TMMOB Tekstil Mühendisleri Odası
UCTEA Chamber of Textile Engineers
Tekstil ve Mühendis
Journal of Textiles and Engineer

Yıl (Year) : 2020/1
Cilt (Vol) : 27
Sayı (No) : 117

Araştırma Makalesi / Research Article

ARMÜRLÜ KUMAŞLAR İÇİN FİZİKSEL TASARIM ÇÖZÜMLEMELERİ SUNAN BİR DOKUMA KUMAŞ TASARIM PROGRAMI

Server Tuba KESKİN[1]
R. Befru BÜYÜKBAYRAKTAR[2*]
http://orcid.org/0000-0001-8856-5484
[1]Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Buca-İzmir, Türkiye
[2]Dokuz Eylül Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Buca-İzmir, Türkiye

Gönderilme Tarihi / Received: 22.05.2019
Kabul Tarihi / Accepted: 03.09.2019

***ÖZET**:* Kumaş tasarımı, ürünün estetik ve fiziksel tasarım aşamalarını içeren bir süreçtir. Fiziksel tasarım yapı ile ilgili özellikleri; estetik tasarım görsel ve duyusal algı ile ilgili özelliklerin içermektedir. Belli bir kullanım alanı için beklenen performans özelliklerini sağlayan bir kumaş üretmek için yapı ile ilgili özelliklerin (hammadde, iplik numarası, örgü tipi, vs.) en uygun şekilde seçilmesini gereklidir. Kumaşın fiziksel özellikleri ayrıca estetik özelliklerini de etkiler. Dolayısıyla, hedeflenen performans özelliklerine ve estetik özelliklere ulaşılması ve tasarlanan ürünün en gerçekçi şekilde üretilmesi için kumaş tasarımı çalışmalarının bütünsel bir yaklaşım ile ele alınması gerekmektedir. Son yıllarda bilgisayar destekli tasarım sistemlerinin kullanılması pek çok sektörde olduğu gibi tekstil sektöründe de maliyet, kalite, pazara sunum zamanı, müşteri memnuniyeti, rekabet gibi konularda avantaj sağlamaktadır. Bu çalışmada, armürlü tezgahlarda dokunan kumaşlar için kumaş tasarımı ve üretimi sürecini bütünsel olarak ele alan bir dokuma kumaş tasarım programının oluşturulması hedeflenmiştir. Programda, tasarımcıya kumaşın örgü ve renk çalışmaları için esnek ve kolay bir çalışma ortamı sunulurken, kumaşın fiziksel tasarımının estetik ve fiziksel hedefler dikkate alarak analitik yaklaşımlarla çözümlenmesi ve üretimle ilgili bilgilerin bu çözümlemelere göre sistematik olarak elde edilmesi sağlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Armürlü dokuma, fiziksel tasarım yaklaşımı, estetik tasarım yaklaşımı, bilgisayar destekli tasarım

A WOVEN FABRIC DESIGN PROGRAM OFFERING PHYSICAL DESIGN ANALYSIS FOR DOBBY FABRICS

***ABSTRACT**:* Fabric design is a process that includes the aesthetic and physical design stages of the product. Physical design includes the properties related to the structure; aesthetic design includes the properties related to the visual and sensory perception. It is necessary to select the structural properties (raw material, yarn number, weave type, etc.) optimally, in order to produce a fabric that provides expected performance properties for a particular usage area. The physical properties of the fabric also affect the aesthetic properties. Therefore, the fabric design studies need to be handled with a holistic approach in order to achieve the targeted performance and aesthetic properties and to produce the designed product in the most realistic way. In recent years, the use of computer aided design systems provides advantages in many sectors as well as textile industry about topics such as cost, quality, time to market, customer satisfaction and competition. In this study, it is aimed to generate a woven fabric design program which takes the fabric design and production process wholly for fabrics woven in dobby looms. In the program, while providing a flexible and simple working environment for the weave and color studies of the fabric, it is ensured that the physical design of the fabric is analyzed with analytical approaches according to the aesthetic and physical goals, and the production information is obtained systematically according to these analyzes.

Keywords: Dobby weave, physical design approach, aesthetic design approach, computer aid design

---

***Sorumlu Yazar/Corresponding Author:** befru.buyukbayraktar@deu.edu.tr*
***DOI:** 10.7216/1300759920202711702, www.tekstilvemuhendis.org.tr*

1.GİRİŞ

Günlük hayatımızda çokça karşılaştığımız bir kavram olan tasarım; bir planın, bir nesnenin yaratılması, geliştirilmesi anlamına gelmektedir. Tekstil tasarımı, giyimden teknik tekstillere kadar geniş bir yelpazede kullanılan tekstil ürünlerinin fiziksel ve estetik tasarım çalışmalarını içermektedir. Gerek estetik olarak gerekse yapısal olarak istenen ürünlerin elde edilmesi için kumaş üretim sürecinin "kumaş tasarımı" aşamasından başlaması gerekmektedir. Kumaş tasarım ve üretim sürecinin ilk aşaması, kullanım yerine uygun bir ürün elde etmek için gerekli faktörlerin tanımlanmasıdır. Kumaşın estetik tasarımı daha çok renk, biçim, tekstür gibi duyusal algı ile ilgili özelliklerin tanımlanmasıdır. Estetik tasarım aşamasında renk ve biçim faktörleri tasarımcının duyguları, deneyimleri, öngörüleri ile birleşerek kullanıcının ilgisini ve beğenisini çekecek bir ürün oluşturulur. Kumaşın fiziksel tasarım aşaması ise, hammadde özellikleri, iplik özellikleri (iplik numarası, bükümü, eğirme teknolojisi gibi), kumaş özellikleri (sıklık, örgü tipi, konstrüksiyon) gibi "yapı" ile ilgili özelliklerin tanımlanmasını ve çözümlenmesini içermektedir. Yapı ile ilgili bileşenler kumaşın tüm performans özelliklerini belirlemektedir. Bu nedenle hedeflenen ürün kullanım özelliklerine ulaşabilmek için fiziksel tasarım aşamasında yapısal bileşenler sistematik olarak çözümlenmelidir. Ancak, kumaşın fiziksel tasarımı aynı zamanda kumaşın duyusal özelliklerini de etkilediği için estetik ve fiziksel tasarım birbirinden bağımsız düşünülmemelidir [1,2]. Dolayısıyla kumaş tasarımı, kumaşın hem estetik hem de fiziksel tasarım aşamalarını içeren ve son ürün özelliklerine bakıldığında bu iki tasarımın birbiriyle etkileşim içinde olduğu karmaşık bir problemdir. Tekstil tasarımında yaratıcılığa katkı sağlaması için tasarımcının belirli bir teknik altyapı ve kumaş yapıları hakkında bilgi birikimine sahip olması gerekmektedir [3]. Ayrıca, tasarımcı tasarım yaparken malzeme, işlev, üretim teknolojisi, hedef kitle ve çoğu zaman ekonomik faktörleri de dikkate almak durumundadır [4]. Acar (2006) çalışmasında, modern tasarımcı kimliğinin doğuşuyla birlikte kumaşların teknik ve estetiğe dayalı tüm unsurların göz önünde tutulduğu, bilinçli şekilde planlamaya ve geliştirmeye dayalı birer tasarım nesnesine dönüştüğünü vurgulamıştır [5]. Kumaş tasarımı yapılırken, estetik tasarımdan fiziksel tasarım aşamasına geçiş karmaşık bir tasarım problemidir. Estetik tasarım aşamasından fiziksel tasarım aşamasına geçişte, tasarımın matematiksel bir problem olarak ele alınması gerekmektedir. Tasarım probleminin çözümü; amaç fonksiyonunun belirlenerek bağımlı değişkenlerin, bağımsız değişkenlerin, kısıt denklemlerinin, bağımlı ilişkilerin tanımlanması ve çözümlemenin yapılarak yapısal ögelerin belirlenmesi; sonuç olarak da en uygun son ürünün tanımlanması aşamalarını içermelidir. Tasarıma estetik hedeflere veya fiziksel hedeflere öncelik vererek başlanabilir. Ancak, kumaşı oluşturan estetik ve fiziksel ögeler birbirleri ile ilişki içinde olduğundan, doğru ürünün üretilebilmesi için teknik tasarımın sistematik olarak çözümlenmesi şarttır. Eğer yapısal faktörler doğru şekilde seçilmezse hem estetik açıdan hem de performans açısından tasarlanan ile gerçekleşen ürün arasında farklar oluşabilir. Bu durum da üretime geçiş zamanlarının uzamasına, işçilik maliyetlerinin artmasına, verimliliğin azalmasına neden olur. Bu nedenle, tasarımcının estetik faktörleri yaratıcılığı ile belirlerken, yapı ile ilgili faktörleri matematiksel yaklaşım ile sistematik olarak çözümleyeceği bir araca ihtiyacı vardır.

Günümüzde bilgisayar destekli tasarım ve üretim pek çok alanda sağladığı otomasyon ile pazara çıkış süresi, malzeme maliyetleri ve üretim hatalarının azaltılmasıyla birlikte verimliliğin ve kalitenin artmasını sağlamaktadır [6]. Bilgisayar destekli dokuma kumaş tasarım ve üretim sistemlerinin geliştirilmesi, manuel tasarımda karşılaşılan güçlüklerin giderilmesi, karmaşık yapıların dokunmasının kolaylaştırılması ve üretimin arttırılması gibi avantajlar sağlamaktadır. Bilgisayar destekli dokuma kumaş tasarım ve üretim sistemlerinden ayrıca, hızlı ve kolay tasarım fikirleri oluşturmaya izin vermesi, tasarlanan ürün özelliklerini önceden tahminlemesi, böylece daha az zaman, maliyet, işçilik ile son ürünün elde edilmesini kolaylaştırması beklenmektedir [7-8]. Araştırmacılar, armür ve jakarlı dokumalar için örgü tiplerinin bilgisayar ortamında tanımlanması, renk ve örgü efektlerinin kullanılarak bilgisayar ortamında farklı estetik tasarımların yapılması için çalışmalar gerçekleştirmişlerdir. Genel olarak tüm bilgisayar destekli dokuma kumaş sistemleri iki boyutlu basit kumaş simülasyonları yapabilmekte, örgü planına bağlı olarak otomatik tahar, armür planı hazırlayabilmekte ve üretim için gerekli çıktıları verebilmektedir [9-12]. Üç boyutlu (3B) kumaş görüntülerinin simüle edilmesi ve oluşturulan kumaş görüntülerinin ürünlere giydirilmesini içeren ileri çalışmalar da mevcuttur [12]. Son yıllarda ayrıca, estetik tasarım dışında özellikle teknik kumaşların 3B simülasyonlarının gerçekleştirilmesi ve performans özelliklerinin tahminlenmesi için bilgisayar destekli programlar geliştirilmektedir [6-8].

Bu çalışmanın amacı, kumaşın fiziksel (teknik) tasarımını estetik ve fiziksel ögeleri dikkate alarak bütünsel bir yaklaşımla çözümleyerek, tasarımdan üretime kadar olan süreçte sistematik bir yaklaşımın oluşturulmasını sağlamaktır. "Estetik tasarım yaklaşımı" tanımlaması, estetik tasarımı yapılmış bir kumaşın dokuma üretimin sonucunda tasarlandığı şekilde üretilmesini sağlayacak yapısal parametrelerin estetik girdilere (motif boyutu, dizayn birimi boyutu) bağlı olarak çözümlenmesi ve daha sonra elde edilen sonuçlara göre üretim parametrelerinin belirlenmesi süreçlerini içeren matematiksel çözümleme yaklaşımı için kullanılmaktadır. "Fiziksel tasarım yaklaşımı" tanımlaması ise, fiziksel yapısı tanımlanmış bir kumaşın hedeflendiği gibi üretilebilmesi için yapısal parametrelerin fiziksel girdilere (örneğin; belirli bir metre kare ağırlığında kumaş; belirli iplik numaralarında dokunmuş kumaş veya belirli sıklıklara sahip kumaş gibi) bağlı olarak çözümlenmesi ve daha sonra elde edilen verilere göre üretim parametrelerinin belirlenmesi süreçlerini içeren matematiksel çözümleme yaklaşımını ifade etmektedir. Program, her iki tasarım yaklaşımı için de kullanıcıya teknik çözümleme kolaylığı sağlamaktadır. Mevcut armürlü dokuma kumaş tasarım programlarında, kumaşın yapısal parametrelerinin estetik ve fiziksel hedeflere göre belirlendiği bir teknik bir çözümleme bulunmamaktadır. Bunun sonucu tasarlanan ürün ile üretilen ürün arasında bazen çok büyük farklılıklar oluşmakta, bu durum tasarım aşamasına geri dönülmesini gerektirdiği için

zaman, maliyet, işçilik gibi açılardan olumsuzluklara sebep olmaktadır. Geliştirilen kumaş tasarım programı, matematiksel çözümlemeler ile yapısal parametrelerin belirli amaçlara bağlı olarak belirlenmesini ve kumaşın teknik tasarımın oluşturulmasını sağlamaktadır. Belirli estetik veya fiziksel hedeflere göre sistematik olarak çözümlenen yapısal ögeler kullanılarak üretimle ilgili parametrelerin en doğru şekilde belirlenmesi sağlanmaktadır. Programda ayrıca tasarımcıya örgü ve renk planları uygulayarak kumaşın yüzey görüntüsünü canlandırabileceği; örgüye bağlı olarak tahar ve armür planlarını otomatik olarak oluşturabileceği bir çalışma ortamı da sunulmaktadır.

2.YÖNTEM

2.1. C# Programlama Dili

Günümüz bilişim dünyasında programlama dillerinin etkisi oldukça yüksektir. Programlama dilleri, insanların hayatını kolaylaştıran ürünler üretmek için kullanılan bir araç olmuştur. Bu çalışmada, armürlü kumaşlar için dokuma tasarım programı, C # programlama dili kullanılarak tasarlanmıştır. C# dili bir C türevidir. Microsoft tarafından geliştirilen C#, tamamen nesneye yönelik tasarlanmıştır. Özellikle nesne yönelimli programlama kavramının gelişmesine katkıda bulunan en aktif programlama dillerinden biri olan C#, basit, kullanımı kolay, modern, genel amaçlı, %100 nesneye yönelik, çöp toplama ve kaynak yönetimi ile programların belleğini çok daha verimli kullanan bir programlama dili olarak tasarlanmıştır [13]. C# programının kullanımı sağladığı bu avantajlardan dolayı tercih edilmiştir.

2.2. Kumaşın Fiziksel Tasarımının Matematiksel Teorisi

Belirlenen kullanım amacına yönelik bir ürünün üretilmesi için bu ürünle ilgili özelliklerin tanımlanması ve bu özelliklerin seçilerek bir araya getirilmesi tasarımı ifade etmektedir. Bir tasarım problemin çözüm aşamasında öncelikle amaç fonksiyonunun tanımlanması, daha sonra bu amaç fonksiyonuna ulaşmak için gerekli bağımlı ve bağımsız değişkenlerin belirlenmesi gerekmektedir. Kumaş fiziksel tasarımı probleminde amaç fonk-siyonu; estetik değerlere ulaşmak, belirli fiziksel ve/veya estetik hedefleri (metre kare ağırlığı, mukavemet, motif büyüklüğü vs.) elde etmek, daha düşük maliyette üretim gerçekleştirmek gibi hedeflerden biri veya birkaçı olabilir. Hedefler doğrultusunda buna göre matematiksel çözümler üretilir. Aslında bir ürünün tanımlanması birçok çözüm içerebilir. Önemli olan bu çözümler içinde en uygun çözümün bulunmasıdır. Bu nedenle kumaşın teknik tasarım süreci analitik olarak çözümlenmesi gereken bir problem olarak incelenmelidir.

Bu çalışmada, kumaşın fiziksel yani teknik tasarımının yapılabilmesi için öncelikle "belirli bir metre kare ağırlığına sahip kumaş için gerekli yapısal faktörlerin tespit edilmesi" hedeflenerek fiziksel tasarım yaklaşımına göre çözümlemeler geliştirilmiştir. Bununla ilgili matematiksel çözümleme farklı kumaş konstrüksiyonları (tek katlı, çift katlı, ekstra iplikli, vs.) için tanımlanmıştır. Eşitlik 1'de tek katlı bir kumaşın metre kare ağırlığını (w) hesaplamak için kullanılan formül verilmiştir [2]. 1 alt indisi çözgü, 2 alt indisi atkı ipliğini göstermek üzere, Eşitlik 1'de, hedeflenen metre kare ağırlığı (w) için amaç fonksiyo-nunun bağımlı olduğu değişkenler kıvrım oranı (k), sıklık (S) ve iplik numarasıdır (N). Aslında sıklık (S), iplik numarasına (N) göre bağımlı bir değişkendir. Ashenhurst'un (1884) [1] kumaş sıklığı eşitliği (Eşitlik 2) kullanılarak sıklık ve iplik numarası arasındaki bağımlı ilişki tanımlanabilir. Eşitlik 2'de görüldüğü gibi bitmiş kumaş sıklığı (S); k kıvrım oranı, Fw örgü faktörü (örgü tipine bağlı hesaplanan katsayı), K iplik üretim teknolojisi ile ilgili katsayı, V sertlik faktörü ve N iplik numarası bağımsız değişkenleri kullanılarak hesaplanır. Böylece w amaç fonksiyonu bağlı olduğu bağımsız değişkenlere göre Eşitlik 3'teki gibi tekrar tanımlanabilir. Bağımlı değişkenlerden bazıları, örneğin zeminde kullanılacak örgü tipi (bezayağı, 2/2 dimi, 5'li saten, vs.), kullanılabilecek iplik cinsi (pamuk ipliği, kamgarn iplik, vs.) estetik tasarım ve kumaşın kullanım yeri düşünülerek belirlenebilir. Çözgü ve atkı ipliklerinin kıvrım oranları (k_1, k_2) ise kısıt denklemleri ile yaklaşık olarak tahminlenebilir ve alabileceği değer aralığında bir değer kabul edilerek sabit olarak kullanılabilir. Dolayısıyla sıklık iplik numarasına göre ifade edildiğinde, metre kare ağırlığı (w) Eşitlik 4'te görüldüğü gibi ifade edilir [2]. Bu eşitlikte bilinmeyenler N_1, N_2 olarak ikiye indirgenmiştir. Bu aşamadan sonra problemin çözümü için iki yaklaşım düşünülmüştür. Bunların birincisi kumaşı kare kumaş konstrüksiyonunda varsayımı yapmak, yani kumaşın çözgü ve atkı yönündeki sıklık ve iplik özelliklerini eşit kabul etmektir. Diğer yöntem ise çözgü ve atkı sıkları arasında belli bir oran olduğunu varsayarak buna göre çözgü ve atkı iplikleri arasındaki oranı belirlemek ve çözümleme yapmaktır. Kare kumaş konstrüksiyonuna göre bir çözümleme düşünüldüğünde w Eşitlik 5 ile ifade edilebilir [2]. Dolayısı ile buradan tek bilinmeyene indirgenen iplik numarası Eşitlik 6'e göre hesaplanır. Kumaşın sıklığı ise elde edilen iplik numarasına göre Eşitlik 2 ile hesaplanır. Böylece kare kumaş konstrüksiyonundaki tek katlı bir kumaşı belirli bir metre kare ağırlığında elde etmek için kullanılacak iplik numarası ve sıklık seçilen örgü tipi ve iplik cinsine göre yaklaşık olarak tanımlanır.

Geliştirilen programda kumaş tipleri; tek katlı kumaş, örgü bileşimi ile elde edilen motifli kumaş, ekstra iplikli motifli kumaşlar ve çift katlı kumaşlar olmak üzere 3 ana gruba ayrılmış, her bir ana grup ise kendi içinde alt gruplara ayrılarak her bir kumaş tipi için bağımlı değişkenler, bağımsız değişkenler, kısıt denklemleri, bağımlı ilişkiler tanımlanarak başta hedeflenen metre kare ağırlığına göre olmak üzere göre çözümlemeler yapılmıştır. Aynı zamanda tanımlanan iplik numarasına, tanımlanan sıklığa, tanımlanan iplik numarası ve sıklığa göre de bağımlı ilişkiler göz önünde bulundurularak "fiziksel tasarım yaklaşımına" göre çözümlemeler yapılarak farklı tasarım yaklaşımları için kumaşın olası yapısal özellikleri kare kumaş konstrüksiyonu veya sıklıklar arası oran kabullerine göre hesaplanarak belirlenmiştir.

$$w = \frac{100.k_1.S_1}{N_1} + \frac{100.k_2.S_2}{N_2} \quad (1)$$

$$S = k.Fw.K.V.\sqrt{N} \quad (2)$$

$$\mathrm{w} = \mathrm{f}(k_1, k_2, N_1, N_2, F_W, V, K_1, K_2) \quad (3)$$

$$w = \frac{100.k_1.k_1.Fw.K_1.V.\sqrt{N_1}}{N_1} + \frac{100.k_2.k_1.Fw.K_2.V.\sqrt{N_2}}{N_2} \quad (4)$$

$$w = \frac{200.k.S}{N} = \frac{200.k^2.Fw.K.V.\sqrt{N}}{N} \quad (5)$$

$$N = \left[\frac{200.k^2.Fw.\mathrm{V}.K}{w}\right]^2 \quad (6)$$

Programda, motifli bir kumaşın teknik tasarımının estetik hedefler dikkate alınarak yapılabilmesi için "estetik tasarım yaklaşımı" ile de çözümlemeler gerçekleştirilmiştir. Örneğin, ekstra çözgü iplikli motifli kumaşlarda, motif büyüklüğü ile sıklık arasında bağımlı bir ilişki söz konusudur. Bu bağımlı ilişki, en basit şekilde motifte kullanılan çerçeve sayısına (A), motif genişliğine (a), motifin simetrik olup olmamasına (n=1, motif simetrik değilse ise, n=2 motif simetrik ise) ve kullanılan ekstra ipliğin zemin ipliğe oranına (p) bağlı olarak Eşitlik 7'daki gibi tanımlanabilir. Buna göre hedeflenen bir motif genişliğine bağlı sıklık ile Ashenhurt'un sıklık teorisi eşitlenerek iplik numarası estetik tasarıma ve fiziksel tasarıma bağlı olarak Eşitlik 8 ile hesaplanır. Bu yapılarda motif boyutu, sıklık, iplik numarası, metre kare ağırlığı bağımlı ilişkileri ayrıca kurularak (Eşitlik 2, Eşitlik 7, Eşitlik 9) w amaç fonksiyonuna göre motif boyutları veya motif boyutlarına göre metre kare ağırlığı çözümlemeleri gerçekleştirilmiştir [2]. Ekstra ipliklerle oluşturulan tüm motifli kumaş tipleri için (ekstra çözgülü, ekstra atkılı, ekstra atkılı ve çözgülü) ilgili bağımlı ilişkiler ve bağımsız değişkenler tanımlanarak çözümlemeler yapılmıştır. Özellikle ekstra iplikli yapılar gibi estetik özellikleri ön planda olan kumaş tiplerinde, istenen motif boyutlarına ve yüzey planlarına ulaşabilmek için, mühendislik yaklaşımı ile çözümleme yaparak iplik numarası, sıklık gibi yapısal faktörlerin belirlenmesi tasarlanan ve üretilen ürün arasındaki ilişkinin en doğru şekilde oluşması için gereklidir. Program belirlenen motif boyutu için gerekli sıklık ve iplik numaralarını bulurken, aynı zamanda tanımlanan motif ve rapor büyüklüğünün oluşması için gerekli ekstra iplik ve zemin iplik sayılarını belirleyerek estetik tasarım ekranındaki rapor boyutunu hesaplar.

$$S_1 = \frac{nxA}{axp} \quad (7)$$

$$N = \left[\frac{n.A}{a.p.k.Fw.K.V}\right]^2 \quad (8)$$

$$w = \frac{100.k_1.S_1}{N_1} + \frac{100.k_2.S_2}{N_2} + \frac{a}{R}\frac{100.k_E.S_E}{N_E} \quad (9)$$

Tasarımcı fiziksel (teknik) tasarımını estetik hedeflere ulaşabilmek için "estetik tasarım yaklaşımı" ile veya fiziksel hedeflere ulaşabilmek için "fiziksel tasarım yaklaşımı" ile çözümleyebilir. Program her iki teknik çözümleme yaklaşımı ile elde edilen sonuçların birbirine aktarılmasını sağlamakta ve sonuçta elde edilecek ürünün daha doğru tahminlenmesine yardımcı olmaktadır. Örneğin, estetik tasarım aşamasında tanımlanan örgü tipine göre örgü faktörlerinin hesaplanmasıyla, fiziksel tasarımda hesaplanan sıklık ve iplik numaralarının daha doğru belirlenmesi sağlanmaktadır. Motifli kumaşlarda estetik hedeflere göre yapılan çözümlemeyle bulunan sıklık değerleri, estetik tasarımda kullanılacak rapor boyutlarının belirlenmesini sağlamaktadır. Ayrıca, fiziksel tasarımda elde edilen sıklık ve iplik numarası değerlerinin estetik tasarıma aktarılarak kumaş simülasyonlarının gerçeğe daha yakın elde edilmesi amaçlanmaktadır.

2.3. Dokuma Üretim Hesapları

Programda estetik tasarım ve fiziksel tasarım için parametreler belirlendikten sonra üretim emrinin hazırlanması için üretim hesaplamaları gerçekleştirilir. Üretim hesaplamalarında, matematiksel teoriye göre belirlenen fiziksel tasarım ögeleri kullanılarak, üretilecek kumaşla ilgili gerekli iplik miktarları, tezgahtaki çözgü ve atkı sıklıkları, tarak numarası, tahmini metre kare ağırlığı hesaplanır ve bu verilerle birlikte örgü, tahar, armür ve tarak planları çıktı halinde kullanıcıya sunulur. Programda estetik tasarım ve fiziksel tasarım süreçlerinin sonuçları birbirleri ile ilişkili olduğu gibi, bu iki tasarım aşamasının sonuçları da üretim emri ile ilişkilidir. Böylece kumaş tasarım ve üretim süreci bütünsel olarak yönetilmiş olur.

Programda kullanıcı dokuma üretim hesapları aşamasına iki farklı şekilde geçiş yapabilir. Bunlardan birincisi fiziksel tasarım ile belirtilen hedefler için kullanılacak kumaş parametreleri matematiksel olarak belirtildikten sonra üretim hesaplarına geçilmesidir. Bu çözümlemede fiziksel tasarım aşamasında tanımlanan, hedeflenen ve hedeflere göre hesaplan parametrelerin hepsi (iplik numaraları, sıklıklar, kumaşın metre kare ağırlığı, kıvrım oranları, örgü tipi) üretim hesapları ekranına otomatik olarak aktarılır. İkinci seçenekte ise kumaş parametreleri bilinen bir tasarım için doğrudan dokuma üretim hesaplarına geçiş yapılır ve bu durumda kumaş parametreleri ile ilgili bilgi girişi kullanıcı tarafından yapılır. Her iki süreçte de üretim hesaplamaları sonucunda tarak eni (E_T), toplam çözgü boyu ($L_Ç$), toplam çözgü tel sayısı ($N_Ç$), toplam atkı tel sayısı (N_A), tarak numarası (tn), tezgahtaki çözgü ve atkı sıklıkları (s_{1t}, s_{2t}), toplam çözgü ağırlığı ($w_ç$), toplam atkı ağırlığı (w_a), bitmiş kumaşın toplam çözgü ağırlığı ($W'_Ç$), bitmiş kumaşın toplam atkı ağırlığı (W'_A),bitmiş kumaşın toplam ağırlığı (W_K) ile ve bitmiş kumaşın metre kare ağırlığı (w_K) hesaplanarak sonuçlar ekrana yazdırılır. Hesaplamalar için dışarıdan bilgi girişi yapılması gereken parametreler: bitmiş kumaş eni (E_K), bitmiş kumaş boyu (L_K), tarak dişinden geçirilen iplik sayısı (m) ve çözgü ile atkı ağırlık kayıplarıdır (c_1, c2). Aşağıda üretim hesaplamaları için programda kullanılan eşitlikler sırasıyla (Eşitlik 10-22) ile verilmektedir [1].

$$E_T = E_K k_2 \quad (10)$$

$$L_Ç = L_K k_1 \quad (11)$$

$$N_Ç = E_K S_1 \quad (12)$$

$$N_A = L_K S_2 100 \quad (13)$$

$$S_{1T} = N_Ç / E_T \quad (14)$$

$$S_{2T} = N_A / (100 L_Ç) \quad (15)$$

$$Tn = (10 S_{1T} / m) \quad (16)$$

$$W_Ç = (N_Ç L_Ç)/(1000 N_1) \quad (17)$$

$$W_A = (N_A E_T)/(100000 N_2) \quad (18)$$

$$W'_Ç = W_Ç(100 - c_1)/100 \quad (19)$$

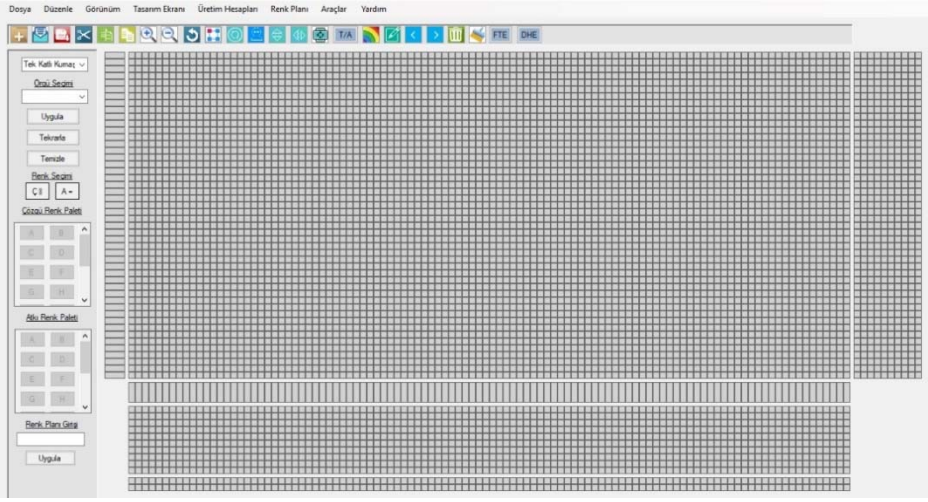
$$W'_A = W_A(100 - c_2)/100 \quad (20)$$

$$W_K = W'_Ç + W'_A \quad (21)$$

$$w_k = 100000(W_K/(E_K L_K \quad (22)$$

2.4. Program Arayüz Tasarımları

Program kullanıcıya kolay bir çalışma ortamı sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. Program çalıştırıldığında, kullanıcının karşısına ilk çıkan ekran estetik tasarım çalışma ekranıdır (Şekil 1). Bu arayüzde, kullanıcıya temel ve türev örgülerin otomatik olarak oluşmasının sağlandığı bir örgü kitaplığı sunulur. Kullanıcı ayrıca örgü birimini belirledikten sonra serbest örgü tasarımı da yapabilir. Kullanıcının hızlı ulaşımını sağlamak için bazı kısayallor menü çubuğunun altına sabitlenmiştir. Kullanıcı ister kısa yollardan, isterse menü çubuğundan ilerleyerek tasarımını gerçekleştirebilir. Estetik tasarım sonucu oluşturulan örgü birimi için tahar ve armür planları otomatik olarak oluşturulur. Örgü birimi tekrar ettirilerek örgü kesişimlerinin daha büyük gösterilmesi sağlanabilir. Tahar ve armür planları da örgünün tekrar ettirilmesiyle tekrar ettirilir. Programın estetik tasarım arayüzünde örgü belirlendikten sonra çözgü ve atkı renk planları tanımlanarak kumaşın kareli kağıt üzerindeki renkli görünüşü simüle edilebilir. Çözgü ve atkı renk planlarının girişi için öncelikle çözgü ve atkı iplikleri için kullanılacak renk paletleri belirlenir ve örgü planının altındaki kutucukların rengini belirleyerek renk planını tanımlanır. Daha sonra renk planını uygulayarak kumaşın iki boyutlu renkli görüntüsü simüle edilir.

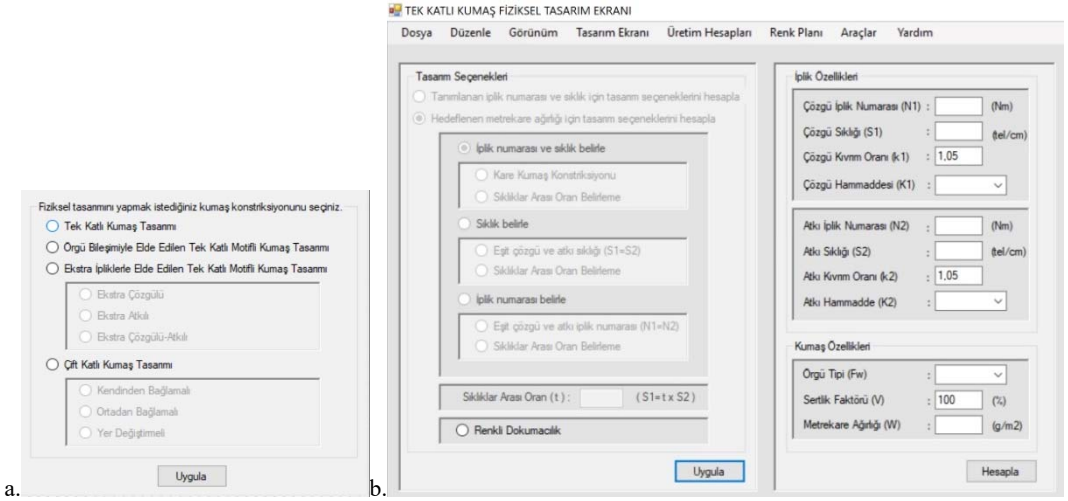


Şekil 1. Estetik tasarım arayüz ekranı

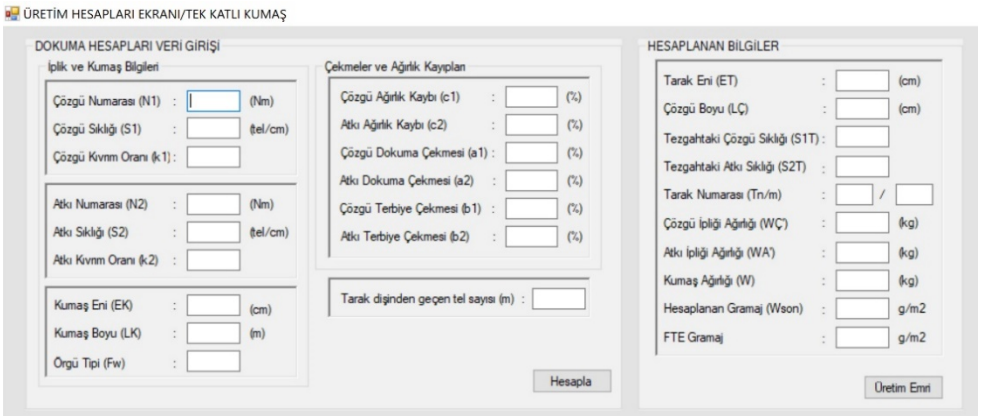
Şekil 2a'da kullanıcı "Fiziksel Tasarım" seçeneğini seçtiğinde karşısına çıkan ve kumaşın teknik tasarım çalışmaları için çözümlemesi yapılan kumaş tipi seçenekleri gösteren pencere görülmektedir. Kullanıcı bu kumaş tiplerinden birini seçtikten ve uygula butonuna bastıktan sonra teknik tasarımın yapılacağı "Fiziksel Tasarım Ekranı" açılır. Programda toplam 9 farklı kumaş tipi için fiziksel tasarım ekranı tasarlanmıştır. "Fiziksel Tasarım Ekranı"; fiziksel veya estetik tasarım yaklaşımlarına ve bazı varsayımlara göre teknik tasarım çözümleme yönteminin seçildiği "Tasarım Seçenekleri" bölümünü, çözüm yöntemine göre bazı hammadde, iplik, kumaş özelliklerinin tanımlanacağı "Veri Girişi" bölümünü ve çözümleme sonrası teknik tasarım sonuçlarının özetleneceği "Sonuçlar" bölümünü içermektedir. Şekil 2.b'de tek katlı kumaşın teknik tasarımı için fiziksel tasarım arayüz ekranı gösterilmektedir. Şekilde görüldüğü gibi, tek katlı kumaşın teknik tasarımı için farklı fiziksel tasarım yaklaşımı tasarım seçenekleri kullanılarak tasarımcının belirlediği hedeflere göre (metre kare ağırlığı, iplik numarası, sıklık vs.) çözümlemeler yapılır. Örneğin, tasarımcı belirli bir metre kare ağırlığında kumaş üretmek için kare kumaş yaklaşımını veya sıklıklar arası oranı seçerek kullanacağı sıklık ve iplik numarasını hesaplayabilir. Kullanıcı tasarım hedefini ve yaklaşımını belirledikten sonra

ekranda sadece veri girişi yapılacak girişler aktif hale gelir (Şekil 2b).

Fiziksel tasarım yaklaşımı için matematiksel teoriye göre yapısal ögeler tanımlanarak belli bir aralık için farklı ürün seçenekleri tablo halinde kullanıcının karşısına çıkmaktadır. Üretimle ilgili bilgilerin oluşturulması için, kullanıcının seçtiği çözümlemeye ait yapısal özellikler (iplik numarası, sıklık, örgü, vs.) üretim hesaplamalarına aktarılır (Şekil 3). Programın sağladığı avantaj, fiziksel tasarım çözümlemesinden sonra teknik tasarımla ilgili bilgilerin üretim hesaplarına aktarılması, böylece tasarlanan ile üretilen ürün arasındaki ilişkinin daha doğru kurulabilmesidir. Programın başlangıç arayüzüne kullanıcının doğrudan üretim hesapları ekranına geçmesi için ayrıca bir kısa yol da eklenmiştir. Eğer kullanıcı doğrudan üretim hesaplamalarına geçecek ise ürünle ilgili bilgileri ayrıca tanımlar. Üretim hesaplamalarına başlamadan önce kumaş boyu, kumaş eni, çözgü ve atkı ağırlık kayıpları gibi üretimle ilgili bilgilerin girişi yapılır ve üretim hesaplamaları yapılarak sonuçlar ekrana yazdırılır. Ayrıca üretim ile ilgili tüm bilgileri ve estetik tasarım sonucu oluşan örgü, tahar, armür ve tarak planlarını içerek üretim emri belge şeklinde oluşturularak çıktı halinde alınabilir.



Şekil 2. a. Fiziksel tasarım için kumaş tipi seçim ekranı, b. Tek katlı kumaş için fiziksel tasarım yaklaşımı seçim ekranı ve veri giriş ekranı



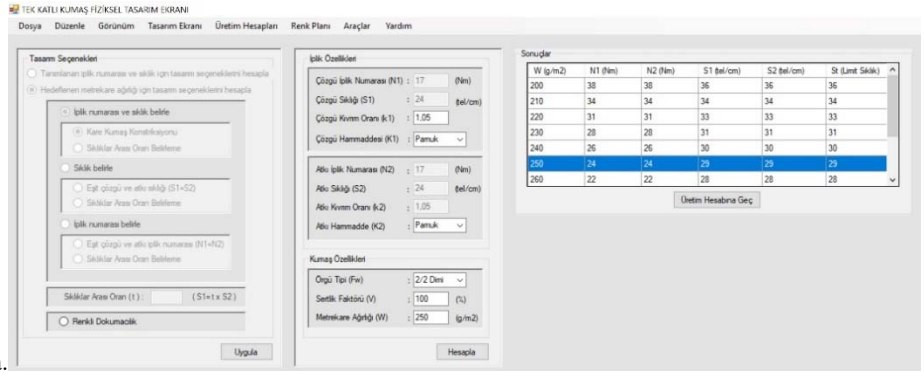
Şekil 3.Üretim hesapları için ekran görüntüsü

3. UYGULAMA ÖRNEKLERİ

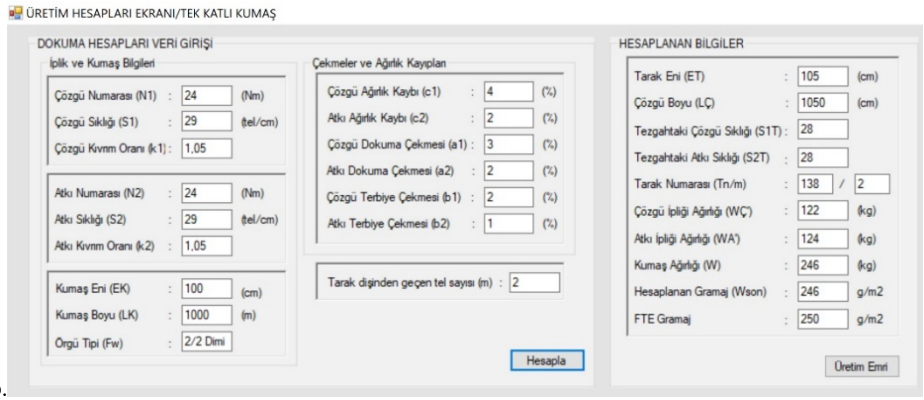
Şekil 4a'da tek katlı bir kumaş için fiziksel tasarım ve üretim hesapları uygulama örneği verilmiştir. "Tasarım Seçenekleri" panelinde öncelikle hedeflenen kumaş özelliği belirlenerek buna göre tasarım seçeneği tanımlanır. Örnekte "Hedeflenen metre kare ağırlığı için tasarım seçeneklerini hesapla" seçilerek belirli bir metre kare ağırlığına sahip kumaşı oluşturmak için gerekli iplik numarası ve sıklık parametrelerin hesaplanması amaçlanmıştır. Çözümleme için programda kullanıcıya kare kumaş konstrüksiyonu (çözgü ve atkı iplik numaraları ve sıklıklarının aynı) varsayımı ile sıklıklar arası belli bir oran kullanma varsayımı sunulmaktadır. Örnekte belirli bir metre kare ağırlığında kumaş dokunması hedeflendiğinde kullanılması gereken iplik numarası

ve sıklıklar kare kumaş konstrüksiyonu varsayımına göre çözümlenmiştir. Örgü tipi, iplik hammaddeleri, sertlik faktörü ve ipliğin kumaş içinde alacağı kıvrım oranı kullanıcı tarafından belirlenmektedir. Örnekte 250 gr/m^2 ağırlıkta, 2/2 dimi kumaş yapısında pamuklu bir kumaşın çözgü ve atkı yönünde kıvrım oranları 1.05 olarak tahminlenmiş ve sertlik faktörü %100 olarak alındığında Eşitlik 6 kullanılarak iplik numarası Nm 24, Eşitlik 1 kullanılarak sıklık 29 tel/cm olarak bulunmuştur. Kumaş kare kumaş konstrüksiyonunda kabul edildiği için çözgü ve atkı iplik numaraları ile sıklıkları eşittir. Programda kullanıcıya ayrıca faklı seçenekler sunabilmek amacı ile "Sonuçlar" panelinde 200-300 gr/m^2 (hedeflenen metre kare ağırlığı ±10 g/m^2) birim ağırlığı aralığı için çözümlenen çözgü-atkı iplik numaraları ve sıklıklar listelenmektedir. Kullanıcı bu listeden seçim yaptıktan sonra "Üretim Hesaplarına Geç" butonu ile üretim hesapları ekranına aktarılır ve fiziksel tasarımda tanımlanan ve hesaplanan veriler bu ortama aktarılır (Şekil 4b). Üretim hesaplamaları için kullanıcı üretimi istenen kumaş eni, kumaş boyu bilgilerini ve ağırlık kayıpları belirler. Kumaşın çözgü ve atkı yönündeki dokuma ve terbiye çekmeleri fiziksel tasarım sırasında belirlenen kıvrım oranlarına da bağlı olarak tahminlenir. Kıvrım oranı limitini aşmayacak şekilde kullanıcı yeni giriş yapabilir. Üretim hesaplamaları ile, çözgü boyu, tarak eni, tezgahtaki çözgü ve atkı sıklığı, tarak numarası, ham ve bitmiş kumaştaki çözgü ipliği ağırlığı, atkı ipliği ağırlığı ve kumaş metre kare ağırlığı dokuma üretim hesapları (Eşitlik 10-Eşitlik 22) kullanılarak hesaplanır. Kullanıcı sonuçları çıktı olarak da alabilir.

a.



b.



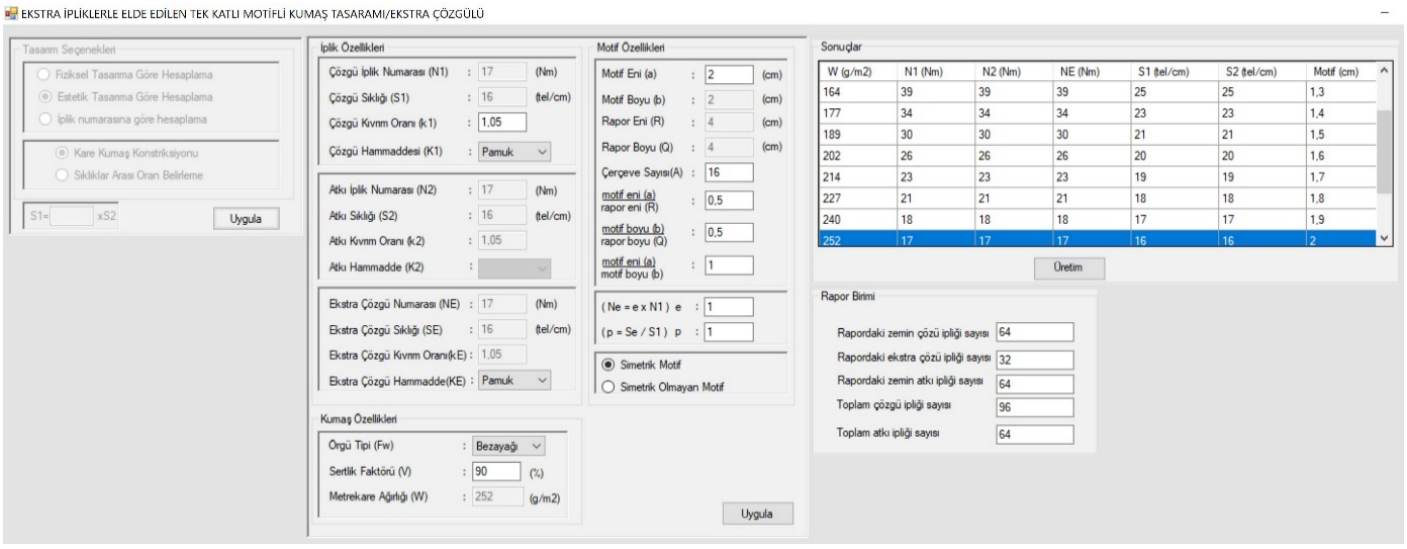
Şekil 4. Tek katlı bir kumaş için uygulama örneği: a. Fiziksel tasarım ekranı, b. Üretim hesaplar ekranı

Şekil 5'de ekstra çözgü iplikli bir kumaş için fiziksel tasarım uygulama örneği verilmiştir. Fiziksel tasarıma "Tasarım Seçenekleri" panelinde seçim yapılarak başlanır. Çözümleme estetik tasarım yaklaşımına göre yapılmıştır. "Estetik Tasarım göre Hesaplama" seçeneği ve "Kare Kumaş Konstrüksiyonu" varsayımı seçilmiştir. Tasarım seçenekleri belirlendikten sonra veri girişi yapılacak "iplik özellikleri", "kumaş özellikleri" ve "motif özellikleri" panellerinde sadece tasarım seçeneğine göre veri girişi belirlenmiş girişler aktif hale gelir. Uygulama örneği için giriş yapılacak veriler: iplik kıvrım oranları, iplik hammaddeleri, kumaş örgü tipi, sertlik faktörü, motif eni, çerçeve sayısı, motif ile rapor boyutu arasındaki oranlar, E/Z oranı (ekstra ipliğin zemin ipliğe göre kullanım oranı), zemin ve ekstra iplik numarası arasındaki oran ve motifin simetrik olup olmadığı bilgisidir. Uygulama örneği için; motif eni 1,5 cm olarak hedeflenerek bezayağı pamuklu bir kumaş için çözümleme yapılmıştır. Kıvrım oranları 1.05, sertlik faktörü %90; E/Z oranı 1, zemin ve ekstra iplik numaraları arasındaki oran 1, motifte kullanılan çerçeve sayısı 16 ve simetrik motif seçeneği belirlenmiştir. Ayrıca motif eni, rapor eni, motif boyu arasındaki oranlarda belirlenmiştir. Bu girişler yapıldıktan sonra Eşitlik 7, Eşitlik 8, Eşitlik 9 kullanılarak sırasıyla sıklıklar, iplik numaraları

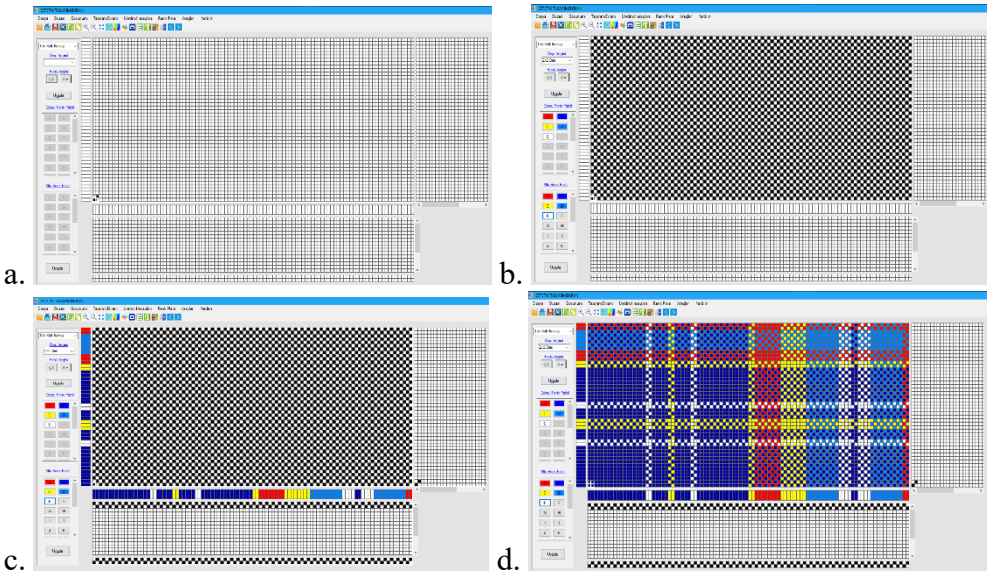
ve hedeflenen motif enine bağlı metre kare ağırlığı hesaplanarak tüm sonuçlar ilgili panellerde yazdırılır, ayrıca motif eni için hedeflenen motif genişliği ±0.1 cm için çözümlemeler yapılarak bir tablo halinde "Sonuçlar" panelinde özetlenir. Kullanıcı bu tabloda uygulayacağı sonucu belirleyerek sonuçları üretim hesaplamalarına aktarabilir. Ekstra iplikli yapıların fiziksel tasarım aşamasında tasarımcının hedeflediği boyutlarda motif elde edebilmesi için gerekli rapor boyutları sıklık ve E/Z oranına bağlı olarak hesaplanarak "Rapor Birimi panelinde" verilir. Üretim hesaplamaları tek katlı kumaştakine benzer şekilde gerçekleştirilir. Farklı olarak kumaştaki kullanılacak ekstra iplik ve zemin iplik oranları rapor biriminden hesaplanarak zemin ve ekstra iplikler için gerekli iplik miktarları ayrı ayrı hesaplanır. Bu durum hedeflenen motif boyutlarına ve hesaplanan sıklığa bağlı örgü biriminin tanımlanması ve örgü düzenlemelerinin bu bilgilere göre yapılması açısından tasarımcıya kolaylık sağlar.

Özellikle ekstra iplikli yapılar gibi estetik faktörlerin de ön planda olduğu kumaş yapılarında teknik çözümleme önemlidir. Çünkü motif eni ve sıklık arasında doğrudan bir ilişki söz konusudur. Sıklık, iplik numarası arasındaki ilişki de düşünüldüğünde tüm faktörler birine bağlıdır. Hedeflenen metre kare ağırlığına ve yapılan seçimlere (örneğin örgü tipi, hammadde, çerçeve sayısı gibi) göre oluşacak motif eninin; veya hedeflenen motif eni ve yapılan seçimlere göre oluşacak kumaş metre kare ağırlığının matematiksel yaklaşıma göre çözümlenmesi gerçekçi sonuçlar vermektedir. Kumaş tasarımı sürecinde, kumaşın estetik tasarımı tasarımcının yaratıcılığı ile şekillenirken fiziksel tasarımının tüm yapısal parametreler arasındaki ilişkilerin matematiksel olarak tanımlanarak çözümlenmesi daha başarılı teknik tasarımların gerçekleşmesini sağlamaktadır.

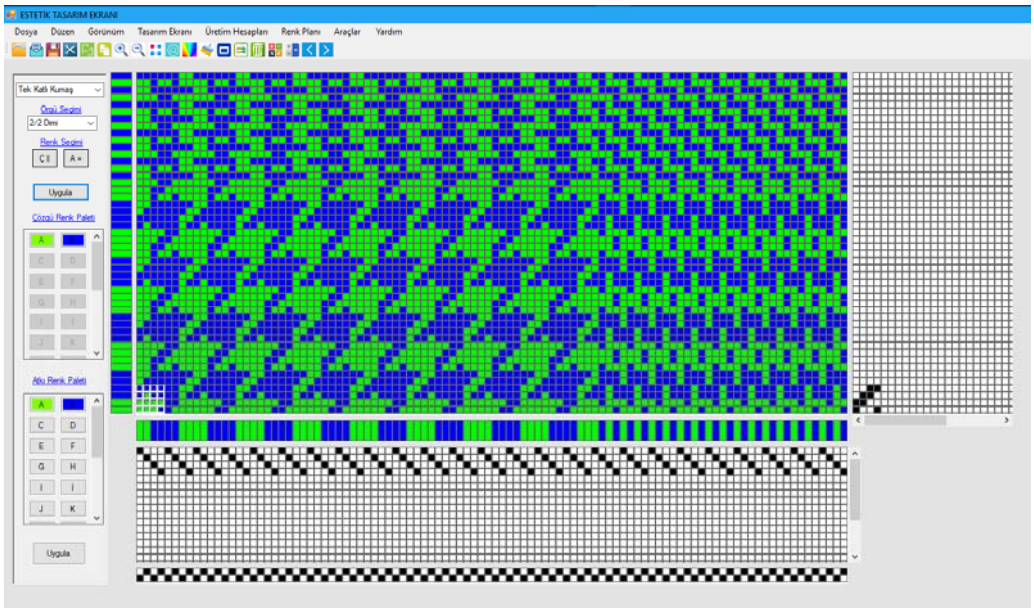
Geliştirilen programda estetik tasarım için örgü ve renk çalışmaların da yapılabileceği belirtilmiştir. Şekil 6'te renk ve örgü seçimi ile ekose bir kumaşın oluşturulması için gerçekleştirilen estetik tasarım çalışması adım adım gösterilmektedir. Öncelikle örgü birimi tanımlanarak, faklı iplik kesişmeleri için örgü birimi oluşturulur, ya da örgü kitaplığından tanımlanmış örgüler seçilerek uygulanır. Şekil 6a'da bezayağı örgü birimi gösterilmektedir. Şekil 6b'de örgü birimi tekrar ettirilmiştir, ayrıca çözgü ve atkı yönlerinde kullanılacak renkler renk paletlerinde tanımlanarak belirlenmiştir. Şekil 6c'de renk paleti kullanılarak örgü planı altında tanımlanan renk planı gösterilmektedir. Ayrıca örgüye ait tahar, armür, tarak planları da otomatik olarak oluşturulmuştur Bundan sonraki aşamada tanımlanan renk planları uygulanarak örgüye bağlı olarak kumaşın iki boyutlu renkli görüntüsü elde edilmiştir (Şekil 4d). Şekil 7'te ise renkli dokumacılık için farklı bir estetik tasarım çalışması verilmektedir. 2/2 dimi örgüde tanımlanan renk planına göre elde edilen bir renk örgü efekti ve otomatik olarak elde edilen tahar ve armür planları görülmektedir.



Şekil 5. Ekstra çözgü iplikli bir kumaş için estetik tasarım yaklaşımına göre çözümleme örneği



Şekil 6. Estetik tasarım uygulama örneği 1: a. Birim örgünün tanımlanması (Bezayağı örgü), b. Birim örgünün tekrarlanması ve çözgü-atkı renk paletinin belirlenmesi, c. Çözgü-atkı renk planlarının tanımlanması, d. Renk planının uygulanması



Şekil 7. Estetik tasarım için uygulama örneği 2

4. SONUÇ

Bu çalışmada, kumaşın fiziksel tasarımını "estetik tasarım yaklaşımına" ve/veya "fiziksel tasarım yaklaşımına" göre çözümleyerek belirleyen ve bilgileri üretim sürecine aktaran bir bilgisayar programı oluşturulması amaçlanmıştır. Mevcut programlar kullanıcıya estetik tasarım çalışma ortamı ve dokuma üretim hesaplama aracı sağlamaktadır. Dokuma üretim hesaplamaları için sıklık, iplik numarası gibi veriler kullanıcı tarafından tanımlanmaktadır. Teknik tasarımın belirli estetik veya fiziksel hedeflere göre çözümlendiği matematiksel bir yaklaşım yöntemi diğer armürlü dokuma kumaş tasarım programlarında bulunmamaktadır. Geliştirilen programda kumaşın teknik tasarımı yapılırken her bir yapısal ögenin hedeflerle ilişkisi belirlenerek matematiksel çözümleme yapılır ve kullanıcıya belirli aralıkta seçenekler sunulur. Kullanıcı yapısal faktörlerle ilgili değişimlerin (örneğin iplik numarasının, hammaddenin, kumaş örgü tipinin değişiminin) etkisini her bir kumaş tipi için programın verdiği sonuçları inceleyerek ayrıntılı gözlemleyebilir. Kullanıcı bu seçenekler arasından seçim yaparak bilgileri üretim hesaplamalarına aktarır. Bu da tasarlanan kumaşın tasarlandığı gibi üretilebilmesi gerekli üretim bilgilerin daha doğru belirlemesini sağlar. Mevcut durumda kumaşın teknik tasarımı süreci tasarımcının öngörülerine, tecrübelerine dayanmakta; ancak tasarım aşamasında üretim aşamasına geçiş süreci iplik

numarası, sıklık, hammadde, örgü tipi gibi yapısal faktörlerin karmaşık etkisinden dolayı zaman almaktadır. Çalışmada geliştirilen program analitik çözümlemeler sunduğundan deneme süreçlerinin kısalacağı, üretime daha hızlı geçileceği öngörülmektedir. Estetik ve fiziksel hedefler arasındaki ilişkinin matematiksel teoriye göre çözümlenmesi, daha tasarım aşamasındayken ürün ile ilgili özelliklerin gerçeğe en yakın şekilde tahminlenmesini, üretim için zamandan, işçilikten ve maliyetten tasarruf edilmesini, oluşan problemlerin daha hızlı ve kolay çözümlenmesini sağlayacaktır.

İleriki çalışmalarda, programın hedefleri arasında iki boyutlu kumaş görüntülerinin hesaplanan iplik numarası ve sıklıklar kullanılarak elde edilmesi, iplik kütüphanesinin geliştirilmesi, böylece elde edilen kumaş simülasyonlarının daha gerçekçi elde edilmesi gelmektedir. Ayrıca kumaşların üç boyutlu görüntülerinin de elde edilerek, özellikle ekstra iplikli ve çift katlı kumaşlarda kumaşların 3D olarak da incelenmesinin sağlanması hedeflenmektedir.

KAYNAKLAR

1. Başer, G., (2004), *Dokuma Tekniği ve Sanatı, Cilt II: Dokuma Kumaş Tasarımı*, Punto Yayıncılık, İzmir.
2. Başer, G., (2008). *Engineering approach to industrial design of woven fabrics,* International Journal of Fashion Design, Technology and Education, 1/2, 79-87.
3. Halaçeli, H., (2010), *Günümüz Dokuma Kumaş Tasarımında Deneysel Yüzey Araştırmaları, Anadolu Üniversitesi Sanat & Tasarım Dergisi, 9, 89-111*.
4. Sarıoğlu, H., Çağlayan, M.,Yıldız, H., (2012), *Kumaş Bilgisi ve Tasarımdaki Önemi,* 1.Uluslararası Moda ve Tekstil Tasarımı Sempozyumu, 8-10 Ekim, Antalya/Türkiye
5. Acar, S., (2016*), Assessment of Weaving Design and Production Component with Different Designer Approaches (Kitap: Recent Researches in Interdisciplinary Sciences),* St. Kliment Ohridski University Press, Sofya/Bulgaristan.
6. Smith, M.A, Chen, X., (2009), *CAD/CAM Algorithms for 3D Woven Multilayer Textile Structures,* International Scholarly and Scientific Research & Innovation, 3/9, 538-548.
7. Sirková, B., Mertová, İ., (2013*), Prediction of Woven Fabric Properties Using Software Protkatex,* AUTEX Research Journal, 13/1, 11-16.
8. Sirková, B., Mertová, İ., (2010*), Computer Aided Woven Fabric Design*, 7th International Conference - TEXSCI 2010, 6-8 Eylül, Liberek/ Çek Cumhuriyeti
9. Türker, E., (2006), *Dokuma Kumaş Yapılarının Bilgisayarda Tasarımı,* Tekstil ve Konfeksiyon, 2, 110-117.
10. Ala, D., Çelik, N., (2015), *Geliştirilmiş Bir Yerli Dokuma Desen Tasarım Programı,* Tekstil ve Mühendis, 22/99, 27-40.
11. Cristian, I., Piroi, C., (2016), *CAD Application for Dobby Weaves Design Based On Cellular Automata Theory,* The 12th International Scientific Conference eLearning and Software for Education Bucharest,484-491, 21-22 Nisan, Bükreş/Romanya.
12. Kim, K., (2011), *Development of a Parametric Design Method for Various Woven Fabric Structures*, Journal of Engineered Fibers and Fabrics, 6/4, 34-38.
13. *C# Nedir?, https://smartpro.com.tr/c-nedir/, 10.04.2019*