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

Yıl (Year) : 2016/1
Cilt (Vol) : 23
Sayı (No) : 101

Araştırma Makalesi / Research Article

BİLGİSAYAR DESTEKLİ YARI-OTOMATİK BİR NUMUNE DOKUMA TEZGAHININ KUMAŞ ÜRETİM YETENEĞİNİN İNCELENMESİ

Deniz MUTLU ALA[1*]
Nihat ÇELİK[2]

[1] Çukurova Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, Tekstil Giyim Ayakkabı ve Deri Böl., Adana, Türkiye
[2]Çukurova Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Tekstil Müh. Böl., Adana, Türkiye

Gönderilme Tarihi / Received: 24.12.2015
Kabul Tarihi / Accepted: 17.03.2016

ÖZET: Bu çalışmada, bilgisayar kontrollü elektropnömatik ağızlık açma mekanizmalı olarak tasarlanmış ve prototip imalatı gerçekleştirilmiş olan bir numune dokuma tezgahının kumaş dokuma yeteneği incelenmiştir. İlk olarak seçilen örgü tiplerinde dokuma öncesi hazırlık aşaması bakımından manuel kullanımlı tezgâh ile kıyaslama yapılmıştır. Bu çalışmaların ardından, geliştirilmiş olan tezgâhta dokunan kumaşların yapısal özelliklerinin değerlendirilmesi amacıyla sekiz farklı örgü tipi ile numune kumaş üretimleri yapılmıştır. Üç farklı numarada, 500' er atkı atılarak üretilen numune kumaşların dokuma süreleri ve yapısal özellikleri grafiksel ve istatistiksel olarak incelenmiş, sonuçlar örgü tipi ve atkı iplik numarasına bağlı olarak irdelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Numune dokuma tezgâhı, dokuma, üretim performansı

INVESTIGATION OF WEAVING CAPABILITY OF A COMPUTER CONTROLLED AND SEMI-AUTOMATIC SAMPLING LOOM

ABSTRACT: In this study weaving capability of a prototype sampling loom with having computer-controlled shedding, weaving design and patterning is investigated. First, preparation stage of prototype sampling loom with the selected weave types before weaving process is investigated comparing with the semi-automated punched-card sampling loom. To evaluate the weaving capability of the improved prototype loom samples were woven in selected weave types with weft yarns in three different yarn counts. The results of weaving periods and structural characteristics of the samples were investigated in terms of weave type and weft yarn count.

Keywords*:* Sampling weaving loom, weave, weaving performance

**** Sorumlu Yazar/Corresponding Author:*** *dmala@cu.edu.tr*
DOI: *10.7216/1300759920162310102, www.tekstilvemuhendis.org.tr*

1. GİRİŞ

Gülas armürlü numune dokuma tezgahları manüel kullanımlı olup, ülkemizde eğitim kurumları ve tekstil işletmelerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Manüel kullanımlı olan bu tezgahlar teknik işlevi bakımından çeşitli basit, orta ve karmaşık yapıdaki dokuma desenlerinin daha pratik, hızlı, kolay işlenmesi ve dokunmasının sağlanabilmesi amacıyla bilgisayar kontrollü elektro-pnömatik ağızlık açma mekanizmalı olarak geliştirilmiş ve prototip imalatı yapılmıştır (Şekil 1). Bilgisayar kontrollü pnömatik ağızlık açma sistemi olan yarı otomatik numune kumaş dokuma tezgahı, 24 çerçeve kapasiteli olup, çerçeveler çift etkili pnömatik silindirlerle tahrik edilmektedir. Pnömatik silindirlerin hareketi bilgisayar aracılığıyla girilen desene uygun komutların elektrik-elektronik kontrol kartına iletilmesi ve kompresörden gelen basınçlı havanın elektrik-elektronik kontrol kartının kontrol ettiği elektro-pnömatik valflere desene uygun şekilde aktarılması ile gerçekleşmektedir. İthal yoluyla alınan tezgahlarda çoğunlukla otomatik olarak gerçekleştirilen atkı atma, tefeleme, kumaş sarma ve çözgü salma gibi fonksiyonlar ise geliştirilmiş olan prototip tezgahta manüel olarak gerçekleştirilmektedir. Bu sayede, eğitim kurumlarında öğrencilerin dokuma desenlerinin tezgahta oluşumunu daha etkin bir şekilde takip etmesi amaçlanmıştır [1-6].



Şekil 1. Bilgisayar kontrollü numune dokuma tezgahı [3]

Bu çalışmada ilk olarak geliştirilmiş olan prototip tezgahın üretim sürecinin değerlendirilmesi için seçilen örgü tiplerinde dokuma öncesi hazırlık aşaması bakımından manüel kullanımlı tezgâh ile kıyaslama yapılmıştır. Hazırlık aşamasının kıyaslanmasının ardından, geliştirilmiş olan tezgâhın kumaş dokuma yeteneğinin değerlendirilmesi amacıyla sekiz farklı örgü tipi ile numune kumaş üretimleri yapılmış ve üretilen numune kumaşlara kumaş boyu, kumaş eni, atkı sıklığı, çözgü sıklığı, atkı kıvrım ve çözgü kıvrım tayini deneyleri ve analizleri yapılarak, elde edilen değerler grafiksel ve istatistiksel olarak incelenmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Hammadde Özellikleri ve Tezgahın Hazırlanması

Numune kumaşların dokunmasında, Ne 16/2 çözgü ipliği ve Tablo 1'de özellikleri verilen ve Amerika menşeili pamuk harmanından üretilmiş olan Ne 12/1, Ne 16/1 ve Ne 20/1 olmak üzere üç farklı numaradaki atkı iplikleri kullanılmıştır. İplik numaraları TS 244, büküm katsayıları TS 247 numaralı standart esas alınarak tespit edilmiştir.

Tablo 1. Numune kumaş üretiminde kullanılan atkı iplikleri [3]

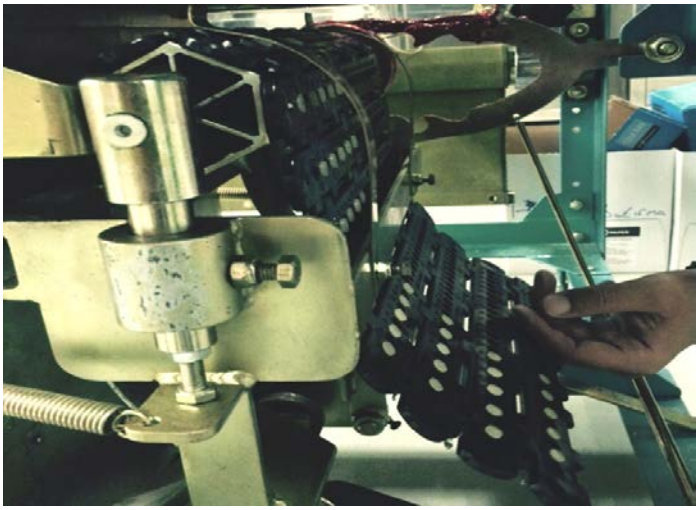
İplik Numarası (Ne)	Büküm Katsayısı (αe)
12/1	4,40
16/1	4,33
20/1	4,35

Prototip tezgâh üzerinde 10 çerçeve ile sıra tahar yapılmıştır. Kullanılan tarak numarası 50 diş/10 cm' dir. Her tarak dişinden iki tel geçirilerek tarak taharı yapılmıştır. Numune kumaş üretiminde kullanılan örgü tipleri Bezayağı (B 1/1), Çözgü ribsi (Rç 1/2, Rç 4/3), Panama (P 3/2), Dimi (D 3/2, D 3-2-1-1-2-1, D 4/2 Balıksırtı) ve Çözgü sateni (S 4/1; 5' li 2 adımlı çözgü sateni) olarak seçilmiştir [3].

2.2. Dokuma Hazırlık Sürelerinin Analizi

Geliştirilmiş olan bilgisayar kontrollü elektropnömatik ağızlık açma sistemi olan yarı otomatik numune kumaş dokuma tezgahı ile manuel tezgâhı hazırlık süreçleri bakımından karşılaştırmak için zaman etüdü yapılmıştır. Manüel tezgâhta çalışmak için armür planına uygun olarak armür paletlerinin hazırlanması ve armür mekanizmasına takılması gerekmektedir. Her palet üzerinde 24 adet boşluk bulunmakta ve bir palet bir ağızlığı ifade etmektedir. Açılacak ağızlıkta aşağı konumda kalması gereken çerçevelere ait

boşluklar çivi çakılarak doldurulmak suretiyle paletler hazırlanmaktadır. Bu aşamada seçilmiş olan sekiz desen için manüel tezgâhta çalışmak için gerekli olan armür palet sayıları belirlenmiş, iki kişi çalışarak armür raporunda boş olan karelere raslayan palet deliklerine çivi çakmak suretiyle armür paletleri hazırlanmış ve hazırlanan paletler armür mekanizmasına yerleştirilmiştir (Şekil 2). Armür paletlerinin hazırlanması ve armür mekanizmasına yerleştirilmesi için harcanan süreler dakika cinsinden kaydedilmiştir [3].



Şekil 2. Armür paletleri ve armür mekanizması

2.3. Dokuma Süreleri ve Kumaş Yapısal Özelliklerinin Analizi

Tezgâhın kumaş üretim yeteneğini değerlendirmek amacıyla, tasarlanan sekiz farklı örgüye göre, her bir örgü için üç farklı atkı ipliği ile sırayla 500'er atkı atılarak numune kumaşlar dokunmuştur. Dokuma işlemi sırasında zaman etüdü yapılmış ve üretilen numune kumaşların yapısal özellikleri incelenmiştir. Bir kumaşın yapısını tanımlamada kullanılan temel parametreler iplik numaraları, örgü, çözgü sıklıkları, atkı sıklıkları ve kıvrım değerleridir (7). Üretilen numune kumaşların yapısal özelliklerinin incelenmesi amacıyla temel parametrelerden kumaş boyu, kumaş eni, atkı sıklığı, çözgü sıklığı, atkı kıvrım değeri ve çözgü kıvrım değeri ölçülmüştür. Numune kumaş boylarının ve enlerinin ölçümü üç farklı yerden yapılmış ve ölçümlerin ortalaması alınmıştır. Her bir numune 500 atkı ipliği içerdiği için atkı sıklığı Formül (2.1) yardımıyla hesaplanmıştır. Çözgü sıklığının ölçümünde 200 adet çözgü ipliğinin kapladığı mesafe kumaş enince ölçülmüş ve çözgü sıklığı Formül (2.2) yardımıyla hesaplanmıştır. Dokunan numune kumaşlardan TS 254 nolu standartta belirtilen prensip esas alınarak, çözgü ve atkı yönünde 10' ar iplik sökülmek suretiyle Formül (2.3) yardımıyla atkı kıvrım değerleri ve Formül (2.4) yardımıyla çözgü kıvrım değerleri hesaplanmıştır. Söz konusu formüllerde yer alan semboller, tanımları ve birimleri Tablo 2'de verilmiştir.

Çalışma kapsamında yapılan tüm testlerin sonuçları istatistiksel paket programı olan SPSS 15.0 yardımıyla 0,95 güven aralığında (0.05 anlamlılık seviyesinde) analiz edilmiştir. Tüm sonuçlara Genel Lineer Model Analizi testi uygulanmıştır. Bu testler sonucunda atkı iplik numarası ve örgü tiplerine bağlı olarak dokuma süresi ve yapısal parametrelerdeki değişikliğin anlamlı olup olmadığı ortaya konulmuştur [3].

$$AS = \frac{500}{KU} \tag{2.1}$$

$$ÇS = \frac{200}{ÖKE} \tag{2.2}$$

$$\mathrm{AK} = \frac{\mathrm{L2-L1}}{\mathrm{L1}}\mathrm{x100}\ (\%) \tag{2.3}$$

$$\mathrm{ÇK} = \frac{\mathrm{L2-L1}}{\mathrm{L1}}\mathrm{x100}\ (\%) \tag{2.4}$$

Tablo 2. Yapısal özelliklerin analizinde kullanılan formüllerde yer alan semboller, tanımları ve birimleri

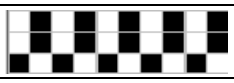
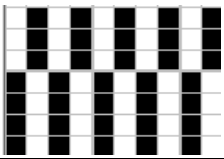
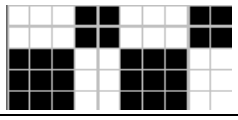
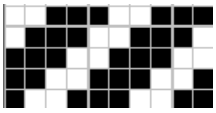
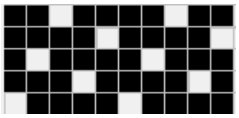
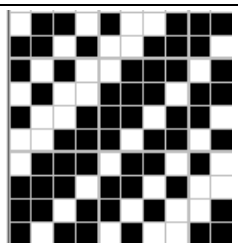
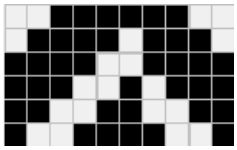
Sembol	Tanımlama	Birim
AS	Atkı sıklığı	atkı/cm
KU	Kumaş Uzunluğu	cm
ÇS	Çözgü sıklığı	çözgü/cm
ÖKE	200 çözgü teli için ölçülen kumaş eni	cm
AK	Atkı kıvrım değeri	%
ÇK	Çözgü kıvrım değeri	%
L1	İpliklerin kumaş içerisindeki ortalama uzunluğu	cm
L2	Düzeltilmiş ortalama iplik uzunluğu	cm

3. BULGULAR

3.1. Hazırlık Aşamasının Kıyaslanması

Yapılan AR-GE faaliyetleri neticesinde Gülas Makina firmasının manuel kullanımlı tezgâhları bilgisayar kontrollü elektropnömatik ağızlık açma mekanizmalı olarak geliştirilmiştir. İki tezgâh modelinin üretim süreçleri incelendiğinde dokuma hazırlık işlemleri genel olarak benzer olmakla birlikte manuel tezgâhlarda desen dairesinden gelen desene uygun olarak armür paletinin hazırlanması gerekmektedir. Tezgâhın çalışması için en az sekiz palet gerekmekle birlikte, kullanılacak palet sayısı desene göre değişmektedir. Çerçeve ayaklarının seçilebilmesi için desenin birim raporundaki atkı sayısı veya bu sayının katları kadar palet birleştirilerek paletlerde bulunan deliklerin doldurulması gerekmektedir. Tablo 3'te numuneler için seçilen sekiz desenin armür paletlerinin hazırlanması için iki kişi çalışılarak harcanan süreler görülmektedir. Manuel armürlü tezgâhlarda hazırlık sürecinin 3,14 dakika ile 5,35 dakika arasında olduğu ve iki kişiyi meşgul ettiği görülmektedir. Geliştirilmiş olan prototip tezgâh bilgisayar kontrollü çalıştığı için desen dairesinde hazırlanan desen flash disk ile bilgisayara yüklenmekte ve herhangi bir hazırlığa gerek kalmadan dokuma işlemine başlanabilmektedir. Dolayısıyla çeşitli desenlerin daha kısa sürelerde ve daha az işçilikle dokumasının yapılması mümkün olmaktadır.

Tablo 3. Manuel armürlü tezgâhta hazırlık süreleri [3]

Örgü Tipi	Birim Rapor	Manuel Armür İçin Gerekli Palet Sayısı	Doldurulan Delik Sayısı	Manuel armür hazırlık süresi (dk)
B 1/1		8	40	4,26
Rç 1/2		9	45	3,56
Rç 4/3		14	70	5,35
P 3/2		10	48	3,30
D 3/2		10	40	4,07
S 4/1		10	20	3,14
D 3-2-1-1-2-1		10	40	4,34
D 4/2 Balıksırtı		12	40	5,20

3.2. Dokuma Süreleri ve Yapısal Özelliklerin İncelenmesi

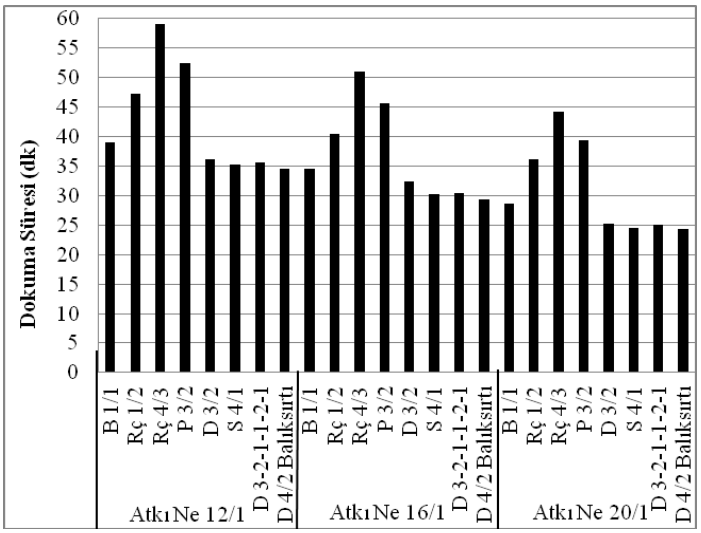
Üretim için tasarlanan sekiz farklı örgü tipinin birim raporları Tablo 3'te görülmektedir. Tasarlanan örgüler ile, aynı ortam şartlarında ve aynı operatör tarafından her bir örgü için üç farklı atkı ipliği ile 500'er atkı atılarak gerçekleştirilen numune kumaş dokuma işlemi sırasında zaman etüdü yapılmıştır. Üretilen numunelerin kumaş boyu(cm), kumaş eni (cm), atkı sıklığı (atkı/cm), çözgü sıklığı (çözgü/cm), atkı kıvrım değeri (%) ve çözgü kıvrım değeri (%) ölçülmüştür. Dokuma süreleri ve yapısal analiz sonuçları Tablo 4'te verilmektedir.

3.2.1. Dokuma Süreleri

Numune dokuma tezgâhında el ile atkı atılmakta ve üretim hızı kumaşın örgü tipine bağlı olarak değişmektedir. Örgü tipi dokuma süresini etkileyeceği için farklı örgü tiplerindeki üretim süreleri kıyaslanmıştır. Eşit atkı sayısında üretimi yapılan numune kumaşlara ait dokuma süreleri Şekil 3' te verilmiştir. Şekil 3 incelendiğinde dokuma süreleri üzerinde atkı iplik numarasının etkili olduğu görülmektedir. Kumaş üretimlerinde önce Ne 12/1 atkı ile sekiz desen, sonra Ne 16/1 atkı ile sekiz desen ve en son olarak Ne 20/1 atkı ile sekiz desen dokunmuştur. Dolayısıyla Ne 20/1 ile yapılan üretimlerin daha kısa sürelerde tamamlanmasının nedeni iplik numarasındaki değişimden ziyade operatörün kazandığı tecrübe sonucunda daha pratik bir şekilde dokuma yapmasıdır. Atkı iplik numarasının yanı sıra örgü tipi de dokuma süresi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Her üç atkı ipliğinde dokuma süresi en uzun olan desen Rç 4-3 örgü iken, dokuma süresi en kısa olan desen D 4-2 Balıksırtı olmuştur. Ribs ve panama desenlerin diğerlerine göre uzun sürede dokunmasının nedeni, bu örgü tiplerinde aynı ağızlık üst üste tekrarladığı için atılan atkının geri dönüşte tutulması gerekliliğidir. Ribs ve panama örgülerde yaşanan bu sorun diğer örgü tiplerinde yaşanmamıştır.

Tablo 4. Numune kumaşların performans test sonuçları [3]

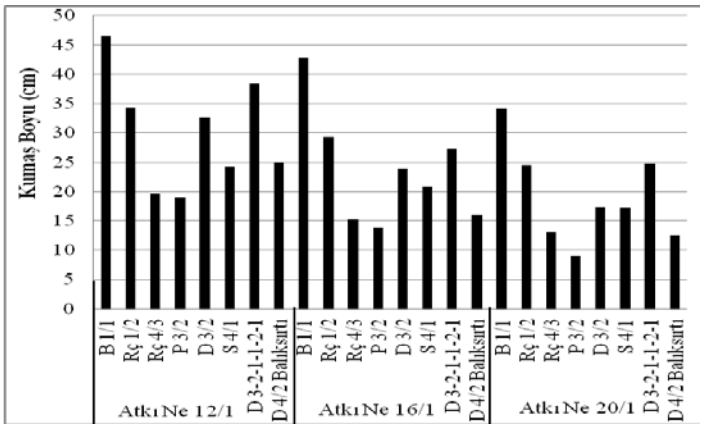
Örgü Tipi	Atkı İplik Numarası (Ne)	Dokuma Süresi (dk)	Kumaş Boyu (cm)	Kumaş Eni (cm)	Atkı Sıklığı (atkı/cm)	Çözgü Sıklığı (çözgü/cm)	Atkı Kıvrım Değeri (%)	Çözgü Kıvrım Değeri (%)
B 1/1	12/1	39,03	46,5	26,5	10,8	10,8	7,4	8,8
	16/1	34,58	42,7	26,3	11,7	10,9	9	7,5
	20/1	28,58	34,1	26,2	14,7	11	10,6	6
Rç 1/2	12/1	47,33	34,3	27,3	14,6	10,4	4,7	10,5
	16/1	40,39	29,3	26,6	17,1	10,7	7,2	7,3
	20/1	36,10	24,5	26,3	20,4	10,8	8,5	6,2
Rç 4/3	12/1	59,08	19,6	27,6	25,5	10,3	4,1	13,6
	16/1	51,12	15,2	27,4	32,9	10,4	6	13,4
	20/1	44,28	13	27	38,5	10,5	7,1	10,3
P 3/2	12/1	52,56	19	25,4	26,3	11,1	12,9	3,1
	16/1	45,58	13,9	25,2	36	11,1	12,4	1,5
	20/1	39,41	9,1	25,8	54,9	10,9	10,6	1,3
D 3/2	12/1	36,22	32,7	25,2	15,3	11,2	10,7	6,3
	16/1	32,45	24	25	20,8	11,1	10,7	7,2
	20/1	25,23	17,4	25,3	28,7	11,4	15,3	2,4
S 4/1	12/1	35,3	24,2	25,5	20,7	10,9	10,8	3,7
	16/1	30,23	20,8	25,3	24	10,8	9,4	3,5
	20/1	24,58	17,2	25,5	29,1	10,9	10,3	3,4
D 3-2-1-1-2-1	12/1	35,57	38,5	25,5	13	10,9	9,1	8,4
	16/1	30,52	27,3	25,5	18,3	11,1	11,2	6,9
	20/1	25,13	24,8	25,5	20,2	11,4	14,6	3,7
D 4/2 Balıksırtı	12/1	34,50	25	25	20	11	10,2	7,4
	16/1	29,42	16	25	31,3	11,2	12,2	5,4
	20/1	24,29	12,5	25,5	40	11,2	12	2,6



Şekil 3. Dokuma Süreleri [3]

3.2.2. Kumaş Boyları

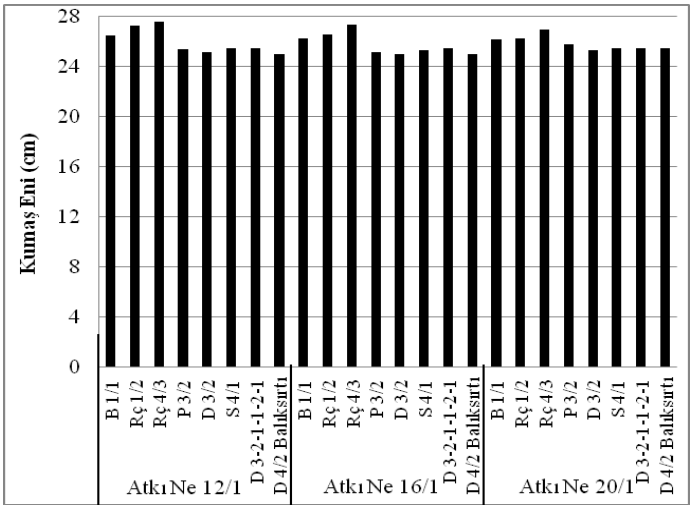
Atkı ipliklerinin inceliği ve kullanılan örgü tipi değiştiği için numune kumaşların boyları farklılık göstermektedir. Şekil 4'te eşit atkı sayısında üretilen numune kumaşların uzunlukları kıyaslanmaktadır. Farklı numaralardaki atkı ipliklerinin büküm katsayıları yakın değerlerde olduğu için (Bkz Tablo 1) iplik numara değeri yükseldikçe ipliğin inceldiği söylenebilir. Atkı ipliği inceldikçe birim atkı sayısında dokunan kumaş uzunluğu daha kısa olmaktadır. Dolayısıyla aynı örgü ile dokunan numunelerden Ne 20/1 atkı ile dokunan numuneler boyları en kısa ve Ne 12/1 atkı ile dokunan numuneler boyları en uzun olan numunelerdir. Aynı numarada atkı ipliği ile dokunan numune kumaşlar içinde ise kumaş boylarının değişimi kumaş örgüsünden oldukça fazla etkilenmiştir. Her üç atkı ipliğinde boyu en uzun olan kumaşın deseni B 1/1 iken, boyu en kısa olan kumaşın deseni P 3/2 olmuştur.



Şekil 4. Kumaş uzunlukları [3]

3.2.3. Kumaş Enleri

Geliştirilmiş olan prototip tezgâhta açılan ağızlıkta atkı bir mekik vasıtasıyla kumaş eni doğrultusunda el ile atılmakta ve sonraki ağızlıkta atkı ipliği kesilmeden aynı mekik ile tezgâhın diğer tarafından atılmaktadır. Atkı ipliğinin uzunluğu dokuya girmeden önce yaklaşık 29 cm olmasına rağmen çözgü ve atkı ipliklerinin kesişmeleri neticesinde az da olsa kıvrılmalar, dolayısıyla iplik boylarında kısalmalar meydana geldiği için numune kumaşlar tezgâhtan çıktıktan sonra enine yönde kısalmaktadır. Dokunan numune kumaşların enleri gerek atkı iplik numaraları değiştiği için, gerekse örgü tipi değiştiği için farklılık göstermektedir. Şekil 5'te farklı numaralardaki atkı iplikleriyle dokunan numune kumaşların enlerinin oldukça yakın olduğu görülmektedir. Örgü tipinin kumaş eni üzerindeki etkisi ise daha fazla olmuştur.

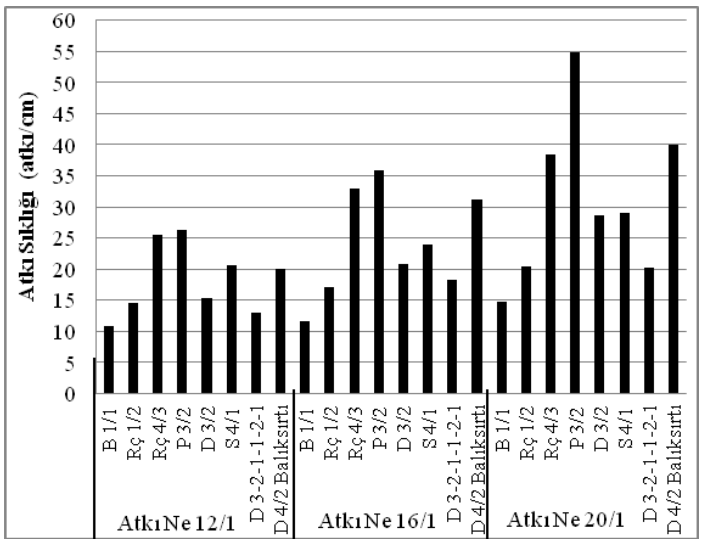


Şekil 5. Kumaş enleri [3]

3.2.4. Atkı Sıklıkları

Numune dokuma tezgâhında otomatik kumaş sarma tertibatı olmadığı için dokunan kumaş yaklaşık 15 cm boyunda biriktirilmekte ve sonra sarılmaktadır. Dolayısıyla atkı sıklıklarının ayarlanması mümkün olmamaktadır. Fakat özellikle renkli ipliklerle çalışıldığında atkı sıklığı tasarımcı açısından büyük önem arz etmektedir. Atkı sıklığına bağlı olarak birim raporun kumaştaki boyutu değişmekte dolayısıyla kumaş görüntüsü değişmektedir. Bu çalışma kapsamında farklı desenlerin numunelerinin dokunmasının yanı sıra üç farklı numaradaki atkı iplikleriyle dokunan 24 numunenin atkı sıklıkları kıyaslanmıştır. Şekil 6 incelendiğinde atkı iplik numarasının atkı sıklığı

üzerinde önemli bir etkisinin olduğu görülmektedir. Daha ince atkı ipliği ile dokuma yapıldığında atkı sıklığı artmıştır. Kumaşların atkı sıklıklarının atkı iplik numarasının yanı sıra kumaş örgüsünden de etkilendiği anlaşılmaktadır. Numune kumaşların atkı sıklıkları incelendiğinde, kumaş geometrisi ve doku yapısından dolayı genel olarak beklendiği üzere her üç atkı numarasında da en düşük sıklık B 1/1 örgüsünde iken Rç 4/3, P 3/2 ve D 4/2 Balıksırtı örgülerinde atkı sıklığının daha yüksek olduğu görülmektedir.



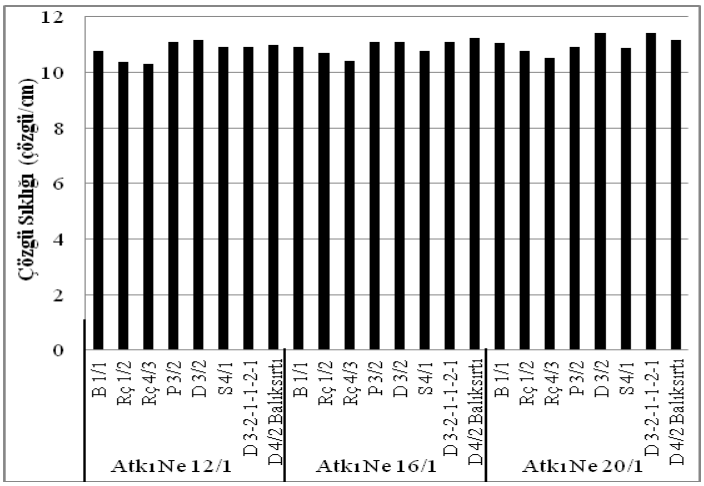
Şekil 6. Atkı sıklıkları [3]

3.2.5. Çözgü Sıklıkları

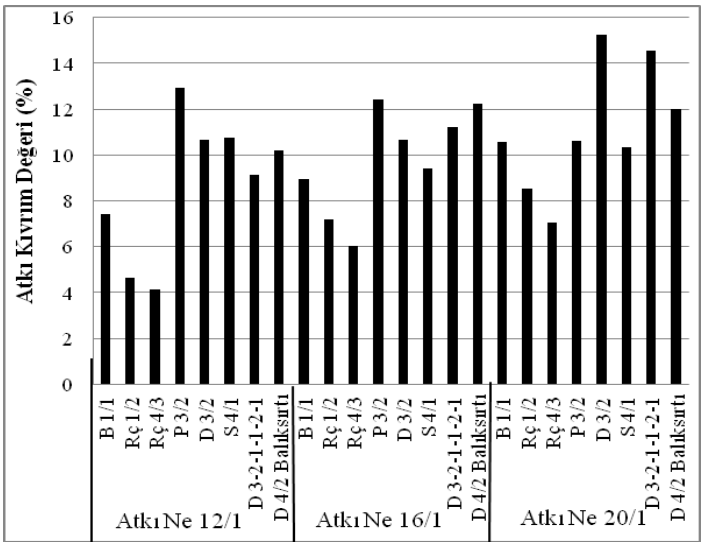
Dokunan numune kumaşların hepsinde kullanılan tarak numarası 50 diş/10 cm, tarak dişinden geçen tel sayısı 2 tel/diş ve toplam çözgü tel sayısı 290 olmasına rağmen tezgâh çıkışında kumaş eni değiştiği için kumaşların çözgü sıklıkları kıyaslanmıştır. Şekil 7 incelendiğinde farklı numaralardaki atkı iplikleriyle dokunan numune kumaşların çözgü sıklıklarının oldukça yakın olduğu görülmektedir. Şekil 7'de verilen grafiğe göre örgü tipinin çözgü sıklığı üzerindeki etkisi daha fazla olmuştur.

3.2.6. Atkı Kıvrım Değeri

Atkı ve çözgü kıvrımında meydana gelen değişimler kumaş uzunluğunu, kumaş enini ve diğer kumaş parametrelerini etkilemektedir (7). Çalışma kapsamında üretilmiş kumaşların atkı kıvrım değerleri incelenmiş ve atkı kıvrım değerlerine ilişkin karşılaştırma grafiği Şekil 8'de verilmiştir. Şekil 8 incelendiğinde atkı iplik numarasının, atkı kıvrım değeri üzerinde etkili olduğu görülmektedir. Aynı numarada atkı ipliği ile üretilmiş numunelerin atkı kıvrım değerleri incelendiğinde, örgü tipinin atkı kıvrım değerleri üzerinde etkili olduğu görülmektedir.



Şekil 7. Çözgü sıklıkları [3]

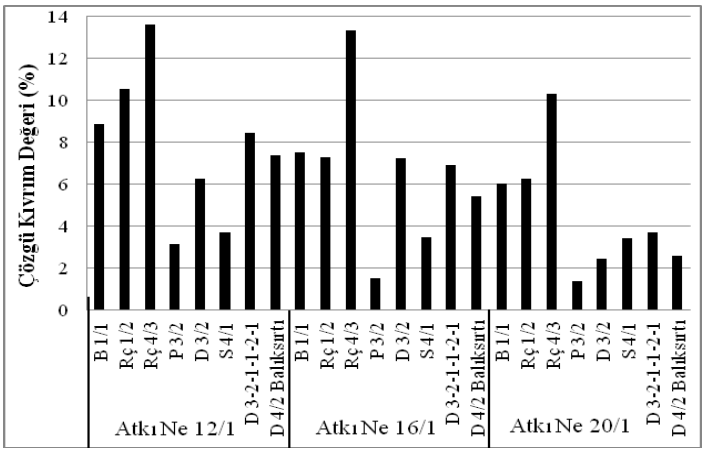


Şekil 8. Atkı kıvrım değeri [3]

3.2.7. Çözgü Kıvrım Değeri

Dokuma desen örgüsüne bağlı olarak, çözgü iplikleri atkı ipliklerinin bazılarının üstünden bazılarının da altından geçerek bağlantı yapmaktadır. Bu dolaşımdan dolayı, dokuma esnasında gergin durumda olan çözgü ipliklerinin boyları, iplikler birbiriyle bağlanıp kumaş şekline dönüştüğünde belirli bir ölçüde kısalmaktadır. Bu bölümde üretilen numune kumaşların çözgü kıvrım değerleri incelenmiştir. Şekil 9 incelendiğinde atkı iplik numaralarının ve örgü tipinin her ikisinin de çözgü kıvrım değeri üzerinde etkili olduğu görülür.

Daha kalın atkı ipliği ile dokuma yapıldığında çözgü kıvrım değeri artmıştır. Örgü tipi değiştikçe çözgü ipliklerinin bağlantı sayısı değişmektedir. Dolayısıyla çözgü ipliklerinin atkı iplikleri etrafında dolandığı mesafe değişmekte ve kumaş yapısına dâhil olduğunda meydana gelen kısalma miktarı örgüye bağlı olarak farklılık göstermektedir.



Şekil 9. Çözgü kıvrım değeri [3]

3.2.8. Dokuma Süreleri ve Yapısal Özelliklerin İstatistiksel Analizi

Test sonuçları genel lineer model analizi kullanılarak istatistiksel paket programı ile analiz edilmiştir. İlk olarak deney verilerinin normallikleri, normallik varsayımını sınayan hipotez testlerinin içerisinde en güçlü testlerden biri olan Shapiro-Wilk testi ve en çok bilinen testlerden biri olan Kolmogorov-Smirnov testi ile test edilmiştir (8). Tablo 5' te elde edilen verilere ait normallik testi sonuçları görülmektedir. Burada her iki testin sig. (significiant) değerleri analizi yapılan guruplardan dokuma süresi, kumaş boyu, atkı sıklığı, atkı ve çözgü kıvrım değerleri için 0,05' ten büyük olduğu için söz konusu gruplara ait veriler %95 güven aralığında normal dağılıma sahiptir. Kumaş eni ve çözgü sıklığı değerleri için sig. (significiant) değeri 0.05'ten küçük olduğu için bu iki guruba ait verilerin normal dağılıma sahip olmadıkları görülmektedir. Bunun nedeninin, mekik ile atılan atkının her atkı atımında aynı gerilimle atılmamasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Atkı ipliği gergin atıldığında kumaş eni kısalmakta, daha az gerginlikle atıldığında kumaş eni artmaktadır. Kumaş eninde meydana gelen değişim çözgü sıklığını da etkilemektedir. Kumaş enindeki çözgü iplik sayısı sabit olduğu için; kumaş eninin azalması çözgü sıklığının yükselmesine neden olurken, kumaş eninin artması çözgü sıklığının azalmasına neden olmaktadır.

Üç farklı atkı ipliği kullanılarak örgü tipini değiştirmek suretiyle, aynı ortam şartlarında ve aynı operatör tarafından üretilen numunelerde atkı iplik numarası ve örgü tipi sabit faktörlerinin; normal dağılıma sahip olan dokuma süresi, kumaş boyu, atkı sıklığı, atkı ve çözgü kıvrım değerlerinin her biri üzerindeki etkisini araştırmak amacıyla genel lineer model analizi uygulanmıştır. Tablo 6'da söz konusu değerlerin konular arası etkilerin çıktısı (test of between subject effects) verilmektedir.

Tablo 5. Normallik testi sonuçları [3]

	Kolmogorov-Smirnov (a)			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Dokuma Süresi	,147	24	,197	,944	24	,201
Kumaş Boyu	,136	24	,200(*)	,954	24	,328
Kumaş Eni	,270	24	,000	,871	24	,006
Atkı Sıklığı	,173	24	,061	,919	24	,055
Çözgü Sıklığı	,286	24	,000	,862	24	,004
Atkı Kıvrım	,129	24	,200(*)	,975	24	,800
Çözgü Kıvrım	,148	24	,188	,946	24	,219

Tablo 6. Genel lineer model analizi sonuçları [3]

	Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Dokuma Süresi	Corrected Model	2019,426(a)	9	224,381	239,238	,000
	Atkı İplik Numarası	528,925	2	264,463	281,974	,000
	Intercept	32375,291	1	32375,291	34519,069	,000
	Örgü Tipi	1490,501	7	212,929	227,028	,000
	Error	13,131	14	,938		
	Total	34407,848	24			
	Corrected Total	2032,557	23			
Kumaş Boyu	Corrected Model	2199,750(a)	9	244,417	64,632	,000
	Intercept	14094,107	1	14094,107	3726,956	,000
	Örgü Tipi	1720,427	7	245,775	64,991	,000
	Atkı İplik Numarası	479,323	2	239,662	63,375	,000
	Error	52,943	14	3,782		
	Total	16346,800	24			
	Corrected Total	2252,693	23			
Atkı Sıklığı	Corrected Model	2333,007(a)	9	259,223	14,030	,000
	Intercept	14249,627	1	14249,627	771,245	,000
	Örgü Tipi	1702,747	7	243,250	13,166	,000
	Atkı İplik Numarası	630,261	2	315,130	17,056	,000
	Error	258,666	14	18,476		
	Total	16841,300	24			
	Corrected Total	2591,673	23			
Atkı Kıvrım Değeri	Corrected Model	152,017(a)	9	16,891	7,854	,000
	Intercept	2340,375	1	2340,375	1088,275	,000
	Atkı İplik Numarası	22,953	2	11,476	5,336	,019
	Örgü Tipi	129,065	7	18,438	8,574	,000
	Error	30,108	14	2,151		
	Total	2522,500	24			
	Corrected Total	182,125	23			
Çözgü Kıvrım Değeri	Corrected Model	254,894(a)	9	28,322	25,160	,000
	Intercept	942,507	1	942,507	837,296	,000
	Atkı İplik Numarası	43,161	2	21,580	19,171	,000
	Örgü Tipi	211,733	7	30,248	26,871	,000
	Error	15,759	14	1,126		
	Total	1213,160	24			
	Corrected Total	270,653	23			

Tablo 6'da görüldüğü üzere, tüm sig. değerleri 0,025'ten küçük olduğu için atkı iplik numarası ve örgü tipi sabit faktörlerinin dokuma süresi, kumaş boyu, atkı sıklığı, atkı kıvrım değerleri ve çözgü kıvrım özellikleri üzerinde ayrı ayrı etkisi olduğu sonucu çıkarılır.

4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Geliştirilmiş olan pnömatik tezgâh bilgisayar kontrollü çalıştığı için dokuma işlemi öncesinde armür paletlerinin hazırlanmasına gerek olmamakta, dolayısıyla tezgahın hazırlık süreci açısından manüel kulla-nımlı tezgaha göre işçilik ve zamandan tasarruf sağlamaktadır. Tezgahta dokunan numune kumaş üertimlerine dair dokuma sürelerinin ve dokunan kumaşların yapısal özelliklerinin incelenmesi ile elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

- Geliştirilmiş olan prototip tezgahta üretim hızı örgü tipine bağlı olarak değişmektedir. Özellikle aynı ağızlığın üst üste tekrarladığı örgülerde atılan atkının geri dönüşte tutulması gerektiği için doku-

ma süreleri diğer örgülere göre daha fazla vakit almaktadır.

- Numune kumaş boyları ve atkı sıklıkları atkı iplik numarasından ve örgü tipinden etkilenmektedir. Atkı ipliği inceldikçe atkı sıklıklarının arttığı, aynı atkı sayısında dokunan kumaş boylarının ise azaldığı görülmüştür. Her ağızlıkta çerçeve hareketlerinin değiştiği B 1/1 deseninde atkı sıklığı azalmakta, aynı atkı sayısında dokunan diğer desenlerle karşılaştırıldığında kumaş uzunluğu artmaktadır.
- Dokunan kumaşların enleri gerek atkı iplik numaraları değiştiği için, gerekse örgü tipi değiştiği için farklılık göstermektedir. Kumaş enindeki çözgü iplik sayısı sabit olduğu için; kumaş eninin azalması çözgü sıklığının yükselmesine neden olurken, kumaş eninin artması çözgü sıklığının azalmasına neden olmaktadır.
- Atkı ipliği inceldikçe atkı kıvrım değerinin arttığı, çözgü kıvrım değerinin ise azaldığı görülmüştür. Örgü tipi değiştikçe atkı ve çözgü ipliklerinin bağlantı sayısı da değişmekte dolayısıyla atkı ve çözgü kıvrım değerleri örgüye bağlı olarak ta farklılık göstermektedir.

Özetlenen sonuçların numune kumaş üretiminde kullanılan tüm el tezgahlarından ve genel dokuma konstrüksiyonundan beklenen özelliklere uygun olduğu görülmektedir. Tezgahın kumaş üretim yeteneğini değerlendirme çalışmaları kapsamında üretilen numune kumaşlara yapılan kumaş boyu, kumaş eni, atkı sıklığı, çözgü sıklığı, atkı kıvrım ve çözgü kıvrım tayini deneyleri ve analizlerinden elde edilen değerler grafiksel ve istatistiksel olarak incelendiğinde sonuçların büyük ölçüde anlamlı olduğu ve geliştirilmiş olan numune dokuma tezgâhında ağızlık açma dışındaki fonksiyonların el ile gerçekleştirilmesine karşın yapılan tasarımı kumaş halinde gösterebilecek başarılı numunelerin dokunabildiği görülmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, T.C. Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Bilim ve Teknoloji Genel Müdürlüğü tarafından Sanayi Tezleri Programı kapsamında desteklenmiştir (Proje Kodu: 01365.STZ.2012-1).

KAYNAKLAR

1. Ala, D. M., Çelik, N., (2015), *Bilgisayar Destekli Yarı-Otomatik Tasarlanmış ve Geliştirilmiş Yerli Bir Numune Dokuma Makinesi*, Tekstil ve Mühendis, 22:98, 17-23.
2. Ala, D. M., Çelik, N., (2015), *Geliştirilmiş Bir Yerli Dokuma Desen Tasarım Programı*, Tekstil ve Mühendis, 22: 99, 27-40.
3. Ala, D. M., (2015), *Bilgisayar Kontrollü Ağızlık Açma ve Desenlendirme Yapabilen Bir Yarı-Otomatik Numune Kumaş Dokuma Tezgâhı Tasarımı, Geliştirilmesi ve Prototip İmalatı*, Çukurova Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Ana Bilim Dalı-Doktora Tezi, Adana
4. http://www.tongyuan-fj.com, 2012, Jiangyin-Tongyuan web sitesi
5. http://www.ccitk.com, 2012, CCI Tech Inc. web sitesi
6. http://www.gulasmakina.com.tr, 2012, Gülas Makina web sitesi
7. Özkan, G., (2006), *Bezayağı Dokuma Kumaşlarda Çözgü Gerginliği ile Çözgü ve Atkı Kıvrımı Arasındaki İlişkinin Deneysel Olarak Araştırılması*, Tekstil ve Mühendis, 13:62-63, 22-27.
8. Razali, N.M., Wah, Y. B., (2011), *Power Comparisons of Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors and Anderson-Darling Tests*, Journal of Statistical Modeling and Analytics, 2, 1, 21-33.