48 saat ilave edilmelidir. Çizelge 5, tasarlanan 4 farklı üretim senaryosu için, Şekil 3'deki akıştan da faydalanılarak, müşteri onay sayısının mamul

kumaş üretim süresine etkisini ve personel ihtiyacını göstermektedir. Buradaki süre, minimum müşteri onayı sayısına göre hesaplanmıştır. Müşteri üretimde işletmenin kendisine gönderdiği her numuneyi onaylamayıp düzeltme istediğinde, yeni durum için tekrar onay isteneceğinden bu süre 2 gün eklenerek uzayacaktır.

Çizelge 5. Ür-Ge'de müşteri onayının sistem gerçekleşme süresi ve personel sayısına etkisi (renge göre)

| Parametreler | Olası üretim senaryoları* | | | |
|---|---------------------------|------------|------------|------------|
| | 1. senaryo | 2. senaryo | 3. senaryo | 4. senaryo |
| Müşteri onay sayısı (adet) | 2 | 2 | 3 | 1 |
| Müşteri onay hariç gün sayısı (adet) | 6 | 6 | 6 | 6 |
| Müşteri onay eklenmiş gün sayısı (adet) | 10 | 10 | 12 | 8 |
| Gerekli personel sayısı (adet) | 11 | 11 | 13 | 9 |

*: Çizelge 4'de verilen senaryolar

Dolayısıyla bu çalışma sonuçları mümkün en kısa üretimi göstermektedir. Çizelge 5 incelenirse, en az personel gerektiren ve en kısa çevrim süresinin olduğu senaryonun 4 nolu senaryo olduğu görülmektedir. Bu, müşterinin getirdiği kumaşın analizi ve kartela kontrolünün yapıldığı ve hemen sipariş üretime geçildiği durumdur.

İşletmelerin üretimlerine ait verilerinin kartelalarla saklanması önemi burada ortaya çıkmaktadır. İşletmenin müşteriye terimde iki günce teslimi

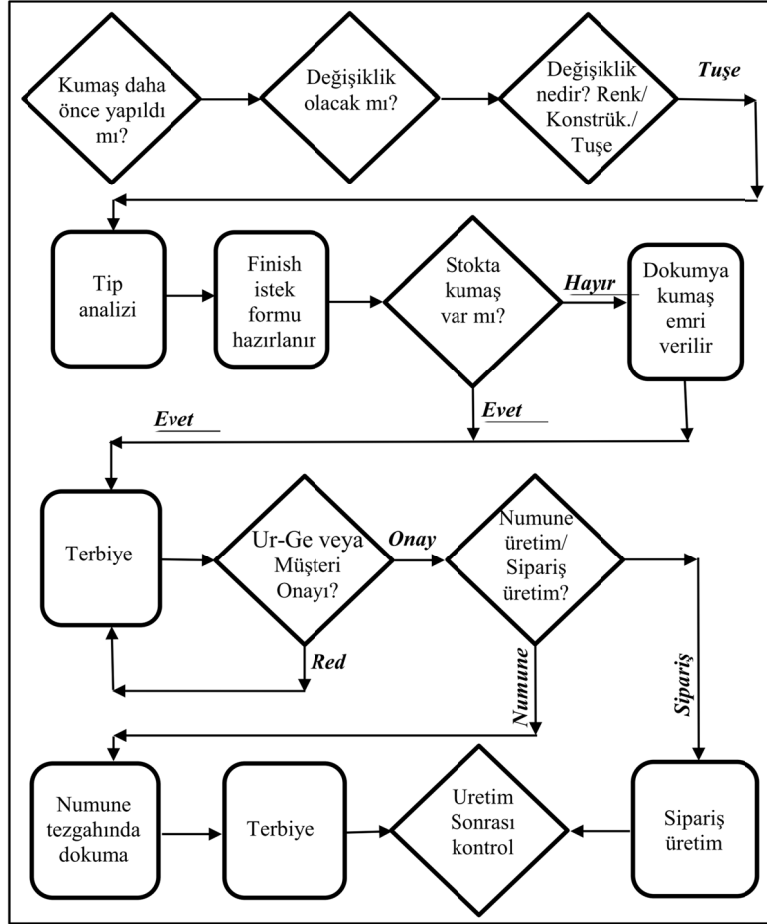
vaad etmesi pazar rekabeti açısından oldukça önemlidir.

3.2.2. Tuşeye Göre Proses

Müşterinin gönderdiği numune işletmenin daha önce çalıştığı ipliği boyalı ancak üzerinde tuşeye ilgili değişiklik istediği numunedir. Bu durumda tuşeye ilgili olarak proses işleyişinde işler Çizelge 6'dan ve simülasyon modeli ise Şekil 4'den görülebilir. İlk önce tip analizi yapılır ve daha sonra da bitim (finish) istek formu oluşturulur.

Çizelge 6. Tuşe ile ilgili istenen değişiklik halinde Ür-Ge'de iş akışı

| Faaliyet türü | Faaliyet adı | Yapılış Süresi (dk) | Gerekli personel sayısı (adet) | Faaliyetin gerçekleştiği sistem |
|---------------|---|---------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| Ön faaliyet | Tip analizi işlemi | 10 | 1 | Ür-Ge Birimi |
| | Stokta kumaş olup olmadığını kontrol etme işlemi | 10 | 1 | Planlama |
| | Stokta kumaş var ise terbiyeye gönderme işlemi | 60 | 1 | Ambar |
| | Stokta kumaş yok ise dokuma işletmesinde dokuma işlemi (15 mts) | 75 | 1 | Dokuma |



Şekil 4. Tuşeye göre üre-ge prosesinin işleyişi simülasyon modeli

Stokta kumaş yoksa kumaş dokunur, varsa terbiyeden geçirilir ve müşterinin veya Ür-Ge sorumlusunun onayına sunulur. Onay gelirse, numune veya sipariş üretimi yapılır. Her iki üretim durumunda da çıkışta terbiye prosesine girilir. Son olarak üretim sonrası kontrol ve paketlenme yapılır.

Çizelge 7 ve 8'den olası üretim senaryolarını ve müşteri onayı durumunda Ür-Ge de ihtiyaç duyulan gün görülmekte olup burada tüm senaryolar için aynı gün ve personel gerekmektedir. Tuşeye prosesinde değişiklik istenirse en az 8 gün ve 11 personel gerekeceği sonucu tespit edilmiştir.

Çizelge 7. Ür-Ge deki gerçekleştirilecek üretim senaryoları ve süresi (tuşeye göre)

| Olası üretim senaryoları | Ön faaliyet dk | Şablon üretim Dk | Numune üretim dk | Sipariş üretim dk | Üretim sonrası kontrol ve Paketleme | Müşteri onayı hariç toplam süre | | | |
|--------------------------|----------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------------------------|---------------------------------|------|----------------|-------|
| | | | | | | dakika | saat | vardiya (8 sa) | Gün * |
| 1. senaryo | • | • | | • | • | 5095 | 142 | 18 | 6 |
| 2. senaryo | • | • | • | • | • | 5145 | 143 | 18 | 6 |
| 3. senaryo | • | • | • | • | • | 5210 | 145 | 18 | 6 |

*: 1 gün 24 saat ve günde 3 vardiya çalışıldığı kabul edilmiştir.

Çizelge 8. Ür-Ge de müşteri onayının sistem gerçekleştirme süresine etkisi (tüşeye göre)

| Parametreler | Olası üretim senaryoları | | |
|--|--------------------------|------------|------------|
| | 1. senaryo | 2. senaryo | 3. senaryo |
| Müşteri onayı sayısı (adet) | 1 | 1 | 1 |
| Müşteri onayı hariç gün sayısı (adet) | 6 | 6 | 6 |
| Müşteri onayı eklenmiş gün sayısı (adet) | 8 | 8 | 8 |
| Gerekli personel sayısı (adet) | 11 | 11 | 11 |

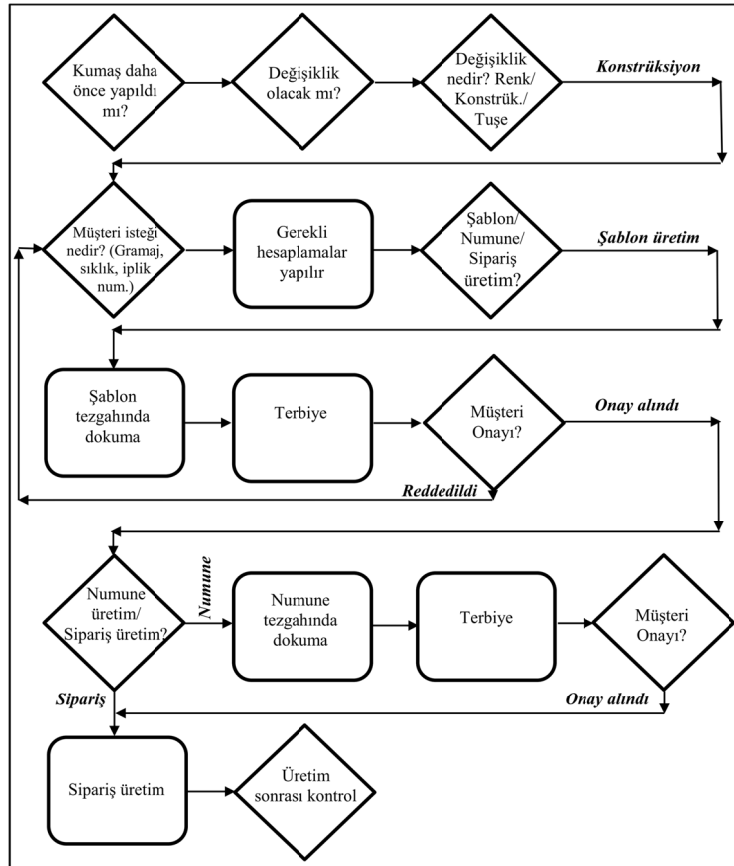
3.2.3. Konstrüksiyona Göre Proses

Bu kısımda müşteri genel olarak gramajda, iplik sıklığında veya iplik numarasında değişiklik

istemış olabilir. Bu durumda konstrüksiyonla ilgili olarak proses işleyişinde gerçekleşen işler Çizelge 9'den ve simülasyon modeli ise Şekil 5'den görülebilir.

Çizelge 9. Konstrüksiyon ile ilgili istenen değişiklik halinde Ür-Ge'de iş akışı

| Faaliyet türü | Faaliyet adı | Yapılış Süresi (dk) | Gereken Personel (adet) | Faaliyetin gerçekleştiği sistem |
|---------------|--------------------|---------------------|-------------------------|---------------------------------|
| Ön faaliyet | Genel hesaplamalar | 60 | 1 | Ür-Ge Birimi |
| Şablon üretim | Dokuma | 50 | 1 | Şablon dokuma makinesi |
| | Terbiye | 15 | 1 | Terbiye işletmesi |



Şekil 5. Konstrüksiyona göre üre-ge prosesinin işleyişi simülasyon modeli

Müşterinin istediği değişiklikler için öncelikle müşteri tarafından gönderilen numune kumaş üzerinde gerekli analizler yapılır. Şablon, numune veya sipariş tipi üretim olup olmayacağına karar verilir. Şablon veya numune üretim sonrası müşteri onayı beklenir. Onay alınması halinde sipariş tipi üretim için önce dokumaya sonra terbiyeye gönderilir ve üretim sonrası kontrol ve paketleme yapılır.

Çizelge 10 ve 11'den olası üretim senaryolarını ve müşteri onayı durumunda Ür-Ge de ihtiyaç duyulan gün görülmekte olup burada tüm senaryolar için aynı gün ve personel gerekmektedir. Konstrüksiyon prosesinde değişiklik istenirse, en az 6 gün ve 6 personel gerekeceği sonucu tespit edilmiştir.

Çizelge 10. Ür-Ge deki gerçekleştirilecek üretim senaryoları ve süresi (Konstrüksiyon sistem modeli için)

| Olası üretim senaryoları | Ön faaliyet | Şablon üretim | Numune üretim | Sipariş üretim | Üretim sonrası kontrol ve Paketleme | Müşteri onayı hariç toplam süre | | | |
|--------------------------|-------------|---------------|---------------|----------------|-------------------------------------|---------------------------------|------|----------------|-------|
| | | | | | | dakika | saat | vardiya (8 sa) | Gün * |
| 1. senaryo | • | • | | • | • | 4925 | 137 | 17 | 6 |
| 2. senaryo | • | | • | • | • | 4975 | 138 | 17 | 6 |
| 3. senaryo | • | • | • | • | • | 5040 | 140 | 18 | 6 |
| 4. senaryo | • | | | • | • | 4860 | 135 | 17 | 6 |

*: 1 gün 24 saat ve günde 3 vardiya çalışıldığı kabul edilmiştir.

Çizelge 11. Ür-Ge de müşteri onayının sistem gerçekleştirme süresine etkisi (Konstrüksiyon sistem modeli için)

| Parametreler | Olası üretim senaryoları | | | |
|-----------------------------------|--------------------------|------------|------------|------------|
| | 1. senaryo | 2. senaryo | 3. senaryo | 4. senaryo |
| Müşteri onayı sayısı (adet) | 2 | 2 | 2 | 1 |
| Müşteri onayı hariç gün sayısı | 6 | 6 | 6 | 6 |
| Müşteri onayı eklenmiş gün sayısı | 8 | 8 | 8 | 7 |
| Gerekli personel sayısı | 8 | 9 | 10 | 6 |

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmada tekstil boya terbiye işletmesine müşterinin numune kumaş getirmesi üzerine Ür-Ge prosesinin işleyişinin simülasyonlarla modellenebilecek şekilde tasarımı yapılmıştır. Tekstil gibi karmaşık parametrelerin bulunduğu işletmelerde Simülasyonla bir prosesi modellemek kolay olmamaktadır. Sistemin doğru tanımlanması ve algılanması, doğru ve yeterli veri toplama, verileri gruplama ve önem sırasına koyma, personel ve makinelerin sisteme etkisini, sayı ve süre gözeterek yansıtma, iş (zaman) etüdü en önemli ve hassasiyet gerektiren parametrelerdir. Bu çalışmada, tekstil boya-terbiye işletmelerinde oldukça stratejik öneme sahip olan Ür-Ge prosesinin modellenebileceği büyük ölçüde gösterilmiştir. Çalışma, simülasyon modelinin en önemli basamağı olan sistem tasarımı ortaya

çıkarması aşamasını kapsamaktadır. Model tasarımı, gerçek verilerin yeterli sayıda toplanması ile ve seçilecek uygun simülasyon paket programlarına gerçek verilerin girilerek Ür-Ge sistemi çözülebilir ve gerçek sistemle doğruluğu test edilebilir. Doğruluğu sağlanmış bir simülasyon modeli, herhangi bir müşteriden yeni gelen bir siparişin termin, personel tahmini güçlü bir şekilde yapabilecektir. Makro boyutta müşteriye doğru termin verme işletmenin rekabet ortamında güçlü kılacaktır. Mikro boyutta personel, süre ve dolaylı olarak maliyetlerin üretim öncesi ortaya çıkması ile işletme gerekli ekonomik stratejileri ortaya koyabilecektir.

5. KAYNAKLAR

1. Sabır, E.C., Batuk, E., 2014. Modelling of Textile Dyeing-finishing Mill Production Cost

- and Time Under Variable Demand Conditions with Simulation, *Tekstil ve Konfeksiyon* 24(4), 371-379.
2. Kayar, M., Akalın, M., 2015. Comparing the Effects of Automat Use on Assembly Line Performance in the Apparel Industry by Using a Simulation Method. *Fibres & Textiles in Eastern Europe* 2015; 23, 5(113), 114-123.
 3. Ferraris, G., Morini, M., 2004. Simulation in the Textile Industry: Production Planning Optimization, WOA 2004: Dagli Oggetti Agli Agenti. 5th AI*IA/TABOO Joint Workshop "From Objects to Agents": Complex Systems and Rational Agents, 30 November-1 December 2004, Torino, Italy
 4. Doğan, N.Ö., Takçı, E., 2015. Bir Tekstil İşletmesinde Simülasyon Yardımıyla Süreç İyileştirme, *Ege Akademik Bakış Dergisi*, 15(2), 185-196.
 5. Bağ, M.E., Aslan, E., 2016. Bir Tekstil Fabrikasında Simülasyon Uygulaması, *Journal of International Management, Educational and Economics Perspectives* 4(1), 38-5438.
 6. Aslan, Ş., Akdağ, R., Aydın, Y., 2017. Bir Tekstil İşletmesinde Benzetim Yöntemiyle Montaj Hattı Dengeleme Uygulaması, *Social Sciences Studies Journal*, 3(7), 1355-1365.