

DOKUNABİLİRLİK SINIRIYLA İLGİLİ DENEYSEL ÇALIŞMALARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Yıldray TURHAN*, Recep EREN**

*Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, 20017/Çamlık/Denizli

**Uludağ Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, 16059/Görükle/Bursa

Geliş Tarihi : 14.01.2004

ÖZET

Bu makalede, dokunabilirlik sınırları hakkında bazı araştırmacılar tarafından yapılan deneysel çalışmalar değerlendirilmektedir. İlk olarak, araştırmacıların deneysel çalışmayı gerçekleştirirken dikkate aldıkları tezgah ve kumaş parametreleri belirtilmekte, ardından bu parametrelerin dokunabilirlik sınırlarına etkileri hakkında ulaşılan sonuçlar ve geçmişte yapılan bazı kuramsal çalışmalarla yaptıkları karşılaştırmalar sunulmaktadır. Sonuç olarak, dokunabilirlik sınırlarıyla ilgili katkı sağlayacak yeni deneysel çalışmalar önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler : Dokunabilirlik sınırı, Dokuma makinesi ayarları, Çözümlü gerginliği

THE EVALUATION OF EXPERIMENTAL STUDIES ABOUT WEAVABILITY LIMIT

ABSTRACT

In this paper, some experimental studies about the weavability limits are evaluated. Firstly, fabrics and loom parameters which were considered during these studies are pointed out and then, the results showing how these parameters affect the weavability limits and comparisons with earlier theoretical studies are presented. In conclusion, new experimental studies about the subject are suggested.

Key Words : Weavability limit, Loom settings, Warp tension

1. GİRİŞ

Dokuma kumaşların tasarımında temel amaç, kullanım yerine uygun özelliklerin önceden belirlenerek yeni kumaş yapıları geliştirmek; mümkün olan en yüksek dokuma verimini elde etmek ve kumaş kalitesini yükseltmektir. Kaliteli bir kumaş ve yüksek dokuma verimi ise belirli dokuma şartlarının sağlanmasıyla elde edilebilir. Bu şartların en temeli önceden tasarlanan kumaşın dokunabilirlik sınırı içinde olmasıdır. Kumaş dokunabilecek en yüksek sıklık sınırını aşmış ise tasarım tezgah üzerinde elde edilemez. Sınıra yakın ya da bu sınırdan daha yüksek sıklıkta kumaşlar dokunmaya çalışıldığında kumaş çizgisi tarağın en ileri

konumunun çok fazla gerisine doğru kayar. Bu durumda bir yandan ön ağızlık boyutları küçülüp atkının ağızlıktan geçişi zorlanırken diğer yandan tefeleme esnasında aşırı gerginlik artışından dolayı çözgü kopuşları meydana gelir. Bu tür olumsuzluklar sonucunda dokuma pratik açıdan olanaksız hale gelir.

Geçen yüzyıldan günümüze kadar araştırmacıların dokunabilirlik sınırı konusunda yaptıkları çalışmalar iki temel aşamada gerçekleşmektedir. Bunlardan ilki temel bazı örgüler için geometrik modeller oluşturularak bunlara ait matematiksel bağıntılar geliştirmek yani kuramsal çalışmalar yapmak; diğeri bu teorik bağıntılar ve tezgahta elde edilen sonuçları karşılaştırmak yani deneysel çalışmalar yapmak

şeklinde. Bundan önceki çalışmada kuramsal çalışma hakkında ayrıntılı bilgi sunulmuştu. Bu makalede, dokunabilirlik sınırlarına tezgah performansının ve ayarlarının nasıl ve ne yönde etkili olduğunu belirlemek amacıyla geçmişte bazı araştırmacıların yaptığı deneysel çalışmalar hakkında bilgi sunulacaktır.

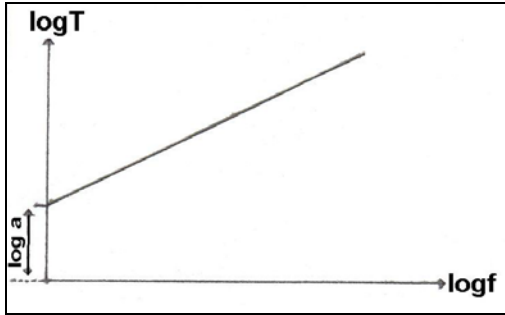
2. DENEYSEL ARAŞTIRMALAR

2. 1. Brierly Tarafından Yapılan Deneysel Çalışma

Brierley çeşitli numaralarda kamgarn ipliklerle çeşitli örgülerde maksimum sıklıkta bir dizi kumaş dokumuştur. Daha sonra elde ettiği kumaş numunelerindeki ortalama atlama uzunluklarıyla sıklıklar arasındaki ilişkileri incelemiş ve bir grafik oluşturmuştur. Çalışmasının ilk aşamalarında kare yapılı hem numara hem de sıklık açısından dengeli (atkı ve çözgüsü numara ve sıklık açısından aynı) kumaşlar için Şekil 1’de gösterilen grafikteki doğrunun denkleminde;

$$T = F^m \cdot \sqrt{K \cdot N} \quad (1)$$

bağıntısını elde etmiştir (Brierley, 1931a).



Şekil 1. Brierley’in sıklık-örgü değeri ilişkisini gösteren grafiği (Başer, 1998)

(1) bağıntısında,

- T : Maksimum sıklıklar (çözgü ya da atkı için)/inç
- K : İplik tipine ve numara sistemine bağlı sabit
- m : örgüye bağlı sabit
- F : örgü biriminde atlama altındaki ortalama iplik sayısı
- N : İplik numarası (N_{ek} : kamgarn iplik numarası)

Burada, m sabiti dimi örgüler için 0.39, saten örgüler için 0.42, panama ve bezayağı örgüler için 0.45 değerindedir. K sabiti ise kamgarn iplikleri için 134, pamuk iplikleri için 200 ve ştrayhgarn iplikleri için 61 değerindedir (Brierley, 1931b).

Brierley çalışmasının ikinci aşamasında sadece sıklık, sadece numara ve hem sıklık hem numara açısından dengesiz kumaşlar için en yüksek sıklığı veren eşitlikler geliştirdi.

Sıklık açısından dengesiz (çözgüsü ya da atkısı diğerine göre daha yüksek) kare yapılı kumaşlar için:

$$P = k \cdot E^{-0.67} \quad (2)$$

Burada, k değeri dengeli yapı göz önünde bulundurularak bulunur. Atkı ve çözgü sıklığının birbirine eşit olduğu kare yapılı kumaşlarda,

$$\begin{aligned} E &= P \\ E &= k \cdot E^{-0.67} \\ k &= E^{1.67} \text{ olur.} \end{aligned}$$

Numara bakımından dengesiz (atkı ve çözgü ipliği numaraları birbirinden farklı) kare yapılı kumaşlar için:

$$P = (K \cdot N_{ort})^{1/2} \cdot F^m \quad (3)$$

- N_{ort} : ortalama iplik numarası
- P : Atkı ipliği sıklığı (atkı/inç)

(3) numaralı bağıntı, (1) numaralı bağıntıda iplik numarası N’in N_{ort} ile yer değiştirmesi sonucu elde edilmiştir.

$$N_{ort} = 2 * \left(\frac{N_{\text{çözgü}} * N_{\text{atkı}}}{N_{\text{çözgü}} + N_{\text{atkı}}} \right) \quad (\text{Brierley, 1931d})$$

- $N_{\text{çözgü}}$: Çözgü ipliği numarası (kamgarn)
- $N_{\text{atkı}}$: Atkı ipliği numarası (kamgarn)
- K : İplik tipine ve numara sistemine bağlı sabit

Hem numara hem de sıklık bakımından dengeli olmayan (çözgü ve atkı numaraları ve sıklıkları farklı) kare yapılı kumaşlar için (Brierley, 1931e).

$$P = k * E^{-0.67} * \sqrt{\frac{\text{atkı numarası}}{\text{çözgü numarası}}} \quad (4)$$

- E : Çözgü sıklığı (çözgü/inç)
- P : Atkı sıklığı (atkı/inç)

Burada; k değeri dengeli yapı göz önünde bulundurularak belirlenir. Bu durumda,

$$k = E^{1+0.67} * \sqrt{\frac{\text{atkı numarası}}{\text{çözgü numarası}}} \text{ olur.}$$

Bütün eşitliklerde iplik numaraları kamgarn iplik numarasını ifade etmektedir. Ayrıca eşitlikler k harfi ise kare yapıya ait bir sabittir ve her eşitlik için nasıl elde edildiği gösterilmiştir.

2. 2. Snowden Tarafından Yapılan Deneysel Çalışma

D. C. Snowden dokuma sırasında çözgü ipliği gerginliğindeki değişimi ve bunda meydana gelen farklılıkların dokuma ve kumaş özellikleri üzerine etkisini incelemiştir. Daha önceki çalışmalarında dokuma sırasında çözgü ipliklerinin ağızlıktaki hareketi, çözgü levendinden dokunmuş kumaş kısmına gelene kadar uygulanan sürtünmelerin bir iplikten diğerine değişken gerginliklere ve iplik gerginliklerinde önemli ölçüde düzensiz değişimlere neden olduğunu belirlemiştir. Böylece tezgah üzerinde dokuma sırasında çözgü ipliği gerginliği davranışının iyi bir şekilde bilinmesinin aşağıda belirtilen konularda faydalı bilgiler sunacağını ileri sürmüştür. Bunlar:

- Tezgah ayarı için en iyi çözgü gerginliğinin belirlenmesi,
- Çözgü gerginliği ve buna bağlı olarak çeşitli tezgah ayarlarının dokuma verimi üzerine etkisi,
- Çözgü gerginliğinin kumaş özellikleri üzerine etkisi.

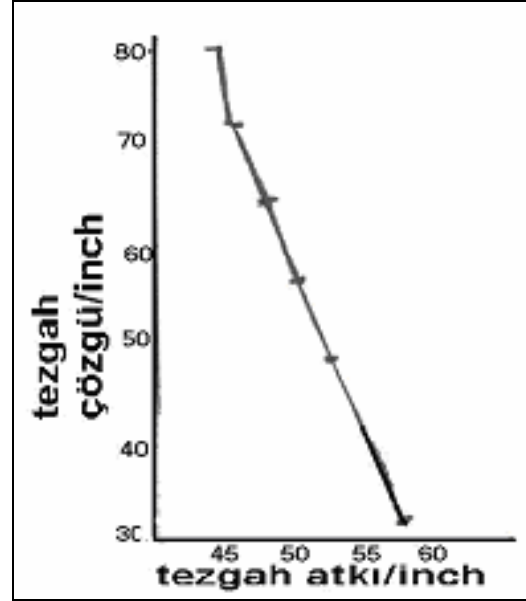
Çalışmasının özellikle çözgü gerginliğinin dokuma verimi ve kumaş özellikleri üzerine etkisini araştırdığı kısmında çözgü gerginlik düzeyi ile elde edilebilecek en yüksek atkı sıklığı ve belirli bir çözgü gerginliği düzeyinde çeşitli çözgü sıklıklarında dokunabilirlik sınırlarıyla ilgili bölümleri bizi ilgilendirmektedir.

Snowden çalışmasını bir Dobcros mekikli tezgaha gerçekleştirmiştir. Bu tezgahdaki çözgü salma mekanizması yarı pozitif mekanik çözgü salma mekanizmasıdır (Snowden, 1950).

Deneme çalışmalarında önce aynı atkı ve çözgü iplikleri, aynı örgü, aynı zamanlama, aynı tezgah ayarları, aynı çözgü iplik numaraları, aynı ağırlık kaldırıcı momentinde farklı çözgü sıklıklarıyla elde edilen en yüksek atkı sıklıklarını araştırmıştır. Bu çalışma ile ilgili bazı değerler Tablo 1’de ve sıklıklar arasındaki ilişki Şekil 2’de gösterilmektedir (Snowden, 1950).

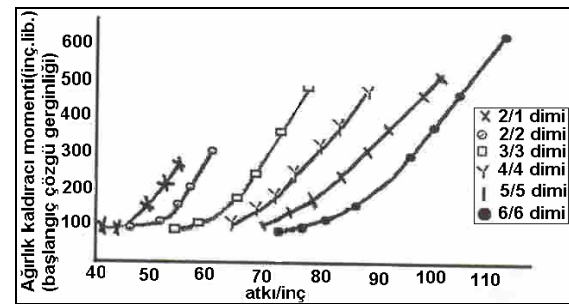
Tablo 1. Snowden’ın Belirli Çözgü Sıklıklarında Elde Ettiği Atkı Sıklıkları (Snowden, 1950)

Tezgah için çözgü/inç	80	72	64	56	48	40	32
Tezgah için atkı/inch	45	46	48	51	53	56	58



Şekil 2. Snowden’ın dokuma tezgahında elde ettiği çözgü ve atkı sıklıkları arasındaki ilişkiyi gösteren grafiği

Şekilden de görüleceği gibi çözgü sıklığındaki artış sonucu atkı sıklığında bir düşüş gerçekleşmektedir. Çalışmasının diğer bir aşamasında ortalama olarak aynı sıklıkta (atkısı ve çözgüsü aynı) kumaşların dokunması için minimum ağırlık kaldırıcı yükünün ne olacağını tespit etmek amacıyla denemeler gerçekleştirmiştir. Çeşitli atlamalarda (2/1, 2/2, 3/3, 4/4, 5/5 ve 6/6) dimi örgüler dokumuştur. Burada pamuk çözgü ve atkı ipliği kullanmıştır. Çeşitli sıklıklarda dokumalar yapmış ve her bir ağırlık kaldırıcı momenti miktarına göre ulaşılan atkı sıklığı sınırını tespit etmiştir. Bununla ilgili olarak Şekil 3’de gösterilen grafiği elde etmiştir (Snowden, 1950).



Şekil 3. Snowden’ın ağırlık kaldırıcı salınımı ile atkı sıklığı arasındaki ilişkiyi gösteren grafiği (Snowden, 1950)

Şekilden görüldüğü gibi bütün örgü tiplerinde ağırlık kaldırıcı momenti arttıkça (çözgü ipliği gerginliği arttıkça) atkı sıklığı artmaktadır.

2. 3. Dickson Tarafından Yapılan Deneysel Çalışma

Dickson bir tezgah üzerinde dokunabilen atkı sıklığının bir sınırı olduğunu ve bunun tezgahın performansına, iplik numarası ve çapına bağlı olduğunu; örtme faktörünün bu her iki değeri de içerdiğini belirtmiştir. Ayrıca iplik çaplarının geometrik ilişkilere etki ettiğini ileri sürmüştür. Bu yüzden çalışmasında Love'in geliştirdiği grafikleri değerlendirmek için öncelikle bu iki değeri yani atkı çapı/çözgü çapı (iplik dengesi) ve örtme faktörlerini hesaplayabilecek eşitlikleri ortaya koymaya çalışmıştır (Love, 1954). Çünkü Love'in dokunabilirlik sınırı için ileri sürdüğü grafikler atkı ve çözgü örtme faktörleri ve iplik dengesi değerlerinden oluşmaktaydı. Bu amaçla bazı varsayımlarda bulunmuştur. Bunlar (Dickson, 1954):

- İplikler silindriktir,
- Pamuk dışındaki diğer ipliklerin konvensiyonel çaplarının lif yoğunluğuna dayanılarak bulunabileceğidir.

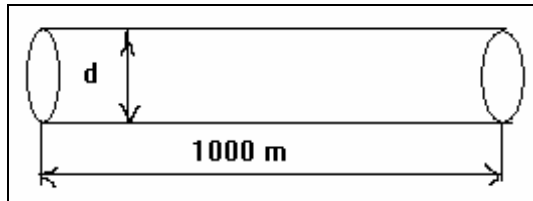
Örtme faktörü ve iplik dengesi iplik çapına bağlı olduğu için ilk olarak bu konu üzerinde durmuştur. İplik çapı hesabında lif yoğunluğu ve iplik numarasını esas almıştır. Önce bir pamuk lifi için pamuk iplik numaralandırma sistemini kullanarak iplik çapı eşitliğini çıkarmıştır (Dickson, 1954);

$$d = \frac{k_d}{\sqrt{D} \sqrt{N}} \quad (5)$$

Burada,

d : Çap (mm),
D : Lif yoğunluğu (g/cm³)
N : İplik numarası (Ne),
k_d : Çap faktörüdür.

Dickson, Peirce'in pamuk ipliği için kabul ettiği yoğunluğu 0.909 gr/cm³ (paketleme yoğunluğu 0.59 olarak) ve iplik numarasını Ne olarak alarak iplik çapını (pamuk ipliği için) aşağıdaki gibi ifade etmiştir (Dickson, 1954):



$$\text{yoğunluk} = \frac{\text{ağırlık (gr)}}{\text{hacim (cm)}} \quad \rho = \frac{G}{V}$$

1000 m ipliğin ağırlığı T gr (tex numaralandırma sistemi) kabul edilirse ve iplik hacmi,

$$\text{hacim} = \frac{\pi * d^2 * l}{4} \text{ (cm}^3\text{)} \quad l = 1000 \text{ m} = 10^5 \text{ cm}$$

T ve hacim formülü yoğunluk formülünde yerlerine konulursa,

$$\rho = \frac{T * 4}{\pi * d^2 * 10^5}$$

tex numaralandırmayı Ne cinsinden ifade edecek olursak :

$$T(\text{tex}) = 1000 / (1.69 * Ne)$$

$$\rho = \frac{4000}{\pi * d^2 * 10^5 * 1.69 * Ne}$$

d ifadesi eşitliğin diğer tarafını alınır, yoğunluk yerine 0.909 yazılır ve çap inç olarak ifade edilirse,

$$d = \frac{0.0358}{\sqrt{Ne}} \text{ (inç)} \quad \text{olur.} \quad (6)$$

eşitliğine ulaşmıştır. Bu eşitlikten yola çıkarak lif yoğunluğu bilinen herhangi bir liften yapılmış pamuk numaralı bir ipliğin çapı için (Dickson, 1954);

$$d = \frac{\sqrt{D_c^f} * 0.0358}{\sqrt{D_g^f} \sqrt{N}} \quad (7)$$

eşitliğini geliştirmiştir. Burada,

f indisi : Atkı ipliği,
w indisi : Çözgü ipliği
D_c^f : Pamuk lifi yoğunluğu,
D_g^f : Pamuk dışındaki lifin yoğunluğu,
N : İplik numarasıdır (Ne).

Dickson Love ve Peirce'a ait eğrileri pamuk dışındaki herhangi bir liften yapılmış ipliklerde de kullanılabilir hale getirmek amacıyla örtme faktörleri için de yeni bağıntılar sunmuştur. Bunlar (Dickson, 1954),

$$K_w = \sqrt{D_c} \frac{n_w}{\sqrt{N_w} \sqrt{D_g}} \quad (8)$$

$$K_f = \sqrt{D_c} \frac{n_f}{\sqrt{N_f} \sqrt{D_g}} \quad (9)$$

şekindedir. Burada,

D_c : pamuk lifi yoğunluğu,
n : iplik sıklığı,
N : iplik numarası (pamuk numara sisteminde),
D_g : verilen lifin yoğunluğudur.,

İplik dengesi için oluşturduğu eşitliklerde de lif yoğunluklarını dikkate almıştır. Böylece atkı ve çözgü ipliği farklı lif tiplerinden oluşan tasarımlar için de uygun bir iplik dengesi eşitliği elde etmiştir (Dickson, 1954).

$$\beta = \frac{\sqrt{D_w} \sqrt{N_w}}{\sqrt{D_f} \sqrt{N_f}} \quad (10)$$

Burada, D lif yoğunluğu, N ise iplik numarasıdır (pamuk numaralandırma sisteminde).

Dickson bütün bu eşitlikleri elde ettikten sonra çeşitli işletmelerde gerek kesikli (pamuk lifi) gerekse filament lifli (nylon) ipliklerden dokunan bezayağı, oxford ve dimi örgülü kumaşlara ait tezgah örtme faktörleriyle Love'ın grafiklerinden elde edilen örtme faktörleri arasında karşılaştırma yapmıştır (Love, 1954). Bunun için izlediği işlem basamakları genel olarak şu şekildedir (Dickson, 1954):

1. Sistemdeki çözgü ve atkı örtme faktörleri ve iplik dengesi dokunabilirlik limitinde olduğu bilinen kumaşlar için hesaplandı
2. Çözgü örtme faktörü ve iplik dengesinin kesiştiği yerdeki atkı örtme faktörü Love'ın grafiğinden okudu.
3. Son olarak tezgahta dokunabilen en yüksek sıklık ile grafikten hesaplayarak elde edilen en yüksek sıklığın karşılaştırılması (atkı örtme faktörlerindeki farklılık; tezgah-grafik farkı hesaplandı). Pozitif bir fark pratik uygulamada tezgahta dokunabilen en yüksek atkı sıklığının teorik olarak grafikten hesaplanan en yüksek atkı sıklığından daha yüksek olduğunu ifade eder. Bunlarla ilgili elde ettiği sonuçlar Tablo 2, 3 ve 4'de gösterilmektedir.

Tablo 2. Dickson'ın Bezayağı Örgülü Katlı İplikli Kanaviçelere Ait Tezgahta Dokuyarak ve Love'ın Grafiğinden Hesaplayarak Elde Ettiği Dokunabilirlik Sınırları (Dickson, 1954)

Gramaj (oz./yrd ²)	İplik Dengesi (β)	Tezgah Örtme Faktörü		Grafik Atkı Örtme Faktörü (K_f)	Tezgah- Grafik
		Çözgü (K_w)	Atkı (K_f)		
28.9	0.86	27.2	14.6	13.0	+1.6
29.0	0.91	30.3	13.3	13.1	+0.2
30.1	0.81	27.8	14.2	13.0	+1.2
18.6	1.01	15.6	16.5	16.8	-0.3
20.6	1.16	19.4	17.5	15.5	+2.0
29.9	1.00	17.7	17.7	15.1	+2.1
26.3	1.08	14.6	20.0	18.3	+1.7

Tablo 3. Dickson'ın Oxford Örgü İle Dokunmuş Numunelere Ait Tezgah ve Love'ın Grafiğinden Elde Ettiği Dokunabilirlik Sınırları (Dickson, 1954)

İplik Dengesi (β)	Tezgah Örtme Faktörü		Grafik Atkı Sınırı (K_f)	Tezgah- Grafik
	Çözgü (K_w)	Atkı (K_f)		
1.24	30.1	16.9	15.8	+1.1
1.00	32.0	14.5	14.0	+0.5
1.41	29.2	17.3	16.5	+0.8
0.78	28.3	11.6	12.6	-1.0
1.66	27.3	16.1	17.6	-0.7

Tablo 4. Dickson'ın Pamuklu Dimi Örgülü Kumaş Numunelerine Ait Tezgah ve Love'ın Grafiğinden Elde Ettiği Dokunabilirlik Sınırları

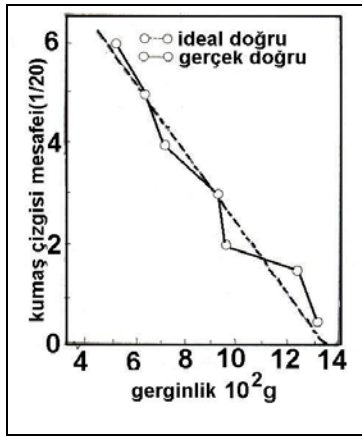
Örgü (Dimi)	Tezgah (İplik/inch) $n_w=n_f$	Tezgah Örtme Faktörü $K_w=K_f$	Grafik Sınırı $K_w=K_f$	Tezgah - Grafik
2/1	55	16.9	19.7	-2.8
2/2	61	18.7	22.2	-3.5
3/3	78	24.0	26.4	-2.4
4/4	88	27.0	30.1	-3.1
5/5	100	30.7	33.2	-2.5
6/6	112	34.4	36.0	-1.6

Dickson karşılaştırmalar sonucu tezgah performansları ve grafiklerin tahminleşmesi arasındaki uyumun çok iyi olduğunu, dolayısıyla önerilen tasarımın Love (1954)'e ait grafikte dokunabilirlik alanı içerisindeyse tezgahta dokunabileceği, dışında ise dokunamayacağı öngörüsünün yapılabileceğini işaret etmiştir (Dickson, 1954).

2. 4. Sharma ve Bhargava Tarafından Yapılan Deneysel Çalışma

I. C. Sharma ve G. S. Bhargava kare yapılı dokuma kumaşlar için dokunabilirlik sınırı belirleyen bir metod üzerinde durmuşlardır. Bu amaçla dokuma sırasında negatif çözgü salma mekanizmasıyla kontrol edilen kumaş çizgisi-kumaş sıklığı sınırı arasında bir ilişki kurmak için deneysel çalışmalar yapmışlardır. Pratik tezgah çalışmasında uygulanabilir mevcut kumaş sıklığı teorilerini olarak sıklıkların kıyaslanması için bir kriter geliştirmişlerdir. Ayrıca bezayağı dokunmuş kumaşlarda maksimum tezgah sıklıklarını elde etmek için olası pratik ilişkiler çıkarmışlardır. Deneysel çalışmalarında numuneleri 48, 52, 56, 60, 64 ve 68s taraklarda, iki farklı atkı ipliği (28 ve 40s) ve tek çözgü ipliği numarasında dokunabilecek en yüksek atkı sıklıklarını araştırmışlardır. Her bir durumda dokuma sırasında kumaş çizgisi mesafesini ölçmüşlerdir. Bütün bu durumlarda maksimum sıklıkları kaydetmişlerdir (Sharma and Bhargava, 1982).

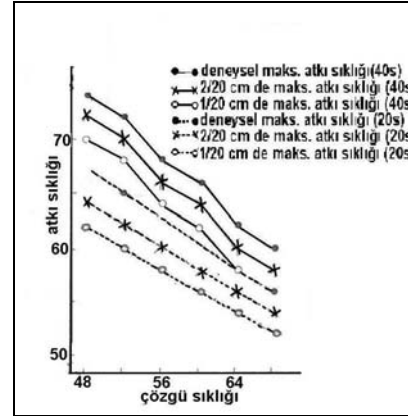
Sharma ve arkadaşının çalışmaları üç aşamada gerçekleşmiştir. İlk olarak dokuma direnci ile gerginlik ve kumaş çizgisi arasında nasıl bir ilişki olduğunu belirlemek için denemeler yapmışlardır. Bu amaçla çözgü salma kaldırıcına ağırlıklar ilave ederek gerginliği değiştirmişlerdir. Bu sırada kumaş çizgisi mesafesindeki değişikliği kaydetmişlerdir ve Şekil 4'deki grafiği elde etmişlerdir. Kumaş çizgisi mesafesini belirlemek için çuha silindiri (kumaş çekme silindiri üzerindeki keçe kaplı silindir) üzerinde bir referans nokta belirlemişler. Bu referans nokta ile tefenin ön ölü konumu arasındaki ve tefe arka ölü konumdayken yine bu referans nokta ile kumaş oluşum çizgisi arasındaki mesafeleri ölçmüşlerdir. Bu iki mesafe arasındaki farkı kumaş çizgisi mesafesi olarak kaydetmişlerdir. Böylece belirli bir kumaş çizgisi mesafesi için elde edilebilecek atkı sıklığını incelemeye kumaş çizgisi mesafesini istenilen değere kolayca ayarlayabilmişlerdir (Sharma and Bhargava 1982). Çalışmalarının bu aşamasında, bundan sonraki aşamalarda çözgü sıklığı ve atkı ipliği numarası değiştirilerek dokunabilen en yüksek atkı sıklığını araştırırken çözgü gerginliğinin 1/20 ve 2/20 cm'lik sabit kumaş çizgisi mesafeleri verecek şekilde ayarlanmasına karar vermişlerdir. Şekil 4'de incelendiğinde çözgü ipliği gerginliği arttıkça kumaş çizgisi mesafesinin düştüğü görülmektedir.



Şekil 4. Sharma ve arkadaşının çalışmasındaki kumaş çizgisi mesafesi-çözgü ipliği gerginliği arasındaki ilişkiyi gösteren grafik (Sharma and Bhargava, 1982)

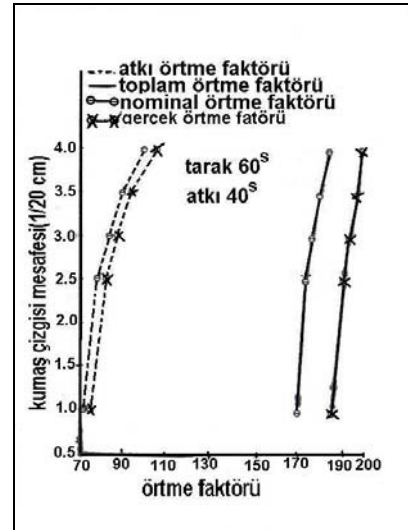
İkinci aşamada kumaş çizgisi mesafesi sabit olacak şekilde gerginliği ayarlamışlar ve bu şekilde her çözgü sıklığında ve seçilen atkı numaralarında dokuma gerçekleştirmişler. 10-12 inç'lik dokumalardan sonra atkı sıklıklarını kaydetmişlerdir. Aynı çalışmayı kumaş çizgisi mesafesi için herhangi bir ayarlama yapmaksızın gerçekleştirmişler ve yine 10-12 inç'lik dokumalardan sonra atkı sıklıklarını kaydetmişlerdir. Bu veriler ile Şekil 5'deki grafiği oluşturmuşlardır (Sharma and Bhargava, 1982).

Şekil 5 incelendiğinde çözgü sıklığı arttıkça çalışılan bütün atkı ipliği numaralarında ve kumaş çizgisi mesafelerinde dokunabilen en yüksek atkı sıklığı miktarının düştüğü, çalışılan bütün atkı ipliği numaralarında kumaş çizgisi mesafesi düştüğünde dokunabilen en yüksek atkı sıklığının arttığı, aynı kumaş çizgisi mesafesi ve çözgü sıklığında atkı ipliği incelidikçe dokunabilen en yüksek atkı sıklığının arttığı görülmektedir.



Şekil 5. Sharma ve arkadaşının çözgü sıklığı, kumaş çizgisi mesafesi, atkı ipliği numarası ve en yüksek atkı sıklığı arasındaki ilişki

Çalışmalarının son aşamasında kumaş çizgisi mesafesi ile kumaş örtme faktörü arasındaki ilişkiyi göstermişlerdir. Bu ilişki Şekil 6'da verilmektedir.



Şekil 6. Örtme faktörü ve kumaş çizgisi mesafesi arasındaki ilişki (Sharma and Bhargava, 1982)

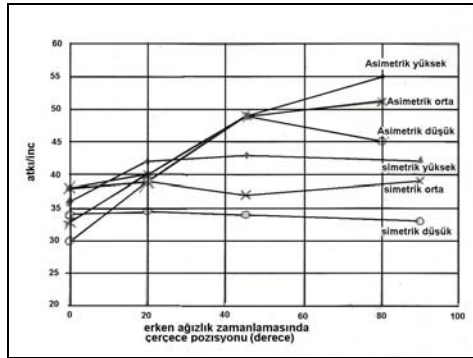
Şekil incelendiğinde kumaş örtme faktörü arttıkça kumaş çizgisi mesafesinin de arttığı görülmektedir.

Sharma ve Bhargava deneysel çalışmalarından özetle şu sonuçları çıkarmışlardır (Sharma and Bhargava, 1982):

1. Dokuma sırasında karşılaşılan direnç kumaş çizgisi mesafesi ve çözgü tabakası gerginliği ile ilişkilidir.
2. Çözgü tabakası gerginliği kumaş çizgisi mesafesi ile doğrusal ilişkilidir.
3. Çözgü sıklığı/atkı sıklığı ilişkileri doğrusaldır
4. Farklı kumaş durumları için toplam kumaş örtme faktörü kumaş çizgisi mesafesiyle doğrusal olmayan bir ilişkiye sahiptir.

2. 5. Ashton Tarafından Yapılan Deneysel Çalışma

Ashton, bu konudaki çalışmasını dört aşamada gerçekleştirmiştir. İlk aşamada 20/2 Ne pamuk çözgü ve atkı iplikleriyle 26.8 tel/cm sıklığında 121.2 cm tarak genişliğinde, farklı çözgü gerginlik düzeylerinde, farklı ağızlık kapanma açılarında ve farklı arka köprü yüksekliklerinde dokumalar yaparak dokunabilirlik sınırlarını araştırmıştır. Çalışma sırasında pozitif çözgü salma, pozitif kumaş çekme ve ağızlık açma mekanizmalı bir mekikli tezgah kullanmıştır. 180° çerçeve beklemesi, simetrik ve asimetrik ağızlıklar deneyerek farklı çözgü gerginlik düzeylerinde çözgü hakim bir seri dokumalar gerçekleştirmiştir. Çalışmasında 59 cN (düşük), 89 cN (orta) ve 118 cN (yüksek) olmak üzere üç farklı çözgü gerginlik düzeyi kullanmıştır. Yukarıda bahsedilen her bir tezgah ayarında bu üç gerginlik düzeyi kullanılarak en yüksek atkı sıklığının elde edilebileceği tezgah ayarını bulmaya çalışmıştır. Ashton, torbalamanın olduğu şartları ulaşılabilecek en yüksek atkı sıklığının elde edildiği sınır olarak belirlemiştir. Denediği her bir tezgah ayarı ile ulaştığı en yüksek sıklık arasında Şekil 7'de gösterildiği gibi bir eğri elde etmiştir (Ashton, 1996).



Şekil 7 Ashton'ın tezgah ayarı-maksimum sıklık ilişkisini gösteren grafiği (ağızlık kapanma açısı-arka köprü yüksekliği-çözgü gerginliği-maksimum atkı sıklığı) (Ashton, 1996).

Şekil 7 incelendiğinde arka köprü yüksekliği arttırıldıkça ağızlık kapanma açısının erkene alınması ve çözgü gerginliğinin arttırılmasıyla dokunabilen en yüksek atkı sıklığında da artış olduğu, arka köprü yüksekliği düşürüldükçe ağızlık

kapanma açısının erkene alınması ve çözgü ipliği gerginliğinin artmasıyla dokunabilen en yüksek atkı sıklığındaki artışın bir önceki duruma göre daha az olduğu ve belirli bir arka köprü yüksekliğinden sonra bu sıklıktaki değişimin belirgin olmadığı görülmektedir. Ashton ilk aşamadaki araştırmasında en yüksek sınırı veren tezgah ayarlarını şu şekilde tespit etmiştir:

- Pozitif kontrollü çözgü salma, kumaş çekme mekanizması,
- Pozitif ağızlık açma mekanizması,
- Arka köprüyü üst ağızlık doğrusu içindeki çerçeve gözü pozisyonuna yükseltme,
- asimetrik ağızlık,
- Çerçeve seviye pozisyonu 280° de,
- 2.0 g/tex lik yüksek çözgü gerginliği.

Ashton ilk aşamada belirlediği tezgah ayarlarında biri kare yapılı olmak üzere iki farklı çözgü sıklığında ve tarak genişliğinde daha dokumalar yaparak sınırları araştırmıştır. Yaptığı bu üç ayrı dokuma ve ulaştığı sınırlar Tablo 5'de gösterilmektedir.

Tablo 5. Ashton'ın Deneysel Çalışma Yaptığı Çözgü ve Atkı İpliği Numaraları ve Ulaştığı Sınırlar

Çözgü (Ne)	Atkı (Ne)	Çözgü (tel/cm)		Tarak (cm)	En Yüksek Atkı Sıklığı (tel/cm)
		Tezgah	Ham		
20/2	20/2	26.8	27.2	121.2	21.6
20/2	20/2	29.9	30.3	108.6	20.9
20/2	20/2	22	22.8	147.3	22.8

Ashton çalışmasının üçüncü aşamasında elde ettiği sınırları Peirce (1937)'nin eşitliklerinden elde edilen sonuçlarla sıklık ve kalınlık açısından karşılaştırmıştır. Bu kıyaslamalar sırasıyla Tablo 6 ve 7'de gösterilmektedir (Ashton, 1996).

Tablo 6. Sıklıkların Peirce'm Eşitlikleriyle Karşılaştırılması (Ashton, 1996).

Kumaş Düzeni /Sıklık	Çözgü Baskın Yapı		Kare Yapı
Çözgü/cm	27.2	30.3	22.8
atki/cm	21.6	20.9	22.8
Peirce atki/cm	18.9	17.7	20.0
Ashton/Peirce (%)	14.5	17.7	13.7

Tablo 7. Kalınlıkların Peirce'm Eşitlikleriyle Karşılaştırılması (Ashton, 1996).

Kumaş (çözgü x atkı)	22.8 x 22.8	27.2 x 21.6	30.3 x 20.9
Ölçülen Kalınlık (mm)	0.649	0.678	0.716
Peirce (mm)	0.5702	0.5702	0.5702
Ölçü-Peirce (%)	13.8	18.9	25.5

Ashton deneysel çalışması sonucunda ulaştığı sınırların Peirce'in eşitliğinden elde edilen sonuçlardan daha yüksek olduğunu tespit etmiştir. Bu durumun Peirce'in kuramsal eşitliklerini geliştirirken ipliklerin silindirik kesitli olduğu varsayımının aksine dokuma sırasında şekillerini kolayca değiştirerek eliptik bir hal almalarından kaynaklandığını belirtmiş.

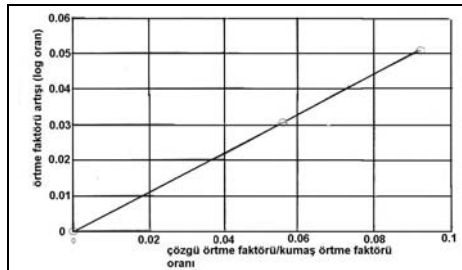
Ashton çalışmasının dördüncü aşamasında deneysel verilerinden yararlanarak en yüksek sınırın önceden tahminleştirebilmesini sağlayacak bir eşitlik geliştirmiştir. Bu amaçla, kare yapıdan uzaklaştıkça çözgü sıklığındaki değişiklik sonucu atkı sıklığında meydana gelen değişikliği gözlemlemiş ve ikisi arasında ilişki kurmaya çalışmıştır. Bunun için çalışılan her çözgü sıklığında ulaşılan örtme faktörünün kare yapıda ulaşılan göre artış oranını çözgü sıklığı/kumaş sıklığı oranına karşılık gelecek şekilde Şekil 8'de gösterilen eğriyi oluşturmuş ve bu eğriden aşağıdaki eşitliği çıkarmıştır (Ashton, 1996).

$$Y = e^{1.24X} \quad (11)$$

Burada,

Y: Logaritmik olarak örtme faktörü artışı

X: Çözgü sıklığı/ Kumaş sıklığı



Şekil 8. Ashton'ın deneysel maksimum kumaş sıklığı (Ashton, 1996)

Ashton, (11) eşitliğini kullanarak Y değerine bağlı olarak X değerini bulmuştur. Sonuçta çözgü/kumaş oranıyla X değeri arasında 0.5 gibi sabit bir farkın olduğunu tespit etmiştir. Bununla ilgili bir örnek çözüm aşağıda sunulmuştur:

Dokunması istenen kumaştaki iplik oranları % 70 çözgü % 30 atkı şeklindedir.

Kare yapılu kumaşta sıklıklar 22.8 atkı/cm ve 22.8 çözgü/cm şeklindedir.

(Çözgü/kumaş oranı)-X=0.5

X=0.7-0.5=0.2

Y=45.6*e^{1.24*0.2}=58.43 tel/cm toplam sıklık

Atkı sıklığı=58.43*0.30=17.52 tel/cm olur.

Ashton (11) eşitliğinin iplik numaraları aynı olduğunda kullanılabileceğini aksi taktirde çözgü ve

atkı örtme faktörlerinin hesaplanarak bu eşitlikte kullanılması gerektiğini belirtmiştir. Bu durumda (11) eşitliği,

$$K_{ca} = K_{cs} \cdot e^{1.24X} \quad (12)$$

halini alır. Burada K_{cs} dokuduğu kare yapılu kumaşa ait toplam kumaş örtme faktörü (çözgü ve atkı örtme faktörleri toplamı), K_{ca} çözgü baskın kumaşa ait kumaş örtme faktörüdür.

Ashton, birçok tezgah tipinin 120°'lik çerçeve bekleme açısında tasarlandığını ve buna göre ağızlık kapanma açısı 270°'ye ayarlandığında tefelemenin açık ağızlıkta meydana geldiğini belirtmiştir. Ancak deneme sırasında ağızlığın 40°'lik anamil dönüş açısına kadar tamamen açılmadığını, 40°'lik anamil dönüşünden sonra çerçevelerin tamamen açıldığını, bunun da tefeleden sonra gerçekleştiğini ve böyle bir durumda en yüksek atkı sıklığında kumaş dokuyabilmeyi sağlayacak tefeleme anında ihtiyaç duyulan çözgü gerginlik düzeyine ulaşamadığını işaret etmiştir. Bu yüzden çerçevelerin tamamen açıldığı andaki tefelemeye dokuyabilmek için ağızlık kapanma açısının (çerçeve seviye pozisyonunun) 240° olması gerektiğini ileri sürmüştür. Fakat bu derecedeki bir ağızlık kapanma açısında hem mekiğin ağızlıktan güvenli geçişini sağlamak hem de maksimum sıklığa ulaşabilmek için, dokunabilecek kumaş genişliğinin düşürülmesi gerektiğini belirtmiştir. Ağızlık kapanma açısını 315° olacak şekilde ayarladığında dokunabilen en yüksek atkı sıklığının bir miktar düştüğünü ve kuramsal sıklığa yaklaştığını belirtmiştir (Ashton, 1996).

Ashton mekikli tezgahlarda ağızlıktaki küçük ya da büyük engellerin atkı atımını bozmayacağını, ancak akışkan jetli tezgahlarda ağızlıktaki en ufak bir bozukluğun atkının ağızlığın içerisine düzgün bir şekilde yerleşmesini engelleyeceğini ve bu yüzden böyle bir tezgahta elde edilebilecek en yüksek sınırların daha farklı olacağını belirtmiş. Bu amaçla daha sonraki çalışmalarını su jetli bir tezgahta gerçekleştirmiştir. Bu araştırmasında 1.5 m eninde, pozitif çözgü salma kumaş çekme özelliğine sahip, tefe mekanizması krank olan, ağızlık kapanma açısı 355° ve alt ve üst ağızlıkta 120° çerçeve bekleme zamanı olan Prince marka su jetli dokuma makinesinden yararlanmıştır. İki farklı numarada ve üç farklı gerginlik düzeyinde filament naylon çözgü ipliğinde üç farklı filament naylon atkı ipliği kullanarak dokumalar yapmıştır. Çalışma sırasında ilk olarak, ulaşabildiği en yüksek sıklıkları, kumaş çizgisi mesafelerini (kumaş oluşum çizgisinin tefenin ön ölü konumuna olan uzaklığı) kaydetmiş ve örtme faktörlerini hesaplamıştır. Bu aşamaya ait veriler Tablo 8'de gösterilmektedir.

Tablo 8. Ashton'ın Deneysel Çalışmasında Kullandığı Çözü ve Atkı İplikleri ve Elde Ettiği Sonuçlar (Ashton, 2000)

Çözgü (Tex)	Çözgü (Tel/cm)	Atkı (Tex)	Çözgü Ger. (Cn/tex)	Deney Atkı/cm	Deneysel Örtme Faktörü (K2)	Kumaş Çizgisi Mesafesi (mm)
22.8	26.7	11.1	1.8	28.7	9.56	-6
		22.8	1.5	22.8	10.89	-6.5
		46.7	1	17.7	12.1	-6.8
46.7	26.7	22.8	1.5	17.3	8.26	-13.5
		46.7	1.5	15	10.25	-6.6
		93.3	1	10.6	10.24	-9.4

22.8 tex çözgü ipliğinde yapılan çalışma sonuçlarına bakıldığında atkı ipliği kalınlaştıkça örtme faktörünün arttığını buna karşın kumaş çizgisi mesafelerinde çok belirgin bir değişikliğin olmadığını tespit etmiştir. 46.7 tex çözgü ipliği ile yaptığı çalışmada ise ilk çalışmasındaki aynı atkı ipliklerinde daha düşük örtme faktörlerine ulaşıldığını ve atkı ipliği inceldikçe kumaş çizgisi mesafelerinin arttığını yani tefe kuvvetinin yükseldiğini belirlemiştir. Bu durumun çözgü salma mekanizmalarındaki mekanik sınırlamalardan ileri geldiğini yani bu makinenin daha hafif ağırlıktaki kumaşların dokunması için uygun olduğunu gösterdiğini işaret etmiştir. Ashton her iki

çalışmasında da çözgü ipliğinden daha ince atkı ipliği kullanıldığında en yüksek sıklıkların diğer durumlara göre daha yüksek çözgü gerginliklerinde elde edildiğini tespit etmiştir.

Ashton çalışmasının ikinci aşamasında elde ettiği deneysel sonuçları Peirce'in eşitliğinden elde edilen sonuçlarla karşılaştırmış ve deneysel olarak ulaşılan en yüksek sıklıkların mekikli tezgahta elde ettiklerinin aksine Peirce'in eşitliklerinden elde edilen sonuçlardan daha düşük olduğunu belirlemiştir. Buna ait bazı veriler Tablo 9'da gösterilmektedir.

Tablo 9. Ashton'ın Elde Ettiği Deneysel Sonuçların Peirce'in Eşitliğinden Elde Edilen Sonuçlarla Karşılaştırılması

Çözgü (tex)	Çözgü örtme Faktörü (K1)	Atkı (tex)	Deney atkı/cm	Deneysel Örtme Faktörü (K2)	Peirce örtme faktörü	Fark (%) (Peirce-Deney)
22.8	26.7	22.8	22.8	10.89	14.43	22
46.7	26.7	46.7	15	10.25	11.97	15

Ashton bu çalışmasında da mekikli tezgahta yaptığı çalışmada olduğu gibi deneysel verilerden yararlanarak filament iplikler için en yüksek sınırın önceden tahminlenebilmesini sağlayacak (13) eşitliğini geliştirmiştir. Burada da aynı çözüm esaslarını kullanmıştır.

$$K_{CA} = K_{CS} * e^{1.5 * X} \quad (13)$$

Ashton bu çalışmasından genel olarak şu sonuçları çıkarmıştır:

- Kumaş çizgisi değiştirmesi aynı tip çalışma için mekikli bir tezgahına göre daha küçük miktardadır. Bunun suyun iplikler üzerinde bir yağlama etkisi yapmasından ve böylece atkı ipliğinin çözgü ipliği üzerinde kolayca kayarak sıkışmasından kaynaklandığını ileri sürmüştür.
- Çözgü gerginlik düzeyi atkı ipliği çapındaki değişime karşı duyarlıdır. Yani daha ince atkı iplikleri kullanıldığında çok daha yüksek örtme faktörlerine ulaşılabilmeyi sağlayacak kumaş çizgisi mesafelerini elde

edebilmek için daha yüksek çözgü gerginliklerine ihtiyaç vardır.

- Çalışılan bu tezgahta çözgü salmanın mekanik açıdan sınırlayıcı etkisi yani daha hafif kumaşların dokunması için uygun oluşu ağır kumaşlar için ulaşılabilecek en yüksek sınırı belirlemede önemli rol oynamaktadır.

2. 6. Seyam ve El-Shiekh Tarafından Yapılan Deneysel Çalışma

A Seyam ve Aly El-Shiekh çalışmalarını kuramsal ve deneysel olmak üzere iki şekilde gerçekleştirmiştir. Kuramsal çalışmalarında daha önce bahsedildiği gibi uzunluğu boyunca değişken kalınlıklı (periyodik ve rasgele değişken) atkı ipliklerinden dokunmuş kumaşlara ait kuramsal maksimum dokunabilirlik bağıntılarını bölgesel bir geometri ve olasılık modeli geliştirerek çıkarmışlardır. Bu modeli kullanarak ortalama çözgü ve atkı örtme faktörlerini, çözgü ve atkı ipliği parametreleri (iplik dengesi), kumaş yüzeyinde kalın

ve ince yerlerin dağılımı ve örgü tasarımıyla ilişkilendirmişlerdir (Seyam and El-Shiekh, 1990a).

Çalışmalarının deneysel olan kısmında ise ilk aşamada kurdukları bağıntıları pratik uygulanabilirlik açısından test etmişlerdir. Bu amaçla Tablo 10 ve 11'de gösterilen özelliklere sahip iplikleri kullanmışlardır. Kullandıkları dokuma makinesi ise Hattersley çift stroklu armür mekanizmalı Drapper dokuma makinesidir. Bu makinenin kumaş çekme mekanizması turnak dişli ile kontrol ediliyordu, çözgü salma mekanizması ise kesiksiz çalışan Hunt çözgü salma mekanizmasıydı. Tezgahta erken ağızlık ayarı yaparak bezayağı, 2/2 panama, 2/2 çözgü ribi, 2/2 dimi, 4/4 dimi ve 8-çerçeveli saten örgüler dokumuşlardır (Seyam and El-Shiekh, 1990b).

Tablo 10. Periyodik Kalınlık Değişkenli Atkı İpliğinin Özellikleri (Seyam and El-Shiekh, 1990b)

Atkı ipliği Kodu*	N _{2eq}	β	β	P	k
RC1	9.00	1.47	1.47	-	-
IC2	9.00	1.47	1.62	0.50	70
IC3	9.00	1.47	1.94	0.50	88
IC4	9.00	1.47	2.29	0.50	70
IC5	9.00	1.47	1.94	0.33	88
IC6	9.00	1.47	1.94	0.67	146
RC7	11.50	1.30	1.30	-	-
IC8	11.50	1.30	1.94	0.50	106
IPP1	8.71	1.93	2.25	0.71	90
IPP2	9.00	1.90	2.07	0.77	46
IPP3	6.28	2.28	2.51	0.86	26
IPP4	6.63	2.22	2.40	0.86	26

Tablo 11. Tesadüfi Kalınlık Değişimli Atkı İpliğinin Özellikleri (Seyam and El-Shiekh, 1990b)

Atkı ipliği kodu	N _{eq}	β	β	p	P'
RPP5	9.73	1.83	1.83	-	-
IPP6	9.65	1.84	2.04	0.48	0.46
RPP7	10.40	1.77	1.77	-	-
IPP8	10.36	1.77	2.13	0.48	0.46

Burada;

- N_{2eq} : Değişken kalınlıklı atkı ipliği numarası
 B : Kalın atkı ipliği çapının çözgü ipliği çapına oranı
 β : İnce atkı ipliği çapının çözgü ipliği çapına oranı
 p : Atkı ipliklerinde kalın yerlerin üst üste gelme olasılığı
 k : Numunedeki atkılarının sayısı
 R : Düzgün kalınlıklı iplik
 C : Pamuk ipliği
 PP : Polipropilen ipliklidir.

Numuneleri dokuma sırasında inç'te elde edilebilecek maksimum atkı sıklığına ulaşmıyca kadar atkı dişlisini değiştirerek torbalama şartını gözlemlemişlerdir. Bu şekilde 112 adet kumaş numunesi dokumuşlardır. Her bir numune için ortalama 10 adet inceleme yaparak kalın yer uzunluğu, dalga boyu, üst üste gelme olasılığı ve

gelme olasılıklarını hesaplamışlardır. Periyodik kalınlık değişimli atkı kullanıldığında daha önceki çalışmadan buldukları aşağıdaki eşitliği kullanarak üst üste gelme olasılığını hesaplamışlardır (Seyam and El-Shiekh, 1990b).

$$P = \frac{2\bar{a}}{\lambda} \quad (14)$$

$$p+q=1$$

Burada p üst üste gelme olasılığı, \bar{a} kalın yer uzunluğunun ortalaması ve λ dalga boyudur.

Tesadüfi kalınlık değişimli atkı kullanıldığında ise numuneler üzerine ince kareli kopya kağıdı koyarak kumaş yüzeyi görünümünü kağıda aktarmışlar ve kağıt üzerinde kalın yer uzunluklarını ölçerek üst üste gelme olasılığını,

$$P = \frac{\text{Üst üste gelen atkı sayısı}}{\text{Toplam atkı sayısı}} \quad (15)$$

eşitliğinden hesaplamışlardır (Seyam and El-Shiekh, 1990).

İplik dengesi daha öncede belirtildiği gibi atkı ipliği çapının çözgü ipliği çapına oranını ifade eder. Seyam ve arkadaşı bu oranı hesaplamak için, daha önce Peirce ve Love tarafından geliştirilen eşitlikten faydalanmışlardır. Bu;

$$\beta = \frac{d_f}{d_w} = \frac{\sqrt{\rho_w} \sqrt{N_w}}{\sqrt{\rho_f} \sqrt{N_f}} \quad (16)$$

eşitliğidir (Seyam ve El-Shiekh 1990b). Burada ρ iplik yoğunluğunu, N ise iplik numaralarını, w ve f indisleri ise sırasıyla çözgü ve atkıyı ifade etmektedir.

Seyam ve El-Shiekh kuramsal olarak daha önceki kuramsal çalışmaları sonucu elde ettikleri dokunabilirlik sınırlarıyla ilgili bağıntılardan faydalanarak dokudukları sırasıyla bezayağı, oxford ve diğer örgülü kumaşlar için maksimum örtme faktörlerini hesaplamışlardır. Ancak 4/4 dimi ve 8-çerçeveli saten örgüler için bu sabit değeri yerine koyduklarında maksimum atkı örtme faktörünün sınırsız ve hayali bir değer olduğunu görmüşlerdir. Bu yüzden bu örgü tipleri için deneysel olarak buldukları maksimum atkı örtme faktörlerini yerine koyarak kuramsal maksimum çözgü örtme faktörlerini hesaplamışlardır ve bu iki değeri toplayarak kuramsal maksimum kumaş örtme faktörünü elde etmişlerdir. Her bir örgü için bütün bu kuramsal ve deneysel sonuçlar Tablo 12, 13 ve 14'de gösterilmektedir. (Seyam and El-Shiekh 1990b).

Tablo 12. Seyam ve El-Shiekh'in Deneysel ve Kuramsal Maksimum Kumaş Örtme Faktörleri (Soldan Sağa Sırasıyla Bezayağı, Oxford ve 2/2 Çöğü Rib Örgüler İçin) (Seyam and El-Shiekh, 1990b)

Atkı ipliği kodu	Bezayağı		Oxford		Örgü		2/2	Çözüğü ribs	Örgü
	(K ₁ +K ₂) _{den.}	(K ₁ +K ₂) _{teo.}	Den./Teo. (%)	(K ₁ +K ₂) _{den.}	(K ₁ +K ₂) _{teo.}	Den./Teo. (%)	(K ₁ +K ₂) _{den.}	(K ₁ +K ₂) _{teo.}	Den./Teo. (%)
RC1	36.41	34.48	94.7	38.24	36.15	94.5	42.42	40.15	94.6
IC2	35.69	34.15	96.6	36.88	35.48	96.2	41.20	35.48	95.8
IC3	34.41	33.48	97.3	34.98	32.81	93.8	38.93	37.48	96.3
IC4	33.32	32.81	98.5	33.62	31.15	92.7	36.89	35.81	97.1
IC5	34.57	33.81	97.8	35.14	32.81	93.4	39.14	37.81	96.6
IC6	34.21	33.43	98.8	34.77	32.81	94.4	38.68	37.48	96.9
RC7	35.67	34.22	97.6	38.81	36.58	94.3	41.73	39.53	94.7
IC8	33.02	32.45	95.9	33.54	31.28	93.3	36.95	35.70	96.6
IPP1	36.59	35.25	96.3	36.64	34.37	93.8	41.57	39.63	95.3
IPP2	37.08	35.85	96.7	37.17	34.99	94.1	42.57	40.16	94.6
IPP3	37.90	37.02	97.7	37.95	35.98	94.8	43.04	41.14	95.6
IPP4	37.97	36.05	94.9	38.03	36.54	96.1	43.23	41.57	96.2
RPP5	37.70	35.22	93.4	37.82	35.22	93.1	43.62	40.20	92.2
IPP6	36.51	34.46	94.4	36.99	34.46	93.2	42.27	39.45	93.3
RPP7	37.48	35.51	94.7	37.63	35.51	94.4	43.43	39.51	91.0
IPP8	35.39	33.93	95.9	36.13	34.34	95.1	40.99	38.75	94.5

Tablo 13. Seyam ve El-Shiekh'in Kuramsal ve Deneysel Maksimum Kumaş Örtme Faktörleri (Soldan Sağa Sırasıyla 2/2 Panama ve 2/2 Dimi Örgüler) (Seyam and El-Shiekh, 1990b)

Atkı ipliği kodu	2/2		Panama	Örgü	2/2	Dimi	Örgü
	(K ₁ +K ₂) _{den.}	(K ₁ +K ₂) _{teo.}	(K ₁ +K ₂) _{den.}	Den./Teo. (%)	(K ₁ +K ₂) _{den.}	(K ₁ +K ₂) _{teo.}	Den./Teo. (%)
RC1	44.05	42.81	97.2	44.05	41.48	94.2	
IC2	42.26	41.48	98.2	42.26	40.81	96.6	
IC3	39.44	38.81	98.4	39.44	37.81	95.9	
IC4	37.15	36.49	98.2	37.15	36.15	97.3	
IC5	39.65	38.81	97.9	39.65	38.15	96.2	
IC6	39.17	38.81	99.1	39.17	37.81	96.5	
RC7	44.52	43.07	96.7	44.52	41.59	93.4	
IC8	37.41	36.58	97.8	37.41	35.70	95.4	
IPP1	41.62	41.37	99.4	41.62	40.49	97.3	
IPP2	42.54	42.32	99.5	42.54	41.88	98.5	
IPP3	43.08	42.69	99.1	43.08	41.14	95.5	
IPP4	43.29	42.56	98.3	43.29	40.56	93.7	
RPP5	43.73	41.85	95.7	43.73	41.02	93.8	
IPP6	42.34	41.12	97.1	42.34	40.29	95.2	
RPP7	43.54	41.92	96.3	43.54	41.12	94.4	
IPP8	41.05	40.37	98.3	41.05	40.37	98.3	

Tablo 14. Seyam ve El-Shiekh'in Kuramsal ve Deneysel Maksimum Kumaş Örtme Faktörleri (Soldan Sağa Sırasıyla 4/4 Dimi ve 8- Çerçevli Saten Örgü) (Seyam and El-Shiekh 1990b)

Atkı İpliği Kodu	4/4 Dimi		Örgü			8-	Çerçevli	satın	örgü	
	K ₂ (den.)	K ₁ (teo.)	(K ₁ +K ₂) _{den.}	(K ₁ +K ₂) _{teo.}	Den./Teo. (%)	K ₂ (den.)	K ₁ (teo.)	(K ₁ +K ₂) _{den.}	(K ₁ +K ₂) _{teo.}	Den./Teo. (%)
RC1	30.67	23.96	54.63	50.15	92.0	32.00	23.58	55.58	51.48	92.6
IC2	28.67	23.61	52.28	48.15	92.1	30.00	23.00	53.00	49.48	93.4
IC3	26.00	22.24	48.24	45.48	94.3	27.67	21.55	49.22	47.15	95.8
IC4	24.00	20.56	44.56	43.48	97.6	25.00	20.21	45.21	44.48	98.4
IC5	26.67	22.17	48.84	46.84	95.6	28.33	21.54	49.87	47.81	95.9
IC6	26.00	21.86	47.86	45.48	95.0	27.33	21.46	48.79	46.81	95.9
RC7	32.44	24.27	56.71	51.92	91.6	33.91	24.13	58.04	53.39	92.0
IC8	29.49	21.14	50.63	48.97	96.7	31.26	21.11	52.17	50.74	96.9
IPP1	-	-	46.09	45.75	99.3	-	-	46.09	46.63	101.23
IPP2	-	-	47.23	46.19	97.8	-	-	47.23	47.05	99.6
IPP3	-	-	47.23	46.30	98.0	-	-	47.23	47.33	100.2
IPP4	-	-	47.56	45.59	95.9	-	-	47.56	47.59	100.1
RPP5	-	-	48.91	47.65	97.4	-	-	48.91	48.48	99.1
IPP6	-	-	47.32	46.94	99.2	-	-	47.32	47.76	100.9
RPP7	-	-	48.86	47.54	97.3	-	-	48.86	48.34	98.9
IPP8	-	-	45.92	45.97	100.1	-	-	45.92	46.79	101.9

Çalışmalarının son aşamasında iplik parametreleri (İplik dengeleri, β), kalın yerlerin üst üste gelme olasılığı ve örgü tiplerinin maksimum dokunabilirliğe etkileri hakkında değerlendirme yapmışlardır (Seyam and El-Shiekh, 1990b).

Tablo 10'da RCI, IC2, IC4 numunelerine ait β değerleri için Tablo 12'de bezyağı örgü ve Tablo 14'de 8-çerçeveli saten örgüye ait sonuçlar incelendiğinde kuramsal ve deneysel verilerin birbirleriyle uyduğunu; yani bu değer arttıkça teori de olduğu gibi deneysel maksimum kumaş örtme faktörünün de arttığını görmüşlerdir (Seyam and El-Shiekh, 1990b).

P için yine aynı tablolardaki IC3, IC5 ve IC6 numunelerine ait sonuçları incelediklerinde bu değerde bir artış olduğunda deneysel maksimum kumaş örtme faktöründe de bir artış olduğunu ve bunun kuramsal sonuçlarla uyduğunu görmüşlerdir (Seyam and El-Shiekh, 1990b).

Örgü tipi için aynı tabloları aynı atkı ipliği için incelediklerinde 2/2 panama ve 8-çerçeveli saten örgülerin sırasıyla 2/2 dimi ve 4/4 dimi örgülerden daha yüksek deneysel maksimum kumaş örtme faktörü verdiğini bulmuşlardır. Ancak teorilerinin 2/2 panama ve 2/2 dimi arasında ve 4/4 dimi ve 8-çerçeveli saten örgüler arasında bu bakımdan bir fark göstermediği sonucuna varmışlardır (Seyam and El-Shiekh, 1990b).

Seyam ve El-Shiekh bu deneysel çalışmaları için dokudukları 112 kumaş numunesinden sadece 6 tanesinden elde edilen değerlerin kuramsal olarak tahminlenenin çok dışına çıktığını saptamışlardır. Bütün bu verilerin ışığı altında kurdukları kuramsal bağıntıların, önerilen konstrüksiyonun makine üzerinde dokunup dokunamayacağı hususunda bir öngörü sağlayacak nitelikte olduğunu ileri sürmüşlerdir (Seyam and El-Shiekh, 1990b).

2. 7. Turhan ve Eren Tarafından Yapılan Deneysel Çalışma

Tarafımızca dokunabilirlik sınırıyla ilgili deneysel bir araştırma elektronik çözümlü salma-elektronik kumaş çekme mekanizmasına sahip 700 dev/dak hızında hava jetli bir dokuma makinesinde yapılmıştır. Çalışmada Polyester (filament) çözümlü ve atkı iplikleri kullanılmıştır. Deneysel çalışma sırasında dokuma makinesinin ağızlık kapanma açısı, arka köprü yüksekliği, ön ağızlık açısı (ağızlık kursu), arka köprü salınım miktarı (yay sertliği) ve ortalama çözümlü gerginliği değiştirilerek bu makine ayarlarının dokunabilirlik sınırlarına etkileri araştırılmıştır. Dokuma sırasında dokuma sınırı

belirleyici en önemli faktörün atkı atımında yaşanan sorunların olduğu tespit edildi. Atkı sıklığı belirli bir düzeye geldiğinde kumaş çizgisinin tarağa doğru özellikle kumaşın her iki kenarında daha fazla olacak şekilde yaklaşmasından dolayı ön ağızlık boyutunun küçüldüğü ve bu durumun atkı ipliğinin ağızlık içerisine uçuşunu engelleyerek makine duruşlarına neden olduğu gözlemlendi. Çalışmada, dokunabilirlik sınırına ön ağızlık açısının ve asimetrik konumda daha yüksek seviyelerdeki arka köprü yüksekliklerinin önemli bir etkisinin olmaması ve farklı yay sertliklerinde farklı sınırlar elde edilmesine rağmen arka köprü salınım miktarındaki değişime paralel olmayan bir etkinin olması gibi beklenilenin dışında sonuçlarla karşılaşmıştır. Araştırma sonunda bütün ayarlar karşılaştırıldığında dokunabilirlik sınırına en belirgin etkiye çözümlü gerginliğindeki değişimin sahip olduğu saptandı. Çalışmanın ikinci aşamasında ulaşılan en yüksek sıklıklara ait örtme faktörleri Peirce başta olmak üzere bazı araştırmacıların kuramsal eşitliklerinden elde edilen sonuçlarla karşılaştırılmış ve deneysel sonuçların Ashton'ın su jetli çalışmasında olduğu gibi kuramsal sonuçların altında olduğu belirlenmiştir. Bu araştırma ile ilgili ayrıntılı bilgiler daha sonraki makalelerde sunulacaktır.

3. SONUÇ VE TARTIŞMA

Dokunabilirlik sınırıyla ilgili yapılan deneysel çalışmaların dokuma makinesi ayarlarındaki ve kumaş parametrelerindeki değişikliklerin bu sınıra etkilerini araştırmak ve elde edilen sonuçları kuramsal bağıntılardan elde edilen sonuçlarla karşılaştırmak şeklinde üç ana başlıkta toplandığı görülmektedir. Tezgahta arka köprü yüksekliği, ağızlık kapanma açısı, ön ağızlık açısı, çözümlü gerginliği, ağızlık geometrisi (simetrik-asimetrik) gibi bir çok makine ayarındaki değişikliklerin, kumaşta ise çözümlü ve atkı iplik numaraları, çözümlü sıklığı, örgü ve tarak eni gibi parametrelerdeki değişikliklerin dokunabilen en yüksek sıklık sınırına etkileri araştırılmıştır. Makine ayarları üzerine bu konuda çalışma yapan bütün araştırmacıların ulaştıkları sonuçlara bakıldığında hepsinde ortak olarak çözümlü gerginliğinin diğer ayarlara göre en belirgin etkiye sahip olduğu görülmektedir. Bu beklenen bir sonuçtur. Çünkü yüksek bir çözümlü gerginliğinde tefeleden sonra atkı ipliğinin geriye doğru kayması önlenmekte ve kumaş çizgisi mesafesi daha küçük miktarlara düşürülebilmektedir. Bu da dokuma sırasında daha yüksek atkı sıklıklarına ulaşmayı sağlamaktadır (Greenwood et al., 1956a,b). İplik numaralarındaki değişikliğin

etkisine bakıldığında ince atkı iplikleri kullanıldığında yüksek atkı sıklıklarına ulaşıldığı ancak örtme faktörlerinin düşük olduğu görülmektedir. Daha yüksek örtme faktörlerine ulaşmak için kumaş çizgisi mesafesini taraktan daha uzağa getirecek yüksek bir çözgü gerginliğine ihtiyaç vardır. Çok yüksek gerginliklere çıkabilmek ise özellikle çözgü ipliğinin dayanımına bağlıdır. Dokunacak kumaşın ağırlığı ile (daha kalın ve sık çözgü ipliği kullanılarak) çözgü salma mekanizmasının mekanik açıdan uygunluğunun buna uygunluğunun elde edilebilecek en yüksek sınırı belirlemede önemli bir rolü olduğu görülmektedir. Örgü tipinin etkisine bakıldığında aynı iplikler için uzun atlamalı örgülerde daha yüksek sınırlara ulaşıldığı görülmektedir. Son zamanlarda Seyam and El-Shiekh tarafından yapılan çalışma ise özellikle günümüzde kullanımı gittikçe yaygınlaşan uzunluğunca değişken kalınlığa sahip fantezi ipliklerin dokunabilirlik sınırlarıyla ilgili bundan sonra yapılacak çalışmalara temel oluşturmaktadır.

Mekikli dokuma makinelerinde yapılan deneysel çalışmalarda elde edilen dokunabilirlik sınırlarının genellikle kuramsal bağıntılardan elde edilen sonuçlarla uyduğu görülmektedir. Ancak özellikle hava jetli ve su jetli dokuma makinelerinde ulaşılan sonuçlara bakıldığında bunların kuramsal bağıntılardan elde edilen sonuçların altında kaldığı görülmektedir. Jetli sistemlerde dokunabilirlik sınırlarında mekikli dokuma makinelerinde sıkça karşılaşılan çözgü kopuşlarının aksine özellikle atkı atımında yaşanan sorunlardan dolayı duruşlar gözlenmekte ve bu durum dokunabilirlik sınırını belirleyici bir parametre olarak ortaya çıkmaktadır. Atkı atımında yaşanan bu sorun ağızlığın boyutu ve düzgünlüğü ile ilgilidir. Genellikle dokuma makinelerinde ağızlık boyutunun büyük olması kumaş çizgisi mesafesinin artmasından (kumaş çizgisinin tarağa doğru yaklaşması) dolayı meydana gelen olumsuz etkiyi azaltmakta ve böylece daha yüksek atkı sıklıklarında dokumayı sağlamaktadır. Bütün bunlar değerlendirildiğinde gerek ayarların etkisi gerekse ulaşılan sıklık açısından hava jetli bir sistemde beklenenin dışında sonuçlar elde edilmesi bu tezgahlarda dokunabilirlik sınırlarıyla ilgili yeni çalışmaların yapılmasını gerektirmektedir.

Günümüzde dokuma makinelerine bakıldığında geçmişte yapılan deneysel çalışmalarda yararlanılan makinelere göre kontrol sistemleri açısından kat kat üstün olduğu bilinmektedir. Özellikle bilgisayar ve elektronik alanlarındaki gelişmeler kendini bu alanda da göstermiştir. Bir çok dokuma makinesi üreticisine ait modellerin elektronik çözgü salma-kumaş çekme mekanizmalarına ve bilgisayar destekli kontrol sistemlerine sahip oldukları

görülmektedir. Böylesine yüksek teknolojik özelliklere sahip dokuma makinelerinde daha hassas sınırlar içerisinde istenilen ayarlar yapılabilmekte ve dokuma süresince kontrol edilebilmektedir. Dokuma sektörüne bakıldığında özellikle bu yüksek teknolojik özelliklere sahip kancalı ve hava jetli dokuma makinelerinin kullanımının yaygınlaştığı göze çarpmaktadır. Dokuma makinelerindeki bu gelişmelerle birlikte bu makinelerde dokunan kumaşlar açısından da geçmişe nazaran çeşitlilik artmıştır. İnşaat sektöründen tıp alanına kadar bir çok yerde teknik tekstillerin kullanımının arttığı görülmektedir. Bu tip tekstil ürünlerindeki kumaşların ve bu kumaşları oluşturan ipliklerin geleneksel kumaşlardakinden çok farklı olduğu bilinmektedir.

Bütün bu değerlendirmelerin ışığı altında dokunabilirlik sınırlarıyla ilgili bundan sonra yapılacak deneysel çalışmaların hava jetli ve kancalı dokuma makinelerinde farklı lif tiplerinde, farklı örgülerde, farklı çözgü sıklıklarında, farklı iplik tiplerinde, farklı numaralarda çeşitli makine ayarlarında araştırmalar yaparak elde edilecek sonuçların geçmişteki deneysel ve kuramsal çalışmalardan elde edilen sonuçlarla karşılaştırılması yönünde olması bu konuyla ilgili yeni yaklaşımların, kuramların ve böylece yeni kumaş tasarımlarının geliştirilmesi bakımından yararlı olacaktır.

4. KAYNAKLAR

- Ashton, W. 1996. Maximum Weavable Fabric Sett. Thesis, Leeds University, p.1-14.
- Ashton, W. 2000. "Water Jet Weaving", Textile Technology Forum, p. 58-68.
- Başer, G. 1998. "Dokuma Tekniği ve Sanatı", TMMOB Tekstil Mühendisleri Odası, İzmir, Sayfa, 241.
- Brierley, S. 1931a. "Theory and Practice of Cloth Setting", The Textile Manufacturer, Jan., p. 3-4.
- Brierley, S. 1931b. "Theory and Practice of Cloth Setting", The Textile Manufacturer, Feb., p. 47-49.
- Brierley, S. 1931c. "Theory and Practice of Cloth Setting-III", The Textile Manufacturer, March., p. 90-92.
- Brierley, S. 1931d, "Theory and Practice of Cloth Setting-IV", The Textile Manufacturer, Apr., p. 130-132.

Brierley, S. 1931e. "Theory and Practice of Cloth Setting-V", The Textile Manufacturer, June., p. 206-208.

Brierley, S. 1931f. "Theory and Practice of Cloth Setting-VI", The Textile Manufacturer, July., p. 244-246.

Brierley, S. 1931g. "Theory and Practice of Cloth Setting-VII", The Textile Manufacturer, Sept., p. 311-312.

Dickson, J. B. 1954. "Practical Loom Experience on Weavability Limits", Textile Research Journal, p.1083-1093.

Greenwood, K. and Cowhing, W. T. 1956a. "The Position of The Cloth Fell In Power Looms" (Part-I)", The Journal of Textile Institute, p. 241-254.

Greenwood, K. and Cowhing, W. T. 1956b. "The Position of The Cloth Fell In Power Looms" (Part-II)", The Journal of Textile Institute, p. 255-273.

Love, L. 1954. Graphical Relationships in Cloth Geometry for Plain, Twill, and Saten Weaves. Textile Research Journal. December, p.1073-1083.

Peirce, F. T. 1937. "Cloth Geometry (Geometry of Cloth Structure)", Journal of Textile Institute, p. 28-61.

Seyam, A. and El-Shiekh, A. 1990a. "Mechanics of Woven Fabrics (Part-I)", Textile Research Journal, July, p. 389-404.

Seyam, A. and El-Shiekh, A. 1990b. "Mechanics of Woven Fabrics (Part-II)", Textile Research Journal, August, p. 457-463.

Sharma, I. C. and Bhargava, G. S. 1982. "Setting Limits for Plain Woven Fabrics", Indian Journal of Textile Research December, 7: p. 107-112.

Snowden, D. C. 1950. "Some Aspect of Warp Tension", Journal of Textile Institute, 5: p. 237-249.