

Araştırma Makalesi / Research Article

ELEKTRONİK JAKARLI DOKUMA MAKİNELERİNDE KUMAŞ ENİNE GÖRE OPTİMUM JAKAR YÜKSEKLİĞİNİN BELİRLENMESİ

Müslüm KAPLAN^{1*}
Nihat ÇELİK²

¹Bartın Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, 74110 Bartın, Türkiye
²Çukurova Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, 01330 Adana, Türkiye

Gönderilme Tarihi / Received: 12.01.2025
Kabul Tarihi / Accepted: 21.05.2025

ÖZ: Bu çalışmada, jakarlı dokuma makinelerinde ağızlık yüksekliğinin kumaş eni boyunca uniform dağılımı için gerekli jakar kulesi yüksekliğinin belirlenmesine yönelik geometrik bir analiz gerçekleştirilmiştir. Jakar iplerinin platin yatağından jakar tablasına kadar olan eğimli yolu, jakar yüksekliğinin önemli bir tasarım parametresi olduğunu göstermiştir. Yapılan analizlerde, farklı kumaş enleri (20-200 cm) için jakar yüksekliğinin (25-200 cm) ağızlık geometrisine etkisi incelenmiştir. Yapılan analizler, ağızlık yüksekliğinin uniform dağılımı için jakar kulesi yüksekliğinin kumaş eni ile doğrudan ilişkili olduğunu ve kumaş enine göre optimum değerlerde seçilmesi gerektiğini göstermiştir. Bu geometrik analiz, 192 kancalı ve maksimum 67,5 cm dokuma enine sahip bir elektronik jakarlı numune dokuma makinesinin tasarımında kullanılmıştır. Her kancaya 5 jakar ipi bağlanarak toplamda 960 çözgü ipliğinin kontrolü sağlanmıştır. Geliştirilen prototipte 67,5 cm dokuma eni için jakar kulesi yüksekliği 120 cm olarak belirlenmiş ve merkezden en uzak noktadaki ağızlık yüksekliği 4,31 cm olarak hesaplanmıştır. Bu çalışmada sunulan geometrik analiz ve tasarım parametreleri, farklı kumaş enlerinde çalışacak jakarlı dokuma makinelerinin tasarımında temel alınabilir.

Anahtar Kelimeler: Jakarlı dokuma, Numune dokuma makinesi, Ağızlık açma, Jakar yüksekliği, Tasarım parametreleri

DEVELOPMENT OF ELECTRONIC JACQUARD SAMPLING LOOM AND DETERMINATION OF OPTIMUM JACQUARD HEIGHT ACCORDING TO FABRIC WIDTH

ABSTRACT: This study performed a geometric analysis to determine the required jacquard tower height for the uniform distribution of shed height across the fabric width in jacquard weaving machines. The inclined path of the harness cords from the hook board to the harness board showed that the jacquard height is an important design parameter. The analyses investigated that the effect of jacquard height (25-200 cm) on the shed geometry for different fabric widths (varying from 20 to 200 cm). The analyses showed that the jacquard tower height is directly related to the fabric width and should be selected at optimal values based on the fabric width for the uniform distribution of the shed height. This geometric analysis was used to design of an electronic jacquard sampling loom with a 192-hook capacity and a maximum weaving width of 67.5 cm. A total of 960 warp yarns were controlled by connecting 5 harnesses to each hook. In the developed prototype, the jacquard tower height was determined to be 120 cm for a weaving width of 67.5 cm, and the shed height at the farthest point from the center was calculated as 4.31 cm. The geometric analysis and design parameters presented in this study can be used as a basis for designing jacquard weaving machines operating with different fabric widths.

Keywords: Jacquard weaving, Sampling loom, Shedding, Jacquard height, Design parameters

***Sorumlu Yazarlar/Corresponding Authors:** mkaplan@bartin.edu.tr

DOI: <https://doi.org/10.7216/tekstilmuh.1618480>

www.tekstilmuhendis.org.tr

1. GİRİŞ

Dokuma işlemi, çözgü ve atkı iplikleri olarak adlandırılan ve birbirine dik konumda bulunan en az iki iplik grubunun belirli bir düzen içerisinde birbirlerinin altından ve üstünden bağlantı yapması suretiyle bir tekstil yüzeyi oluşturmaya tekniğidir. Bu işlemin gerçekleştirilebilmesi için temel olarak ağızlık açma, atkı atma ve tefeleme olmak üzere 3 temel hareket mevcuttur [1]. Ağızlık açma işlemi dokumanın oluşması için en önemli harekettir. Dokuma makinelerinde kumaş oluşurken atkı ipliklerinin çözgü iplikleri ile bağlantı oluşturabilmesi her atkı atımında yeni bir ağızlığın açılması ile gerçekleşmektedir [2].

Dokuma makinelerinde ağızlık açma sistemi, kamlı, armürlü ve jakarlı olmak üzere üçe ayrılmaktadır. Çerçevesiz sistemlerde gücü telleri gruplar halinde çerçevelere bağlıyken jakarlı dokuma makinelerinde gücü telleri tek tek jakar iplerine bağlıdır [3] (Şekil 1).

Jakar teknolojisi desenlendirme imkanı nedeniyle özel bir konuma sahiptir. Armürlü veya kamlı dokuma makinelerinde desenlendirme imkanı çerçeve sayısı ile kısıtlanmışken jakar sistemlerinde her çözgü ipliğinin iniş-kalkışlarının tek tek kontrol edilebilmesi, bu makinelerde neredeyse sınırsız bir desenlendirme imkanı sağlamaktadır [4].

Jakar mekanizması dokuma makinesine ek olarak makinenin üzerine dikey şekilde jakar kulesine kurulan bir ağızlık açma aparatıdır. Jakar kulesinin yüksekliği ve yerleşimi makinenin önemli tasarım parametrelerindendir [5]. Yapılan araştırmalar, ağızlık geometrisinin kumaşın başlangıç izleri ve genel kalitesi üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir [6]. Kulenin alçak olması durumunda ağızlık yüksekliği merkezde kenarlara göre daha yüksek olmakta, bu da çözgü ipliklerinin merkezde yüksek kenarlarda düşük gerilime maruz kalmasına neden olmaktadır [7]. Çözgü gerginliğindeki bu varyasyonlar, kumaş mukavemeti ve dökümü gibi özelliklerde önemli farklılıklara yol açabilmektedir [8].

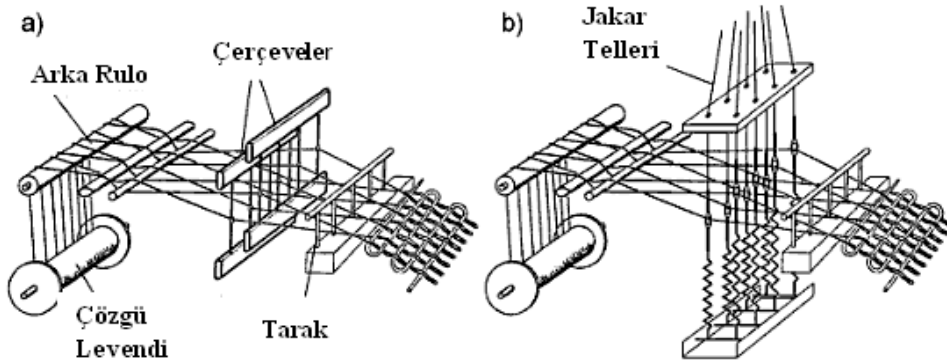
Son yıllarda artan rekabet koşulları nedeniyle tekstil işletmeleri müşterilerinin taleplerine hızlı bir şekilde cevap verebilmek zorundadır. Numune jakarlı dokuma tezgahları, yeni desen ve malzemelerin tam ölçekli üretime geçmeden önce test edilmesine olanak sağlayan önemli bir araçtır [9]. İşletmelerin dokuma kumaş üretimine geçmeden önce gerçekleştirdiği Ar-Ge ve Ür-Ge faaliyetlerini endüstriyel dokuma makinelerinde yürütmesi oldukça güç olmaktadır [10]. Endüstriyel jakarlı dokuma makinelerinin yatırım maliyetlerinin yüksek olması ve geniş alan kaplamaları nedeniyle bu makinelerden numune üretiminde ve eğitim kurumlarında faydalanılması kısıtlı olmaktadır [11].

Bu çalışmada, öncelikle elektronik jakar modülleri kullanılarak 192 kancalı bir numune dokuma makinesi tasarlanmış ve prototip imalatı gerçekleştirilmiştir. Her kancaya 5 jakar ipi bağlanarak maksimum kumaş eni 67,5 cm'ye çıkarılmıştır. Geliştirilen prototipte ağızlık açma dışındaki temel hareketler manuel olarak gerçekleştirilmektedir. Ardından jakarlı dokuma makinelerinde kumaş enine göre optimum jakar yüksekliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ağızlık yüksekliğinin kumaş eni boyunca dağılımının geometrik analizi yapılmış ve farklı jakar kulesi yüksekliklerine göre ağızlık yükseklikleri hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre tasarım önerileri sunulmuştur.

2. JAKARLI DOKUMA SİSTEMLERİ,

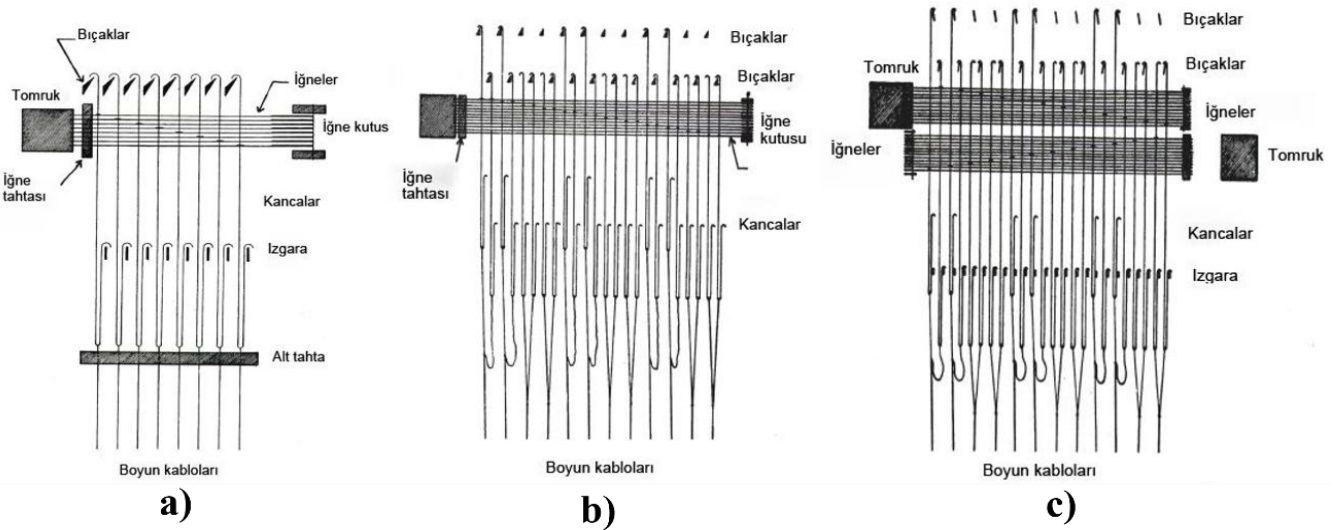
2.1. Çerçevesiz ve Jakarlı Sistemlerin Karşılaştırılması

Dokuma makinelerinde ağızlık açma sistemleri, kamlı, armürlü ve jakarlı olmak üzere üçe ayrılmaktadır (Şekil 2). Kamlı ve armürlü sistemler çerçevesiz sistemler olarak adlandırılmaktadır. Çerçevesiz sistemlerde gücü telleri gruplar halinde çerçevelere bağlıyken jakarlı dokuma makinelerinde gücü telleri tek tek jakar iplerine bağlıdır (Şekil 1). Armürlü veya kamlı dokuma makinelerinde desen oluşturma çerçeve sayısı ile sınırlıyken jakarlı sistemlerde her çözgü ipliğinin bireysel olarak hareket ettirilebilmesi, çok daha karmaşık ve detaylı desenlerin oluşturulmasına olanak tanımaktadır [3, 12].



Şekil 1. Çerçevesiz (a) ve jakarlı (b) dokuma sistemlerinin şematik gösterimi [3]

Tekstil ve Mühendis



Şekil 4. Jakar mekanizmalarının gelişimi: a) Tek kurslu tek tomruklu b) Çift kurslu tek tomruklu c) Çift kurslu çift tomruklu sistem [4]

Jakar dokuma teknolojisinin uygulama alanları moda, döşemelik ve teknik tekstiller dahil olmak üzere çeşitli alanlara yayılmıştır. İpek, kaşmir ve termoplastik iplikler gibi çeşitli malzemelerle karmaşık tasarımlar oluşturma yeteneği, tekstil inovasyonu için yeni yollar açmıştır. Örneğin, jakar dokumanın origami teknikleriyle birleştirilmesi, hem yapısal hem de estetik özelliklere sahip benzersiz giysilerin yaratılmasına yol açmıştır [20, 21].

2.3. Elektronik Jakar Sistemleri

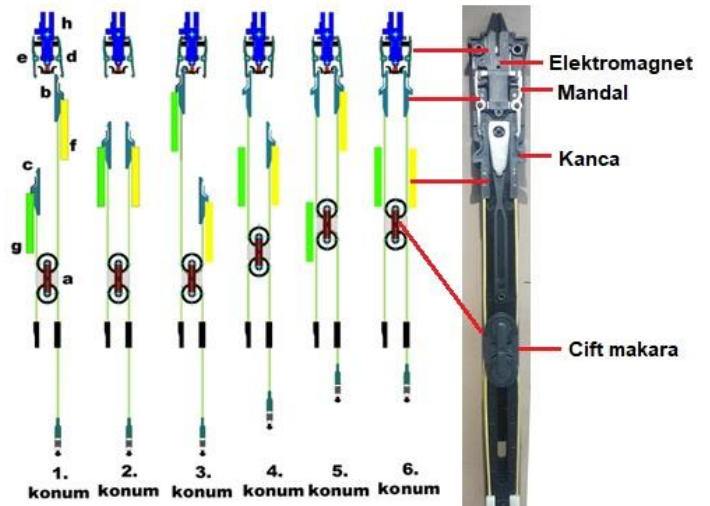
Teknolojinin en önemli gelişmelerinden biri bilgisayar destekli tasarım (CAD) sistemlerinin entegrasyonu olmuştur. Dijital jakar teknolojisi, hem CAD hem de dijital üretim teknolojilerini kapsayarak, tasarımdan dokumaya kadar tam dijital kontrol sağlamaktadır [22]. Bu entegrasyon sadece tasarım sürecini basitleştirmekle kalmayıp, her iki yüzünde farklı desenleri olan çift yüzü kumaşlar gibi çok katmanlı ve karmaşık kumaş yapılarının üretilmesine de imkan vermektedir [23].

Elektronik jakar sistemleri, geleneksel iğne kaldırma mekanizmalarının yerini otomatik kontrollere bırakmasıyla güvenilirlik ve verimliliği artırmış, desen ve tasarımların daha hızlı değiştirilmesine olanak sağlamıştır [24]. Elektronik jakar silindiri bu gelişmeyi örneklemektedir; tasarımcıların CAD yazılımını kullanarak desenleri kolayca oluşturmalarını ve ayarlamalarını sağlamakta, geleneksel tezgahlarda gerekli olan karmaşık karton şablonlara olan ihtiyacı ortadan kaldırmaktadır [25].

Elektronik jakar sistemleri, geleneksel mekanik jakar mekanizmalarındaki tomruk, delikli karton, jakar iğnesi gibi elemanların yerini alan ve desen bilgisini elektronik olarak işleyen modern bir teknolojidir. Bu sistemler tasarım esnekliğini, üretim verimliliğini ve işletim güvenliğini önemli ölçüde artırmıştır [26].

Modern elektronik jakar modülleri, elektromagnetler, mandallar, kancalar ve çift makara sistemi gibi elemanlardan oluşmaktadır

(Şekil 5). Jakar desen programından alınan bilgi, elektronik jakar kontrol kartı tarafından elektromagnetlere iletilmekte ve kancaların hareketi kontrol edilmektedir. Elektromagnet, desen bilgisine göre mandalların yardımı ile kancaların kontrolünü sağlayan elektronik jakar parçasıdır. Verilen elektrik akımı ile içerisindeki sargılar yardımıyla mandalların hareketlenmesini sağlar. Mıknatıslanma sırasında mandalın üst kısmı çekilerek alt ucuna da kancanın takılması önlenir [24].



Şekil 5. Elektronik jakar modülünün yapısı ve çalışma prensibi (Solda farklı konumlardaki modülün çalışma prensibi (1-6. konumlar), sağda elektronik jakar modülünün ana elemanları (elektromagnet, mandal, kanca, çift makara) gösterilmiştir).

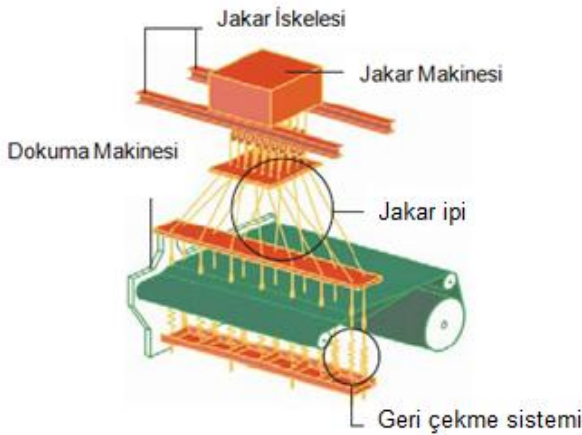
Elektronik jakar sistemlerinin en önemli avantajı mekanik parçaların azalmasından dolayı bakım kolaylığı ve düşük işletme maliyeti sunmasıdır. Ayrıca delikli kartonların delinmesi, saklanması ve değiştirilmesi gibi zahmetli işlemlere gerek kalmamıştır. Bunun yerine desen bilgisi dijital ortamda kolayca

saklanabilmekte ve değiştirilebilmektedir [27]. Elektronik jakar teknolojisinin tekstil endüstrisine entegrasyonu, geleneksel mekanik jakar sistemlerini neredeyse tamamen devre dışı bırakmıştır. Bu teknolojik dönüşüm, sadece üretim maliyetlerini düşürmekle kalmayıp, desen programlamadaki kolaylık ve hız sayesinde jakarlı dokuma ürünlerinin pazar hacmini önemli ölçüde genişletmiş, daha önce erişilemeyen kalite standartları ve verimlilik düzeylerine ulaşılmasını sağlamıştır.

Son yıllarda jakar kontrol sistemlerinin tasarımında önemli gelişmeler kaydedilmiştir. Çoklu ağızlık açma özelliğine sahip elektronik kontrollü jakar makineleri, çözgü ipliklerinin bireysel kontrolünü sağlayarak daha geniş bir jakar kumaş deseni yelpazesinin dokunmasına imkan vermektedir [16]. Örneğin, STM32F407 gibi mikrodenetleyicilerin kullanımı, motorların ve diğer bileşenlerin hareketlerini koordine ederek sorunsuz çalışmayı sağlamak için jakar kontrol sisteminin daha hassas yönetimini mümkün kılmıştır [25]. Bu kontrol seviyesi, özellikle yüksek hızlı üretim ortamlarında dokunan kumaşların kalitesini ve tutarlılığını sürdürmek için kritik öneme sahiptir.

2.4. Jakar Yüksekliği ve Ağızlık İlişkisi

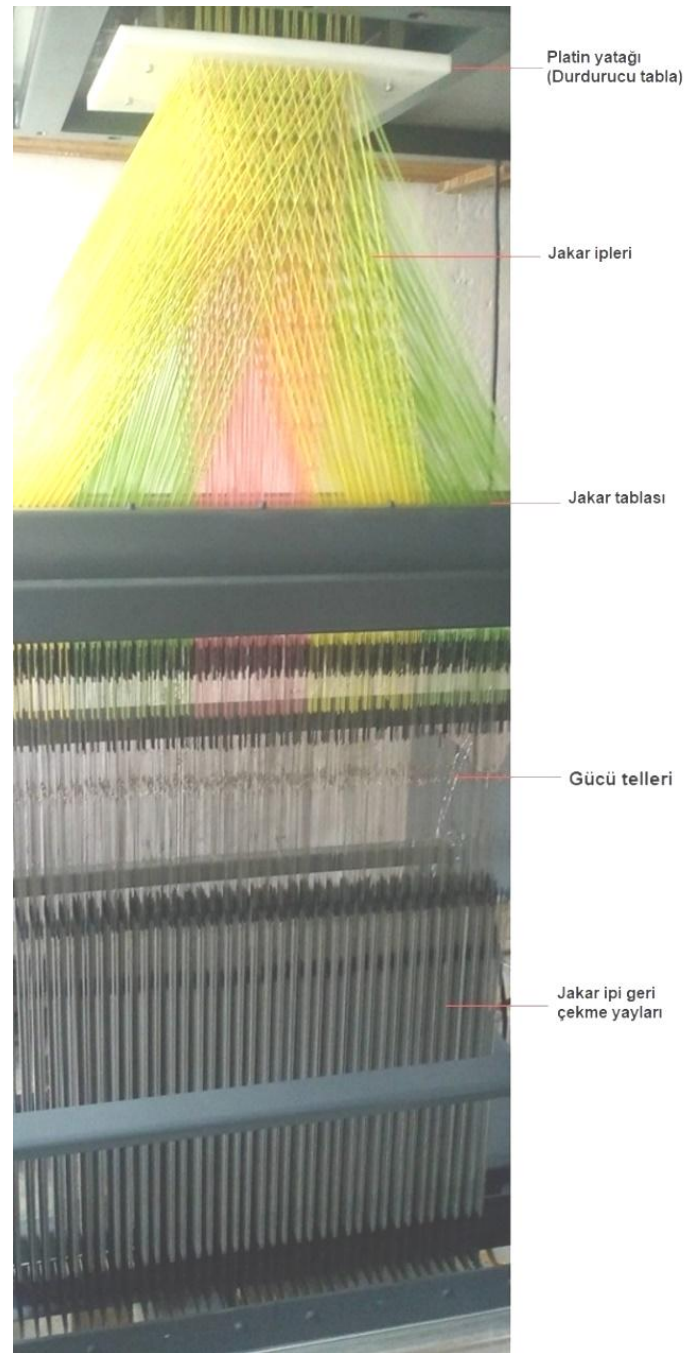
Jakarlı dokuma makinelerinde, jakar mekanizması dokuma makinesinin üzerine dikey olarak monte edilen yüksek bir kule şeklinde tasarlanmaktadır (Şekil 6). Bu yapılanmanın temel sebebi jakar iplerinin makine üzerindeki yerleşimidir. Her bir çözgü ipliği bir jakar ipi (harniş kablosu)'ne bağlıdır ve bu kablolar jakar mekanizmasından jakar tablasına kadar eğimli bir yol izlemektedir [3].



Şekil 6. Standart Elektronik jakarlı dokuma makinesi ve jakar kulesi yerleşimi [3]

Jakar sistemlerinde, çözgü ipliklerinin her biri ayrı jakar iplerine bağlanır. Bu kablolar, jakar mekanizmasının bulunduğu üst noktadan başlayarak jakar tablasına doğru belirli bir açıyla inen eğimli bir hat boyunca uzanır (Şekil 7). Platin yatağından jakar tablasına kadar uzanan jakar ipleri, gücü tellerine bağlanmakta ve alt kısımda jakar ipi geri çekme yayları ile sistem tamamlanmaktadır.

Jakar kulesinin yüksekliği tasarımda kritik bir parametredir. Jakar kulesinin optimal yükseklikte olmadığı durumlarda, ağızlık geometrisinde bozulmalar meydana gelir. Yetersiz kule yüksekliğinde, ağızlık açıklığı merkezde maksimum değere ulaşırken kenarlara doğru azalır. Bu dengesiz geometri, çözgü ipliklerinde homojen olmayan bir gerilim dağılımına yol açar; merkezdeki iplikler daha yüksek, kenarlardaki iplikler ise daha düşük gerilim kuvvetlerine maruz kalır [7]. Ortaya çıkan gerginlik farkları çözgü kopuşlarına, üretim kesintilerine ve kumaş hatalarına yol açabilmektedir [28].



Şekil 7. Jakar jakar ipi sisteminin temel elemanları

Jakar iplerinin kurulumu zahmetli bir işlemdir ve makine üzerinde yerleştirildikten sonra uzun bir süre orijinal dizilimde tutulması gerekir. Desenlendirme kapasitesi ve kumaş eni bu dizilimle sınırlanır. Jakar iplerinin atkı yönüne paralel olan uzunlukta kapladığı mesafe sabittir ve tüm kancalar aktif olduğunda kumaş enine eşittir. Bu nedenle jakar yüksekliğinin kumaş enine göre optimize edilmesi, kumaş kalitesi ve üretim verimliliği açısından büyük önem taşımaktadır.

3. AĞIZLIK GEOMETRİSİ ANALİZİ VE OPTİMUM JAKAR YÜKSEKLİĞİNİN BELİRLENMESİ

Bu çalışma kapsamında geliştirilen elektronik jakarlı numune dokuma makinesi, 192 kancaya ve elektronik jakar kontrollü ağızlık açma sistemine sahiptir. Her kancaya 5 jakar ipi bağlanarak maksimum 67,5 cm eninde kumaş dokuyabilme kapasitesine ulaşılmıştır. Makine tasarımında en önemli parametrelerden biri jakar ağızlık açma sisteminin konumlandırılması olmuştur [29].

Çerçevesi sistemlerden farklı olarak jakarlı dokuma makinelerinde, jakar iplerinin platin yatağından jakar tablasına ve gücü tellerine kadar uzanan eğimli yolu, jakar mekanizmasının dokuma makinesinin üzerine yüksek bir kule şeklinde monte edilmesini gerektirmektedir. Bu yerleşim şekli kumaş eni boyunca ağızlık yüksekliğinin uniform dağılımı için kritik öneme sahiptir.

Çalışmada geliştirilen ağızlık açma sistemi, dokuma işleminin temel ve yardımcı hareketlerinin doğru şekilde uygulanabilmesi için belirli tasarım kriterlerine göre konumlandırılmıştır. Prototip jakarlı numune dokuma makinesi, 192 kancanın tek tek kontrol edilebildiği bir yapı ile tasarlanmış, ancak elektrik-elektronik kontrol sistemi farklı kanca sayılarına uyum sağlayacak şekilde geliştirilmiştir (Şekil 8). Dokuma eninin artırılması için her kancaya platin yatağından önce 5 jakar ipi bağlanmış ve bu sayede maksimum 960 çözgü sayısına sahip dokuma yapılması mümkün kılınmıştır. Jakarlı mekanizmanın yüksek monte edilmesi, ağızlık yüksekliğinin merkezde daha fazla olmasına neden olmakta ve bu durum çözgü gerilim farkları ile kopukluklara yol açmaktadır. Jakar yüksekliğinin düşük olarak ayarlanması, atkı taşıyıcısının geçişi için gerekli açıklığın yetersiz kalmasına ve dolayısıyla dokuma işlemi sırasında atkı atma sürecinin gerçekleştirilememesine neden olmaktadır.

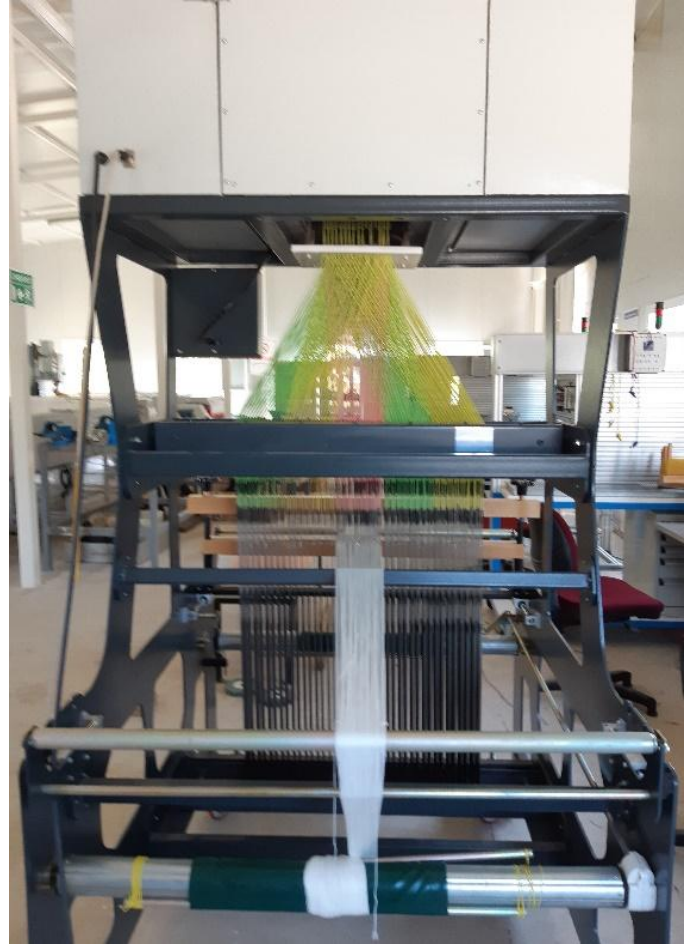
Ağızlık yüksekliğinin kumaş eni boyunca dağılımının geometrik analizi Şekil 9'da gösterilen model kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu modelde aynı kancaya bağlı farklı jakar iplerinin geometrik ilişkisi incelenmiştir. Ağızlık geometrisi aşağıdaki parametrelerle tanımlanmaktadır:

h = Jakar aparatının kanca ucunu çekme uzunluğu

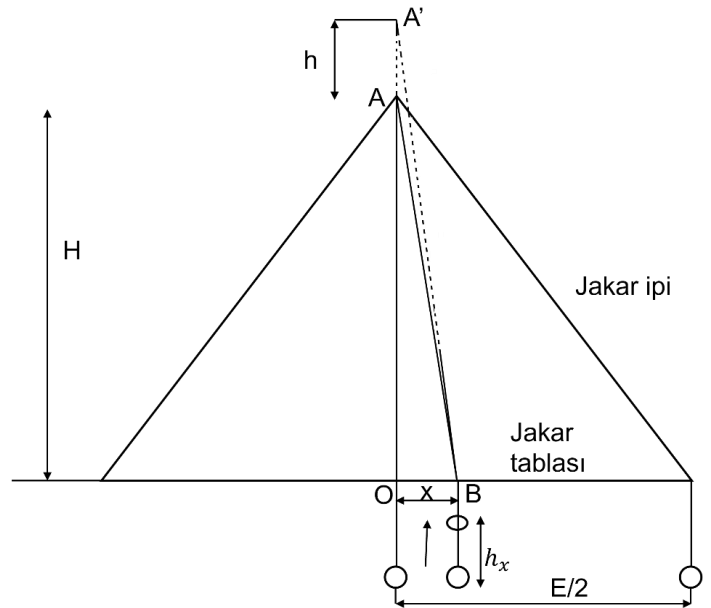
H = Jakar kulesinin jakar tablasından uzaklığı

h_x = Merkezden x cm uzaklıkta bulunan çözgünün tam ağızlıkta yükseklik farkı

E = Çözgü tarak eni



Şekil 8. Geliştirilen prototip numune jakar ağızlıklı dokuma makinesi



Şekil 9. Jakar yüksekliği (H) ve jakar iplerinin geometrik ilişkisi
(h : jakar çekme yüksekliği, H : jakar yüksekliği,
 h_x : x mesafesindeki ağızlık yüksekliği, E : kumaş eni)

Şekil 9'da, OAB üçgeni, ağızlığın kapalı olduğu durumda AB jakar ipinin geometrisini gösterirken tam ağızlık durumunda kancanın jakar tertibatı vasıtasıyla h kadar kaldırılması durumunda OA'B üçgeni oluşmaktadır. Merkezden x mesafesindeki bir jakar ipinin ağızlık yüksekliği (h_x) aşağıdaki formülle elde edilmektedir:

$$h_x = \overline{A'B} - \overline{AB} = \sqrt{A'O^2 + OB^2} - \sqrt{A'O^2 + OB^2} \quad (1)$$

$$h_x = \sqrt{(H+h)^2 + x^2} - \sqrt{H^2 + x^2} \quad (2)$$

Farklı jakar kulesi yüksekliklerine göre ağızlık yüksekliklerinin analizi Çizelge 1'de verilmiştir. Çizelgede kumaş eni 20 cm'den 200 cm'ye kadar değişen değerler için, H=25, 50, 75, 100, 150 ve 200 cm jakar yüksekliklerinde elde edilen ağızlık yükseklikleri gösterilmiştir. Merkezden en uzak çözgü ipliğinin bulunduğu noktadaki ağızlık yükseklik değeri kritik ağızlık yüksekliği olarak kabul edilmiştir.

Jakar kulesi yüksekliğinin ağızlık yüksekliği dağılımına etkisi Şekil 10'da grafiksel olarak gösterilmiştir. H=25 cm gibi düşük jakar yüksekliklerinde ağızlık yüksekliği merkezden uzaklaştıkça hızla düşmektedir. Jakar yüksekliği arttıkça (H=100, 150, 200 cm) eğrilerin eğimi azalmakta ve ağızlık yüksekliği daha uniform bir dağılım göstermektedir. Bu durum çözgü gerginliklerinin kumaş eni boyunca daha dengeli olmasını sağlamaktadır.

Çizelge 1'den görüldüğü gibi jakar kulesi yüksekliği arttıkça ağızlık yüksekliğinin kumaş eni boyunca dağılımı düzgünleşmektedir. Çizelge 1 ve Şekil 10 incelendiğinde, jakar kulesi yüksekliği (H) ile kumaş eni (E) arasında optimal bir ilişki olduğu

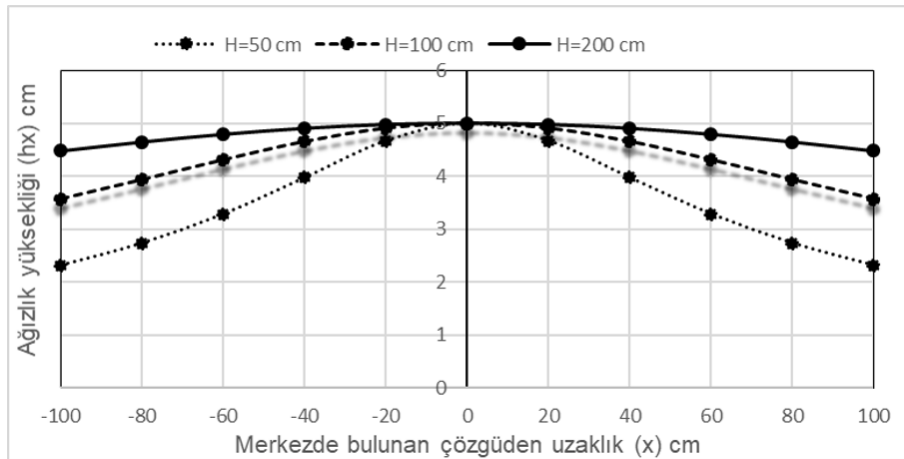
görülmektedir. H/E oranı yaklaşık 2 olduğunda, ağızlık yüksekliğinin kumaş eni boyunca en uniform dağılımı sergilediği tespit edilmiştir. Bu oran için Çizelge 1'deki değerler analiz edildiğinde, örneğin 100 cm genişliğindeki kumaş için 200 cm'lik jakar yüksekliğinde (H/E=2), merkezden en uzak noktadaki ağızlık yüksekliği 4,48 cm olarak, maksimum ağızlık yüksekliğinin yaklaşık %90'ına eşittir. Buna karşılık H/E oranı 1'e yaklaştıkça (örneğin 100 cm kumaş eni için 100 cm jakar yüksekliği) ağızlık yüksekliği dağılımında önemli bir uniformite kaybı gözlenmektedir.

Geliştirilen prototip numune dokuma makinesinde 67,5 cm dokuma eni için jakar kulesi yüksekliği 120 cm olarak belirlenmiştir. Bu durumda H/E oranı 1,78'e tekabül etmektedir. Teorik olarak, 67,5 cm dokuma eni için ideal jakar yüksekliği 135 cm (H/E=2) olsa da, tekstil laboratuvarlarının standart tavan yüksekliği, makinenin ergonomik kullanımı, bakım kolaylığı ve maliyet optimizasyonu faktörleri dikkate alınarak jakar yüksekliği 120 cm olarak optimize edilmiştir.

Çizelge 1'deki değerler arasında interpolasyon yapılarak 67,5 cm kumaş eni ve 120 cm jakar yüksekliği için kritik ağızlık yüksekliği 4,31 cm olarak hesaplanmıştır. Bu değer, kullanılan mekiğin yüksekliği (3 cm) dikkate alındığında, dokuma işlemi için yeterli ağızlık açıklığı sağlamaktadır. Elde edilen bu sonuç, mekiğin rahatça geçişini mümkün kılarak dokuma işlemi sırasında herhangi bir engelle karşılaşılmasını önlemektedir. Çizelge 2'de yer alan veriler, bu hesaplamaları ve ağızlık yüksekliğinin mekiğin geçişine uygun olduğunu doğrulayan detayları içermektedir.

Çizelge 1. Farklı jakar kulesi yüksekliklerine göre ağızlık yükseklikleri

Kumaş eni (cm)	Jakar kulesi yüksekliğine (H) göre ağızlık yükseklikleri (h_x) (cm)					
	H=25	H=50	H=75	H=100	H=150	H=200
20	4,70	4,91	4,96	4,98	4,99	4,99
40	4,04	4,67	4,84	4,91	4,96	4,98
60	3,38	4,34	4,66	4,80	4,91	4,95
80	2,83	3,98	4,44	4,66	4,84	4,91
100	2,41	3,62	4,20	4,49	4,75	4,85
120	2,08	3,29	3,95	4,31	4,65	4,79
140	1,83	3,00	3,71	4,13	4,54	4,73
160	1,62	2,74	3,48	3,94	4,43	4,65
180	1,46	2,52	3,26	3,76	4,31	4,57
200	1,33	2,32	3,06	3,58	4,18	4,48



Şekil 10. Jakarlı dokuma makinelerinde ağızlık yüksekliği dağılımı

Çizelge 2. Prototip numune jakar ağızlıklı dokuma makinesinin teknik parametreleri

Jakarlı tipi	Elektronik jakar modülü
Kanca sayısı	192
Desen tekrarı	5
Toplam jakar ipi sayısı	960
Maksimum kumaş genişliği	67,5 cm
Ağızlık yüksekliği	4,31 cm
Mekik yüksekliği	3 cm
Harniş bağlantısı	Düz harniş bağlantısı, seri dokuma taslağı

Bu çalışmada sunulan geometrik analiz ve tasarım parametreleri, farklı kumaş enlerinde çalışacak jakarlı dokuma makinelerinin tasarımında temel alınabilir. Jakar kulesi yüksekliğinin minimum değeri kumaş eninin yaklaşık iki katı olacak şekilde seçilmesi önerilmektedir. Dokuma eni arttıkça bu yükseklik artmalı, azaldıkça yükseklik düşmelidir. Ayrıca bakım ve servis işlemleri için de yeterli erişim mesafesi sağlanmalıdır.

4. SONUÇ

Bu çalışmada, öncelikle jakarlı dokuma makinelerinde ağızlık yüksekliğinin kumaş eni boyunca uniform dağılımı için gerekli jakar kulesi yüksekliğinin belirlenmesine yönelik geometrik bir analiz gerçekleştirilmiştir. Jakar iplerinin platin yatağından jakar tablasına kadar olan eğimli yolu, jakar yüksekliğinin önemli bir tasarım parametresi olduğunu göstermiştir. Yapılan analizlerde, Çizelge 1 ve Şekil 9'daki veriler incelendiğinde, H/E oranı yaklaşık 2 olduğunda ağızlık yüksekliğinin kumaş eni boyunca en uniform dağılımı sergilediği görülmüştür. Ağızlık yüksekliğinin uniform dağılımı, çözgü gerginliklerinin kumaş eni boyunca daha dengeli olmasını sağlamakta ve böylece dokuma kalitesini artırmaktadır.

Geliştirilen analiz yöntemi, 192 kancalı ve maksimum 67,5 cm dokuma enine sahip bir elektronik jakarlı numune dokuma makinesinin tasarımında kullanılmıştır. Her kancaya 5 jakar ip

bağlanarak toplamda 960 çözgü ipliğinin kontrolü sağlanmıştır. Prototip makine için 67,5 cm dokuma eni göz önüne alındığında, teorik olarak minimum 135 cm jakar yüksekliği ($H/E=2$) gerekmektedir. Ancak pratik uygulamada, tekstil laboratuvarlarının standart tavan yüksekliği, makinenin ergonomik kullanımı, bakım kolaylığı ve maliyet optimizasyonu faktörleri dikkate alınarak jakar yüksekliği 120 cm olarak optimize edilmiştir. Çizelge 1'deki değerler arasında interpolasyon yapılarak 67,5 cm dokuma eni için jakar kulesi yüksekliği 120 cm olarak belirlenmiş ve merkezden en uzak noktadaki ağızlık yüksekliği 4,31 cm olarak hesaplanmıştır. Bu değer, kullanılan mekiğin yüksekliği (3 cm) göz önüne alındığında, dokuma için yeterli ağızlık açıklığı sağlamıştır.

Bu çalışmada sunulan geometrik analiz ve tasarım parametreleri, farklı kumaş enlerinde çalışacak jakarlı dokuma makinelerinin tasarımında temel alınabilir. Özellikle eğitim kurumları ve Ar-Ge laboratuvarları için uygun boyutlarda numune dokuma makinesi tasarımında bu parametreler yol gösterici olacaktır.

Gelecek çalışmalarda, geliştirilen prototip makine tam otomatik bir sisteme dönüştürülebilir. Bu kapsamda atkı atma, tefeleme, çözgü salma ve kumaş sarma sistemleri servo motorlar ve PLC kontrolü ile otomatikleştirilebilir. Makinenin kullanım kolaylığı için dokunmatik ekranlı modern bir kullanıcı arayüzü ve jakar desenlerinin hazırlanması için özel bir bilgisayar programı

geliştirilebilir. Ayrıca makine, havlu, kadife, halı gibi teknik tekstillerin üretimine imkan verecek şekilde çoklu çözgü sistemleri ile donatılabilir. Üretim verimliliğini artırmak için çözgü kopuşlarını algılayan sensör sistemleri ve otomatik durdurma mekanizmaları entegre edilebilir. Bu geliştirmeler, prototip makinenin endüstriyel ölçekte üretilebilecek tam otomatik bir jakarlı dokuma makinesine dönüşmesini sağlayacaktır.

Bu çalışmanın, ülkemizde jakarlı dokuma makinesi üretimi konusunda teknolojik bilgi birikiminin artmasına ve yerli üretim kapasitesinin gelişmesine katkı sağlaması beklenmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından FBA-2016-6295 kodlu proje ile desteklenmiştir. Yazarlar ayrıca tüm teknik destekleri için Gülas-Makine'ye teşekkür eder.

REFERENCES

- Adanur, S., 2001. Handbook of Weaving. CRC Press Publication, Boca Raton, FL, USA. s. 152-167
- Seyam, A.M., 2011. Developments in Jacquard woven fabrics. Specialist Yarn and Fabric Structures: Developments and Applications, 223.
- Bauder, H.J., 2004. Entwicklung eines Hochleistungsharnisches für Luftdüsenwebmaschinen, Melliandtextilberichte 84:250-251.
- Wagner, J.R. 1988. Designing and Equipment Requirements for Jacquard Weaving, Norristown, 250s
- Kovačević, S. and Schwarz, I., 2015. Weaving complex patterns - from weaving looms to weaving machines. Textiles Progress Journal, <https://doi.org/10.5772/61091>
- Ahmed, S., Alimuzzaman, S., & Haque, A., 2020. Effect of shed geometry on starting mark of woven fabric. Sn Applied Sciences, 2(4). <https://doi.org/10.1007/s4>
- 2452-020-2384-1
- Kostajnshek, K. and Bizjak, M., 2023. Estimation of permeability properties of technologically developed jacquard fabrics. Hemijska Industrija, 77(3), 191-202.
- Cabral, I. and Souto, A., 2022. Dynamic qualities of smart textiles: study of stimuli magnitude with chromic pigments. Solid State Phenomena, 333, 97-106.
- First, D., 2000. From Upholstery to Installation: Educating Designers and Artists Using an Electronic Jacquard Loom. Textile Society of America Symposium Proceedings.
- Yang, C., Cui, B., Li, C., 2010. The Sample Loom Control System Based on PLC and The Configuration Software. International Conference on Electrical and Control Engineering, 25-27 Haziran, Wuhan/China. S. 2428-2431
- Ala, D. M., Çelik, N., 2016. Bilgisayar Destekli Yarı-Otomatik Tasarlanmış ve Geliştirilmiş Yerli Bir Numune Dokuma Makinesi, Tekstil ve Mühendis, cilt 22, sayı 98, s. 17-23.
- Yin, H., Yu, H., & Wang, L., 2021. Kinematic comparison of a heald frame driven by a rotary dobby with a cam-slider, a cam-link and a null modulator. Autex Research Journal, 21(3), 323-332.
- Song, H., 2010. A study on dobby weave design using computer-aided weaving system. Fashion & Textile Research Journal, 12(3), 272-278.
- Şener, A., Koç, D., Yılmaz, K., Tosunoğlu, E., Çam, P., Gündübay, A., & Demirdelen, T., 2022. Chenille yarn production parameters improvement studies and evaluation of their effects. Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, 37(4), 1047-1060.
- Seyam, A., Saleh, S., Sharkas, M., & AbouHashish, H., 2014. Shaped seamless woven garments. Research Journal of Textile and Apparel, 18(2), 96-107.
- Arsoy, R. and Aslan, S., 2023. Design of electronically controlled jacquard machine for multi-shed weaving machines. Fibres and Textiles, 30(1), 99-104.
- Lu, J., Zhang, F., & Zhang, L., 2023. Technological innovations of french jacquard silk weaving in the 19th century. Asian Social Science, 19(2), 94.
- Bradbury, F., 1912. Jacquard Mechanism and Harness Mounting, F. King & Sons Ltd.
- Seyam, A.M., 2008. Weaving and weaving preparation at ITMA 2007. Textile World January/February s.42-47.
- Li, X., Wang, X., Li, J., & Chen, Z., 2014. Innovation of creative lady wear based on origami and jacquard. Advanced Materials Research, 1048, 268-271.
- Önlü, N., 2022. The relief effects of thermoplastic structured-shrunken yarns on woven fabrics. Tekstil Ve Konfeksiyon, 32(2), 87-98. [22] Ng, F. and Zhou, J., 2009a. A study on figured double-face jacquard fabric with full-color effect. Textile Research Journal, 79(10), 930-936.
- Ng, F. and Zhou, J., 2009b. Innovative layered-combination mode for digital jacquard fabric design. Textile Research Journal, 79(8), 737-743.
- Jin, J., Yu, Y., Jin, Z., & Zhang, B., 2012. Design and implementation of electronic jacquard cylinder. Applied Mechanics and Materials, 220-223, 934-938.
- Gao, M., Liu, Y., & Huang, J., 2014. Design of the automatic jacquard control system based on stm32f407.
- Seyam, A.M., 2004b. ITMA 2003: Weaving technology. Textile World February, s.34-39.
- Wang, J., Bin, Y., Huang, B., & Jin, Z., 2011. Design and development of polymeric optical fiber jacquard fabric with dynamic pattern display. Textile Research Journal, 82(10), 967-974.
- Seyam, A.M., 2000. Advances in weaving and weaving preparation at ITMA 1999. Textile Progress Journal, 30(1/2), s.22-40.
- Kaplan, M., Ala, D.M., Çelik, N., 2019. Design of an Electronic Jacquard Sampling Loom, 2nd International Congress of Innovative Textiles, ICONTEX2019, 17-18 April 2019, Tekirdağ, Türkiye