



DOKUMA KESME YAZILIMI “E-MÜHENDİS: 1D KESİM”

H. Cenk ÖZMUTLU
Seda ÖZMUTLU
Koray KIVAM

ÖZET

Türkiye, yoğun rekabetin olduğu tekstil sektöründe faaliyetlerine devam edebilmek için ürettiği ürünlerin kalitesini arttırmak, maliyetlerini düşürmek ve üretim verimliliğini arttırmak durumundadır. Tekstil sektöründe karın artırılmasının bir yolu da, üretilmiş bir top kumaşın en iyi gelir elde edilecek şekilde hatalarından ayıklanması için kesme stratejilerinin belirlenmesidir. Bu ihtiyaç ile ilgili olarak, tekstil firmalarının herhangi bir kapsamlı süreç iyileştirme ya da makine yenileme yatırımına gerek duymadan, tek parça kumaşın hatalı bölgelerini daha küçük parçalara dağıtarak, birim fiyatı yüksek üst kalite sınıfı kumaş oranını arttırmasını ve dolayısıyla aynı kumaştan daha fazla gelir elde etmesini sağlayan dokuma kesme yazılımı E-mühendis: 1D Kesim geliştirilmiştir. Satış gelirlerinin iyileştirilmesine yönelik doğru kesme stratejilerinin belirlenmesi amacıyla geliştirilen dokuma kesme yazılımında, konu ile ilgili meta-sezgisel kesme algoritmaları tespit edilmiş ve bu algoritmalara nihai müşterilerin özel ihtiyaçlarını karşılayacak ve kullanım kolaylığı sağlayacak iyileştirmeler eklenerek bir paket program oluşturulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Yazılım, Tekstil, Kesme, Endüstri Mühendisliği, Kalite Kontrol.

ABSTRACT

Turkey has to increase the quality and productivity and decrease the costs of production in order to continue production in the textile sector, where a high level of competition exists. One way to increase profit in the textile sector is to determine cutting strategies as to eliminate manufacturing defects and maximizing revenue for a manufactured roll of fabric. “E-muhendis: 1D Cutting” software maximizes revenue obtained from a roll of manufactured fabric, through distributing the defective portions of the fabric to smaller pieces and thereby increasing the quantity of higher quality fabric. The textile cutting software includes heuristic algorithms, and offers modules to cover the specific needs of users.

Keywords: Software, textile, cutting, Industrial Engineering, Quality Control

1. GİRİŞ

Dünyada ve Türkiye’de her üretim ve hizmet alanında yoğun rekabet mevcuttur. Yoğun rekabet ortamında, bir üreticinin ya da kuruluşun ayakta kalabilmesi için müşteri odaklı, kaliteli ve verimli üretim gerçekleştirebilmesi gereklidir. Müşteri tatmininin artırılması ise tedarik zamanı ve maliyetinin yanında, direkt olarak ürün kalitesi ile ilgilidir. Bu sebeple tüm sektörlerde ürün kalitesinin artırılması son derece önemlidir. Tekstil sektörü, Türkiye’nin en faal olduğu alanlardandır. Türkiye’de tekstil sektöründe çok büyük fiziki yatırım ve eğitilmiş büyük bir iş gücü bulunmaktadır. Bu sebeple gelişen teknolojiler konusunda atak olmaya devam etmekle birlikte, Türkiye’nin gelecekte de tekstil sektöründe aktif olarak rol almaya devam edeceği açıktır. Ancak, dünyada tekstil sektöründe özellikle son on yılda



Çin'in güçlü bir rakip olarak ortaya çıkmasıyla yoğun bir rekabet ortamı oluşmuştur. Türkiye'nin Çin'e karşı olan avantajlarının arasında ise özellikle AB ülkelerine mesafesinin az olması sebebiyle tedarik sürelerinin kısa olması ve gerekli kalite seviyesinin Türkiye'de yakalanabilmesidir. Bu durumda, Türkiye'nin tekstil sektöründeki makine parkından ve eğitilmiş insan gücünden istifade etmeye devam etmesi açısından, tekstil ürünlerinin kalitesini mümkün olan en iyi düzeye çıkarması ve maliyetleri de mümkün olduğunca düşürmesi gerekmektedir.

Bugünkü endüstriyel rekabet ortamında, etkin bir yarış sürdürebilmek için son teknolojik gelişmeleri yakından izlemek ve modern üretim tekniklerini uygulayarak yüksek kaliteyi yakalamak artık kaçınılmaz olmuştur. Nitekim bugün tekstil endüstrisinde otomatik veya yarı otomatik dokuma teknolojileri kullanılmaktadır. Çoğu işletmede atölye ortamındaki sorunlar çözüme ulaştırılmış, otomasyon büyük firmalarda uzman çalışanların yerlerini almışsa da, üretilen kumaşlarda çok çeşitli hatalar meydana gelebilmektedir. Müşteriye gönderilecek bir top kumaşta bulunan hataların niteliği, sayısı, uzunluğu gibi kriterler ilgili toptaki kumaşın hangi kalite düzeyinde (1. sınıf, 2. sınıf, vb.) olduğunu göstermektedir. Topun kalite sınıfı ürünün birim fiyatını (metre fiyatını) etkilemektedir. Ayrıca topun kalite sınıfının yanlış belirlenmesi, gönderilen ürünlerin reklamasyonu sonucu üretici firmalara sıkıntılı anlar yaşatmakta ve yükselen maliyetler yaratmaktadır.

Tekstil ürünleri ara mamul veya son mamul aşamasında uzun metrajlı olarak üretilmekte ve toplara sarılmakta, daha sonraki kullanım şeklinin gerektirdiği şekilde kesilmektedir. Tekstil firmalarının, müşterilerinin kumaş siparişlerini bir top üzerinde tek bir parça halinde veya müşteri tarafından belirlenmiş çeşitli koşulları karşılamak kaydıyla birden fazla parça ile karşılaması mümkündür. Bir diğer deyişle, tek bir parça olarak üretilmiş bir ürünü, birden fazla parçaya ayırarak satmak mümkündür. Parçalara ayırmanın amacı, taşıma ve makineye yükleme ve boşaltma zorlukları olabileceği gibi, belli hatalı bölgeleri atarak, geri kalan kumaşın kalite sınıfının dolayısıyla birim satış fiyatının artırılması olabilir. Bu durumda, firmalar üretilen kumaştan en yüksek geliri elde etmek adına kesme stratejilerini belirlemek durumunda kalmaktadır. Bu ihtiyaca cevap vermek amacıyla, doğru kesme stratejilerinin gerçekleştirilmesi, Endüstri Mühendisliği çözümlerinin bir yazılım halinde somutlaştırılması şeklinde tekstil sektörünün hizmetine sunulabileceği durumu ortaya çıkmıştır.

Bu unsurlar göz önüne alınarak, bir TÜBİTAK-TEYDEB projesi kapsamında, tekstil sektöründe kapsamlı bir yatırım yapmaya gerek duymadan, doğru ürün sınıflandırması ile bu üründen elde edilecek gelirin artmasını sağlayacak olan bir dokuma ürünleri kesme yazılımı geliştirilmiştir. Geliştirilen dokuma kesme yazılımı E-mühendis: 1D Kesim ile üretilmiş bir top kumaşın, en iyi gelir elde edilecek şekilde hatalarından ayıklanması amaçlanmaktadır. Yazılım çok az bir yatırım maliyeti gerektirmekte, buna karşılık satış gelirlerinin artmasını sağlamaktadır.

2. YAZILIMIN ÖZELLİKLERİ

Dokuma kesme yazılımı ile ilgili olarak, geliştirme öncesi süreçte kapsamlı araştırmalar gerçekleştirilmiştir. Yapılan araştırma sonucunda, kesme ile ilgili yazılım ürünlerinin daha ziyade konfeksiyon sektöründeki kesme problemlerine hitap ettiği görülmektedir. Bu yazılımlar geliştirilen yazılımdan farklı olarak, konfeksiyon için desen-parça optimizasyonunun sağlanmasını amaçlar. Bu optimizasyon probleminde, üretilecek parçaların desenleri uyumu şartı ile en az kumaş kullanacak şekilde parça kesimlerinin gerçekleştirilmesi ile ilgilidir. Bu gibi ürünler arasında CUTPLAN, GerberCutWorks, OptiTex gibi yazılımlar sayılabilir[1-3]. Ancak konfeksiyonda kumaş kullanım optimizasyonu yazılımlarında hedeflenen problem geliştirilen dokuma kesme yazılımında hedeflenen problemden daha farklı yapıya sahiptir. Ayrıca konfeksiyona yönelik kesme ürünlerinin hepsinin yabancı menşeli ve oldukça yüksek fiyatlı (50.000\$ civarında) olduğu görülmektedir.

Geliştirilen dokuma kesme yazılımının Türkiye'de iş zekası yazılımlarının gelişmesine de katkısı bulunacağı açıktır. İş zekası yazılımları Türkiye'de popüler ancak sınırlı bir dal olmakla beraber, iş zekası yazılımları daha ziyade ERP/MRP uygulamaları ile boyutunda kalmıştır. Geliştirilen yazılım ile Türkiye'nin hem yazılım gücünün artırılmasına hem de iş zekası yazılımları alanında daha aktif bir rol almasına yardımcı olacaktır.



Yöneylem Bilgi Sistemleri iş zekası yazılımları açısından Türkiye'de hatta AB ülkelerinde boşluklar olduğunu fark ederek bu konuda çalışmalar yapmaya karar vermiştir. Aynı zamanda Türkiye'de tekstil sektörüne yönelik veri işleyecek ve sonuçlar sunacak olan yazılımların eksikliği de ortadadır. Sonuç olarak dokuma kesme yazılımının geliştirilmesi fikrine varılmıştır. Bunun yanı sıra yazılım içerisinde kullanılması olası olan metodolojiler de Yöneylem Bilgi Sistemleri tarafından tespit edilmiştir.

Yapılan araştırmalar sonucunda dokuma kesme yazılımının sahip olması gereken özellikler de belirlenmiştir. Üretilen her değişik kumaşın ve her değişik müşterinin kalite sınıflandırmaları farklı olduğundan üretici firmalar sevki ettikleri ürünlerin bu standartlara uyup uymadığını kontrol etmek zorundadır. Bu özellik geliştirilen yazılım açısından değerlendirildiğinde, ürün tanımlama ve optimizasyon modüllerinin müşteri ve ürüne bağlı esnekliklerinin tanımlanabilir olması anlamına gelmektedir. Yazılımdaki esneklikler özellikle kullanılan meta-sezgisel optimizasyon algoritmasında sorun yaratmayacak şekilde çözümlenmiştir.

Dikkate alınan bazı özellikleri şu şekilde sıralayabiliriz:

- Noktasal, çizgisel ve alansal hata tanımlayabilmek,
- Her tanımlanan hata tipine özel ceza puanı tanımlayabilmek,
- Ana hata ve normal hata tanımlayabilmek,
- Ana hata tiplerine ek koşullar tanımlayabilmek (iki ana hata arası minimum mesafe vb.),
- Hata değerlendirme skalasını ve birim fiyatlarını tanımlayabilmek
- Özel müşteri isteklerinin tanımlayabilmek (minimum ve maksimum parça uzunluğu, parça başı minimum temiz bölge uzunluğu vb.),
- Aynı kumaş tipi için farklı ceza puan değerleri ve müşteri kuralları tanımlayabilmek (aynı ürünü farklı müşterilere satılma durumunda gerekmektedir),
- Aynı siparişi farklı optimizasyon senaryolarına göre değerlendirebilmek ve sonuçları saklayabilmek, karşılaştırabilmek ve raporlayabilmek,
- Eski sonuçları arşivleyebilmek.

Geliştirilen yazılımda dokuma kesme kararlarının alınmasında meta-sezgisel optimizasyon algoritmaları kullanılmış, Endüstri Mühendisliği bilimsel tekniklerinin aracılığıyla optimal veya optimale yakın kesme stratejilerini belirlenmiştir. Bu özelliklerin yanı sıra dokuma kesme yazılımı E-mühendis:

1D Kesim;

- Karar alma yeteneğine sahip ve Endüstri Mühendisliği teknikleri kullanılarak hazırlanmış akıllı bir yazılımdır,
- Güvenli kullanıcı yetkilendirme prosedürüne sahiptir,
- Kendi platformunda bağımsız çalışabilme yeteneğine sahiptir,
- İşletmelerin mevcut sistemlerine entegre edilebilir dinamik bir yapıdadır,
- Kullanımı kolay arayüz yapısı bulunmaktadır.

3. METODOLOJİ

Dokuma kesme yazılımı E-mühendis: 1D Kesim onusu itibarıyla disiplinler arası bir yapıyı içermektedir. Tekstil alanındaki dokuma kesme problemi için çözüm, Endüstri Mühendisliği ve bilişim teknolojisi metodları kullanılarak geliştirilmiştir. Bu sebeple kullanılan metodolojiler ve araçlar da interdisipliner yapıyı destekleyecek şekilde geniş bir yelpazede yer almaktadır.

3.1. Kesme Stratejilerinin Belirlenmesi İle İlgili Çalışmaların Gerçekleştirilmesi

Üretilen kumaşın değişik kalite sınıflarına ayrılması ile ilgili olarak kesim stratejilerinin belirlenmesi için her şeyden önce dokuma kalite hatalarının anlaşılması gerekmektedir. Kalite hatalarının anlaşılması

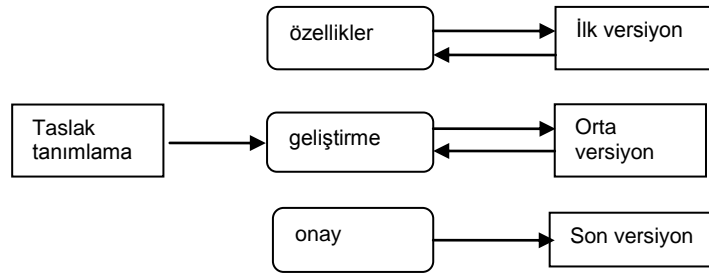
için çeşitli tekstil üreticileri ile görüşülmüş ve dokuma ürünlerinde ortaya çıkan kalite hataları anlaşılmasına çalışılmıştır. Ne tip hatalar olduğu anlaşıldıktan sonra, kalite kontrol için kullanılan yedi görsel araçtan biri olan Pareto analizi gerçekleştirilerek en çok hangi hatanın görüldüğü tespit edilmiştir. Ayrıca kalite hatalarının sebeplerinin de incelenmesi gerekliliği ile burada hipotez testleri ve ANOVA gibi istatistiksel metotlardan da yararlanılmıştır.

Kalite hataları nitelik ve nicelik olarak irdelendikten sonra kesim stratejilerinin belirlenmesi için literatür taraması gerçekleştirilmiştir. Literatür taraması tekstil, yöneylem araştırması ve yapay zeka yayınları ağırlıklı olacak şekilde bilimsel dergiler ve kongreler üzerinde ayrıntılı araştırma yapılması suretiyle gerçekleştirilmiştir.

Literatür taraması sonucunda kesim stratejilerinin belirlenmesi için çeşitli metodolojilerin kullanılması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Bu metodolojiler arasında matematiksel programlama teknikleri ve meta-sezgiseller bulunmaktadır. Ancak bu projede matematiksel programlamanın kullanılmamıştır. Bunun sebebi matematiksel programlama kullanılması durumunda programın CPLEX gibi bir çözücü yazılıma bağlanarak çalışmasının gerekliliğidir. Dokuma kesme yazılımının her müşterisinin CPLEX gibi fiyatlı bir optimizasyon yazılımına da yatırım yapması beklenemez. Proje dahilinde de kapsamlı bir çözücünün geliştirilmesi beklenemez; bu çalışma ayrı bir proje konusudur. Bu sebeple projede çözüm metodu olarak sezgisel algoritmalar kullanılmıştır. Bu sebeple de projenin hedefi de optimal değil, optimal veya optimale yakın kesme stratejilerini belirlemektir. Ayrıca zamanın, ticari işletmeler açısından çok değerli bir kaynak olduğu ve matematiksel programlamanın da optimal çözümleri problemin karmaşıklığına göre uzun sürede verebileceği göz önüne alınırsa, meta-sezgisel yöntemlerin kullanılması uygun olmaktadır.

3.2. Yazılım Geliştirme İle İlgili Çalışmaların Gerçekleştirilmesi

Yazılım geliştirilmesi ile ilgili olarak, döngüsel yazılım geliştirme tekniklerinden olan evrimsel yazılım geliştirme metodolojisi kullanılmıştır [4]. Bu metodolojinin şeması Şekil-1'deki gibidir. Bu metodoloji çerçevesinde, yazılım ihtiyaçları belirlendikten sonra, yazılımın kaba hatlarıyla ilk versiyonu belirlenmiş, gerekli testler yapıldıktan sonra eksiklikleri kapatmak açısından yeni bir versiyon daha geliştirilerek en son validasyon çalışmaları yapıldıktan sonra da yazılımın son versiyonu çıkartılmıştır. Yazılım geliştirme ortamı olarak Visual Studio 2010 kullanılmıştır.



Şekil 1. Evrimci Yazılım Geliştirme Metodolojisi

Bu geliştirme felsefesinde yazılım geliştirme için uygulanan aşamalar aşağıdaki gibidir:

- Yazılımın genel tasarımının (konfigürasyon planı, test planı, vb.) tamamlanması,
- Yazılım mimarisinin tanımlanması ve tasarlanması,
- Yazılımda söz konusu olan süreçlerin tanımlanması, analizi ve planlanması,
- Yazılımdaki ayrı modüllerin tanımlanması ve tasarlanması
- Modüller arası bilgi akışının (hangi bilgilerin ve nereden nereye, hangi sıklıkla) tanımlanması,
- Bilgi akışlarını sağlayabilecek modüllerin ve yapıların tasarlanması,
- Kullanılacak veri tabanlarının tanımlanması, veri tabanlarının yapısının, içeriğinin, veri yapılarının belirlenmesi, veri tabanlarının birbirleri ile ilişkilerinin tanımlanması,
- Kodların geliştirilmesi



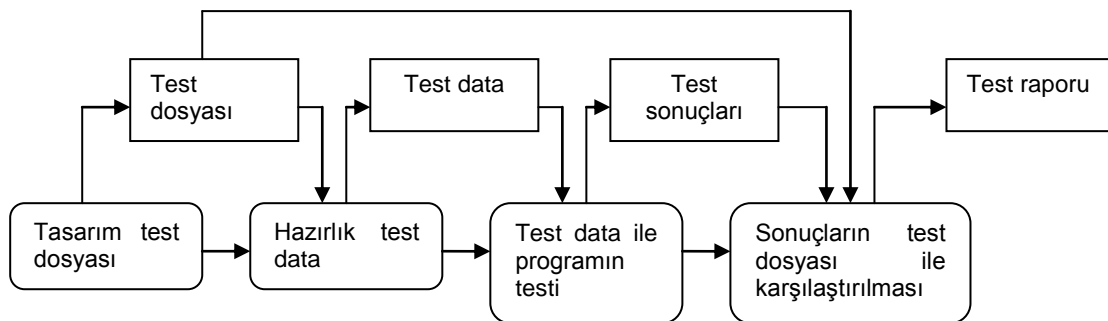
- Kullanıcı ara yüzlerinin tasarlanması.
- Testlerin ve düzeltmelerin yapılması
- Sürüm geliştirme (SSS sayfası geliştirilmesi, kullanım kılavuzu geliştirilmesi)

Tasarlanmış olan modüller için yazılım geliştirme çalışmaları yapılarak, geliştirilen tasarıma uyacak olan prototip yazılım geliştirilmiştir. Daha sonra tüm testler de yapılmıştır. Bu aşamalar ile ilgili kullanılan yazılım metodolojilerinin detayları ise aşağıdaki gibidir:

Kullanılan Uygulama Geliştirme Dili: Yazılımın geliştirilmesi için kullanılan programlama dili Visual Studio'nun içinde de entegre olan C#'dir.

Microsoft SQL Server 2008 ile Veri Tabanı Düzenlenmesi: Geliştirilen veri tabanı yönetim sistemi olarak Microsoft SQL Server 2008 kullanılmıştır. Microsoft firmasının bir ürünü olan Microsoft SQL Server (MS SQL), iyi bir performansa sahiptir. Veri tabanlarını geliştirmek için kullanılan metodoloji klasik veri tabanı geliştirme metodolojisi olarak da adlandırılabilir [5]. Bu metodoloji, analiz (ihtiyaçların analizi), tanımlama (hangi veri tabanları, hangi veri tabloları, hangi alanlara, vb. ihtiyaç olacağını tanımlanması), tasarım (varlık-ilişki diyagramlarının oluşturulması, vb.), uygulama (kodun hazırlanması ve veri tabanlarının oluşturulması), test (veri tabanlarının test edilmesi) aşamalarından oluşmaktadır. Veri tabanı tasarımında önemli olan noktalar, veri tabanının lojik modelinin geliştirilmesi esnasında gerekli veri tabanlarının belirlenmesi, veri tabanındaki tabloların belirlenmesi, veri tabanı hiyerarşilerinin ve ilişkisel veri tabanı modelinin tanımlanması, her bir veri tabanının kaç adet alandan oluşacağını belirlenmesi, üstveri (metaveri) yapılarının belirlenmesi, aktivite tablosunun hazırlanması, çeşitli veri tabanı ve tablo özelliklerinin belirlenmesi, birincil anahtar seçilmesi, diğer anahtarların ve yabancı anahtarların seçilmesi, veriler arasındaki ilişkilerin, üstünlüklerin anlaşılması, obje-ilişki diyagramının oluşturulmasıdır. Veri tabanları bu unsurlara dikkat edilerek tasarlandıktan sonra, gereksiz veri girişlerinin ve tekrarlanmış verilerin yok edilmesi, veri tabanlarında arama fonksiyonlarında zorlukların yok edilmesi, verilerdeki tutarsızlıklar varsa yok edilmesi, veriler eklendiği, silindiği, düzeltildiği zaman ortaya çıkan anormalliklerin yok edilmesi ile ilgili çalışmalar gerçekleştirilir. Daha sonra veri tabanlarının performanslı çalışması ve veri güvenliğinin sağlanması için gerekli çalışmalar yapılmalıdır. Yazılımda MS SQL Server 2008'in raporlama araçlarından da istifade edilmiştir.

Sistem testlerinin gerçekleştirilmesi: Yukarıdaki teknolojilerin kullanılarak yazılımın geliştirilmesinin yanı sıra, sistem testlerinin gerçekleştirilmesi de son derece önemlidir. testlerin gerçekleştirilmesinde Sommerville'de[4] belirtilen test metodolojisi kullanılmıştır. Bu test metodolojisi Şekil-2'de gösterilmektedir. Buna göre, sistemin tüm bileşenleri önceden tasarlanmış test süreçleri kapsamında denetlenecek ve uyumsuzluklarla arızalar ve eksiklikler bir sonraki aşamada düzeltilmek üzere raporlanacaktır. Tasarım-geliştirme süreci ile uyarılma aşamalarının zaman ve tekrarlama sıklığı yukarıda açıklandığı üzere, benimsenmiş nihai tasarım-geliştirme stratejisiyle doğrudan bağlantılı olmaktadır.



Şekil 2. Sistem Test Metodolojisi

Bunun yanı sıra test senaryolarının geliştirilmesi için gri kutu yöntemi kullanılacaktır [6]. İlk önce kullanıcı gibi sistem çalıştırıldıktan sonra sistemin durumu kontrol edilir. Örnek senaryolar yaratılarak, veri tabanındaki durum incelenir. Gerçekleştirilen testler aşağıdaki gibidir:



- Yazılımın Test Edilmesi, nesne özelliklerin test edilmesi
- Arayüzlerin Test Edilmesi, arayüz nesne özelliklerinin kontrolü
- Veritabanının Test Edilmesi
- Görsellerin Test Edilmesi
- Güvenlik Testi
- Raporların Test Edilmesi
- Performans Testi

SONUÇ

Daha önceki kısımlarda da belirtildiği gibi, Dokuma Kesme Yazılımı E-mühendis: 1D Kesim, dokuma ürünlerinin hataları göz önüne alınarak, değişik uzunlukta parçalara ayrılması ve sınıflandırılması suretiyle, üründen elde edilen gelirin artırılmasını hedeflemektedir. Bu bağlamda, Dokuma Kesme Yazılımının Türkiye açısından pek çok çıktıları ve faydaları bulunmaktadır. Bu faydaların sıralanması gerekirse;

- Tekstil firmalarının ürettiği ürünlerin doğru şekilde kesimini gerçekleştirerek, ürünlerin doğru olarak bölümlenmesinin sağlanması,
- Üretilmiş bir kumaşın doğru şekilde kategorize edilebilmesi (örneğin kalite hataları az olan kumaş bölgeleri ile daha fazla hatası olan kumaş bölgelerinin kesme sureti ile ayrıştırılması; birbirine karışmaması), bu şekilde firmanın ürünlerinde standardizasyonun artması, bu durumun da direkt olarak müşteri memnuniyetine yansması,
- Yukarıda sayılmış olan faydalar sebebiyle herhangi bir büyük miktarda yatırım gerçekleştirilmeden, aynı miktarda kumaştan elde edilen gelirlerin artması,
- Yukarıdaki gerekçelerle tekstil sektörünün dünyadaki rekabet gücünün artması,
- Öğretim üyelerinin teorik bilgilerini somut bir ürün haline dönüştürerek, ülke ekonomisine fayda sağlanması,
- İş zekası yazılımları konusunda zayıf olan Türkiye için bu alanda yeni bir ürün olması,
- Konusu itibarıyla disiplinler arası bir Ar-Ge çalışmasının gerçekleştirilmesi,
- Yazılımın yapısı itibarıyla benzer kesme problemlerine de az bir gayret ile adapte edilebilir olması,
- Tamamen yerel kaynaklarla iş zekası yazılımları alanında yüksek teknolojili bir ürün elde edilmesi,
- Teknoloji tüketen bir ülke yerine teknolojiyi geliştiren, üreten ve satan bir ülke konumuna geçilmesinin sağlanması söz konusudur.

Bu nedenle Dokuma Kesme Yazılımı E-mühendis: 1D Kesim Türkiye'ye kayda değer bir getiri sağlayacak olan yerli bir iş zekası yazılımıdır.

KAYNAKÇA

- [1] http://www.apparesearch.com/pattern_making_software.htm
- [2] http://www.dmoz.org/Business/Textiles_and_Nonwovens/Textiles/Machinery_and_Equipment/Cutting/
- [3] [http://www.dmoz.org/Business/Textiles andNonwovenr/Textiles/Software](http://www.dmoz.org/Business/Textiles_andNonwovenr/Textiles/Software)
- [4] Sommerville, I. *Software Engineering*, 7. baskı, AddisonWesley, Boston, MA, ABD, 2004.
- [5] http://www.cc.gatech.edu/classes/AY2008/cs4400_fall/Methodology.notes.doc
- [6] http://en.wikipedia.org/wiki/ISO_9126



ÖZGEÇMİŞ

H. Cenk ÖZMUTLU

Doç.Dr. Cenk Özmutlu, İTÜ İşletme Mühendisliği lisansından sonra, ABD George Washington Üniversitesi'nde Yöneylem Araştırması konusunda Yüksek Lisans ve Pennsylvania State Üniversitesi'nde Endüstri Mühendisliği konusunda doktora çalışmalarını tamamlamıştır. 1994 yılından beri Uludağ Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü'nde öğretim üyesi olan Doç. Dr. Cenk Özmutlu Yöneylem Araştırması, Yapay Zeka, Bilişim Teknolojileri ve çizelgeleme üzerine çalışmalarına akademik ortamda ve Uludağ Üniversitesi Teknoloji Bölgesi'ndeki girişimi olan Yöneylem Bilgi Sistemleri Ltd.Şti.'nde devam etmektedir. Birçok Uludağ Üniversitesi ve TÜBİTAK destekli projede yürütücü ve araştırmacı olarak yer almış olan Özmutlu'nun, 24 adet uluslararası dergide yayını, 21 adet uluslar arası/ulusal kongre bildirisi ve bu çalışmalara yapılan 254 adet atfı bulunmaktadır.

Seda ÖZMUTLU

Doç. Dr. Seda Özmutlu, İTÜ İşletme Mühendisliği lisansından sonra, ABD Pennsylvania State Üniversitesi'nde Endüstri Mühendisliği ve Yöneylem Araştırması konusunda Yüksek Lisans ve doktora çalışmalarını tamamlamıştır. 1995 yılından beri Uludağ Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü'nde öğretim üyesi olan Doç. Dr. Seda Özmutlu İstatistik, Yapay Zeka, Bilişim Teknolojileri ve çizelgeleme üzerine çalışmalarına akademik ortamda ve Uludağ Üniversitesi Teknoloji Bölgesi'ndeki girişimi olan Yöneylem Bilgi Sistemleri Ltd. Şti.'nde devam etmektedir. Birçok Uludağ Üniversitesi ve TÜBİTAK destekli projede yürütücü ve araştırmacı olarak yer almış olan Özmutlu'nun, 21 adet uluslararası dergide yayını, 22 adet uluslar arası/ulusal kongre bildirisi ve bu çalışmalara yapılan 273 adet atfı bulunmaktadır.

Koray KIVAM

1986 yılında Kağızman/Kars'ta doğmuş olan Koray Kıvam, Kars Fen Lisesi'ndeki eğitiminin ardından, 2010 yılında Uludağ Üniversitesi Endüstri Mühendisliği bölümünden mezun olmuştur. Lisans eğitimi sırasında sağlık, tekstil ve otomotiv yan sanayi kuruluşlarında staj ve proje çalışmalarının yanı sıra, EMSAZ (Endüstri Mühendisliği Sanayi Zirvesi) koordinatörlüğü ve Uludağ Üniversitesi Endüstri Mühendisliği topluluğu başkanlığı faaliyetlerini gerçekleştirmiştir. Koray Kıvam şu anda Yön-Eylem Bilgi Sistemlerinde Yazılım Koordinatörü olarak E-Mühendis: 1D Kesim ve E-Mühendis: İstatistiksel Kalite Kontrol yazılımlarının geliştirilmesinde çalışmaktadır.